



Ελληνική Εταιρεία
Επιστήμης
Οπωροκηπευτικών

26^ο ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ της Ε.Ε.Ε.Ο.



Σχολή Τεχνολογίας
Γεωπονίας
του ΤΕΙ Καλαμάτας

«Η Παραγωγή των *Οπωροκηπευτικών*
ως Μοχλός Εξόδου της Χώρας
από την Οικονομική Κρίση»



ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Β' ΤΟΜΟΣ

Καλαμάτα, 15 - 18 Οκτωβρίου 2013

Πρακτικά 26^{ου} Συνεδρίου της Ε.Ε.Ε.Ο.

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ
ΤΩΝ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ (Ε.Ε.Ε.Ο.)**

ΠΡΑΚΤΙΚΑ 26^{ου} ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

**«Η Παραγωγή των Οπωροκηπευτικών ως Μοχλός
Εξόδου της Ελλάδας από την Οικονομική Κρίση»**

Β΄ ΤΟΜΟΣ

Λαχανοκομία

Ανθοκομία – Αρχιτεκτονική Τοπίου

Καλαμάτα, 15-18 Οκτωβρίου 2013

Διοργανωτές:

Ελληνική Εταιρεία της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών (Ε.Ε.Ε.Ο.)
ΤΕΙ Πελοποννήσου (πρώην ΤΕΙ Καλαμάτας), Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας

Συνδιοργανωτές:

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, Γενική Διεύθυνση Φυτικής Παραγωγής
Περιφέρεια Πελοποννήσου, Περιφερειακή Ενότητα Μεσσηνίας
Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας
Ιερά Μητρόπολις Μεσσηνίας
Δήμος Καλαμάτας

Οργανωτική Επιτροπή:

Κανάκης Ανδρέας, ΤΕΙ Πελοποννήσου
Κώτσιρας Αναστάσιος, ΤΕΙ Πελοποννήσου
Βασιλακάκης Μιλτιάδης (Πρόεδρος της Ε.Ε.Ε.Ο.), Α.Π.Θ.
Αλεξόπουλος Αλέξιος, ΤΕΙ Πελοποννήσου
Μουρούτογλου Χρήστος, ΤΕΙ Πελοποννήσου
Παπαφωτίου Μαρία, Γ.Π.Α.
Ασημακοπούλου Άννα, ΤΕΙ Πελοποννήσου
Παρασκευόπουλος Αντώνιος, Δ.Α.Ο.Κ. Τριφυλίας
Κάτσαρης Παναγιώτης, ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ (ΕΘ.Ι.Α.ΓΕ.),
Κυριακόπουλος Ιωάννης, Δ.Α.Ο.Κ. της Π.Ε. Μεσσηνίας
Κάρτσωνας, Επαμεινώντας, ΤΕΙ Πελοποννήσου
Ζακυνθινός Γιώργιος, ΤΕΙ Πελοποννήσου
Μαγγανάρης Γεώργιος, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Πρόεδρος
Αντιπρόεδρος Α'
Αντιπρόεδρος Β'
Γραμματέας
Ταμίας
Μέλος
Μέλος
Μέλος
Μέλος
Μέλος
Μέλος
Μέλος
μέλος

Γραμματειακή υποστήριξη

Κορίκη Αντωνία, ΤΕΙ Πελοποννήσου
Κοστρίβα Άννα, ΤΕΙ Πελοποννήσου
Νηφάκος Καλλίμαχος, ΤΕΙ Πελοποννήσου

Επιμέλεια έκδοσης: Ανδρέας Γ. Κανάκης

Επιστημονική-κριτική επιτροπή

Ακουμιανάκης Κωνσταντίνος, Καθηγητής ΓΠΑ
Αλεξόπουλος Αλέξης, Επικ. Καθηγητής ΤΕΙ Πελοποννήσου
Ασημακοπούλου Άννα, Επικ. Καθηγήτρια ΤΕΙ Πελοποννήσου
Βασιλακάκης Μιλτιάδης, Ομότιμος Καθηγητής ΑΠΘ
Βελισσαρίου Δημήτριος, Καθηγητής ΤΕΙ Πελοποννήσου
Βέμμος Σταύρος, Καθηγητής ΓΠΑ
Βογιατζής Δημήτριος, Ομότιμος Καθηγητής ΑΠΘ
Γουμενάκη Ελένη, Καθηγήτρια ΤΕΙ Κρήτης
Δημήρκου Ανθή, Καθηγήτρια Παν. Θεσσαλίας
Δόρδας Χρήστος, Αναπλ. Καθηγητής ΑΠΘ
Ζακυνθινός Γεώργιος, Αναπλ. Καθηγητής ΤΕΙ Πελοποννήσου
Ζερβάκης Γεώργιος, Αναπλ. Καθηγητής ΓΠΑ
Καββαδίας Βίκτωρ, Ερευνητής Α΄ ΕΘΙΑΓΕ (ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ)
Κανάκης Ανδρέας, Ομότιμος Καθηγητής ΤΕΙ Πελοποννήσου
Κανταρτζής Αλέξανδρος, Καθηγητής ΤΕΙ Ηπείρου
Καριπίδης Χαράλαμπος, Καθηγητής ΤΕΙ Ηπείρου
Κάρτσωνας Επαμεινώνδας, Καθηγητής Εφαρμογών ΤΕΙ Πελοποννήσου
Κίττας Κωνσταντίνος, Καθηγητής Παν. Θεσσαλίας
Κοκκίνη Στυλιανή, Καθηγήτρια ΑΠΘ
Κουνδουράς Στέφανος, Επικ. Καθηγητής ΑΠΘ
Κώτσιπας Αναστάσιος, Επικ. Καθηγητής ΤΕΙ Πελοποννήσου
Μαγγανάρης Γεώργιος, Επικ. Καθηγητής, Τ.Π. Κύπρου
Μαλούπα Ελένη, Ερευνήτρια Α΄ ΕΘΙΑΓΕ (ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ), ΚΓΕΒΕ
Μολασιώτης Αθανάσιος, Επικ. Καθηγητής ΑΠΘ
Μπεμπέλη Πόπη, Καθηγήτρια ΓΠΑ
Μπινιάρη Αικατερίνη, Επικ. Καθηγήτρια ΓΠΑ
Μπλέτσιος Φώτης, Ερευνητής Α΄ ΕΘΙΑΓΕ (ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ), ΚΓΕΒΕ
Νάνος Γεώργιος, Αναπλ. Καθηγητής Παν. Θεσσαλίας
Νεκτάριος Παναγιώτης, Αναπλ. Καθηγητής ΓΠΑ
Νικολάου Νικόλαος, Καθηγητής ΑΠΘ
Οικονόμου Αθανάσιος, Καθηγητής ΑΠΘ
Πάνου - Φιλοθέου Ελένη, Καθηγήτρια ΤΕΙ Θεσσαλονίκης
Παπαδημητρίου Μιχαήλ, Καθηγητής ΤΕΙ Κρήτης
Παπαδόπουλος Ιωάννης, Αναπλ. Καθηγητής ΤΕΙ Δ. Μακεδονίας
Παπαδοπούλου Καλλιόπη, Αναπλ. Καθηγήτρια Παν. Θεσσαλίας
Παπασωτηρόπουλος Βασίλειος, Αναπλ. Καθηγητής ΤΕΙ Δ. Ελλάδας
Παπαφωτίου Μαρία, Καθηγήτρια ΓΠΑ
Πάσσαμ Χάρολντ, Ομότιμος Καθηγητής ΓΠΑ
Πετρόπουλος Σπυρίδων, Λέκτορας Παν. Θεσσαλίας
Ρούσσοσ Πέτρος, Επικ. Καθηγητής ΓΠΑ
Σαλάχας Γεώργιος, Καθηγητής ΤΕΙ Δ. Ελλάδας
Σάββας Δημήτριος, Καθηγητής ΓΠΑ
Σιώμος Αναστάσιος, Καθηγητής ΑΠΘ
Σταθάς Γεώργιος, Καθηγητής ΤΕΙ Πελοποννήσου
Σταυρακάκης Μανόλης, Ομότιμος Καθηγητής ΓΠΑ
Τσιτσιγιάννης Δημήτριος, Επικ. Καθηγητής ΓΠΑ
Φουντάς Σπυρίδων, Επικ. Καθηγητής Παν. Θεσσαλίας
Φυσαράκης Ιωάννης, Ομότιμος Καθηγητής ΤΕΙ Κρήτης
Χαρτζουλάκης Κων/νος, Ομότιμος Ερευνητής ΕΘΙΑΓΕ (ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελ.
ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ ΣΥΝΕΔΡΩΝ ΣΕ ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	
ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑ Α΄ ΜΕΡΟΣ: ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ	13
Χ. Καριπίδης, Δ. Δούμα και Β. Πανταζή: Επίδραση της αζωτούχου και θειικής λίπανσης στη συσσώρευση νιτρικών σε φυτά ρόκας (<i>ErUCA sativa</i> Mill.) που καλλιεργήθηκαν σε μείγμα τύρφης-περλίτη	15
Α. Ασημακοπούλου, Ι. Σάλμας, Κ. Νηφάκος, Π. Καλογερόπουλος και Α. Νικολούδη: Επίδραση της αλατότητας του υποστρώματος στην αύξηση και παραγωγή τριών εγχώριων ποικιλιών μικρόκαρπης τομάτας (δύο οικοτύπων «τοματάκι Σαντορίνης» και το «τοματάκι Χίου») και τεσσάρων υβριδίων τομάτας τύπου «Cherry»	21
Δ. Σάββας, Π. Πατεράκης, Π. Βουρναδάκη, Α. Ροπόκης και Γ. Ντάτση: Συγκριτική αξιολόγηση δύο τύπων ελαφρόπετρας, πετροβάμβακα, περλίτη και κόκου σε καλλιέργεια τομάτας	26
Α. Ασημακοπούλου, Κ. Νηφάκος, Ι. Σάλμας, Π. Καλογερόπουλος και Α. Νικολούδη: Επίδραση της αλατότητας του υποστρώματος στην ανόργανη θρέψη τριών εγχώριων ποικιλιών μικρόκαρπης τομάτας και τεσσάρων υβριδίων τομάτας τύπου «Cherry»	31
Χ. Κ. Κοντοπούλου, Δ. Σάββας, Δ. Μπιλάλης, Β.Α. Παππά και R. M. Rees: Επίδραση οργανικής λίπανσης και αλατότητας στη θρέψη των φυτών, τις αποδόσεις και τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου σε καλλιέργεια νωπού φασολιού	36
Κ. Σ. Κρομμύδας, Φ.Α. Μπλέτσος και Δ.Γ. Ρουπακιάς: Αξιοποίηση αρρενόστειρων σειρών μελιτζάνας (<i>Solanum melongena</i> L.) στη δημιουργία διευδικών υβριδίων με το <i>Solanum integrifolium</i>	42
Ε. Μανωλοπούλου, Κ. Ρεκούμη και Α. Αλεξόπουλος: Μεταβολή των φυσιολογικών χαρακτηριστικών καρπών πιπεριάς τύπου «φλάσκας» και «κέρατου» συναρτήσει του σταδίου ανάπτυξης και ωρίμανσης	48
Ι. Καραπάνος, Χ.Κ. Πάσσαμ, Μ. Χάνδρα, Α. Αλεξόπουλος και Κ. Ακουμιανάκης: Συγκριτική μελέτη χαρακτηριστικών ωρίμανσης καρπών τομάτας Cherry φυσιολογικής και τεχνητής ωρίμανσης	53
Δ. Τσαμαϊδή, Α. Δάλλας, Ι. Καραπάνος και Χ. Πάσσαμ: Επίδραση της σκίασης στην ανάπτυξη, παραγωγή και ποιότητα του άνηθου (<i>Anethum graveolens</i> L.)	60
Ε. Μανωλοπούλου, Α. Ασημακοπούλου, Κ. Νηφάκος, Ι. Σάλμας και Π. Καλογερόπουλος: Επίδραση της αλατότητας στα φυσιολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά τριών εγχώριων ποικιλιών μικρόκαρπης τομάτας και τεσσάρων υβριδίων τομάτας τύπου «Cherry».	66
Α. Αλεξόπουλος, Θ. Καρανίσα, Κ. Ακουμιανάκης, Σ. Καρράς, Ι. Καραπάνος και Χ. Πάσσαμ: Επίδραση φυτορρυθμιστικών ουσιών στην <i>in vitro</i> βλάστηση των οφθαλμών των κονδύλων της πατάτας (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	71

Θ. Καρανίσα, Κ. Ακουμιανάκης, Α. Αλεξόπουλος και Ι. Καραπάνος: Επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής της παραφίνης και της θερμοκρασίας στην αποθήκευση κονδύλων πατάτας που παρήχθησαν από βοτανικό σπόρο (tprs)	78
Κ. Ακουμιανάκης, Ι. Καραπάνος, Α. Αλεξόπουλος, Ν. Παπανδρέου και Σ. Νικολάου: Επίδραση της αλατότητας στο σταμναγκάθι (<i>Cichorium spinosum</i>) και του ασβεστίου στη γαλατσίδα (<i>Reichardia picroides</i>) στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά τους	83
Ε. Τραντάς, Ε. Μπαλαντινάκη, Π. Σαρρής, Φ. Βερβεριδής και Δ. Γκούμας: Σημαντική έξαρση της ασθένειας βακτηριακό έλκος τομάτας που προκαλείται από το βακτήριο <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> στην Κρήτη	89
Ι. Ν. Μανουσόπουλος, Ι. Λαγωγιάννης και Στ. Γουντουδάκη: Διερεύνηση της συσχέτισης της έντασης των συμπτωμάτων της ασθένειας της λεύκανσης των νεύρων του μαρουλιού και της παρουσίας δυο ιών που εμπλέκονται στην ασθένεια	93
Ε. Γουμενάκη και Ε. Καραμαλάκη: Το φασόλι ως βιοδείκτης εκτίμησης των επιπτώσεων του τροποσφαιρικού όζοντος σε καλλιέργειες στην Κρήτη	97
Ν. Δαφέρμος, Ι. Σπαθαράκης και Ε. Γουμενάκη: Η χρήση της οργανικής ουσίας στις λαχανοκομικές καλλιέργειες ως όφελος και ως απειλή	101
Χ. Μουρούτογλου, Ι. Λυκοσκούφης, Α. Κώτσιρας, Α. Κανάκης και Α. Καλαθός: Μελέτη της επίδρασης της πυκνότητας σποράς άγριας ρόκας σε υδροπονικό σύστημα βαθιάς επίπλευσης	107
Π. Κανιαδάκης, Ι. Λυκοσκούφης και Γ. Μαυρογιαννόπουλος: Συγκριτική αξιολόγηση του υδροπονικού συστήματος Ν.Δ.Τ. με το υδροπονικό σύστημα Ν.Φ.Τ. σε καλλιέργεια αγγουριάς σε σάκους περλίτη	112
Κ. Κίττας, Ν. Κατσούλας, Χ. Νικολάου και Ν. Ρηγάκης: Διερεύνηση της παραγωγικότητας και αποτελεσματικότητας χρήσης νερού καλλιέργειας πιπεριάς σε διχτυοκήπιο	117
ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑ Β ΜΕΡΟΣ: ΓΡΑΠΤΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ	123
Σ. Σωτηρόπουλος, Ι. Καλαβρουζιώτης, Χ. Πασχαλίδης, Β. Καββαδίας, Π. Κουκουλάκης, Α. Κορίκη και Γ. Ξηρογιάννης: Διερεύνηση της επίδρασης της υλός βιολογικού καθαρισμού στο έδαφος και στη θρεπτική κατάσταση του σπανακιού με έμφαση στα ιχνοστοιχεία	125
Μ. Χριστουλάκη, Γ. Κονσολάκης, Ε. Ανδρώνης, Μ. Χριστοφάκη, D. Aldred και Κ. Λουλακάκης: Επίδραση του Milsana στην ανάπτυξη φυτών <i>Solanum lycopersicum</i> L. υπό συνθήκες αλατότητας	129
Ο. Κωστούλα, Δ. Δήμου, Π. Υφαντή, Δ. Δούμα, Α. Κριτσιμάς, Δ. Κόρκας, Γ. Καρράς και Γ. Πατακιούτας: Διερεύνηση αποικισμού του ριζικού συστήματος σε φυτά κρίταμου (<i>Crithmum maritimum</i> L.) μυκόρριζας και άλλων συμβιωτικών μικροοργανισμών	133
Β. Καββαδίας, Χ. Πασχαλίδης, Α. Κορίκη, Σ. Σωτηρόπουλος, Δ. Πετρόπουλος, Α. Πετρίδης και Δ. Αντωνάκος: Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση και στη χημική σύσταση του λάχανου (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>)	137

Χ. Πασχαλίδης, Β. Καββαδίας, Α. Κορίκη, Σ. Σωτηρόπουλος, Δ. Πετρόπουλος, Α. Πετρίδης και Φ. Νόνη: Μελέτη της επίδρασης των δόσεων Ν, Ρ, Κ σε συνδυασμό με διαφορετικά επίπεδα Ζη στην ανάπτυξη, στην απόδοση και στη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στο μαρούλι	141
Β. Καββαδίας, Μ. Ντούλα, Κ. Κορνίτσας, Δ. Ζαχαράκη και Π. Τούντας: Επίδραση ζεόλιθου και κατεργασμένων υγρών αποβλήτων ελαιστριβείων στην καλλιέργεια του μαρουλιού	145
Β. Καββαδίας, Μ. Ντούλα, Ε. Βαβουλίδου, Μ. Γκίργκις και Σ. Θεοχαρόπουλος: Επίδραση κομπόστ και ζεόλιθου στη γονιμότητα του εδάφους, στην ανάπτυξη και την παραγωγικότητα του μαρουλιού	149
Β. Καββαδίας, Μ. Ντούλα, Ε. Βαβουλίδου, Σ. Θεοχαρόπουλος και Μ. Γκίργκις: Επίδραση κομπόστ και ζεόλιθου στην παραγωγή και στη χημική σύσταση του μαρουλιού	153
Β. Καββαδίας, Μ. Ντούλα, Μ. Γκίργκις, Σ. Θεοχαρόπουλος και Ε. Βαβουλίδου: Επίδραση κομπόστ και ζεόλιθου στην υπέργεια βιομάζα και χημική σύσταση του κάρδαμου	157
Α. Ασημακοπούλου, Ε. Μανωλοπούλου, Ι. Σάλμας, Κ. Νηφάκος και Π. Καλογερόπουλος: Συγκριτική μελέτη παραμέτρων αύξησης, θρέψης, καρπολογικών φυσιολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών εγχώριων μικρόκαρπων ποικιλιών τομάτας και υβριδίων τύπου "Cherry"	161
Α. Κουκουνάρας, Φ. Γκιλιοπούλου και Α.Σ. Σιώμος: Η επίδραση του αιθυλενίου στη σύνθεση ανθοκυανών και το χρώμα βλαστών λευκού σπαραγγιού	165
Α. Κουκουνάρας, Π. Τσουβαλτζής, Θ. Κουφάκης, Κ. Παπουτσής, Δ. Κασαμπαλής, Μ. Παπαχριστοδούλου, Χ. Χατζηδήμος, Σ. Γκούντινα και Α.Σ. Σιώμος: Το καφέτιασμα του ναπού τεμαχισμένου μαρουλιού σε σχέση με το γενότυπο και τη φυσιολογική ηλικία του φυτού	169
Ι. Παπαδόπουλος, Φ. Παπαθανασίου, Δ. Βλαχοστέργιος και Ε. Ταρουτσίδης: Αξιολόγηση ποιοτικών χαρακτηριστικών και παραγωγικότητας ποικιλιών κοινού φασολιού (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) σε περιβάλλον χαμηλών εισροών, για παράλληλη παραγωγή νωπών λοβών και ξηρών σπερμάτων	172
Ι. Λυκοσκούφης και Β. Στουρνάρας: Επίδραση της υψηλής συγκέντρωσης NaCl και των θρεπτικών στοιχείων του θρεπτικού διαλύματος στην παραγωγή και την ποιότητα καρπών φράουλας ποικιλίας Camarosa	177
Αθ. Φράγκος, Ι. Λυκοσκούφης και Γ. Μαυρογιαννόπουλος: Η επίδραση της ρύθμισης της σχετικής υγρασίας στην ανάπτυξη και στην παραγωγή της αγγουριάς και της τομάτας	181
Γ. Τσιακάρας, Π. Γεωργιάδη, Α. Σαλωνικιώτη, Ε. Μενδώνη και Σ. Πετρόπουλος: Επίδραση οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη τριών υβριδίων μπρόκολου	185
Γ. Τσιακάρας, Α. Χα και Σ. Πετρόπουλος: Η επίδραση του γιββερελλικού οξέος (GA ₃) και της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και ποιότητα διαφόρων τύπων μαρουλιού	190

- Α. Σαλωνικιώτη, Ε. Μενδώνη, Π. Γεωργιάδη, Δ. Τσαμαϊδή και Σ. Πετρόπουλος: 195
Αξιολόγηση έξι ποικιλιών άνηθου (*Anethum graveolens* L.) σε σχέση με την αζωτούχο λίπανση
- Ε. Μενδώνη, Α. Σαλωνικιώτη, Π. Γεωργιάδη, Σ. Πετρόπουλος και Δ. Τσαμαϊδή: 199
Αξιολόγηση ποικιλιών άνηθου (*Anethum graveolens* L.) στην καταπόνηση από αυξημένη αλατότητα
- Γ. Πατακιούτας, Δ. Δήμου, Ο. Κωστούλα, Π. Υφαντή, Α. Κριτσιμάς, Χ. Καριπίδης, Μ. Μπακέα και Γ. Γκίτσας: Ωφέλιμη επίδραση του *Bacillus amyloliquefaciens* FZB24 στην ανάπτυξη φυτών τομάτας ποικιλίας Formula σε υδροπονική καλλιέργεια και στον έλεγχο του *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* 203
- Α. Κουκουνάρας, Π. Τσουβαλτζής, Θ. Κουφάκης, Δ. Κασαμπαλής, Χ. Χατζηδήμος, Σ. Γκούντινα, Κ. Παπουτσής, Μ. Παπαχριστοδούλου και Α.Σ. Σιώμος: Διατροφικά συστατικά του μαρουλιού σε σχέση με τον τύπο και την καλλιέργεια στο έδαφος ή σε υπόστρωμα πετροβάμβακα 207
- Α. Αλεξόπουλος, Θ. Βαρζάκας, Σ. Καρράς, Σ. Κυριακοπούλου, Μ. Θεοδωροπούλου, Σ. Τσαγκάρη, Α. Κορίκη, Γ. Ζακυνθινός και Ι. Ξυνιάς: Μελέτη της επίδρασης των επιπέδων φωσφόρου και καλίου στην ανάπτυξη και παραγωγή δύο ποικιλιών πατάτας σε συνθήκες οργανικής γεωργίας 211
- Α. Αλεξόπουλος, Θ. Βαρζάκας, Σ. Καρράς, Σ. Κυριακοπούλου, Μ. Αγγελοπούλου, Ε. Λαμπροπούλου, Δ. Καραμουσαντάς και Α. Λιόπα-Τσακαλίδη: Επίδραση των επιπέδων αζώτου και φωσφόρου στην ανάπτυξη και παραγωγή πατάτας (*Solanum tuberosum* L. cv. Lady Rosetta) σε οργανική καλλιέργεια 215
- Α. Αλεξόπουλος, Ν. Δημητρούλης, Μ. Χατζησάββα, Α. Κώτσιρας, Ι. Καραπάνος και Χ. Πάσσαμ: Μελέτη της επίδρασης οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην αποροπαραγωγή του φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.) 219
- Δ.Φ. Αντωνόπουλος και Σ.Α. Παναγιωτοπούλου: Επίδραση της ανοσοποίησης φυτών μελιτζάνας με τη χρήση του αμινοξέος l-cystine στη βλαστικότητα μικροσκληρωτίων του μύκητα *Verticillium dahliae* 223
- Ι. Μπαλτζάκης, Α. Σταυροπούλου, Α. Κασελάκη, Ν. Magan, Ν. Τζωρτζάκης και Κ. Λουλακάκης: Διερεύνηση της δράσης των αιθέριων ελαίων από φασκόμηλο και δίκταμο στην ανάπτυξη μετασυλλεκτικών παθογόνων σε καρπούς αγγουριάς (*Cucumis sativus* L.) 228
- Α. Σταυροπούλου, Ι. Μπαλτζάκης, Α. Κασελάκη, Μ. Στεφανάκης, Ν. Magan, Ν. Τζωρτζάκης και Κ. Λουλακάκης: Επίδραση αιθέριου ελαίου από δίκταμο στην ανάπτυξη του μύκητα *B. cinerea* in vitro σε καρπούς μελιτζάνας 232
- Α. Κέφη, Π. Υφαντή, Μ. Μπακέα, Γ. Καρράς, Ο. Κωστούλα, Ε. Λαμπράκη και Γ. Πατακιούτας: Αξιολόγηση του υποχλωριώδους νατρίου ως απολυμαντικό του θρεπτικού διαλύματος για την προστασία φυτών τομάτας από το *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* σε υδροπονική καλλιέργεια 236
- Ε. Δροσινού, Ε. Μπαλαντινάκη, Ε. Τραντάς, Π. Σαρρής, Φ. Βερβερίδης και Δ. Γκούμας: Απομόνωση του βακτηρίου *Acidovorax citrulli* από σπορόφυτα καρπουζιάς στην Κρήτη 240
- Α. Αλεξόπουλος, Σ. Καρράς, Κ. Νηφάκος, Α. Κρασσακόπουλος, Δ. 244

Αναστασόπουλος, Α. Κώτσιρας, Ε. Κάρτσωνας, Σ. Μπιτιβάνος και Χ. Μηλιώνης: Επίδραση της ουσίας rygaclostrobin στην παραγωγή πρώιμης – ανοιξιότικης καλλιέργειας πατάτας στο Νομό Μεσσηνίας	
Α. Κώτσιρας, Α. Αλεξόπουλος, Α. Κρασσακόπουλος, Κ. Νηφάκος, Χ. Μουρούτογλου, Ε. Παυλάκος και G. Ebert: Επίδραση της λιπαντικής αγωγής στην παραγωγή της πρώιμης ανοιξιότικης πατάτας στο νομό Μεσσηνίας	248
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑ – ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΠΙΟΥ Α' ΜΕΡΟΣ: ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ	253
Γ. Τσανάκας, Μ. Μανιουδάκη, Π. Καλαϊτζής και Α. Οικονόμου: Μελέτη της γήρανσης των ανθέων της γαρδένιας με τεχνολογία αλληλούχησης μεγάλης κλίμακας – RNA seq.	255
Ο. Νάστα, Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου, Γ. Λιακόπουλος και Α.Ε. Νικολοπούλου: Ο φθορισμός της χλωροφύλλης ως μέσον εκτίμησης της καταπόνησης φυτών <i>Salvia officinalis</i> μετά από ψεκασμό με αλατούχο διάλυμα προσομοιωμένο με θαλασσίνο νερό	260
Ο. Κασμερίδου, Γ. Τσανάκας, Θ. Σύρος, Α. Οικονόμου, Δ. Βογιατζής και Σ. Κώστας: Επίδραση του σαλικυλικού οξέος στην τριανταφυλλιά σε συνθήκες αλατότητας	265
Α. Οικονόμου, Σ. Κώστας, Σ. Θεοδωράκογλου και Μ. Αγγελάκη: Φωτοπεριοδικός φωτισμός ανθοκομικών φυτών με λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας	272
Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου, Μ. Χατζάκη και Α. Κουτσούρης: Ανάδειξη του εκπαιδευτικού ρόλου των φυτών μέσω δημιουργίας εναλλακτικού εκπαιδευτικού εργαλείου διδασκαλίας των μαθηματικών	278
Σ. Αθανασίου και Α. Παρασκευοπούλου: Η διερεύνηση των απόψεων παιδιών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για τις παιδικές χαρές	282
Α.-Μ. Βισίλια: Υπαίθριοι αστικοί χώροι και σύγχρονες προσεγγίσεις σχεδιασμού	288
Ε. Αποστολίδης, Μ. Παπαφωτίου, Α. Παρασκευοπούλου και Α.Μ. Βισίλια: Τα “περιβόλια” των αρχοντικών στον κάμπο της Χίου	292
Χ. Λύκας, Α. Σπανομήτρος και Χ. Ιωάννου: Αξιολόγηση πέντε φυτικών ειδών για τη χρήση τους σε φυτικά ηχοπετάσματα	297
Η. Κανέλλου, Μ. Παπαφωτίου, Φ. Οικονόμου, Δ. Λύρα, S. Knezevic, Ε. Κάρτσωνας, Ν. Ντούλας, Α. Παρασκευοπούλου, Π. Νεκτάριος, Α. Αλεξόπουλος, Χ. Μουρούτογλου, Κ. Νηφάκος και Σ. Καρράς: Εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης της βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους: χρήση φλογίστρου - χλοοτάπητες αυτοφυών ποωδών	305
Γ. Κοτσίρης, Α. Ανδρουτσόπουλος, Ε. Πολυχρόνη και Π. Νεκτάριος: Ενεργειακά κέρδη από την εγκατάσταση φυτεμένων δωματίων στην Ελλάδα – μελέτη προσομοίωσης	310
Α. Τασούλα, Μ. Παπαφωτίου και Γ. Λιακόπουλος: Αξιολόγηση της φυσιολογίας και ανάπτυξης του <i>Origanum dictamnus</i> L. σε διαφορετικά υποστρώματα, υπό την επίδραση υδατικής καταπόνησης, σε συνθήκες φυτοδώματος	315

Α.Ν. Μαρτίνη, Μ. Παπαφωτίου, Σ. Βέμμος, Π. Ταραντίλης και Κ. Φασσέας: <i>In vitro</i> πολλαπλασιασμός του σπάνιου αυτοφυούς <i>Malosorbus florentina</i> . Συσχέτιση με τα φαινοτικά συστατικά και τη φυσιολογία – ανατομία των εκφύτων	322
Χ. Λύκας: Επίδραση της προ-μεταχείρισης των σπόρων επίγειας ορχιδέας στην αποτελεσματικότητα της χρώσης τους με TTC	328
Κ. Μπερτσουκλής, Μ. Παπαφωτίου και Κ. Μπινιάρη: Φυλογενετικές σχέσεις των ειδών του γένους <i>Arbutus</i> της Ελλάδας	332
Γ.Ι. Σταθάς και Ε.Δ. Κάρτσωνας: Καταγραφή και μελέτη επιβλαβών και ωφέλιμων εντόμων σε αυτοφυή καλλωπιστικά φυτά του Νομού Μεσσηνίας	337
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑ – ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΠΙΟΥ Β' ΜΕΡΟΣ: ΓΡΑΠΤΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ	343
Ε. Καμπέρη και Α. Παρασκευοπούλου: Σχεδιαστική πρόταση δημιουργίας θεραπευτικού κήπου στο Γενικό Νοσοκομείο νοσημάτων θώρακος Αθηνών "Η Σωτηρία"	345
Α. Παπαδοπούλου, Α. Παρασκευοπούλου, Α. Κανταρτζής και Α. Παπαδοπούλου: Σχεδιαστική πρόταση δημιουργίας θεραπευτικού κήπου της κλινικής "Άγιος Λουκάς" στο Πανόραμα Θεσσαλονίκης	349
Ο. Μπακιρτζή, Χ. Γεωργακοπούλου-Βογιατζή και Δ. Βογιατζής: Η διαχρονική παρουσία της βλάστησης σε κοιμητηριακούς χώρους – παραδείγματα από την Θεσσαλονίκη	353
Α. Κανταρτζής, Α. Παπαδοπούλου, Α. Παπαδοπούλου και Π. Δημάκης: Ένταξη ανοιχτών χώρων πρασίνου στον αστικό και περιαστικό ιστό Ελληνικών κωμοπόλεων και σύνδεσή τους με την εφαρμογή πράσινων διαδρομών. Προοπτικές ανάπτυξης του Δήμου Νιγρίτας	358
Α. Κανταρτζής, Α. Παπαδοπούλου, Α. Παπαδοπούλου και Π. Χατζητόλιος: Η συμβολή των δικτύων πράσινων διαδρομών στην ενοποίηση του αστικού και περιαστικού πρασίνου της πόλης των Σερρών	363
Α. Κανταρτζής, Α. Παπαδοπούλου, Α. Παπαδοπούλου και Ν. Αλέτρας: Προστασία & ανάδειξη αιεφόρων παραποτάμιων περιοχών σε επαρχιακά αστικά κέντρα. Η περίπτωση του Ελασσονίτη ποταμού	367
Λ. Τασούλα και Μ. Παπαφωτίου: Μελέτη της καταλληλότητας της <i>Felicia amelloides</i> L. για χρήση σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα της Αττικής	371
Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου και Α. Σάλτα: Το φυτικό υλικό ως μέσον ανάδειξης και αξιοποίησης του παλαιού σιδηροδρομικού σταθμού Μεγάρων	375
Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου, Μ. Αγραφιώτη και Α. Κουτσούρης: Ο κοινωνικός, περιβαλλοντικός και αισθητικός ρόλος του μητροπολιτικού πάρκου "Αντώνης Τρίτσης": Οι απόψεις των επισκεπτών και προτάσεις αναβάθμισής του	379
Η. Κανέλλου, Μ. Παπαφωτίου, Φ. Οικονόμου και Δ. Λύρα: Η αυτοφυής βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων: Η περίπτωση της Αρχαίας Μεσσήνης	383

Η. Κανέλλου, Μ. Παπαφωτίου, Φ. Οικονόμου και Δ. Λύρα: Η αυτοφυής βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων: Η περίπτωση της Αρχαίας Αγοράς Θεσσαλονίκης	387
Η. Κανέλλου, Μ. Παπαφωτίου, Φ. Οικονόμου και Δ. Λύρα: Η αυτοφυής βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων: Η περίπτωση του Νεκρομαντείου Αχέρωντα	391
Η. Κανέλλου, Μ. Παπαφωτίου, Φ. Οικονόμου και Δ. Λύρα: Η αυτοφυής βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων: Η περίπτωση της Χριστιανικής Αμφίπολης	395
Θ. Καψάλη, Ν. Ντούλας και Π. Νεκτάριος: Διερεύνηση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων υποστρωμάτων κατάλληλων για εκτατικά φυτοδώματα	399
Μ. Παπαφωτίου, Μ. Φουσκάκη και Α. Τασούλα: Διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης του αυτοφυούς <i>Atriplex halimus</i> L. σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα	403
Μ. Παπαφωτίου, Δ. Γαλιάνης και Α. Τασούλα: Διερεύνηση της καταλληλότητας της <i>Lomelosia cretica</i> L. για χρήση σε εκτατικού τύπου φυτοδώμα	407
Μ. Παπαφωτίου, Ρ. Κεφαλοπούλου και Α. Τασούλα: Μελέτη της ανάπτυξης του <i>Asteriscus maritimus</i> L. σε εκτατικού τύπου φυτοδώμα	411
Μ. Παπαφωτίου, Γ. Βλάχου και Κ. Μπερτσουκλής: <i>In vitro</i> πολλαπλασιασμός της <i>Ballota acetabulosa</i>	415
Α. Ακουμιανάκη, Μ. Παπαφωτίου, Γ. Βλάχου και Α. Μαρτίνη: Πολλαπλασιασμός της <i>Ballota acetabulosa</i> με σπόρο και μοσχεύματα	419
Γ. Βλάχου, Μ. Παπαφωτίου και Κ. Μπερτσουκλής: <i>In vitro</i> πολλαπλασιασμός της <i>Calamintha nepeta</i>	423
Α. Ν. Μαρτίνη και Μ. Παπαφωτίου: <i>In vitro</i> πολλαπλασιασμός του <i>Teucrium caritatum</i> L.	427
Μ. Παπαφωτίου, Α. Ακουμιανάκη, Α. Ν. Μαρτίνη και Γ. Βλάχου: Πολλαπλασιασμός του <i>Teucrium caritatum</i> L. με σπόρο και μοσχεύματα	431
Σ. Κώστας, Α. Οικονόμου, Ε. Κατσανεβάκη, και Μ. Αγγελάκη: Συγκριτικά αποτελέσματα ριζοβολίας μοσχευμάτων καλλωπιστικών θάμνων στην υδρονέφωση, ομίχλη και αεροπονία	435
Σ. Κώστας, Α. Οικονόμου, Σ. Κουγιουμτζόγλου, Σ. Χατζηλαζάρου και Μ. Αγγελάκη: Ριζοβολία μοσχευμάτων καλλωπιστικών φυτών με εφαρμογή K-IBA στη βάση τους ή με ψεκάσμο στα φύλλα σε διάφορες εποχές	439
Σ. Κώστας, Α. Οικονόμου, Χ. Κουκοπούλου, και Μ. Αγγελάκη: Επίδραση της υψηλής θερμοκρασίας στη φυτρωτική ικανότητα σπόρων διαφόρων καλλωπιστικών φυτών	443
Γ. Βλάχου και Μ. Παπαφωτίου: Μελέτη της βλαστικότητας σπόρων <i>Asphodelus fistulosus</i> L.	448
Μ. Παπαφωτίου, D.A.N. Majumder, Α.Ν. Μαρτίνη και Κ.Φ. Μπερτσουκλής: Πολλαπλασιασμός του <i>Atriplex halimus</i> με μοσχεύματα βλαστού και ιστοκαλλιέργεια	452
Ο. Νάστα, Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου, Γ. Διακόπουλος και Α. Ε. Νικολοπούλου:	456

Επίδραση της εφαρμογής υδροσταγονιδίων διαλύματος προσομοιωμένου με θαλασσινό νερό σε παραμέτρους ανάπτυξης και ανταλλαγής αερίων φυτών <i>Salvia officinalis</i>	
Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου, Π. Μπαρούχας και Ν. Μουστάκας: Επίδραση του βαναδίου (V) στην πρόσληψη του από το υπέργειο τμήμα (βλαστοί και φύλλα) του βασιλικού (<i>Ocimum basilicum</i> "Genovese")	460
Μ. Παπαδημητρίου, Δ. Γκούμας και Ο. Κατσιρντάκη: Επίδραση του γιββερελλινικού οξέος, της βενζυλαδενίνης και του thidiazουρον στη μετασυλλεκτική καθυστέρηση του κιτρινίσματος των φύλλων της αλστρομέριας (<i>Alstroemeria aurantiaca</i>) cv. Jubillee	464
Α. Τασούλα, Μ. Παπαφωτίου και Γ. Λιακόπουλος: Η επίδραση της υδατικής καταπόνησης και του είδους του υποστρώματος στην ανάπτυξη και φυσιολογία του <i>Convolvulus cheorum</i> L. σε συνθήκες φυτοδώματος	468
Ο. Κασμερίδου, Θ. Σύρος, Γ. Τσανάκας, Α. Οικονόμου, Σ. Κώστας και Π.-Ζ. Αβράμης: Αξιολόγηση υποκειμένων τριανταφυλλιάς σε συνθήκες αλατότητας (NaCl) και ωσμωτικής καταπόνησης (PEG)	472
Γ. Τσανάκας, Α. Πολύδωρος και Α. Οικονόμου: Μελέτη της γενετικής παραλλακτικότητας της ελληνικής γαρδένιας	476
Χ. Γεωργακοπούλου-Βογιατζή, Ο. Μπακιρτζή, Δ. Σωτηριάδης και Δ. Βογιατζής: Μη καταστροφικές μέθοδοι υπολογισμού της ηλικίας ιστορικών και υπεραιώνόβιων δένδρων – παραδείγματα από την ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης	480
Α. Τασούλα, Μ. Παπαφωτίου και Γ. Λιακόπουλος: Επίδραση του είδους του υποστρώματος και της υδατικής καταπόνησης στην ανάπτυξη και φυσιολογία του <i>Sideritis athoa</i> L. σε συνθήκες φυτοδώματος	485
Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου, Α. Μαρτίνη και Μ. Παπαφωτίου: Πολλαπλασιασμός του <i>Limoniastrum monopetalum</i> με μοσχεύματα βλαστού	489
Γ. Βλάχου και Μ. Παπαφωτίου: Διερεύνηση του <i>in vitro</i> πολλαπλασιασμού της <i>Anthyllis barba-jovis</i>	493
Α. Ν. Μαρτίνη και Μ. Παπαφωτίου: <i>In vitro</i> πολλαπλασιασμός του <i>Limoniastrum monopetalum</i> L.	495
Ευρετήριο συγγραφέων	501
Χορηγοί	507

ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑ
Α΄ ΜΕΡΟΣ ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΚΑΙ ΘΕΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΕ ΦΥΤΑ ΡΟΚΑΣ (*Eruca sativa* Mill.) ΠΟΥ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΘΗΚΑΝ ΣΕ ΜΕΙΓΜΑ ΤΥΡΦΗΣ-ΠΕΡΛΙΤΗ

Χ. Καριπίδης, Δ. Δούμα και Β. Πανταζή

Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Κωστακιοί Άρτας, 47100

Περίληψη

Φυτά ρόκας (*Eruca sativa*) καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες χωρητικότητας 1 lt με μείγμα τύρφης-περλίτη 2:1. Η λίπανση των φυτών έγινε με την χορήγηση θρεπτικών διαλυμάτων. Σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθεί η επίδραση της συγκέντρωσης των θεικών ανιόντων του θρεπτικού διαλύματος στην συσσώρευση νιτρικών ιόντων στα φυτά της ρόκας. Εφαρμόστηκαν τρία επίπεδα αζωτούχου λίπανσης υπό μορφή νιτρικού αμμωνίου (100, 200 και 400 mg L⁻¹ N) σε συνδυασμό με τρία επίπεδα πρόσθετης θεικής λίπανσης (0, 150 και 300 mg L⁻¹ S). Πραγματοποιήθηκε μέτρηση του βάρους του υπέργειου τμήματος των φυτών και προσδιορίστηκε φασματοφωτομετρικά η περιεκτικότητα των φύλλων τους σε νιτρικά και ολικό θείο, με την μέθοδο του χρωμοτροπικού οξέος και την θολομετρική μέθοδο του BaCl₂ αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αύξηση της N-ούχου λίπανσης προκάλεσε αύξηση στο βάρος των φυτών μόνο στις περιπτώσεις ταυτόχρονης προσθήκης στο θρεπτικό διάλυμα θεικών ανιόντων. Επιπλέον η αύξηση της N-ούχου λίπανσης προκάλεσε σημαντική αύξηση στην συσσώρευση νιτρικών και από 500 περίπου mg Kg⁻¹ νβ στην περίπτωση της χαμηλής N-ούχου λίπανσης, ξεπέρασε τα 3000 mg Kg⁻¹ νβ στην περίπτωση της υψηλής N-ούχου λίπανσης. Όμως η αύξηση στην συγκέντρωση των θεικών στο θρεπτικό διάλυμα είχε σαν αποτέλεσμα την ελάττωση της περιεκτικότητας των φύλλων σε νιτρικά, σε σχέση με εκείνα που αναπτύχθηκαν χωρίς πρόσθετη θεική λίπανση. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι οι ποσότητες του ολικού θείου που ανιχνεύθηκαν στα φυτά ήταν αυξημένες σε κάθε περίπτωση χορήγησης πρόσθετης θεικής λίπανσης. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις θεικών ανιόντων στο θρεπτικό διάλυμα μπορούν να περιορίσουν την συσσώρευση νιτρικών στα φυτά της ρόκας.

Εισαγωγή

Τα φυλλώδη λαχανικά αποτελούν την κυριότερη πηγή εισροής νιτρικών στον ανθρώπινο οργανισμό καθώς πάνω από το 80% της μέσης ημερήσιας πρόσληψης νιτρικών προέρχεται από αυτά (Hord *et al.*, 2009). Γι' αυτό και στην Ε.Ε. έχουν οριστεί μέγιστα αποδεκτά όρια συγκέντρωσης νιτρικών για τα νωπά φυλλώδη λαχανικά που διατίθενται στην κατανάλωση, παραγόμενα είτε σε θερμοκήπια, είτε σε υδαίθριες καλλιέργειες.

Η συσσώρευση νιτρικών στα φυλλώδη λαχανικά εξαρτάται από διάφορους παράγοντες οι κυριότεροι των οποίων είναι η υπερβολική αζωτούχος λίπανση (Blom-Zandstra, 1989) και η χαμηλή ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, (Steingrover *et al.*, 1993). Η ισορροπία των ανιόντων στο περιβάλλον των ριζών μπορεί επίσης να επηρεάσει την συσσώρευση των νιτρικών. Η αντικατάσταση των NO₃⁻ ιόντων θρεπτικού διαλύματος με ιόντα Cl⁻ μια εβδομάδα προ της συγκομιδής είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών στα μαρούλια (Urrestarazu *et al.*, 1998). Η συνδυασμένη χορήγηση θείου και αζώτου στο φασόλι, θεωρείται ότι μπορεί να αποτελέσει παράγοντα περιορισμού των νιτρικών (Ruiz *et al.*, 2005). Η

παρατήρηση αυτή πιθανόν σχετίζεται με την αλληλεπίδραση NO_3^- και SO_4^{2-} κατά την πρόσληψή τους από τα φυτά (Paragozzi, 1999, Macz *et al.*, 2001).

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να διαπιστωθεί αν η συνδυασμένη χορήγηση θεικών μαζί με την αζωτούχο λίπανση υπό μορφή νιτρικής αμμωνίας έχει επίδραση στην συσσώρευση νιτρικών στα φυτά της ρόκας.

Υλικά και Μέθοδοι

Φυτά ρόκας (*Eruca sativa* Mill.) καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχεία και αναπτύχθηκαν με την χορήγηση θρεπτικών διαλυμάτων. Η καλλιέργεια των φυτών έγινε σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο του αγροκτήματος του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου από τα τέλη Νοεμβρίου του 2011 ως τα τέλη Ιανουαρίου του 2012. Τα φυτοδοχεία είχαν χωρητικότητα 1 lit και περιείχαν υπόστρωμα τύρφης-περλίτη σε αναλογία 2:1.

Τα θρεπτικά διαλύματα που χορηγήθηκαν στα φυτά αφορούσαν εννέα συνδυασμούς συγκεντρώσεων N και S (πειραματικές επεμβάσεις). Συνδυάστηκαν τρία επίπεδα N-ούχου λίπανσης, (100, 200 και 400 mg L⁻¹ N) και τρία επίπεδα θεικής λίπανσης (0, 150 και 300 mg L⁻¹ S υπό μορφή θεικών ανιόντων). Το νερό του ποτίσματος ήταν βρόχινο και περιείχε 10 mgL⁻¹ S υπό μορφή θεικών ανιόντων. Για κάθε επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν πέντε φυτά (επαναλήψεις).

Στο στάδιο της συγκομιδής μετρήθηκε το βάρος των φυτών και η περιεκτικότητα των φύλλων σε NO_3^- και ολικό S. Σε ποσότητα φύλλων από κάθε επανάληψη προσδιορίστηκε το νωπό βάρος και ακολούθως το ξηρό βάρος μετά από ξήρανση σε θερμοκρασία 70° C για 48 ώρες. Για τον χρωματομετρικό προσδιορισμό του νιτρικού-N έγινε εκχύλιση αλεσμένων ιστών με διάλυμα ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 0,01 M και Ag_2SO_4 0,002 M και στο εκχύλισμα εφαρμόστηκε η μέθοδος του χρωμοτροπικού οξέως. Ο προσδιορισμός πραγματοποιήθηκε με φασματοφωτόμετρο στα 410 nm (Kowalenko and Lowe, 1973). Ο προσδιορισμός του ολικού S έγινε με την θολομετρική μέθοδο του BaCl_2 σε φασματοφωτόμετρο στα 420 nm (Zatler and Lengar, 1984) μετά από καύση ποσότητας ξηρών ιστών παρουσίας Ag_2O και NaHCO_3 στους 550° C για την οξείδωση του οργανικού S προς SO_4^{2-} και εκχύλιση των SO_4^{2-} με οξικό οξύ 1 M (Kowalenko and Van Laerhoven, 1998). Τα αποτελέσματα τόσο του νιτρικού N όσο και του ολικού S εκφράστηκαν σε mgKg⁻¹ νωπού βάρους. Η ανάλυση της διασποράς των αποτελεσμάτων έγινε σύμφωνα με το Πλήρως Τυχαιοποιημένο Σχέδιο σε ένα 3² διπαραγοντικό πείραμα με πέντε επαναλήψεις ανά επέμβαση.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Από τα αποτελέσματα του βάρους των φυτών (πίνακας 1) διαπιστώθηκε ότι η αύξηση της N-ούχου λίπανσης από 100 mg L⁻¹ σε 200 mg L⁻¹ προκάλεσε αύξηση στο βάρος των φυτών μόνο όταν στο θρεπτικό διάλυμα υπήρχαν και επαρκείς ποσότητες θεικών ανιόντων (150 και 300 mg L⁻¹ S). Το θείο αποτελεί κρίσιμο στοιχείο της δομής της νιτρικής ρεδουκτάσης (NR) και της ρεδουκτάσης των νιτροδών (NiR). Σε συνθήκες ανεπάρκειας θείου τα φυτά παρουσιάζουν παρόμοια συμπτώματα με την έλλειψη αζώτου (επαγόμενη τροφοπενία αζώτου) και για την φυσιολογική τους ανάπτυξη πρέπει να υπάρχει ισορροπία μεταξύ των δύο στοιχείων (Paragozzi, 1999, Macz *et al.*, 2001).

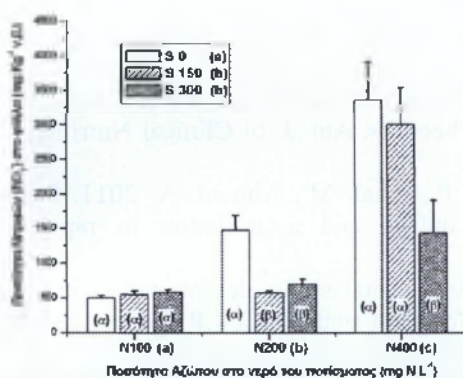
Αντίθετα, χωρίς προσθήκη θεικών, η αύξηση της N-ούχου λίπανσης από 100 στα 200 mg L⁻¹ δεν προκάλεσε αύξηση στο βάρος των φυτών, αλλά αύξηση στην συσσώρευση νιτρικών στα φύλλα τους (εικόνα 1). Σε συνθήκες ανεπάρκειας θείου παρατηρείται αύξηση στη συσσώρευση νιτρικών και μειωμένη ενεργότητα της νιτρικής ρεδουκτάσης (Brunold, 1993, Stuijver *et al.* 1997). Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μειωμένη βλαστική ανάπτυξη των φυτών, και έχει παρατηρηθεί στα φασόλια (Ruiz *et al.*, 2005) και την ελαιοκράμβη (Kaur *et al.*, 2011).

Η αύξηση της συγκέντρωσης των θεικών στο θρεπτικό διάλυμα είχε επίσης σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας του ολικού θείου στα φύλλα της ρόκας (εικόνα 2). Αυτό ήταν αποτέλεσμα των αυξημένων αναγκών των σταυρανθών σε θείο σε σχέση με άλλα φυτά, για την βιοσύνθεση γλυκοζινολικών οξέων (Haneklaus, *et al*, 2007).

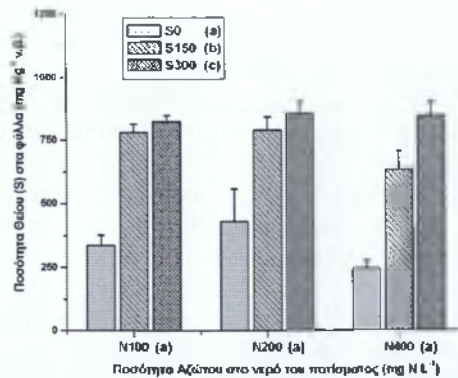
Πίνακας 1. Επίδραση συνδυασμένης Ν/χου και θεικής λίπανσης στο Ν.Β. των φυτών της ρόκας (g).

		Περιεκτικότητα θρεπτικού διαλύματος σε S (mg L ⁻¹)					
		S 0		S 150		S 300	
Συγκέντρωση Ν	N 100	29,72 ± 2,6	α 1	25,32 ± 0,7	α 1	27,32 ± 1,6	α 1
στο θρεπτικό	N 200	29,32 ± 3,5	α 1	43 ± 3	β 2	41 ± 3,4	β 2
διάλυμα (mg L ⁻¹)	N 400	24,54 ± 1,1	α 1	42,94 ± 6,2	β 2	45,1 ± 5,8	β 2

Οι μέσοι στην ίδια γραμμή που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα και οι μέσοι που συνοδεύονται από τον ίδιο αριθμό στη ίδια στήλη, δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, σύμφωνα με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) και για επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Εικόνα 1. Περιεκτικότητα των φύλλων της ρόκας σε νιτρικά. Οι μέσοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, σύμφωνα με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) και για επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Εικόνα 2. Περιεκτικότητα των φύλλων της ρόκας σε ολικό θείο. Οι μέσοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, σύμφωνα με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) και για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Η αυξημένη Ν-ούχος λίπανση (400 mg L⁻¹) δεν είχε καμία σημαντική επίδραση στο βάρος των φυτών σε σχέση με εκείνα που αναπτύχθηκαν σε ενδιάμεσες συγκεντρώσεις αζώτου (200 mg L⁻¹), ανεξάρτητα από τα επίπεδα της πρόσθετης θεικής λίπανσης. Τα φυτά όμως παρουσίασαν πολύ σημαντική αύξηση στην συσσώρευση νιτρικών στα φύλλα τους, οι τιμές των οποίων επηρεάστηκαν και από τα επίπεδα της συγκέντρωσης των θεικών στο θρεπτικό διάλυμα. Στα φυτά που δέχθηκαν χαμηλή (0 mg L⁻¹ S) και ενδιάμεση θεική λίπανση (150 mg L⁻¹ S) οι τιμές των νιτρικών ξεπέρασαν το 3000 mg Kg⁻¹ νβ. Αυτό είναι αποτέλεσμα του ρόλου που έχουν τα νιτρικά στους φυτικούς οργανισμούς, τα οποία εκτός από απόθεμα Ν για την θρέψη των φυτών, δρουν και ως ωσμωτικοί ρυθμιστές (Blom-Zandstra and Lampe, 1983). Η παρουσία όμως αυξημένης συγκέντρωσης θεικών στο θρεπτικό διάλυμα (300 mg L⁻¹), είχε σαν αποτέλεσμα τον περιορισμό των νιτρικών στα φύλλα της ρόκας στα 1500 mg Kg⁻¹ νβ. Αντίστοιχη επίδραση της υψηλής συγκέντρωσης των θεικών στο θρεπτικό διάλυμα αναφέρεται και από τους Ruiz *et al.*, (2005) σε φυτά φασολιάς στα οποία παρατήρησαν μειωμένη συσσώρευση νιτρικών στα φύλλα, σε σχέση με φυτά που αναπτύχθηκαν σε

άριστες συγκεντρώσεις θεικών. Το αποτέλεσμα αυτό το απέδωσαν σε ανταγωνισμό μεταξύ των νιτρικών και θεικών στην πρόσληψή τους από τα φυτά, με επακόλουθο την μείωση της απορρόφησης των νιτρικών από το θρεπτικό διάλυμα, καθώς η μείωση των νιτρικών συνοδεύτηκε και από μειωμένη δραστηριότητα της NR και NiR. Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο περιορισμός των νιτρικών στα φύλλα της ρόκας στην περίπτωση αυξημένης συγκέντρωσης θεικών στο θρεπτικό διάλυμα, μπορεί να οφείλεται σε ανταγωνισμό μεταξύ νιτρικών και θεικών κατά την απορρόφησή τους από τα φυτά.

Βιβλιογραφία

- Blom-Zandstra, G. and Lampe, J. 1983. The effect of chloride and sulfate salts on the nitrate content in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *J. Plant Nutrition* 6(7): 611-628.
- Blom-Zandstra, M. 1989. Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality. *Ann. Appl. Biol.* 115: 553-561.
- Brunold, C. 1993. Regulatory interactions between sulfate and nitrate assimilation. In *Sulfur nutrition and assimilation in higher plants*, ed. De Kok LJ, 61-65. The Hague, Netherlands: SPB Academic Publishing.
- Haneklaus, S., Bloem, E. and Schnug, E. 2007. Sulfur interactions in crop ecosystems., p. 17-59, In M. Hawkesford and J. L. De Kok, eds. *Sulphur in plants*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Hord, N. G., Yaoping, T. and Nathan, S. B. 2009. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *Am. J. of Clinical Nutrition* 90 (1): 1-10.
- Kaur, G., Chandna, R., Pandey, R., Abrol, Y.P., Iqbal, M., Ahmad, A. 2011. Sulfur starvation and restoration affect nitrate uptake and assimilation in rapeseed. *Protoplasma* 248(2):299-311.
- Kowalenko, C.G. and Van Laerhoven, C.J. 1998. Total sulfur determination in plant tissue. In "Handbook of reference methods for plant analysis". (Y.P Kartra ed.) CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 93-102.
- Kowalenko, C.G. and Lowe, L.E. 1973. Determination of nitrates in soil extracts. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37:660.
- Macz, O., Paparozzi, E. T. and Stroup, W. W. 2001. The effect of nitrogen and sulfur applications on pot chrysanthemum production and post-harvest performance I. Leaf nitrogen and sulfur concentrations. *J. Plant Nutrition* 24(1): 111-130
- Paparozzi, E. T. 1999. Nitrogen and sulfur interaction in floricultural crops. *Acta Horticulturae* 481:379-383.
- Ruiz, J.M., Rivero, R.M. and Romero, L. 2005. Regulation of nitrogen assimilation by sulfur in bean. *J. Plant Nutrition* 28(7): 1163-1174.
- Steingrover, E.G., Steenhuizen, J.W. and Vander Boon, J. 1993. Effects of low light Intensities at night on nitrate accumulation in lettuce grown on a recirculating nutrient solution. *Netherlands J. Agric. Sci.* 41(1): 13-21.
- Stuiver, C.E.E., De Kok, L.J., Westerman, S. 1997. Sulfur deficiency in *Brassica oleracea* L.: Development, biochemical characterization, and sulfur/nitrogen interactions. *Russian J. Plant Physiol.* 44: 505-513.
- Urrestarazu, M., Postigo, A., Salas, M., Sanchez, A. and Carrasco, G. 1998. Nitrate accumulation reduction using chloride in the nutrient solution on lettuce growing by NFT in semiarid climate conditions. *J. Plant Nutrition* 21(8): 1705-1714.
- Zatler, B. and Lengar, Z. 1984. Chemical analysis of mineral aggregates for concretes. *Bulletin of Engin. Geology and the Environment* 30(1): 305-306.

EFFECT OF NITROGEN AND SULFUR FERTILIZATION ON NITRATES ACCUMULATION IN SALAD ROCKET (*Eruca sativa* Mill.) PLANTS CULTIVATED IN PEAT-PERLITE SUBSTRATE

Ch. Karipidis, D. Douma and V. Pantazi.

Salad rocket plants were cultivated in pots filled with peat-perlite mixture. The experiment was carried out in glasshouse and plant fertilization was performed by nutrient solutions. The aim of the present study was to investigate the impact of sulfate anions in the nutrient solution on nitrate ions accumulation in salad rocket leaves. Three levels of nitrogen fertilization (100, 200 και 400 mg L⁻¹ N) have been applied in combination with three levels of additional sulfur fertilisation (0, 150 και 300 mg L⁻¹ S as SO₄²⁻). The fresh weight of the plants was measured at harvest stage and the leaf concentration of nitrates and total sulfur were determined spectrophotometrically by the chromotropic acid method and turbidimetric method of BaCl₂ respectively. The increase of nitrogen fertilization resulted in increasing plant weight when sulfates were added to the nutrient solution. In addition, the increase of nitrogen fertilization caused a significant increase in leaves nitrate accumulation rates, from about 500 mg Kg⁻¹ fw in the case of low, to 3000 mg Kg⁻¹ fw in the case of high nitrogen fertilization. However, the increase of sulfate concentration in the nutrient solution resulted in the decrease of nitrates accumulation in the leaves, compared to plants grown without additional sulfates. It was also found that total sulfur in plants was increased in each treatment of additional sulfate fertilization. The results demonstrate that high concentrations of sulfates in the nutrient solution can reduce the nitrate accumulation in salad rocket.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Χ. Καριπίδη

Καραπάνος (προεδρεύων) Ευχαριστούμε τον κ. Καριπίδη και περνάμε σε ερωτήσεις. Ο κ. Κανάκης.

Κανάκης. Ευχαριστώ πάρα πολύ κ. Πρόεδρε. Κατ' αρχάς βέβαια θέλω να σας συγχαρώ για την παρουσίαση και τα στοιχεία. Όμως, έχω μία κάποια δυσπιστία, όχι ως προς τα αποτελέσματα, αλλά ως προς το ό,τι κάτι έγινε, κάτι δεν παρουσιάστηκε σωστά και θα το πω ευθέως. Όταν έχουμε ένα θρεπτικό στοιχείο, απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο στο φυτό, αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να αντικατασταθεί απολύτως από κανένα άλλο. Όταν είδα στους πίνακές σας την ένδειξη μηδέν, αναρωτήθηκα τι σημαίνει αυτό;

Καριπίδης. Δεν έχουμε μηδέν.

Κανάκης. Σημαίνει ότι δεν έχουμε ανάπτυξη. Δηλαδή το βάρος των φυτών θα έπρεπε να είναι μηδέν.

Καριπίδης. Το χρησιμοποίησα έτσι. Αυτό το μηδέν ήταν για την παρουσίαση. Είπαμε από την αρχή ότι το νερό που χρησιμοποίησα ήταν γύρω στα τριάντα (30) ppm από την αρχή, έτσι; Χωρίς αυτό δεν θα μπορούσε να αναπτυχθεί, δεν υπήρχε περίπτωση να αναπτυχθεί τίποτα. Και τα εκατόν πενήντα (150) ppm που πήγανε. Πράγματι ήταν εκατόν πενήντα (150) ppm γιατί τα μετρήσαμε με τη θολομετρική μέθοδο. Το μηδέν (0) πρέπει να ήταν τριάντα (30) περίπου θειικό, με τη θολομετρική μέθοδο.

Κανάκης. Αυτό ήταν και...

Καριπίδης. Ναι. Βεβαίως.

Σάββας. Μία διευκρίνιση. Αυτές οι συγκεντρώσεις ήταν συγκεντρώσεις νιτρικών ή νιτρικού αζώτου, θειικών ή θειικού ...

Καριπίδης. Οι συγκεντρώσεις στο θρεπτικό διάλυμα ήταν αζώτου ...

Σάββας. Σε μορφή νιτρικών;

Καριπίδης. Όχι. Νιτρικό και αμμωνιακό άζωτο. Έτσι; Το θείο ήταν σε μορφή θεικών.

Αυτό που μετρήσαμε στα αποτελέσματά μας ήταν νιτρικό. Κι αυτό που μετρούσαμε πάλι ήταν θείο. Αλλά μετράγαμε τα θειικά, τα οποία τα είχαμε ήδη οξειδώσει. Ναι. Ελπίζω η μέθοδος που χρησιμοποιούσαμε, η τεχνική των Kowalenco και Love να είναι η σωστή, αλλά πράγματι πιστεύω ότι είναι σωστή γιατί στην περίπτωση των σταυρανθών έδειξε, δεν παρατηρήσατε, ότι έχουμε αυξημένη ποσότητα ολικού θείου. Σε άλλα φυτά, όπως το μαρούλι, έχουμε περίπου πέντε φορές λιγότερη περιεκτικότητα σε ολικό θείο.

Σάββας. Αν θυμάμαι καλά, μιλήσατε για τριακόσια (300) ppm καθαρό θείο;

Καριπίδης. Όχι είναι τριακόσια (300) ppm θείου σε μορφή θεικών. Είναι μεγάλη ποσότητα.

Σάββας. Είναι πολύ και ενδεχομένως...

Καριπίδης. Ναι.

Σύνεδρος. Μπορεί να έχει επιπτώσεις στα απόβλητα και στην αλατότητα. Η αγωγιμότητα είναι επίσης πολύ υψηλή. Δηλαδή μία επίπτωση ήταν και αυτή.

Καριπίδης. Ναι. Ενδεχομένως ναι.

Σύνεδρος. Θείο σχέση;

Καριπίδης. Σ' αυτή την εργασία που σας ανέφερα για το φασόλι. Το γνωρίζουν καλά. Ανέφερε επίπεδα τοξικότητας στα 1,82 ml το οποίο αντιστοιχεί περίπου στα εξακόσια (600) ppm θείου και η κανονική δοσολογία που δώσανε και ερευνητές είναι τα εξήντα (60) ppm θειικό, δηλαδή δύο φορές 1,82 ml. Εγώ χρησιμοποιώ ενδιάμεσες δόσεις και τις χρησιμοποίησα περισσότερο για να δούμε την αντίδραση.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΡΙΩΝ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΙΚΡΟΚΑΡΠΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ (ΔΥΟ ΟΙΚΟΤΥΠΩΝ «ΤΟΜΑΤΑΚΙ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ» ΚΑΙ ΤΟ «ΤΟΜΑΤΑΚΙ ΧΙΟΥ») ΚΑΙ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΤΥΠΟΥ «CHERRY»

Α. Ασημακοπούλου, Ι. Σάλμας, Κ. Νηφάκος, Π. Καλογερόπουλος και Α. Νικολούδη

Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αντικάλαμος, 24100 Καλαμάτα

Περίληψη

Σε θερμοκήπιο του ΤΕΙ Πελοποννήσου αναπτύχθηκαν φυτά τεσσάρων υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* L.) τύπου «cherry» (Cherelino F1, Scintilla F1, Delicassi F1 και Zuccherò F1) και τριών ποικιλιών εγχώριας μικρόκαρπης τομάτας (οι δύο οικότυποι «Αυθεντική Σαντορίνης» και «Καϊσιά» από το Τοματάκι Σαντορίνης και η ποικιλία «Τοματάκι Χίου»), σε φυτοδοχεία 12,0 λίτρων που περιείχαν μίγμα εδάφους και περλίτη (3:1, v/v), για χρονικό διάστημα οκτώ εβδομάδων, την άνοιξη του 2012. Στα φυτά εφαρμόστηκαν τρεις επεμβάσεις ως προς τη συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου του θρεπτικού διαλύματος (ΘΔ): 0 (E₀), 75 (E₇₅) και 150 (E₁₅₀) mM NaCl (με αντίστοιχα επίπεδα ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) ΘΔ: 2,5, 11,0 και 19,0 dS m⁻¹). Μεταξύ των επτά γονοτύπων που αξιολογήθηκαν στην επέμβαση E₇₅, η Αυθεντική Σαντορίνης παρουσίασε τη σημαντικά μικρότερη μείωση τόσο του νωπού βάρους (νβ) του υπέργειου τμήματος φυτού όσο και της συνολικά παραχθείσας βιομάζας (ολικό νβ φυτού+νβ καρπών) σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ποικιλίες, ενώ στην επέμβαση E₁₅₀ δε διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επτά ποικιλιών, αντιστοίχως. Ως προς τον συνολικό αριθμό καρπών στην E₇₅ και την E₁₅₀, η Zuccherò ακολουθούμενη από την Αυθεντική Σαντορίνης είχαν τη μικρότερη μείωση και η Delicassi τη μεγαλύτερη. Ως προς το συνολικό βάρος καρπών (εμπορεύσιμων και μη), η Cherelino στα φυτά-μάρτυρες (E₀) παρουσίασε το σημαντικά μεγαλύτερο νβ καρπών σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ποικιλίες, ενώ στις επεμβάσεις E₇₅ και E₁₅₀, η Delicassi και η Cherelino είχαν σημαντικά μεγαλύτερη μείωση του συνολικού βάρους καρπών σε σύγκριση με την Zuccherò και Χίου. Ως προς το μέσο ν.β. καρπών, η Zuccherò στην επέμβαση E₇₅ είχε σημαντικά μικρότερη μείωση από ό, τι η Cherelino, Αυθεντική Σαντορίνης και Delicassi, ως προς δε το ν.β. εμπορεύσιμων καρπών στην E₇₅, η Zuccherò ακολουθούμενη από την Καϊσιά και τη Χίου είχαν μικρότερο ποσοστό μείωσης, σε σύγκριση με την Cherelino και Delicassi στις επεμβάσεις E₇₅ και E₁₅₀. Συμπερασματικά, η Αυθεντική Σαντορίνης και η Zuccherò παρουσίασαν ενδιαφέρον ως προς την αντοχή τους στην αλατότητα υποστρώματος, καθώς στην μεν πρώτη ποικιλία διάφοροι παράμετροι αύξησης επηρεάστηκαν σημαντικά λιγότερο εξαιτίας της χορήγησης στα φυτά ΘΔ με ηλεκτρική αγωγιμότητα 11,0 dS m⁻¹, ενώ στη Zuccherò, διάφορα καρπολογικά χαρακτηριστικά, αντιστοίχως.

Λέξεις κλειδιά: NaCl, βάρος φυτού, λόγος ρίζας προς υπέργειο τμήμα, αριθμός καρπών, μέγεθος καρπού

Εισαγωγή

Η υψηλή συγκέντρωση αλάτων αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους περιοριστικούς παράγοντες για την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών με συνέπεια τη

μείωση των αποδόσεων και του αγροτικού εισοδήματος. Η αλατότητα επιδρά στα φυτά με μείωση του υδατικού δυναμικού (έλλειψη νερού), τοξικότητα των ιόντων Na και Cl, καθώς και με ανισορροπία ιόντων λόγω μειωμένης πρόσληψης ή/και μεταφοράς θρεπτικών στοιχείων στο φυτό (Caro κ.ά., 1991, Maggio κ.ά., 2007). Η συσσώρευση των τοξικών ιόντων Na και Cl πραγματοποιείται σε παλαιά και νέα φύλλα, στα αναπαραγωγικά και βλαστικά όργανα. Η μείωση της συγκέντρωσης Na και Cl στα νέα φύλλα αποτελεί επιθυμητή παράμετρο για την επιλογή μιας ανεκτικής στα άλατα ποικιλίας ή υποκειμένου, καθώς αποτελεί χαρακτηριστικό των φυτών με αντοχή στην αλατότητα.

Με δεδομένο ότι η ανεκτικότητα και της τομάτας στην αλατότητα καθορίζεται από την ποικιλία, η αξιοποίηση εγχώριων ποικιλιών, με υψηλή φαινοτυπική παραλλακτικότητα, μπορεί να συνεισφέρει και στη δημιουργία σύγχρονων εμπορικών ποικιλιών, ανεκτικών έναντι πολλών βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων καταπόνησης, μεταξύ των οποίων και της αλατότητας (Traka-Mavroua κ.ά., 2002). Μεταξύ αυτών, το τοματάκι Σαντορίνης αποτελεί τοπικό προϊόν εξαιρετικής ποιότητας που μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην τοπική οικονομία. Από την άλλη πλευρά, οι τομάτες τύπου cherry χαρακτηρίζονται από υψηλότερα ποσοστά ξηρής ουσίας και ολικών διαλυτών στερεών συστατικών, συγκριτικά με τις μεγάλοι μεγέθους τομάτες, η δε κατανάλωσή τους έχει αυξηθεί πολύ τα τελευταία χρόνια.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της αντοχής στην αλατότητα με βάση βιομετρικά και καρπολογικά χαρακτηριστικά τριών ποικιλιών εγχώριας μικρόκαρπης τομάτας και τεσσάρων υβριδίων τύπου «cherry».

Υλικά και Μέθοδοι

Μελετήθηκαν τρεις ποικιλίες εγχώριας μικρόκαρπης τομάτας, οι δύο οικότυποι από το «Τοματάκι Σαντορίνης»: 1. «Αυθεντική Σαντορίνης ή Καθαρή» (Αυθεντική) και 2. «Καϊσιά ή Παραδοσιακή» (Καϊσιά) και 3. η ποικιλία «Τοματάκι Χίου» (Χίου), και τέσσερα υβρίδια τύπου «cherry»: 1. Cherelino F1, της εταιρείας Rigakis Seeds AEBE, 2. Scintilla F1, 3. Delicassi F1 και 4. Zucchero F1, της εταιρείας Fytro Seeds AE.

Τα φυτά αναπτύχθηκαν την άνοιξη του 2012 σε θερμοκήπιο του ΤΕΙ Πελοποννήσου, σε φυτοδοχεία των 12,0 λίτρων που περιείχαν μίγμα πηλώδους εδάφους και περλίτη (3:1, v/v). Κατά την εγκατάσταση των φυτών, χορηγούταν πλήρες θρεπτικό διάλυμα (ΘΔ) Hoagland No 2 (Hewitt, 1966), με ανοιχτό σύστημα παροχής και με τη βοήθεια αντλιών και χρονοπρογραμματιστή, για χρονικό διάστημα τριών μηνών. Εφαρμόστηκαν τρεις επεμβάσεις ως προς τη συγκέντρωση NaCl του θρεπτικού διαλύματος (ΘΔ), οι E₀: ΘΔ+ 0 mM NaCl (μάρτυρας), E₇₅: ΘΔ+ 75 mM NaCl και E₁₅₀: ΘΔ+ 150 mM NaCl. Η προσθήκη NaCl στο ΘΔ γινόταν σταδιακά προκειμένου να αποφευχθεί το σοκ των φυτών από την απότομη αύξηση της αλατότητας. Έτσι κάθε 2η ημέρα γινόταν προσθήκη 25 mM NaCl στο ΘΔ μέχρι να επιτευχθεί η επιθυμητή συγκέντρωση άλατος σε κάθε επέμβαση. Στη συνέχεια, τα φυτά ποτίζονταν με το διάλυμα της εκάστοτε επέμβασης ανά τακτά χρονικά διαστήματα, φροντίζοντας να μην υποστούν έλλειψη νερού. Κάθε εβδομάδα καταγραφόταν η EC και το pH των ΘΔ των δεξαμενών των 3 επεμβάσεων, καθώς και η EC και το pH των διαλύματα απορροής των φυτοδοχείων. Ο μ.ό. του pH του ΘΔ στις δεξαμενές κυμαινόταν από 5,9-6,0. Ο δε μ.ό. της EC του ΘΔ της επέμβασης E₀ ήταν 2,50 mS cm⁻¹, της επέμβασης E₇₅ 11,0 mS cm⁻¹ και της επέμβασης E₁₅₀ 19,0 mS cm⁻¹. Η μέση θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του πειράματος ήταν: 24-30/4: 19,8°C, 1-31/5: 21,3°C, 1-30/6: 26,1°C και 1-24/7: 28,3°C. Το πειραματικό σχέδιο ήταν αυτό των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων. Απαιτήθηκε συνολικά η ανάπτυξη 147 πειραματικών φυτών (3 επεμβάσεις x 7 ποικιλίες x 7 επαναλήψεις). Η 1^η συγκομιδή ώριμων καρπών έγινε στις 21/6/2012, ακολούθησαν

άλλες πέντε, μία ανά εβδομάδα. Σε κάθε συγκομιδή καταγραφόταν: ο αριθμός και το ν.β. των εμπορεύσιμων και μη καρπών. Στο τέλος του πειράματος προσδιορίστηκαν βιομετρικά χαρακτηριστικά των φυτών όπως νβ και ξβ υπέργειου τμήματος φυτού και ρίζας και αριθμός ταξικαρπιών ανά φυτό.

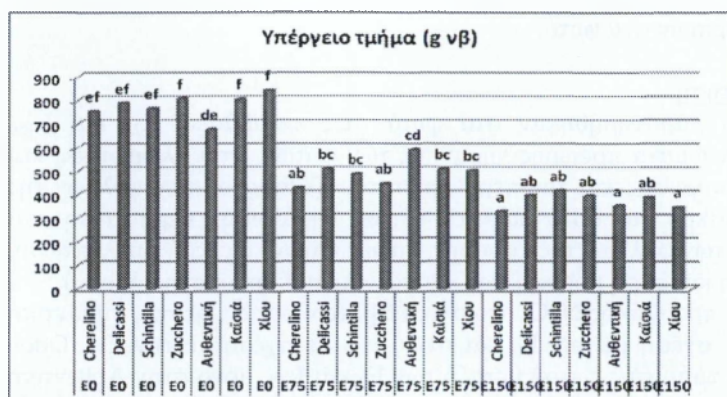
Αποτελέσματα και Συζήτηση

Τα συμπτώματα που παρατηρήθηκαν στα φυτά στις επεμβάσεις E₇₅ και E₁₅₀ αφορούσαν κυρίως συμπτώματα πρόωρης γήρανσης των φυτών, ήτοι χλωρωτικές και νεκρωτικές κηλίδες της κορυφής και του περιθωρίου του ελάσματος των φύλλων της βάσης. Σε πολύ μικρότερο ποσοστό παρατηρήθηκε νηματώση, δερμάτωση και συστροφή προς τα πάνω των φύλλων της κορυφής, καθώς και πολύ μικρή φυλλόπτωση, ανθόπτωση, καρπόπτωση και ξηρή κορυφή των καρπών (λίγοι καρποί στη «Χίου»).

Η κύρια επίδραση της προσθήκης NaCl στο ολικό ξ.β. των φυτών, ήταν η σημαντική μείωσή του στην E₇₅ σε σχέση με την E₀ και στην E₁₅₀ σε σχέση με την E₇₅. Όσον αφορά στο νβ υπέργειου τμήματος φυτού μεταξύ των E₀ και E₇₅, μόνο στην Αυθεντική δεν παρατηρήθηκε σημαντική μείωσή του, σε αντίθεση με τους υπόλοιπους έξι γονοτύπους (Εικ. 1). Για τη διευκόλυνση της αξιολόγησης των ποικιλιών μεταξύ τους ως προς την αντοχή τους στην αλατότητα, τα αποτελέσματα της αύξησης των φυτών στις επεμβάσεις E₇₅ και E₁₅₀ εκφράστηκαν ως εκατοστιαίο ποσοστό επί της αύξησης του μάρτυρα (E₀) κάθε ποικιλίας. Τα αποτελέσματα ως προς τη συνολικά παραχθείσα βιομάζα ανά φυτό (ολικό νβ φυτού+νβ καρπών) έδειξαν ότι η Αυθεντική στην E₇₅ παρουσίασε τη σημαντικά μικρότερη μείωση σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ποικιλίες, με μόνη εξαίρεση τη μη σημαντική διαφοροποίηση της Καϊσιάς. Αντίθετα, στην E₁₅₀ δε διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των περισσότερων ποικιλιών. Ως προς τη μεταβολή του λόγου ρίζας προς υπέργειο τμήμα, η Cherelino στην E₇₅ παρουσίασε τη μικρότερη μείωση του λόγου αυτού, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ποικιλίες (Πίν. 1). Με βάση τα αποτελέσματα του νβ ρίζας (δεν παρουσιάζονται) και υπέργειου τμήματος στην E₇₅ (Εικ. 1), φαίνεται ότι η Cherelino μείωσε κατά 50% τόσο τη ρίζα όσο και το υπέργειο τμήμα της, ενώ η Αυθεντική μόνο κατά 23,6% το υπέργειο τμήμα, ενώ τη ρίζα κατά 68,3%. Δηλαδή, η Cherelino στην E₇₅ μείωσε σημαντικά περισσότερο το υπέργειο τμήμα της, σε σύγκριση με την Αυθεντική, διατηρώντας ένα σημαντικά μεγαλύτερο ριζικό σύστημα, για να ανταπεξέλθει στην καταπόνηση αλάτων. Η Αυθεντική στην E₇₅ παρουσίασε επίσης το μικρότερο ποσοστό μείωσης του αριθμού ταξικαρπιών ανά φυτό, σημαντικά μικρότερο από την Zucchero με τις υπόλοιπες ποικιλίες να παρουσιάζουν ενδιάμεσα ποσοστά (Πίν. 1). Ως προς τον συνολικό αριθμό καρπών ανά φυτό στην E₇₅, η Zucchero είχε τη σημαντικά μικρότερη μείωση όλων, ακολουθούμενη από την Αυθεντική, ενώ στην E₁₅₀ η Delicassi παρουσίασε τη μεγαλύτερη μείωση. Ως προς το συνολικό βάρος καρπών ανά φυτό (εμπορεύσιμων και μη), ανεξαρτήτως των επεμβάσεων με NaCl, η Cherelino, παρουσίασε το σημαντικά μεγαλύτερο όλων (τα αποτελέσματα δεν παρουσιάζονται). Όμως, η Zucchero στις E₇₅ και E₁₅₀ και η Αυθεντική στην E₇₅ παρουσίασαν σημαντικά μικρότερη μείωση του ποσοστού αυτού, σε σύγκριση με την Delicassi στις E₇₅ και E₁₅₀, τη Schintilla στην E₇₅ και την Cherelino στην E₁₅₀. Ως προς δε το νβ εμπορεύσιμων καρπών, η Zucchero στις E₇₅ και E₁₅₀ ακολουθούμενη από την Καϊσιά και Χίου στην E₇₅ είχε το μικρότερο ποσοστό μείωσης, σε αντίθεση με τις Cherelino και Delicassi. Ως προς το μέσο νβ καρπού στην E₇₅, η Zucchero παρουσίασε σημαντικά μικρότερη μείωση από ότι η Cherelino, Αυθεντική και Delicassi, στη δε E₁₅₀ η Delicassi είχε τη μεγαλύτερη μείωση όλων (Πίν. 1).

Συμπερασματικά, μεταξύ των ποικιλιών που αξιολογήθηκαν, ως προς τα βιομετρικά χαρακτηριστικά, η ανεκτικότητα της Αυθεντικής Σαντορίνης στην αλατότητα φαίνεται να παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, ως προς δε τα καρπολογικά χαρακτηριστικά και

το υβρίδιο Zucchero.



Εικόνα 1. Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος τριών ποικιλιών εγχώριας μικρόκαρπης τομάτας και τεσσάρων υβριδίων τύπου «cherry» που αναπτύχθηκαν με 0 (E0), 75 (E75) και 150 (E150) mM NaCl στο θρεπτικό διάλυμα.

Πίνακας 1. Λόγος ρίζας/υπέργειο τμήμα και καρπολογικά χαρακτηριστικά 3 ποικιλιών εγχώριας μικρόκαρπης τομάτας και 4 υβριδίων τύπου «cherry» που αναπτύχθηκαν με 0 (E0), 75 (E75) και 150 (E150) mM NaCl στο θρεπτικό διάλυμα (αποτελέσματα στις επεμβάσεις E75 και E150 εκφρασμένα ως % επί του μάρτυρα (E0) κάθε ποικιλίας).

Ποικιλία	Ρίζα/Υπέργ. Τμήμα		Αριθμός ταξιπών ανά φυτό	Παραχθείσα βιομάζα	Αριθμός καρπών ανά φυτό	Μέσα νβ (g νβ)		
	Επέμβαση (mM NaCl)	Υπέργ. Τμήμα				Μέσα νβ καρπού	Συνολικό νβ καρπών	Συνολικό νβ εμπ/αν καρπών
Cherelino	75	82,0 d	67,0 def	57,2 bcd	77,6 bc	83,4 c	64,0 bcd	66,4 abc
	»	150	58,7 bcd	45,5 a-d	46,5 a	64,1 ab	69,9 b	50,1 ab
Schintilla	75	61,7 cd	69,1 def	63,4 c-f	65,4 ab	81,3 bc	61,6 bc	70,8 a-d
	»	150	44,6 abc	45,7 a-d	57,9 b-e	71,4 bc	79,0 bc	70,6 b-e
Delicassi	75	50,0 abc	59,3c-f	63,1 c-f	82,4 bcd	48,7 a	46,4 ab	46,1 a
	»	150	53,9 abc	28,5 ab	47,9 ab	37,1 a	54,2 a	32,1 a
Zucchero	75	47,9 abc	58,1 cde	68,2 ef	144,7 e	89,7 cd	102,6 f	106,8 e
	»	150	49,4 abc	24,8 a	48,8 ab	110,6 d	81,8 bc	91,6 ef
Χίου	75	37,6 ab	76,2 ef	63,7 def	101,3 cd	86,0 cd	86,5 c-f	93,6 cde
	»	150	35,3 a	37,7 abc	42,8 a	92,1 bcd	82,8 bc	80,0 c-f
Αυθεντική	75	41,5 abc	84,3 f	80,0 g	112,4 d	70,0 b	87,0 def	80,2 b-e
	»	150	34,9 a	52,9 b-e	60,4 c-f	76,4 bc	99,0 d	85,3 c-f
Καϊσιά	75	46,7 abc	74,1 ef	69,8 fg	101,0 cd	80,1 bc	82,4 c-f	96,9 cde
	»	150	33,8 a	57,0 cde	53,2 abc	74,2 bc	80,1 bc	66,7 b-e

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης, ακολουθούνε από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν σημαντικά.

Βιβλιογραφία

- Caro, M., Cruz, V., Cuartero, J., Esta, M.T. and Bolarin, M.C. 1991. Salinity tolerance of normal-fruited and cherry tomato cultivars. *Plant and Soil* 136: 249-255.
- Hewitt, E.J. 1966. *Sand and Water Culture Methods Used in the study of Plant Nutrition*. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops. East Malling, Maldstone, Kent, England.
- Maggio, A., Raimondi, G., Martino, A. and De Pascal, S. 2007. Salt stress response in tomato beyond the salinity tolerance threshold. *Env. and Exp. Botany* 59: 276-282.
- Traka-Mavrona, E., Koutsos, T., Tasios, V., Palatos, G., Stavropoulos, N. and Mellidis, V. 2002. Santorini tomato: Description, evaluation and use. *1st Cherry*

Tomato Santorini International Conference, Book of Proceedings, p. 5-12.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Α. Ασημακοπούλου

Καραπάνος(προεδρεύων). Αν υπάρχουν ερωτήσεις:

Κανάκης. Βλέποντας το γράφημα με τη διάμετρο, την ισημερινή διάμετρο των καρπών, διαπίστωσα ότι σε ένα από τα υβρίδια, νομίζω πρέπει να ήταν η Delicassi., σε συνθήκες που αναφέρονταν στα εκατόν πενήντα (150) mMol NaCl σε σχέση με τα εβδομήντα πέντε (75) mMol NaCl υπάρχει πολύ μεγάλη διάμετρος. Δεν μπορώ να το καταλάβω αυτό. Πως εξηγείται; Σε σχέση με τα άλλα, λίγο πολύ ας πούμε υπάρχει

Ασημακοπούλου. Το έχω δει κι εγώ αυτό. Ναι είναι η Delicassiη οποία είναι είναι plan tomato. Ενδεχομένως να υπήρχε το ίδιο και στην τελική διάμετρο.

Κανάκης. Συγγνώμη αυτή η διάμετρος είναι σε απόλυτο αριθμό; Δηλαδή, σε εκατοστά ή σε χιλιοστά;

Ασημακοπούλου. Αυτά τα αποτελέσματα, όχι, όχι. Αφορούν τη μείωση.

Κανάκης. Αυτή είναι η μείωση σε τι;

Ασημακοπούλου. Είναι εκφρασμένα σε εκατοστιαία ποσοστά.

Κανάκης. Α! Ναι, τώρα κατάλαβα. Ευχαριστώ.

ΣΥΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΥΟ ΤΥΠΩΝ ΕΛΑΦΡΟΠΕΤΡΑΣ, ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ, ΠΕΡΛΙΤΗ ΚΑΙ ΚΟΚΟΥ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ

Δ. Σάββας, Π. Πατεράκης, Π. Βουρναδάκη, Α. Ροπόκης και Γ. Ντάτση

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

Περίληψη

Τα πλέον συχνά χρησιμοποιούμενα υποστρώματα υδροπονικής καλλιέργειας στην Ελλάδα είναι ο πετροβάμβακας, ο περλίτης, η ελαφρόπετρα και ο κομποστοποιημένος φλοιός της ινδικής καρύδας (κόκος ή κοκόχωμα). Σκοπός του συγκεκριμένου πειράματος ήταν η συγκριτική μελέτη και αξιολόγηση των παραπάνω υποστρωμάτων υδροπονικής καλλιέργειας, όσον αφορά την επίδρασή τους στην βλαστική ανάπτυξη, την παραγωγή, την ποιότητα των καρπών, καθώς και την θρέψη των φυτών σε μία καλλιέργεια τομάτας. Τα φυτά τομάτας αναπτύχθηκαν σε περλίτη, πετροβάμβακα, κόκο και δυο τύπους ελαφρόπετρας με εύρος μεγέθους κόκκων 0-8 mm ή 2-10 mm. Το χαμηλότερο νωπό βάρος βλαστού είχαν τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε περλίτη ενώ το υψηλότερο το παρούσιασαν αυτά που αναπτύχθηκαν σε κόκο ή πετροβάμβακα. Οι παραπάνω μικρές διαφορές στην βλαστική ανάπτυξη όμως δεν είχαν κάποια αξιολογη πρακτική σημασία όσον αφορά την παραγωγή καρπών, η οποία ήταν παρόμοια σε όλα τα υποστρώματα, ενώ και ο αριθμός των καρπών ανά φυτό δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των υποστρωμάτων. Μόνο το μέσο βάρος των καρπών έδειξε να υστερεί ελαφρώς όταν το υπόστρωμα ήταν ελαφρόπετρα 2-10 mm. Όσον αναφορά τη θρεπτική κατάσταση των φύλλων, η καλλιέργεια σε ελαφρόπετρα 2-10 mm και πετροβάμβακα αύξησε σημαντικά την συγκέντρωση Mg σε σχέση με τα υπόλοιπα υποστρώματα. Επίσης, σε φύλλα από τους δυο τύπους ελαφρόπετρας εντοπίστηκε ελάχιστα αυξημένη συγκέντρωση Ca ενώ το K δεν επηρεάστηκε από το υπόστρωμα. Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι η ελαφρόπετρα που διατίθεται τυποποιημένη για υδροπονικές καλλιέργειες στην Ελληνική αγορά (0-8 mm) είναι ισάξια με τον πετροβάμβακα, τον περλίτη και τον κόκο, ενώ η χονδρόκοκκη ελαφρόπετρα (2-10 mm) υστερεί ελάχιστα έναντι των υπολοίπων υποστρωμάτων.

Λέξεις κλειδιά

Υδροπονία, ποιότητα, θρεπτικά στοιχεία, υπόστρωμα, παραγωγή

Εισαγωγή

Ο πετροβάμβακας, ο περλίτης, η ελαφρόπετρα και ο κομποστοποιημένος φλοιός της ινδικής καρύδας (γνωστός και ως κόκος ή κοκόχωμα) θεωρούνται τα πλέον συχνά χρησιμοποιούμενα υποστρώματα καλλιέργειας στην Ελλάδα. Μέχρι σήμερα δεν έχει πραγματοποιηθεί μία συγκριτική μελέτη αξιολόγησης όλων αυτών των υποστρωμάτων ταυτόχρονα σε συνθήκες καλλιέργειας θερμοκηπίου. Συχνά λοιπόν οι παραγωγοί θέτουν το ερώτημα αν κάποιο από αυτά υπερτερεί από καλλιεργητική άποψη και γενικότερα τι επιπτώσεις μπορεί να έχει το καθένα από αυτά στην ανάπτυξη των φυτών, την παραγωγή και την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, κρίθηκε αναγκαίο να πραγματοποιηθεί ένα πείραμα με στόχο την σύγκριση αυτών των υποστρωμάτων σε μία καλλιέργεια τομάτας θερμοκηπίου. Ο ειδικότερος σκοπός του συγκεκριμένου πειράματος ήταν η συγκριτική μελέτη και αξιολόγηση των παραπάνω υποστρωμάτων υδροπονικής καλλιέργειας όσον αφορά την επίδρασή τους στην παραγωγή και την ποιότητα των καρπών, καθώς και στην βλαστική ανάπτυξη και

την θρέψη των φυτών σε μία καλλιέργεια τομάτας. Τα φυτά τομάτας αναπτύχθηκαν σε υποστρώματα περλίτη, πετροβάμβακα, κόκο και δυο τύπους ελαφρόπετρας με κοκκομετρική σύσταση 0-8 mm και 2-10 mm.

Υλικά και Μέθοδοι

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε σε ένα υαλόφρακτο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, από τα μέσα Μαρτίου μέχρι το τέλος Ιουλίου. Για την εκτέλεση του πειράματος εφαρμόστηκε υδροπονικό σύστημα ανοιχτού τύπου, με τα διαφορετικά υποστρώματα τοποθετημένα σε σάκους. Χρησιμοποιήθηκαν 10 κανάλια, (6 m x 35 cm). Κάθε κανάλι χωρίστηκε σε δυο πειραματικά τεμάχια. Το κάθε πειραματικό τεμάχιο αποτελούνταν από τρεις σάκους του ίδιου υποστρώματος, μήκους 1 m. Ο σάκος ελαφρόπετρας που χρησιμοποιήθηκε είχε όγκο 21 λίτρα, οι σάκοι του περλίτη είχαν όγκο 33 λίτρα, ο σάκος του πετροβάμβακα είχε όγκο 15 λίτρα και ο σάκος του κόκου είχε όγκο 42 λίτρα. Η τοποθέτηση των υποστρωμάτων στο θερμοκήπιο ακολούθησε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Συνολικά τοποθετήθηκαν 60 σάκοι με τα υπό αξιολόγηση υποστρώματα περλίτη, πετροβάμβακα, ελαφρόπετρα κοκκομετρίας 0-8, ελαφρόπετρα κοκκομετρίας 2-10 και κόκο. Στο κάτω μέρος του κάθε υποστρώματος ανοίχτηκαν σχισμές για την απομάκρυνση της περίσσειας του θρεπτικού διαλύματος. Στο πείραμα εφαρμόστηκαν τρεις διαφορετικές συνταγές θρεπτικών διαλυμάτων και ειδικότερα μία συνταγή για την διαβροχή των υποστρωμάτων, μία άλλη για το βλαστικό στάδιο και τελικά μία τρίτη συνταγή για το στάδιο καρποφορίας.

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκε το υβρίδιο Primadonna (*Solanum lycopersicum* L., cv. Primadonna F1) το οποίο εμβολιάστηκε σε υποκείμενο Maxifort. Η μεταφύτευση των εμβολιασμένων σποροφύτων τομάτας πραγματοποιήθηκε στο στάδιο των 6-7 φύλλων. Σε κάθε σάκο φυτεύτηκαν 3 φυτά τομάτας. Η πυκνότητα φύτευσης ήταν ίση με 3 φυτά/m². Η καλλιέργεια παρέμεινε στο θερμοκήπιο μέχρι τις 20/7. Μετά τη μεταφύτευση επιλέχθηκαν τυχαία 20 φυτά, ένα από κάθε πειραματικό τεμάχιο για την μέτρηση της βλαστικής ανάπτυξης των φυτών. Στις 16/5 ξεκίνησε η συγκομιδή των καρπών, η οποία στη συνέχεια επαναλαμβανόταν τρεις φορές την εβδομάδα μέχρι τις 19/7. Σε κάθε συγκομιδή, γινόταν καταμέτρηση και ζύγιση των καρπών ξεχωριστά για κάθε πειραματικό τεμάχιο. Στο τέλος του πειράματος τα επισημασμένα φυτά εκριζώθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση νωπού και ξηρού βάρους των φύλλων και των στελεχών τους. Στη συνέχεια τα φυτικά δείγματα τοποθετήθηκαν σε φούρνο αποξήρανσης σε θερμοκρασία 80 °C με στόχο τον προσδιορισμό της ξηρής βιομάζας και παρέμειναν εκεί μέχρι την επίτευξη σταθερού βάρους (πλήρης αποξήρανση). Ακολούθησε άλεση των ξηρών δειγμάτων σε ειδικό μύλο εφοδιασμένο με κόσκινο το οποίο είχε οπές διαμέτρου 0.5 mm. Στη συνέχεια ζυγίστηκαν 0.5 g αλεσμένου δείγματος τα οποία τοποθετήθηκαν σε αριθμημένες κάψες πυριαντηρίου στους 500 °C για 8 ώρες με στόχο την πλήρη αποτέφρωσή τους, ώστε να προσδιοριστεί η περιεκτικότητά τους σε K, Ca, Mg. Ακολούθησε εκχύλιση των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων σε απεσταγμένο νερό με χρήση 10 ml HCl 1N και αραιώση των δειγμάτων σε αναλογία 1:100. Το K μετρήθηκε με φλογοφωτόμετρο, ενώ το Ca και το Mg προσδιορίστηκαν με φασματοφωτομετρία ατομικής απορρόφησης.

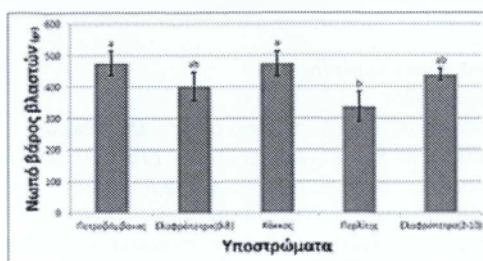
Αποτελέσματα - Συζήτηση

Την μικρότερη βλαστική ανάπτυξη την παρουσίασαν τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε περλίτη, όπως προκύπτει από την σύγκριση του νωπού βάρους των φυτών (Σχήμα 1). Αντίθετα, την υψηλότερη βλαστική ανάπτυξη την παρουσίασαν τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε κόκο ή σε πετροβάμβακα. Οι μικρές διαφορές στην βλαστική

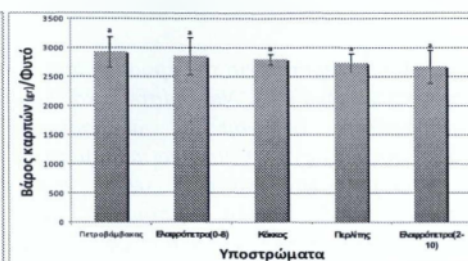
ανάπτυξη των φυτών μεταξύ των υποστρώματων δεν επηρέασαν την παραγωγή καρπών. Ειδικότερα, διαπιστώθηκε ότι όλα τα υποστρώματα έδωσαν παρόμοια συνολική παραγωγή καρπών (Σχήμα 2), ενώ και ο αριθμός των καρπών ανά φυτό δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των υποστρώματων (Σχήμα 3). Μόνο το μέσο βάρος των καρπών έδειξε να υστερεί ελαφρώς (περίπου 10%), όταν το υπόστρωμα ήταν ελαφρόπετρα 2-10 mm (Σχήμα 4). Γενικά η ελαφρόπετρα 2-10 mm έδειξε να παράγει έναν ελαφρώς υψηλότερο αριθμό μη εμπορεύσιμων καρπών (κυρίως μικρού μεγέθους) σε σύγκριση με τα υπόλοιπα υποστρώματα, πιθανότατα λόγω της μικρής περιεκτικότητάς της σε εύκολα διαθέσιμο νερό (Gizas & Savvas, 2007). Η διαφορά αυτή μεταξύ καρπών από ελαφρόπετρα 2-10 και καρπών από τα άλλα 4 υποστρώματα ήταν σχετικά μικρή και τελικά λόγω και της αυξημένης τυχαίας παραλλακτικότητας δεν αποτυπώθηκε σε στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά τις συνολικές αποδόσεις. Από την άλλη όμως, δεν θα πρέπει να υποτιμηθεί, γιατί ένα μικρότερο μέσο μέγεθος καρπών πρακτικά σημαίνει αυξημένο αριθμό μη εμπορεύσιμων καρπών και συνεπώς μειωμένη εμπορεύσιμη παραγωγή. Από τα παραπάνω προκύπτει ως τελικό συμπέρασμα, όσον αφορά την παραγωγή καρπών και συνεπώς και το οικονομικό αποτέλεσμα της καλλιέργειας, ότι η ελαφρόπετρα 2-10 υστερεί ελαφρώς έναντι της ελαφρόπετρας 0-8 και των άλλων τριών υποστρώματων. Με δεδομένο ότι η πυκνότητα φύτευσης ανερχόταν σε 3 φυτά/m², η παραπάνω παραγωγή αντιστοιχεί σε μία απόδοση ίση με περίπου 8-9 kg/m². Αν ληφθεί υπόψη ότι η διάρκεια της συγκομιδής ήταν 2 μήνες, η παραγωγή ανά μήνα ανήλθε σε 4 – 4,5 kg/m². Για μία διάρκεια συγκομιδής ίση με 9 μήνες, όπως συμβαίνει στην Ολλανδία, τα παραπάνω δεδομένα αντιστοιχούν σε μία απόδοση ίση με 35-40 kg/m² (35 – 40 τόννοι ανά στρέμμα). Η παραπάνω παραγωγή είναι κατώτερη από τους 60 τόννους τομάτας ανά στρέμμα που αναφέρεται ότι επιτυγχάνεται συνήθως στις υδροπονικές καλλιέργειες σε πετροβάμβακα στην Ολλανδία. Ο βασικός λόγος για αυτή την διαφορά είναι η μη χρήση βομβινών για γονιμοποίηση των ανθέων στην παρούσα καλλιέργεια (λόγω του μικρού μεγέθους του θαλάμου καλλιέργειας), η οποία οδήγησε σε μικρότερης έκτασης καρπόδεση σε σύγκριση με αυτή που επιτυγχάνεται στα Ολλανδικά θερμοκήπια.

Όσον αναφορά τη θρεπτική κατάσταση των φύλλων, η καλλιέργεια σε ελαφρόπετρα 2-10 αύξησε σημαντικά την συγκέντρωση Mg στα φύλλα σε σύγκριση με την ελαφρόπετρα 0-8 και τον περλίτη (Σχήμα 5), ενώ η καλλιέργεια σε πετροβάμβακα ή κόκο δεν έδωσε σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με οποιοδήποτε από τα άλλα υποστρώματα. Η διαφορά αυτή ίσως να σχετίζεται με διαφορετικές συνθήκες αερισμού, δεδομένου ότι ο περλίτης και η ελαφρόπετρα 2-10 είναι τα δύο υποστρώματα με την μικρότερη συγκράτηση εύκολα διαθέσιμου νερού (Σάββας, 2012) με συνέπεια να διασφαλίζουν αυξημένα επίπεδα αερισμού της ρίζας. Σε κάθε περίπτωση, η ελαφρώς μειωμένη συγκέντρωση Mg στα φύλλα των φυτών τομάτας που καλλιεργήθηκαν σε ελαφρόπετρα σε σύγκριση με αυτά που καλλιεργήθηκαν στα υπόλοιπα 4 υποστρώματα δεν επηρέασε αρνητικά την καλλιέργεια, δεδομένου ότι δεν μείωσε την βλαστική ανάπτυξη και την παραγωγή καρπών, ούτε οδήγησε στην εμφάνιση κάποιων συμπτωμάτων έλλειψης. Επίσης, σε φύλλα φυτών από πετροβάμβακα εντοπίστηκε ελαφρώς μειωμένη συγκέντρωση Ca (Σχήμα 6), ενώ το K των φύλλων διατηρήθηκε σε παρόμοια επίπεδα σε όλα τα υποστρώματα. Πρακτικά όμως η διαφορά στις συγκεντρώσεις Ca δεν ήταν πολύ μεγάλη και δεν επέδρασε αρνητικά στην καλλιέργεια, δεδομένου ότι δεν επηρέασε την βλαστική ανάπτυξη, ή την παραγωγή καρπών ούτε προκάλεσε συμπτώματα έλλειψης. Άλλωστε αυτό δεν θα μπορούσε να συμβεί, γιατί η συγκέντρωση Ca στα φύλλα ήταν σαφώς πάνω από το ελάχιστο κρίσιμο επίπεδο ακόμη και στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε πετροβάμβακα. Τα παραπάνω δεδομένα

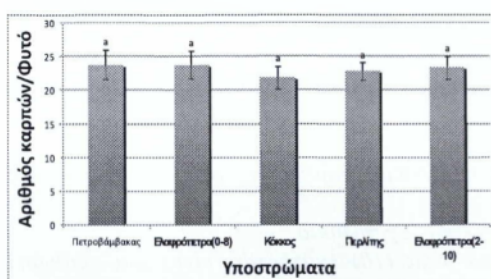
υποδηλώνουν ότι η θρέψη των φυτών με ασβέστιο δεν επηρεάζεται δυσμενώς σε κάποιο από τα υποστρώματα που αξιολογήθηκαν στην παρούσα ερευνητική εργασία.



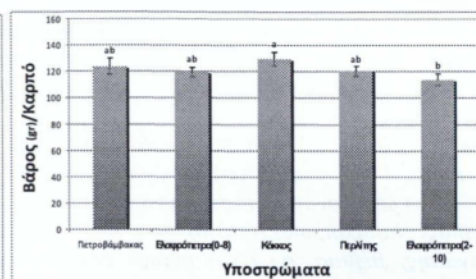
Σχήμα 1. Επίδραση υποστρώματος στο νωπό βάρος των βλαστών ανά φυτό τομάτας σε υδροπονική καλλιέργεια*.



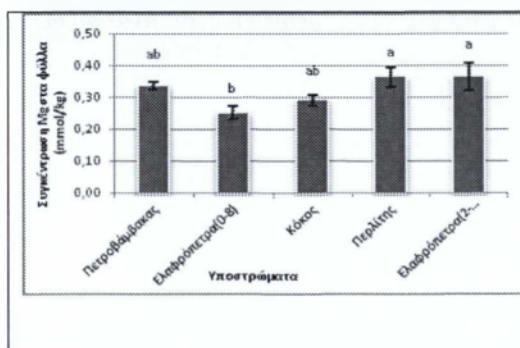
Σχήμα 2. Επίδραση υποστρώματος συνολικό νωπό βάρος των καρπών ανά φυτό τομάτας σε υδροπονική καλλιέργεια*.



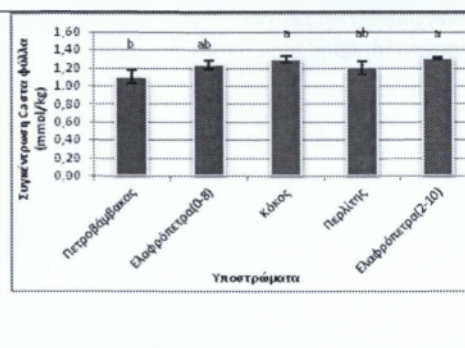
Σχήμα 3. Επίδραση υποστρώματος στο συνολικό αριθμό των καρπών τομάτας ανά φυτό σε υδροπονική καλλιέργεια*.



Σχήμα 4. Επίδραση υποστρώματος στο μέσο βάρος των καρπών τομάτας σε υδροπονική καλλιέργεια*.



Σχήμα 5. Επίδραση υποστρώματος στη συγκέντρωση μαγνησίου (Mg) στα φύλλα της τομάτας σε υδροπονική καλλιέργεια*.



Σχήμα 6. Επίδραση υποστρώματος στη συγκέντρωση ασβεστίου (Ca) στα φύλλα της τομάτας σε υδροπονική καλλιέργεια*.

*Ράβδοι με ίδιο γράμμα απεικονίζουν τιμές που δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan, $p \leq 0.05$)

Βιβλιογραφία

- Gizas, G. and D. Savvas. 2007. Particle size and hydraulic properties of pumice affect growth and yield of greenhouse crops in soilless culture. HortScience 42: 1274-1280.
- Σάββας, Δ. 2012. Καλλιέργειες εκτός Εδάφους: Υδροπονία, Υποστρώματα. Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα, 525 σ.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Δ. Σάββα

Σάββας. Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας. Αν υπάρχουν ερωτήσεις.

Καραπάνος(προεδρεύων). Ναι ορίστε, η κα Ασημακοπούλου.

Ασημακοπούλου. Ενδεχομένως σε οριακές καταστάσεις από πλευράς θερμοκρασίας περιβάλλοντος, εμείς σε αντίστοιχα πειράματα με μαρούλια που κάναμε εδώ στο ΤΕΙ Καλαμάτας είχαμε διαφορές στην ανάπτυξη, αλλά συνδέονταν με τις επικρατούσες θερμοκρασίες στο υπόστρωμα, δηλαδή επειδή το πορώδες της ελαφρόπετρας είναι μεγαλύτερο, θερμαίνεται ευκολότερα. Είχαν διαφορά η ανάπτυξη των μαρουλιών στην ελαφρόπετρα σε σχέση με αυτά που αναπτύσσονταν σε πετροβάμβακα.

Σάββας. Προφανώς αυτά δεν μπορεί να τα γενικεύσει κανείς. Είναι μία ένδειξη και η καλλιέργεια παίζει ρόλο σ' αυτό και η εποχή του έτους, είναι προφανές αυτό.

Καραπάνος. Άλλη ερώτηση; Ο κ. Κανάκης.

Κανάκης. Μία διευκρίνιση, μία διευκρίνιση θέλω κ. Σάββα. σε ότι αφορά το μήκος ή την απόσταση μεταξύ των μεσογονάτιων διαστημάτων. Τα έχετε μετρήσει;

Σάββας. Τα έχουμε μετρήσει, αλλά δεν τα θυμάμαι απέξω αυτά.

Κανάκης. Όχι, άλλο ήθελα να πω. Σας έκανε εντύπωση ότι ήταν πολύ μικρό το μεσογονάτιο διάστημα;

Σάββας. Στατιστικά βρήκαμε σημαντική διαφορά.

Κανάκης. Γιατί ουσιαστικά εμείς οι λαχανοκόμοι θέλουμε στην αρχή, στα πρώτα βλαστικά στάδια, το μεσογονάτιο διάστημα να είναι μικρό.

Σάββας. Ναι ακριβώς! Αυτό το είπα. Συμφωνώ. Το είπα Έχετε δίκιο.

Κανάκης. Βέβαια, αν είναι μεταξύ πέντε (5) και δέκα (10) εκατοστών είναι μία επιθυμητή κατάσταση, δεν μπορεί να πάει χαμηλότερα. Από κει και πέρα, αν είναι πολύ μικρότερο, θα δημιουργηθεί πρόβλημα.

Σάββας. Ναι. Ναι. Τότε μπορεί να φταίει κάτι άλλο. Πολλές φορές ξεφεύγουν τα μεσογονάτια διαστήματα γίνονται μεγάλα και συνήθως σε αυτή την περίπτωση τα φυτά ρέπουν πιο πολύ σε βλαστική ανάπτυξη και δεν δένουν και αρκετούς καρπούς. Άρα, λοιπόν, αυτό είναι θετικό, επιθυμητό. Βέβαια δεν είχαμε κάποια τεράστια διαφορά. Όμως μετρώντας το, αναλύοντάς το στατιστικά, βρήκαμε κάποια διαφορά

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΘΡΕΨΗ ΤΡΙΩΝ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΙΚΡΟΚΑΡΠΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΤΥΠΟΥ «CHERRY»

Α. Ασημακοπούλου, Κ. Νηφάκος, Ι. Σάλας, Π. Καλογερόπουλος και Α. Νικολούδη

Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αντικάλamos, 24100 Καλαμάτα

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της αλατότητας του υποστρώματος στις συγκεντρώσεις ανόργανων θρεπτικών στοιχείων σε φύλλα βάσης, κορυφής και στη ρίζα των φυτών τεσσάρων υβριδίων τομάτας (*Lycopersicon esculentum* L.) τύπου «cherry» (Cherelino F1, Scintilla F1, Delicassi F1 και Zucchero F1) και τριών ποικιλιών εγχώριας μικρόκαρπης τομάτας (οι δύο οικότυποι «Αυθεντική» και «Καϊσιά» από το τοματάκι Σαντορίνης και η ποικιλία «τοματάκι Χίου»). Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε φυτοδοχεία 12,0 λίτρων που περιείχαν μίγμα εδάφους:περλίτη 3:1 (v/v), σε θερμοκήπιο του ΤΕΙ Πελοποννήσου, για χρονικό διάστημα οκτώ εβδομάδων, την άνοιξη. Στα φυτά εφαρμόστηκαν τρεις επεμβάσεις ως προς την περιεκτικότητα χλωριούχου νατρίου (NaCl) του θρεπτικού διαλύματος (ΘΔ): 0 (E₀), 75 (E₇₅) και 150 (E₁₅₀) mM NaCl (με αντίστοιχα επίπεδα ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) ΘΔ: 2,5, 11,0 και 19,0 dS m⁻¹). Τα αποτελέσματα του Na έδειξαν ότι οι ρίζες της Αυθεντικής και της Καϊσιάς, στις επεμβάσεις E₇₅ και E₁₅₀, είχαν σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση του στοιχείου σε σχέση με τα υβρίδια Zucchero και Delicassi. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και στην περίπτωση του Cl. Η συγκέντρωση του K στη ρίζα και στα φύλλα βάσης και κορυφής των φυτών στην E₇₅ και E₁₅₀ βρέθηκε σημαντικά μικρότερη σε σύγκριση με την E₀ ενώ δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων E₇₅ και E₁₅₀. Η συγκέντρωση του K στα φύλλα βάσης και κορυφής της Αυθεντικής και Delicassi που αναπτύχθηκαν στις επεμβάσεις E₇₅ και E₁₅₀ δεν μειώθηκε σημαντικά σε σχέση με τα φυτά των ποικιλιών αυτών στην E₀, σε αντίθεση με τους υπολοίπους πέντε γονοτύπους που αξιολογήθηκαν. Οι λόγοι K/Na και Ca/Na, οι οποίοι συχνά χρησιμοποιούνται ως δείκτες αντοχής των γονοτύπων στην αλατότητα, δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ των γονοτύπων που χρησιμοποιήθηκαν σε καμία από τις δύο επεμβάσεις E₇₅ και E₁₅₀. Οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των τιμών διαφόρων παραμέτρων αύξησης (νβ και ξβ υπέργειου τμήματος, ρίζας, ολικού νβ φυτού+καρπών, κ.ά.) με τις συγκεντρώσεις Na, K και Cl καθώς και με τους λόγους Ca/Na και K/Na, ήταν σημαντικά υψηλοί, είτε αφορούσαν συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων σε φύλλα κορυφής ή φύλλα βάσης ή στη ρίζα, βρέθηκαν δε αρνητικοί στην περίπτωση των στοιχείων Na και Cl, θετικοί στις περιπτώσεις των υπολοίπων θρεπτικών στοιχείων και λόγων. Η μεγαλύτερη κατακράτηση Na και Cl στο ριζικό σύστημα της Αυθεντικής σε συνδυασμό με τη μη σημαντική μείωση της συγκέντρωσης K στα φύλλα της εξαιτίας της αλατότητας του υποστρώματος, ενδεχομένως συνδέεται με μηχανισμό αντοχής της ποικιλίας στα άλατα.

Λέξεις κλειδιά: NaCl, χλώριο, νάτριο, κάλιο, άζωτο, K/Na, Ca/Na

Εισαγωγή

Είναι γνωστό ότι τα φυτά με σκοπό να ανταπεξέλθουν στην αλατότητα αναπτύσσουν μηχανισμούς αποκλεισμού αλάτων (salt exclusion) καθώς και απορρόφησης και συσσώρευσης αλάτων μέσα στο φυτό (salt inclusion). Η μειωμένη μεταφορά Na και Cl

στα νεαρά φύλλα αποτελεί χαρακτηριστικό των φυτών με αντοχή στην αλατότητα και επιθυμητή παράμετρο για την επιλογή μιας ανεκτικής στα άλατα ποικιλίας. Επίσης, σε φυτά με μεγάλη ανθεκτικότητα στην αλατότητα, παρατηρείται μεγαλύτερη διαφορά στον λόγο K/Na μεταξύ παλαιών και νέων φύλλων.

Με δεδομένο ότι η ανεκτικότητα της τομάτας στην αλατότητα καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ποικιλία, η αξιοποίηση εγχώριων ποικιλιών τομάτας με υψηλή φαινοτυπική παραλλακτικότητα μπορεί να συνεισφέρει στη δημιουργία σύγχρονων εμπορικών ποικιλιών, ανεκτικών έναντι διαφόρων παραγόντων καταπόνησης, μεταξύ των οποίων και της αλατότητας.

Σε προηγούμενη εργασία μας (Ασημακοπούλου, κ.ά. 2013α) μελετήθηκε η επίδραση της προσθήκης NaCl σε βιομετρικά και καρπολογικά χαρακτηριστικά τριών ποικιλιών εγχώριας μικρόκαρπης τομάτας, δύο οικοτύπων από το «Τοματάκι Σαντορίνης»: 1. «Αυθεντική Σαντορίνης ή Καθαρή» (Αυθεντική) και 2. «Καϊσιά ή Παραδοσιακή» (Καϊσιά) και 3. η ποικιλία «Τοματάκι Χίου» (Χίου), καθώς και τεσσάρων υβριδίων τύπου «cherry»: 1. Cherelino F1 της εταιρείας Rigakis Seeds ΑΕΒΕ, και τα 2. Scintilla F1, 3. Delicassi F1 και 4. Zucchero F1 της εταιρείας Fytro Seeds ΑΕ. Από τα αποτελέσματα προηγούμενης εργασίας μας διαπιστώθηκε ότι η ανεκτικότητα της Αυθεντικής Σαντορίνης στην αλατότητα ως προς διάφορα βιομετρικά χαρακτηριστικά καθώς και του υβριδίου Zucchero ως προς τα καρπολογικά χαρακτηριστικά, παρουσίασαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον (Ασημακοπούλου κ.ά. 2013α).

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η επίδραση της αλατότητας του υποστρώματος λόγω προσθήκης NaCl στην ανόργανη θρέψη των προαναφερόμενων ποικιλιών καθώς και η δυνατότητα χρησιμοποίησης της συγκέντρωσης νατρίου, χλωρίου και καλίου ή/και των λόγων K/Na και Ca/Na, ως δεικτών αντοχής στην αλατότητα.

Υλικά και Μέθοδοι

Τα φυτά των προαναφερόμενων τριών ποικιλιών εγχώριας μικρόκαρπης τομάτας και των τεσσάρων υβριδίων τύπου “cherry” αναπτύχθηκαν σε φυτοδοχεία των 12,0 λίτρων που περιείχαν μίγμα πηλώδους εδάφους και περλίτη (3:1, v/v), σε θερμοκήπιο του ΤΕΙ Πελοποννήσου, για χρονικό διάστημα οκτώ εβδομάδων, την άνοιξη του 2012. Εφαρμόστηκαν τρεις επεμβάσεις ως προς τη συγκέντρωση NaCl του θρεπτικού διαλύματος (ΘΔ), οι E₀: ΘΔ+ 0 mM NaCl (μάρτυρας), E₇₅: ΘΔ+ 75 mM NaCl και E₁₅₀: ΘΔ+ 150 mM NaCl, σε επτά επαναλήψεις ανά ποικιλία και επέμβαση. Η διαδικασία προσθήκης NaCl στο ΘΔ των επεμβάσεων, οι τιμές EC και pH των ΘΔ των δεξαμενών των επεμβάσεων και των διαλυμάτων απορροής των φυτοδοχείων, το πειραματικό σχέδιο καθώς και οι συνθήκες που επικρατούσαν κατά την ανάπτυξη των φυτών αναφέρονται στην προηγούμενη εργασία μας (Ασημακοπούλου, κ.ά. 2013α).

Στο τέλος του πειράματος, συλλέχθηκαν τρία δείγματα φυτικών ιστών ανά φυτό για χημική ανάλυση. Το 1^ο αφορούσε σε δείγμα φύλλων βάσης (από την 1η μέχρι και την 3η ταξικαρπία), το 2^ο σε δείγμα φύλλων κορυφής (από τον 4ο μέχρι και τον 7ο κόμβο από την κορυφή του φυτού) και το 3^ο δείγμα αποτελούταν από τη ρίζα του φυτού. Στα δείγματα αυτά προσδιορίστηκαν οι συγκεντρώσεις N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl, Fe, Mn, Zn Cu και B, με διεθνώς αναγνωρισμένες μεθόδους (Allen, 1989, Kalra, 1998). Υπολογίστηκαν επίσης οι λόγοι K/Na, Ca/Na, καθώς και οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ διαφόρων παραμέτρων αύξησης και των συγκεντρώσεων θρεπτικών στοιχείων, και των λόγων K/Na, Ca/Na.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η συγκέντρωση Na και Cl στα φύλλα βάσης, κορυφής και τη ρίζα των φυτών στην

E₇₅, ανεξαρτήτως ποικιλίας, βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη από ό,τι στην E₀ και σημαντικά μικρότερη από ό,τι στην E₁₅₀. Όσον αφορά στη συγκέντρωση Na στα φύλλα κορυφής στην E₇₅, η Cherelino παρουσίασε τη σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ποικιλίες, και στην E₁₅₀ η Delicassi ακολουθούμενη από την Cherelino. Στη ρίζα, τόσο στην E₇₅ όσο και στην E₁₅₀, η Αυθεντική και η Καϊσιά είχαν σημαντικά υψηλότερο Na από ότι οι Zucchero και Delicassi. Όμως, η διαφορά μεταξύ της συγκέντρωσης Na στα φύλλα βάσης και τα φύλλα κορυφής των ανεκτικών στην αλατότητα, με βάση τα βιομετρικά και καρπολογικά χαρακτηριστικά, ποικιλιών Αυθεντικής και Zucchero, ήταν μικρή, καθώς χαμηλή ήταν και η κατακράτηση Na στη ρίζα των φυτών αυτών (Πίν. 1). Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και στην περίπτωση του Cl (τα αποτελέσματα δεν παρουσιάζονται).

Η συγκέντρωση K στη ρίζα και στα φύλλα βάσης και κορυφής των φυτών στην E₇₅ και E₁₅₀ βρέθηκε σημαντικά μικρότερη από ότι στην E₀ ενώ δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των E₇₅ και E₁₅₀. Οι συγκεντρώσεις K στις E₇₅ και E₁₅₀ στη ρίζα της Αυθεντικής μειώθηκαν σημαντικά σε σύγκριση με την E₀ ενώ δεν μειώθηκαν σημαντικά στα φύλλα βάσης και κορυφής της Αυθεντικής και Delicassi, αντιστοίχως. Η μη σημαντική μείωση της συγκέντρωσης K στα φύλλα κορυφής της Αυθεντικής Σαντορίνης σε περιβάλλον υψηλής συγκέντρωσης NaCl αντανakλούσε καλλίτερα την αντοχή της ποικιλίας με βάση τα βιομετρικά και καρπολογικά χαρακτηριστικά της σε σύγκριση με τη συγκέντρωση Na και Cl. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί από τους Alfocsa κ.ά. (1993).

Η σχέση K/Na στο μάρτυρα βρέθηκε σημαντικά υψηλότερη από ότι στις επεμβάσεις με E₇₅ και E₁₅₀ ενώ δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ της επέμβασης E₇₅ και E₁₅₀. Όμως, η σχέση K/Na δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των γονοτύπων που αξιολογήθηκαν σε καμία από τις δύο επεμβάσεις με NaCl. Παρόμοια αποτελέσματα ελήφθησαν και στην περίπτωση της σχέσης Ca/Na (τα αποτελέσματα δεν παρουσιάζονται).

Οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των τιμών των παραμέτρων αύξησης και των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων βρέθηκαν υψηλότεροι στην περίπτωση της συγκεντρώσεως Na, των λόγων Ca/Na και K/Na, K και Cl, είτε αφορούσαν συγκεντρώσεις στοιχείων σε φύλλα κορυφής, φύλλα βάσης ή ρίζας. Οι συντελεστές αυτοί ήταν αρνητικοί στην περίπτωση Na και Cl με τις παραμέτρους αύξησης και θετικοί για τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία (τα αποτελέσματα δεν παρουσιάζονται) (Alfocsa κ.ά., 1993).

Συμπερασματικά, δεν προτείνεται η χρησιμοποίηση των συγκεντρώσεων Na και Cl στα φύλλα βάσης και κορυφής των φυτών ούτε των λόγων K/Na και Ca/Na, ως δεικτών αξιολόγησης της αντοχής στην αλατότητα των επτά ποικιλιών τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν. Το εύρημα αυτό δεν συμφωνεί με αντίστοιχα αποτελέσματα αξιολόγησης εννέα γηγενών ποικιλιών ελιάς τα οποία έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις Na, Cl, K και ο λόγος K/Na αντανakλούσαν την διαφορετική αντοχή των γονοτύπων στην αλατότητα (Ασημακοπούλου κ.ά., 2013 β). Το αποτέλεσμα αυτό δείχνει ότι η ανοχή της τομάτας στην αλατότητα δεν οφείλεται πρωτίστως στην ικανότητά της να αποκλείει το Na από τα φύλλα, ενώ στην ελιά αυτό φαίνεται να ισχύει..

Βιβλιογραφία

- Alfocsa, F.P., Estan, M.T., Caro, M. and Bolár, M.C. 1993. Response of tomato cultivars to salinity. *Plant and Soil* 150: 203-211.
- Allen, S.E. 1989. *Chemical Analysis of Ecological Materials*. 2nd Edition. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne.

Ασημακοπούλου, Α., Σάλμας, Ι., Νηφάκος, Κ., Καλογερόπουλος, Π. και Νικολούδη, Α. 2013α. Επίδραση της αλατότητας του υποστρώματος στην αύξηση και παραγωγή τριών εγχώριων ποικιλιών μικρόκαρπης τομάτας (δύο οικοτύπων «Τοματάκι Σαντορίνης» και το «Τοματάκι Χίου») και τεσσάρων υβριδίων τομάτας τύπου «cherry». Βιβλίο Περιλήψεων, 26^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου ΕΕΕΟ, σελ. 45.

Ασημακοπούλου, Α., Σάλμας, Ι., Νηφάκος, Κ., Καλογερόπουλος, Π., Ρούσσος, Π. και Κωστελένος, Γ. 2013β. Αξιολόγηση γηγενών ποικιλιών ελιάς ως προς την αντοχή τους στην αλατότητα του εδάφους. Βιβλίο Περιλήψεων, 26^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου ΕΕΕΟ, σελ. 29.

Cuartero, J., Fernández-Munáoz, R. 1999. Tomato and salinity. *Sci. Hort.* 78: 83-125

Karla, Y. 1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press. N.Y.

Πίνακας 1. Συγκέντρωση Na, K (g kg⁻¹ ξ.ο.) και λόγος συγκεντρώσεων K/Na σε φύλλα κορυφής, βάσης και ρίζας φυτών τριών ποικιλιών εγχώριας μικρόκαρπης τομάτας και τεσσάρων υβριδίων τύπου «cherry» που αναπτύχθηκαν με 0, 75 και 150 mM NaCl στο θρεπτικό διάλυμα.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	Επέ- μ- βαση mM NaCl	Na φύλλων κορυφής	Na φύλλων βάσης	Na ρίζας	K φύλλων κορυφής	K φύλλων βάσης	K ρίζας	K/Na φύλλων κορ/φής	K/Na φύλλων βάσης	K/Na ρίζας
g kg ⁻¹ ξ.ο.										
Cherelino	0	4,5 a [*]	5,4 a	3,5 a	44,6 d	25,1 hi	29,6 b	14,9 d	5,2 d	8,5 b
"	75	31,9 b	24,1 b	26,6 bcd	27,1 ab	14,3 a-d	15,2 a	0,93 a	0,67 a	0,57 a
"	150	45,6 cd	38,1 def	28,2 cde	21,7 ab	17,4 b-c	8,8 a	0,50 a	0,48 a	0,31 a
Schintilla	0	6,8 a	5,6 a	4,9 a	42,9 d	24,8 ghi	33,7 b	8,4 bc	4,6 d	7,3 b
"	75	46,1 cde	29,1 bcd	24,5 bc	26,2 ab	18,2 c-f	10,1 a	0,59 a	0,71 a	0,42 a
"	150	53,0 def	39,5 d-g	29,6 cde	20,4 ab	20,0 d-h	8,9 a	0,39 a	0,55 a	0,30 a
Debicassi	0	3,8 a	3,7 a	3,9 a	39,9 cd	26,2 hi	25,9 b	13,8 d	7,6 c	16,9 c
"	75	44,2 c	26,6 bc	20,2 b	30,1 abc	22,1 e-i	9,9 a	0,70 a	0,86 ab	0,49a
"	150	43,6 c	35,8 cde	24,9 bc	30,2 abc	24,2 f-i	6,6 a	0,70 a	0,70 a	0,26 a
Zucchero	0	4,0 a	5,1 a	3,5 a	39,1 cd	26,9 i	29,1 b	11,2 cd	5,5 d	7,9b
"	75	44,5 c	40,4 efg	20,2 b	24,4 ab	14,5 a-d	7,3 a	0,55 a	0,36 a	0,34 a
"	150	53,2 def	46,6 e-h	25,5 bcd	22,8 ab	15,6 b-e	5,0 a	0,44 a	0,33 a	0,22 a
Χίου	0	8,9 a	13,4 a	2,6 a	49,5 d	18,6 c-g	33,8 b	7,8 bc	2,3 bc	13,6 bc
"	75	54,9 fg	51,7 h	23,4 bc	22,7 ab	15,7 b-e	6,6 a	0,41 a	0,32 a	0,28 a
"	150	62,6 g	50,2 gh	29,6 cde	18,9 a	7,9 a	5,8 a	0,29 a	0,15 a	0,22 a
Αυθεντική	0	7,0 a	6,6 a	3,1 a	30,7 bc	17,2 b-e	33,6 b	5,9 b	2,7 c	10,7 bc
"	75	51,0 c-f	42,1 e-h	28,5 cde	27,3 ab	11,4 ab	9,9 a	0,53 a	0,28 a	0,36 a
"	150	54,7 fg	52,1 h	33,0 de	23,8 ab	16,2 b-c	11,4 a	0,42 a	0,32 a	0,34 a
Καϊσιά	0	7,6 a	6,7 a	2,5 a	39,8 cd	15,8 b-e	27,6 b	6,2 b	2,4 c	11,8
"	75	46,8 cde	39,2 d-g	28,6 cde	22,5 ab	13,6 abc	12,0 a	0,49 a	0,35 a	0,45 a
"	150	54,2 efg	48,5 fgh	34,2 a	24,3 ab	14,5 a-d	7,2 a	0,45 a	0,31 a	0,23 a

*Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν σημαντικά.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Α. Ασημακοπούλου

Καραπάνος(προεδρεύων). Ερωτήσεις παρακαλώ; Ο κ. Σάββας;

Σάββας. Θα πω το εξής όσον αφορά το μηχανισμό ανοχής στην αλατότητα. Ο μηχανισμός του αποκλεισμού του νατρίου είναι ένας από τους μηχανισμούς, ο οποίος παρατηρείται σε ευαίσθητα

φυτά στην αλατότητα. Όμως πιο ανθεκτικά, στην αλατότητα φυτά, όπως είναι η τομάτα ή τα τεύτλα, το παντζάρι, έχουν έναν άλλο μηχανισμό, δηλαδή ακολουθούν εύκολα το νάτριο δεν το αποκλείουν και το εισάγουν στα χυμοτόπια. Κάνουν δηλαδή την αποθεματοποίηση στο φυτό. Άρα λοιπόν, πιθανόν, στην τομάτα που είναι ανεκτική σχετικά στην αλατότητα συμβαίνει να έχουμε αυτού του είδους τη συμπεριφορά και αυτό για να είμαι ειλικρινής το γνωρίζω κιόλας και από βιβλιογραφικές αναφορές δηλαδή έχουν γίνει μεγάλες προσπάθειες να συσχετίσουν και αυτός ο δείκτης πάντοτε δεν δουλεύει για αυτό το λόγο. Δηλαδή φαίνεται ότι κάποιες ποικιλίες έχουν έναν άλλο τρόπο να ...

Ασημακοπούλου. Ακριβώς.

Σύνεδρος. Και υπάρχει διαφοροποίηση στην τομάτα μεταξύ των *excluden* και *includen* όσον αφορά ... δηλαδή εάν κρατάνε έξω το νάτριο ή το εισάγουν μέσα και το κάνουν αποθεματοποίηση, δηλαδή το βάζουν στα χυμοτόπια, κάνουν διαλύτες οργανικούς.

Ασημακοπούλου. Λειτουργούν και ως... Το έχω υπόψη μου και στις εργασίες αυτές. Το είπα και στα εισαγωγικά πώς γίνεται το *exclusion* (εκτός) και το *inclusion* (εντός) και τα λοιπά. Αυτό που με παραξένεψε, βέβαια, στα ξυλώδη φυτά, όπως είναι η ελιά, αναφέρονται αυτές οι διαφοροποιήσεις. Και στην ελιά είχαμε αντιστοίχως. Είναι ένα ανεκτικό φυτό, συνήθως, τουλάχιστον από τη δική μας μικρή εμπειρία. Η αντοχή στις καταπονήσεις γενικά... Φυτά που έχουν αντοχή στις καταπονήσεις, έχουν σε πολλών ειδών καταπονήσεις και η ελιά, πραγματικά, μας εξέπληξε. Αυτό το πείραμα δεν μπορούσαμε να το σταματήσουμε. Έφτασε να επιβιώνει το φυτό δεν ξέρω σε πόσες χιλιάδες μονάδες αγωγιμότητας. Ας πούμε μέχρι το Δεκέμβρη, ένα τέτοιο πράγμα. Βέβαια, αν την είχαμε έξω, γιατί αντίστοιχο πείραμα είχε γίνει με κάποιους από από αυτούς τους γενοτύπους στο ύπαιθρο που σε σαράντα μέρες είχαν ρίξει τα πάντα, φύλλα και τα λοιπά. Πάλι αυτό ήταν ένα φυτό που όμως μας έδειξε συσχέτιση. Δηλαδή κράταγε νάτριο στο ριζικό σύστημα και δεν το ανέβαζε στα φύλλα. Και πραγματικά από τη βιβλιογραφία, όντως και εγώ έχω βρει, γιατί κι εγώ ενημερώνομαι, και μέσα στο ίδιο το φυτικό είδος έχουμε πολλές φορές σημαντικές συμπεριφορές ανάμεσα στις ποικιλίες και τους γενοτύπους.

Σύνεδρος. Θέλω να υπογραμμίσω και να συγχαρώ την κα Ασημακοπούλου για την επιλογή εγχώριων ποικιλιών τομάτας, σαν πειραματόφυτα γιατί νομίζω ότι, αυτό φάνηκε από το πάνελ αξίζει να επιλέγουμε αυτά τα φυτά, για να δούμε τα προτερήματά τους και να μην μένουν μόνο σαν ρομαντικές αναφορές κάποιων οικολόγων και τα λοιπά. Αλλά να αποδειχθεί μέσα σε ακαδημαϊκούς χώρους, τα προτερήματά τους να αποδειχθούν στην πράξη. Ευχαριστώ.

Ασημακοπούλου. Θέλω να πω ότι η διαφορά μεταξύ των ποικιλιών είναι η μικρότερη απ' ό,τι είναι η διαφορά μεταξύ των ομάδων των ποικιλιών.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ, ΤΙΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΝΩΠΟΥ ΦΑΣΟΛΙΟΥ

Χ.Κ. Κοντοπούλου¹, Δ. Σάββας¹, Δ. Μπιλάλης¹, Β.Α. Παππά² και R.M. Rees²

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

²SRUC, West Mains Road, Edinburgh, EH9 1JG, Scotland, UK

Περίληψη

Σε πιστοποιημένο βιολογικό αγρό στην περιοχή του Αγρινίου πραγματοποιήθηκε πείραμα με καλλιέργεια νωπού φασολιού (*Phaseolus vulgaris* cv. 'Contender'). Το πείραμα είχε ως κύριο παράγοντα το σύστημα καλλιέργειας (συμβατικό ή βιολογικό) και δευτερεύοντα το επίπεδο αλατότητας στο νερό άρδευσης (0.5 ή 10 mM NaCl). Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί η επίδραση της οργανικής λίπανσης και της αλατότητας του νερού άρδευσης κάτω από Μεσογειακές κλιματικές συνθήκες: α) στην διαθεσιμότητα του αζώτου στο έδαφος, τη θρεπτική κατάσταση του φυτού και στην ολική παραγωγή νωπού φασολιού και β) στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, δηλαδή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), υποξειδίου του αζώτου (N₂O) και μεθανίου (CH₄). Υψηλότερα ποσοστά ολικού εδαφικού N, C και C/N παρουσιάστηκαν στη συμβατική λίπανση, σε σύγκριση με την οργανική, μόνο στην έναρξη της καλλιεργητικής περιόδου. Η ολική παραγωγή νωπού φασολιού ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στο συμβατικό σύστημα λίπανσης έναντι του βιολογικού. Η υψηλότερη αθροιστική εκπομπή N₂O ανά καλλιεργούμενη επιφάνεια παρουσιάστηκε στο συμβατικό σύστημα με χαμηλή αλατότητα, ενώ το βιολογικό, στο ίδιο επίπεδο αλατότητας, εμφάνισε τη χαμηλότερη τιμή. Όταν όμως οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου υπολογίσθηκαν ανά μονάδα βάρους παραγόμενων νωπών λοβών διαπιστώθηκε ότι, για τα δύο επίπεδα αλατότητας, η αθροιστική εκπομπή CO₂ και CH₄ ήταν υψηλότερη στο βιολογικό σύστημα έναντι του συμβατικού, ενώ η εκπομπή N₂O ανά μονάδα βάρους παραγόμενων νωπών λοβών ήταν παρόμοια και στα δύο συστήματα καλλιέργειας. Όσον αφορά την αλατότητα NaCl, αυξημένα επίπεδα στο νερό άρδευσης, κατά μέσο όρο για τα δύο συστήματα, οδήγησαν σε σημαντική αύξηση των εκπομπών CH₄ ανά μονάδα βάρους παραγόμενων νωπών λοβών, ενώ δεν επηρέασαν τις εκπομπές N₂O και CO₂.

Λέξεις κλειδιά: κλιματική αλλαγή, άζωτο, βιολογική γεωργία, *Phaseolus vulgaris*, παραγωγή

Εισαγωγή

Ένα ερώτημα που σχετίζεται με την καλλιέργεια ψυχανθών είναι η συμβολή τους στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (ΑΘ) και συγκεκριμένα του διοξειδίου του άνθρακα, (CO₂), του οξειδίου του αζώτου (N₂O), και του μεθανίου (CH₄) (Fernández-Luqueño κ.ά, 2009). Τα ΑΘ ενοχοποιούνται ως η βασική γενεσιουργός αιτία για την κλιματική αλλαγή και γι' αυτό ο περιορισμός των εκπομπών τους έχει τεθεί διεθνώς ως στόχος ύψιστης προτεραιότητας στο πλαίσιο των πολιτικών προστασίας του περιβάλλοντος (Flessa κ.ά, 2002).

Τα ψυχανθή έχουν την μοναδική ιδιότητα μεταξύ όλων των καλλιεργούμενων φυτών να συμβιώνουν με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια, τα οποία μετατρέπουν το στοιχειακό

άζωτο της ατμόσφαιρας σε μορφές που είναι αφομοιώσιμες από τα φυτά. Για τον λόγο αυτό, η επέκταση της καλλιέργειας ψυχανθών και η αξιοποίησή τους σε προγράμματα αμειψισποράς συμβάλλει στον φυσικό εμπλουτισμό του εδάφους με άζωτο με συνέπεια τη δραστική μείωση της χρήσης αζωτούχων χημικών λιπασμάτων. Η μειωμένη χρήση χημικών λιπασμάτων N μπορεί μεταξύ άλλων να μειώσει δραστικά τις εκπομπές ΑΘ και κυρίως του N₂O. Η βιολογική καλλιέργεια βασίζεται στην εφαρμογή πολύ διαφορετικών καλλιεργητικών πρακτικών από αυτές που εφαρμόζονται στις αντίστοιχες συμβατικές καλλιέργειες και συνεπώς μπορεί να συνδέεται και με πολύ διαφορετικά επίπεδα εκπομπών ΑΘ (Petersen κ.ά., 2006).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα για την συγκριτική μέτρηση των εκπομπών ΑΘ σε συμβατικές και βιολογικές καλλιέργειες νωπού φασολιού. Το φασόλι είναι ευαίσθητο στην αλατότητα και γι αυτό τα δύο συστήματα καλλιέργειας συνδυάστηκαν με δύο επίπεδα συγκέντρωσης NaCl στο νερό άρδευσης, ένα χαμηλό (0,5 mM) και ένα υψηλό (10 mM).

Υλικά και Μέθοδοι

Σε πιστοποιημένο βιολογικό αγρό του Αγρινίου πραγματοποιήθηκε διπαραγοντικό πείραμα με καλλιέργεια φασολιού (*Phaseolus vulgaris* cv. 'Contender'). Το πείραμα διήρκεσε από τον Απρίλιο έως και τον Ιούλιο 2011. Ακολουθήθηκε το πειραματικό σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων με 4 επαναλήψεις. Ο κύριος παράγοντας ήταν το σύστημα καλλιέργειας (βιολογικό ή συμβατικό) και ο δευτερεύων παράγοντας το επίπεδο αλατότητας στο νερό άρδευσης (0.5 ή 10 mM NaCl) με τελική αγωγιμότητα του νερού άρδευσης 0,76 και 1,91 dS/m.

Το βάθος σποράς φασολιού ήταν 3 cm. Οι αποστάσεις σποράς ήταν 25 cm επί της γραμμής και 50 cm μεταξύ των γραμμών, δίνοντας πυκνότητα 8 φυτά m⁻². Το κάθε πειραματικό υποτεμάχιο είχε έκταση 60 m². Πριν τη σπορά, στο συμβατικό σύστημα καλλιέργειας χορηγήθηκε σύνθετο ανόργανο λίπασμα (120 kg ha⁻¹ N, 160 kg ha⁻¹ P₂O₅, and 160 kg ha⁻¹ K₂O), ενώ στο βιολογικό σύστημα εφαρμόστηκε οργανικό λίπασμα (25 kg ha⁻¹ N, 175 kg ha⁻¹ P₂O₅, and 250 kg ha⁻¹ K₂O). Φυτοφάρμακα δεν εφαρμόστηκαν ούτε στα συμβατικά αλλά ούτε και στα βιολογικά υποτεμάχια.

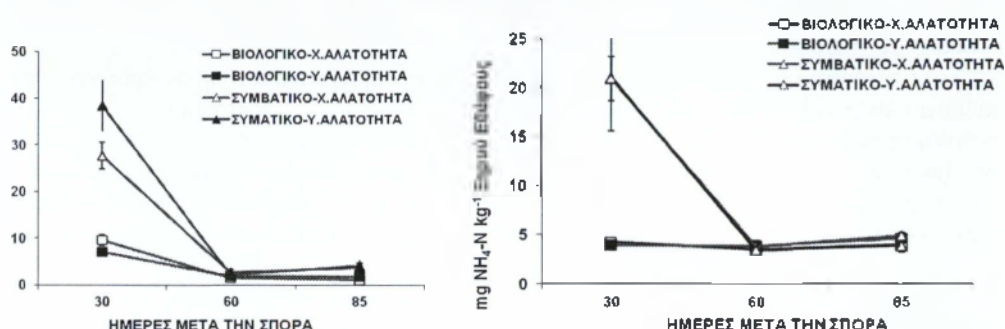
Κατά την διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες εδάφους 30, 60 και 85 ημέρες μετά την σπορά (ΗΜΣ), σε βάθος 0-30 cm, για τον προσδιορισμό του ολικού N και C, καθώς και τη συγκέντρωση νιτρικών και αμμωνιακών στο έδαφος. Επίσης, προσδιορίστηκε η ολική βιομάζα του υπέργειου τμήματος των φυτών 45, 65 και 85 ΗΜΣ και η περιεκτικότητά της σε ολικό N και C. Επίσης, έγινε εκτίμηση της παραγωγής νωπών λοβών φασολιού συγκομίζοντας τους λοβούς στο κατάλληλο εμπορικό μέγεθος κάθε εβδομάδα. Τέλος, σε κάθε υποτεμάχιο, εγκαταστάθηκαν δύο στατικοί δειγματολήπτες για την συλλογή αερίων του θερμοκηπίου σύμφωνα με τους Chadwick et al. (2014). Δείγματα συλλέχθηκαν 20, 35, 45, 60, 70 και 85 ΗΜΣ. Η δειγματοληψία πραγματοποιούνταν κάθε φορά μεταξύ 10-12 πμ.

Αποτελέσματα & Συζήτηση

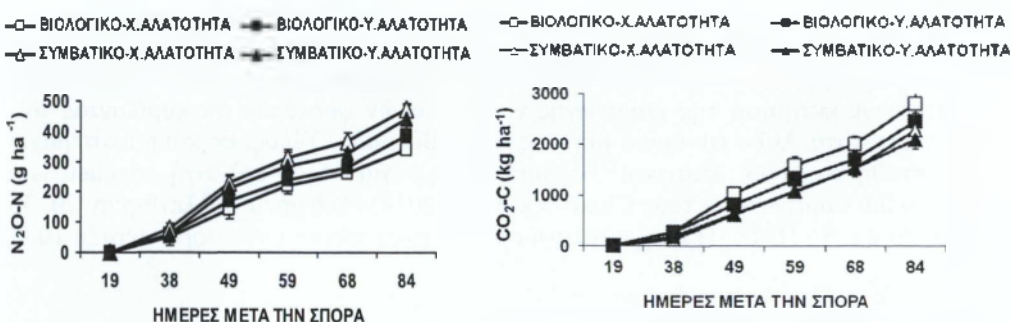
Η συνολική παραγωγή νωπών λοβών φασολιού παρουσίασε στατιστικά σημαντική μείωση στο βιολογικό σύστημα καλλιέργειας (3,669 kg/m²), σε σύγκριση με το συμβατικό (5,497 kg/m²), αλλά και στην υψηλή αλατότητα του νερού άρδευσης (3,994 kg/m²), σε σχέση με την χαμηλή αλάτοτητα (5,172 kg/m²). Παρόμοιες διαφορές στην παραγωγή μεταξύ συμβατικής και βιολογικής γεωργίας αναφέρονται και από άλλους ερευνητές (Seufert κ.ά, 2012). Δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ του καλλιεργητικού συστήματος και της αλατότητας. Το συνολικό ξηρό βάρος των λοβών

δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα δύο συστήματα αλλά μόνο ανάμεσα στα δύο επίπεδα αλατότητας.

Στα αρχικά στάδια της καλλιέργειας (30 ΗΜΣ), η περιεκτικότητα $\text{NO}_3\text{-N}$ στο έδαφος ήταν σημαντικά υψηλότερη στο συμβατικό σύστημα καλλιέργειας και στην υψηλή αλατότητα. Το αποτέλεσμα αυτό πιθανότατα οφείλεται αφενός στην εφαρμογή σύνθετων λιπασμάτων, τα οποία απελευθερώνουν άμεσα $\text{NO}_3\text{-N}$, και αφετέρου στην μειωμένη απορρόφηση $\text{NO}_3\text{-N}$ εξαιτίας της ανταγωνιστικής δράσης του Cl^- (Grattan & Griene, 1999). Η περιεκτικότητα του εδάφους σε $\text{NH}_4\text{-N}$ ήταν σημαντικά υψηλότερη στο συμβατικό σύστημα καλλιέργειας 30 ΗΜΣ σε σύγκριση με το βιολογικό, χωρίς καμία αλληλεπίδραση μεταξύ του συστήματος καλλιέργειας και της αλατότητας. Στο στάδιο του γεμίσματος των λοβών (60 ΗΜΣ) παρατηρείται δραστική μείωση στην περιεκτικότητα $\text{NO}_3\text{-N}$ αλλά και $\text{NH}_4\text{-N}$ (Σχήμα 1α,β).



Σχήμα 1: Επίδραση του καλλιεργητικού συστήματος (βιολογικό ή συμβατικό) και του επιπέδου αλατότητας (χαμηλή ή υψηλή) στην περιεκτικότητα $\text{NO}_3\text{-N}$ (α) και $\text{NH}_4\text{-N}$ (β) στο έδαφος 30, 60 και 85 ΗΜΣ. Οι κάθετες μπάρες υποδηλώνουν τα τυπικά σφάλματα.



Σχήμα 2: Επίδραση του καλλιεργητικού συστήματος (βιολογικό ή συμβατικό) και του επιπέδου αλατότητας στο νερό άρδευσης (χαμηλή ή υψηλή) στις αθροιστικές εκπομπές του N_2O (α) και CO_2 (β). Οι κάθετες μπάρες συμβολίζουν τα τυπικά σφάλματα.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η μείωση της παραγωγής λοβών φασολιού στο βιολογικό σύστημα καλλιέργειας οφειλόταν προφανώς σε μειωμένη

διαθεσιμότητα αζώτου σε αφομοιώσιμες για τα φυτά μορφές κατά το αρχικό στάδιο ανάπτυξης των φυτών, σε σύγκριση με το συμβατικό σύστημα.

Όσον αφορά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η παρούσα μελέτη καταδεικνύει ότι η βιολογική καλλιέργεια φασολιού μειώνει σημαντικά τις εκπομπές N₂O ανά μονάδα καλλιεργούμενης επιφάνειας σε σύγκριση με τη συμβατική καλλιέργεια (Σχήμα 2α). Χαμηλότερες εκπομπές N₂O σε βιολογικά συστήματα καλλιέργειας σε σύγκριση με τα συμβατικά έχουν αναφερθεί και από άλλους ερευνητές (π.χ. Flessa κ.ά., 2002, Burger κ.ά., 2005). Αντιθέτως, οι εκπομπές CO₂ παρουσιάστηκαν υψηλότερες στο βιολογικό σύστημα (Σχήμα 2β), πιθανότατα λόγω αυξημένης αναπνοής των μικροοργανισμών που αποδομούσαν το οργανικό λίπασμα, με δεδομένο ότι οι υπόλοιπες καλλιεργητικές μεταχειρίσεις ήταν ίδιες στα δύο συστήματα καλλιέργειας. Οι εκπομπές CH₄ ήταν πολύ χαμηλές, χωρίς να έχουν σημαντική συμβολή στο άθροισμα των εκπομπών του θερμοκηπίου (δεν παρατίθενται δεδομένα).

Η παρούσα μελέτη έδειξε ότι η βιολογική καλλιέργεια φασολιού οδηγεί σε σημαντική μείωση των εκπομπών N₂O ανά μονάδα καλλιεργούμενης επιφάνειας. Λόγω όμως της μειωμένης παραγωγής νωπών λοβών στη βιολογική καλλιέργεια, οι εκπομπές N₂O ανά μονάδα βάρους προϊόντος δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ των δύο συστημάτων καλλιέργειας (τα δεδομένα δεν παρατίθενται). Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι, για να συμβάλει στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου η βιολογική καλλιέργεια φασολιού, θα πρέπει να δίνει αποδόσεις που προσεγγίζουν αυτές των συμβατικών καλλιεργειών.

Βιβλιογραφία

- Burger, M., Jackson, L. E., Lundquist, E., Louie, D. T., Miller, R. L., Rolston, D. E., Scow, K. M., 2005. Microbial responses and nitrous oxide emissions during wetting and drying of organically and conventionally managed soil under tomatoes. *Biol. Fertil. Soils*: 42, 109–118.
- Chadwick, D. R. et al. 2014. Optimizing chamber methods for measuring nitrous oxide emissions from plot-based agricultural experiments. *Europ. J. Soil Sci.* (in press).
- Fernández-Luqueño, F., Reyes-Varela, V., Martínez-Suárez, C., Reynoso-Keller, R. E., Méndez-Bautista, J., Ruiz-Romero, E., López-Valdez, F., Luna-Guido, M. L., Dendooven, L. 2009. Emission of CO₂ and N₂O from soil cultivated with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) fertilized with different N sources. *Sci. Tot. Environ.*: 4289–4296.
- Flessa, H., Ruser, R., Dörsch, P., Kamp, T., Jimenez, M.A., Munch, J.C., Beese, F. 2002. Integrated evaluation of greenhouse gas emissions (CO₂, CH₄, N₂O) from two farming systems in southern Germany. *Agric. Ecosys. Environ.*: 91 175-189.
- Grattan, S. R., Grievc, C. M. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Sci. Hort.*: 78, 127-157.
- Seufert, V.M., Ramankutty, N., Foley, J. A. 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485: 229-232.
- Petersen, S. O., Regina, K., Pöllinger, A., Rigler, E., Valli, L., Yamulki, S., Esala, M., Fabbri, C., Syväsalo, E., Vinther, F. P., 2006. Nitrous oxide emissions from organic and conventional crop rotations in five European countries. *Agric. Ecosyst. Environ.* 112: 200–206.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Χ. Κοντοπούλου
Καραπάνος(προεδρεύων). Λοιπόν. Ερωτήσεις;

Μπουρνάκας. Να ρωτήσω κάτι; Γινότανε, κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, γινότανε σκαλίσματα ή φρεζαρίσματα για τα ζιζάνια;

Κοντοπούλου. Φρεζαρίσματα όχι. Γιατί ήταν πολύ κοντινές οι αποστάσεις, έτσι ώστε να μην μπορεί να περάσει το σκαπτικό. Σκαλίσματα ναι γινόντουσαν.

Μπουρνάκας. Ίδια και στο βιολογικό και στο συμβατικό;

Κοντοπούλου. Ναι, ναι τα ίδια.

Μπουρνάκας. Τα ραντίσματα ήταν τα ίδια;

Κοντοπούλου. Ναι, ναι. Ουσιαστικά η διαφορά τους ήταν μόνο ως προς τη λίπανση. Δηλαδή ακολουθήσαμε τελείως διαφορετικές φιλοσοφίες. Γιατί τα συμβατικά συστήματα είναι υψηλών εισροών, ενώ τα βιολογικά είναι χαμηλών εισροών συστήματα. Και ότι δεν χρησιμοποιήσαμε καθόλου φυτοφάρμακα προκειμένου να μην έχουμε κάποια επίδραση στο συμβατικό.

Καραπάνος. Η κ. Λιάπα.

Λιάπα. Το βιολογικό αγρόκτημα που κάνατε το πείραμα πόσων ετών ήταν βιολογικά πιστοποιημένο;

Κοντοπούλου. Ήταν από το δύο χιλιάδες τρία (2003).

Λιάπα. Άρα ήταν.

Κοντοπούλου. Ναι;

Σύνεδρος. Βλέπω κάτι που μας φαίνεται λίγο παράλογο. Για ποιο λόγο δηλαδή να έχουμε περισσότερες εκπομπές αερίου θερμοκηπίου στο βιολογικό σύστημα σε σχέση με το συμβατικό; Θα πρέπει να μετατρέψουμε τις μονάδες των βιολογικών λιπασμάτων που χρησιμοποιηθήκαν ως προς τα νιτρικά, να τα μετατρέψουμε σε αποτύπωμα διοξειδίου του άνθρακα, να τα αθροίσουμε και μετά να γίνει η σύγκριση για να βγάλουμε ένα καθαρό συμπέρασμα. Γιατί τώρα θα γίνει μία σύγχυση και φαίνεται ότι το βιολογικό εκπέμπει περισσότερα αέρια του θερμοκηπίου, οξείδια, διοξείδια του άνθρακα, απ' ότι το συμβατικό.

Κοντοπούλου. Γενικά. Κατ' αρχήν, ισχύει αυτό που είπατε, ότι μετατρέπουμε όλα τα αέρια σαν *equivalence* (ισοδύναμα) του διοξειδίου του άνθρακα, οπότε στη συγκεκριμένη περίπτωση, αυτό που μας ενδιαφέρει εμάς είναι ουσιαστικά το οξείδιο του αζώτου. Γιατί μας ενδιαφέρει το οξείδιο του αζώτου; Γιατί αν μετατρέψω το οξείδιο του αζώτου σαν ισοδύναμο του διοξειδίου, ένα μέρος οξείδιου του αζώτου είναι διακόσιες ενενήντα οχτώ (298) φορές διοξείδιο του άνθρακα. Οπότε, όταν εγώ τα μετατρέπω αθροιστικά, όσον αφορά την παραγωγή, βλέπω ότι δεν έχω κάποια επίδραση. Καταλάβατε; Δηλαδή όλες οι εκπομπές που παρατηρούνται στο διοξείδιο και στο μεθάνιο για το βιολογικό είναι πάρα πολύ χαμηλές.

Αυτό οφείλεται καθαρά σε μικροβιακή δραστηριότητα και υπάρχουν πάρα πολλές μελέτες που βλέπουμε ότι στα βιολογικά παρουσιάζεται μεγαλύτερη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα αλλά εμάς ήδη σαν χώρα είναι πάρα πολύ μειωμένες οι εκπομπές μας. Όταν όμως κοιτάμε να δούμε, όταν μία καλλιέργεια, όταν ένας παραγωγός με ρώταγε εάν θα έχει κάποια επίδραση η παραγωγή του και η καλλιέργειά του προς το περιβάλλον, εγώ θα του έλεγα ότι ουσιαστικά δεν θα έχει. Γιατί δεν θα έχει; Γιατί τα οξείδια του αζώτου είναι πάρα πολύ, δεν έδειξε κάποια στατιστική διαφορά. Και σας εξήγησα γιατί. Γιατί ένα μέρος οξείδιου του αζώτου είναι διακόσιες ενενήντα οχτώ (298) φορές διοξείδιο του άνθρακα.

Καριπίδης. Να ρωτήσω κάτι; Λάβαμε υπόψη τα ποσοστά της ποσότητας έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα για την παραγωγή των ανόργανων λιπασμάτων; Να το προχωρήσουμε λίγο πιο φιλοσοφικά;

Κοντοπούλου. Υπάρχουν πάρα πολλές έρευνες, που ουσιαστικά κάνουν ολόκληρο ισοζύγιο.

Καριπίδης. Να το πω πιο απλά. Εσείς βρήκατε ότι εκλύεται περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα στο βιολογικό το χωράφι. Αν αναλογιστούμε πόσο διοξείδιο του άνθρακα έχει εκλυθεί για να παραχθούν τα λιπάσματα τα ανόργανα, καταλήγουμε στο ίδιο συμπέρασμα που συμβαίνει με τα υβριδικά αυτοκίνητα. Μπορεί να μην καταναλώνουν καθόλου διοξείδιο του άνθρακα, να μην παράγουν καθόλου διοξείδιο του άνθρακα, αλλά πόσο διοξείδιο του άνθρακα, παρήχθη για να τα αποκτήσουμε μην το σκέπτεστε καθόλου.

Κοντοπούλου. Σίγουρα. Απλά εμείς θέλαμε να δούμε καθαρά τα συστήματα, σαν συστήματα καλλιέργειας και τι γίνεται στην Ελλάδα κάτω από αυτές τις συνθήκες. Έχετε δίκιο. Κανονικά θα έπρεπε να βάλουμε και το τρακτέρ και τη φρέζα, που όργωσε το χωράφι.

Σύνεδρος. Ακριβώς αυτά λέγονται εισροές.

Σάββας. Αν μου επιτρέπετε. Αν έβρισκε το αντίθετο αποτέλεσμα από αυτό θα μας παραξένευε.
Ακοιμιανάκης. Βρήκες αυτό, είναι απολύτως φυσιολογικό και αναμενόμενο. Είναι μία αντίδραση φυσιολογική. Αν έβρισκες το αντίθετο, εκεί θα τρελαινόμαστε όλοι. Αφού έχουμε βιολογική δραστηριότητα, προς Θεού, θα έχουμε και διοξείδιο και μεθάνιο. Αλλά δεν σημαίνει αυτό, δεν βγαίνει το συμπέρασμα, δηλαδή η ότι βιολογική καλλιέργεια απελευθερώνει περισσότερη ενέργεια. Το συγκεκριμένο πείραμα με τη συγκεκριμένη κατεύθυνση λογικό κι αναμενόμενο να έχει αυτά τα αποτελέσματα.

Καραπάνος. Μάλιστα κα Γουμενάκη.

Γουμενάκη. Τι είδους λιπάσματα χρησιμοποιήσατε και με ποιόν τρόπο τα ενσωματώσατε;

Κοντοπούλου. Δεν υπήρχε καμία διαφορά ανάμεσα στο συμβατικό και το βιολογικό, όσον αφορά τον τρόπο εφαρμογής, δηλαδή έγινε απλή ενσωμάτωση την ίδια μέρα.

Γουμενάκη. Τι είδους λιπάσματα;

Κοντοπούλου. Ήταν κομπόστ, τυπικό κομπόστ που χρησιμοποιούν οι τοπικοί παραγωγοί.

Γουμενάκη. Δηλαδή ποιο;

Κοντοπούλου. Του Βασιλόπουλου συγκεκριμένα, αν το γνωρίζετε. Βασιλόπουλου, όχι του Super market. Υπάρχει κομπόστ "Βασιλόπουλος".

Γουμενάκη. Δηλαδή με βάση την τύρφη.

Κοντοπούλου. Οργανικών υπολειμμάτων. Είναι ένα σαν οργανικά υπολείμματα είναι μία μείξη οργανικών υπολειμμάτων.

Γουμενάκη. Και πώς υπολογίσατε τις ανάγκες των φυτών προκειμένου να δώσετε την αντίστοιχη ποσότητα λιπάσματος;

Κοντοπούλου. Το θέμα δεν είναι να δώσουμε την αντίστοιχη ποσότητα στο ένα σύστημα και στο άλλο, γιατί τότε είναι σα να μη συγκρίνουμε τα ίδια συστήματα. Γι' αυτό είπα. Εμείς έχουμε ένα αξιωματικό σύστημα, για αυτό είπα, που είναι υψηλών εισροών. Δεν μπορώ να βάλω την ίδια φιλοσοφία του συμβατικού συστήματος με του βιολογικού.

Γουμενάκη. Καθόλου. Γι αυτό είπα. Πώς το υπολογίσατε;

Κοντοπούλου. Ναι. Σίγουρα. Η ποσότητα που βάλαμε στο συμβατικό. Ακολουθήσαμε καθαρά την τακτική που έκανε ο αγρότης, ο τοπικός.

Γουμενάκη. Δε βάλατε καθόλου το οργανικό.

Κοντοπούλου. Όχι βάλαμε. Απλά οι ποσότητες που βάλαμε είναι πολύ...Σκεφτείτε όμως ότι, υποτίθεται ότι είχε το πλεονέκτημα αυτός ο αγρός, διότι ήταν βιολογικός από το δύο χιλιάδες τρία (2003). Και πέρασαν δέκα τόσα χρόνια.

Γουμενάκη. (δεν ακούγεται, είναι εκτός μικροφώνου).

Κοντοπούλου. Ήταν εφοδιασμένος. Είχε πολύ πλούσια. Κάναμε οργανικές αναλύσεις σε οργανική ουσία. Είχε υψηλή οργανική ουσία. Φαίνεται το κλάσμα άνθρακα προς άζωτο ήταν υψηλότερο. Και στα προηγούμενα πειράματα που κάναμε ήταν υψηλότερο, στο βιολογικό. Κάθε φορά βγαίνει υψηλότερο στο βιολογικό. Επίσης γινόταν συνέχεια χλωρή λίπανση. Δηλαδή τον προηγούμενο Νοέμβρη κάναμε χλωρή λίπανση και ενσωματώσαμε τη χλωρή λίπανση. Οπότε όλα αυτά θα έπρεπε να βοηθήσουν περισσότερο το βιολογικό σύστημα.

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΡΡΕΝΟΣΤΕΙΡΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΜΕΛΙΤΖΑΝΑΣ (*Solanum melongena* L.) ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΔΙΕΙΔΙΚΩΝ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΜΕ ΤΟ *Solanum integrifolium*

Κ.Σ. Κρομμύδας¹, Φ.Α. Μπλέτσος² και Δ.Γ. Ρουπακιάς¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης των Φυτών, 54006 Θεσσαλονίκη

²ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Κέντρο Γεωργικής Έρευνας Βόρειας Ελλάδας (Κ.Γ.Ε.Β.Ε.), Τμήμα Λαχανοκομίας, ΤΚ 57001Θέρμη

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η δυνατότητα δημιουργίας διειδικών υβριδίων μεταξύ της μελιτζάνας (*S. melongena*) και του *S. integrifolium*, αξιοποιώντας τις κυτταροπλασματικά αρρενόστειρες σειρές των ποικιλιών μελιτζάνας ‘Λαγκαδά’, ‘Έμι’ και ‘Τσακωνική’ με σκοπό τη φθηνότερη παραγωγή υποκειμένων εμβολιασμού. Το 2012 έγιναν οι διειδικές διασταυρώσεις των αρρενόστειρων σειρών με το *S. integrifolium* και το 2013 μελετήθηκε η φυτρωτική ικανότητα των διειδικών σπόρων και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των διειδικών υβριδίων που σχετίζονται με την ευρωστία τους. Το μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχών διασταυρώσεων επιτεύχθηκε όταν ο θηλυκός γονέας ήταν η αρρενόστειρη σειρά της ‘Έμι’. Οι διειδικοί σπόροι που αποκτήθηκαν είχαν υψηλή φυτρωτική ικανότητα και τα σπορόφυτα αναπτύχθηκαν χωρίς προβλήματα. Τα διειδικά υβρίδια ήταν υψηλότερα, σχημάτισαν περισσότερους βλαστούς και φύλλα και είχαν παχύτερο βλαστό συγκρινόμενα με τις ποικιλίες μελιτζάνας και το άγριο είδος. Η ευρωστία των διειδικών υβριδίων που προέκυψαν με αυτή τη μέθοδο και ο ευκολότερος τρόπος δημιουργίας τους τα καθιστούν αξιόλογα υποκείμενα εμβολιασμού της μελιτζάνας.

Λέξεις κλειδιά: κυτταροπλασματική αρρενοστεριότητα, διειδικά υβρίδια, υποκείμενα εμβολιασμού, ευρωστία

Εισαγωγή

Τα διειδικά υβρίδια της μελιτζάνας με τα συγγενικά της άγρια είδη είναι αξιόλογα υποκείμενα στον εμβολιασμό της, γιατί συνδυάζουν την ανθεκτικότητα που κληρονομούν από το άγριο είδος με την ευρωστία τους (Gisbert κ.ά., 2011). Το μειονέκτημα των διειδικών υβριδίων είναι ότι για τη δημιουργία τους απαιτούνται τεχνητές διασταυρώσεις και επικονιάσεις, οι οποίες αυξάνουν το κόστος δημιουργίας τους. Το κόστος αυτό θα μπορούσε να μειωθεί με την αξιοποίηση αρρενόστειρων σειρών μελιτζάνας ως θηλυκών γονέων σε ένα πρόγραμμα διειδικού υβριδισμού. Σήμερα είναι διαθέσιμες οι κυτταροπλασματικά αρρενόστειρες σειρές των ελληνικών ποικιλιών μελιτζάνας ‘Λαγκαδά’, ‘Έμι’ και ‘Τσακωνική’, οι οποίες φέρουν το κυτταροπλάσμα του *Solanum violaceum* (Κρομμύδας κ.ά., 2009). Ένα από τα εμπορικά υποκείμενα που χρησιμοποιούνται στον εμβολιασμό της μελιτζάνας είναι το διειδικό υβρίδιο της μελιτζάνας με το άγριο είδος *Solanum integrifolium*, το οποίο είναι ανθεκτικό στη φουζαρίωση της μελιτζάνας (Torrino κ.ά., 2008, Khan & Isshiki, 2010). Σκοπός της εργασίας ήταν να διερευνηθεί η δυνατότητα αξιοποίησης των αρρενόστειρων σειρών μελιτζάνας στη δημιουργία διειδικών υβριδίων με το *S. integrifolium* και να μελετηθεί η ευρωστία αυτών των υβριδίων. Για το σκοπό αυτό το 2012 έγιναν οι κατάλληλες διειδικές διασταυρώσεις και το 2013 τα διειδικά υβρίδια που προέκυψαν καλλιεργήθηκαν και μελετήθηκαν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους.

Υλικά και Μέθοδοι

Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στις διειδικές διασταυρώσεις ήταν οι κυτταροπλασματικά αρρενόστειρες σειρές των ποικιλιών μελιτζάνας 'Λαγκαδά', 'Έμι' και 'Τσακώνικη' και το άγριο είδος *S. integrifolium* (cmsΛ, cmsΕ' και cmsΤ και SI, αντίστοιχα). Τον Ιούνιο του 2012 άνθη των αρρενόστειρων σειρών επικονιάστηκαν για 2 συνεχόμενες ημέρες με φρέσκια γύρη του *S. integrifolium* και έπειτα από 30 ημέρες μετρήθηκε το ποσοστό των επιτυχών διασταυρώσεων. Οι καρποί που έδωσαν αφέθηκαν να ωριμάσουν και οι διειδικοί σπόροι εξήχθησαν και αποθηκεύτηκαν. Το Μάρτιο του 2013 σπάρθηκαν 100 σπόροι του *S. integrifolium*, των ποικιλιών μελιτζάνας 'Λαγκαδά', 'Έμι' και 'Τσακώνικη' (Λ, Ε και Τ, αντίστοιχα) και των διειδικών υβριδίων F₁(cmsΛxSI), F₁(cmsΕxSI) και F₁(cmsΤxSI) που αποκτήθηκαν το 2012 και δύο εβδομάδες αργότερα υπολογίστηκε το ποσοστό της φυτρωτικής ικανότητας. Τα νεαρά σπορόφυτα μεταφυτεύθηκαν σε ατομικά γλαστράκια, όπου αναπτύχθηκαν μέχρι την τελική μεταφύτευσή τους (αρχές Μαΐου). Στον πειραματικό αγρό μεταφυτεύτηκαν 10 φυτά από κάθε τύπο φυτικού υλικού σύμφωνα με το πλήρως τυχαιοποιημένο πειραματικό σχέδιο. Για τη μελέτη της ευρωστίας του φυτού μετρήθηκε το ύψος του φυτού, ο αριθμός των βλαστών και των φύλλων με μήκος μεγαλύτερο από 10 cm (αρχές Ιουλίου) και η διάμετρος του κεντρικού βλαστού (μέσα Σεπτεμβρίου). Η ανάλυση της παραλλακτικότητας και ο διαχωρισμός των μέσων όρων (κριτήριο Duncan, p=0,05) έγιναν με το στατιστικό πακέτο SPSS18.

Αποτελέσματα

Οι διειδικές διασταυρώσεις μεταξύ των τριών αρρενόστειρων σειρών με το *S. integrifolium* είχαν διαφορετικό ποσοστό επιτυχίας και το μεγαλύτερο ποσοστό επιτεύχθηκε με θηλυκό γονέα την αρρενόστειρη σειρά της 'Έμι' (Πίνακας 1). Την επόμενη χρονιά οι διειδικοί σπόροι φύτεωσαν κανονικά και είχαν υψηλό ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας, παρόμοιο με αυτό της μελιτζάνας και του άγριου είδους (Πίνακας 1). Τα διειδικά σποροφύτα αναπτύχθηκαν κανονικά στα ατομικά γλαστράκια και διαχωρίστηκαν από τη μελιτζάνα και το *S. integrifolium* από την ταυτόχρονη παρουσία ανθοκυανίνης στην υποκοτύλη και την παρουσία αγκαθιών στο πρώτο πραγματικό φύλλο (Πίνακας 2). Στον πειραματικό αγρό τα διειδικά υβρίδια αναπτύχθηκαν χωρίς προβλήματα και είχαν πολύ ζωνή βλαστική ανάπτυξη (Εικόνα 1). Αυτό φάνηκε από γεγονός ότι ήταν ψηλότερα, σχημάτισαν περισσότερους βλαστούς και φύλλα ανά φυτό και είχαν παχύτερο βλαστό από τη μελιτζάνα και το άγριο είδος (Πίνακας 2). Μεταξύ των τριών διειδικών υβριδίων δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα παραπάνω χαρακτηριστικά, ωστόσο, το F₁(cmsΛxSI) είχε ελαφρώς υψηλότερες τιμές (Πίνακας 2).

Πίνακας 1. Διειδικές διασταυρώσεις με το *S. integrifolium* και φυτρωτική ικανότητα του σπόρου στο φυτικό υλικό που μελετήθηκε

Διειδικές διασταυρώσεις				
	αριθμός διασταυρώσεων	επιτυχίες διασταυρώσεις	ποσοστό επιτυχών (%)	αριθμός σπόρων ανά καρπό
cmsΛ x SI	30	6	20,00	132,00±56,0
cmsΕ x SI	30	14	46,67	124,50±46,67
cmsΤ x SI	30	11	36,67	155,50±76,50
Φυτρωτική ικανότητα του σπόρου				
Φυτικό υλικό	σπόροι που φυτεύτηκαν	σπόροι που φύτεωσαν	φυτρωτική ικανότητα(%)	
SI	100,0	92,0	92,0	
Λ	100,0	96,0	96,0	
F ₁ (cmsΛxSI)	100,0	90,0	90,0	
Ε	100,0	94,0	94,0	
F ₁ (cmsΕxSI)	100,0	96,0	96,0	
Τα	100,0	92,0	92,0	
F ₁ (cmsΤxSI)	100,0	94,0	94,0	

Πίνακας 2. Μορφολογικά χαρακτηριστικά του σποροφύτου, του φυτού, του φύλλου και του άνθους που μελετήθηκαν στο φυτικό υλικό

	SI	Λ	F ₁ (cmsAxSI)	Ε	F ₁ (cmsExSI)	Τ	F ₁ (cmsTxSI)
σπορόφυτο							
ανθοκονάνη στην υποκοτύλη	A ¹	Π ²	Π	Π	Π	Π	Π
αγκάθια στο φύλλο	Π	Α	Π	Α	Π	Α	Π
φυτό							
ύψος(cm)	74,0c ³ ±3,33	95,17b ±5,81	131,67a ±4,51	78,75bc ±5,54	119,0a ±6,01	86,0bc ±7,37	133,57a ±5,08
αριθμός βλαστών	6,83b ±0,79	9,17b ±0,87	30,33a ±4,09	9,0b ±1,08	22,50a ±3,60	8,67b ±0,33	27,29a ±3,42
αριθμός φύλλων	26,0b ±4,17	39,67b ±5,08	93,33a ±8,05	35,0b ±7,65	80,0a ±10,21	36,67b ±4,84	87,0a ±7,66
διάμετρος κεντρικού βλαστού (cm)	1,48cd ±0,07	2,00c ±0,29	3,78a ±0,19	1,40d ±0,07	2,97b ±0,21	1,60cd ±0,11	3,28ab ±0,26

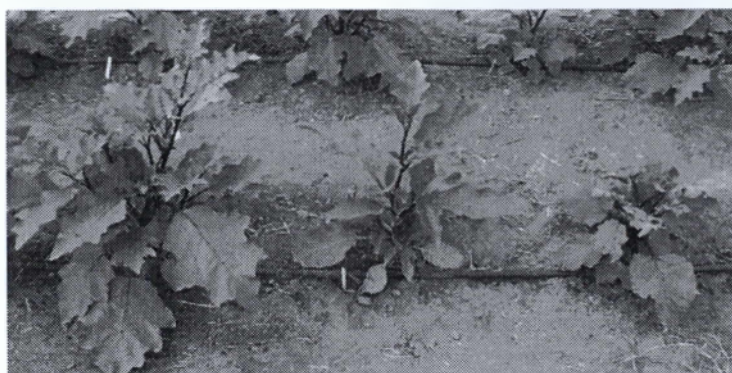
¹Α:Απουσία ²Π:Παρουσία ³Οι μέσοι όροι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα στην ίδια σειρά δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Duncan (p=0,05)

Συζήτηση

Τα διειδικά υβρίδια της μελιτζάνας με το *S. integrifolium* έχουν μελετηθεί και αξιοποιηθεί στη βελτίωσή της για βιοτικές καταπονήσεις, στον εμβολιασμό της και στη δημιουργία αρρενόστειρων σειρών και έχουν προκύψει μετά από σωματικό υβριδισμό ή διειδικές διασταυρώσεις (Torripio κ.ά., 2008, Khan & Isshiki, 2010, Gisbert κ.ά., 2011). Ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας τους τα παραπάνω υβρίδια έχουν το κυτταρόπλασμα της μελιτζάνας, του *S. integrifolium* ή υβριδικό κυτταρόπλασμα των δύο ειδών. Στην παρούσα έρευνα τα διειδικά υβρίδια προέκυψαν μετά από τη διασταύρωση αρρενόστειρων φυτών μελιτζάνας που έχουν το κυτταρόπλασμα του *S. violaceum* με το *S. integrifolium* και από γενετικής άποψης συνδυάζουν το πυρηνικό DNA δύο ειδών με το κυτταροπλασματικό ενός τρίτου. Στη διεθνή βιβλιογραφία δεν αναφέρονται έως τώρα διειδικά υβρίδια μελιτζάνας με παρόμοια γενετική σύσταση.

Ο διειδικός υβριδισμός μεταξύ των ειδών του γένους *Solanum* μπορεί να αποτύχει για διάφορους λόγους όπως η ασυμβατότητα γύρης-στίγματος και ο εκφυλισμός του ενδοσπερμίου, του εμβρύου ή του ανώριμου σπόρου (Lester & Kang, 1998). Στην παρούσα εργασία η δυνατότητα απόκτησης βιώσιμων διειδικών σπόρων δείχνει ότι, τουλάχιστον σε κάποιο βαθμό, η γύρη του *S. integrifolium* βλάστησε στο στίγμα των αρρενόστειρων φυτών και επακολούθησε η γονιμοποίηση. Από την άλλη, η υψηλή φυτρωτική ικανότητα των διειδικών σπόρων αποτελεί σαφή ένδειξη ότι οι λειτουργίες του εμβρύου και του ενδοσπερμίου δεν επηρεάστηκαν δυσμενώς από την ασυνήθιστη γενετική τους σύσταση και ότι η ωρίμανση και το φύτρωμα του σπόρου έγιναν κανονικά. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για την παραγωγή υποκειμένων εμβολιασμού, όπου η υψηλή φυτρωτική ικανότητα και το ομοιόμορφο φύτρωμα του σπόρου είναι απαραίτητες προϋποθέσεις (Μπλέτσος, 2010).

Οι Ali & Fajeda (1990) διασταύρωσαν τη μελιτζάνα με το *S. integrifolium* και προς τις δύο κατευθύνσεις και ανέφεραν ποσοστό επιτυχών διασταυρώσεων 47-80%, 25-70 διειδικούς σπόρους ανά καρπό και ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας 96-100%. Στη δική μας εργασία τα ποσοστά επιτυχών διασταυρώσεων ήταν μικρότερα, ωστόσο, το ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας ήταν παρόμοιο και ο μέσος αριθμός διειδικών σπόρων ανά καρπό έως και διπλάσιος. Από το ποσοστό των επιτυχών διειδικών διασταυρώσεων φαίνεται ότι η αρρενόστειρη σειρά της μελιτζάνας 'Έμι' είναι καταλληλότερος θηλυκός γονέας σε ένα πρόγραμμα διειδικού υβριδισμού. Οι διαφορές που βρέθηκαν μεταξύ των τριών αρρενόστειρων σειρών στο ποσοστό των επιτυχών διασταυρώσεων πιθανόν να οφείλονται σε γενοτυπικές διαφορές, καθώς ο γενότυπος του γονέα μπορεί να επηρεάσει την έκβαση των διειδικών ή ενδοειδικών διασταυρώσεων (Ali & Fajeda, 1990, Bletsos κ.ά., 2004, Κρομμύδας κ.ά., 2009).



Εικόνα 1. Διεϊδικό υβρίδιο F₁(msLxSI) (αριστερά), μελιτζάνα 'Λαγκαδά' (κέντρο) και *S. integrifolium* (δεξιά).

Σύμφωνα με τους Lester & Kang (1998) συμβαίνει συχνά τα διεϊδικά υβρίδια του γένους *Solanum* να είναι πιο εύρωστα από τους γονείς τους, εάν ξεπεραστούν οι δυσκολίες απόκτησής τους, κάτι που επιβεβαιώθηκε στην παρούσα έρευνα. Η αξιοσημείωτη ευρωστία των διεϊδικών υβριδίων δείχνει ότι η ανάπτυξή τους δεν εμποδίστηκε από την αλληλεπίδραση των γενωμάτων της μελιτζάνας και του *S. integrifolium* με το κυτταρόπλασμα του *S. violaceum*.

Από τα δεδομένα μας προκύπτει ότι οι κυτταροπλασματικά αρρενόστειρες σειρές μελιτζάνας μπορούν να αξιοποιηθούν στη δημιουργία διεϊδικών υβριδίων με το *S. integrifolium* και ότι αυτά τα διεϊδικά υβρίδια μπορεί να αποτελέσουν αξιόλογα υποκείμενα στον εμβολιασμό της μελιτζάνας.

Βιβλιογραφία

- Bletsos, F., Roupakias, D., Tsaktsira, M., and Scaltsoyannes, A. (2004). Production and characterization of interspecific hybrids between three eggplant (*Solanum melongena* L.) cultivars and *Solanum macrocarpon* L. *Sci. Hort.*, 101(1-2): 11–21.
- Gisbert, C., Prohens, J., Raigón, M. D., Stommel, J. R., and Nuez, F. 2011. Eggplant relatives as sources of variation for developing new rootstocks: Effects of grafting on eggplant yield and fruit apparent quality and composition. *Sci. Hort.* 128(1): 14–22.
- Khan, M.R. and Isshiki, S. 2010. Development of the male-sterile line of eggplant utilizing the cytoplasm of *Solanum aethiopicum* L. Aculeatum Group. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 79: 348–353.
- Lester, R. and Kang, J. 1998. Embryo and Endosperm Function and Failure in *Solanum* Species and Hybrids. *Ann. Bot.* 82: 445–453.
- Toppino, L., Valè, G. and Rotino, G. 2008. Inheritance of *Fusarium* wilt resistance introgressed from *Solanum aethiopicum* Gilo and Aculeatum groups into cultivated eggplant (*S. melongena*) and development of associated PCR-based markers. *Mol. Breeding* 22(2): 237–250.
- Κρομμύδας, Σ.Κ., Μπλέτσος, Α.Φ. και Ρουπακιάς, Δ.Γ. 2009. Μελέτη της γονιμότητας 3ης και 4ης αναδιασταύρωσης διεϊδικών υβριδίων *Solanum violaceum* και τριών ποικιλιών μελιτζάνας (*S. melongena*). Πρακτικά 24ου Επιστημονικού συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, σελ. 639–642.
- Μπλέτσος, Φ.Α. 2010. Ο εμβολιασμός των λαχανικών. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.
- Ali, M., and Fujeda, J. 1990. Cross compatibility between eggplant (*Solanum melongena* L.) and wild relatives. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58: 977–984.

UTILIZATION OF EGGPLANT CYTOPLASMIC MALE STERILE LINES IN PRODUCTION OF INTERSPECIFIC HYBRIDS WITH SOLANUM INTEGRIFOLIUM

K.S. Krommydas¹, F.A. Bletsos² and D.G. Roupakias¹

¹Aristotelian University of Thessaloniki, School of Agriculture, Laboratory of Genetics and Plant Breeding, GR-54124 Thessaloniki, Greece

²Hellenic Agricultural Organization 'DEMETER', Agricultural Research Center of Northern Greece, Department of Horticulture, GR-57001, Themi, Greece

Abstract

This study was undertaken in order to clarify the usefulness of three available cytoplasmic male sterile (CMS) eggplant lines in the production of interspecific hybrids with *Solanum integrifolium*. These interspecific hybrids are used as commercial rootstocks in eggplant grafting but the hybridization process involves manual emasculation and hand pollination resulting in increased seed cost. The interspecific crosses using the CMS lines of eggplant cultivars 'Lagada', 'Emi' and 'Tsakoniki' as female parents and *S. integrifolium* as the male parent were carried out in June 2012. The interspecific seeds were sown in March 2013 and the germination percentages were calculated. The interspecific hybrids were transplanted in the experimental field, together with the respective eggplant cultivars and the wild species, and their morphological traits related to plant vigor were studied. All of the CMS eggplant lines produced seeded fruits after interspecific hybridization, but the higher crossing percentage was achieved in the CMS line of 'Emi'. The germination of the interspecific seeds was normal with germination percentages comparable to those of eggplant and *S. integrifolium* and the seedlings developed normally. In the experimental field the interspecific hybrids were more vigorous than the corresponding eggplant cultivars and the wild species in terms of plant height, number of shoots and leaves and main stem diameter. In conclusion, a convenient method for interspecific rootstock production could be developed by utilizing the available CMS eggplant lines in the interspecific crosses.

Keywords: cytoplasmic male sterility, *Solanum melongena*, interspecific hybrids, rootstock, vigor

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Κ. Κρομμύδα

Κώτσιρας (προεδρεύων). Ευχαριστούμε πολύ τον κ. Κρομμύδα. Παρακαλώ εάν υπάρχουν ερωτήσεις. Ο κ. Σάββας.

Σάββας. Θέλω να σας κάνω μία ερώτηση, η οποία πηγάζει από το γεγονός ότι σε μία παρόμοια, όχι ακριβώς παρόμοια εργασία, γιατί εγώ δεν είμαι βέβαια γενετιστής, αλλά σε μία εργασία όπου δοκιμάσαμε ένα υποκείμενο εμβολιασμού διειδικό τομάτας με το *Solanum tuberosum* διαπιστώσαμε ότι το υποκείμενο εμβολιασμού οδηγούσε σε μειωμένη παραγωγή γύρης. Δηλαδή χαμηλότερη καρπόδεση. Έχετε δοκιμάσει αν αυτά τα υποκείμενα έχουν κάποια τέτοια επίδραση στο εμβολιασμένο φυτό; Δηλαδή μήπως, ενώ έχουν πολλά άλλα θετικά χαρακτηριστικά, τελικά μειώνουν την καρπόδεση;

Πρακτικά 26^{ου} Συνεδρίου της Ε.Ε.Ε.Ο. (Θεματική ενότητα Λαχανοκομίας)

Κρομμύδας. Εγώ μπορώ να σας πω μόνο ότι έκαναν δοκιμαστικά λίγους εμβολιασμούς για τη δική μου περιέργεια, γιατί δεν ήταν, αυτός που θέλει, χρειάζεται περαιτέρω μελέτη και εκτενέστερη βέβαια και τα φυτά τα βάλουμε αργά το καλοκαίρι, δεν φάνηκε να έχουν προβλήματα, αλλά δεν ήταν από την αρχή της καλλιεργητικής περιόδου, οπότε δεν μπορώ να πω με σιγουριά. Αλλά σίγουρα πρέπει να μελετηθούν οι κατάλληλοι συνδυασμοί υποκειμένων και εμβολίων και να δούμε τι επιπτώσεις θα έχουμε.

Σάββας. Αξίζει να το δείτε, πιστεύω πως αξίζει να το δείτε αυτό. Αν έχει κάποια επίδραση στην καρπόδεση, ή στο εμβολιασμένο φυτό.

Κρομμύδας. Σίγουρα. Αλλιώς θα είναι και άχρηστο.

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΡΠΩΝ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΤΥΠΟΥ «ΦΛΑΣΚΑΣ» ΚΑΙ «ΚΕΡΑΤΟΥ» ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΩΡΙΜΑΣΗΣ.

Ε. Μανωλοπούλου, Κ. Ρεκούμη και Α. Αλεξόπουλος

Γ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αντικάλαμος 24100 Καλαμάτα

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας ήταν η καταγραφή των μορφολογικών (μήκος, διάμετρος, βάρος και όγκος), φυσικών (χρώμα και υφή) και χημικών (διαλυτών στερεών συστατικών, συγκέντρωση ασκορβικού οξέος και χλωροφύλλης) αλλαγών που συνοδεύουν την αύξηση και την ανάπτυξη καρπών πιπεριάς τύπου «κέρατο» και τύπου «φλάσκας». Από τη μελέτη προέκυψε ότι, οι καρποί κατά τις πρώτες 20 ημέρες έχουν αποκτήσει περίπου το 70-80% του μεγέθους τους, η μεταβολή του βάρους και του όγκου είναι γραμμική συνάρτηση των διαστάσεων του καρπού, η ωρίμαση επιφέρει φυσικοχημικές αλλαγές όπως αύξηση της σκληρότητας, μείωση της χλωροφύλλης, αύξηση των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών, αύξηση της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C. Οι φυσιολογικά ώριμες πιπεριές περιέχουν περίπου 40-50% περισσότερη βιταμίνη C συγκριτικά με τις «εμπορικά ώριμες». Τέλος οι κλιματολογικές συνθήκες και ιδίως η θερμοκρασία του περιβάλλοντος επηρεάζουν την ανάπτυξη και ωρίμαση των καρπών.

Λέξεις κλειδιά: χλωροφύλλη, βιταμίνη C, υφή, χρώμα.

Εισαγωγή

Οι καρποί της πιπεριάς χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω του χρώματός τους, της γεύσης τους και της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε βιταμίνη C, βιταμίνη A, αντιοξειδωτικά και καροτενοειδή (Raffo, κ.ά., 2008). Οι πιπεριές συγκομίζονται στο πράσινο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας ή πλήρως ώριμες. Τα κριτήρια της συγκομιδής είναι συνήθως υποκειμενικά και βασίζονται στο χρώμα, το μέγεθος τη σκληρότητα και τις ημέρες μετά την άνθηση (καρπική περίοδος). Η ωρίμαση των καρπών συνοδεύεται από αλλαγές στα μορφολογικά, φυσιολογικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά. Οι αλλαγές αυτές επηρεάζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και ως εκ τούτου την αγοραστική αξία των καρπών. Σκοπός της εργασίας ήταν η καταγραφή των μορφολογικών (μήκος, διάμετρος, βάρος και όγκος), φυσικών (χρώμα και υφή) και χημικών (διαλυτά στερεά συστατικά, ασκορβικό οξύ και χλωροφύλλη) αλλαγών που παρατηρούνται κατά την αύξηση και την ωρίμαση καρπών πιπεριάς τύπου «κέρατο» ποικιλίας 'Bounty F1' και τύπου «φλάσκας» ποικιλίας 'California Wonder'.

Υλικά και Μέθοδοι.

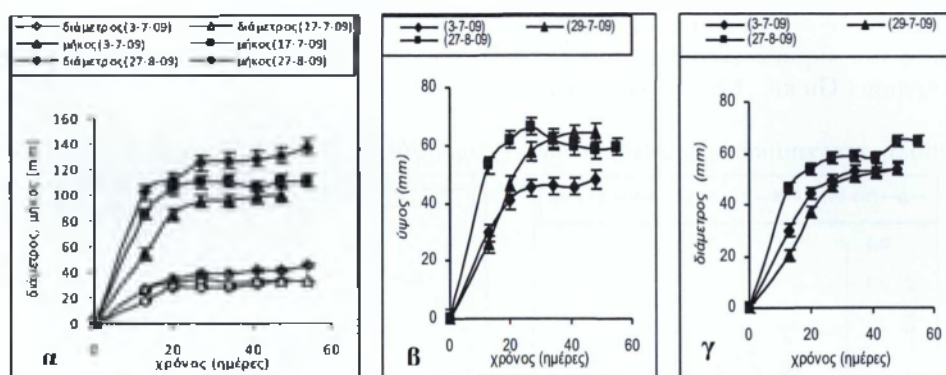
Ογδόντα φυτά πιπεριάς τύπου «κέρατο» και 80 τύπου «φλάσκας» μεταφυτεύθηκαν σε γλάστρες σε ανοικτό και καλά αεριζόμενο θερμοκήπιο του ΑΤΕΙ Πελοποννήσου. Το υπόστρωμα ήταν τύρφη και περλίτης (1:1,5), οι δε διαστάσεις φύτευσης 50 X 100 cm. Το λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Nutrileaf 20-20-20, η άρδευση γινόταν με σύστημα στάγδην 3 φορές την ημέρα και πάντα ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, τα κλαδεύματα πραγματοποιούνταν σε τακτά διαστήματα ανάλογα με την ανάπτυξη των φυτών, η δε υποστύλωση των φυτών έγινε με κατακόρυφους σπάγκους.

Για τη μελέτη της μεταβολής των μορφολογικών, φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών των καρπών, σημάνθηκαν άνθη της αυτής άνθησης (100 άνθη της ίδιας τάξης). Δέκα καρποί της αυτής ηλικίας από 10 διαφορετικά φυτά ανά τύπο πιπεριάς, αριθμήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για τις μετρήσεις των διαστάσεων και του χρώματος που γίνονταν πάνω στα φυτά και στους ίδιους πάντα καρπούς. Κάθε εβδομάδα συγκομίζονταν 15 καρποί / τύπο πιπεριάς για να γίνουν στο εργαστήριο οι διάφορες μετρήσεις. Οι μετρήσεις ολοκληρώνονταν όταν οι καρποί αποκτούσαν κόκκινο χρώμα (περίπου μετά από 7 εβδομάδες). Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται αναφέρονται σε τρεις διαφορετικές ανθήσεις (3 Ιουλίου, τέλος Ιουλίου, τέλος Αυγούστου).

Οι διαστάσεις των καρπών μετρήθηκαν με ψηφιακό μικρόμετρο, ο όγκος με την εκτόπιση ίσου όγκου νερού, το χρώμα με χρωματόμετρο Minolta CR-300 στο CIE L*a*b* χρωματικό σύστημα, η υφή των καρπών με τρυφερόμετρο Chatillon με έμβολο διατομής 0,5 cm, το ασκορβικό οξύ προσδιορίστηκε ογκομετρικά με δείκτη 2,6-διχλωρο-φαινολ-ινδοφαινόλη και η χλωροφύλλη προσδιορίστηκε με τη μέθοδο του Arnon (1949) με μίγμα ακετόνης και νερού σε αναλογία 80-20% (v/v).

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Μεταβολή των μορφολογικών χαρακτηριστικών (διαστάσεις, βάρος, όγκος)



Σχήμα 1. Μεταβολή διαστάσεων (μήκος- ύψος και διάμετρος) πιπεριών τύπου κέρατο (α) και φλάσκας (β, γ). Οι τιμές είναι ο Μ.Ο 10 μετρήσεων, I=LSD ($p \leq 0,05$).

Από το Σχήμα 1 προκύπτει ότι υπάρχει έντονη μεταβολή των διαστάσεων στις 20 πρώτες ημέρες. Κατά το χρονικό αυτό διάστημα οι καρποί έχουν λάβει το 80-85% της τελικής τους ανάπτυξης. Η μεταβολή των διαστάσεων πρακτικά διακόπτεται την 27^η ημέρα. Η σχέση μήκος-ύψος / διάμετρο που χαρακτηρίζει και το σχήμα των καρπών στο μεν «κέρατο» κυμαίνεται γύρω στο 3 στη δε «φλάσκα» γύρω στο 0,8-1,0 γεγονός που συμφωνεί με άλλη έρευνα (Tadesse κ.ά., 2002). Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η εποχή της άνθησης επηρεάζει σημαντικά τις διαστάσεις των καρπών.

Η μεταβολή του βάρους των καρπών τύπου «φλάσκας» ήταν γραμμική συνάρτηση του χρόνου με R^2 κυμαινόμενο μεταξύ 0,71-0,97 (ανάλογα με την εποχή άνθησης). Στην περίπτωση της πιπεριάς «κέρατο» η μεταβολή του βάρους ήταν γραμμική συνάρτηση του χρόνου ($R^2=0,9-0,98$) μόνο κατά τις 20 πρώτες ημέρες. Σε όλες τις ανθήσεις και στους δύο τύπους πιπεριάς η μεταβολή του βάρους ήταν γραμμική συνάρτηση του μήκους- ύψους, της διαμέτρου και του όγκου με R^2 κυμαινόμενο

μεταξύ 0,88 και 0,98 γεγονός που συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Tadesse κ.ά.,(2002).

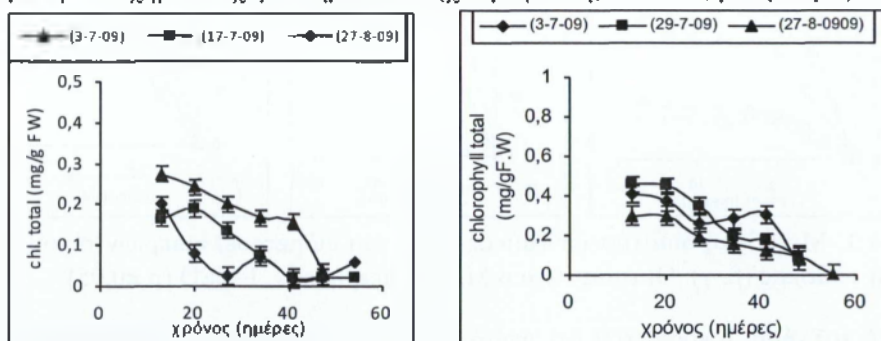
Ο όγκος των καρπών παρουσίασε απότομη αύξηση τις 20 πρώτες ημέρες οπότε οι καρποί απέκτησαν περίπου το 80% του τελικού όγκου τους. Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η εποχή της άνθησης επηρεάζει σημαντικά ($p \leq 0,05$) τον όγκο των καρπών.

Μεταβολή των φυσικών χαρακτηριστικών (χρώμα, υφή)

Για την απόδοση της μεταβολής του χρώματος μελετήθηκε η μεταβολή της φωτεινότητας (L^*), της χρωματικής παραμέτρου a^* και της χροιάς h^* . Η φωτεινότητα και στους δύο τύπους πιπεριάς δεν παρουσίασε μεταβολή μέχρι την 27^η ημέρα οπότε παρατηρήθηκε μία μείωση. Η μείωση αυτή συμπίπτει με την έναρξη της ωρίμασης των καρπών. Τα αποτελέσματά μας συμφωνούν με αυτά των Pérez-López κ.ά., (2007). Οι τιμές της χρωματικής παραμέτρου a^* παρέμειναν αρνητικές μέχρι την 34^η ημέρα ενώ στη συνέχεια παρουσίασαν μία απότομη αύξηση. Η μεταβολή του χρώματος από το πράσινο στο κόκκινο οφείλεται στην αποικοδόμηση της χλωροφύλλης και την αύξηση των καροτενοειδών (Homero-Mondez & Minguez-Mosquera, 2002). Η μεταβολή της χρωματικής παραμέτρου a^* είναι γραμμική συνάρτηση της μεταβολής της ολικής χλωροφύλλης με R^2 κυμαινόμενο μεταξύ 0, 75-0, 8. Οι τιμές της χροιάς h^* (δείκτης μεταβολής του χρώματος) αρχίζουν να ελαττώνονται την 34^η ημέρα όπως και οι τιμές της χρωματικής παραμέτρου a^* .

Η αντίσταση στο τρύπημα των καρπών (υφή) αυξάνεται όσο προχωρά η αύξηση και ωρίμαση του καρπού γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην αύξηση του πάχους του περικαρπίου (Gu κ.ά ,1999, Tadesse κ.ά., 2002).

Μεταβολή των χημικών χαρακτηριστικών (χλωροφύλλη, Ο.Δ.Σ.Σ, βιταμίνη C)



Σχήμα 2. Μεταβολή της ολικής χλωροφύλλης κατά την αύξηση και ωρίμαση καρπών πιπεριάς τύπου «κέρατο» (αριστερά) και τύπου «φλάσκα» (δεξιά). Οι τιμές είναι ο Μ.Ο 6 μετρήσεων, $I=LSD$ ($p \leq 0,05$).

Από το Σχήμα 2 προκύπτει μία μείωση της χλωροφύλλης με την αύξηση και ωρίμαση των καρπών. Η μείωση της χλωροφύλλης οφείλεται, στη μείωση του ρυθμού βιοσύνθεσής της, στην αύξηση του ρυθμού καταβολισμού της και στο γεγονός ότι ο ρυθμός της αύξησης του καρπού είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό βιοσύνθεσής της χλωροφύλλης (Minguez-Mosquera & Homero-Méndez, 1994).

Τα διαλυτά στερεά συστατικά ($\Delta.Σ.Σ$) παρουσιάζουν μια απότομη αύξηση τις 20 πρώτες ημέρες. Στο χρονικό αυτό διάστημα οι πιπεριές τύπου «κέρατο» έχουν αποκτήσει το 62-76% (ανάλογα με την άνθηση) της τελικής συγκέντρωσης $\Delta.Σ.Σ.$, ενώ οι τύπου «φλάσκα» το 45-52%. Στο τέλος της ωρίμασης η περιεκτικότητα των καρπών

τύπου «κέρατο» σε Δ.Σ.Σ., ανάλογα με την άνθηση, κυμαίνονταν μεταξύ 4,4-6,4 %, οι δε καρποί τύπου «φλάσκας» περιείχαν 6-6,8% Δ.Σ.Σ..

Η περιεκτικότητα των καρπών σε βιταμίνη C αυξήθηκε με την ανάπτυξη και ωρίμαση των καρπών γεγονός που συμφωνεί με τους Martin κ.ά. (2004). Οι κόκκινες ώριμες πιπεριές και των δύο τύπων, περιείχαν 40-50% περισσότερη βιταμίνη C από τις πράσινες. Η περιεκτικότητα των καρπών πιπεριάς τύπου «κέρατο» σε βιταμίνη C κυμάνθηκε (ανάλογα με την άνθηση) μεταξύ 152-181 mg/100 g , ενώ των καρπών πιπεριάς τύπου «φλάσκας» μεταξύ 142-187 mg/100 g. Οι τιμές αυτές βρίσκονται μέσα στο εύρος των τιμών της διεθνούς βιβλιογραφίας (Howard κ.ά., 2000, Tadesse κ.ά., 2002). Οι κλιματικές συνθήκες, η ποικιλία, οι καλλιεργητικές τεχνικές και το στάδιο ωριμότητας επηρεάζουν την περιεκτικότητα της πιπεριάς σε βιταμίνη C (Howard κ.ά., 2000, Assami κ.ά., 2003). Από τους κλιματικούς παράγοντες το φως και η θερμοκρασία έχουν σημαντική επίδραση στη θρεπτική αξία των φυτικών προϊόντων (Kader, 2000).

Βιβλιογραφία

- Arnon, D. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta Vulgaris*. Plant Physiol.24:1-15.
- Assami, D.K., Hong, Y.J., Barret, D.M., and Mitchell, A.E. 2003. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air dried marionberry, strawberry and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practices. J. Agric. Food Chem. 51:1237-1241.
- Gu, Y.S., Howard, I.R., and Wagner, A.B. 1999. Physicochemical factors affecting firmness of pasturized Jalapeno peppers rings. J. Food Quality 22:619-629.
- Hornero-Mondez, D., and Minguez-Mosquera, M.I. 2002. Chlorophyll disappearance and chlorophyllase activity during ripening of *Capsicum annuum* L. fruits. J. Sci. Food Agric. 82:1564-1570.
- Howard, L.R., Talcott, S.T., Brenes, C.H., and Villalon, B. 2000. Changes in physicochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars as influenced by maturity. J. Agric. Food Chem. 48:1713-1720.
- Kader, A.A. 2000. Pre and postharvest factors affecting fresh produce quality, nutritional value and implications for human health. Proceedings of the International Congress Food Production and the quality of Life, Sassari (Italy), 1:109-119.
- Martin, A., Ferreres, F., Tomas-Barberan, F., and Gil, M. 2004. Characterization and quantisation of antioxidant constituents of sweet pepper. J. Agric. Food Chem. 52:3861-3869.
- Minguez-Mosquera, M.I., and Hornero- Méndez, D. 1994. Formation and transformation of pigments during the fruit ripening of *Capsicum annuum* cv. Bola and Agridulce. J. Agric. Food Chem. 42:38-44.
- Pérez-López, A.J., Moisés del Amor, F., Serrano-Martinez, A., Fortea, M.I., and Nuñez-Delicado, E. 2007. Influence of agricultural practices on quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. J. Sci. Food Agric 87:2075-2080.
- Raffo, A., Baimonte, I., & Paoletti, F.2008. Changes in antioxidants and taste relate compounds content during cold storage of fresh-cut red sweet peppers. Eur. Food Res. Technol. 226:1167-1174.
- Tadesse, T., Hewett, W.E., Nichols, A.M., and Fisher, J.K. 2002. Changes in physicochemical attributes of sweet pepper cv. Domino during fruit growth and development. Sci. Hort. 93):91-103.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Ε. Μανωλοπούλου

Κώτσιρας (προεδρεύων). Ευχαριστούμε πολύ την κα Μανωλοπούλου. Εάν υπάρχουν κάποιες ερωτήσεις; Από το ακροατήριο; Ναι. Ο κ. Ακουμιανάκης.

Ακουμιανάκης. Μήπως μπορείτε κα Μανωλοπούλου, να μας προσδιορίσετε ακριβώς τι εννοείτε, όταν λέτε πρώτη, δεύτερη, τρίτη άνθιση; Ήταν ο πρώτος οφθαλμός η πρώτη άνθιση;

Μανωλοπούλου. Όχι. Όχι. Πρώτη άνθιση, ήταν τότε (η ημερομηνία) σημαδέψαμε τα άνθη. Το πρώτο άνθος το πετάξαμε, και στη συνέχεια είπαμε ότι στις τρεις (3) Ιουλίου κάνουμε ένα σημάδεμα ανθέων. Μετά κάναμε στις δεκαεφτά (17) Ιουλίου, μετά στις είκοσι οχτώ (28) Αυγούστου και κάναμε στις δώδεκα (12) και δεκαεννέα (19) Σεπτεμβρίου, που δεν έχουμε παρουσιάσει εδώ τα αποτελέσματα.

Ακουμιανάκης. Έχει ενδιαφέρον να δούμε τη θέση του άνθους. Που ακριβώς βρίσκεται, όταν λέτε πρώτη, δεύτερη, τρίτη άνθιση;

Μανωλοπούλου. Όχι την πρώτη, δεύτερη, τρίτη άνθιση, μόνο ημερομηνιακά, τίποτα άλλο.

Ακουμιανάκης. Ευχαριστώ.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ ΚΑΡΠΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ CHERRY ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ

Ι. Καραπάνος¹, Χ.Κ. Πάσσαμ¹, Μαρία Χάνδρα¹, Α. Αλεξόπουλος² και Κ. Ακουμιανάκης¹

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

²Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αντικάλamos, 241 00 Καλαμάτα

Περίληψη

Με σκοπό την επιμήκυνση της μετασυλλεκτικής ζωής καρπών cherry τομάτας, μελετήθηκε η επίδραση της πρώιμης συγκομιδής και της τεχνητής ωρίμανσης με αιθυλένιο, στην ποιότητα και τα χαρακτηριστικά της ωρίμανσής τους. Καρποί των υβριδίων Conchita F₁ και Cherelino F₁ είτε συγκομίστηκαν στο ώριμο κόκκινο στάδιο (red ripe, RR), ή στο πράσινο φυσιολογικά ώριμο στάδιο (mature green, MG), δέχθηκαν την επίδραση αιθυλενίου (150 mg L⁻¹ για 48 ώρες, στους 25°C, σε σκοτάδι) και ωρίμασαν στους 25°C σε φως ή σε σκοτάδι. Κατά την πορεία της ωρίμανσης προσδιορίστηκαν η ανάπτυξη χρώματος, ο ρυθμός αναπνοής και παραγωγής αιθυλενίου, η απώλεια βάρους και στο τελικό στάδιο της ωρίμανσης η συνεκτικότητα και το περιεχόμενο των καρπών σε σάκχαρα και άμυλο. Οι καρποί της ποικιλίας Conchita που συγκομίστηκαν στο στάδιο MG και ωρίμασαν στο φως ανέπτυξαν ομοιόμορφο κόκκινο χρώμα εντός 7 ημερών από την εφαρμογή αιθυλενίου, σε αντίθεση με τους καρπούς της ποικιλίας Cherelino που καθυστέρησαν κατά 5 ημέρες να ωριμάσουν σε αντίστοιχο επίπεδο, ενώ απέτυχαν να αναπτύξουν ομοιόμορφο χρωματισμό. Και στους δύο γονότυπους, οι MG καρποί που ωρίμασαν στο σκοτάδι δεν απέκτησαν ομοιόμορφο κόκκινο χρωματισμό ακόμα και 20 ημέρες μετά τη συγκομιδή τους. Αντίθετα, οι RR καρποί είχαν ομοιόμορφο κόκκινο χρώμα και υψηλότερη συνεκτικότητα από τους MG καρπούς που ωρίμασαν τεχνητά. Η παραγωγή CO₂ και αιθυλενίου των MG καρπών ήταν υψηλή κατά τα αρχικά στάδια και μειώθηκε με την πρόοδο της ωρίμανσης, χωρίς να καταγραφεί εμφανής κλιμακτική αιχμή στην αναπνοή. Η αποδόμηση του αμύλου κατά την ωρίμανση δεν επηρεάστηκε από τη φυσιολογική ή τεχνητή ωρίμανση, αλλά οι RR καρποί περιείχαν τουλάχιστον υπερδιπλάσια περιεκτικότητα σε γλυκόζη και φρουκτόζη σε σχέση με τους MG καρπούς που ωρίμασαν τεχνητά. Συμπερασματικά, η τεχνητή ωρίμανση πρώιμα συγκομισμένων cherry καρπών τομάτας με μακρά μετασυλλεκτική ζωή, δεν συνιστάται για την επιμήκυνση του χρόνου συντήρησής τους.

Λέξεις κλειδιά: κερασόμορφη τομάτα, μετασυλλεκτική συμπεριφορά, πράσινο φυσιολογικά ώριμο στάδιο, κόκκινο ώριμο στάδιο, ωρίμανση με αιθυλένιο

Εισαγωγή

Η τομάτα αποτελεί καρπό μοντέλο για τους κλιμακτικούς καρπούς και μπορεί να ολοκληρώσει την ωρίμανσή του ακόμη και μετά την αποκοπή του από το φυτό, είτε φυσιολογικά όταν συγκομίζεται μετά το στάδιο του «σπασίματος» του χρώματός του, είτε, με την έκθεσή του σε περιβάλλον με αιθυλένιο όταν συγκομίζεται στο πράσινο φυσιολογικά ώριμο στάδιο (Grierson and Kader 1986, Sargent and Moretti 2004). Η τελευταία τεχνική αποτελούσε στο παρελθόν συνηθισμένη μετασυλλεκτική μεταχείριση για τη συντήρηση καρπών τομάτας με περιορισμένη μετασυλλεκτική ζωή (Saltveit 2005).

Σήμερα, με την καλλιέργεια υβριδίων που παράγουν καρπούς με υψηλή μετασυλλεκτική ζωή (long shelf-life υβρίδια στα οποία ανήκουν ποικιλίες cherry τομάτας όπου οι καρποί συγκομίζονται σε ταξικαρπίες) η τεχνική αυτή δεν χρησιμοποιείται πλέον, γιατί εκτός των άλλων υποβαθμίζει την ποιότητα και ιδιαίτερα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των καρπών (Betancourt *et al.* 1977, Bisogni *et al.* 1976). Παρά ταύτα, η συγκομιδή καρπών σε πρώιμο στάδιο ωρίμανσης με ή χωρίς την εφαρμογή τεχνητής ωρίμανσης μπορεί ακόμη να έχει πρακτική εφαρμογή, γιατί συμβάλλει στη ρύθμιση της διάθεσης της παραγωγής στην αγορά, αυξάνει τη μετασυλλεκτική ζωή και περιορίζει τους μηχανικούς τραυματισμούς και τις απώλειες.

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η δυνατότητα χρήσης της τεχνητής ωρίμανσης με την εφαρμογή αιθυλενίου σε πράσινους φυσιολογικά ώριμους καρπούς cherry τομάτας με μακρά μετασυλλεκτική ζωή και η επίδρασή της σε ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, σε σχέση με καρπούς που ωρίμασαν φυσιολογικά.

Υλικά και Μέθοδοι

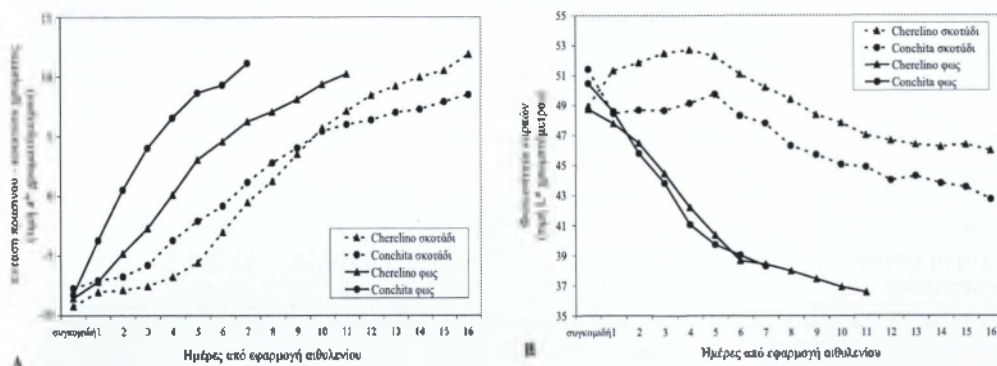
Από καλλιέργεια cherry τομάτας των υβριδίων Conchita F₁ και Cherelino F₁ (DeRuijter Seeds, Bergschenhoek, The Netherlands), συλλέχθηκαν κατά το πρώτο δεκαπενθήμερο του Μαΐου φυσιολογικά ώριμοι πράσινοι (MG) και ώριμοι κόκκινοι (RR) καρποί και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο. Οι MG καρποί κλείστηκαν σε γυάλινα δοχεία όγκου 10 L και δέχθηκαν επέμβαση με αέριο C₂H₄ συγκέντρωσης 150 mg l⁻¹ για 48 ώρες, στους 25±1°C σε σκοτάδι. Ακολούθως, οι καρποί αυτοί παρέμειναν για να ωριμάσουν σε θάλαμο στους 25±1°C και 85% Σ.Υ., είτε σε σκοτάδι, είτε υπό συνεχή φωτισμό έντασης 2500 lux, με λαμπτήρες πυρακτώσεως και φθορισμού.

Κατά την πορεία ωρίμανσης των καρπών, προσδιοριζόταν καθημερινά η απώλεια βάρους, η μεταβολή της φωτεινότητας (L*) και του πράσινου-κόκκινου χρώματος (a*) με τη χρήση χρωματομέτρου (Minolta Chromameter CR-300, Osaka, Japan) και οι ρυθμοί παραγωγής CO₂ με αναλυτή CO₂ (Li-Cor LI-6252, Nebraska, USA) και C₂H₄ με αέριο χρωματογράφο (Perkin-Elmer 8310C, Waltham, USA, με ανιχνευτή FID). Στους ώριμους καρπούς από τεχνητή ή φυσιολογική ωρίμανση προσδιορίστηκαν το χρώμα, η συνεκτικότητα ως αντίσταση στη διάτρηση της σάρκας με συνεκτικόμετρο που φέρει κωνική ακίδα διαμέτρου 6,3 mm (Chatillon DFIS 10, John Chatillon, Greensboro, NC, USA), το περιεχόμενο των καρπών στα σάκχαρα γλυκόζη, φρουκτόζη και σακχαρόζη με χρήση υγρής χρωματογραφίας υψηλής πίεσης (HPLC, Shimadzu Prominence, Kyoto, Japan, με ανιχνευτή RI) σύμφωνα με τη μέθοδο των Piccaglia and Galletti (1988) και σε άμυλο φασματοφωτομετρικά (Perkin Elmer Lambda 1A, Waltham, USA), σύμφωνα με τη μέθοδο των Dekker and Richards (1971) και Barham and Trinder (1972). Σε κάθε γονότυπο και επέμβαση ωρίμανσης χρησιμοποιήθηκαν 5 ομάδες των 4 καρπών ανά ομάδα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με βάση το μονοπαραγοντικό εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, με ανάλυση της διασποράς και οι διαφορές των μέσων εκτιμήθηκαν με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, με το στατιστικό πρόγραμμα StatGraphics Centurion.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Παρουσία φωτός, οι πράσινοι φυσιολογικά ώριμοι καρποί του υβριδίου Conchita ανέπτυξαν σχετικά ομοιόμορφο κόκκινο χρωματισμό συγκρίσιμο με των καρπών που ωρίμασαν πάνω στο φυτό, εντός 7 ημερών από την εφαρμογή του αιθυλενίου. Αντίθετα, οι καρποί της Cherelino καθυστέρησαν ακόμη 5 ημέρες και παρουσίασαν ανομοιόμορφη ανάπτυξη χρώματος τόσο στον ίδιο καρπό, όσο και μεταξύ των καρπών. Για αντίστοιχη ανάπτυξη κόκκινου χρώματος στο σκοτάδι απαιτήθηκαν 17 περίπου ημέρες, αλλά και στα δύο υβρίδια παρατηρήθηκε ανομοιόμορφη ωρίμανση (Σχήμα 1Α).

Είτε σε σκοτάδι ή σε φως, οι καρποί που ωρίμασαν τεχνητά δεν απέκτησαν τον κόκκινο χρωματισμό των καρπών που ωρίμασαν πάνω στο φυτό (Πίνακας 1). Το φως είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη του χρώματος κατά την ωρίμανση των καρπών της τομάτας, ιδιαίτερα για τη σύνθεση των καροτενοειδών (Grierson and Kader, 1986). Όμοια, οι Raynter and Jen (1976) αναφέρουν θετική επίδραση του φωτός στη σύνθεση καροτενοειδών και στην ανάπτυξη χρώματος κατά την ωρίμανση σε μεγαλόκαρπες ποικιλίες τομάτας που συγκομίστηκαν στο MG στάδιο. Αντίθετα, το φως μείωσε τη φωτεινότητα των καρπών, εντονότερα στους καρπούς που ωρίμασαν τεχνητά σε σχέση με τους καρπούς που ωρίμασαν πάνω στο φυτό (Σχήμα 1B, Πίνακας 1).



Σχήμα 1. Μεταβολή της έντασης του πράσινου-κόκκινου χρωματισμού (A) και της φωτεινότητας (B) καρπών cherry τομάτας δύο υβριδίων που συγκομίστηκαν στο MG στάδιο και δέχθηκαν επέμβαση με αιθυλένιο, κατά την ωρίμανσή τους σε φως και σκοτάδι.

Λόγω καθυστέρησης στην ανάπτυξη χρωματισμού, οι MG καρποί που ωρίμασαν σε σκοτάδι εμφανίζουν υψηλότερη απώλεια βάρους σε σχέση με αυτούς που ωρίμασαν σε φως, αλλά δεν παρουσιάζεται διαφορά μεταξύ τους ως προς τη συνεκτικότητά τους, η οποία όμως είναι χαμηλότερη από των RR καρπών (Πίνακας 1).

Οι καρποί από τεχνητή ωρίμανση παρουσίασαν έντονη αύξηση στο ρυθμό παραγωγής αιθυλενίου μετά το χειρισμό τους με αιθυλένιο, αλλά μετέπειτα εμφάνισαν σταδιακή μείωση. Οι καρποί της Conchita που χαρακτηρίζονται από μακρύτερη διατηρησιμότητα από αυτούς της Cherefino παράγγαζαν σημαντικά λιγότερο αιθυλένιο κατά την ωρίμανσή τους. Όμως, οι καρποί και των δύο γονότυπων δεν εμφάνισαν την τυπική κλιμακτηρική αιχμή της αναπνευστικής δραστηριότητας που χαρακτηρίζει τους καρπούς της τομάτας κατά την ωρίμανσή τους (δεδομένα δεν παρουσιάζονται).

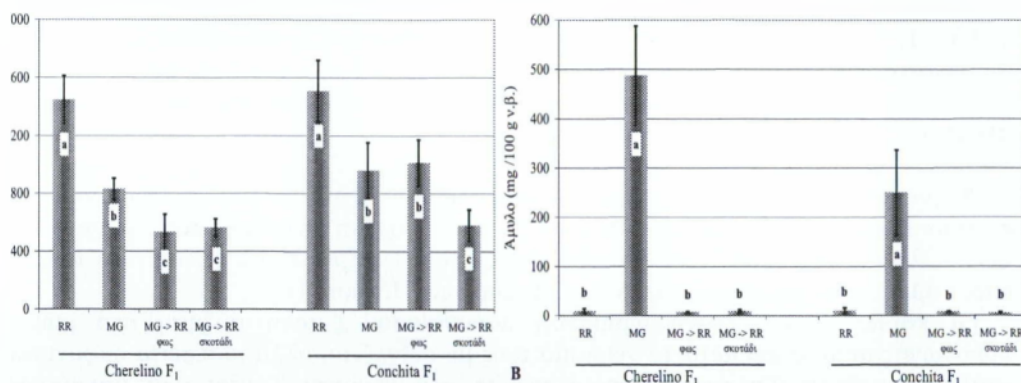
Ο μεταβολισμός του αμύλου δεν επηρεάστηκε από την τεχνητή ωρίμανση, επομένως οι ώριμοι καρποί από τεχνητή και φυσιολογική ωρίμανση έφεραν πολύ χαμηλά και παρόμοια μεταξύ τους επίπεδα αμύλου (Σχήμα 2B). Αντίθετα, οι RR καρποί εμφάνισαν υπερδιπλάσιο περιεχόμενο σε γλυκόζη σε σχέση με τους καρπούς που ωρίμασαν τεχνητά (Σχήμα 2A), ενώ όμοια ήταν η εικόνα και ως προς το περιεχόμενο σε φρουκτόζη. Το περιεχόμενο των καρπών σε σακχαρόζη ήταν πολύ χαμηλό σε κάθε περίπτωση και πρακτικά δεν συνεισφέρει στα ολικά διαλυτά σάκχαρα των καρπών. Το χαμηλό περιεχόμενο σε διαλυτά σάκχαρα (γλυκόζη + φρουκτόζη) των καρπών που ωρίμασαν τεχνητά οφείλεται στο ότι οι καρποί αυτοί καλύπτουν από τα αποθέματά τους σε υδατάνθρακες την αυξημένη κατανάλωση σακχάρων για αναπνοή και μεταβολικές διεργασίες κατά την ωρίμανση, σε αντίθεση με αυτούς που ωρίμασαν φυσιολογικά, οι οποίοι δέχονται σάκχαρα από το φυτό καθ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης. Όμοια, οι

Betancourt *et al.* (1977) και οι Bisogni *et al.* (1976) αναφέρουν ότι οι πρώιμα συγκομισμένοι καρποί τομάτας που ωριμάζουν «στο ράφι» περιέχουν λιγότερα σάκχαρα και παρουσιάζουν υποδεέστερο άρωμα και οπτική ποιότητα σε σχέση με τους καρπούς που ωριμάζουν πάνω στο φυτό.

Πίνακας 1. Συνεκτικότητα, φωτεινότητα και ένταση κόκκινου χρώματος καρπών cherry τομάτας δύο υβριδίων που συγκομίστηκαν στο RR στάδιο (φυσιολογική ωρίμανση) ή στο MG στάδιο και ωρίμασαν τεχνητά σε φως και σκοτάδι.

Μέθοδος ωρίμανσης	Cherelino F ₁			Conchita F ₁		
	Συνεκτικότητα (kg)	Φωτεινότητα καρπού (L*)	Ένταση κόκκινου χρώματος (a*)	Συνεκτικότητα (kg)	Φωτεινότητα καρπού (L*)	Ένταση κόκκινου χρώματος (a*)
φυσιολογική ωρίμανση	1,06±0,02 a*	38,6±0,6 b	15,9±0,5 a	1,25±0,09 a	39,0±0,4 b	14,8±0,9 a
τεχνητή ωρίμανση σε φως	0,84±0,11 b	36,6±0,9 c	10,2±2,1 b	1,03±0,07 b	38,3±0,7 b	11,1±1,6 b
τεχνητή ωρίμανση σε σκοτάδι	0,88±0,12 b	46,0±1,1 a	11,9±1,9 b	1,05±0,14 b	42,7±1,5 a	8,5±2,5 c

*μέσοι σε στήλες που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Σχήμα 2. Συγκέντρωση γλυκόζης (Α) και αμύλου (Β) στους καρπούς cherry τομάτας δύο υβριδίων που συγκομίστηκαν στο RR στάδιο ή στο MG στάδιο και ωρίμασαν τεχνητά σε φως και σκοτάδι.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή τεχνητής ωρίμανσης δεν φαίνεται να αποτελεί έναν αποτελεσματικό μετασυλλεκτικό χειρισμό σε καρπούς cherry τομάτας με μακρά μετασυλλεκτική ζωή, γιατί προκαλεί σημαντική υποβάθμιση τόσο στην οπτική ποιότητα (ανομοιόμορφη ωρίμανση και θαμπάδα), όσο και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (έντονα μειωμένη γλυκύτητα) των καρπών.

Βιβλιογραφία

- Barham, D. and Trinder, P. 1972. An improved color reagent for the determination of blood glucose by oxidase system. *Analyst* 97:142-145.
- Betancourt, A.L., Stevens, A.M. and Kader, A.A. 1977. Accumulation and loss of sugars and reduced ascorbic acid in attached and detached tomato fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 102:721-723.

- Bisogni, C.A., Armbruster, G. and Brecht, P.E. 1976. Quality comparisons of room ripened and field ripened tomato fruits. *J. Food Sci.* 41:333-338.
- Dekker, R.F.H. and Richards, N.G. 1971. Determination of starch in plant material. *J. Sci. Food Agric.* 22:441-444.
- Grierson, D. and Kader, A.A. 1986. Fruit ripening and quality. In: Atherton J.G. and Rudich J. (eds.). *The Tomato Crop: A Scientific Basis for Improvement*. Chapman and Hall, London, UK, p. 241-280.
- Paynter, V.A. and Jen, J.J. 1976. Comparative effects of light and ethephon on the ripening of detached tomatoes. *J. Food Sci.* 41:1366-1369.
- Piccaglia, R. and Galletti, G.C. 1988. Sugar and sugar alcohol determination in feedstuffs by HRGC, HPLC and enzymic analysis. *J. Sci. Food Agr.* 45:203-213.
- Saltveit, M.E. 2005. Postharvest biology and handling. In: Heuvelink, E. (ed.), *Tomatoes*. CABI Publishing, p. 305-324.
- Sargent, S.A. and Moretti, C.L. 2004. Tomato. In: Gross, K.C., Wang, C.Y., Saltveit, M. (eds.), *The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks*. USDA, ARS, Agricultural Handbook 66, USA.

COMPARATIVE STUDY OF RIPENING CHARACTERISTICS OF CHERRY TOMATO FRUITS RIPENED ON THE PLANT OR PREMATURELY HARVESTED AND RIPENED ON THE SHELF

I. Karapanos¹, H.C. Passam¹, M. Chandra¹, A. Alexopoulos^{2*} and K. Akoumianakis¹

¹ *Laboratory of Vegetable Production, Department of Crop Science, Agricultural University of Athens, Iera Odos 75, 11855 Athens*

² *Technological Educational Institute of Peloponnese, Department of Agricultural Technology, Antikalamos 24100 Kalamata*

Summary

The effect of early harvest and artificial ripening on cherry tomato fruit quality was studied. Fruit of two cherry tomato hybrids (Conchita F₁ and Cherelino F₁) were harvested at the red-ripe stage (RR), or at the mature-green stage (MG), treated with ethylene (150 mg l⁻¹) and left to ripen at 25°C under light or darkness. Weight loss, colour development, respiration and ethylene production rates were evaluated during ripening, as well as the colour, firmness, sugars and starch content at full maturity. Conchita fruits that ripened on the shelf under light developed a uniform red colour within 7 days of ethylene treatment, whereas Cherelino fruits needed an additional period of 5 days to ripe and failed to develop uniform red colouration. In both genotypes, MG fruits held in the dark failed to redden uniformly even 20 days after harvest. Fruit harvested at the RR stage had a uniform red colour and were firmer than those harvested at the MG stage and ripened on the shelf. CO₂ and ethylene production of detached MG fruits of both genotypes was high during the initial stages of ripening, but fell with increasing maturation without evidence of a respiratory climacteric. Starch breakdown during ripening was not affected by postharvest treatments; hence fruit starch content at maturity was invariably low. However, fruit matured on the plant contained more fructose and glucose than those harvested at the MG stage and ripened on the shelf. Consequently, cherry tomato hybrids with extended postharvest life should be ripened on the plant prior to harvest.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Ι. Καραπάνου

Κώτσιρας (προεδρεύων). Ευχαριστούμε πολύ τον κ. Καραπάνο. Αν υπάρχουν κάποιες ερωτήσεις; Ναι, η κα Μανωλοπούλου.

Μανωλοπούλου. Θα σας τις πω όλες μαζί, να μου απαντήσετε. Κατ' αρχάς ποια κριτήρια χρησιμοποιήσατε, όταν λέτε, φυσιολογικά ώριμος καρπός; Δεύτερον είπατε αναλυτής διοξειδίου του άνθρακα. Τι όργανο ήταν αυτό; Και τρίτον ίσως αν είχατε κάνει, αν είχατε προσδιορίσει την οξύτητα, να μπορούσατε να μας δώσετε μια ιδέα για τη γέυση της ντομάτας, γιατί τα σάκχαρα και η οξύτητα είναι οι δύο παράγοντες που ρυθμίζουν τη γέυση της ντομάτας.

Καραπάνος. Λοιπόν, για το πρώτο ερώτημά σας, είπατε πως προσδιορίζουμε φυσιολογικά;

Ναι ήταν τα στοιχεία του USDA. Και μάλιστα ήταν στο στάδιο, στο υποστάδιο, όχι μόνο το χρώμα, ορισμένοι καρποί που συγκομίστηκαν με βάση το χρώμα κόπηκαν κιόλας, για να δούμε εσωτερικά πως είναι οι καρποί αυτοί γιατί θέλαμε να δούμε και το υποστάδιο του ώριμου πράσινου [mature green (MG)], τότε είμαστε σίγουροι ότι οι καρποί, εξάλλου, το έδειξαν αυτό, γιατί ωρίμασαν τεχνητά, αλλιώς δεν θα είχαμε τέτοιο θέμα. Τώρα για τον αναλυτή διοξειδίου, ήταν μοντέλο Rico. Ο αναλυτής διοξειδίου της Rico 6252, το οποίο όμως το χρησιμοποιούμε στο εργαστήριο ως κλειστό σύστημα. Να σας εξηγήσω τι εννοώ. Κάνει ένα κύκλο στον αέρα, οπότε μετράμε το ρυθμό. Ωραία. Και η τελευταία ερώτησή σας;

Μανωλοπούλου. Για την οξύτητα.

Καραπάνος. Α! Για την οξύτητα. Ναι. Δεν έχουμε κάνει ακόμα την οξύτητα, γιατί δεν προλάβαμε να μετρήσουμε να προσδιορίσουμε. Θέλαμε να προσδιορίσουμε τα οξέα.

Πιθανολογώ ότι η οξύτητα θα παραμένει υψηλή. Γιατί. Και ένα λόγος ακόμη που τα ντοματάκια αυτά θα έχουν πολύ υποβαθμισμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Κακή γέυση. Σαφώς δώσαμε μεγαλύτερο βάρος στα σάκχαρα γιατί θέλαμε να δούμε, να δείξουμε επίσης, ότι το να κόψουμε πρόωρα έναν καρπό από το φυτό, τον υποβαθμίζουμε κυρίως τα σάκχαρα.

Η περαιτέρω ωρίμανση, αφού είδατε βέβαια ότι και η ωρίμανση οφείλεται, βέβαια και η ωρίμανση δεν ήταν καλή. Αντιλαμβανόμαστε και τα οξέα θα παραμένουν σχετικά υψηλά μέσα στον καρπό, οπότε μολονότι δεν το έχουμε αποδείξει, μένει να το αποδείξουμε, γιατί συνεχίζουμε τις μετρήσεις πάνω σε αυτό το θέμα και είναι κάτι λογικό, όπως καταλαβαίνετε.

Μανωλοπούλου. Ναι, αλλά για τη γέυση.

Καραπάνος. Να σας πω κάτι. Μόνο και μόνο ότι τα ντοματάκια αυτά ήταν σε αυτή την κατάσταση στη φωτογραφία που σας έδειξα καθιστούν τα προϊόντα μη εμπορικά στην ουσία. Εμείς θέλαμε να δείξουμε κυρίως το ότι η εφαρμογή αυτή, κατ' αρχάς πως δουλεύει η εφαρμογή αυτή σε καινούργια υβρίδια, μακράς αποθηκευσιμότητας. Μου φαίνεται δεν δουλεύει. Για πολλούς και διάφορους λόγους οι οποίοι μένει να μελετηθούν. Το κυριότερο ήταν αυτό. Τώρα από κει και πέρα για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά συνεχίζει η μελέτη και θα έχουμε αποτελέσματα σύντομα.

Κώτσιρας. Κάποια άλλη ερώτηση;

Μαρκόπουλος. Είμαι από την εταιρεία Agris. Θα ήθελα να ρωτήσω, επειδή έχω κάποια σχετική εμπειρία σε σχέση με το ντοματίνι, οι καρποί από ποιο σταυρό, σε ποιο σταυρό έχουν συγκομιστεί, γιατί η εμπειρία μας λέει ότι στους πρώτους τρεις σταυρούς δεν έχουμε τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας ή του υβριδίου, αυτά τα χαρακτηριστικά που παίρνουμε ως πούμε, από τον τρίτο σταυρό και πάνω έχουμε τα οργανοληπτικά που παίρνουμε από τον τρίτο σταυρό και πάνω έχουμε τα οργανοληπτικά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά σωστά σε ένα υβρίδιο cherry.

Καραπάνος. Η συγκομιδή έγινε στον δεύτερο, τρίτο σταυρό. Κοιτάζαμε να είναι ομοιόμορφα δηλαδή, να λαμβάνουμε τους πρώτους καρπούς από κάθε σταυρό, δηλαδή στις βάσεις τους καρπούς. Βέβαια αυτό εδώ δεν μας ενδιέφερε να κάνουμε σύγκριση των ποιοτικών χαρακτηριστικών στο στάδιο του ώριμου κόκκινου [red ripe (RR)]. Απλά είδαμε σε αντίστοιχους καρπούς που ωρίμασαν πάνω στο φυτό και σε καρπούς τους οποίους συλλέξαμε πολύ πρόωμα, πως υποβαθμίζεται η ποιότητα στη δεύτερη περίπτωση.

Ως προς τα γενικότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών σαφώς σε προχωρημένη ταξικαρπία, θα μπορούσε να ήταν βελτιωμένα. Αλλά αυτό δεν ήταν. Πάλι κάτι αντίστοιχο θα ήταν. Η υποβάθμιση, δηλαδή, θα ήταν αντίστοιχη και πάλι.

Κώστσιρας. Κάποια άλλη ερώτηση; Ο κ. Καρράς.

Καρράς. Θα συνδυάσουμε την εργασία με την πράξη, ας το πούμε. Συμφωνώ απόλυτα, επειδή τυχάνει να είμαι παραγωγός, όταν ο καρπός λέγεται μη ώριμος και μένει αρκετό χρονικό διάστημα, υποβαθμίζεται και ιδιαίτερα υποβαθμίζεται περισσότερο όταν τον βάζουμε σε σκοτεινό μέρος. Άρα, από ότι κατάλαβα, το συμπέρασμά σας συμπίπτει με την πράξη. Απλώς όμως υπάρχει πρόβλημα στις ποικιλίες οι οποίες έχουν και στα σύγχρονα υβρίδια, έχουν μεγάλη μετασυλλεκτική διατηρησιμότητα. Δηλαδή αντέχουν περισσότερο χρονικό διάστημα. Σε αυτές τις ποικιλίες, να μην υποβαθμίζονται οπτικά, ας πούμε, ο καρπός αλλά ως προς τη γεύση αλλά τα χαρακτηριστικά παραμένουν.

Καραπάνος. Ναι γιατί έχουν αρκετά χαμηλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά οι ποικιλίες οι οποίες έχουν αυξημένη μετασυλλεκτική ζωή. Οπότε η μείωση, η σχετική μείωση των χαρακτηριστικών αυτών δεν είναι τόσο έντονη. Αν ήταν πολύ γευστικοί οι καρποί αυτοί στο ώριμο στάδιο, στο ώριμο κόκκινο στάδιο και κάποιος το συγκόμιζε πολύ νωρίτερα για να παρατείνει την αποθηκευσιμότητά τους, τότε να μην θα κατάφερνε να τους διατηρήσει για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα αλλά θα έχανε πολύ από την ποιότητα του καρπού.

Βέβαια το πρόβλημα είναι, ότι κανείς δεν πουλάει ποιότητα. Δεν πουλάει μπριζ. Πουλάει βάρος και θέλει, βέβαια, να πουλήσει τον καρπό στο σωστό μέγεθος.

Μανωλοπούλου. Δεν έχει χρώμα.

Καραπάνος. Το χρώμα αναπτύσσεται γενικά, τα σάκχαρα όμως δεν αναπτύσσονται.

Καρράς. Όταν απευθυνόμαστε σε τοπικές αγορές, φροντίζουμε όμως να ισχύει η ποιότητα γιατί αλλιώς θα χάσουμε τον πελάτη.

Καραπάνος. Ναι. Θα χάσετε τον πελάτη.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΚΙΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΗΘΟΥ (*Anethum graveolens* L.)

Δ. Τσαμαϊδής, Α. Δάλλας, Ι. Καραπάνος και Χ. Πάσσαμ

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Ιερά Οδός 75, Βοτανικός, Τ.Κ. 11855, Αθήνα

Περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε με σκοπό τον προσδιορισμό της κατάλληλης σκίασης για την καλλιέργεια του άνηθου (*Anethum graveolens* L. cv. Ducat) κατά τους θερινούς μήνες. Εφαρμόστηκαν τρεις μεταχειρίσεις: (1) χωρίς σκίαση, (2) κάλυψη των φυτών με δίχτυ σκίασης 30% και (3) 70%. Η κάλυψη των φυτών με δίχτυ σκίασης 30 ή 70% είχε θετική επίδραση στην ανάπτυξη και την παραγωγή των φυτών (ύψος και νωπό βάρος των φυτών, αριθμός φύλλων) αλλά αύξησε το ποσοστό των φυτών που άνθησαν. Παράλληλα, η σκίαση προκάλεσε αύξηση στη συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα, χωρίς να επηρεάσει τη συγκέντρωση φαινολικών και καροτενοειδών. Η συγκέντρωση της βιταμίνης C δεν επηρεάστηκε από τη σκίαση 30%, αλλά μειώθηκε στη σκίαση 70%. Η περιεκτικότητα σε νάτριο και χλώριο μειώθηκε στα φυτά υπό σκίαση σε σχέση με το μάρτυρα. Αντίθετα, η περιεκτικότητα των φύλλων σε κάλιο αυξήθηκε στα φυτά υπό σκίαση 70%. Συνεπώς, παρόλη την αύξηση της άνθησης η κάλυψη των φυτών με δίχτυ σκίασης ενδείκνυται για την παραγωγή του άνηθου κατά τη θερινή περίοδο

Λέξεις κλειδιά: Χλωροφύλλη, βιταμίνη C, ολικά φαινολικά, καροτενοειδή.

Εισαγωγή

Ο άνηθος (*Anethum graveolens* L.) είναι μονοετές ποώδες φυτό το οποίο καλλιεργείται για νωπή κατανάλωση ενώ έχει ευρεία χρήση τόσο στη φαρμακοποιία (Yang et al., 1996) λόγω των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του (Kidmose et al., 2001) όσο και στην αρωματοποιία (Μυρωνίδου-Τζουβελέκη κ.ά., 2009). Αποδίδει καλύτερα σε σχετικά μέτριες έως χαμηλές θερμοκρασίες (18-25°C) και μικρή φωτοπερίοδο, ενώ η αύξηση της φωτοπεριόδου προωθεί την άνθηση εις βάρος της παραγωγής φύλλων (Τσαμαϊδής, 2013). Για τους λόγους αυτούς, η καλλιέργεια του άνηθου σε θερμές περιοχές κατά το καλοκαίρι δεν έχει ικανοποιητική απόδοση. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της σκίασης στην παραγωγή και ποιότητα του άνηθου κατά τη θερινή περίοδο.

Υλικά και μέθοδοι

Πραγματοποιήθηκε καλλιέργεια άνηθου (cv. Ducat) από τις 23 Μαΐου έως τις 30 Ιουλίου 2012. Τα φυτά τοποθετήθηκαν σε γλάστρες χωρητικότητας 2L (4 φυτά / γλάστρα) με υπόστρωμα τύρφη και περλίτη (1:1 κ.ο.). Η άρδευση γινόταν καθημερινά και σε ποσότητα ανάλογη με την ανάπτυξη των φυτών. Μια φορά την εβδομάδα, ξεκινώντας από το στάδιο των 4-5 φύλλων, πραγματοποιείτο υδρολίπανση με 300 ppm Complesal (20N-20P-20K). Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας (68 ημέρες) εφαρμόστηκαν τρεις μεταχειρίσεις: (1) χωρίς σκίαση, (2) κάλυψη των φυτών με δίχτυ σκίασης 30% και (3) κάλυψη των φυτών με δίχτυ σκίασης 70%. Χρησιμοποιήθηκαν 4 πειραματικά τεμάχια με 5 γλάστρες ανά πειραματικό τεμάχιο σε κάθε επέμβαση σκίασης. Στη συγκομιδή προσδιορίστηκαν το ύψος των φυτών, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό, το ποσοστό των φυτών που άνθησαν, το βάρος του υπέργειου μέρους, των

φύλλων και των ανθικών στελεχών. Παράλληλα, προσδιορίστηκαν το ποσοστό ξηράς ουσίας των φύλλων (μετά από ξήρανση στους 72°C), η περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη και καροτενοειδή σύμφωνα με τις μεθόδους του Atton (1949) και των Lichtenthaler and Buschmann (2001) αντίστοιχα, σε ολικά φαινολικά κατά Folin-Ciocalteu σύμφωνα με τους Lisiewska et al. (2006) και σε βιταμίνη C (L-ασκορβικό οξύ) σύμφωνα με τους Bajaj and Kaur (1981). Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του χλωρίου έγινε ογκομετρικά με τη μέθοδο του νιτρικού αργύρου (AgNO₃), (Eaton et al, 1995). Η συγκέντρωση του νατρίου και του καλίου προσδιορίστηκε με φλωγοφωτόμετρο (Sherwood Model 410, Cambridge, UK).

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα Statgraphics Plus 5.1 και η σύγκριση των μέσων έγινε με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Αποτελέσματα

Το ύψος του φυτού, όπως και ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό (πίνακας 1) αυξήθηκαν στα φυτά υπό σκίαση 30 και 70% σε σχέση με το μάρτυρα. Το % άνθησης των φυτών (πίνακας 1) ήταν αυξημένο στα φυτά υπό σκίαση 30% τόσο σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα όσο και με τα φυτά υπό σκίαση 70%.

Πίνακας 1: Η επίδραση της σκίασης στο ύψος των φυτών, τον αριθμό των φύλλων ανά φυτό και το ποσοστό άνθησης.

Σκίαση (%)	Ύψος φυτού (cm)	Αριθμός φύλλων	% Άνθησης
0 (Μάρτυρας)	19,9 b	3,55 b	10,0
30	30,0 a	5,06 a	50,0
70	30,9 a	5,75 a	13,3

Οι τιμές σε κάθε στήλη που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$) ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα.

Το νωπό βάρος των φυτών, των φύλλων και των ανθικών στελεχών αυξήθηκε υπό σκίαση σε σχέση με το μάρτυρα (πίνακας 2), ωστόσο το νωπό βάρος των φυτών ήταν μεγαλύτερο σε σκιά 30% σε σχέση με σκιά 70%.

Πίνακας 2: Η επίδραση της σκίασης στο βάρος του υπέργειου μέρους των φυτών, των φύλλων και των στελεχών ανά πειραματικό τεμάχιο.

Σκίαση (%)	Βάρος φυτών (g)	Βάρος φύλλων (g)	Βάρος στελεχών (g)
0 (Μάρτυρας)	17,0 c	6,2 b	8,0 b
30	66,0 a	36,0 a	22,6 a
70	54,0 b	28,0 a	23,8 a

Οι τιμές σε κάθε στήλη που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$) ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα.

Πίνακας 3: Η επίδραση της σκίασης στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης α, χλωροφύλλης β και της ολικής χλωροφύλλης στα φύλλα άνθηθου (mg/100g v.β.).

Σκίαση (%)	Χλωροφύλλη α	Χλωροφύλλη β	Χλωροφύλλη ολική
0 (Μάρτυρας)	29,8 b	19,6 b	49,4 b
30	134,1 a	70,0 a	204,1 a
70	120,1 a	62,2 a	182,3 a

Οι τιμές σε κάθε στήλη που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$) ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα.

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης α, β και της ολικής (πίνακας 3) αυξήθηκε με την εφαρμογή σκίασης σε σχέση με το μάρτυρα.

Η συγκέντρωση της βιταμίνης C (πίνακας 4) ήταν μειωμένη στη σκίαση 70% σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, ενώ η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών (πίνακας 4) μειώθηκε στη σκίαση 70% σε σχέση με το μάρτυρα. Η συγκέντρωση των καροτενοειδών (πίνακας 4) δεν επηρεάστηκε από την εφαρμογή της σκίασης.

Πίνακας 4: Η επίδραση της σκίασης στη συγκέντρωση της βιταμίνης C, των ολικών φαινολικών και των καροτενοειδών στα φύλλα άνηθου (mg/100g v.β.).

Σκίαση (%)	Βιταμίνη C	Ολικά φαινολικά	Καροτενοειδή
0 (Μάρτυρας)	150,9 a	208,8 a	8,63 a
30	156,0 a	172,1 ab	7,99 a
70	88,1 b	149,2 b	8,30 a

Οι τιμές σε κάθε στήλη που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$) ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα.

Το % ξηράς ουσίας όπως και η περιεκτικότητα των φύλλων άνηθου σε νάτριο και χλώριο μειώθηκε στα φυτά υπό σκίαση σε σχέση με το μάρτυρα (πίνακας 5). Αντίθετα, η περιεκτικότητα των φύλλων σε κάλιο αυξήθηκε στα φυτά υπό σκίαση 70%.

Πίνακας 5: Η επίδραση της σκίασης στη περιεκτικότητα των φύλλων άνηθου σε νάτριο, κάλιο και χλώριο (mg/100g v.β.).

Σκίαση (%)	Ξηρά ουσία (%)	mg / 100g νεπού βάρους		
		Νάτριο	Κάλιο	Χλώριο
0 (Μάρτυρας)	26,78 a	324,94 a	642,74 b	267,83 a
30	17,83 b	93,33 b	856,00 b	178,32 b
70	20,87 b	112,31 b	1338,31 a	208,67 b

Οι τιμές σε κάθε στήλη που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$) ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα.

Συζήτηση

Ο άνηθος είναι φυτό ψυχρής εποχής που ευδοκimeί σε μέτριες-χαμηλές θερμοκρασίες και σχετικά χαμηλή ένταση φωτός. Αντίθετα, τους καλοκαιρινούς μήνες οι υψηλές θερμοκρασίες έχουν αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη του φυτού ενώ προωθείται η άνθηση με την αύξηση της διάρκειας της ημέρας, με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής φύλλων (Τσαμαϊδής, 2013).

Στην παρούσα εργασία η εφαρμογή της σκίασης κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια του άνηθου είχε θετική επίδραση στην παραγωγή (αριθμός φύλλων, βάρος φυτού και φύλλων) αλλά αύξησε το ποσοστό άνθησης στη μεταχείριση με 30% σκίαση (πίνακες 1 και 2). Η σκίαση μειώνει τη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία (PAR) που είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες ρύθμισης της φωτοσύνθεσης με συνέπεια τη χαμηλότερη παραγωγή ξηράς ουσίας (Rao and Mitra, 1988). Το γεγονός αυτό παρατηρήθηκε στην παρούσα εργασία από το χαμηλότερο ποσοστό ξηράς ουσίας στα φυτά υπό σκίαση (πίνακας 5). Όμως, η πολύ χαμηλή ανάπτυξη των φυτών που δεν δέχθηκαν σκίαση υποδεικνύει καταπόνηση των φυτών στις συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και έντονης ηλιοφάνειας το καλοκαίρι, με τη σκίαση να μειώνει αυτή

την καταπόνηση. Φαίνεται όμως ότι η επίδραση της σκίασης είναι θετική μόνο σε συνθήκες υψηλού φωτισμού και υψηλών θερμοκρασιών, διότι οι Halva et al. (1992) αναφέρουν μείωση της παραγωγής στον άνηθο όταν η σκίαση εφαρμόστηκε το χειμώνα.

Κάτω από σκίαση η συγκέντρωση της χλωροφύλλης αυξήθηκε, δηλαδή τα φύλλα απόκτησαν πιο έντονο πράσινο χρώμα, που θεωρείται θετικό ποιοτικό χαρακτηριστικό. Στην επέμβαση με 70% σκίαση όμως παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης της βιταμίνης C, κάτι που παρατηρήθηκε και σε είδος κολιανδρού (*Eryngium foetidum* L.) όταν η σκίαση ήταν πάνω από 50% (Moniruzzaman et al., 2009). Η σκίαση επίσης επηρέασε τη συγκέντρωση καλίου, νατρίου και χλωρίου στα φύλλα. Η αύξηση της συγκέντρωσης καλίου πιθανόν σχετίζεται με την αυξημένη περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη και τον υψηλότερο ρυθμό της φωτοσύνθεσης (Hossain et al., 2010).

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, η κάλυψη των φυτών του άνηθου με δίκτυο σκίασης τους καλοκαιρινούς μήνες έχει θετική επίδραση στην ανάπτυξη και την παραγωγή των φυτών, καθώς αυξήθηκε το ύψος και το νωπό βάρος των φυτών όπως και ο αριθμός των φύλλων. Επίσης, θετική επίδραση της σκίασης 30% σημειώθηκε και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φύλλων του άνηθου σε σχέση με το μάρτυρα (συγκέντρωση χλωροφύλλης), ενώ περαιτέρω σκίαση στο επίπεδο του 70% οδήγησε σε απώλεια βιταμίνης C και ολικών φαινολικών.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: Ηράκλειτος II. Επένδυση στην κοινωνία της γνώσης μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου.

Βιβλιογραφία

- Arnon, D.I. 1949. Copper enzyme in isolated chloroplast polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* 24: 1-15.
- Bajaj, K.L. and Kaur, G. 1981. Spectrophotometric determination of l-ascorbic acid in vegetables and fruits. *The Analyst* 106 (1): 117-120.
- Eaton, A.D., Clesceri L.S. and Greenberg, A.E. (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19th ed. Am. Public Health Assoc. Washington. USA
- Halva, S., Craker, L.E., Simon, J.E. and Charles, D.J. 1992. Light levels, growth and essential oil in dill. *J. Herbs Spices Med. Plants* 1(2): 47-58.
- Hossain, Md. D., Musa, M.H., Talib, J. and Jol, H. 2010. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium levels on kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) growth and photosynthesis under nutrient solution. *J. Agric. Sci.* 2 (2) 49-57.
- Kidmose, U., Knuthsen, P., Edelenbos, M., Justesen, U. and Hegelund, E. 2001. Carotenoids and flavonoids in organically grown spinach (*Spinacia oleracea* L.) genotypes after deep frozen storage. *J. Sci. Food Agric.* 81: 918-923.
- Lichtenthaler, H.K. and Buschmann, C. 2001. Chlorophylls and carotenoids - Measurement and characterisation by UV-VIS. In: *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. John Wiley & Sons, Madison. F4.3.1-F4.3.8. [Nr. 107]

- Lisiewska, Z., Kmiecik, W. and Korus, A. 2006. Content of vitamin C, carotenoids, chlorophylls and polyphenols in green parts of dill (*Anethum graveolens* L.) depending on plant height. *J. Food Comp. Anal.* 19: 134–140.
- Moniruzzaman, M., Islam, M.S., Hosain, M.M., Hossain, T. and Miah, M.G. 2009. Effects of shade and nitrogen levels on quality Bngladhona production. *Bangladesh J. Agric. Res.* 34 (2): 205-209.
- Rao, L.J. and Mitra, B.N. 1998. Growth and yield of peanut as influenced by degree and duration of shading. *J. Agron. Crop Sci.* 160: 260-265.
- Yang, Y., Huang, C. Y., Peng, S. S. and Li, J. 1996. Carotenoid analysis of several dark-green leafy vegetables associated with a lower risk of cancers. *Biomed. Environ. Sci.* 9: 386–392.
- Μυρωνίδου - Τζουβελέκη Μ., Καλούσης Κ. και Χριστοπούλου - Αλετρά Ε. 2009. Ιστορία της Ιατρικής – Η αναλγητική αγωγή από την Ομηρική στην Ιπποκρατική εποχή. *Αρχαία ελληνικής Ιατρικής.* 26(1): 124-129.
- Τσαμαϊδή, Δ. 2013. Ο άνηθος. *Γεωργία Κτηνοτροφία* 6/2013, 58-63.

THE EFFECT OF SHADING ON GROWTH, PRODUCTION AND QUALITY OF DILL (*Anethum graveolens* L.)

D. Tsamaidi, A Dallas, I. Karapanos and H. Passam

Agricultural University of Athens, Department of Crop Science, Laboratory of Vegetable Production, Iera Odos 75, 11855 Athens, Greece

Summary

The purpose of this experiment was to determine the best shading conditions for the cultivation of dill (*Anethum graveolens* L. cv. Ducat) during summer. During cultivation (68 days duration) three treatments were applied: (1) no shade, (2) 30% shade and (3) 70% shade. The plants under shade showed better growth and production (increased height and weight of plants, leaf number) and improved quality (higher chlorophyll content). However, the plants under 70% shade showed significantly lower vitamin C and total phenolics concentrations in comparison with the control. Overall, therefore, for summer cultivation of dill the application of 30% shade is indicated.

Keywords: Chlorophyll, vitamin C, total phenolics, carotenoids.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Δ. Τσαϊμαδή

Λιόπα-Τσακαλίδη (προεδρεύουσα). Ευχαριστούμε πολύ την κα Τσαμαϊδή. Αν υπάρχουν κάποιες ερωτήσεις;

Σύνεδρος. Μία ερώτηση να κάνω εγώ. Πότε το κάνατε το πείραμα;

Τσαμαϊδή. Έγινε καλοκαιρινούς μήνες. Έγινε. Ναι το προηγούμενο καλοκαίρι.

Σύνεδρος. Αν το κάνατε την άνοιξη δεν θα...

Τσαμαϊδή. Έγινε τον Ιούνιο. Δεν ήταν εύκολο να το κάνουμε το φθινόπωρο ή την άνοιξη.

Σύνεδρος. Γιατί ο άνηθος είναι φυτό.

Τσαμαϊδή. Είναι όντως. Ναι. Έχω κάνει πειράματα φθινοπωρινού και ανοιζιάτικου. Έχω κάνει και φθινόπωρο και άνοιξη πειράματα και ξέρω. Φαίνεται η διαφορά ανάμεσα στις δύο εποχές.

Αλλά το φθινόπωρο δεν ήταν εύκολο να γίνει σκίαση. Δεν γίνεται εύκολα ούτε η σκίαση, ούτε η καταπόνηση, στην οποία είχα προσπαθήσει.

Σύνεδρος, Δηλαδή;

Τσαμαϊδή. Πιστεύω ότι δεν θα έδειχνε διαφορές σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα.

Ακουμιανάκης. Το ζητούμενο εδώ, είναι να παράγει άνθη το καλοκαίρι, που όταν το βάλεις σε συνθήκες μη σκίασης, θα σου ανθίσει σε δεκαπέντε ημέρες.

Γι αυτό, σύμφωνα με το πείραμα που έκανε η κα Τσαμαϊδή, έχουμε την ευχέρεια να παράγουμε άνθη σε συνθήκες υψηλής ηλιοφάνειας, υψηλής θερμοκρασίας και με τεχνητή σκίαση.

Σύνεδρος. Βασικά το πρώτο σκέλος της απορίας μου νομίζω το απάντησε ο κ. Ακουμιανάκης. Αν δεν κάνω λάθος όμως, κάπου καταλήξατε ότι ο δείκτης σκίασης τριάντα τοις εκατό (30%) έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα. Αλλά, αν δεν κάνω λάθος, κάπου είπατε ότι έδωσε περισσότερη άνθιση;

Τσαμαϊδή. Ναι. Το ποσοστό της άνθισης, ναι.

Σύνεδρος (ο ίδιος). Αυτό είναι θετικό ή αρνητικό; Γιατί μάλλον για αρνητικό μου φαίνεται. Γιατί άμα ήταν για παραγωγή σπόρου, θα ήταν θετικό. Αλλά καλοκαιρινή καλλιέργεια άνθου λογικά πάει για φρέσκια κατανάλωση, άρα είναι αρνητικό.

Τσαμαϊδή. Είναι αρνητικό. Αλλά δεδομένης της ακρίβειας του πειράματος και δεδομένου ότι το φυτό, εκείνη την εποχή δεν αναπτύσσεται σαν φύλλωμα. Δεν μπορούμε να πούμε δηλαδή ότι τον Ιούνιο θα βάλουμε άνθη για να παράγουμε φύλλωμα για εμπόριο. Πάει κατευθείαν για σποροπαραγωγή, οπότε το συνδύασα ότι αυτό είναι ένα θετικό γεγονός.

Σύνεδρος (ο ίδιος). Δηλαδή, θα βάλουμε τον άνθη εκτός εποχής καλλιέργειάς του, για να κάνουμε σποροπαραγωγή;

Τσαμαϊδή. Η φύτευση την άνοιξη και το καλοκαίρι, πάει κυρίως για σποροπαραγωγή. Και κυρίως τους σπόρους τους χρησιμοποιούμε στην κοσμετολογία και τη φαρμακοποιία.

Σύνεδρος (ο ίδιος). (δεν ακούγεται ο ομιλητής).

Τσαμαϊδή. Αυτό γίνεται το φθινόπωρο. Το καλοκαίρι δεν γίνεται. Δεν έχουμε αρκετό φύλλωμα.

Σύνεδρος. (δεν ακούγεται ο ομιλητής).

Τσαμαϊδή. Γιατί το πείραμα έγινε λίγο εκτός εποχής. Κυρίως δούλενα φθινόπωρο. Θέλαμε να δούμε και αυτή την επίδραση. Το βάλουμε καλοκαίρι για να μπορέσουμε να δούμε κάποια επίδραση και είναι λίγο...

Σύνεδρος. Να κάνω μία ερώτηση; Παρατήρησα ότι κάνατε σε γλάστρες το πείραμα. Γιατί επιλέξατε τις γλάστρες; Και αν νομίζετε ότι έχει κάποια επίδραση, ίσως έχει κάποια επίδραση αυτό στο...

Τσαμαϊδή. Γιατί; Γιατί το πείραμα έγινε στους χώρους του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Εκεί, το έδαφος δεν ενδείκνυται για απευθείας σπορά ή για καλλιέργεια κατευθείαν στο έδαφος και όλα τα πειράματα γίνονται σε γλάστρες. Έχω δοκιμάσει αυτό το πείραμα και απευθείας σε αγρό, σε άλλη περιοχή, και είχε τα ίδια αποτελέσματα.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΡΙΩΝ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΙΚΡΟΚΑΡΠΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΤΥΠΟΥ «CHERRY».

Ε. Μανωλοπούλου, Α. Ασημακοπούλου, Κ. Νηφάκος, Ι. Σάλμας και Π. Καλογερόπουλος

Γ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αντικάλαμος, 24100 Καλαμάτα.

Περίληψη

Μελετήθηκε η επίδραση τριών συγκεντρώσεων χλωριούχου νατρίου (0, 75 και 150 mM NaCl) στα φυσιολογικά (αναπνοή, έκλυση αιθυλενίου) και ποιοτικά (°brix, pH, ογκομετρούμενη οξύτητα, περιεκτικότητα σε βιταμίνη C, ξηρά ουσία, διαλυτά σάκχαρα, χρώμα καρπού) χαρακτηριστικά τριών εγχώριων ποικιλιών μικρόκαρπης τομάτας (Αυθεντική, Καϊσιά, και Τοματάκι Χίου) και τεσσάρων υβριδίων τομάτας τύπου «cherry» (Cherelino F1, Scintilla F1, Delicassi F1 και Zuccherò F1). Η αλατότητα δεν επηρέασε την αναπνευστική δραστηριότητα των τριών μικρόκαρπων Ελληνικών ποικιλιών, ενώ επηρέασε αυτή των τεσσάρων υβριδίων. Η έκλυση αιθυλενίου των ποικιλιών Χίου, Αυθεντικής και των υβριδίων Zuccherò και Cherelino δεν επηρεάστηκε από τα μελετηθέντα επίπεδα αλατότητας. Η αλατότητα επηρέασε την περιεκτικότητα των καρπών τομάτας σε ξηρά ουσία, °brix και ασκορβικό οξύ, ενώ δεν επηρέασε το pH, την ογκομετρούμενη οξύτητα, τη συγκέντρωση φρουκτόζης, γλυκόζης και το εξωτερικό χρώμα του καρπού.

Λέξεις κλειδιά: αναπνοή, αιθυλένιο, ξηρά ουσία, ασκορβικό οξύ, χρώμα, σάκχαρα.

Εισαγωγή

Οι νωπές τομάτες είναι δημοφιλείς και συμβάλλουν σημαντικά στη διατροφή του ανθρώπου διότι περιέχουν σάκχαρα, οργανικά οξέα, βιταμίνες, μέταλλα και αντιοξειδωτικές ουσίες. Οι μικρού μεγέθους τύπου «cherry» τομάτες περιέχουν υψηλά ποσοστά σακχάρων και οργανικών οξέων, ουσίες που συμβάλλουν σημαντικά στη γεύση. Η τομάτα ταιριάζει απόλυτα στις απαιτήσεις μιας ισορροπημένης καθημερινής διατροφής, διότι περιέχει ευεργετικά για την υγεία συστατικά (βιταμίνες C και E, λυκοπένιο, λουτεΐνη, φλαβονοειδή κ.ά.) (Simone κ.ά., 2006, Toor & Savage, 2006).

Η άρδευση με νερό μέτριας αλατότητας βελτιώνει την ποιότητα αυξάνοντας την ξηρά ουσία, τα σάκχαρα, την οξύτητα και τις αντιοξειδωτικές ουσίες, ενώ έχει μικρό αντίκτυπο στην απόδοση (Inceri κ.ά., 2007). Η χρήση νερού άρδευσης με υψηλή αλατότητα είναι συχνό φαινόμενο σε χώρες της Μεσογειακής λεκάνης.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της επίδρασης τριών διαφορετικών συγκεντρώσεων NaCl του θρεπτικού διαλύματος στα φυσιολογικά (αναπνοή, εκπομπή αιθυλενίου) και ποιοτικά (ξηρά ουσία, °brix, pH, ογκομετρούμενη οξύτητα, βιταμίνη C, διαλυτά σάκχαρα, χρώμα) χαρακτηριστικά τριών εγχώριων ποικιλιών μικρόκαρπης τομάτας (*Lycopersicon esculentum* L.) (οι οικότυποι «Αυθεντική» και «Καϊσιά» από το τοματάκι Σαντορίνης και η ποικιλία «τοματάκι Χίου») και τεσσάρων υβριδίων τομάτας τύπου «cherry» (Cherelino F1, Scintilla F1, Delicassi F1 και Zuccherò F1).

Υλικά και Μέθοδοι

Το φυτικό υλικό ήταν: 3 εγχώριες μικρόκαρπες ποικιλίες ήτοι οι οικότυποι «Αυθεντική» και «Καϊσιά» από το Τοματάκι Σαντορίνης και η ποικιλία «Τοματάκι

Χίου» και τέσσερα εμπορικά υβρίδια τομάτας τύπου «cherry»: Cherelino F1, Scintilla F1, Delicassi F1 και Zucchero F1. Η καλλιέργεια έγινε σε θερμοκήπιο του ΤΕΙ Πελοποννήσου, σε φυτοδοχεία 12 L που περιείχαν μίγμα πηλώδους εδάφους και περλίτη, σε αναλογία 3:1(v/v). Εφαρμόστηκαν 3 επεμβάσεις ως προς τη συγκέντρωση σε NaCl του θρεπτικού διαλύματος: E₀=0 mM NaCl (μάρτυρας), E₇₅=75 mM NaCl, E₁₅₀=150 mM NaCl.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 6 συγκομιδές καρπών, μία ανά εβδομάδα, η α! συγκομιδή των καρπών έγινε 64 ημέρες από τη μεταφύτευση, 23 ημέρες από την επίτευξη της τελικής συγκέντρωσης των 75 mM NaCl και 20 ημέρες από την επίτευξη της τελικής συγκέντρωσης των 150 mM NaCl. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην εργασία αυτή, είναι αυτά της πρώτης συγκομιδής.

Η αναπνοή μετρήθηκε με τη συσκευή RIKCLOS (Μιτροπουλος κ.ά., 2000) και εκφράστηκε ως ml CO₂ /h / 100 g, το εκπεμπόμενο αιθυλένιο με αέριο χρωματογράφο Perkin Elmer, εφοδιασμένο με ανιχνευτή FID, και εκφράστηκε ως nmoles/h/kg, τα δε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά με ψηφιακό διαθλασίμετρο SR-400. Η οξύτητα προσδιορίστηκε ογκομετρικά με N/10 NaOH και εκφράστηκε σε % κιτρικό οξύ, ογκομετρικά προσδιορίστηκε και το ασκορβικό οξύ με δείκτη 2,6 διχλωρο-φαινόλ-ινδοφαινόλη και εκφράστηκε σε mg/100 g. Για την ξηρά ουσία χρησιμοποιήθηκε ξηραντήριο 70°C για 48h και εκφράστηκε %. Ο προσδιορισμός των διαλυτών σακχάρων έγινε με HPLC και εκφράστηκαν ως γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη mg/100 g νωπού βάρους. Το χρώμα προσδιορίστηκε με χρωματομέτρο Minolta CR-300.

Αποτελέσματα-Συζήτηση.

Η επίδραση της αλατότητας στο ρυθμό αναπνοής και το εκπεμπόμενο αιθυλένιο των τριών μικρόκαρπων Ελληνικών ποικιλιών και των τεσσάρων υβριδίων παρουσιάζεται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Επίδραση της αλατότητας στο ρυθμό αναπνοής και το εκπεμπόμενο αιθυλένιο 3 Ελληνικών μικρόκαρπων ποικιλιών τομάτας και 4 υβριδίων τύπου «cherry»

ποικιλία	Ρυθμός αναπνοής (ml CO ₂ /h/100g)			Εκπ/νο αιθυλένιο (nmoles/h/Kg)		
	0 mM NaCl	75 mM NaCl	150 mM NaCl	0 mM NaCl	75 mM NaCl	150 mM NaCl
Χίος	1,867a CD	1,912a BC	1,797a AB	2,785a A	2,239a ABC	1,71a AB
Σαντορίνης Καϊσιά	2,443a D	2,957a D	2,92a C	2,822 a A	4,605b D	3,989ab DE
Σαντορίνης αυθεντική	2,264a D	2,42a CD	1,807a AB	3,023 a A	3,045a BCD	3,531a D
Zucchero F1	1,298a BC	2,302b C	1,91ab AB	2,991a A	3,335a CD	2,633a C
Cherelino F1	0,735a A	0,887ab A	1,307b A	0,838a B	0,925a A	1,096a A
Scintilla F1	1,248a AB	1,542a B	2,05b B	0,985a BC	1,585b AB	2,027b BC
Delicassi F1	1,40a BC	2,41b CD	3,06c C	1,749a C	2,35b ABC	4,669c E

Τα αποτελέσματα είναι ο Μ.Ο. 6 επαναλήψεων. Τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα φανερώνουν διαφορές μεταξύ των 3 επιπέδων αλατότητας, ενώ τα κεφαλαία γράμματα φανερώνουν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών.

Από τον πίνακα 1 προκύπτει ότι τα διαφορετικά επίπεδα αλατότητας δεν επηρέασαν την αναπνευστική δραστηριότητα των 3 μικρόκαρπων Ελληνικών ποικιλιών ενώ επηρέασαν αυτή των υβριδίων. Τα αποτελέσματα όσον αφορά στα υβρίδια συμφωνούν με αυτά του Mizrahi κ.ά. (1982)ενώ για τις Ελληνικές ποικιλίες δεν υπάρχουν σχετικά δεδομένα. Η αλατότητα αύξησε το εκπεμπόμενο αιθυλένιο των ποικιλιών Σαντορίνη

Καϊσιά, Delicassi και Scintilla, το δε ποσοστό αύξησης κυμάνθηκε μεταξύ 34-167%. Σύμφωνα με τους Cough και Hobson (1990) η αλατότητα διεγείρει την παραγωγή αιθυλενίου.

Η επίδραση της αλατότητας στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των μικρόκαρπων Ελληνικών ποικιλιών και των υβριδίων παρουσιάζεται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2. Μεταβολή ποιοτικών χαρακτηριστικών των μικρόκαρπων Ελληνικών ποικιλιών και των υβριδίων συναρτήσει του επιπέδου αλατότητας.

Ποικιλία	Αλατότητα mM NaCl	Ξηρά ουσία (%)	pH	°Brix	Οξύτητα (% κίτρικό οξύ)	Ασκ/κό οξύ (mg/100g)
Χίος	0	7,67a A	4,06ab C	4,95a A	0,47a A	13a BCD
	75	8,3b A	4,05a D	5,63b A	0,723ab A	14a B
	150	8,26b A	4,09b D	5,9b A	0,9b A	16a B
Σαντορίνης Καϊσιά	0	9,5a ABC	3,96a AB	6,4a C	1,058a B	17,66a DE
	75	9,6a B	3,99a C	6,63a B	0,584a A	18,33a C
	150	11,22b C	3,93a AB	7,65b BC	0,887a A	21, 5a C
Σαντορίνης Αυθεντική	0	7,93a A	3,95a AB	5,9a B	0,735a AB	9,33a B
	75	9,37b B	4,02b CD	6,16a B	1,636b C	12a B
	150	8,4a A	3,97ab B	6,55a A	0,936a A	13,3a B
Zucchero F1	0	7,10a A	3,98a B	8,05a E	0,681a AB	12,5a BC
	75	11,98b C	3,94a B	8,93b D	0,809a AB	14a B
	150	11,23ab C	3,95a AB	8,23ab C	0,92a A	15a B
Cherelino F1	0	8,96a AB	4,08a C	6,96a D	0,655a AB	18a E
	75	9,85b B	4b CD	7,3a C	0,828a AB	24b D
	150	9,16ab B	4,03b C	7,23a B	0,967a A	28,33c D
Scintilla F1	0	11,05a BC	3,91a A	7,4a D	1,104a B	16,33a CDE
	75	12,35b C	3,88a A	8,8b D	0,991a AB	23b D
	150	12,81b D	3,91a A	9,3c D	1,198a A	21,5ab C
Delicassi F1	0	11,6a C	4,15a D	9a E	0,952a AB	3,33a A
	75	17,05b D	3,99b C	12,5b E	1,149a B	4,66ab A
	150	19,41c E	3,96b AB	14,2c E	1,338a A	7b A

Τα αποτελέσματα είναι ο Μ.Ο. 6 επαναλήψεων. Τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα φανερώνουν διαφορές μεταξύ των 3 επιπέδων αλατότητας, ενώ τα κεφαλαία γράμματα φανερώνουν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών.

Από τον πίνακα 2 προκύπτει ότι η αλατότητα προκάλεσε αύξηση της ξηράς ουσίας, των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (°Brix) και της βιταμίνης C ενώ δεν επηρέασε το pH και την ογκομετρούμενη οξύτητα του χυμού των τοματών. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Incerti κ.ά. (2007), Gruda (2008) και Magan κ.ά. (2008). Ειδικότερα η αύξηση της ξηράς ουσίας κυμάνθηκε μεταξύ 6-69%, οι δε ποικιλίες που παρουσίασαν τη μεγαλύτερη αύξηση ήταν οι Delicassi και Zucchero. Οι ποικιλίες Σαντορίνη Αυθεντική και Cherelino δεν παρουσίασαν αύξηση των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών ενώ οι υπόλοιπες παρουσίασαν μία αύξηση που κυμάνθηκε μεταξύ 10-58%. Όσον αφορά στην περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ, οι ποικιλίες Cherelino και Delicassi παρουσίασαν αύξηση κυμαινόμενη μεταξύ 33-110%. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι καθώς προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση ($p \leq 0.05$) η κύρια επίδραση της ποικιλίας επηρεάζει σημαντικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των τοματών.

Τα επίπεδα αλατότητας που μελετήθηκαν δεν επηρέασαν την περιεκτικότητα των καρπών σε φρουκτόζη, γλυκόζη και σακχαρόζη. Οι μόνες παρεκκλίσεις που παρατηρήθηκαν ήταν: η ποικιλία *Scintilla*, που παρουσίασε αύξηση της φρουκτόζης κατά 18% στο χειρισμό με 75 mM NaCl και της σακχαρόζης κατά 1580% στο χειρισμό με 150 mM NaCl, η ποικιλία *Delicassi* που παρουσίασε αύξηση της φρουκτόζης κατά 23% στο χειρισμό με 150 mM NaCl και της σακχαρόζης κατά 320% στο χειρισμό με 75 mM και 500% στο χειρισμό με 150 mM NaCl και τέλος η ποικιλία Χίου που παρουσίασε αύξηση της γλυκόζης κατά 29% στο χειρισμό με 150 mM NaCl.

Η αλατότητα δεν επηρέασε τη φωτεινότητα του χρώματος ενώ αντίθετα επηρέασε τη χρωματική παράμετρο a^* δηλ. την ένταση του κόκκινου χρώματος. Έτσι σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρήθηκε μία αύξηση των τιμών, η οποία κυμάνθηκε μεταξύ 3 και 23%. Σύμφωνα με τους Awang κ.ά. (1993), οι πληροφορίες σχετικά με την επίδραση της αλατότητας στο χρώμα των καρπών είναι περιορισμένες και σε πολλές περιπτώσεις αντιφατικές.

Συμπεράσματα

Η αλατότητα δεν επηρέασε το pH, την οξύτητα και τη φωτεινότητα του χρώματος των καρπών, αύξησε τη χρωματική παράμετρο a^* , την ξηρά ουσία και σε ορισμένες περιπτώσεις αύξησε τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά και την περιεκτικότητα σε βιταμίνη C. Τέλος επηρέασε την αναπνευστική δραστηριότητα και την έκλυση αιθυλενίου στα υβρίδια. Η ποικιλία / υβρίδιο επηρέασε σημαντικά τη μεταβολή των φυσιολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών στα μελετηθέντα επίπεδα αλατότητας.

Βιβλιογραφία

- Awang, Y.B., Atherton, J.G., Taylor, A.J. 1993. Salinity effects on strawberry plants grown in rockwool. II. Fruit quality. *J. Hort. Sci.* 68: 791–795.
- Cough, C. and Hobson, G.E. 1990. A comparison of the productivity, quality, shelf-life characteristics and consumer reaction to the crop from cherry tomato plants grown at different levels of salinity. *J Hort Science* 65:431–439.
- Gruda, N. 2008. Do soilless culture systems have an influence on product quality of vegetables? *Journal of Applied Botany and Food Quality* 82:141 – 147.
- Incerti, A., Navari-Izzo, F., Pardossi, A., Mensuali, A. and Izzo, R. 2007. Effect of sea water on biochemical properties of fruit of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) genotypes differing for ethylene production. *J. Sci Food Agric* 87:2528–2537.
- Magán J.J, M. Gallardo, R.B. Thompson, Lorenzo, P. 2008. Effects of salinity on fruit yield and quality of tomato grown in soil-less culture in greenhouses in Mediterranean climatic conditions. *Agricultural Water Management* 95:1041-1055
- Mitropoulos, D., Lamprinos, Gr., Manolopoulou, E. 2000. A portable setup for fruit respiration measurement. In: *Improving postharvest technologies of fruits, vegetables and ornamentals*, (Gil, Artés and Conesa, eds). International Institute of Refrigeration 2: 926-931.
- Mizrahi, Y., Zohar, R., and Malis-arad, S. 1982. Effect of Sodium Chloride on Fruit Ripening of the Non ripening Tomato Mutants nor and rin1. *Plant Physiol.* 69: 497-501.
- Simonne, A.H., Behe, B.K., Marshall, M.M. 2006. Consumers prefer low-priced and high-lycopene-content fresh-market tomatoes. *HortTechnology* 16: 674-681.
- Toor, R.K., Savage, G.P. 2006. Changes in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage. *Food Chem* 99: 724-727.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Ε. Μανωλοπούλου

Κώτσιρας (προεδρεύων). Ευχαριστούμε πολύ την κα Μανωλοπούλου. Εάν υπάρχουν από το ακροατήριο κάποιες ερωτήσεις; Ο κ. Σάββας;

Σάββας, κα Μανωλοπούλου, ευχαριστούμε για την παρουσίαση. Ήταν μία πολύ ενδιαφέρουσα εργασία. Τα αποτελέσματα που μας δείχνουν και για συγκεκριμένες ποικιλίες τι γίνεται όσον αφορά την ποιότητα σε αναφορά με την αλατότητα. Ξέρουμε γενικά αλλά μας ενδιαφέρει να δούμε και διαφορετικές γονοτυπικές. Το ερώτημα είναι το εξής: Δείξατε κάποια δεδομένα στα σάκχαρα, δεν υπήρχαν όμως τιμές και αναρωτιέμαι αν αυτές ήταν εκφρασμένες ανά μονάδα νωπού βάρους ή ξηρού βάρους;

Μανωλοπούλου. Ξηρού βάρους.

Σάββας. Ξηρού βάρους. Γιατί επειδή, έχουμε και την επίπτωση της αλατότητας στην ξηρή ουσία, έχουμε μια...

Μανωλοπούλου. Είναι τα αποτελέσματα της πρώτης συγκομιδής. Γι' αυτό ακριβώς και σας τόνισα πόσες ημέρες μετά την τελική εφαρμογή των χειρισμών έγινε. Όλα αυτά τα οποία είπατε: έκφραση και στην ξηρή ουσία και στο νωπό βάρος, έχουν γίνει όμως δεν έχουν παρουσιαστεί. Αλλά έχουμε μελετήσει και την επίδραση της αλατότητας στην τελευταία συγκομιδή, οπότε έχει περάσει ένας ικανός χρόνος που έχει εφαρμοστεί το στρες αυτό. Εκεί υπάρχουν κάποιες σημαντικές διαφορές, γι' αυτό ακριβώς τόνισα ότι εδώ είναι μόνο είκοσι μέρες, είκοσι τρεις μέρες, ίσως το φυτό ακόμα να μην έχει αντιδράσει, λέω εγώ, στο χειρισμό αυτό.

Σάββας. Αυτό που ήθελα να πω είναι τούτο: αν ήταν σε νωπό βάρος θα μπορούσε να είναι απλώς το αποτέλεσμα εκ του γεγονότος ότι στην αλατότητα έχουμε αυξημένη ξηρή ουσία και άρα δεν είναι απλώς πιο αραιωμένα, αλλά αφού είναι σε ξηρό βάρος έχουμε μία πραγματική επίπτωση.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΤΗΝ *IN VITRO* ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΤΩΝ ΟΦΘΑΛΜΩΝ ΤΩΝ ΚΟΝΔΥΛΩΝ ΤΗΣ ΠΑΤΑΤΑΣ (*Solanum tuberosum* L.)

Α. Αλεξόπουλος¹, Θ. Καρανίσα², Κ. Ακουμιανάκης², Σ. Καρράς¹, Ι. Καραπάνος² και Χ. Πάσσαμ²

¹Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Εργαστήριο Γεωργίας, Αντικάλamos, 24100 Καλαμάτα

²Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να διερευνηθεί η επίδραση του γιββερελλικού οξέος (GA), της κινετίνης (KIN), του αμψισικού οξέος (ABA) και του ινδολυλοξικού οξέος (IAA) στην *in vitro* βλάστηση των οφθαλμών των κονδύλων της πατάτας. Για τη μελέτη της επίδρασης των φυτορρυθμιστικών ουσιών χρησιμοποιήθηκαν ημιστερεά θρεπτικά υποστρώματα MS (άγαρ 3 g/L) με τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις σακχαρόζης (0, 20, 40 g/L) και δυο τύποι οφθαλμών: α) επάκριοι οφθαλμοί (κορυφή του κονδύλου), και β) πλάγιοι οφθαλμοί (4^ο γόνατο από την κορυφή του κονδύλου). Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες χρησιμοποιήθηκαν σε δύο συγκεντρώσεις: 1 και 5 mg/L, ενώ χρησιμοποιήθηκαν και θρεπτικά υποστρώματα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες (μάρτυρας). Μετρήθηκαν ο ρυθμός βλάστησης των οφθαλμών, ο αριθμός των βλαστών ανά οφθαλμό και το μήκος των βλαστών. Η συγκέντρωση της σακχαρόζης και η θέση του οφθαλμού στον κόνδυλο δεν επηρέασαν την ταχύτητα βλάστησης των οφθαλμών, τον αριθμό των βλαστών ανά οφθαλμό και το μήκος των βλαστών. Ωστόσο, το GA και στις δύο συγκεντρώσεις ευνόησε την ταχύτερη βλάστηση των οφθαλμών των κονδύλων, ενώ το ABA και στις δύο συγκεντρώσεις καθυστέρησε την βλάστηση των οφθαλμών σε σύγκριση με το μάρτυρα. Η KIN και το IAA δεν επηρέασαν τη βλάστηση των οφθαλμών. Καμία από τις φυτορρυθμιστικές ουσίες δεν επηρέασε τον αριθμό των βλαστών ανά οφθαλμό, ωστόσο το GA οδήγησε σε αύξηση του μήκους των βλαστών.

Λέξεις κλειδιά: αμψισικό οξύ, αυξίνες, γιββερελλίνες, κυτοκινίνες, λήθαργος

Εισαγωγή

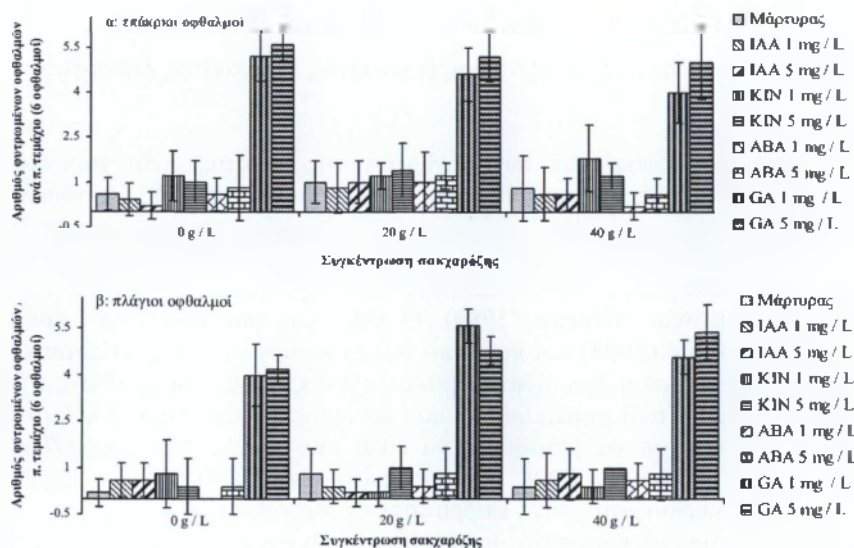
Η βλάστηση των οφθαλμών των κονδύλων της πατάτας είναι χαρακτηριστικό ποιότητας της πατάτας κοινής κατανάλωσης και του πατατόσπορου. Οι οφθαλμοί των κονδύλων δεν βλαστάνουν κατά τη διάρκεια της ληθαργικής περιόδου, με τη λήξη της οποίας, συνήθως βλαστάνει ο οφθαλμός που βρίσκεται στην κορυφή του κονδύλου (επάκριος), ενώ η απομάκρυνσή του επιτρέπει την ταχύτερη βλάστηση των υπολοίπων οφθαλμών του κονδύλου (Burton, 1989). Ο λήθαργος των κονδύλων υπόκειται σε ορμονικό έλεγχο Suttle (2004) και πριν από την εμφάνιση των φύτρων παρατηρούνται αλλαγές στη συγκέντρωση των υδατανθράκων (Wiltshire & Cobb, 1996), όπως έχει παρατηρηθεί και μετά από μεταχειρίσεις που ευνοούν τη διακοπή του λήθαργου, π.χ. GA ή βρωμοαιθάνιο, με τις μεταβολές να είναι πιο έντονες στους οφθαλμούς των κονδύλων (Alexopoulos κ.ά., 2008, Akoumianakis κ.ά., 2009). Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση της επίδρασης φυτορρυθμιστικών ουσιών και της συγκέντρωσης της σακχαρόζης στην *in vitro* βλάστηση των οφθαλμών των κονδύλων.

Υλικά και Μέθοδοι

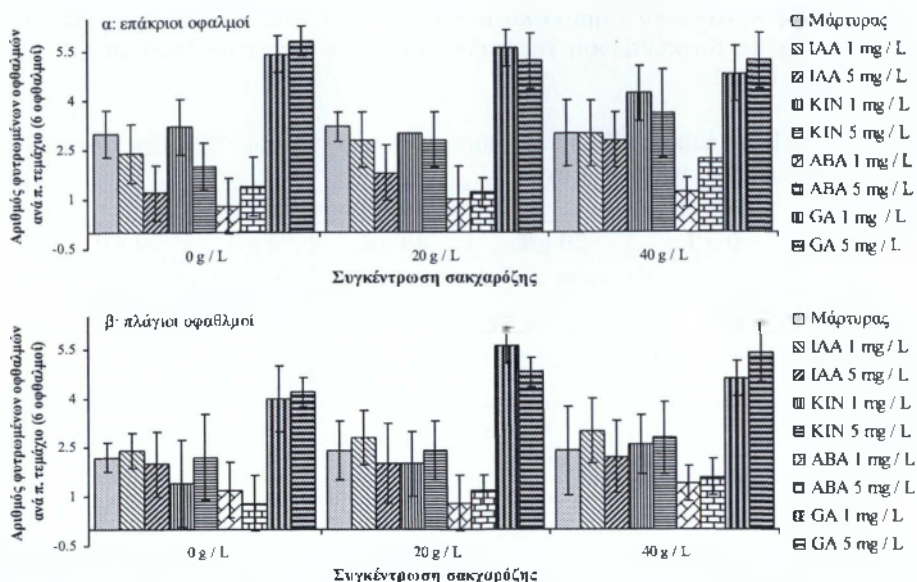
Οι κόνδυλοι παρήχθησαν από σπορόφυτα πατάτας του υβριδίου Chacasina και συλλέχθηκαν την 20^η Μαΐου 2012. Μετά από μεθωρίμανση 10 ημερών (20-24 °C, σκοτάδι), πλύθηκαν με νερό και οι οφθαλμοί της κορυφής και αυτοί του 4^{ου} γόνατου των κονδύλων απομακρύνθηκαν με νυστέρι. Οι οφθαλμοί (μαζί με τμήμα του παρεγγύματος διαστάσεων περίπου 5 x 5 x 5 mm) τοποθετήθηκαν για επιφανειακή απολύμανση για 20 min σε διάλυμα χλωρίνης (15% ο/ο) και Tween 20 (2 σταγόνες ανά 100 mL). Τα τμήματα των οφθαλμών, αφού ξεπλυθήκαν με αποστειρωμένο νερό τρεις φορές, τοποθετήθηκαν υπό ασηπτικές συνθήκες σε τριβλία Petri διαμέτρου 9 cm με ημιστερέα θρεπτικά υποστρώματα MS (με άγαρ 3 g/L, pH=5,8) και τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις σακχαρόζης (0, 20, 40 g/L), και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών με θερμοκρασία 20 °C και σκοτάδι. Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες χρησιμοποιήθηκαν σε δύο συγκεντρώσεις: 1 και 5 mg/L, ενώ χρησιμοποιήθηκαν και θρεπτικά υποστρώματα χωρίς την προσθήκη φυτορρυθμιστικών ουσιών. Για κάθε επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν πέντε επαναλήψεις (τριβλία) με έξι οφθαλμούς ανά τριβλίο. Μετρήθηκαν ο ρυθμός βλάστησης των οφθαλμών, ο αριθμός των βλαστών ανά οφθαλμό και το μήκος των βλαστών.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

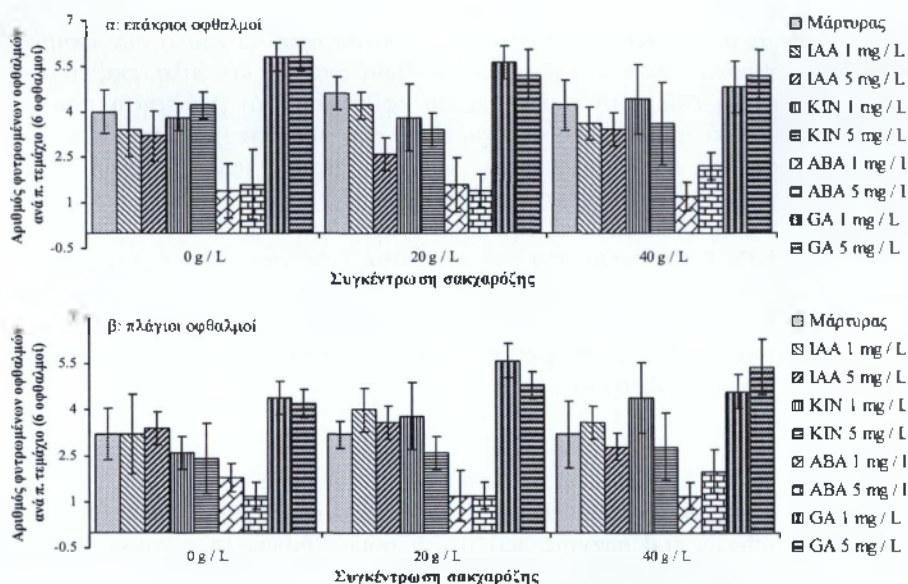
Το GA, ανεξάρτητα από τη συγκέντρωσή του στο θρεπτικό υπόστρωμα, προκαλεί ταχύτερη βλάστηση των οφθαλμών (επάκριων ή πλάγιων) την 12^η (Σχ. 1α, β) και την 26^η ημέρα (Σχ. 2α, β), αλλά την 40^η ημέρα (Σχ. 3α, 3β) και μόνο σε επάκριους οφθαλμούς που βρίσκονται σε θρεπτικό υπόστρωμα χωρίς σακχαρόζη ή με σακχαρόζη 20 g/L, παρατηρείται στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος αριθμός βλαστημένων οφθαλμών. Το IAA και η KIN δεν επηρεάζουν τον αριθμό των βλαστημένων οφθαλμών σε σύγκριση με το μάρτυρα. Το ABA, ανεξάρτητα από τη συγκέντρωση, προκαλεί καθυστέρηση στη βλάστηση των οφθαλμών σε σύγκριση με το μάρτυρα, την 26^η ημέρα (Εικ. 2α, 2β) και μόνο σε επάκριους οφθαλμούς, και την 40^η ημέρα (Εικ. 3α, 3β) τόσο σε επάκριους όσο και σε πλάγιους οφθαλμούς.



Σχήμα 1. Μέσος αριθμός φυτρωμένων οφθαλμών ανά πειραματικό τεμάχιο (6 κόνδυλοι) την 12^η ημέρα μετά την εγκατάστασή τους *in vitro* σε (α) επάκριους οφθαλμούς και (β) σε πλάγιους οφθαλμούς. Κατακόρυφες μπάρες = ± τυπική απόκλιση.



Σχήμα 2. Μέσος αριθμός φυτρωμένων οφθαλμών ανά πειραματικό τεμάχιο (6 κόνδυλοι) την 26^η ημέρα μετά την εγκατάστασή τους *in vitro* σε (α) επάκριους οφθαλμούς και (β) σε πλάγιους οφθαλμούς. Κατακόρυφες μπάρες = ± τυπική απόκλιση.



Σχήμα 3. Μέσος αριθμός φυτρωμένων οφθαλμών ανά πειραματικό τεμάχιο (6 κόνδυλοι) την 40^η ημέρα μετά την εγκατάστασή τους *in vitro* σε (α) επάκριους οφθαλμούς και (β) σε πλάγιους οφθαλμούς. Κατακόρυφες μπάρες = ± τυπική απόκλιση.

Ο αριθμός των βλαστών που εκπύχθηκαν ανά φυτρωμένο οφθαλμό την 26^η και την 40^η ημέρα μετά την *in vitro* εγκατάσταση των οφθαλμών δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από το φυτορρυθμιστική ουσία, τη συγκέντρωση της σακχαρόζης στο θρεπτικό υπόστρωμα και τη θέση του οφθαλμού. Ωστόσο, το μήκος των βλαστών την

40^η ημέρα είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο σε όλες τις μεταχειρίσεις με GA, ανεξάρτητα από τη συγκέντρωση της σακχαρόζης στο θρεπτικό διάλυμα και τη θέση του οφθαλμού (Πίν. 1).

Πίνακας 1. Μέσο μήκος βλαστού (cm) 40 ημέρες μετά την εγκατάσταση των οφθαλμών σε θρεπτικά υποστρώματα.

Επέμβαση	Συγκέντρωση σακχαρόζης												
	0 g/L		20 g/L		40 g/L								
	Επάκριοι οφθαλμοί			Πλάγιοι οφθαλμοί (4 ^ο γόνατο)									
Μάρτυρας	1,00	d(a)	1,10	bcd(a)	1,14	bc(a)	0,96	b(a)	1,24	b(a)	1,16	b(a)	
IAA 1 mg/L	1,04	d(a)	0,94	d(a)	1,02	c(a)	1,02	b(a)	1,06	b(a)	1,18	b(a)	
IAA 5 mg/L	0,92	d(a)	1,02	cd(a)	1,24	bc(a)	1,00	b(a)	1,04	b(a)	1,24	b(a)	
KIN 1 mg/L	1,82	b	(a)	1,58	b	(a)	1,44	b	(a)	1,24	b(a)	1,28	b(a)
KIN 5 mg/L	1,48	bc	(a)	1,46	bc	(a)	1,50	b	(a)	1,22	b(a)	1,30	b(a)
ABA 1 mg/L	0,84	d(a)	1,18	bcd(a)	1,10	bc(a)	1,00	b(a)	1,20	b(a)	1,06	b(a)	
ABA 5 mg/L	1,10	cd(a)	1,00	bcd(a)	1,00	c(a)	1,02	b(a)	1,08	b(a)	1,18	b(a)	
GA 1 mg/L	2,76	a	(a)	2,78	a	(a)	2,60	a	(a)	2,24	a(a)	2,36	a(a)
GA 5 mg/L	2,60	a	(a)	2,94	a	(a)	2,80	a	(a)	2,28	a(a)	2,56	a(a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P < 0,05$).

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα (σε παρένθεση) δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P < 0,05$).

Συμπεραίνεται ότι, η θέση των οφθαλμών επάνω στον κόνδυλο δεν επηρεάζει τη διάρκεια του λήθαργου, όταν αυτοί απομακρυνθούν από τον κόνδυλο, επιβεβαιώνοντας την παρεμποδιστική επίδραση του επάκριου οφθαλμού στη βλάστηση των πλάγιων οφθαλμών. Η συγκέντρωση της σακχαρόζης στο υπόστρωμα δεν επηρεάζει την ταχύτητα βλάστησης των οφθαλμών και το μήκος των βλαστών (φύτρων), υποδηλώνοντας ότι τόσο η διακοπή του λήθαργου των οφθαλμών όσο και η ανάπτυξη των φύτρων δεν επηρεάζονται από την παροχή πρόσθετων ποσοτήτων υδατανθράκων. Το IAA και η KIN δεν επηρεάζουν την ταχύτητα βλάστησης των οφθαλμών, αλλά η κινετίνη μπορεί να εμπλέκεται στην ανάπτυξη των βλαστών. Αντίθετα, το GA ευνοεί την ταχύτερη βλάστηση των οφθαλμών και την αύξηση του μήκους των βλαστών (φύτρων), ενώ το ABA καθυστερεί τη βλάστηση των οφθαλμών, χωρίς όμως να επηρεάζει το μήκος των βλαστών.

Βιβλιογραφία

- Akoumianakis, K.A., Aivalakis, G., Alexopoulos, A.A., Karapanos, I.C., Skarmoutsos, K. and Passam, H.C. 2008. Bromoethane induced changes in respiration rate, ethylene synthesis and enzyme activity of potato tubers in relation to dormancy breakage. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 83: 441-446.
- Alexopoulos, A.A., Aivalakis, G., Akoumianakis, K.A. and Passam, H.C. 2008. Effect of gibberellic acid on the duration of dormancy of potato tubers produced by plants derived from true potato seed. *Postharvest Biol. Technol.* 49: 424-430.
- Burton, W.G. 1989. *The Potato*. Longman Scientific and Technical, Essex, England.
- Suttle, J.C. 2004. Involvement of endogenous gibberellins in potato tuber dormancy and early sprout growth: a critical assessment. *J. Plant Physiol.* 161 (2): 157-164.
- Wiltshire, J.J.J. and Cobb, A.H. 1996. A review of the physiology of potato tuber dormancy. *Ann. Appl. Biol.* 129: 553-569.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Α. Αλεξόπουλου

Κώτσιρας. Ευχαριστούμε τον κ. Αλεξόπουλο. Ερωτήσεις:

Λιόπα-Τσακαλίδη. Η γιββεριλλίνη σταματάει το λήθαργο. Αυτό ξέρουμε. Αλλά για να αρχίσει η γιββεριλλίνη, να της δώσουμε το σπρώξιμο για να σταματήσει ο λήθαργος συμβαίνει κάτι. Εσείς υποθέσατε ότι η ζαχαρόζη παίζει ένα ρόλο. Αν αυτό το πείραμα το αντιστρέψατε και αντί σαν υπόστρωμα τη ζαχαρόζη να βάζατε τη γιββεριλλίνη και τη ζαχαρόζη σαν μία παράμετρος ή τη γιββεριλλίνη σε συνδυασμό με τις άλλες φυτορμόνες, θα παίρνατε διαφορετικά αποτελέσματα.

Αλεξόπουλος. Είχαμε...

Λιόπα-Τσακαλίδη. Θα βλέπατε το σταμάτημα του ληθάργου. Η γιββεριλλίνη θα έπαιζε το σημαντικό ρόλο, γιατί θα έπαιρνε το in rui από τη ζαχαρόζη και θα άρχιζε το σταμάτημα του ληθάργου, αλλά θα βλέπατε αν το κάνατε σε συνδυασμό και με την αυξίνη και εκεί μία συνέργεια κι εκεί ένα ζύγνημα του ληθάργου. Είναι ένα άλλο πείραμα αλλά το βασικό ξεκίνημα είναι ότι κάτι συμβαίνει στον κόνδυλο και σταματάει ο λήθαργος. Η αιτία είναι πως θα σπρώξουμε τη γιββεριλλίνη να ενεργοποιηθεί. Αυτό είναι το σταμάτημα του ληθάργου.

Αλεξόπουλος. Ναι.

Λιόπα-Τσακαλίδου. Οπότε αν κάνατε το πείραμα διαφορετικά...

Αλεξόπουλος. Σε τέτοιο πείραμα δεν έχουμε χρησιμοποιήσει την αυξίνη σε in vitro καλλιέργεια. Βέβαια οι αυξίνες όταν εφαρμόζονται σε ολόκληρους ιστούς, πολλές φορές, όταν περάσει και μεγάλο χρονικό διάστημα μεταβολίζονται, οπότε η επίδραση στα φυτά είναι δύσκολο να βρεθεί. Επειδή το έχουμε εφαρμόσει σε ολόκληρα φυτά, με ψεκασμό δηλαδή, ή ακόμα και σε κονδύλους, μετασυσλεκτικά, η αυξίνη δεν έχει καμία επίδραση. Εκείνη που είχε συνεργιστική επίδραση με τη γιββερrellίνη αυτή που ήταν, ήταν η 6 βενζυλαμινοπουρίνη η οποία βοήθησε την ανάπτυξη των φύτρων μόνο, όχι την ταχύτητα της βλάστησης.

Λιόπα-Τσακαλίδη. Σωστά. Όπως τα λέτε είναι. Απλώς το ζύγνημα έρχεται με τη γιββεριλλίνη και η ανάπτυξη με την αυξίνη, που είναι και από τη λέξη αυξάω. Βοηθάει μόνο στην αύξηση.

Αλεξόπουλος. Παρακαλώ:

Λιόπα-Τσακαλίδου (προεδρεύουσα). Άλλη ερώτηση:

Κανάκης. Μία τοποθέτηση θα κάνω. Δεν θα κάνω ερώτηση. Με αφορμή την παρέμβασή σας. Λοιπόν, είναι γεγονός διαπιστωμένο ότι η γιββερrellίνη δεν συμμετέχει καθόλου στο σχηματισμό νέων μεριστωμάτων από μόνη της. Σε καμία περίπτωση. Τι γίνεται;

Η γιββερrellίνη, σε αυτή την περίπτωση των κονδύλων, παίζει ρόλο στο να απομακρύνει τους παρεμποδιστές. Αλλά όμως έστω κι αν έχουμε τμήμα των παρεμποδιστών δεν μπορούμε να έχουμε ανάπτυξη νέων μεριστωμάτων, νέων βλαστών δηλαδή, ή οφθαλμών, με την επίδραση έστω και της κυτοκινίνης, που είναι η κατεχοχίνη ορμόνη, εάν δεν έχουμε προηγουμένα ένα άλλο φαινόμενο. Δηλαδή πρέπει να υπάρχει υδρόλυση του αμύλου, ή άλλων πολυσακχαριτών για να έχουμε μέσα στον ιστό, απλές μορφές απλών σακχάρων, κυρίως σακχαρόζης.

Αυτό έχει διαπιστωθεί εδώ και είκοσι χρόνια, από μελέτες που έγιναν και από τον υποφαινόμενο, ο οποίος το έχει διαπιστώσει αυτό με μικροσκόπιο και σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, το πώς γίνεται η υδρόλυση των αμύλου, πώς γίνεται η παραγωγή των απλών σακχάρων, τα οποία όχι μόνο ενεργοποιούν αλλά τα εκμεταλλεύεται η κυτοκινίνη η οποία και θέτει σε λειτουργία το μηχανισμό αναπαραγωγής των κυττάρων. Γι' αυτό τότε έχουμε ανάπτυξη μεριστωμάτων.

Έρχεται μετά η γιββερrellίνη και δίνει ώθηση στην επιμήκυνση, όχι στην αύξηση του αριθμού των κυττάρων, αλλά στη μεγέθυνση των κυττάρων. Γι' αυτό και έχουμε τα αποτελέσματα που είδαμε με τη γιββερrellίνη στην ανάπτυξη των βλαστών και έτσι έχουμε διαφορά σε σύγκριση με το μάρτυρα. Αυτή είναι η διαδικασία. Τώρα εδώ δεν ξέρω τις λεπτομέρειες και σίγουρα έχετε κάνει πολλά πειράματα, περισσότερα πράγματα αλλά σε μία ανακοίνωση δεκάλεπτη δεν μπορεί να τα έχουμε όλα αυτά. Αυτή είναι η διαδικασία στην οποία αναπαραγωγή ή μάλλον στη νέα σύνθεση μεριστωμάτων.

Αλεξόπουλος. Ναι. Απλώς επειδή εδώ δεν έχουμε νέα παραγωγή μεριστωμάτων και τα ήδη υπάρχοντα είναι κομμένα από την υπόλοιπη, από το υπόλοιπο όργανο, όσο βρίσκονται δηλαδή σε λήθαργο, φαίνεται ότι μάλλον οι γιββερrellίνες, βέβαια αυτό δεν είναι δικό μας ερευνητικό αποτέλεσμα, φαίνεται ότι μάλλον εμπλέκονται είτε στη δυνατότητα να περάσουν οι κυτοκινίνες στο ακραίο μερίστωμα, γι' αυτό οι κυτοκινίνες από μόνες τους δεν έχουν κάποια επίδραση στην εκβλάστηση ή ακόμα μπορεί να επηρεάζουν και τα πλασμοδέσματα. Αυτό είναι κάτι που εμείς δεν

το γνωρίζουμε. Δεν είναι δηλαδή δικό μας πειραματικό δεδομένο, ήδη όμως υπάρχει ως βιβλιογραφική αναφορά. Οπότε η συνέργεια με τις κυτοκινίνες είναι πάρα πολύ πιθανή. Υπάρχει ένα, λίγο κάπως σύνθετο, θα λέγαμε, κομμάτι.

Σύνεδρος. Ήθελα να ρωτήσω. Αν κανείς παρατηρήσει μέσα στον κόνδυλο, βλέπει ότι τα κύτταρα του κονδύλου έχουν μεγάλη συσσώρευση αμυλοκκόκκων και το ερώτημα είναι κατά πόσον αυτά τα κύτταρα διαθέτουν μεγάλο μέρος των λειτουργιών των κυττάρων των άλλων που γνωρίζουμε. Των αδιαφοροποίητων θα λέγαμε έτσι; Δηλαδή η διαφορά, τι διαφορά υπάρχει πιστεύετε στο κύτταρο που είναι φορτωμένο με αμυλοκκόκκους μέσα, σε σχέση με ένα κύτταρο του φυτού της πατάτας;

Αλεξόπουλος. Δεν μιλάμε για την περιοχή των οφθαλμών. Μιλάμε γενικά.

Σύνεδρος. Όχι στην περιοχή των οφθαλμών, μιλάμε για μέσα στον κόνδυλο.

Αλεξόπουλος. Κοιτάζτε να δείτε. Μέσα στον κόνδυλο έχουνε πολύ διαφορετική συμπεριφορά, ούτως ή άλλως, γιατί στο εσωτερικό του κονδύλου, το οξυγόνο κυμαίνεται κοντά στο 0%. Δηλαδή 0,5%. Η αναπνευστική ούτως ή άλλως μία διαφορετική μεταβολική δραστηριότητα. Εμείς έχουμε μετρήσει ανάλογα με το σημείο που βρίσκεται το κύτταρο, ποια είναι η αναπνευστική του δραστηριότητα, έχουμε βρει ότι τα επιφανειακά κύτταρα έχουν μεγαλύτερη αναπνευστική δραστηριότητα και ακόμη μεγαλύτερη αναπνευστική δραστηριότητα έχουν τα κύτταρα των οφθαλμών. Οπότε οι διαφορές είναι σημαντικές. Είναι μεγάλες στη λειτουργία των κυττάρων.

Σύνεδρος. Αλέξη!

Αλεξόπουλος. Παρακαλώ.

Σύνεδρος. Δεν παρατηρεί κανείς στο χυμοτόπιο. Δεν παρατηρεί κανείς πολλά στοιχεία των κυττάρων, άλλα έτσι; Αυτό ήθελα να πω. Δηλαδή λειτουργικά το κύτταρο θα χάσει μέρος των δυνατοτήτων του; Δηλαδή το φυτό, έχει αποβάλει, έχει αποδομήσει πράγματα; Κι έχει φτιάξει ένα κύτταρο πιο απλό, που έχει μόνο τους μηχανισμούς της υδρόλυσης, για να παράγει αμυλάση και να διαλύσει, δηλαδή αυτό θέλω να πω, έχει χάσει, έχει αποδομήσει μεγάλο μέρος των λειτουργιών του αυτό το κύτταρο;

Αλεξόπουλος. Όχι. Όχι. Οι λειτουργίες, τουλάχιστον οι βιοχημικές στο επίπεδο των κυττάρων ακολουθούν περίπου τις λειτουργίες των υπολοίπων, του υπόλοιπου φυτού και βέβαια η διαδικασία της αποδόμησης του αμύλου, ιδιαίτερα στους κονδύλους δεν γίνεται μόνο μέσω της αμυλάσης, είναι ένα πολύ μικρό κομμάτι. Η αμυλάση, εδώ εμπλέκονται και άλλες, και άλλα πάρα πολλά ένζυμα, ανάλογα βέβαια με τη θερμοκρασία, η φωσφορύλαση δηλαδή του αμύλου παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, σε χαμηλές θερμοκρασίες ανάλογα τώρα με διάφορες άλλες μεταχειρίσεις, άλλα ένζυμα όπως η άλφα γλυκοζιδάση, επίσης επηρεάζουν, δεν πάει δηλαδή μέσω του μονοπατιού της αμυλάσης. Είναι κάτι το οποίο είναι σύνθετο μεν στον κόνδυλο, αλλά ακολουθεί γενικά τις λειτουργίες των υπολοίπων κυττάρων του φυτού.

Η βασική, βέβαια, διαφοροποίηση που θα μπορούσε να πει κανείς, επειδή μιλάμε και για διαφοροποίηση στον κόνδυλο, είναι το γεγονός ότι οι υπόγειοι οφθαλμοί αυτού του βλαστού, γιατί πρόκειται για έναν βλαστό, φέρουν τρία μεριστώματα. Οι υπέργειοι βλαστοί φέρουν οφθαλμούς με ένα μεριστώμα. Αυτή είναι μία πολύ σημαντική διαφοροποίηση του κονδύλου, γιατί πρόκειται για ένα βλαστό και σε αυτή την περίπτωση, την οποία θα πρέπει να κοιτάζουμε και δεν έχουν δει πουθενά, δεν έχουν αναφερθεί δηλαδή σε αυτό το κομμάτι καθόλου.

Τα υπόλοιπα κύτταρα έχουν διαφοροποιήσεις μέσα, σας λέω και μόνο η διαφορά του οξυγόνου τα αναγκάζει, ωστόσο οι λειτουργίες που ακολουθούνται είναι παρόμοιες με αυτές που ακολουθούνται και στο υπέργειο τμήμα του φυτού. Αλλά και αν ο κόνδυλος εξέλθει του εδάφους ακολουθεί μία πορεία αρκετά ίδια με αυτή ενός υπέργειου βλαστού, θα βγάλει φύλλα κανονικά, θα βγάλει όλα.

Λιάπα-Τσακαλίδη. Μία ερώτηση από τον κ. Κανάκη και να τελειώσουμε. Ναι.

Κανάκης. Μία επιπλέον ερμηνεία από εκείνη που έδωσε ο κ. Αλεξόπουλος. Τα κύτταρα σε ένα φυτό, ανάλογα με τη θέση που βρίσκονται, έχουν υποστεί ένα βαθμό διαφοροποιήσεων για να εξυπηρετήσουν ορισμένες ανάγκες του φυτού. Αν πάρουμε τα κύτταρα του κονδύλου ή ακόμη-ακόμη και κύτταρα του καρότου, αυτά είναι αποθησαυριστικοί ιστοί.

Άρα τα κύτταρα είναι διαφοροποιημένα για να έχουν αποθήκη σακχάρων. Και η αποθήκη σακχάρου είναι υπό μορφήν πολυσακχαριτών και ιδίως αμύλου. Αυτό όμως το κύτταρο, όταν το πάρουμε, το αποκόψουμε από το μητρικό φυτό και το βάλουμε σε ένα συνθετικό υπόστρωμα μπορεί να αποδιαφοροποιηθεί και να ανακτήσει τις αρχικές του δυνατότητες. Αρκεί προς τούτο το

υπόστρωμα να ικανοποιεί ορισμένες ανάγκες ή ανάγκες της κατεύθυνσης την οποία εμείς θέλουμε να δώσουμε, δηλαδή αν θέλουμε να κάνουμε ριζογένεση θα χρησιμοποιήσουμε ένα υπόστρωμα που είναι κατάλληλο για ριζογένεση, αν θέλουμε να πετύχουμε μια βλαστογένεση, θα χρησιμοποιήσουμε ένα υπόστρωμα που είναι κατάλληλο για βλαστογένεση. Αν θέλουμε να κάνουμε σωματική εμβρυογένεση θα χρησιμοποιήσουμε ένα άλλο που να έχει δυνατότητες να τροποποιήσει το κύτταρο για να παράξει σωματικό έμβryo. Θεωρητικά κάθε κύτταρο του φυτού, σε αντίθεση από τα ζωικά κύτταρα, κάθε κύτταρο του φυτού ανεξάρτητα από το βαθμό διαφοροποίησης διατηρεί την ιδιότητα της ολοδυναμίας και κατά συνέπεια μπορεί να παράξει ένα τέλειο φυτό. Είτε προκαλώντας στην πρώτη φάση ριζογένεση και μετά τη βλαστογένεση, οπότε έχουμε τέλειο φυτό, είτε στην πρώτη φάση βλαστογένεση και μετά ριζογένεση, άρα παραγωγή τέλειου φυτού ή να έχουμε από την αρχή κατευθείαν τη σωματική εμβρυογένεση. Αυτό πιστεύουμε όλοι, όσοι ασχολούμαστε με τα θέματα αυτά, ότι όλα τα κύτταρα του φυτού, έχουν την ιδιότητα της ολοδυναμίας, δεν την χάνουν. Απλώς και μόνο την αναστέλουν ή καλύτερα την υπνωτίζουν όσο είναι ακόμη στο φυτό. Όταν όμως απομακρυνθούν μπορεί να έχουμε εμβρυογένεση ακόμη και από τους αποθησαυριστικούς ιστούς, όπως σε καρότα. Είναι το φυτό, το οποίο είναι μοντέλο για τέτοιου είδους μελέτες.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΦΙΝΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΟΝΔΥΛΩΝ ΠΑΤΑΤΑΣ ΠΟΥ ΠΑΡΗΧΘΗΣΑΝ ΑΠΟ ΒΟΤΑΝΙΚΟ ΣΠΟΡΟ (TPS)

Θ. Καρανίσα¹, Κ. Ακουμιανάκης¹ Α. Αλεξόπουλος² και Ι. Καραπάνος¹

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

²Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αντικάλamos, 24100 Καλαμάτα

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξεταστεί η επίδραση της παραφίνης σε ώριμους κονδύλους πατάτας παραγόμενους από βοτανικό σπόρο σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης. Καλλιεργήθηκε το υβρίδιο πατάτας IP 88008. Μία εβδομάδα μετά τη συγκομιδή (110 ημέρες) εφαρμόστηκε με εμβάπτιση ολόκληρων των κονδύλων υγρή παραφίνη θερμοκρασίας 55°C για λίγα δευτερόλεπτα. Ακολούθησε αποθήκευση των κονδύλων για 4 μήνες σε συνθήκες σκότους στις εξής θερμοκρασίες: 2, 5, 7, 15 και 20°C. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η εφαρμογή παραφίνης στους κονδύλους δεν επηρέασε τη διάρκεια του λήθαργου στους 2°C και στους 5°C αποθήκευσης, ενώ στους 7°C ο αριθμός των φύτρων ήταν μικρότερος καθ' όλη τη διάρκεια αποθήκευσης σε σχέση με το μάρτυρα. Στους 15°C και στους 20°C καταγράφηκε μικρότερος αριθμός φύτρων μετά την 6^η και 5^η εβδομάδα αποθήκευσης αντίστοιχα και μέχρι το τέλος των μετρήσεων. Ο ρυθμός αναπνοής των παραφινωμένων κονδύλων στους 2°C ήταν μικρότερος για 5 εβδομάδες μετά την εφαρμογή, ενώ στους 5°C και στους 7°C ήταν μικρότερος για 3 εβδομάδες. Οι 15°C και οι 20°C αποθήκευσης προκάλεσαν μικρότερο ρυθμό αναπνοής για την πρώτη 1,5 εβδομάδα μετά την εφαρμογή, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε μέχρι το τέλος της αποθήκευσης. Οι αποθηκευμένοι κόνδυλοι στους 2, 5, 7 και στους 15°C είχαν μικρότερη μεταβολή του νωπού τους βάρους από το μάρτυρα σε αντίθεση με αυτούς στους 20°C που είχαν μεγαλύτερη. Η περιεκτικότητα των φύτρων σε ξηρά ουσία δεν επηρεάστηκε σε όλες τις θερμοκρασίες αποθήκευσης. Επίσης, η περιεκτικότητα των κονδύλων σε ξηρά ουσία στους 2°C και στους 7°C ήταν η ίδια, ενώ στους 5, 15 και 20°C ήταν μικρότερη σε σύγκριση με το μάρτυρα. Το ειδικό βάρος των κονδύλων δεν παρουσίασε μεταβολή σε όλες τις θερμοκρασίες αποθήκευσης. Τέλος, η επέμβαση με παραφίνη αύξησε την περιεκτικότητα των σακχάρων, φρουκτόζη, γλυκόζη, σακχαρόζη και μαλτόζη στη διάρκεια αποθήκευσης των κονδύλων στους 5, 7, 15 και 20, ενώ στους 2°C η συγκέντρωση σε φρουκτόζη, γλυκόζη και μαλτόζη ήταν μικρότερη σε σχέση με το μάρτυρα.

Λέξεις κλειδιά: *Solanum tuberosum*, υβρίδιο, λήθαργος, παραφίνη, αναπνοή, ξηρά ουσία

Εισαγωγή

Ο έλεγχος της διάρκειας του λήθαργου των κονδύλων της πατάτας είναι σημαντικός γιατί η επιμήκυνσή του δίνει τη δυνατότητα για μεγαλύτερη διάρκεια αποθήκευσης των κονδύλων μετά τη συγκομιδή, ενώ αντίθετα η διακοπή του προσφέρει πατατόσπορο για άμεση φύτευση. Η διάρκεια του λήθαργου των οφθαλμών των κονδύλων της πατάτας επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως οι συνθήκες πριν και μετά τη συγκομιδή των κονδύλων και υπόκειται σε ορμονικό έλεγχο, ενώ μπορεί να επηρεαστεί κι από την

εξωγενή εφαρμογή χημικών ουσιών. (Salimi κ.ά., 2010, Ακουμιανάκης, 1998, Rehman κ.ά., 2001, El-Antably κ.ά., 1967; Suttle, 1995)

Η παραφίνη είναι αντιδιαπνευστικός παράγοντας που επιμηκύνει το λήθαργο των κονδύλων της πατάτας. Η εμφάνιση σε κερύ παραφίνης εμποδίζει την έκπτυξη των οφθαλμών, μειώνει την απώλεια βάρους των κονδύλων, δεν δημιουργεί προβλήματα υπολλειμματικότητας και γίνεται εύκολη αφαίρεση με το ξεφλούδισμα των κονδύλων. (Wu and Salunkhe, 1972).

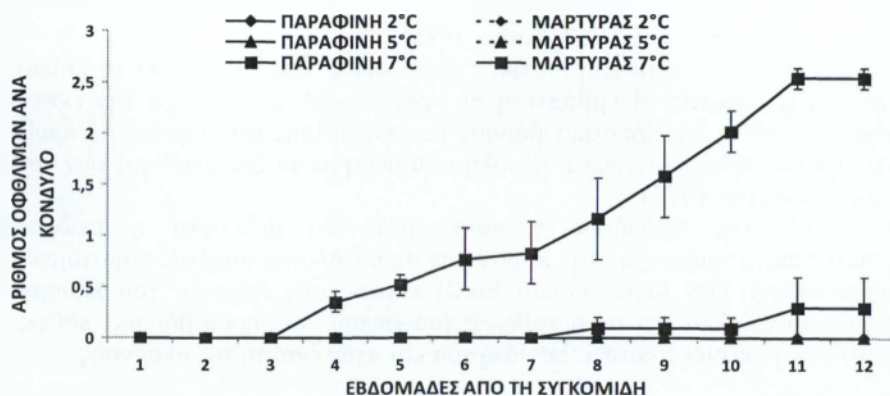
Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής της παραφίνης σε κονδύλους πατάτας παραγόμενους από βοτανικό σπόρο TPS (True Potato Seed) κυρίως στη διάρκεια του λήθαργου των οφθαλμών τους, αλλά και σε μεταβολές του νωπού και ξηρού βάρους, καθώς και σε μεταβολές στην περιεκτικότητα σε σάκχαρα και στην ένταση της αναπνοής.

Υλικά και Μέθοδοι

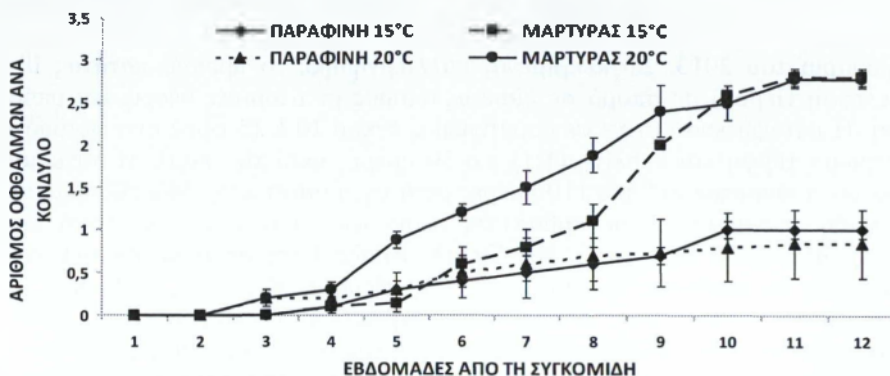
Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών από το Σεπτέμβριο του 2012 μέχρι τον Φεβρουάριο του 2013. Συγκεκριμένα, καλλιεργήθηκε το υβρίδιο πατάτας IP 88008 (προέλευση Περού) με σπορά σε δίσκους σποράς με ατομικές θέσεις και υπόστρωμα τύρφη. Η μεταφύτευση έγινε σε ζαρντινιέρες όγκου 10 L (5 φυτά ανά φυτοδοχείο) με υπόστρωμα τύρφη και περλίτη (1:1) κ.ο 30 ημέρες μετά τη σπορά. Η συγκομιδή των κονδύλων πραγματοποιήθηκε 110 ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Μία εβδομάδα μετά τη συγκομιδή εφαρμόστηκε με εμφάνιση ολόκληρων των κονδύλων υγρή παραφίνη θερμοκρασίας 55°C για λίγα δευτερόλεπτα. Ακολούθησε αποθήκευση των κονδύλων για 4 μήνες σε συνθήκες σκότους στις εξής θερμοκρασίες: 2, 5, 7, 15 και 20°C. Οι μετρήσεις αφορούσαν στον αριθμό των φυτρωμένων οφθαλμών ανά κόνδυλο, στο ρυθμό αναπνοής των κονδύλων, στη μεταβολή του νωπού και του ειδικού βάρους των κονδύλων κατά τη διάρκεια της συντήρησης και την περιεκτικότητα των επιμέρους ιστών των κονδύλων σε μονο και δισακχαρίτες.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

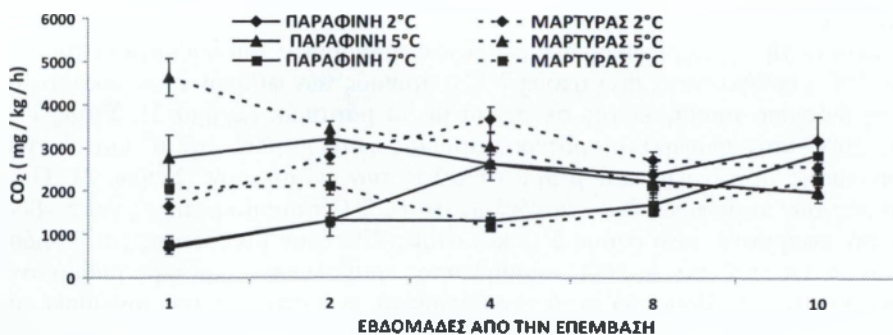
Η εφαρμογή της παραφίνης δεν επηρέασε τη διάρκεια του λήθαργου στους 2°C και στους 5°C αποθήκευσης, ενώ στους 7°C ο αριθμός των φύτρων ήταν μικρότερος καθ' όλη τη διάρκεια αποθήκευσης σε σχέση με το μάρτυρα. (Σχήμα 1). Στους 15°C και στους 20°C καταγράφηκε μικρότερος αριθμός φύτρων μετά την 6^η και 5^η εβδομάδα αποθήκευσης αντίστοιχα και μέχρι το τέλος των μετρήσεων (Σχήμα 2). Ο ρυθμός αναπνοής των παραφινωμένων κονδύλων στους 2°C ήταν μικρότερος για 5 εβδομάδες μετά την εφαρμογή, ενώ στους 5°C και στους 7°C ήταν μικρότερος για 3 εβδομάδες. (Σχήμα 3). Οι 15°C και οι 20°C αποθήκευσης προκάλεσαν μικρότερο ρυθμό αναπνοής για την πρώτη 1,5 εβδομάδα μετά την εφαρμογή, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε μέχρι το τέλος της αποθήκευσης (Σχήμα 3). Οι αποθηκευμένοι κόνδυλοι στους 2, 5, 7 και στους 15°C είχαν μικρότερη μεταβολή του νωπού τους βάρους από το μάρτυρα σε αντίθεση με αυτούς στους 20°C που είχαν μεγαλύτερη (Πίνακας1). Η περιεκτικότητα των φύτρων σε ξηρά ουσία και το ειδικό βάρος δεν επηρεάστηκαν σε όλες τις θερμοκρασίες αποθήκευσης. Επίσης, η περιεκτικότητα των κονδύλων σε ξηρά ουσία στους 2°C και στους 7°C ήταν η ίδια, ενώ στους 5, 15 και 20°C ήταν μικρότερη σε σύγκριση με το μάρτυρα. Τέλος, η επέμβαση με παραφίνη αύξησε την περιεκτικότητα των σακχαρών, φρουκτόζη, γλυκόζη, σακχαρόζη και μαλτόζη στη διάρκεια αποθήκευσης των κονδύλων στους 5, 7, 15 και 20, ενώ στους 2°C η συγκέντρωση σε φρουκτόζη, γλυκόζη και μαλτόζη ήταν μικρότερη σε σχέση με το μάρτυρα. (Σχήματα 5,6). Παρουσιάζονται οι διαφορές στους 2 και 7°C.



Σχήμα 1. Αριθμός οφθαλμών ανά κόνδυλο στους 2 και 7°C



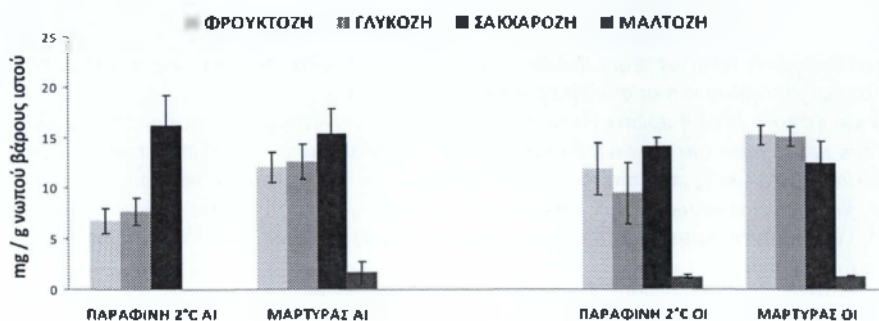
Σχήμα 2. Αριθμός οφθαλμών ανά κόνδυλο στους 15 και 20°C



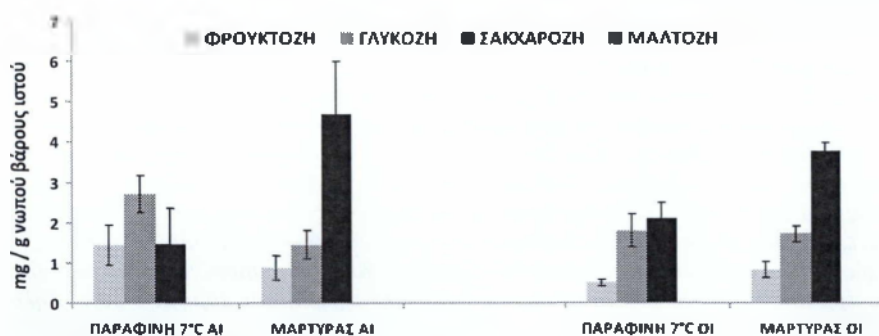
Σχήμα 3. Ρυθμός αναπνοής στους 2 και 7°C

Πίνακας 1. Μεταβολή νωπού βάρους στις θερμοκρασίες αποθήκευσης.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΝΩΠΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΚΟΝΔΥΛΩΝ %	
	Παραφίνη	Μάρτυρας
2°C	0,82 ± 0,14 b	4,44 ± 0,37 a
5°C	1,76 ± 0,62 b	10,24 ± 2,00 a
7°C	1,23 ± 0,41 b	3,57 ± 0,17 a
15°C	2,46 ± 0,20 b	7,66 ± 0,72 a
20°C	14,96 ± 1,98 a	8,63 ± 0,66 b



Σχήμα 5. Περιεκτικότητα σε σάκχαρα στους 2°C



Σχήμα 6. Περιεκτικότητα σε σάκχαρα στους 7°C

Βιβλιογραφία

- Ακουμάνακης Κ.Α. 1998. Συμβολή στη μελέτη της επίδρασης ενδογενών και εξωγενών παραγόντων στα διάφορα στάδια της φυσιολογικής ενηλικιώσεως του πατατόσπορου και η σημασία τους στην παραγωγή. Διδακτορική Διατριβή, Γ.Π.Α.
- El-Antably H.M.M., Wareing P.F., Hillman J. 1967. Some physiological responses to D,L abscisin (dormin). *Planta* 73, 74-90.
- Rehman, F., Lee, S.K., Kim, H.S., Jeon, J.H., Park, J., Joung, H., 2001. Dormancy breaking and effects on tuber yield of potato subjected to various chemicals and growth regulators under greenhouse conditions. *On line Journal of Biological sciences* 1 9: 818-820.
- Salimi, K.H., Tavakkol, A.R., Hosseini, M.B., Struik, P.C. 2010. Effects of gibberellic acid and carbon disulphide on sprouting of potato minitubers. *Sci. Hort.* 124, 14-18.
- Suttle J.C. 1995. Postharvest changes in endogenous ABA levels and ABA metabolism in relation to dormancy in potato tubers. *Physiol. Plant.* 95: 233-240.
- Wu M.T. and Salunkhe, D.K., 1972. Control of chlorophyll and solanine synthesis and sprouting of potato tubers by hot paraffin wax. *Journal of Food Science* 37, 629.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Θ. Καρανίσα

Κότσιρας. Ευχαριστούμε την κ. Καρανίσα. Αν υπάρχουν ερωτήσεις; **Μάλισσα.** Ορίστε; **Σύνεδρος.** Έχω μία πάρα πολύ απλή απορία. Γιατί το πείραμα αυτό έγινε συγκεκριμένα από κονδύλους που προήλθαν από ανάπτυξη βοτανικού σπόρου; Ποια είναι η ουσία;

Ακουμιανάκης. Γιατί έχουμε μια πολύ μεγάλη ευκολία στην παραγωγή κονδύλων ομοιόμορφων. Όπως ξέρετε η παραγωγή κονδύλων αγενώς και όχι με βοτανικό σπόρο έχει μία μεγάλη ανομοιομορφία που για να μπορέσουμε να έχουμε το στήσιμο ενός πειράματος με αξιόπιστα αποτελέσματα θα πρέπει να είναι πάρα πολύ μεγάλο σε μέγεθος, κάτι που δεν μας το επιτρέπουν ο εξοπλισμός του εργαστηρίου και οι συνθήκες γενικά που έχουμε.

Σωστό αυτό και κάποια στιγμή πρέπει να το δούμε σοβαρά. Τι γίνεται με την κοινή πατάτα και όχι την πατάτα που προέρχεται από βοτανικό σπόρο. Αλλά επαναλαμβάνω ότι γίνεται περισσότερο για λόγους ευκολίας, γιατί εμείς περισσότερο τώρα θέλουμε να δούμε ορισμένα πράγματα για να μπορέσουμε να προχωρήσουμε την έρευνα. Ο στόχος μας παραμένει εδώ και χρόνια αμετακίνητος, να ερμηνεύσουμε το λήθαργο και να δούμε πως μπορούμε είτε να τον διακόπτουμε είτε να τον επιμηκύνουμε.

Σύνεδρος (η ίδια). Δηλαδή, συγνώμη, μπορούμε να πούμε ότι πιθανά το ίδιο μπορεί να συμβαίνει και στους κονδύλους που προέρχονται από πατατόσπορο, έτσι;

Ακουμιανάκης. Φυσικά. Και έχουν γίνει μελέτες στο παρελθόν σε μικρότερη κλίμακα κι έχουμε περίπου τα ίδια αποτελέσματα.

Σύνεδρος. Δεν μπορώ να κατανοήσω καλά, πως εκεί που είχαμε παραφίνη στους υψηλότερους βαθμούς, υπήρξε μεγαλύτερη διαπνοή, θα λέγαμε, σε σχέση με το μάρτυρα, μήπως έσπαγε και το περιδέρμα, δηλαδή μαζί με την παραφίνη;

Ακουμιανάκης. Έσπαγε η παραφίνη γιατί είχαμε φύτρωμα. Οι είκοσι βαθμοί 20°, κάτω από προϋποθέσεις με παραφίνη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την αντίστροφη κατεύθυνση, δηλαδή της διακοπής του ληθάργου. Έχω τέτοια δεδομένα. Όπου, προσέξτε, όχι μόνο διεκόπη ο λήθαργος νωρίτερα από το μάρτυρα, αλλά είχαμε και την εμφάνιση ενός μέρους του ριζικού συστήματος μεταξύ του οφθαλμού και της στρώσης της παραφίνης. Δηλαδή, ήταν ασύλληπτο αυτό που συνέβαινε, φύτρωνε κι έσπαγε την παραφίνη μια χαρά το φυτό, η παραφίνη είναι μαλακό υλικό δεν έχει καμία παρεμπόδιση, και δημιουργείτο κάτω από την παραφίνη και μεταξύ αυτής και του περιδέρματος του κονδύλου ρίζα, διαφοροποιήθηκε δηλαδή και παρήγαγε ρίζα. Δηλαδή είχατε έναν κόνδυλο έτοιμο να τον φντέψεις μια χαρά.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙ (*CICHORIUM SPINOSUM*) ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ ΣΤΗ ΓΑΛΑΤΣΙΔΑ (*REICHARDIA PICROIDES*) ΣΤΗ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥΣ

Κ. Ακουμιανάκης¹, Ι. Καραπάνος¹, Α. Αλεξόπουλος², Νατάσσα Παπανδρέου¹ και Σ. Νικολάου¹

¹Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα. ²ΤΕΙ Καλαμάτας Τμήμα Φυτικής Παραγωγής Αντικάλamos 24100 Καλαμάτα

Περίληψη

Στην εργασία αυτή μελετήθηκε η πιθανή επίδραση της αλατότητας (2,0, 5,5 και 8,0 dS/m) στο σταμναγκάθι και του ασβεστίου (χαμηλή 0,9, μεσαία συγκέντρωση 2,4 και υψηλή 4,4 mmol/L στη γαλατσίδα στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά των δύο ειδών. Εφαρμόστηκαν δύο θερμοκρασίες συντήρησης 2 και 7°C και δύο μέσα συσκευασίας, πλαστικό σακουλάκι και πλαστικό κεσεδάκι. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αλατότητα και το ασβέστιο δεν επηρέασαν τη μετασυλλεκτική συμπεριφορά τους σε όλες τις μεταχειρίσεις. Καλύτερο μέσο συσκευασίας αποδείχθηκε και για τα δύο είδη το πλαστικό σακουλάκι και καλύτερη θερμοκρασία αποθήκευσης οι 2°C. Σε αυτές τις μεταχειρίσεις και τα δύο είδη είχαν τη μικρότερη απώλεια βάρους (2-3% στο σταμναγκάθι, 5-7% στη γαλατσίδα) και διατηρήθηκαν σε καλή κατάσταση για 11 ημέρες. Στο κεσεδάκι η απώλεια νωπού βάρους ήταν μεγαλύτερη και για τα δύο είδη και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης. Ο ρυθμός αναπνοής ήταν μεγαλύτερος στη γαλατσίδα CO₂ 10-12% και O₂ 9-11% και στο σταμναγκάθι CO₂ 3-5% και O₂ 16-18%. Σε ότι αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά στη γαλατσίδα η βιταμίνη C αυξήθηκε με την αποθήκευση σε όλες τις θερμοκρασίες και συσκευασίες (φαίνεται πως δεν οξειδώνεται τόσο όσο στο σταμναγκάθι), ενώ η χλωροφύλλη είτε δεν μεταβλήθηκε είτε αυξήθηκε στους 2°C στις σακούλες. Στο σταμναγκάθι με την αποθήκευση παρατηρήθηκε αύξηση των φαινολικών, κυρίως στην υψηλότερη θερμοκρασία και στα κεσεδάκια (γεγονός που σχετίζεται με την αυξημένη απώλεια βάρους), μείωση της βιταμίνης C και της χλωροφύλλης. Συμπερασματικά, η αλατότητα στο σταμναγκάθι και το ασβέστιο στη γαλατσίδα δεν επηρεάζουν τη μετασυλλεκτική συμπεριφορά τους. Το καλύτερο μέσο συσκευασίας είναι το σακουλάκι και καλύτερη θερμοκρασία αποθήκευσης οι 2°C όπου διατηρούνται θαυμάσια για 11 ημέρες με μικρές απώλειες νωπού βάρους και αυξομειώσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους.

Λέξεις κλειδιά: αλατότητα, μετασυλλεκτική μεταχείριση, ποιότητα, καταπόνηση

Εισαγωγή

Το σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum* L.) είναι πολυετές φυτό, λαχανοφόμο πολλά χρόνια πριν τη συστηματική του καλλιέργεια. Η περιεκτικότητα του σταμναγκαθιού σε ω-3 λιπαρά και ενώσεις με αντιοξειδωτική δράση είναι υψηλή (Zeghichi κ.ά., 2003, Simopoulos, 2004). Η αυξανόμενη τάση για την κατανάλωση τέτοιων τροφών έχει οδηγήσει στην αύξηση της ζήτησης και της τιμής τους, με αποτέλεσμα να παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον των παραγωγών για τη συστηματική καλλιέργεια τέτοιων φυτικών ειδών (Ακουμιανάκης, 2007). Η ανάπτυξη του σταμναγκαθιού σε παραθαλάσσιες περιοχές δείχνει μια φυσική ανθεκτικότητα στην υψηλή αλατότητα. Η αλατότητα με αυξημένη χρήση NaCl προκαλεί συσσώρευση Na και Cl σε φύλλα μαρουλιού με ταυτόχρονη μείωση των επιπέδων του Ca, K, P.

(Shannon & Grieve, 1999). Αυξημένη αλατότητα στο νερό άρδευσης προκάλεσε μείωση αποδόσεων αλλά και υποβάθμιση των ποιοτικών χαρακτηριστικών στον μάραθο (Abb El-Wahab, 2006). Η γαλατσίδα είναι ένα άλλο είδος λαχανομένου φυτού που έχει δείξει περιορισμένη ικανότητα βλάστησης σπόρων σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (Khan κ.ά., 2013). Σε άλλη μελέτη βρέθηκε να περιέχει εννέα φλαβονοειδείς ενώσεις, τέσσερις κινναμικές και δύο άγνωστες μη φλαβονοειδείς ενώσεις (Recio κ.ά., 1992). Ωστόσο, η γεωγραφική εξάπλωσή της και η δυνατότητα ανάπτυξής της σε ασβεστολιθικά πετρώματα (ορεινή Κορινθία), δείχνει μια προσαρμοστικότητα του φυτού στο ασβέστιο. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της αλατότητας στο σταμναγκάθι και του ασβεστίου στη γαλατσίδα στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά τους.

Υλικά & Μέθοδοι

Τα φυτά αποκτήθηκαν με σπορά σε δίσκους σποράς και μεταφύτευση σε γλάστρες 1l. Το υπόστρωμα ανάπτυξης ήταν τύρφη-περλίτης 1:1 κ.ο. Η σπορά έγινε τον Οκτώβριο του 2011 και η συγκομιδή τον Φεβρουάριο του 2012. Τα στοιχεία ανάπτυξης που καταγράφηκαν ανά 15 ημέρες ήταν ο αριθμός των φύλλων και η διάμετρος της ροζέτας. Η λίπανση ήταν αυτή που χρησιμοποιείται στην υδροπονική καλλιέργεια φυλλωδών και διαφοροποιήθηκε ώστε στο μεν σταμναγκάθι, στο διάλυμα με την προσθήκη NaCl, η αγωγιμότητα των επεμβάσεων να είναι: μάρτυρας 2,8, μεσαία αλατότητα 5,5 και υψηλή 8,0 dS/m. Στη γαλατσίδα προστέθηκε ποσότητα ασβεστίου, ώστε οι τρεις επεμβάσεις περιείχαν: μάρτυρας 0,9, μεσαία συγκέντρωση 2,4 και υψηλή 4,4 mmol/L. Μετά τη συγκομιδή, φύλλα βάρους 35 γρ. περίπου για τη γαλατσίδα και 20 γρ. για το σταμναγκάθι τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες που δεν είχαν περατότητα σε υδρατμούς και αέρια και σε πλαστικά κεσεδάκια που καλύφθηκαν με μεμβράνη βινυλίου (AEP Packaging Industries, Spain, S.A.) με περατότητα σε O₂ 19000 cm³ m⁻² 24 h⁻¹ και σε υδρατμούς 190 g m⁻² 24 h⁻¹. Τοποθετήθηκαν σε δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης 2 και 7°C. Οι μετρήσεις που έγιναν αφορούσαν: Α) Στην καταγραφή στοιχείων ανάπτυξης (αριθμός φύλλων, διάμετρος ροζέτας, νωπό βάρος φυτών, Β) Στην απώλεια νωπού βάρους, Γ) Στην περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία, Δ) Στην εξέλιξη ποιοτικών χαρακτηριστικών όπως: το ασκορβικό οξύ, τα ολικά πολυφαινολικά και η χλωροφύλλη και Ε) Στην απεικόνιση και μέτρηση των στοματίων των φύλλων και στις δύο επιφάνειες. Οι μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών έγιναν: για τα φαινολικά με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu, για τη χλωροφύλλη με τη μέθοδο Arnon, για το ασκορβικό με τη μέθοδο Bajaj and Kaur και για τα στομάτια χρησιμοποιήθηκε οπτικό μικροσκόπιο. Το πείραμα διαχωρίστηκε σε μονοπαραγοντικά σχέδια και ακολουθήθηκε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο με 6 επαναλήψεις των 5 φυτών για τα στάδια ανάπτυξης και 4 επαναλήψεις στο μετασυλλεκτικό πείραμα, ανά επέμβαση. Για τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα Statgraphics Plus 5.1.

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Το νωπό βάρος και στα δύο φυτά, καθώς και ο αριθμός φύλλων και η διάμετρος της ροζέτας στη γαλατσίδα, δεν παρουσίασαν σημαντικές μεταβολές στη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών. Η καταπόνηση των φυτών επηρέασε μόνο τον αριθμό των φύλλων και τη διάμετρο της ροζέτας στο σταμναγκάθι. Η απώλεια βάρους ήταν μικρότερη στη σακούλα και στη θερμοκρασία των 2°C και για τα δύο φυτά, ενώ στο σταμναγκάθι, η καταπόνηση επηρέασε την απώλεια βάρους ιδιαίτερα στους 7°C, όπου ήταν μικρότερη στις επεμβάσεις αλατότητας και στα δύο μέσα συσκευασίας. Στη

γαλατσίδα δεν σημειώθηκε επίδραση της καταπόνησης και στις δύο θερμοκρασίες. (Σχήματα 1 και 2).

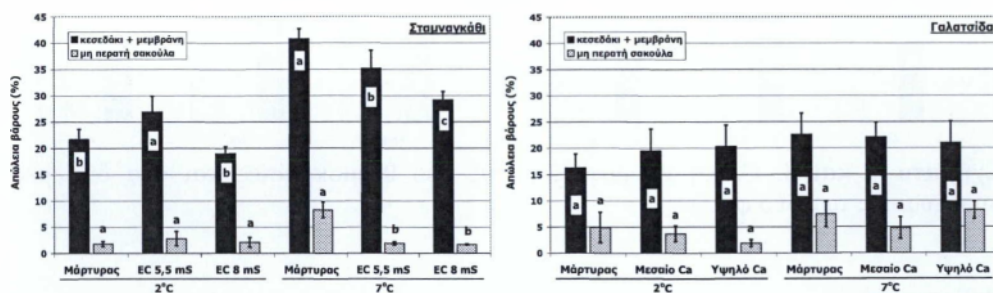
Το ασκορβικό οξύ σημείωσε μια τάση μείωσης ιδιαίτερα στους 2°C και στα δύο φυτά μετά την αποθήκευση για 8 ημέρες (Σχήματα 3 και 4).

Ως προς τα ολικά φαινολικά στο σταμναγκάθι στην αρχική και στην τελική μέτρηση στους 7°C, η υψηλή αλατότητα παρουσιάζει σημαντικές διαφορές, ενώ το αντίστροφο συμβαίνει στους 2°C. Στη γαλατσίδα η υψηλή συγκέντρωση Ca επηρέασε αρνητικά τη συγκέντρωση φαινολικών και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης (Σχήματα 5 και 6).

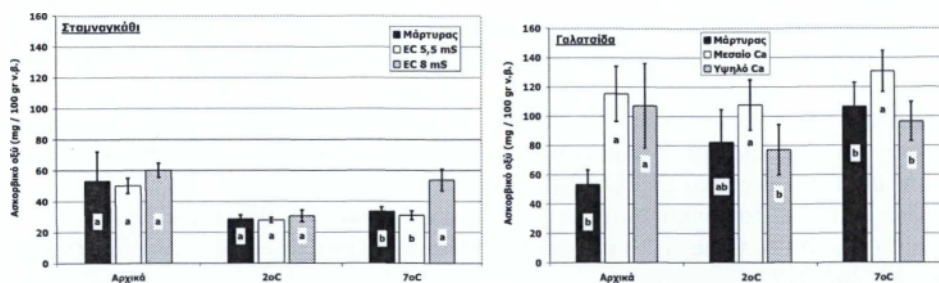
Η ολική χλωροφύλλη, με εξαίρεση το σταμναγκάθι στους 7°C στη μεταχείριση του μάρτυρα και στη γαλατσίδα στους 2°C στο μεσαίο Ca, που φάνηκε να μειώνεται δεν σημείωσε αξιολογή μεταβολή (Σχήματα 7 και 8).

Η μέτρηση CO₂ και O₂ κατέδειξε ότι στη σακούλα τα φυτά δημιουργούν συνθήκες τεχνητής ατμόσφαιρας με την αύξηση του CO₂ και τη μείωση του O₂ να είναι μεγάλη και στα δύο φυτά.

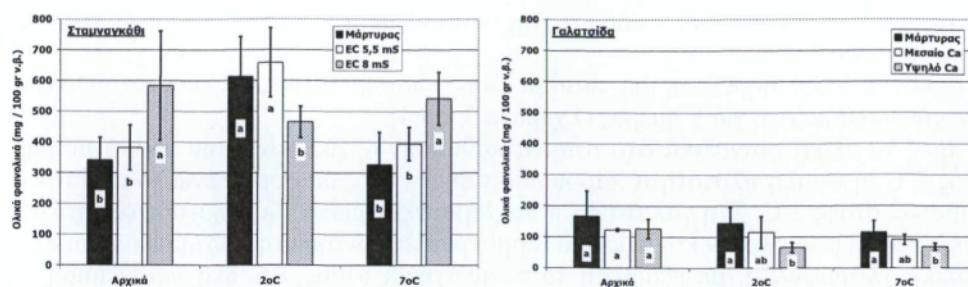
Εντυπωσιακό εύρημα που αιτιολογεί πλήρως τη γρήγορη μάρανση του σταμναγκαθιού στους 7°C είναι ο αριθμός των στοματιών που μετρήθηκε πολλαπλάσιος και στις δύο επιφάνειες του φύλλου, σε σχέση με τη γαλατσίδα. Σταμναγκάθι: πάνω επιφάνεια 30μμ², κάτω επιφάνεια 29μμ² και γαλατσίδα: πάνω επιφάνεια 3μμ², κάτω επιφάνεια 17μμ².



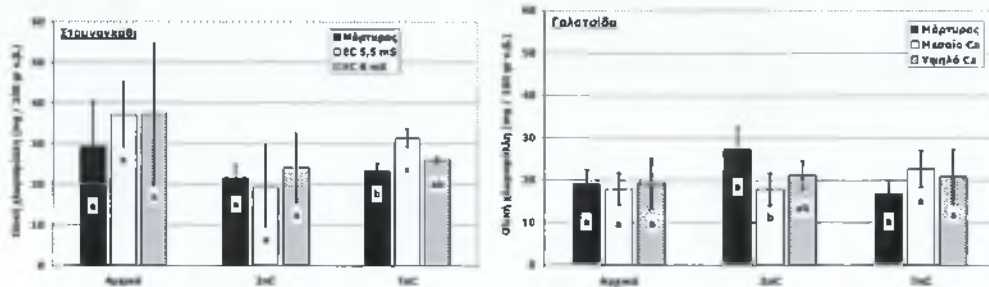
Σχήματα 1 και 2. Απώλεια βάρους στις δύο θερμοκρασίες και στα δύο μέσα συσκευασίας των δύο φυτών.



Σχήματα 3 και 4. Ασκορβικό οξύ στις δύο θερμοκρασίες και στα δύο μέσα συσκευασίας των δύο φυτών.



Σχήματα 5 και 6. Ολικά φαινολικά στις δύο θερμοκρασίες και στα δύο μέσα συσκευασίας των δύο φυτών.



Σχήματα 7 και 8. Ολική χλωροφύλλη στις δύο θερμοκρασίες και στα δύο μέσα συσκευασίας των δύο φυτών.

Βιβλιογραφία

- Abb El-Wahab. 2006. The efficiency of using saline and fresh water irrigation as alternating methods of irrigation on the productivity of *Foeniculum vulgare* Mill. subsp. *vulgare* var. *vulgare* under North Sinai conditions research. J. Agr. Biol. Sci. 2: 571-577.
- Ακουμιανάκης Κ. 2007. Ειδικά θέματα λαχανοκομίας Αειφορική-Βιολογική καλλιέργεια κηπευτικών. Πανεπιστημιακές παραδόσεις Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.
- Ακουμιανάκης Κ., Μουστάκας Ν., Σάββας Δ. και Καραπάνος Ι. 2009. Συγκριτική μελέτη βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.). Πρακτικά ΕΕΕΟ 12(β): 767-770.
- Καββάδας Δ. 1956. Βοτανικό Φυτολογικό Λεξικό. Αθήνα. σελ. 1961-1962.
- Simopoulos A. 2004. Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. Biol. Res 37: 263-277
- Zeghichi S., Kallithraka S. and Simopoulos A. 2003. Nutritional composition of *Molochia* (*Corchorus olitorius*) and *Stamnagathi* (*Cichorium spinosum*). Plants in Human Health and Nutrition Policy World Rev. Wurth. Dict. Basel, Karger 91:1-21.
- Shannon M. C. and Grieve C. M. (1999). Tolerance of vegetable crops to salinity Sci. Hort. 78: 5-38.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Κ. Ακουμιανάκη

Λιόπα-Τσακαλίδη (προεδρεύουσα). Ευχαριστούμε τον κ. Ακουμιανάκη. Ερωτήσεις; Η κα Γουμενάκη.

Γουμενάκη. Να σας κάνω δύο ερωτήσεις. Να σας πω πρώτα μια μικρή πληροφορία που έχω γύρω από την καλλιέργεια του σταμναγκαθίου και τα προβλήματα που έχουν αναδειχθεί τώρα στην περιοχή της Κρήτης, που εσείς ίσως γνωρίζετε καλύτερα από εμένα, μια που ζω εκεί και θα μπορούσατε να μου δώσετε μια απάντηση. Η πρώτη ερώτηση αφορά τη μέθοδο που μετρήσατε, επειδή δεν ξέρω τον τρόπο που μας είπατε, αυτή μετράει ολικό ασκορβικό ή ανηγμένο είτε οξειδωμένο, ποιά μορφή από τις παραπάνω;

Ακουμιανάκης. Ναι, γιατί τι σημασία έχει; Πού θέλετε να καταλήξετε;

Γουμενάκη. Γιατί αυτά που παρακολουθήσαμε σήμερα δίνουν κάπως αντιφατικές πληροφορίες, για τη σχέση της επίδρασης του στρες πάνω στην αύξηση κυρίως του ασκορβικού οξέως. Κι εγώ θέλω να δω αν μετρούσαμε ξεχωριστά την ανηγμένη ή/και την οξειδωμένη μορφή, αν καταλήγαμε στην ίδια, στα ίδια συμπεράσματα, δηλαδή αν το φυτό αυξάνει το ασκορβικό οξύ, ή μειώνει το ασκορβικό οξύ ή μορφές του ασκορβικού οξέως, αμέσως μετά την επιβολή ενός στρες και εις βάρος της σύνθεσης άλλων οργανικών ουσιών.

Ακουμιανάκης. Να σας πω μια μεγάλη αλήθεια; Δεν με ενδιαφέρει. Εμένα αυτό που με ενδιέφερε στο πείραμα αυτό ήταν να δούμε συνθήκες συντήρησης των δυο αυτών ειδών. Το αν αυξάνεται ή μειώνεται το ασκορβικό λίγο με ενδιαφέρει. Σε αυτή τη φάση.

Σαφώς θα το μελετήσουμε και θα το εκτιμήσουμε ίσως και σε μεγαλύτερο βάθος με διάφορα άλλα πράγματα, όταν καταλήξουμε πρώτα, γιατί είναι πράγματα, που τώρα αρχίζουμε τα ερευνούμε και τα μελετάμε. Πέστε μου μία εργασία που έχει γίνει διεθνώς σε επίπεδο μετασυσπλεκτικής συμπεριφοράς αυτών των δυο ειδών. Πέστε μου μία εργασία που έχει γίνει σε επίπεδο εθνικής καλλιέργειας αυτών των ειδών. Τώρα λοιπόν, πάμε να ανοίξουμε ένα δόμο. Αυτό είπα και στην κεντρική μου ομιλία πάμε να ανοίξουμε δρόμους έρευνας. Ευχαριστως να αναλάβετε να κάνετε εσείς αυτή την έρευνα και να μας πείτε τα αποτελέσματα.

Γουμενάκη. Όχι! Για τη δική μου απορία, σε φυσιολογικό επίπεδο, επειδή κι εσείς θα παρατηρήσατε οι πληροφορίες για τη σχέση του στρες με το ασκορβικό οξύ είναι λίγο αντιφατικές στις σημερινές ομιλίες, στη σημερινή συνεδρίαση.

Ακουμιανάκης. Δεν αντιλέγω καθόλου.

Γουμενάκη. Σε θεωρητικό επίπεδο τι συμβαίνει; Τελικά αυξάνεται ή μειώνεται; Τι μετράμε; Η δεύτερη ερώτηση αφορά, αν κατάλαβα καλά και με συγχωρείται αν το είπατε ήδη κι εγώ το έχασα, τον αριθμό των στοματιών στο σταμναγκάθι, τον μετρήσατε σε όλες τις επεμβάσεις;

Ακουμιανάκης. Βεβαίως.

Γουμενάκη. Και υπήρξε διαφορά μεταξύ των στοματιών;

Ακουμιανάκης. Όχι. Αυτό είπα. Αυτό τόνισα στο τέλος των συμπερασμάτων. Δηλαδή ανεξάρτητα από τις επεμβάσεις τους στρες, δηλαδή της αλατότητας στο σταμναγκάθι και του ασβεστίου στη γαλατσίδα, δεν υπήρξε διαφοροποίηση στον αριθμό των στοματιών.

Γουμενάκη. Αλλά δεν μετρήσατε στοματική αγωγιμότητα, μετρήσατε μόνο τον αριθμό στοματιών.

Ακουμιανάκης. Σε αυτή τη φάση, ναι.

Γουμενάκη. Η επόμενη μικρή παρατήρηση είναι ότι ίσως η εντατική καλλιέργεια αυτών των ειδών που μας δείχνουν κάποια αξιολογικά χαρακτηριστικά και η τάση μας να παράγουμε πολύ μεγάλες ποσότητες, μεγάλες στρεμματικές αποδόσεις, δημιουργούν διαφοροποιήσεις, παρεκκλίνουν από τη φυσιολογική συμπεριφορά αυτών των φυτών και δημιουργούν προβλήματα, όπως εναισθησίες σε ασθένειες που δεν μας παρουσίαζαν μέχρι τώρα, προσβολές από ασθένειες που δεν μας παρουσίαζαν μέχρι τώρα, ή τη μετασυσπλεκτική συμπεριφορά των ειδών, δηλαδή κάποιες πληροφορίες που έχω από μία περιοχή στα Χανιά που φυτεύουν γύρω στα εξακόσια (600) στρέμματα εκτός από τα προβλήματα στον πολλαπλασιασμό που έχουν, που θα σας ρωτούσα αν έχουμε κάποια απάντηση σε αυτό. Δηλαδή τον τρόπο που διαχωρίζουμε το σπύρο και το χωρισμό των φυταρίων και την ομοιόμορφη φύτευση ανά στρέμμα, έχουν και προβλήματα που δεν παρουσίαζε το άγριο σταμναγκάθι, όπως το μάζεψαν παλαιότερα.

Ακουμιανάκης. Ε, δεν είναι λογικό;

Γουμενάκη. Είναι πολύ λογικό.

Ακουμιανάκης. Ασφαλώς.

Γουμενάκη. Θα μπορούσε να είναι μία πρόταση στη δική μας αντίληψη για την καλλιέργεια, να δούμε ποιες καλλιέργειες θα συνιστούσαμε όχι για να μεγιστοποιήσουμε απλά την παραγωγή ανά στρέμμα, αλλά να δούμε και την ασφάλεια των τροφίμων και τη θρεπτική αξία των τροφίμων που παράγουμε.

Ακουμιανάκης. Αυτό είναι ζητούμενο σε όλες τις καλλιέργειες. Και όχι μόνο στο σταμναγκάθι. Να έχουμε μεγιστοποίηση των αποδόσεων από τη μια μεριά, αλλά ασφάλεια και ποιότητα.

Γουμενάκη. Να μην το ξεχνάμε αυτό.

Ακουμιανάκης. Αυτό είναι αντίληψη του κάθε γεωπόνου πιστεύω. Αυτό προσπαθούμε να τους μάθουμε στο Πανεπιστήμιο, να βοηθάνε τον παραγωγό να εξασφαλίσει το εισόδημά του, αλλά ταυτόχρονα να έχουν και μία ασφάλεια στα τρόφιμα που παράγουν. Τώρα δεν κατάλαβα την ερώτηση. Τι θέλετε να σας απαντήσω;

Γουμενάκη. Αν έχετε κάποια απάντηση, πώς θα μπορούσαμε να λύσουμε αυτό το πρόβλημα με το σπόρο, με τον πολλαπλασιασμό, γιατί η απευθείας σπορά δημιουργεί προβλήματα.

Ακουμιανάκης. Για το σπόρο. Αν και δεν είναι της παρούσης θα σας απαντήσω. Κατ' αρχάς για το σπόρο. Τον εμπορεύονται είναι ο σπόρος, είναι ο καρπός. Και οι παραγωγοί, αυτό που κάνουν είναι να σπανε τον καρπό σ' ένα σπαστήρα καλαμποκιού, να φύγει το περίβλημα του καρπού και να απελευθερωθεί ο σπόρος. Έτσι, λοιπόν, δεν έχουν στα χέρια τους ένα σπόρο καθαρό. Έχουν ένα τρίμμα, μέσα στο οποίο υπάρχει και το περιεχόμενο του καρπού και του σπόρου. Όταν κάνουν λοιπόν σπορά στο χωράφι, αλλού θα βγει πολύ πυκνό, λογικό, και αλλού φυσικά αραιό. Έχω κάνει μια προσπάθεια, έχω μία ευτυχή συγκυρία να συνεργάζομαι με έναν εξαιρετικό φίλο καθηγητή στο Πολυτεχνείο, είναι χημικός μηχανικός, και του έδωσα μερικούς καρπούς για να μπορέσουμε να βγάλουμε το σπόρο με κάποιες μεθόδους. Έχει προχωρήσει. Δεν μπορούμε τώρα να ανακοινώσουμε κάτι. Έχει βρει κάποια θετικά στοιχεία και κάποιο τρόπο για να βοηθήσει, όχι εμάς σαν Πανεπιστήμιο, δεν θα ασχοληθούμε με αυτό το θέμα, αλλά κάποιον ιδιώτη. Εάν αυτός θέλει να ασχοληθεί και να πουλάει πια σπόρο καθαρό θα μπορεί να το κάνει. Το μυστικό θα έλεγα σε αυτή την ιστορία είναι να υγραίνεται ο καρπός, να μπορεί να μπαίνει σε συνθήκες απορρόφησης νερού, να μαλακώνει. Μόνο έτσι βγαίνει ο σπόρος και να ξεχωρίζει από τον καρπό. Αυτό σας λέω προς το παρόν. Τα υπόλοιπα ίσως ύστερα από άλλα δύο χρόνια. Στο επόμενο συνέδριο μπορεί να έχουμε και άλλα αποτελέσματα.

Γουμενάκη. Ευχαριστώ πάρα πολύ.

ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΕΞΑΡΣΗ ΤΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΑΣ ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΟ ΕΛΚΟΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΒΑΚΤΗΡΙΟ *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Ε. Τραντάς, Ε. Μπαλαντινάκη, Π. Σαρρής, Φ. Βερβερίδης και Δ. Γκούμας

Τ.Ε.Ι., Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Τ.Θ. 1939, Ηράκλειο, Κρήτης, 71004, Ελλάδα

Περίληψη

Την καλλιεργητική περίοδο 2012–2013, (Νοέμβριος 2012 - Απρίλιος 2013) σημειώθηκαν σημαντικές προσβολές από το βακτήριο *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες τομάτας σε όλη την Κρήτη (Κουντούρα και Ελαφονήσι Χανίων, Ιεράπετρα, Τυμπάκι και Χερσόνησος Ηρακλείου). Η εμφάνιση της ασθένειας κυμάνθηκε από 30-100%. Τα προσβεβλημένα φυτά συνήθως μαραίνονται και νεκρώνονται πρόωρα ή δίδουν μειωμένη παραγωγή. Ένα κατά Gram θετικό βακτήριο απομονωνόταν σταθερά από τους προσβεβλημένους ιστούς συμπτωματικών φυτών σε θρεπτικό υπόστρωμα Nutrient Agar Glucose (NAG). Επιλέχθηκαν και μελετήθηκαν τριάντα απομονώσεις του Cmm, από διάφορες περιοχές καλλιέργειας της τομάτας στην Κρήτη και την Ελλάδα. Όλες προκάλεσαν αντίδραση υπερευαισθησίας σε φύλλα δειλινού (*Mirabilis jalapa* L.), ενώ εμφάνισαν όμοιο καλλιεργητικό και βιοχημικό φαινότυπο. Η παθογένεια ελέγχθηκε με μολύνσεις σε φυτά τομάτας στο στάδιο των δύο πραγματικών φύλλων και τα σπορόφυτα εκδήλωσαν τα τυπικά συμπτώματα της ασθένειας. Η μοριακή ταυτοποίηση των απομονώσεων ως *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* επιτεύχθηκε χρησιμοποιώντας τα ζεύγη των εξειδικευμένων εκκινητών CMM5/CMM6 αλλά και με τη χρήση των μοριακών δεικτών της BOX-PCR. Αν και η ασθένεια βακτηριακό έλκος της τομάτας είναι γνωστή στην Κρήτη και στην Ελλάδα από το 1958, σύμφωνα με τα δεδομένα μας η σημειωθείσα έξαρση κατά την καλλιεργητική περίοδο 2012 - 2013 αποτέλεσε την πλέον ευρεία διασπορά του παθογόνου σε περισσότερα από 300 στρέμματα θερμοκηπιακής καλλιέργειας τομάτας στην Κρήτη η οποία προκάλεσε σημαντικές οικονομικές απώλειες.

Εισαγωγή

Η ασθένεια «βακτηριακό έλκος της τομάτας» προκαλείται από το βακτήριο *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Είναι μία πολύ σοβαρή αδροβακτηρίωση και αποτελεί μια σημαντική ασθένεια της τομάτας. Τα τελευταία χρόνια σημειώθηκαν στη χώρα μας σημαντικές προσβολές από το βακτήριο σε θερμοκηπιακές και υπαίθριες καλλιέργειες προκαλώντας απώλειες που εκτιμήθηκαν μέχρι και 100%. Περιγράφηκε για πρώτη φορά στις ΗΠΑ το 1909, ενώ το 1914 η ασθένεια εμφανίστηκε στην Ιταλία, όπου αρχικά έγινε γνωστή με το όνομα «βακτηριακή μάρανση» και στη συνέχεια «βακτηριακό έλκος» (Νιωτάκη, 1991). Στην Ελλάδα διαπιστώθηκε για πρώτη φορά το 1958 στην περιοχή της Πρέβεζας και έκτοτε έχει εξαπλωθεί σε όλη τη χώρα. Είναι εγκατεστημένη σε όλες σχεδόν τις περιοχές του κόσμου που καλλιεργείται η τομάτα ενώ για την Ε.Ε. και πολλές άλλες χώρες θεωρείται «παθογόνο καραντίνας» (Leon *et al.*, 2011; Παναγόπουλος, 2000). Σκοπός της εργασίας ήταν ο χαρακτηρισμός και η ταυτοποίηση επιλεγμένων απομονώσεων του παθογόνου από διάφορες περιοχές της Κρήτης και της χώρας.

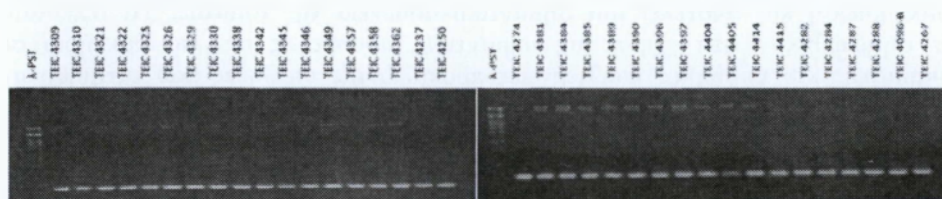
Υλικά και μέθοδοι

Οι μεθοδολογίες, οι τεχνικές που ακολουθήθηκαν και τα θρεπτικά υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται και περιγράφονται στην οδηγία ΕΡΡΟ ΡΜ 7/42 (2) (Απογυμνός, 2013). Όλες οι απομονώσεις ελέγχθηκαν ως προς την συμπεριφορά τους σε διάλυμα 3% ΚΟΗ, την ικανότητά τους να αναπτύσσονται σε εκλεκτικά θρεπτικά υποστρώματα m-SCM και mCNS και την ικανότητα υδρόλυσης ζελατίνης και αμύλου, την παραγωγή Η₂S, και τη χρησιμοποίηση του κιτρικού Να. Στη συνέχεια, η παθογένεια των απομονώσεων ελέγχθηκε αρχικά για την εκδήλωση αντίδρασης υπερευαισθησίας (HR) σε φύλλα δειλινού (*Mirabilis jalapa* L.) και έπειτα με τεχνητές μολύνσεις που έγιναν σε κοτυληδόνες σπορόφυτων (Lelliott & Stead, 1987) αλλά και σε φυτάρια τομάτας σε στάδιο ανάπτυξης δύο πραγματικών φύλλων.

Η ορολογική ταυτοποίηση των βακτηριακών στελεχών πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο του έμμεσου ανοσοφθορισμού όπου χρησιμοποιήθηκε ο αντιορός anti Clav 25 του Εργαστηρίου Βακτηριολογίας (Νιωτάκη, 1991). Για τη μοριακή ταυτοποίηση των στελεχών του παθογόνου εφαρμόστηκε PCR με εξειδικευμένους εκκινητές (CMM-PCR), ενώ η γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των απομονώσεων βρέθηκε εφαρμόζοντας την τεχνική δημιουργίας μοριακών αποτυπωμάτων BOX-PCR.

Αποτελέσματα-Συζήτηση

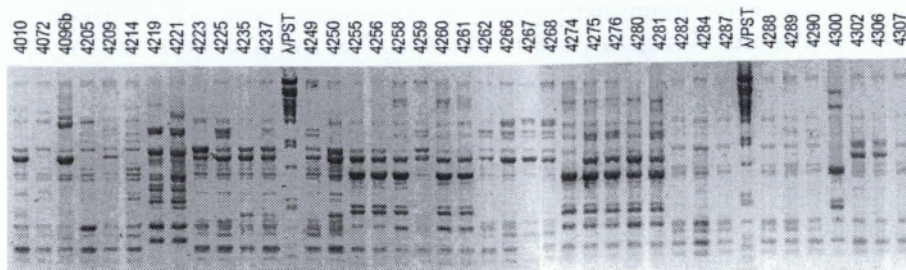
Οι απομονώσεις της τομάτας χαρακτηρίστηκαν θετικές κατά Gram και δεν διαφοροποιήθηκαν ως προς την ανάπτυξη σε θρεπτικά υποστρώματα NAG, mSCM, mCNS, ενώ βρέθηκαν θετικές στην υδρόλυση ζελατίνης, την παραγωγή Η₂S, τη χρησιμοποίηση του κιτρικού Να και αρνητικές στην υδρόλυση τους αμύλου. Σε υπόστρωμα mSCM οι αποικίες ήταν διαφανείς γκρι με σκουρότερο κέντρο, βλενώδεις και συχνά με ακανόνιστο σχήμα. Σε υπόστρωμα NAG οι αποικίες είχαν ανοικτό κίτρινο χρώμα, ήταν επίπεδες και ημι-ρευστές, στρογγυλές ή ακανόνιστες, ενώ αργότερα γίνονταν αδιαφανείς με έντονο κίτρινο χρώμα και γυαλίζουν. Όλα τα στελέχη αντέδρασαν θετικά στην δοκιμή του έμμεσου ανοσοφθορισμού με τον αντιορό anti Clav 25. Στις δοκιμές παθογένειας οι απομονώσεις της τομάτας προκάλεσαν την τυπική αντίδραση στα φύλλα δειλινού (*Mirabilis jalapa* L.) σε χρονικό διάστημα 24-48 ωρών. Σε τεχνητές μολύνσεις τα σπορόφυτα τομάτας εμφάνισαν σε διάστημα 15 ημερών το σύνολο ή μέρος των τυπικών συμπτωμάτων της ασθένειας του βακτηριακού έλκους της τομάτας δηλαδή: μάρανση, ημιπληγία φύλλου, συστροφή του ελάσματος προς τα πάνω, περίκανμα, μεταχρωματισμό των αγγείων, νανισμό, νέκρωση και τελικά ξήρανση των φυτών. Τέλος, όλες οι απομονώσεις παρήγαγαν τα αναμενόμενα προϊόντα στα 614 bp σε αντίδραση PCR με τους εξειδικευμένους εκκινητές CMM5/CMM6 (Εικόνα 1).



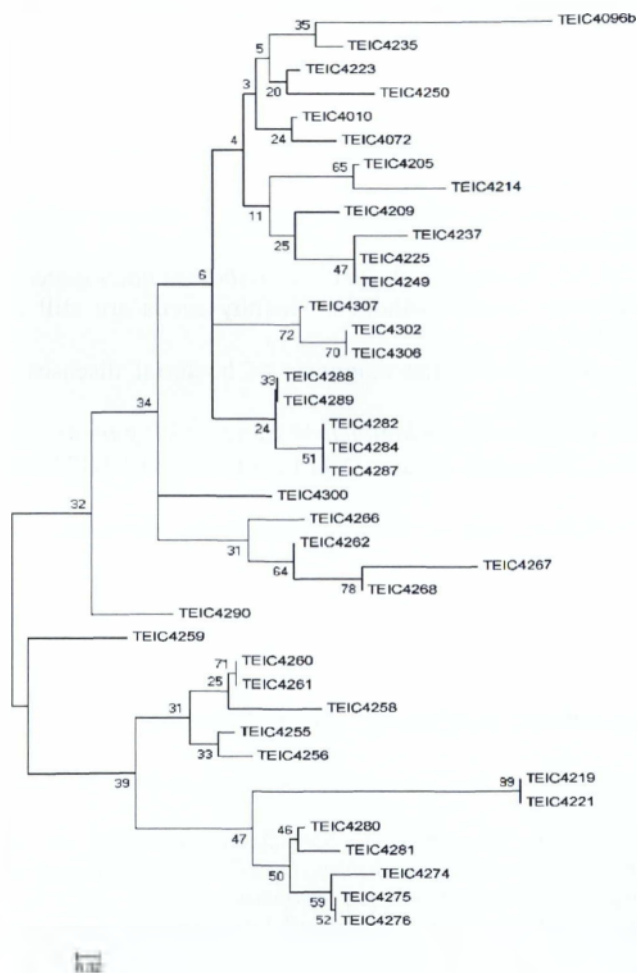
Εικόνα 1. Πήκτωμα agarόζης με τα προϊόντα της CMM5/CMM6-PCR με DNA των βακτηριακών στελεχών του Cmm και μοριακό δείκτη τον λ/PstI.

Τα αποτελέσματα που πάρθηκαν κατά την εφαρμογή της BOX-PCR έδειξαν πως υπήρχε σημαντική γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ των στελεχών του *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Στην Εικόνα 2 παρουσιάζονται τα πρότυπα ζωνών

που έδωσε η BOX-PCR, ενώ στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται αναλυτικά το δενδρόγραμμα που κατασκευάστηκε σύμφωνα με τα αποτελέσματα της BOX-PCR.



Εικόνα 2. Αποτύπωμα μοριακών δεικτών της BOX-PCR.



Εικόνα 3. Δενδρόγραμμα με βάση τα αποτελέσματα της BOX-PCR.

Συμπεράσματα

Το βακτηριακό έλκος της τομάτας αποτελεί μία σημαντική ασθένεια της τομάτας. Τις καλλιεργητικές περιόδους 2010-2013, η ασθένεια παρουσίασε ιδιαίτερη έξαρση στην Κρήτη προκαλώντας σημαντικές ζημιές σε διάφορες περιοχές καλλιέργειας της τομάτας και ιδιαίτερα στην περιοχή της Κουντούρας Χανίων (Γκούμας, 2012). Στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε η μελέτη στελεχών του βακτηρίου *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* από την Κρήτη και διάφορες περιοχές της Ελλάδας που είχαν απομονωθεί το διάστημα 2010-2013. Από τα αποτελέσματα της εργασίας με βάση τα μορφολογικά, βιοχημικά και ορολογικά χαρακτηριστικά, τις δοκιμές παθογένειας και τις μοριακές δοκιμές προκύπτει ότι τα τριάντα βακτηριακά στελέχη που αναλύθηκαν ανήκουν στο είδος *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Η έξαρση της ασθένειας πιθανά να οφείλεται στην καθυστερημένη ή/και λανθασμένη αρχική διάγνωση της τοπικά, σε συνδυασμό με τις ευνοϊκές συνθήκες που επικρατούσαν τη περίοδο των μολύνσεων, την ποικιλία, την ηλικία και την μεταχείριση των φυτών. Η εργασία αυτή θα αποτελέσει τη βάση, για την εδραίωση της πιθανολογούμενης ποικιλομορφίας των στελεχών του βακτηρίου στην Κρήτη, σε μελέτη που ήδη βρίσκεται σε εξέλιξη.

Βιβλιογραφία

- Aponymous 2013. PM 7/42 (2) *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 43 (1), 46–67.
- Γκούμας, Δ., 2012 «Βακτηριακό έλκος της τομάτας». Γεωργικές προειδοποιήσεις. Δεκέμβριος 2012, ΠΚΠΦ/ΠΕ Ηρακλείου.
- De Leon, L., Siverio, F., Lopez, M. M., Rodriguez, A. 2011. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, a seed borne tomato pathogen: Healthy seeds are still the goal. Plant Disease, 95(11):1328-1338.
- Lelliott RA and Stead DE 1987. Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants, 216 pp. Blackwell, Oxford (GB).
- Νιωτάκη, Ε. 1991. Ανίχνευση του *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* της τομάτας με την μέθοδο ELISA. Πτυχιακή εργασία ΣΤΕΓ, ΘΕΚΑ, ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ. Σελ. 51.
- Παναγόπουλος Χ. Γ., 2000. «Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών». Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Δ. Γκούμα

Σάββας (προεδρεύων). Έχουμε υπερβεί κατά πολύ το χρόνο δεν θα πάμε σε ερωτήσεις. Μία μόνο, σύντομα παρακαλώ.

Παρασκευάπουλος. Συγχαρητήρια Δημήτρη. Πού αποδίδεις την έξαρση εφέτος σε όλη την Πελοπόννησο και τη νότια Ελλάδα. Δεν είναι μόνο στην Κρήτη. Οφείλεται στη διασπορά του παθογόνου ή στη δημιουργία εστιών μόλυνσης κέντρων πώλησης σποροφύτων;

Γκούμας. Το άφησα να εννοηθεί στο τέλος. Μένει μόνο να το αποδείξω στην πορεία.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΝΕΥΡΩΝ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΔΥΟ ΙΩΝ ΠΟΥ ΕΜΠΛΕΚΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΘΕΝΕΙΑ

I. N. Μανουσόπουλος, I. Λαγωγιάννης και Στ. Γουντουδάκη

ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Προστασίας Φυτών Πατρών, Εργαστήριο Ιολογίας, ΝΕΟ & Αμερικής 26004, Πάτρα.

Περίληψη

Η λεύκανση των νεύρων του μαρουλιού είναι μια σοβαρή ασθένεια που επηρεάζει τον σχηματισμό 'καρδιάς' ή 'κεφαλής' σε ποικιλίες τύπου Romana ή κεφαλωτού μαρουλιού αντίστοιχα, μειώνοντας την εμπορική αξία του προϊόντος. Η αιτιολογία της ασθένειας αποδόθηκε πρόσφατα στον ιό *Mirafiori lettuce big vein virus* (MiLBVV) αντί του ιού *Lettuce big vein associated virus* (LBVAsV) που μέχρι πρότινος θεωρείτο ως παθογόνο (1,2). Οι δύο ιοί μεταδίδονται μέσω του εδάφους με τα ζωοσπόρια του μύκητα *Oidium brassicae* και συνήθως συνυπάρχουν σε φυτά με τυπικά συμπτώματα της ασθένειας, ενώ σε πολλές περιπτώσεις καθένας χωριστά ή μαζί έχουν βρεθεί σε φυτά με ή χωρίς συμπτώματα (2) γεγονός που δημιουργεί ασάφεια ως προς την αιτιολογία της ασθένειας. Το πρόβλημα επιτείνεται από την δυσκολία εφαρμογής των αρχών του Koch λόγω ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των δύο ιών που καθιστούν δύσκολο τον καθαρισμό τους και την μηχανική τους μετάδοση. Στην εργασία αυτή εφαρμόσαμε μια διερευνητική στατιστική προσέγγιση για την κατανόηση της αιτιολογίας της ασθένειας. Η μέθοδος βασίστηκε στην διερεύνηση των κύριων τυχαίων μεταβλητών του συστήματος ως-συμπτώματα-ποιότητα κεφαλών μέσω ανάλυσης πινάκων με ακριβείς δοκιμές ανεξαρτησίας. Ειδικότερα διερευνήθηκαν οι συσχετίσεις μεταξύ της παρουσίας των δύο ιών και της έντασης των συμπτωμάτων, της παρουσίας των δύο ιών και της ποιότητας κεφαλής, καθώς και της έντασης των συμπτωμάτων και της ποιότητας κεφαλής.

Λέξεις κλειδιά: Λεύκανση των νεύρων του μαρουλιού, ανάλυση αντιστοιχίσης, πίνακες συνάφειας

Υλικά & Μέθοδοι

Το πειραματικό σχέδιο αφορούσε σε πλήρη τυχαιοποίηση, σε αγροτεμάχιο με ιστορικό της ασθένειας στο οποίο καλλιεργήθηκαν 14 ποικιλίες κεφαλωτού μαρουλιού σε ξεχωριστά πειράματα σε τέσσερα έτη (n=1222). Στα φυτά εφαρμόστηκαν όλες οι απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες. Κατά τη συγκομιδή, μετά περίπου τρεις μήνες από τη μεταφύτευση, εκτιμήθηκαν το μέγεθος των κεφαλών, η ένταση των συμπτωμάτων και η παρουσία των δύο ιών. Οι κεφαλές διαβαθμίστηκαν σε πέντε κατηγορίες ανάλογα με την ποιότητά τους ως εξής: "Ασχημάτιστη", "Υποτυπώδης", "Σχηματισμένη", "Καλή", "Πολύ Καλή". Αντίστοιχα τα συμπτώματα διαβαθμίστηκαν σε τέσσερις κατηγορίες, ανάλογα με την έντασή τους, ως εξής: "Απουσία", "Αμυδρά", "Μέτρια", "Έντονα". Η παρουσία ή όχι των δύο ιών προσδιορίστηκε για τα πειράματα δύο ετών που αφορούσαν σε οκτώ ποικιλίες (n=323). Η ανίχνευση έγινε σε δύο ανεξάρτητα παρασκευάσματα από κάθε φυτό με την μέθοδο Dot-Blot-ELISA, με χρήση εξειδικευμένων για κάθε ένα εκ των δύο ιών αντισωμάτων, και τα αποτελέσματα επιβεβαιώθηκαν για ένα τυχαίο αριθμό φυτών (n=40) με την μέθοδο Western-Blot. Οι συσχετίσεις εκτιμήθηκαν με δοκιμές ανεξαρτησίας σε πίνακες συνάφειας. Για ανισοζυγείς πίνακες ή πίνακες όπου υπήρχε τουλάχιστον μια καταγραφή συνδυασμών μικρότερη του πέντε εφαρμόστηκαν ακριβείς δοκιμές ανεξαρτησίας. Στις περιπτώσεις που υπήρξαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις το ζεύγος των μεταβλητών

διερευνήθηκε περαιτέρω για καταγραφή τάσεων συσχέτισης μεταξύ των κατηγοριών της κάθε μεταβλητής με ανάλυση αντιστοίχισης.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της έντασης των συμπτωμάτων και της ποιότητας κεφαλής (Πίνακας 1) ($p < 0.001$), καθώς και μεταξύ παρουσίας των ιών και της έντασης συμπτωμάτων (Πίνακας 2) ($p < 0.0001$), όχι όμως μεταξύ παρουσίας ιού και ποιότητας κεφαλής (Πίνακας 3) ($p = 0.8$). Διερεύνηση με ανάλυση αντιστοίχισης (δεν περιλαμβάνεται) του Πίνακα 2 αποκάλυψε τάσεις συσχέτισης μεταξύ των κατηγοριών ως ακολούθως: φυτά χωρίς συμπτώματα-μη παρουσία ιού, αμυδρά συμπτώματα-παρουσία LBVAsV, ενδιάμεσης έντασης συμπτώματα-παρουσία MiLBVV, προχωρημένα συμπτώματα-παρουσία LBVAsV και MiLBVV. Ανάλυση παρουσίας ή όχι κάθε ιού ή και των δύο σε σχέση με μεμονωμένες κατηγορίες η με σύμπτυξη κατηγοριών συμπτωμάτων (κερματισμός του Πίνακα 2) σε πίνακες 2 X 2 με την ακριβή δοκιμή Fisher αποκάλυψε ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της από κοινού παρουσίας των δύο ιών ($p < 0.0001$) ή μόνο του ιού MiLBVV ($p < 0.003$) με προχωρημένα συμπτώματα αλλά όχι μεταξύ του ιού LBVAsV με αυτά ($p = 0.246$). Επιπλέον παρόμοια ανάλυση δεν έδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ αρχικών συμπτωμάτων και όποιου εκ των δύο ιών ή και των δύο μαζί ($p = 0.4$).

Πίνακας 1. Διερεύνηση Συσχέτισης μεταξύ Ποιότητας κεφαλών (σειρές) και έντασης συμπτωμάτων (στήλες) $p = 0.000$

	ΑΠΟΥΣΙΑ	ΑΜΥΔΡΑ	ΜΕΤΡΙΑ	ΕΝΤΟΝΑ	Σύνολο
ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	188	103	124	61	476
ΚΑΛΗ	59	41	54	56	210
ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΕΝΗ	41	20	43	96	200
ΥΠΟΤΥΠΩΔΗΣ	35	37	55	125	252
ΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ	19	12	17	36	84
ΣΥΝΟΛΟ	342	213	293	374	1222

Πίνακας 2. Διερεύνηση συσχέτισης παρουσίας ιού (σειρές) και συμπτωμάτων (στήλες). $p < 0,0001$

	ΧΩΡΙ Σ	ΑΔΙΟΡΑΤ Α	ΜΕΤΡΙΑ Α	ΕΝΤΟΝ Α	ΚΑΘΟΛΙΚ Α	ΣΥΝΟΛ Ο
MiLBVV & LBVAsV	41	22	13	13	40	129
LBVAsV	74	36	5	3	1	119
MiLBVV	9	3	3	4	3	22
ΧΩΡΙΣ ΙΟ	35	14	3	1	0	53
ΣΥΝΟΛ Ο	159	75	24	21	44	323

Πίνακας 3. Διερεύνηση συσχέτισης μεταξύ παρουσίας ιού (σειρές) και συμπτωμάτων (στήλες). $P=0,8$

	ΧΩΡΙΣ	ΥΠΟΤΥΠΩΔΗΣ	ΑΤΡΟΦΙΚΗ	ΚΑΛΗ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΣΥΝΟΛΟ
MiLBVV & LBVAsV	16	28	25	34	26	129
LBVAsV	9	29	23	26	32	119
MiLBVV	3	4	5	4	6	22
ΧΩΡΙΣ ΙΟ	8	10	9	10	16	53
ΣΥΝΟΛΟ	36	71	62	74	80	323

Συζήτηση

Τα ανωτέρω αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την εικαζόμενη από άλλους ερευνητές συσχέτιση μεταξύ της ασθένειας και της ποιότητας κεφαλής. Περαιτέρω η εργασία μας υποδηλώνει την εμπλοκή του ιού MiLBVV από κοινού όμως με τον ιό LBVAsV στην ασθένεια της λεύκανσης των νεύρων του μαρουλιού. Παράλληλα υποδεικνύει ότι ο ιός MiLBVV σχετίζεται, είτε σε μεμονωμένες προσβολές είτε από κοινού με τον ιό LBVAsV με προχωρημένα μάλλον παρά με ήπια συμπτώματα της ασθένειας. Τα αποτελέσματα επίσης επιβεβαιώνουν την παρουσία όποιου εκ των δύο ιών η και των δύο σε φυτά χωρίς συμπτώματα, αλλά και την ύπαρξη φυτών με συμπτώματα χωρίς εμφανή μόλυνση με κάποιον από τους δύο ιούς. Το αποτέλεσμα αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί είτε με την επίδραση αβιοτικών παραγόντων στην έκφραση των συμπτωμάτων είτε με την ύπαρξη κάποιου άγνωστου μολυσματικού παράγοντα ο οποίος από κοινού με τους δύο ιούς θα μπορούσε να προκαλέσει συμπτώματα της ασθένειας. Σε κάθε περίπτωση είναι φανερό ότι η σαφής κατηγοριοποίηση των συμπτωμάτων της ασθένειας θα συμβάλει σημαντικά στην κατανόηση της αιτιολογίας της.

Σχετικά με την ποιότητα, δεν είναι προς το παρόν απόλυτα κατανοητή η μη ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ παρουσίας των ιών και της ποιότητας κεφαλής τη στιγμή που υπάρχει συσχέτιση μεταξύ συμπτωμάτων (τα οποία σχετίζονται με τους ιούς) και της ποιότητας κεφαλής.

Αν και το αναμενόμενο θα ήταν μια σημαντική συσχέτιση κάποιου εκ των δύο ιών ή και των δύο με την ποιότητα, εν τούτοις η απουσία συσχέτισης θα μπορούσε να εξηγηθεί από μολύνσεις φυτών με άριστη ποιότητα στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Πράγματι, τέτοια φυτά θα παρουσιάζονταν κατά τη συγκομιδή με κορυφαία ποιότητα κεφαλών αλλά και με παρουσία των ιών οι οποίοι όμως, λόγω της καθυστερημένης μόλυνσης δεν θα είχαν κάποια επίδραση στην κεφαλή η οποία τη στιγμή της μόλυνσης θα ήταν πλήρως σχηματισμένη και ανεπτυγμένη. Με άλλα λόγια οι ιοί αυτοί πιθανόν να είναι ικανοί για την υποβάθμιση της ποιότητας μόνο όταν μολύνουν τα φυτά νωρίς κατά την καλλιεργητική περίοδο. Τέλος δεν πρέπει να αποκλεισθεί η πιθανή επιρροή, κατά τα ανωτέρω, και τρίτου άγνωστου παράγοντα στην ποιότητα της κεφαλής, υπόθεση που χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Βιβλιογραφία

- Roggero, P., Ciuffo, M., Vaira, A.M., Accotto, G.P., Masenga, V. and Milne, R.G. 2000. An Ophiovirus isolated from lettuce with big-vein symptoms. Arch. Virol. 145 (12): 2629-2642.
- Lot, H., Campbell, R.N., Souche, S., Milne, R.G. and Roggero, P. 2002. Transmission by *Olpidium brassicae* of Mirafiori lettuce virus and Lettuce big-vein virus, and their roles in lettuce big-vein etiology. Phytopathology 92 (3): 288-293.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Ι. Μανουσόπουλου

Σάββας (προεδρεύων). Ευχαριστούμε πάρα πολύ τον κ. Μανουσόπουλο. Έχουμε χρόνο για μια – δύο το πολύ ερωτήσεις.

Ασημακοπούλου. Ήταν ενδιαφέρουσα η δουλειά σας. Συγχαρητήρια. Θα ήθελα να ρωτήσω για τα συμπτώματα, σίγουρα το ξέρετε. Τα συμπτώματα μοιάζουν πολύ με τοξικότητα από ορμονικό ζιζανιοκτόνο. Στις περιπτώσεις που δεν βρίσκουμε τη συσχέτιση έκφρασης του ιού και των συμπτωμάτων, μήπως ελέγξατε με τα φυτά, αυτά τα υδρόφυτα, την πιθανή τοξικότητα στο έδαφος κάποιου παράγοντα που μας βάζει.

Μανουσόπουλος. Ότι αυτά ήταν; Δεν υπήρχε πιθανότητα.

Ασημακοπούλου. Δεν υπήρχε πιθανότητα!

Μανουσόπουλος. Αυτά τα εξετάσαμε. Έχουμε εξετάσει όλες τις παραμέτρους αυτές. Αυτό είναι απίθανο.

ΤΟ ΦΑΣΟΛΙ ΩΣ ΒΙΟΔΕΙΚΤΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Ε. Γουμενάκη και Ε. Καραμαλάκη

Τ.Ε.Ι Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Εργαστήριο Λαχανοκομίας, Τ.Θ. 1939, 71004 Ηράκλειο Κρήτης

Περίληψη

Το τροποσφαιρικό όζον (O₃) προκαλεί ζημιές στις καλλιέργειες με την πρόκληση χλωρώσεων και νεκρώσεων στα φύλλα και με τη μείωση της βλάστησης και της παραγωγής. Σε αυτή τη μελέτη αξιολογήθηκε η επίδοση του φασολιού ως βιοδείκτης για την εκτίμηση των επιπτώσεων του O₃ σε καλλιέργειες στην περιοχή του Ηρακλείου Κρήτης. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το βιοσύστημα ενός ευαίσθητου και ενός ανθεκτικού στο O₃ γονότυπου (S156/R123) φασολιάς (*Phaseolus vulgaris* L.). Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του ΤΕΙ Κρήτης χρησιμοποιώντας ένα πρωτόκολλο που αναπτύχθηκε από την UNECE ICP Vegetation (United Nations Economic Commission for Europe, International Cooperative Programme) σε δύο συναπτά έτη. Η αναλογία απόδοσης (S156:R123) ήταν 0,67 κατά το πρώτο πειραματικό έτος. Σε αντίθεση, το 2010, παρά την υψηλότερη συγκέντρωση O₃ δεν βρέθηκαν διαφορές στην απόδοση. Η απόκλιση μπορεί να είναι αποτέλεσμα της πρόωρης συγκομιδής των λοβών και θα μπορούσε να σχετίζεται με τις αλλαγές πρωτοκόλλου κατά το δεύτερο έτος. Σε επίπεδο Ευρώπης τα δεδομένα από παράλληλες μελέτες που γίνονται σε άλλες χώρες αθροίζονται ώστε τα συμπεράσματα να μεταφερθούν στα κέντρα διαμόρφωσης πολιτικής με παγκόσμια προοπτική και να καθορίσουν την κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη που συνδέεται άρρηκτα με την αλλαγή του κλίματος και τις επιπτώσεις στην ελάρκεια των τροφίμων.

Λέξεις κλειδιά: *Phaseolus vulgaris*, εκτίμηση επικινδυνότητας, φυτοτοξικοί ρύποι

Εισαγωγή

Το τροποσφαιρικό όζον είναι ο πλέον φυτοτοξικός αέριος ρύπος. Το όζον μπορεί να μειώσει τις αγροτικές αποδόσεις μέσω μιας ποικιλίας μηχανισμών όπως τις αρνητικές επιδράσεις στο μηχανισμό της φωτοσύνθεσης και στο στοματικό μηχανισμό. Επιπλέον, η έκθεση στο όζον μπορεί να προκαλέσει πρόωρη γήρανση ή/και νέκρωση των κυττάρων που γίνεται αντιληπτή με την πρόκληση χλωρωτικών ή/και νεκρωτικών κηλίδων στα φύλλα. Ως συνέπεια αυτών των επιδράσεων έχει μετρηθεί μείωση της παραγωγής, υποβάθμιση της ποιότητας ή ακόμη και μηδενισμός της εμπορικής αξίας των καλλιεργούμενων φυτών (Goumenaki et al., 2007; Goumenaki and Barnes, 2009). Στην προσπάθεια να εκτιμηθεί η ζημιά που μπορεί να προκαλέσει το τροποσφαιρικό όζον στις καλλιέργειες έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί ως βιοδείκτες βιοσυστήματα ευαίσθητων και ανθεκτικών γονοτύπων όπως αυτά του καπνού (Heggstad, 1991) και του τριφυλλιού (Γουμενάκη κ.ά., 2007). Τα μοντέλα όμως που προέκυψαν δεν έδωσαν ικανοποιητικές επιδόσεις σε όλες τις συνθήκες.

Σε αυτή τη μελέτη, και ταυτόχρονα σε 12 επιπλέον χώρες της Ευρώπης, για την εκτίμηση της επικινδυνότητας του όζοντος στις καλλιέργειες της περιοχής της Κρήτης χρησιμοποιήθηκε το βιοσύστημα ενός ευαίσθητου και ενός ανθεκτικού στο O₃ γονότυπου (S156/R123) φασολιάς. Το βιοσύστημα προτάθηκε από τον Burkey και τους

συνεργάτες του (2005). Την προσπάθεια στις χώρες της Ευρώπης συντονίζει η UNECE ICP Vegetation.

Υλικά και Μέθοδοι

Για τη διενέργεια του πειράματος χρησιμοποιήθηκε το βιοσύστημα ενός ευαίσθητου και ενός ανθεκτικού στο O₃ γονότυπου (S156/R123) φασολιάς (*Phaseolus vulgaris* L.). Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του ΤΕΙ Κρήτης, σύμφωνα με τα πρωτόκολλα που αναπτύχθηκαν από την UNECE ICP Vegetation (UNECE, 2009; UNECE, 2010), σε δύο συναπτά έτη στα διαστήματα από 1/8 – 30/9/2009 και από 23/7 – 29/9/2010. Στη διάρκεια των πειραμάτων μετρήθηκε η στοματική αντίσταση στην αρχή της άνθισης, στο 70% της καρπώδεσης, στην αρχή της ανάπτυξης των λοβών και στο τέλος της πλήρους ανάπτυξης των λοβών. Οι μετρήσεις έγιναν στην κάτω επιφάνεια του πιο πρόσφατα πλήρως ανεπτυγμένου φύλλου εναλλάξ σε φυτά του ανθεκτικού και του ευαίσθητου γονότυπου, τις πρωινές, μεσημεριανές και απογευματινές ώρες της ημέρας. Συνολικά έγιναν πάνω από 400 μετρήσεις, χρησιμοποιώντας ένα πορόμετρο Li-Cor LI-1600 steady state (Li-Cor, Lincoln, NE, USA). Η εκτίμηση των ορατών συμπτωμάτων προσβολής του O₃ στα φύλλα έγινε στα τέσσερα διακριτά στάδια ανάπτυξης των φυτών που προαναφέρθηκαν. Ο δείκτης έκθεσης AOT40 (ppb.h) εκφράζει αθροιστικά τη συγκέντρωση του όζοντος η οποία καταγράφεται ωριαία πάνω από 40 ppb εφόσον η ηλιακή ακτινοβολία ξεπερνά τα 50 W m⁻².

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Τα δεδομένα ανάπτυξης για τους δύο γονότυπους του φασολιού και την έκθεση στο όζον εμφανίζονται στον Πίνακα 1. Η σχετική ανάπτυξη του ευαίσθητου γονότυπου ως προς την ανάπτυξη του ανθεκτικού γονότυπου, όπως αυτή εκφράζεται από το λόγο της βιομάζας των ξηρών λοβών (S156:R123) μειώθηκε κατά 33% στο τέλος της καλλιέργειας στο πρώτο πειραματικό έτος ενώ ο λόγος της βιομάζας το δεύτερο πειραματικό έτος ήταν 1,04. Το δεύτερο έτος πειραματισμού ήταν πολύ θερμότερο έτος (Πιν. 1) και ο δείκτης AOT40 πήρε περίπου δεκαπλάσια τιμή. Ο μέσος συνολικός αριθμός τρίφυλλων ανά φυτό με ορατή ζημιά μεγαλύτερη από 25% κατά το τέλος της πειραματικής περιόδου (29/9) ήταν για τον ευαίσθητο γονότυπο 57,1 το 2009 και 52,0 το 2010. Αντίθετα για τον ανθεκτικό γονότυπο ήταν μόλις 14,7 τρίφυλλα ανά φυτό το 2009 και 1,0 το 2010.

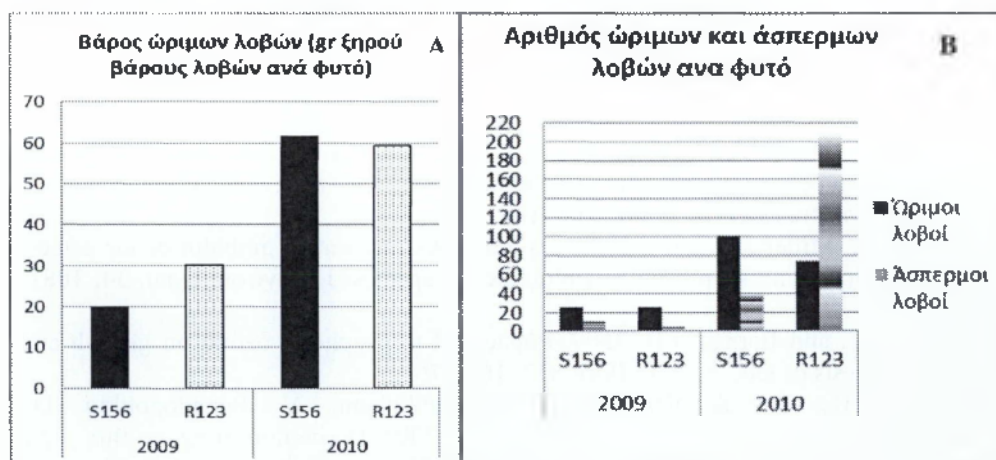
Πίνακας 1. Μετεωρολογικά δεδομένα, έκθεση των φυτών στο όζον, ορατά συμπτώματα ζημιάς στον ευαίσθητο (S156) και ανθεκτικό (R123) γονότυπο του *Phaseolus vulgaris* L. και αναλογία ξηρής μάζας λοβών τα δύο πειραματικά έτη.

Περίοδος καλλιέργειας	1/8 – 30/9/2009	23/7 – 29/9/2010
24h μέση θερμοκρασία (°C)	24,0	27,1
24h μέση VPD (kPa)	1,1	1,3
Μέση ημερήσια PAR (μmol m ⁻² s ⁻¹)	485	398
AOT40 (ppb h)	418	4.223
S156 προσβεβλημένα φύλλα (ζημιά >25% 29-9)	57,1	52,0
R123 προσβεβλημένα φύλλα (ζημιά >25% 29-9)	14,7	1,0
Λόγος ξηρής μάζας λοβών (S156:R123)	0,67	1,04

Η συγκομιδή των λοβών έγινε άπαξ και τις δύο χρονιές. Στο δεύτερο πειραματικό έτος όμως το πρωτόκολλο τροποποιήθηκε ως προς το στάδιο συγκομιδής των λοβών. Έτσι, ενώ το πρώτο πειραματικό έτος οι λοβοί και για τους δύο γονότυπους

συγκομίσθηκαν όταν ο ευαίσθητος γονότυπος είχε φθάσει στο στάδιο που το 50% των λοβών είχαν αποκτήσει καφέ χρώμα, το δεύτερο πειραματικό έτος η συγκομιδή έγινε 6 βδομάδες μετά την έναρξη της άνθισης. Αποτέλεσμα αυτής της αλλαγής ήταν στη συγκομιδή το δεύτερο έτος στον ανθεκτικό γονότυπο το μεγαλύτερο μέρος των λοβών να είναι σε πολύ ανώριμο στάδιο (Σχ. 1) και συνεπώς μικρού βάρους ξηρής μάζας. Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι και στις δύο χρονιές, αλλά ιδιαίτερα τη δεύτερη ο ευαίσθητος γονότυπος άνθισε νωρίτερα αλλά και η ωριμότητα των λοβών προχώρησε ταχύτερα γεγονός αναμενόμενο λόγω της πρόωρης γήρανσης που επέφερε η έκθεση στο όζον. Θεωρούμε λοιπόν ότι η απλή ανάγνωση των αποτελεσμάτων σε ότι αφορά το λόγο της ξηράς μάζας λοβών θα μπορούσε να μας οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα αν δεν λάβομε υπόψη την καταλυτική επίδραση της αλλαγής του πρωτοκόλλου. Συνεπώς το πρωτόκολλο

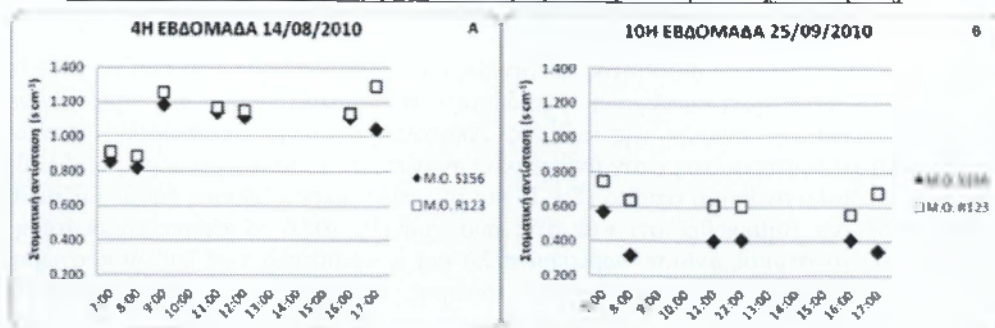
χρειάζεται περαιτέρω βελτιστοποίηση. Επιπλέον αυτού προτείνεται η δοκιμή και άλλων ευαίσθητων και ανθεκτικών στο όζον γονότυπων που είναι διαθέσιμα από την επιστημονική βιβλιογραφία (Burkey et al., 2012).



Σχήμα 1. (Α): Βάρος ώριμων λοβών (γραμμάρια ξηρού βάρους λοβών ανά φυτό) του ευαίσθητου (S156) και του ανθεκτικού γονότυπου (R123) στα δύο έτη πειραματισμού. (Β): Αριθμός ώριμων και άσπερμων λοβών ανά φυτό του ευαίσθητου (S156) και του ανθεκτικού γονότυπου (R123) στα δύο έτη πειραματισμού.

Οι μετρήσεις της στοματικής αγωγιμότητας έδειξαν ότι δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο γονότυπων στο πρώτο πειραματικό έτος. Στο δεύτερο πειραματικό έτος σημαντικές διαφορές υπήρξαν μόνο στην τελευταία μέτρηση που έγινε κοντά στο στάδιο συγκομιδής όπου η στοματική αγωγιμότητα ήταν μεγαλύτερη για τον R123 γονότυπο (Σχ. 2).

Η παρούσα μελέτη έδειξε ότι η συγκέντρωση του όζοντος στην περιοχή της Κρήτης είναι αρκετά σημαντική για να προκαλέσει μη αντιστρεπτές επιδράσεις σε καλλιεργούμενα είδη. Η διαπίστωση αυτή είναι σύμφωνη με τα συμπεράσματα από προηγούμενες μελέτες στην περιοχή (Goumenaki et al., 2007, Goumenaki and Barnes, 2009). Η άθροιση των στοιχείων από όλες τις χώρες πειραματισμού που συμμετείχαν στο πρόγραμμα έδειξε ότι οι ζημιές από όζον στις καλλιέργειες είναι αυξημένες στη μεσογειακή ζώνη.



Σχήμα 2. Μέσος όρος μετρήσεων της στοματικής αντίστασης ($s\ cm^{-1}$) στον ευαίσθητο (S156, ♦) και στον ανθεκτικό (R123, □) γονότυπο του *Phaseolus vulgaris* L., στην αρχή της άνθισης (A, 4^η εβδομάδα από τη μεταφύτευση), και στο τέλος της πλήρους ανάπτυξης των λοβών (B, 10^η εβδομάδα από τη μεταφύτευση). Οι μετρήσεις έγιναν τις πρωινές, μεσημεριανές και απογευματινές ώρες της ημέρας.

Βιβλιογραφία

- Burkey, K. O., Booker F.L., Ainsworth, E.A. and Nelson, R.L. 2012 Field assessment of a snap bean ozone bioindicator system under elevated ozone and carbon dioxide in a free air system. *Environ. Pollut.* 166: 167-171.
- Burkey, K. O., Miller J.E. and E.L. Fiscus 2005. Assessment of ambient ozone effects on vegetation using snap bean as a bioindicator species. *J. Environ. Qual.* 34: 1081-1086.
- Γουμενάκη, E. and Barnes, J.D. 2009. Impacts of tropospheric ozone on growth and photosynthesis of lettuce. *Acta Hort.* 817: 169-176.
- Γουμενάκη, E., Gonzalez-Fernandez, I., Papanikolaou, A., Papadopoulou, D., Askianakis, C., Kouvarakis, G. and Barnes, J.D. 2007. Derivation of ozone flux-yield relationships for lettuce: a key horticultural crop. *Environ. Pollut.* 146: 699-706.
- Γουμενάκη, E., Κουβαράκης, Γ. and Barnes J.D. 2007. Εκτίμηση κινδύνου των επιπτώσεων του όζοντος της τροπόσφαιρας στις καλλιέργειες της Κρήτης. Πρακτικά 23^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 13(α): 427-431
- Heggestad H.E. 1991. Origin of Bel-W3, Bel-C and Bel-B tobacco varieties and their use as indicators of O₃. *Environ Pollut* 74(4): 264-291.
- UNECE. 2009. Yield response and ozone injury on *Phaseolus vulgaris*, ICP-Vegetation experimental protocol for the 2009 season. ICP-Vegetation Coordination Centre, Centre for Ecology and Hydrology Bangor, UK, at <http://icpvegetation.ceh.ac.uk/>, 12pp.
- UNECE. 2010. Yield response and ozone injury on *Phaseolus vulgaris*, ICP-Vegetation experimental protocol for the 2010 season. ICP-Vegetation Coordination Centre, Centre for Ecology and Hydrology Bangor, UK, at <http://icpvegetation.ceh.ac.uk/>, 12pp.

*Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Ε. Καραμαλάκη
(δεν υπήρξαν ερωτήσεις)*

Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΩΣ ΟΦΕΛΟΣ ΚΑΙ ΩΣ ΑΠΕΙΛΗ

Ν. Δαφέρμος, Ι. Σπαθαράκης και Ε. Γουμενάκη

Τ.Ε.Ι Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Εργαστήριο Λαχανοκομίας, Τ.Θ. 1939, 71004 Ηράκλειο Κρήτης

Περίληψη

Η οργανική ουσία εφαρμόζεται από αρχαιοτάτων χρόνων στα γεωργικά συστήματα. Στα αειφόρα συστήματα, όπως η βιολογική γεωργία, που στοχεύουν στην παραγωγή ασφαλών τροφίμων με υψηλή θρεπτική αξία και ελαχιστοποίηση των επιδράσεων της γεωργίας στο περιβάλλον, η προσθήκη οργανικής ουσίας συνιστά σχεδόν αποκλειστικό μέσο για τη διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών. Η απαίτηση αυτή είναι μεγαλύτερη σε εντατικές καλλιέργειες όπως οι λαχανοκομικές.

Ωστόσο, οι δυνητικές αρνητικές επιδράσεις της οργανικής ουσίας στην ανθρώπινη υγεία μέσω των παραγόμενων προϊόντων και της διαδικασίας καλλιέργειας, αλλά και στην ανάπτυξη των φυτών και στο περιβάλλον μπορεί να είναι πολύ σοβαρές. Η μελέτη αυτή επιχειρεί ανασκόπηση των πλέον σύγχρονων επιστημονικών δεδομένων σε ότι αφορά αφενός τους μικροβιακούς και χημικούς κινδύνους στα προϊόντα και αφετέρου την περιβαλλοντική ρύπανση που σχετίζονται με τη χρήση της οργανικής ουσίας σε λαχανοκομικές καλλιέργειες.

Λέξεις κλειδιά: Βιολογική γεωργία, κοπριά, χουμοποίηση, αντιβιοτικά, νιτρορύπανση

Εισαγωγή

Η οργανική ουσία εφαρμόζεται από αρχαιοτάτων χρόνων στα γεωργικά συστήματα και συνιστά κρίσιμης σημασίας δομικό συστατικό των καλλιεργούμενων εδαφών. Ο κύριος λόγος εφαρμογής οργανικών υλικών στα καλλιεργούμενα εδάφη είναι η διατήρηση της γονιμότητάς τους και ταυτόχρονα η ανακύκλωση της οργανικής ύλης στον πλανήτη. Η οργανική ουσία που προστίθεται στο έδαφος μπορεί να προέρχεται από ζωική κοπριά, χλωρή λίπανση, υπολείμματα καλλιεργειών, υπολείμματα τροφίμων, απορρίμματα από μεταποιητικές μονάδες και αστικά λύματα κάτω από προϋποθέσεις.

Τα οφέλη της οργανικής ουσίας

Τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της οργανικής ουσίας στις λαχανοκομικές καλλιέργειες είναι πολλαπλά. Η χρήση της οργανικής ουσίας βελτιώνει τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους καθώς είναι πηγή απαραίτητων μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων για την ανάπτυξη των φυτών, εμπλουτίζει με άνθρακα το έδαφος, βελτιώνει τη διαπερατότητα και την υδατοϊκανότητα του εδάφους, διευκολύνει την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των φυτών, συμβάλλει στη βελτίωση του μικροκλίματος του εδάφους (π.χ. θερμοκρασίας, Vaccari et al., 2011) και εμπλουτίζει το έδαφος με φυτορρυθμιστικές ουσίες (κυτοκινίνες, αυξίνες και γιββεριλλίνες, Quilty & Cattle, 2011). Συνολικά προλαμβάνει την ερημοποίηση των εδαφών.

Επιπλέον, η προσθήκη οργανικής ουσίας στο έδαφος συμβάλλει στον καλύτερο έλεγχο των εχθρών και των ασθενειών. Αυτό επιτελείται με την αύξηση του πληθυσμού των ωφέλιμων μικροοργανισμών (ανταγωνισμός, παρασιτισμός) στο έδαφος, την επαγωγή ανθεκτικότητας στα φυτά και την απελευθέρωση αντιμικροβιακών ουσιών (αμμωνία, γλυκοσινολικές ενώσεις, ενώσεις πυρεθρίνης κ.α., (Giotis et al., 2009, Dafermos et al., 2012, Goss et al., 2013).

Οι απειλές της οργανικής ουσίας

Παρά τα σημαντικά οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της οργανικής ουσίας στο έδαφος ελλοχεύουν και σημαντικές απειλές τόσο για το έδαφος όσο και για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Η ανισορροπία των στοιχείων που προστίθενται στο έδαφος και η δυναμική συσσώρευση βαρέων μετάλλων ενδέχεται να προκαλέσουν προβλήματα στα καλλιεργούμενα φυτά στο περιβάλλον και επιβάρυνση των λαχανοκομικών προϊόντων. Η απελευθέρωση αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου και αερίων που συνεισφέρουν στην όξινη βροχή αλλά και η αύξηση του κινδύνου απορροής ρυπογόνων υλικών στους υδάτινους υδροφορείς μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα στο περιβάλλον. Οι δυναμικές αρνητικές επιδράσεις της οργανικής ουσίας στην ανθρώπινη υγεία από την κατανάλωση των λαχανοκομικών προϊόντων, τη συμμετοχή στη διαδικασία καλλιέργειας και στην ανάπτυξη των φυτών μπορεί να είναι επίσης πολύ σοβαρές (Goss et al., 2013).

Ο κίνδυνος εμφάνισης κυρίως γαστρεντερολογικών ασθενειών, από μολυσμένα με παθογόνους μικροοργανισμούς λαχανικά, αποτελεί έναν άμεσο κίνδυνο για την δημόσια υγεία όπως είχε αποδειχτεί το 2011 με το θάνατο 47 ατόμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση ύστερα από κατανάλωση μολυσμένων, μέσω της οργανικής ουσίας, λαχανικών από το κολοβακτηρίδιο *Escherichia coli* O157:H7. Παθογόνα που περιέχονται στην οργανική ουσία και είναι ικανά να προκαλέσουν ασθένειες στον άνθρωπο είναι διάφορα βακτήρια, ιοί και κάποια πρωτόζωα και έλμινθες. Συνήθως η επίδραση των μικροβιακών αυτών παθογόνων είναι τοξική και άμεση και λιγότερο συσσωρευτική. Μεγαλύτερο ωστόσο κίνδυνο να εμφανίσουν κάποια ασθένεια έχουν κυρίως τα παιδιά αλλά και οι ηλικιωμένοι. Ο βαθμός της βλαβερής επίδρασης των παθογόνων στον άνθρωπο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως π.χ. η μολυσματικότητα του παθογόνου και η ποσότητα των μολυσμένων λαχανικών που θα καταναλωθεί (Korke et al., 2007).

Στις μέρες μας, η χρήση αντιβιοτικών, φαρμακευτικών προϊόντων και φυσικών ορμονών είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη στη ζωική παραγωγή, εξαιτίας της εντατικής εκτροφής και των αυξημένων κινδύνων προσβολής των ζώων από σοβαρές ασθένειες. Μάλιστα, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό της δόσης αντιβιοτικού που χορηγείται στα ζώα αποβάλλεται πολύ σύντομα στα περιττώματα και τα ούρα τους (Aust et al., 2008), πολλά αντιβιοτικά παραμένουν για μεγάλο διάστημα στην κοπριά αλλά και στο έδαφος (Christian et al., 2003, Lamshöft et al., 2007). Η μεταφορά των ουσιών αυτών μέσω της οργανικής ουσίας στα λαχανικά, και κατ' επέκταση στον άνθρωπο, ενδέχεται να αποτελέσει σοβαρό κίνδυνο αυξάνοντας σημαντικά τον αριθμό των μικροοργανισμών που μεταδίδουν ασθένειες των ζώων στον άνθρωπο (ανθεκτικές σε αντιμικροβιακά φάρμακα), επεμβαίνοντας στις διεργασίες αναπαραγωγής του ανθρώπου και προκαλώντας ορμονικές διαταραχές και αλλεργικές ή τοξικές αντιδράσεις σε ευπαθή άτομα (Kumar et al., 2005, Goss et al., 2013). Η ζωική κοπριά περιέχει σημαντικές ποσότητες ορμονών (φυσικές ή συνθετικές) κυρίως κατά την αναπαραγωγική περίοδο (Kinney et al., 2008). Οι ορμόνες αυτές μπορεί να επηρεάσουν τη δράση των ενδοκρινολογικών μηχανισμών άλλων οργανισμών καθώς και του ανθρώπου. Παρατεταμένη έκθεση ενδέχεται να οδηγήσει σε ακατάστατη αύξηση, ανάπτυξη και αναπαραγωγή τους υδάτινους και χερσαίους οργανισμούς και ενδεχομένως και τον άνθρωπο (Goss et al., 2013).

Με την αλόγιστη χρήση της οργανικής ουσίας στις λαχανοκομικές καλλιέργειες είναι δυνατόν να εισαχθούν μεγάλες ποσότητες νιτρικών στο σύστημα έδαφος – φυτό – άνθρωπος. Τα νιτρικά βιοσυσσωρεύονται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα φυλλώδη λαχανικά και στους γρήγορα αναπτυσσόμενους καρπούς (Γουμενάκη κ.ά., 2001). Τα

νιτρικά είναι φυσικό συστατικό των φρούτων και των λαχανικών, υπάρχουν στο νερό και χρησιμοποιούνται ως συντηρητικό στα τρόφιμα. Όμως η είσοδος μεγάλων ποσοτήτων νιτρικών στον ανθρώπινο οργανισμό θέτει σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία. Υπάρχει τεκμηρίωση της συσχέτισης υψηλών συγκεντρώσεων νιτρικών στα τρόφιμα και στο νερό με αυξημένη συχνότητα καρκίνου, αυξημένη συχνότητα μεταλλάξεων στα ανθρώπινα λεμφοκύτταρα και μεθαιμοσφαιριναίμια στα βρέφη (Hord et al., 2009).

Τρόποι αποφυγής των δυσμενών επιπτώσεων της οργανικής ουσίας

Οι περισσότερες από τις απειλές που μερικές φορές συναδεύουν τη χρήση της οργανικής ουσίας προέρχονται από οργανικά υλικά τα οποία είτε δεν έχουν χουμοποιηθεί καθόλου είτε δεν έχουν αποδομηθεί επαρκώς κατά τη διαδικασία της χουμοποίησης. Τέτοια υλικά συνήθως είναι η αχώνευτη κοπριά ζώων, τα μη επαρκώς χουμοποιημένα φυτικά υλικά, τα μύγματα με αστικά στερεά απόβλητα και η ιλύς βιολογικού καθαρισμού.

Με τη χουμοποίηση των οργανικών υλικών θανατώνονται οι περισσότεροι παθογόνοι μικροοργανισμοί και διασπώνται αρκετά αντιβιοτικά (Atikan et al., 2009). Η χουμοποίηση της κοπριάς έχει καλύτερα αποτελέσματα όταν η κοπριά ανακατεύεται με άλλα υλικά (π.χ. φύλλα ελιάς), τα οποία αυξάνουν την αερόβιο ζύμωση και ως εκ τούτου τη θερμοκρασία χουμοποίησης (Korke et al., 2007). Αποθήκευση της κοπριάς οδηγεί σε διάσπαση ορισμένων αντιβιοτικών ενώ η κάλυψη του σωρού της κοπριάς κατά την διαδικασία της χουμοποίησης και της αποθήκευσης προστατεύει από την απελευθέρωση αέριων ρύπων στο περιβάλλον (Goss et al., 2013).

Η ποσότητα και η κατάλληλη περίοδος προσθήκης της οργανικής ουσίας είναι πολύ σημαντικοί παράγοντες και εξαρτώνται από τον τύπο του εδάφους και τα ποσοστά των θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται σε αυτό, τις απαιτήσεις της καλλιέργειας σε θρεπτικά στοιχεία, από τα πιθανά μόλυσματα που μπορεί να περιέχει, τις καιρικές συνθήκες καθώς και τη μέθοδο εφαρμογής της (Goss et al., 2013).

Η ενσωμάτωση της κοπριάς στο έδαφος πρέπει να γίνεται με τρόπο ώστε να ομογενοποιείται πλήρως με αυτό, καθώς μειώνεται δραστικά ο κίνδυνος μεταφοράς παθογόνων (Korke et al., 2007) και προωθείται η διάσπαση των ορμονών (Xuan et al., 2008). Η μέθοδος της ηλιοαπολύμανσης πρέπει να εφαρμόζεται μετά την προσθήκη της οργανικής ουσίας στο έδαφος και συμβάλλει στη θανάτωση του μεγαλύτερου αριθμού των παθογόνων μικροοργανισμών. Τέλος, με την εδαφοκάλυψη αποφεύγεται η άμεση επαφή της οργανικής ουσίας με τα εδάδιμα τμήματα των λαχανικών και περιορίζεται η έκπλυση και η εξαέρωση των ενώσεων του αζώτου.

Συμπεράσματα

Η οργανική ουσία αναμφισβήτητα αποτελεί απαραίτητο εργαλείο διατήρησης της γονιμότητας των εδαφών και της βιόσφαιρας. Μέσω της οργανικής ουσίας υλικά που αποτελούσαν απορρίμματα μετατρέπονται σε χρήσιμα υλικά για τη θρέψη, την ανάπτυξη και τη φυτοπροστασία των λαχανοκομικών φυτών. Ωστόσο ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στους κινδύνους που προκύπτουν από τη μη ορθολογική χρήση ή τη χρήση μη επαρκώς αποδομημένης οργανικής ουσίας ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι από τη χρήση της. Επιβάλλεται λοιπόν να τηρούνται οι ορθές γεωργικές πρακτικές και ιδιαίτερα αυτές που μειώνουν τα μόλυσματα πριν την εφαρμογή της οργανικής ουσίας στο έδαφος, και ελαχιστοποιούν ή εξαλείφουν τους πιθανούς κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία. Στόχο αποτελεί η βελτίωση της απόδοσης των λαχανοκομικών φυτών και ταυτόχρονα η παραγωγή ασφαλών τροφίμων με υψηλή θρεπτική αξία, χωρίς αρνητικές επιπτώσεις για το περιβάλλον, ως ανταπόκριση στις σύγχρονες απαιτήσεις της κοινωνίας.

Βιβλιογραφία

- Arikan, O.A., Mulbry, W., Ingram, D. and Millner, P. 2009. Minimally managed composting of beef manure at the pilot scale: effect of manure pile construction on pile temperature profiles and on the fate of oxytetracycline and chlortetracycline. *Biores. Technol.* 100: 4447-4453.
- Aust, M.O., Godlinski, F., Travis, G.R., Hao, X., McAllister, T.A., Leinweber, P. and Thiele-Bruhn, S. 2008. Distribution of sulfamethazine, chlorotetracycline and tylosin in manure and soil of Canadian feedlots after subtherapeutic use in cattle. *Environ. Pollut.* 156: 1243-1251.
- Christian, T., Schneider, R.J., Farber, H.A., Skutlarek, D., Meyer, M.T. and Goldbach, H.E. 2003. Determination of antibiotic residues in manure, soil and surface waters. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 31: 36-44.
- Dafermos, N.G., Kasselaki, A.M., Goumas, D.E., Spantidakis, K. Eyre M.D. and Leifert, C. 2012. Integration of Elicitors and Less-Susceptible Hybrids for the Control of Powdery Mildew in Organic Tomato Crops. *Plant Dis.* 96(10): 1506-1512.
- Giotis, C., Markelou, E., Theodoropoulou, A., Toufexi, E., Hodson, R., Shotton, P., Shiel, R., Cooper, J. and Leifert, C. 2009. Effect of soil amendments and biological control agents (BCAs) on soil-borne root diseases caused by *Pyrenochaeta lycopersici* and *Verticillium albo-atrum* in organic greenhouse tomato production systems. *Eur. J. Plant Pathol.* 123: 387-400.
- Goss, M., Tubeileh, A. and Goorahoo, D. 2013. A review of the use of organic amendments and the risk to human health. *Adv. Agron.* 120: 275-379.
- Hord, N., Tang, Y. and Bryan, N. 2009. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *Am. J. Clin. Nutr.*, 90: 1-10.
- Kinney, C., Furlong, E., Kolpin, D.W., Burkhardt, M.R., Zaugg, S.D., Werner, S.L., Bossio, J.P. and Benotti, M.J. 2008. Bioaccumulation of pharmaceuticals and other anthropogenic waste indicators in earthworms from agricultural soil amended with biosolid or swine manure. *Environ. Sci. Technol.* 42: 1863-1870.
- Kopke, U., Kramer, J. and Leifert, C. 2007. Pre-harvest strategies to ensure the microbiological safety of fruit and vegetables from manure-based production systems. In: Cooper, J., Niggli, U. and Leifert C. (ed.), *Handbook of organic food safety and quality*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge. p. 413-429.
- Kumar, K., Gupta, S.C., Baidoo, S.K., Chander, Y. and Rosen, C.J. 2005. Antibiotic uptake by plants from soil fertilized with animal manure. *J. Environ. Qual.* 34: 2082-2085.
- Lamshöft, M., Sukul, P., Zühlke, S. and Spitteller, M. 2007. Metabolism of ¹⁴C-labelled and non-labelled sulfadiazine after administration to pigs. *Anal. Bioanal. Chem.* 388: 1733-1745.
- Quilty, J. and Cattle, S. 2011. Use and understanding of organic amendments in Australian agriculture: a review. *Soil Res.* 49: 1-26.
- Vaccari, F.P., Baronti, S., Lugato, E., Genesio, L., Castaldi, S., Fornasier, F. and Miglietta, F. 2011. Biochar as a strategy to sequester carbon and increase yield in durum wheat. *Eur. J. Agron.* 34: 231-238.
- Xuan, R., Blassengale, A.A. and Wang, Q. 2008. Degradation of estrogenic hormones in a silt loam soil. *J. Agric. Food Chem.* 56: 9152-9158.
- Γουμένάκη, Ε., Πασπάτης, Ε., Αναγνωστοπούλου, Ε. και Μαρκάκης, Γ. 2001. Επίδραση της λίπανσης και της εφαρμογής γιββερελλίνης στην περιεκτικότητα των μαρουλιών σε νιτρικά. Πρακτικά 20^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 10: 151-154.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Ν. Δαφέρμου

Λιόπα-Τσακαλίδη (προεδρεύουσα). Ευχαριστούμε τον κ. Δαφέρμο για την πολύ ενδιαφέρουσα ομιλία του. Παρακαλούμε για ερωτήσεις. Ο. κ. Σάββας.

Σάββας. Ένα ερώτημα. Μιλάτε για επιπτώσεις στη νιτρορρύπανση ή στα αέρια, στους αέριους τύπους, που προκύπτουν από τη νιτρορρύπανση, δηλαδή τα αέρια του θερμοκηπίου. Με τι το

συγκρίνετε; Με τη μη χρήση οποιασδήποτε μορφής λιπάσματος ή με τη χρήση χημικών λιπασμάτων; Γιατί, αν το συνδέσουμε με τη χρήση χημικών λιπασμάτων, και τότε θα προσθέσουμε αζωτούχα λιπάσματα και τότε θα έχουμε νιτρορρύπανση και τότε θα έχουμε και αέριους ρύπους και σύμφωνα με τα αποτελέσματα που είχαμε και δείξαμε την Τρίτη, τουλάχιστον όσον αφορά το άζωτο, έχουμε πιο πολλούς αέριους ρύπους και σίγουρα έχουμε και μεγαλύτερη νιτρορρύπανση. Δηλαδή το ερώτημα είναι τελικά: τι συμβαίνει όταν γίνεται αλόγιστη χρήση; Φαντάζομαι, έτσι; Εσείς σε σύγκριση με τι κάνετε αυτή την αξιολόγηση;

Δαφέρμος. Κατ' αρχήν το πρόβλημα δεν είναι διαφορετικό από την αλόγιστη χρήση οργανικής ουσίας ή από τη χρήση λιπασμάτων. Το ίδιο πρόβλημα θα προκύψει και από την αλόγιστη χρήση λιπασμάτων, όπως προανέφερα, και από την αλόγιστη χρήση της οργανικής ουσίας. Αυτό δεν το συγκρίνουμε. Ποια περίπτωση θα απελευθερώσει ή θα μολύνει περισσότερο. Δεν μπορούμε να το συγκρίνουμε αυτό. Απλά αυτό που θέλουμε να τονίσουμε είναι ότι η αλόγιστη χρήση οργανικής ουσίας μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα όσον αφορά τα νιτρικά στο έδαφος και στο περιβάλλον κατ' επέκταση.

Λιόπα-Τσακαλίδη. Άλλη ερώτηση.

Μπουρνάκας. Ήθελα να πω ότι είναι πολύ σημαντική η δουλειά σας και δεν έχει παρουσιαστεί στα συνέδρια. Ούτε στα εδαφολογικά. Έτσι; Να γίνει μια αξιολόγηση για την κοπριά η οποία είναι πράγματι ένα σπουδαίο εργαλείο για τον παραγωγό. Πάντως η μια ιδιότητα που είναι η σπουδαιότερη και δεν την αναφέρατε, εμείς την έχουμε δει στην πράξη, σαν θαύμα, είναι ότι όπου υπάρχει ικανή ρίψη κοπριάς, τα φυτά ξεπερνούν τα υδατικό στρές. Δεν έχουμε υδατικό στρές. Αυτή είναι η κυριότερη ιδιότητα της κοπριάς και ύστερα όλες οι άλλες.

Δαφέρμος. Το ανέφερα αυτό μιλώντας για τη βελτίωση της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Μπουρνάκας. Τα μειονεκτήματα προκύπτουν από την επιπολαιότητα των γεωργών να τη θυμούνται όταν τη χρειάζονται. Εκεί είναι. Δηλαδή αν την πάρει και έχει ένα προγραμματισμό και την απλώσει λίγο, τη σκεπάσει με ένα πλαστικό και υψοστεί αυτή έναν τύπο απολίπανσης που θα έχει πάρα πολλές επιπτώσεις και η ενσωμάτωση που γίνεται πράγματι.

Αν έχει τη δυνατότητα να κάνει κομπόστ ακόμη καλύτερα. Είναι ένα εργαλείο το οποίο πρέπει να το χρησιμοποιήσουμε και οποιαδήποτε έχουμε τρομερές διαφορές από τα είδη των κοπριών. Τρομερές διαφορές.

Δαφέρμος. Φυσικά. Ο στόχος της εργασίας αυτής ήταν να εντοπίσουμε και να τονίσουμε τους κινδύνους που μπορεί να προκύψουν από τη χρήση της οργανικής ουσίας και συνήθως, τις περισσότερες φορές, στις περισσότερες των περιπτώσεων, προκύπτουν από την άγνοια των παραγωγών όσον αφορά αυτούς τους κινδύνους και τα προβλήματα που μπορεί να επιφέρουν.

Μπουρνάκας. Αρκεί να σας πω ότι ορισμένες κοπριές που περιέχουν πολύ ασβέστιο, όπως είναι αυτές από τα πιτνά, φέρνουν μεγαλύτερα προβλήματα αδρομυκώσεων, πέραν του ότι κουβαλάνε τα σπόρια των ζιζανίων, έχουμε μεγαλύτερο πρόβλημα αδρομυκώσεων.

Λιόπα-Τσακαλίδη. Παρακαλώ.

Σύνεδρος. Είναι πολύ ενδιαφέρουσα η εργασία γιατί πραγματικά η χρήση της οργανικής ουσίας, της κοπριάς, ας πούμε και άλλων οργανικών υλικών, είναι εκτεταμένη, χρησιμοποιείται παντού, και πραγματικά πρέπει να δούμε μερικά πράγματα που την αφορούν. Ένα σημαντικό πράγμα που είπατε είναι στην ανομοιομορφία, που είπατε, της θρέψης τα στοιχεία, εμείς έχουμε παρατηρήσει ότι εκεί που γίνεται εκτεταμένη χρήση κοπριάς, έχουμε μεγάλη αύξηση του φωσφόρου, σε σχέση με τα θρεπτικά στοιχεία, δηλαδή για παράδειγμα ο φώσφορος που θα έπρεπε να βρίσκεται κανονικά όχι πάνω από 50 ppm, βλέπουμε σε θερμοκήπια να φθάνει μέχρι 300 και 400 ppm και να αναγκαζόμαστε για αυτό το λόγο να σταματήσουμε τη λίπανση με οργανική ουσία, με κοπριές.

Ένα δεύτερο είναι ότι δεν κινδυνεύουμε τόσο πιστεύω από τον ευτροφισμό, από τη μεταφορά του φωσφόρου, γιατί ο φώσφορος είναι δυσκολομετακίνητος, και δεν ξέρω πάνω σε αυτό, αν μπορείτε να μας πείτε κάτι.

Και ένα τρίτο σημείο που θέλω να μας διευκρινίσετε λίγο, που μας προβληματίζει και δεν ξέρω τι γίνεται. Είναι αυτά τα μικρόβια που μας παρουσιάσατε, αν μπαίνουν στην τροφική αλυσίδα σαν επιμόλυνση από πάνω, δηλαδή να πέσει, να φύγει από κάτω, είτε με σταγόνες νερού και να φθάσει επάνω ή εάν πιστεύετε αν μπορούν τα μικρόβια αυτά, άμα τραυματιστεί η ρίζα, να περάσουν το περικύκλιο, να περάσουν μέσα στα αγωγά στοιχεία και ειδικά ας πούμε να περάσουν στα αγγεία του ζύλου, που και εκεί περνάνε τα μικρόβια γιατί είναι 150 μικρά τα περισσότερα αγγεία εκεί, μπορούμε να βρεθούν και μεγαλύτερα. Αν έχετε στοιχεία ότι εκεί δηλαδή έχουμε μεταφορά μέσα

από τραυματισμό και μέσα από τα αγγεία του ξύλου και να περάσουν επάνω και να φθάσουν στον καρπό.

Δαφέρμος, Βεβαίως. Η βιβλιογραφία αναφέρει ότι οποιαδήποτε επαφή, για αυτό κι ένας τρόπος που προτείνουμε ελαχιστοποίησης των κινδύνων είναι η εδαφοκάλυψη γιατί, πρώτον δεν πρέπει να έρχονται τα εδάφιμα τμήματα, ειδικά των λαχανικών, σε άμεση επαφή με την οργανική ουσία και ιδίως όταν η οργανική ουσία δεν έχει ενσωματωθεί με το έδαφος, αλλά φυσικά αναφέρεται ότι και μέσα από τραυματισμούς μπορούν να επιμολυνθούν τα λαχανοκομικά φυτά. Τώρα, όσον αφορά το φώσφορο, αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως κίνδυνος, κυρίως μέσω της έκλυσης.

Συμφωνώ μαζί σας, ότι δεν είναι τόσο εύκολα, αλλά θεωρείται σημαντικός κίνδυνος, μάλλον όχι από τους πρωτεύοντες σημαντικούς κινδύνους, αλλά ίσως ένας δευτερεύοντας μεν αλλά σημαντικός κίνδυνος.

Τώρα όσον αφορά το φώσφορο, τη συσσώρευση φωσφόρου στο έδαφος, αυτό σηκώνει μια τεράστια συζήτηση. Ισχύει αυτό που είπατε και μάλιστα υπάρχει ένα πολύ έντονο διεθνές debate όσον αφορά τη χρήση του φωσφόρου για τα επόμενα χρόνια, καθώς τα αποθέματα του φωσφόρου, υπάρχουν πολλοί, τέλος πάντων, τα τελευταία χρόνια που υποστηρίζουν ότι τα αποθέματα του φωσφόρου ελαχιστοποιούνται και σε μερικά χρόνια δεν θα έχουμε φώσφορο να λιπάνουμε τις καλλιέργειές μας και είναι νομίζω μια τεράστια συζήτηση που μπορεί να γίνει.

Λιόπα-Τσακαλίδη. Και μία τελευταία ερώτηση από την κα Ασημακοπούλου.

Ασημακοπούλου. Θα ήθελα να προσθέσω ότι έχουμε ζητήματα από την υπερβολική χρήση της κοπριάς σε τροφοπενίες, δεσμεύσεις ψευδαργύρου και χαλκού. Ο χαλκός δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικός, λόγω της χρήσης χαλκούχων σκευασμάτων, πολλές φορές έχουμε ανάποδο πρόβλημα. Αλλά έχουμε στα Μέγαρα επανειλημμένα δει τροφοπενίες ψευδαργύρου σε δένδρα φιστικιάς, γιατί εκεί έχουν πολλά πτηνοτροφεία και χρησιμοποιούν πολύ την κοτίσια κυρίως κοπριά.

Επίσης στην Αίγινα από μετρήσεις που κάναμε σε αλατότητα στις φιστικιές, επειδή κάνουν χρήση σε μια προσπάθεια να βελτιώσουν τη δομή και την ποιότητα των εδαφών με μεγαλύτερη ποσότητα κοπριάς, από όσο πρέπει, το επίπεδο σε εκτεταμένη επισκόπηση της θρέψης των φιστικιώνων, το επίπεδο ψευδαργύρου ήταν ιδιαίτερα χαμηλό. Δηλαδή πρέπει και αυτό να ληφθεί υπόψιν.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΡΑΣ ΑΓΡΙΑΣ ΡΟΚΑΣ ΣΕ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΑΘΙΑΣ ΕΠΙΠΛΕΥΣΗΣ

Χ. Μουρούτογλου, Ι. Λυκοσκούφης, Α. Κώτσιρας, Α. Κανάκης και Α. Καλαθός

Γ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, 241 00 Αντικάλαιμος, Καλαμάτα

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της πυκνότητας σποράς της άγριας ρόκας (*Diplotaxis tenuifolia*) σε παραγωγικά χαρακτηριστικά της σε υδροπονικό σύστημα βαθιάς επίπλευσης (DFT). Η χρήση του συστήματος αυτού επιτρέπει αυξημένες πυκνότητες, αλλά δεν έχει διερευνηθεί το ανώτατο όριό τους για την εξασφάλιση του μεγίστου της εμπορεύσιμης παραγωγής. Εφαρμόστηκαν τέσσερις (4) διαφορετικές πυκνότητες σποράς: 1931, 2897, 3862 και 4828 φυτά m⁻² με τέσσερις επαναλήψεις η κάθε μία. Τα φύλλα ταξινομήθηκαν σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με το μήκος τους (<12 cm και >12 cm). Φαίνεται πως η άγρια ρόκα προσαρμόζεται πολύ καλά στο σύστημα βαθιάς επίπλευσης με τις αποδόσεις να κυμαίνονται μεταξύ 1,7-2,1 kg m⁻² αναλόγως της εποχής. Η καλλιέργεια αυτή λόγω του μικρού βιολογικού της κύκλου και της αυξανόμενης οικονομικής της σημασίας μπορεί να αποτελέσει μια υπολογίσιμη εναλλακτική πρόταση για την συμπλήρωση του εισοδήματος παραγωγών κηπευτικών.

Λέξεις κλειδιά: wild rocket, deep flow technique, plant density.

Εισαγωγή

Η άγρια ρόκα (*Diplotaxis tenuifolia*) είναι ένα φυλλώδες λαχανικό της οικογενείας των Brassicaceae. Αποτελεί ενδημικό είδος πολλών κρατών της Βορείου και Ανατολικής Ευρώπης, της Κριμαίας, της περιοχής του Καυκάσου, της δυτικής Κίνας, ενώ έχει εξαπλωθεί από την Ευρώπη στη νότιο Αφρική, στις ΗΠΑ και στην Αυστραλία. (Padulosi, 1994).

Η άγρια ρόκα είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εξέλιξης από αυτοφυές λαχανοκόμιο φυτό σε συστηματικά καλλιεργούμενο είδος καθώς η κατανάλωσή του αρχικά βασιζόταν στην συλλογή του από το ύπαιθρο. Η συνεχής αύξηση των εκτάσεων της καλλιέργειας έχει οδηγήσει στην εξέλιξη των μονάδων παραγωγής (υπαίθριες ή υπό κάλυψη) και του δικτύου εμπορίας της. Η αυξανόμενη ζήτησή της καθ' όλη την διάρκεια του έτους, έχει οδηγήσει στην διερεύνηση της αξιοποίησης σύγχρονων συστημάτων καλλιέργειας που περιλαμβάνουν και τα υδροπονικά, όπως π.χ. η βαθιά επίπλευση που ενδείκνυται ιδιαίτερα για την παραγωγή φυλλωδών λαχανικών. Μέσω του συστήματος αυτού αποφεύγονται προβλήματα από εχθρούς και ασθένειες εδάφους, εξοικονομείται νερό και ελαττώνονται στο σύνολό τους οι περιβαλλοντικές πιέσεις σε σχέση με τα εφαρμοζόμενα παραγωγικά συστήματα στο έδαφος. Με την καλλιέργεια σε βαθιά επίπλευση επιτυγχάνεται μείωση της εκτιμώμενης ημερομηνίας συγκομιδής κατά 7 με 10 ημέρες, με παράλληλη αύξηση των παραγωγικών κύκλων.

Τα παραγόμενα φύλλα κόβονται είτε μόλις αποκτήσουν πολύ μικρό μήκος (5 – 8 εκ.) και προωθούνται στην αγορά ως κομμένη σαλάτα μέσα σε σφραγισμένες πλαστικές σακούλες, αποτελώντας ένα λαχανικό «4ης γενιάς» (baby leaf). Επίσης, προωθούνται ως λαχανικά δέσμης με μεγαλύτερο μήκος φύλλων (>12 εκ.).

Η καλλιέργεια στο έδαφος εκτιμάται πως αποδίδει 1.600 με 1.800 kg/στρέμμα νωπού προϊόντος, με έναν μέσο όρο κοπών 1,3 φορές (Pimpinì and Enzo, 1997). Οι

πυκνότητες σποράς στο έδαφος κυμαίνονται από τα 200-300 σπόρους m^{-2} , ενώ στην καλλιέργεια σε βαθιά επίπλευση, μπορούν να εφαρμοσθούν πολύ μεγαλύτερες πυκνότητες σποράς με επιπρόσθετο πλεονέκτημα και την αξιοποίηση του 90-95% της επιφάνειας του θερμοκηπίου. Η διαφοροποίηση της πυκνότητας μεταξύ των καλλιεργητικών συστημάτων αναδεικνύει την ανάγκη του ακριβούς προσδιορισμού των πυκνοτήτων σποράς στο σύστημα βαθιάς επίπλευσης, σε σχέση με τον τρόπο διαθέσεως του προϊόντος (δέσμη ή baby leaf). Σε κάθε περίπτωση, οι πυκνότητες διαμορφώνονται ανάλογα και με την εποχή, μειούμενες με την αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας.

Υλικά και μέθοδοι

Σκοπός του πειράματος ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της πυκνότητας σποράς άγριας ρόκας (*Diplotaxis tenuifolia*) σε παραγωγικά χαρακτηριστικά της στο σύστημα βαθιάς επιπλεύσεως. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε καλλιέργεια άγριας ρόκας σε υαλόφρακτο θερμοκήπιο του ΤΕΙ Πελοποννήσου, σε δεξαμενή επίπλευσης διαστάσεων 4 μ. x 10 μ. x 30 εκ. (πλάτος x μήκος x ύψος). Η δεξαμενή ήταν επενδεδυμένη με μαύρη γεωμεμβράνη πάχους 0,5 mm κατάλληλη για τρόφιμα. Για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος χρησιμοποιήθηκε η κεφαλή TPS της εταιρείας Hydro Chem με σύστημα τριών δοχείων (μια για το οξύ και 2 για τα λιπάσματα). Για την ανακύκλωση και επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος χρησιμοποιήθηκαν 2 ανοξείδωτες αντλίες παροχής 4,83 $m^3/ώρα$. Για την επαρκή ανάδευση του διαλύματος (αναρρόφηση και κατάθλιψη) τοποθετήθηκαν σωλήνες πολυπροπυλενίου \varnothing 32 εντός και κατά μήκος της δεξαμενής επιπλεύσεως. Το θρεπτικό διάλυμα παρασκευάσθηκε σύμφωνα με την μέθοδο των Savvas και Adamides (1999). Η ηλεκτρική αγωγιμότητα διατηρήθηκε μεταξύ 1,9-2,0 mS/cm και το pH στο 5,8-6,0 με την ανάλογη προσθήκη νιτρικού οξέος.

Χρησιμοποιήθηκαν σπόροι άγριας ρόκας (*Diplotaxis tenuifolia*) της εταιρείας Fytro seeds (Ελλάδα). Η σπορά πραγματοποιήθηκε σε δίσκους διογκωμένης πολυστερίνης 84 θέσεων με διαστάσεις 53,5 εκ. πλάτος και 32,5 εκ. μήκος (εμβαδόν δίσκου 0,174 m^2) και υποδοχές διαμέτρου 4,1 εκ. Οι θέσεις των δίσκων πληρώθηκαν με περλίτη και αμέσως μετά την σπορά οι σπόροι επικαλύφθηκαν με μια μικρή στρώση κοσκινισμένης τύρφης. Οι δίσκοι τοποθετήθηκαν σε πάγκους και αρδεύονταν με θρεπτικό διάλυμα μέχρι της εμφανίσεως του ριζιδίου στην οπή στραγγίσεως του δίσκου σποράς. Στην συνέχεια οι δίσκοι τοποθετήθηκαν στις τελικές τους θέσεις στην δεξαμενή επίπλευσης.

Πραγματοποιήθηκαν 4 μεταχειρίσεις σποράς με 4, 6, 8 και 10 φυτά ανά θέση με 4 επαναλήψεις ανά μεταχείριση. Ως επανάληψη ορίστηκε ο δίσκος σποράς. Στον πίνακα 1 παρατίθεται ο αριθμός των φυτών ανά επανάληψη, ανά τετραγωνικό μέτρο και ο αντίστοιχος κωδικός πυκνότητας σποράς για την στατιστική παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Η πειραματική εργασία πραγματοποιήθηκε από τις 04/04/2012 (σπορά) μέχρι τις 30/05/2012 (συγκομιδή). Η συγκομιδή πραγματοποιείται όταν στα 100 μετρούμενα φύλλα ο μέσος όρος του μήκους τους προσέγγιζε ή υπερέβαινε το μήκος των 12 cm. Το μήκος αυτό ορίστηκε με βάση τις απαιτήσεις της αγοράς για διάθεση σε δέσμη, όπου το επιθυμητό μήκος είναι 12-15 cm.

Μελετήθηκαν: Ο αριθμός των φύλλων ανά κατηγορία και m^2 , το νωπό βάρος των φύλλων (g), η % ξηρά ουσία των φύλλων, το νωπό βάρος της ρίζας (g), η % ξηρά ουσία της ρίζας και το εμβαδόν των φύλλων m^2 . Η ανάλυση της παραλλακτικότητας και η σύγκριση των μέσων όρων πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος Statistica (κριτήριο Duncan σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$).

Πίνακας 1. Ο αριθμός των φυτών ανά δίσκο, ο ισοδύναμος αριθμός φυτών m⁻² (προσέγγιση στον κοντινότερο ακέραιο) και ο κωδικός πυκνότητας.

Πυκνότητα σποράς/ θέση στο δίσκο	Αριθμός φυτών / δίσκο	Αριθμός φυτών m ⁻²	Κωδικός πυκνότητας σποράς
4	336	1931	I
6	504	2897	II
8	672	3862	III
10	840	4828	IV

Αποτελέσματα και συζήτηση

Η γενική εικόνα δείχνει πως για τις χρησιμοποιούμενες πυκνότητες η άγρια ρόκα παράγει μεγάλο αριθμό μη εμπορεύσιμων φύλλων (<12 εκ.), τα οποία μπορεί να μην είναι κατάλληλα για τη δημιουργία δέσμης, αλλά είναι κατάλληλα για τη βιομηχανία έτοιμης σαλάτας (Διάγραμμα 1). Σημαντικά μικρότερο αριθμό φύλλων της μικρής κατηγορίας παράγει η αραιή πυκνότητα σποράς (1931 φυτά ανά m²). Αυτό εξηγείται με τον μικρότερο ανταγωνισμό που υφίστανται τα φυτά κατά την ανάπτυξη τους σ' αυτήν την πυκνότητα. Ο συνολικός αριθμός των παραγόμενων φύλλων βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερος στην μεγαλύτερη πυκνότητα φύτευσης (IV) συγκριτικά με την μικρότερη πυκνότητα (I). Οι ενδιάμεσες πυκνότητες σποράς (II) και (III) δεν διέφεραν μεταξύ τους. Πρέπει να σημειωθεί πως δεν ήταν δυνατή η παράταση της περιόδου καλλιέργειας για την επίτευξη μεγαλύτερου αριθμού εμπορεύσιμων φύλλων (>12 cm) σε όλες τις πυκνότητες σποράς λόγω της ενάρξεως εμφάνισης ανθικού στελέχους. Στο στάδιο της ανθοφορίας, τα φύλλα αποκτούν ιδιαίτερα καυστική γεύση και θεωρούνται ακατάλληλα για κατανάλωση.

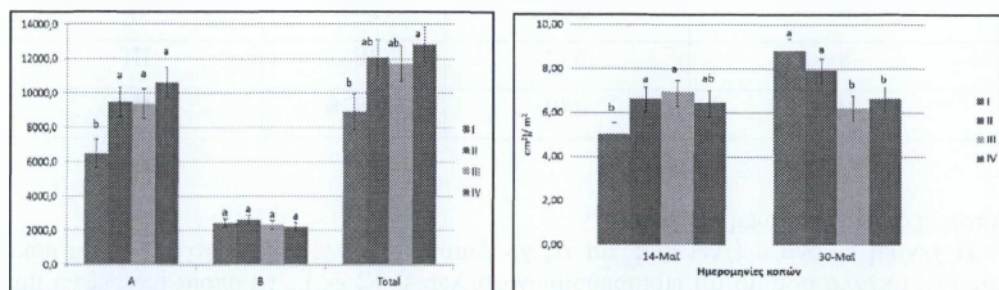
Σχετικά με την παραγόμενη επιφάνεια φύλλων m⁻², διαπιστώνεται πως οι πυκνότητες με τα 1931 και 2897 φυτά ανά m² υπερτερούν έναντι των μεγαλύτερων πυκνοτήτων σποράς (διάγραμμα 2). Η παραγόμενη % ξηρά ουσία της ρίζας στην μικρή πυκνότητα σποράς είναι σαφώς μεγαλύτερη από τις υπόλοιπες τρεις, γεγονός που μπορεί να συνδυαστεί με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του παραγόμενου προϊόντος (διάγραμμα 3). Για να εξαχθεί βέβαια ένα ασφαλές συμπέρασμα σχετικά με αυτό, θα πρέπει να γίνει περαιτέρω έρευνα σε μετασυλλεκτικό επίπεδο. Η απόδοση σε νωπό προϊόν μπορεί να φθάσει στα 2.500 kg/στρέμμα ανάλογα με τον αριθμό των προγραμματισμένων συγκομιδών (Padulosi and Pignone, 1996). Από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η παραγωγή στο σύστημα βαθιάς επιπλεύσεως μπορεί να ξεπεράσει τα 1.800 kg / στρέμμα (διάγραμμα 4) με μία κοπή. Αν προχωρήσει κανείς σε επαναλαμβανόμενες κοπές μπορεί να ξεπεράσει τα 2.500 kg/στρέμμα, λαμβάνοντας υπ' όψιν και την μέγιστη εκμετάλλευση που εξασφαλίζει το εν λόγω υδροπονικό σύστημα (90 - 95%). Συμπεραίνεται πως οι αποδόσεις αυξάνουν επαρκώς καθιστώντας το σύστημα βαθιάς επίπλευσης ένα υποσχόμενο σύστημα για την παραγωγή άγριας ρόκας στην Ελλάδα.

Βιβλιογραφία

Pimpini, F., Enzo, M., 1997. La coltura de la rucola negli ambienti veneti. Colture protette 4: 21-32.

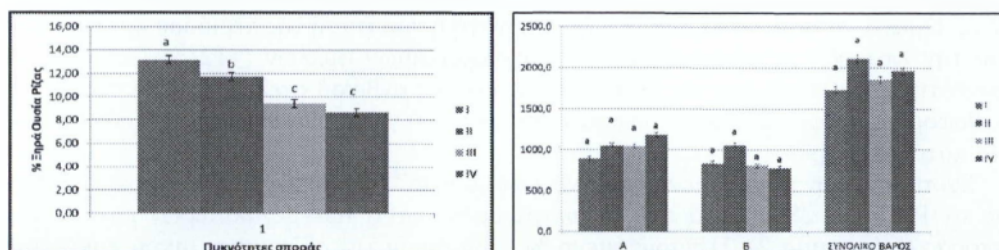
Savvas, D., Adamidis, K., 1999. Automated management of nutrient solutions based on target electrical conductivity, pH, and nutrient concentration ratios. *J. Plant Nutr.* 22: 1415-1432.

Padulosi, s., Pignone, D., 1996. Rocket: a Mediterranean crop of the world. Report of a workshop. Legnaro (Padova) Italy.



Διάγραμμα 1 (αριστερά). Η επίδραση της πυκνότητας σποράς στον αριθμό των παραγόμενων φύλλων ανά κατηγορία μεγέθους φύλλων και στο σύνολο (total) των παραγόμενων φύλλων ανά μ².

Διάγραμμα 2 (δεξιά). Επίδραση των πυκνοτήτων σποράς στο εμβαδό φύλλων ανά μονάδα επιφάνειας (εκ²-μ²) σε δύο ημερομηνίες κοπών, 2 εβδομάδες πριν τη συγκομιδή



και στη συγκομιδή.

Διάγραμμα 3 (αριστερά). Επίδραση της πυκνότητας σποράς στην % ξηρά ουσία της ρίζας

Διάγραμμα 4 (δεξιά). Η επίδραση της πυκνότητας σποράς στο νωπό βάρος (γρ.-μ⁻²) η κατανομή τους στις δύο κατηγορίες μεγεθών φύλλων και στο σύνολο των κατηγοριών μεγέθους φύλλων.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Χ. Μουρούτογλου

Γουμενάκη (προεδρεύουσα). Ευχαριστούμε πολύ κ. Μουρούτογλου για την παρουσίαση και την πρόταση που κάνατε σήμερα για την καλλιέργεια της ρόκας. Παρακαλώ ερωτήσεις.

Σύνεδρος. Ευχαριστούμε πάρα πολύ για την παρουσίαση. Θα ήθελα μία ερώτηση. Όταν έχουμε πυκνή φύτευση, η ποκνότερη φύτευση που κάνατε, είδατε προβλήματα, όσον αφορά στο θέμα της σκίασης μεταξύ των φυτών, εάν αλλάζει τα χαρακτηριστικά του φυλλώματος, δηλαδή των εγκολπώσεων, εάν αλλάζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυτού;

Μουρούτογλου. Ευχαριστώ για την ερώτηση. Πραγματικά παρατηρούμε ότι υπάρχουν μεγαλύτερα μήκη φύλλων, λόγω ανταγωνισμού, αλλά στο σύνολό τους για να έχουμε σαλάτα δεν μας αφορά

καθόλου. Μάλιστα για να πειστώ πήρα ένα σακουλάκι από έτοιμη σαλάτα και παρατήρησα ότι υπάρχει μια τέτοια εικόνα, που σημαίνει ότι ήδη οι φίλοι μας οι Ιταλοί, γιατί από εκεί έρχονται το σύνολο αυτών των σαλατών, έχουν προχωρήσει σε τέτοιες πυκνότητες, είμαι σίγουρος γι αυτό. Περισσότερο, λοιπόν ήταν ενημερωτική η εισήγησή μου για την ελληνική πραγματικότητα.

Γουμενάκη. Κάποια επιπλέον ερώτηση; Ο κ. Παρασκευόπουλος.

Παρασκευόπουλος. Θέλω να ρωτήσω το εξής. Κατ'αρχήν είναι πολύ ενδιαφέρουσα οικονομικά η πρόταση. Είναι μια πολύ σημαντική καλλιέργεια.

Μουρούτογλου. Δεν το είδατε; Ξεπερνάμε τα 10 ευρώ το κιλό.

Παρασκευόπουλος. Εγώ θα μείνω σε αυτό. 25 γραμμάρια ανά τετραγωνικό μέτρο. Αυτό με εντυπωσίασε. Δηλαδή εάν πάμε στις τέσσερις (4) κοπές, επειδή οι αγορές εκτιμούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως λέτε οι Γερμανοί, και θέλουν περισσότερες κοπές, μπορούμε να πάμε και σε μεγαλύτερη απόδοση από τα είκοσι πέντε (25) γραμμάρια;

Μουρούτογλου. Αυτό που ανέφερα κιόλας είναι ότι μπορεί να ξεπεράσουμε τους 2,5 τόνους ανά στρέμμα.

Παρασκευόπουλος. Είναι εντυπωσιακά και δείχνουν τη δυναμική του κλάδου.

Μουρούτογλου. Και επαναλαμβάνω, αν έχουμε και ανάλογο κλίμα, μπορούμε να μιλάμε απλά για χώρους κάλυψης. Δεν χρειάζεται να μιλάμε για θερμοκήπια. Και για να προλάβω θεωρώ ότι κράτησε και πολύ, οι εξήντα (60) ημέρες εννοώ. Δηλαδή έχω δει και ρόκα να βγαίνει σε σαράντα πέντε (45) ημέρες.

Γουμενάκη. Έχω κι εγώ μια ερώτηση. Υπάρχει όλο και μεγαλύτερος προβληματισμός σχετικά με τη συσσώρευση νιτρικών στα φυλλώδη λαχανικά. Αν γνωρίζετε ή αν έχει προκύψει από δικό σας πειραματισμό, αν τα συστήματα που προτείνετε συσσωρεύουν περισσότερα νιτρικά ιόντα από την καλλιέργεια στο έδαφος.

Μουρούτογλου. Ευχαριστώ πολύ. Ενδιαφέρουσα η ερώτηση και πολύ διευκρινιστική για τους υπόλοιπους συνέδρους. Έχει γίνει βιβλιογραφικά η αναζήτηση αυτή. Δεν το κατηύθυνα προς τα εκεί το ζήτημα, ψάχνοντας μόνο παραγωγικά στοιχεία αλλά μπορώ να απαντήσω ακριβώς λόγω της έρευνας. Τα νιτρικά είναι μια συζήτηση η οποία έχει ταλανίσει τον επιστημονικό κόσμο. Πιστεύω ότι, για τα ελληνικά δεδομένα δεν θα πρέπει να μας απασχολεί. Λόγω μεγάλης διάρκειας ηλιοφάνειας δεν θα έχουμε ζητήματα, θέλω να θεωρώ, ότι δεν θα έχουμε ζητήματα νιτρικών. Να προλάβω όμως. Επειδή είναι μικρού βιολογικού κύκλου, έχουν γίνει οι ανάλογες δοκιμές, στις οποίες δοκιμές, έχει μελετηθεί και η μετάβαση της παραγωγής σε μια δευτερογενή σε μία βοηθητική λεκάνη με καθαρό νερό. Ή αν θέλετε με ένα διάλυμα αλατιού, ώστε να διατηρήσει την αγωγιμότητα και να μην έχουμε προβλήματα συντηρησιμότητας και να καταφέρω να βγάλω πέρα την καλλιέργεια, γιατί με αυτό τον τρόπο καταλαβαίνετε ότι απαλλάσσομαι λίγο πριν την εμπορία του προϊόντος από τα νιτρικά.

Γουμενάκη. Λυπάμαι που θα σας απογοητεύσω, αλλά η Ελλάδα δεν είναι a priori απαλλαγμένη από τη συσσώρευση νιτρικών στα φυλλώδη λαχανικά, κι εμείς έχουμε ήδη στοιχεία...

Μουρούτογλου. Υδροπονικά, μιλάω.

Γουμενάκη. Ναι, σε οποιοδήποτε σύστημα και σε υδροπονικά. Κι εμείς έχουμε ήδη στοιχεία από το εργαστήριό μας. Τα έχουμε παρουσιάσει, τα έχουμε δημοσιεύσει διεθνώς, ας μην θεωρούμε τη χώρα απενοχοποιημένη από τη συσσώρευση νιτρικών στα διάφορα φυλλώδη λαχανικά, θα είναι λάθος μας.

Μουρούτογλου. Ευχαριστώ πολύ.

Μπουρνάκας. Επειδή έχουμε μια επανάσταση τώρα. Αρχίσαμε δηλαδή και για τα άγρια λαχανικά, όπως στην Κρήτη, έχουν γίνει μονάδες για το ραδίκι. Παράγονται δηλαδή σε εμπορική πλέον μορφή. Καλό θα είναι να γίνουν εργασίες και να έχουν τις συνθέσεις των αγρίων πάνω στην υδροπονία. Κι ένα σπουδαίο συστατικό που έχουν τα άγρια είναι η τραχύτητα των φύλλων. Η οποία προσφέρει πολλά. Αυτά προσφέρουν στο εντερικό σύστημα. Δηλαδή αν είναι ένα λείο δεν θα προσφέρει τη δυνατή ιδιότητα του πεπτικού συστήματος. Πρέπει δηλαδή να συγκρίνουμε και ορισμένα άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά όχι μονάχα τη γεύση.

Μουρούτογλου. Το ψάχνω. Είναι γνωστό αυτό, η ικανότητα.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ Ν.Δ.Τ., ΜΕ ΤΟ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ Ν.Φ.Τ. ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΓΓΟΥΡΙΑΣ ΣΕ ΣΑΚΟΥΣ ΠΕΡΛΙΤΗ

Π. Κανιαδάκης, Ι. Λυκοσκούφης και Γ. Μαυρογιαννόπουλος

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα ΑΦΠ & ΓΜ, Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε συγκριτική αξιολόγηση του νέου υδροπονικού συστήματος NDT (Nutrient Drip Technique) με το σύστημα NFT (Nutrient Film Technique) και το σύστημα καλλιέργειας σε σάκους περλίτη με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος. Για το σκοπό αυτό φυτά αγγουριάς αναπτύχθηκαν στα παραπάνω συστήματα καλλιέργειας. Το πείραμα διενεργήθηκε από τον Δεκέμβριο του 2010 έως τον Μάιο του 2011. Το νέο σύστημα αποτελείται από ειδικά διαμορφωμένο κανάλι, το οποίο περιλάμβανε πλευρικούς πλαστικούς σωλήνες αποστράγγισης του θρεπτικού διαλύματος, καλυμμένους με λινάτσα πάνω στην οποία αναπτυσσόταν το ριζικό σύστημα των φυτών. Η τροφοδοσία του θρεπτικού διαλύματος γινόταν με σωλήνα κατά μήκος του καναλιού, ο οποίος έφερε σταλάκτες σταθερής παροχής. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ανάπτυξης των φυτών, παραγωγής καρπών, επιπέδων διαλυμένου O_2 στο θρεπτικό διάλυμα καθώς και κατανάλωσης νερού από το κάθε σύστημα. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν με το σύστημα NDT και σε υπόστρωμα περλίτη ανέπτυξαν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια συγκριτικά με τα φυτά που αναπτύχθηκαν με το κλασικό σύστημα NFT. Η απόδοση των φυτών σε νοπό βάρος καρπών βρέθηκε να είναι σημαντικά μειωμένη στο σύστημα NFT, ενώ το σύστημα NDT δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με τη καλλιέργεια σε σάκους περλίτη. Από τις μετρήσεις της συγκέντρωσης του O_2 στο περιβάλλον της ρίζας προκύπτουν υψηλότερες συγκεντρώσεις O_2 κατά μήκος του καναλιού του νέου συστήματος συγκριτικά με το κλασικό σύστημα NFT, γεγονός το οποίο μπορεί να δικαιολογήσει την υψηλότερη απόδοση στο σύστημα NDT (κατά 25%) συγκριτικά με την απόδοση στο κλασικό σύστημα NFT. Αφενός, η υψηλότερη απόδοση των φυτών στο σύστημα NDT συγκριτικά με το κλασικό σύστημα NFT και αφετέρου η εξάλειψη του κόστους ανανέωσης των υποστρωμάτων καλλιέργειας καθιστούν το σύστημα NDT ελκυστικό στην υιοθέτησή του από τους παραγωγούς υδροπονικών καλλιεργειών.

Λέξεις κλειδιά: Υδροπονικές Καλλιέργειες, Οξυγόνο, Θρεπτικό διάλυμα.

Εισαγωγή

Η τεχνική της εκτός εδάφους καλλιέργειας σε μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος (NFT), χρησιμοποιείται με επιτυχία για την παραγωγή κηπευτικών με μικρή διάρκεια καλλιέργειας, όπως το μαρούλι και το σπανάκι. Παρόλα αυτά, αρκετοί καλλιεργητές που έχουν προσπαθήσει να καλλιεργήσουν μακράς διάρκειας καλλιέργειες, όπως τομάτες, αγγούρια και πιπεριές, αντιμετωπίζουν προβλήματα, ειδικά κατά τη διάρκεια των θερμών περιόδων. Τα φυτά παρουσιάζουν μειωμένη ανάπτυξη και νέκρωση ριζών, κυρίως προς το τέλος των καναλιών ανάπτυξης, η οποία οφείλεται σε έλλειψη διαλυμένου O_2 στο θρεπτικό διάλυμα (Vlugt, 1986). Η συγκέντρωση του διαλυμένου O_2 του θρεπτικού διαλύματος μειώνεται καθώς διατρέχει το κανάλι καλλιέργειας, λόγω της κατανάλωσης του από την αναπνοή των ριζών. Επίσης, η έλλειψη O_2 στο θρεπτικό

διάλυμα εμφανίζεται ως αποτέλεσμα της υψηλής θερμοκρασίας του διαλύματος, επειδή το μοριακό O_2 έχει αργό ρυθμό διάχυσης από τον αέρα στο νερό. Η έλλειψη O_2 επηρεάζει άμεσα την απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων, προκαλώντας μείωση της απόδοσης των φυτών (Mogard & Silvester, 1996).

Στα περισσότερα πορώδη υποστρώματα, οι ρίζες οξυγονώνονται επαρκώς. Παρόλα αυτά, τα φυτά παρουσιάζουν μεταβαλλόμενο υδατικό δυναμικό στην κόμη εξαιτίας της περιοδικής μεταβολής στην ποσότητα του θρεπτικού διαλύματος που βρίσκεται σε επαφή με τις ρίζες (Wheatley κ.ά, 2009). Επιπλέον, τα συστήματα αυτά παρουσιάζουν υψηλότερο κόστος εγκατάστασης, λόγω του κόστους αγοράς των υποστρωμάτων και της ανάγκης της περιοδικής τους αντικατάστασης.

Επομένως, ένα σύστημα χωρίς υπόστρωμα και με επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος, το οποίο μπορεί να εξασφαλίζει συνεχώς παροχή θρεπτικού διαλύματος κορεσμένο σε διαλυμένο O_2 , ομοίμορφα σε όλα τα φυτά, θεωρητικά αναμένεται να εξασφαλίσει τα καλύτερα αποτελέσματα στην απόδοση των φυτών. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τη συγκριτική αξιολόγηση ενός τέτοιου, νέου υδροπονικού συστήματος NDT με το σύστημα NFT και το σύστημα καλλιέργειας σε σάκους περλίτη με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος.

Υλικά και Μέθοδοι

Ο σχεδιασμός και η αρχή λειτουργίας του υδροπονικού συστήματος NDT (Nutrient Drip Technique), έχουν περιγραφεί από τους Μαντογιανopoulos κ.α. (2011). Το πείραμα διενεργήθηκε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2010/2011, σε θερμοκήπιο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Πραγματοποιήθηκε συγκριτική αξιολόγηση του υδροπονικού συστήματος NDT με το σύστημα NFT και το σύστημα καλλιέργειας σε σάκους περλίτη με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, σε καλλιέργεια αγγουριάς (*Cucumis sativus* L., Prevelly F1). Στο πείραμα υπήρχαν 6 κανάλια φυτών, 2 κανάλια για κάθε σύστημα καλλιέργειας. Το κάθε κανάλι είχε μήκος 10 m και 30 φυτά. Η πυκνότητα φύτευσης ήταν 2 φυτά m^{-2} . Όλα τα φυτά του πειράματος τροφοδοτούνταν με το ίδιο θρεπτικό διάλυμα η παροχή του οποίου στο κανάλι του NFT ήταν $2.9 L min^{-1}$ ενώ στο σύστημα NDT $8 L min^{-1}$. Η άρδευση των φυτών στο σύστημα του περλίτη πραγματοποιούνταν με σταλάκτες παροχής $4 L h^{-1}$ και η συχνότητα της άρδευσης ρυθμιζόταν με τη βοήθεια ενός ηλιακού ολοκληρωτή.

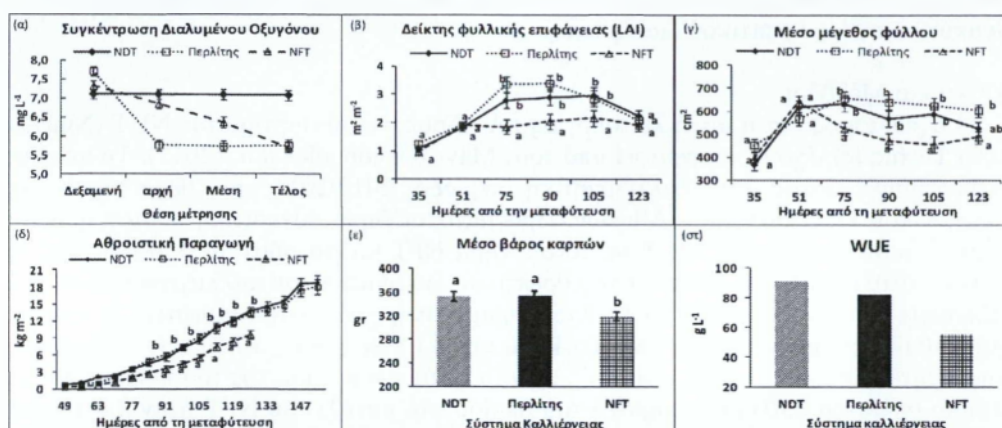
Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιούνταν μετρήσεις της συγκέντρωσης του διαλυμένου O_2 στο θρεπτικό διάλυμα, τόσο στις δεξαμενές όσο και κατά μήκος των καναλιών με φορητό όργανο (OXI 45P, CRISON, Spain). Από κάθε σύστημα επιλέχθηκαν τυχαία 12 φυτά, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για μετρήσεις ανάπτυξης και μετρήσεις παραγωγής. Κατά τη διάρκεια του πειράματος, σε κάθε σύστημα καταγραφόταν η κατανάλωση νερού. Έτσι, στο τέλος του πειράματος υπολογίστηκε ο συντελεστής αξιοποίησης νερού (WUE) από το πηλίκο της μέσης απόδοσης των φυτών προς τη μέση κατανάλωση νερού στο κάθε σύστημα. Λόγω μιας βλάβης της αντλίας στο NFT την 133^η ημέρα του πειράματος, οι μετρήσεις στο σύστημα αυτό σταμάτησαν, ενώ συνεχίστηκαν έως την 154^η ημέρα για τα άλλα δύο συστήματα καλλιέργειας.

Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα STATISTICA 7.0, χρησιμοποιώντας το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($\alpha > 0,05$).

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Η συγκέντρωση του διαλυμένου O_2 στο θρεπτικό διάλυμα, στην αρχή των καναλιών, ήταν παρόμοια στο NFT και στο NDT (Σχήμα 1α). Στο σύστημα NDT η συγκέντρωση του διαλυμένου O_2 ήταν σταθερή κατά μήκος των καναλιών ενώ, στο σύστημα NFT

καταγράφηκε σταδιακή πτώση της συγκέντρωσης του διαλυμένου O₂. Η διαφορά ανάμεσα στη συγκέντρωση του O₂ στη αρχή και στο τέλος του καναλιού ήταν της τάξεως του 20%. Οι Ζεγονί κ.ά. (1983) αναφέρουν για την τομάτα ότι η συγκέντρωση του διαλυμένου O₂ στο διάλυμα πρέπει να είναι υψηλότερη από τα 5,2 mg L⁻¹, ενώ οι Bar-Yosef & Lieth (2013) για τα τριαντάφυλλα συνιστούν ως κατώτερη επιθυμητή συγκέντρωση τα 5,5 mg L⁻¹. Παρόλα αυτά, άλλοι ερευνητές αναφέρουν ότι μια μείωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου O₂ του θρεπτικού διαλύματος, ταυτόχρονα με μια αντίστοιχη αύξηση στο ρυθμό αναπνοής της ρίζας μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη των φυτών ακόμα και αν συμβεί για μικρό χρονικό διάστημα μέσα στη μέρα (Hansen, 1977). Η συγκέντρωση του O₂ στο θρεπτικό διάλυμα στους σάκους του περλίτη ήταν δυνατό να μετρηθεί μόνο στη βάση του σάκου, όπου διατηρείται μια αποθήκη θρεπτικού διαλύματος. Σε αυτή τη θέση δεν διευκολύνεται η διάλυση του O₂ στο νερό, για το λόγο αυτό η συγκέντρωση του βρέθηκε να είναι χαμηλή. Παρόλα αυτά, οι ρίζες των φυτών μπορούσαν να εφοδιάζονται με O₂ από το θρεπτικό διάλυμα που υπήρχε στους πόρους του υποστρώματος του περλίτη σε υψηλότερες θέσεις μέσα στο σάκο.



Σχήμα 1. Οι επιδράσεις του συστήματος καλλιέργειας: (α) στην συγκέντρωση O₂ του θρεπτικού διαλύματος, (β) στον δείκτη φυλλικής επιφάνειας, (γ) στο μέσο μέγεθος των φύλλων, (δ) στην αθροιστική παραγωγή, (ε) στο μέσο βάρος καρπών και (στ) στον συντελεστή αξιοποίησης του νερού.

Όσον αφορά τη φυλλική επιφάνεια ανά φυτό (Σχήμα 1β), δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα φυτά του συστήματος NDT και τα φυτά στο υπόστρωμα περλίτη. Αντιθέτως, στο σύστημα NFT, η φυλλική επιφάνεια των φυτών βρέθηκε σημαντικά μικρότερη (21%) από αυτή των φυτών στο σύστημα NDT. Η μικρότερη φυλλική επιφάνεια οφείλεται τόσο στο μικρότερο μέσο μέγεθος φύλλων (Σχήμα 1γ), όσο και στο μικρότερο αριθμό φύλλων ανά φυτό. Η μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια των φυτών στο NDT συγκριτικά με το NFT υποδηλώνει καλύτερη διαθεσιμότητα νερού στα φυτά. Ο καλύτερος αερισμός του θρεπτικού διαλύματος στο σύστημα NDT συγκριτικά με το σύστημα NFT μπορεί να μειώνει τη θερμική καταπόνηση της κόμης των φυτών, διατηρώντας ένα πιο θετικό υδατικό δυναμικό στα φύλλα και ένα μικρότερο δείκτη υδατικής καταπόνησης (Bhattarai κ.ά., 2005). Η απόδοση των φυτών στο NDT δεν διέφερε σημαντικά από αυτή των φυτών που αναπτύχθηκαν στο υπόστρωμα περλίτη, ενώ ήταν κατά 43% υψηλότερη από αυτή των φυτών στο NFT (Σχήμα 1δ). Η υψηλότερη απόδοση στο NDT έναντι του NFT προήλθε κυρίως από το μεγαλύτερο μέσο βάρος καρπών (Σχήμα 1ε). Η καλύτερη οξυγόνωση του θρεπτικού διαλύματος στο σύστημα NDT σε σχέση με το κλασικό σύστημα NFT

οδήγησε στην ανάπτυξη μεγαλύτερης φυλλικής επιφάνειας, και αυτή με τη σειρά της οδήγησε σε υψηλότερη παραγωγή. Αύξηση της απόδοσης των φυτών εξαιτίας της καλύτερης οξυγόνωσης του περιβάλλοντος της ρίζας έχει αναφερθεί για την τομάτα (López-Pozos κ.ά., 2011), για το αγγούρι (Ehret κ.ά., 2010) και για την πιπεριά (Urrestarazu & Mazuela, 2005). Ο συντελεστής αξιοποίησης νερού (WUE) στα φυτά του συστήματος NDT δεν διέφερε από αυτόν των φυτών στον περλίτη, ενώ ήταν κατά 40% υψηλότερος από αυτόν των φυτών στο σύστημα NFT (Σχήμα 1στ). Ο υψηλότερος συντελεστής αξιοποίησης νερού στο NDT σε σχέση με το NFT προήλθε λόγω της σημαντικά υψηλότερης παραγωγής των φυτών στο NDT και όχι λόγω μειωμένης κατανάλωσης νερού από τα φυτά (Bhattarai κ.ά., 2005).

Συμπερασματικά, το νέο υδροπονικό σύστημα NDT εξασφαλίζει υψηλότερη συγκέντρωση διαλυμένου O₂ στο θρεπτικό διάλυμα, ομοιόμορφα σε όλο το μήκος του καναλιού καλλιέργειας συγκριτικά με το κλασικό σύστημα NFT. Συνεπώς, αποφεύγονται καταστάσεις καταπόνησης οι οποίες εμφανίζονται κυρίως τις μεσημεριανές ώρες, δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για καλύτερη απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων, οι οποίες προάγουν την ανάπτυξη μεγαλύτερης φυλλικής επιφάνειας και οδηγούν σε υψηλότερες αποδόσεις των φυτών. Επίσης, το νέο σύστημα απαλλάσσει το καλλιεργητή από το κόστος αγοράς υποστρωμάτων.

Βιβλιογραφία

- Bar-Yosef, B. and Lieth, J.H., 2013. Effects of oxygen concentration in solution and uptake rate by roots on cut roses yield, and nutrients and sugars content in leaves. *Scientia Hort.* 155: 49–55.
- Bhattarai, S., Su, N. and Midmore, D., 2005. Oxygenation unlocks yield potentials of crops in oxygen-limited soil environments. *Adv. Agron.* 88: 313-377.
- Ehret, D., Edwards, D., Helmer, T., Lin, W., Jones, G., Dorais, M. and Papadopoulos, A., 2010. Effects of oxygen-enriched nutrient solution on greenhouse cucumber and pepper production. *Scientia Hort.* 125: 602-607.
- Hansen, G.K., 1977. Adaption to photosynthesis and diurnal oscillation of root respiration rates for *Lolium multiflorum*. *Physiol. Plant.* 39: 275-279.
- López-Pozos, R., Martínez-Gutiérrez, G.A., Pérez-Pacheco, R. and Urrestarazu, M., 2011. The effects of slope and channel nutrient solution gap number on the yield of tomato crops by a nutrient film technique system under a warm climate. *HORTSCIENCE*, 46(5): 727–729.
- Mavrogianopoulos, G., Aglogalos, P. and Lycoskoufis, I. 2011. A Continuous Recirculating Drip Growing System. *Advanced technologies and management towards sustainable greenhouse ecosystems-GreenSys2011. Acta Horticulturae*, 952: 659-666.
- Morard, P. and Silvestre, J., 1996. Plant injury due to oxygen deficiency in the root environment of soilless culture: A review. *Plant and Soil* 184(2): 243-254.
- Urrestarazu, M. and Mazuela, P., 2005. Effect of slow-release oxygen supply by fertigation on horticultural crops under soilless culture. *Scientia Hort.* 106: 484-490.
- Vlugt JLF van der, 1986. Root death in cucumber under different competitive conditions of the roots. *Acta Hort.* 178: 121-127.
- Wheatley, M., Tattersall, E., Tillett, R. and Cramer, G., 2009. An Expanded Clay Pebble, Continuous Recirculating Drip System for Viable Long-Term Hydroponic Grapevine Culture. *Am. J. Enology and Viticult.* 60(4): 542-549.
- Zeroni, M., Gale, J. and Ben-Asher, J., 1983. Root aeration in a deep hydroponic system and its effect on growth and yield of tomato. *Scientia Hort.* 19: 213-220.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Ι. Λυκοσκούφη

Γουμενάκη (προεδρεύουσα). Ευχαριστούμε πάρα πολύ κ. Λυκοσκούφη για τις καινούργιες πληροφορίες που μας δώσατε σε ότι αφορά τις καλλιέργειες εκτός εδάφους, αν και έχουμε περάσει κατά πολύ το χρόνο, παρόλα αυτά θα δώσουμε κάποιες ερωτήσεις στο ακροατήριο. Ο κ. Παρασκευόπουλος.

Παρασκευόπουλος. Εγώ μια διευκρίνιση θέλω να κάνω. Είπαμε οι παραγωγές είναι σχετικές. Τα στατιστικά στοιχεία που κρατάνε οι υπηρεσίες είναι αστεία. Είμαι συγκεκριμένος.

Για την περιοχή της Μεσσηνίας δίνανε έξι χιλιάδες (6.000) στρέμματα μελιτζάνες και δεν υπάρχει ούτε ένα στρέμμα. Και μου τα στέλνανε σε εμένα.

Άρα λοιπόν, εμείς μετράμε στοιχεία πραγματικά. Αν η παραγωγή ήταν αυτή σήμερα δεν θα υπήρχαν θερμοκήπια διότι το μέσο κόστος παραγωγής είναι τέσσερις (4.000) με πέντε χιλιάδες (5.000) το στρέμμα. Θα τα είχαν εγκαταλείψει όλοι. Αλλά δυστυχώς αυτοί που αποφασίζουν δεν είναι και τόσο σχετικοί.

Γουμενάκη. Άλλη ερώτηση υπάρχει παρακαλώ;

Σύνεδρος. Τα αρχικά Ν.Δ.Τ. Τι σημαίνουν;

Λυκοσκούφης. Είναι Nutrient Deep Technique.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΣΤΟ ΔΙΧΤΥΟΚΗΠΙΟ

Κ. Κίττας, Ν. Κατσούλας, Χ. Νικολάου και Ν. Ρηγάκης

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, 38 446, Βόλος - Νέα Ιωνία Μαγνησίας

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε πειραματικά η επίδραση τριών διαφορετικών δίχτων κάλυψης στο μικροκλίμα, στην ανάπτυξη και στην παραγωγή καλλιέργειας πιπεριάς εντός δίχτυοκηπίων και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με την περίπτωση καλλιέργειας στον ανοικτό αγρό. Τα δίχτυοκηπία καλύφθηκαν με τα εξής δίχτυα: (α) εντομοστεγανό δίχτυ (50-mesh), διάφανο, με ποσοστό σκίασης περίπου 13% (IP13%), (β) εντομοστεγανό δίχτυ (50-mesh), λευκό, με ποσοστό σκίασης περίπου 34% (IP34%) και (γ) δίχτυ σκίασης, πράσινο, με ποσοστό σκίασης περίπου 36% (G36%). Τα δίχτυα (α) και (β) είχαν το ίδιο πορώδες αλλά διαφορετικό ποσοστό σκίασης ενώ τα δίχτυα (β) και (γ) είχαν παρόμοιο ποσοστό σκίασης αλλά διαφορετικό πορώδες. Η παρουσία των δίχτων βελτίωσε το μικροκλίμα των δίχτυοκηπίων, μειώνοντας τη διαφορά θερμοκρασίας καλλιέργειας-αέρα και το έλλειμμα κορεσμού υδρατμών καλλιέργειας-αέρα. Παρατηρήθηκε αύξηση της συνολικής παραγωγής, σε σχέση με τον ανοικτό αγρό, κατά 96%, 54% και 38% στα δίχτυοκηπία IP13%, IP34% και G36%, αντίστοιχα. Η εμπορεύσιμη παραγωγή εντός των δίχτυοκηπίων ήταν περίπου 90% επί της συνολικής έναντι 60% της αντίστοιχης στον ανοικτό αγρό και ποιοτικά βελτιωμένη, καθώς συγκομίστηκαν μεγαλύτερου μεγέθους καρποί, σχεδόν εξαλείφθηκε το ηλιακό έγκαυμα των καρπών, μειώθηκε δραστικά η ξηρή σήψη κορυφής (BER) και επιπλέον στα εντομοστεγανά δίχτυοκηπία μειώθηκε και ο αριθμός των καρπών που είχαν σημάδια προσβολής από θρίπες.

Λέξεις κλειδιά: Δίχτυ σκίασης, δίχτυ εντομοστεγανότητας, μικροκλίμα, παραγωγή, ποιότητα, ηλιακά εγκαύματα, ξηρά σήψη κορυφής.

Εισαγωγή

Στο Ισραήλ, την Ιταλία, τη νότια Ισπανία και αλλού, μεγάλο μέρος της ενιατικής γεωργίας μετατοπίστηκε τελευταία, εντός των δίχτυοκηπίων κυρίως λόγω της αυξανόμενης ζήτησης για «καθαρά» προϊόντα παραγόμενα με μειωμένη χρήση φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων (εντομοστεγανά δίχτυα, Castellano et al., 2008). Τα δίχτυοκηπία, τα οποία σε σχέση με τα θερμοκήπια αποτελούν μια χαμηλού κόστους επένδυση, προστατεύουν αποτελεσματικά τις καλλιέργειες από τα υψηλά επίπεδα της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, αυξάνοντας σημαντικά όχι μόνο την συνολική παραγωγή (μαύρο δίχτυ σκίασης 30%, Möller and Assouline, 2007) αλλά και την εμπορική ποιότητα, εξαλείφοντας τα ηλιακά εγκαύματα των καρπών και τα προβλήματα που προκύπτουν από τις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στην καλλιέργεια στον ανοικτό αγρό (Kittas et al., 2012). Παράλληλα, συμβάλλουν στην εξοικονόμηση νερού καθώς σε σχέση με την καλλιέργεια στον ανοικτό αγρό μειώνουν την κατανάλωση νερού από την καλλιέργεια (Möller and Assouline, 2007; Katsoulas et al., 2012). Η σκίαση υπαίθριας καλλιέργειας τομάτας, με δίχτυ μαύρα και πράσινα διαφόρων περατοτήτων (34-49%), στην ανατολική Ελλάδα (Μαγνησία) αύξησε την συνολική και την εμπορεύσιμη παραγωγή περίπου 43% και 100%,

αντίστοιχα, σε σχέση με την καλλιέργεια χωρίς σκίαση (Kittas et al., 2009). Οι Romacho et al. (2006) δεν βρήκαν διαφορές στην επίδραση διάφανου και πράσινου δίχτυου επί της παραγωγής καρπών τομάτας cherry A' ποιοτικής κατηγορίας. Από τα παραπάνω φαίνεται ότι είναι ανάγκη να διερευνηθεί ποια είναι τα κατάλληλα δίχτυα σκίασης (χρώμα, διαπερατότητα, πορώδες) των κηπευτικών καλλιεργειών στις μεσογειακές περιοχές κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η παραγωγή και να βελτιστοποιηθεί η ποιότητα των προϊόντων. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης τριών δίχτυων με διαφορετικό πορώδες, συντελεστή σκίασης και χρώμα στο μικροκλίμα και στην παραγωγικότητα καλλιέργειας πιπεριάς εντός δίχτυοκηπίων σε μεσογειακή περιοχή.

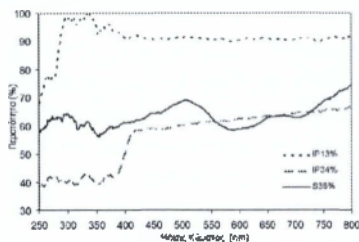
Υλικά και Μέθοδοι

Τα πειράματα διεξήχθησαν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου του 2011 σε τρία πειραματικά δίχτυοκήπια με επίπεδη οροφή, διαστάσεων 20 m (μήκος), 10 m (πλάτος) και 3.2 m (ύψος), προσανατολισμένα Β-Ν, εγκατεστημένα στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Δοκιμάστηκαν τρία διαφορετικά δίχτυα σκίασης: (α) ένα εντομοστεγανό (anti-thrip net, 50-mesh) με διάφανα νήματα και συντελεστή σκίασης 13% (IP13%) (AntiVirusTM, Meteor Agricultural Nets), (β) ένα εντομοστεγανό (anti-thrip net, 50-mesh) με λευκά νήματα και συντελεστή σκίασης 34% (IP34%) (BionetTM, Meteor Agricultural Nets) και (γ) ένα πράσινο δίχτυ σκίασης με συντελεστή 36% (G36%) (Πλαστικά Θράκης ΑΕ.). Οι συντελεστές σκίασης που προαναφέρθηκαν υπολογίστηκαν από εργαστηριακές μετρήσεις για μήκη κύματος 350 nm - 1100 nm με τη χρήση φασματοφωτομέτρου (model LI-1800) εξοπλισμένου με λαμπτήρα αλογόνου 10 W και εξωτερική σφαιρα ολοκλήρωσης. Σπορόφυτα γλυκιάς πιπεριάς (*Capsicum annuum* L., cv. Dolmí) μεταφύτεύθηκαν στις 31 Μαΐου του 2011, στα δίχτυοκήπια και στον ανοικτό αγρό (Cont) σε 5 διπλές γραμμές φύτευσης σε αποστάσεις 0.5 m x 0.5 m επί των διπλών γραμμών φύτευσης, ενώ η απόσταση μεταξύ δύο γειτονικών διπλών γραμμών ήταν 1.2 m. Τα φυτά κλαδεύτηκαν σύμφωνα με το ισπανικό σύστημα και καλλιεργήθηκαν σύμφωνα με την κοινή πρακτική. Η άρδευση γινόταν ξεχωριστά για κάθε καλλιέργεια και ξεκινούσε όταν το άθροισμα της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε κάθε καλλιέργεια ξεπερνούσε τα 21.5 MJ m⁻² και τότε εφαρμόζονταν 4.61 mm νερού με στάγδην άρδευση.

Στο μέσον κάθε δίχτυοκηπίου και στον ανοικτό αγρό καταγραφόταν: (α) η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία αέρα με αισθητήρες HOBO H8., σε ύψος 1.5 m από την επιφάνεια του εδάφους, (β) η ολική ηλιακή ακτινοβολία με Silicon Pyranometers σε ύψος 1.5 m από την επιφάνεια του εδάφους και (γ) η θερμοκρασία φύλλων με θερμοζεύγη Cu-Co (type T) προσαρτημένα στην κάτω επιφάνεια 10 αντιπροσωπευτικών φύλλων από φυτά κάθε μεταχείρισης. Οι μετρήσεις της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας των φύλλων γινόταν κάθε 30 s και η μέση τιμή τους υπολογίζονταν για κάθε 10 min και αποθηκεύονταν σε καταγραφική συσκευή DL3000. Κατά την πειραματική περίοδο διεξήχθησαν σειρές μη καταστροφικών μετρήσεων (ύψος 8 τυχαία επιλεγμένων φυτών, κάθε 15 ημέρες) και καταστροφικών μετρήσεων (ξηρά ουσία 4 τυχαία επιλεγμένων φυτών, κάθε 21 ημέρες, ξήρανση για 48 h στους 85 °C). Κάθε ημέρα συγκομιδής καταγράφονταν το βάρος και ο αριθμός των συγκομισμένων και από το συνολικό άθροισμά τους προέκυψε η συνολική παραγωγή (kg m⁻²). Η παραγωγή χωρίστηκε σε εμπορεύσιμη και μη εμπορεύσιμη, βάσει παρουσίας φυσιολογικών ανωμαλιών (ηλιακά εγκαύματα και ξηρή σήψη κορυφής (BER)) και βλαβών από θρίπες. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με την χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS (SPSS-14.0).

Αποτελέσματα & Συζήτηση

Στο Σχήμα 1 και στον Πίνακα 1 φαίνονται οι διαπερατότητες των τριών διχτύων. Οι διακυμάνσεις που παρουσιάζει η περατότητα του πράσινου διχτυού οφείλονται στο χρώμα του, ενώ στην περίπτωση του IP34%, η απότομη μείωση στην περιοχή της UV ακτινοβολίας αποδίδεται στα ειδικά πρόσθετα τροποποίησης της ακτινοβολίας που έχουν ενσωματωθεί στο υλικό κατασκευής του για λόγους αύξησης της αποτελεσματικότητας στον αποκλεισμό των θριπών.



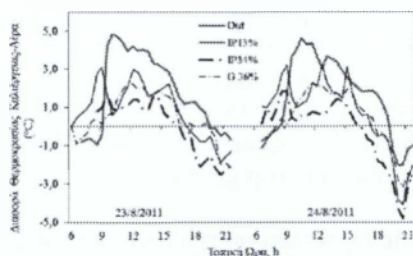
Σχήμα 1. Περαιτότητα υλικών κάλυψης σε σχέση με το μήκος κύματος, μετρημένη στο εργαστήριο.

Πίνακας 1. Περαιτότητα υλικών κάλυψης εκφρασμένη ως μέση τιμή στις περιοχές μήκους κύματος φωτός.

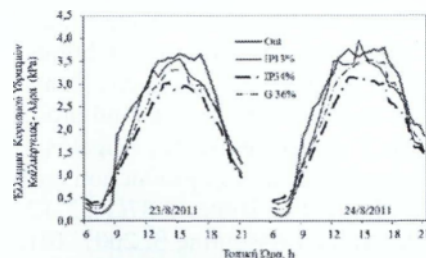
	IP 13%	IP 34%	S 36%
Total (350-1100 nm)	0,88	0,66	0,66
PAR (400-700 nm)	0,88	0,64	0,60
NIR (700-1100 nm)	0,87	0,70	0,71

Η περατότητα των διχτυοκηπίων (λόγος της μηνιαίας μέσης τιμής της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας στα διχτυοκήπια προς την αντίστοιχη προσπίπτουσα στον ανοικτό αγρό) για τα IP13%, IP34% και S36% ήταν, 0.74, 0.62 και 0.62, αντίστοιχα. Οι τιμές που υπολογίστηκαν από τις μετρήσεις πεδίου διαφέρουν από εκείνες του εργαστηρίου λόγω (α) της σκόνης στην επιφάνεια του διχτυού στον αγρό, (β) του σκελετού των κατασκευών και (γ) της διαφορετικής κλίσης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που είναι κάθετη στο εργαστήριο αλλά στον αγρό εξαρτάται από το εποχιακό αζιμούθιο του ηλίου.

Το μικροκλίμα εντός των διχτυοκηπίων ήταν βελτιωμένο σε σχέση με τον ανοικτό αγρό αφού τόσο η διαφορά θερμοκρασίας καλλιέργειας-αέρα (δT_c), όσο και το έλλειμμα κορεσμού υδρατμών καλλιέργειας-αέρα (D_c) (Σχήματα 2& 3), ήταν πάντα μεγαλύτερα στον ανοικτό αγρό απ' ό,τι εντός των διχτυοκηπίων.



Σχήμα 2. Διαφορά θερμοκρασίας καλλιέργειας-αέρα (δT_c) στα διχτυοκήπια και στον ανοικτό αγρό.



Σχήμα 3. Έλλειμμα κορεσμού υδρατμών (D_c) καλλιέργειας-αέρα στα διχτυοκήπια και στον ανοικτό αγρό.

Τα φυτά του διχτυοκηπίου S36% είχαν σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου μεγαλύτερο ύψος από εκείνα των φυτών των εντομοστεγανών διχτυοκηπίων, τα οποία με τη σειρά τους ήταν υψηλότερα από εκείνα του ανοικτού αγρού. Η αύξηση του ύψους των φυτών μπορεί να αποδοθεί κυρίως στο πράσινο χρώμα του διχτυού και δευτερευόντως στον συντελεστή σκίασης των υλικών κάλυψης.

Πίνακας 2. Μέσο βάρος ανά καρπό και ποσοστό (%) εμπορεύσιμης παραγωγής όλων των μεταχειρίσεων.

	Cont	IP _{13%}	IP _{34%}	G _{36%}
Βάρος ανά καρπό (g)	84,3	94,5	104,4	100,6
Εμπορεύσιμη Παραγωγή (%)	63	92	87	88

Πίνακας 3. Αποτελεσματικότητα χρήσης νερού (WUE, kg m⁻³) των καλλιεργειών εντός των διχτυοκηπίων και στον ανοικτό αγρό.

	Cont	IP _{13%}	IP _{34%}	G _{36%}
WUE (kg m ⁻³)	19,86	46,36	46,18	45,06
% αύξηση απάλλων του ανοικτού αγρού		133,5%	132,5%	126,9%

Το IP13% παρουσίασε την μεγαλύτερη αθροιστική παραγωγή (5.6 kg m⁻²), ακολουθούμενο από το IP34% (4,4 kg m⁻²) και το S36% (3.9 kg m⁻²), ενώ του ανοικτού αγρού ήταν μόλις (2,9 kg m⁻²). Η ποιότητα της παραγωγής των διχτυοκηπίων ήταν σημαντικά βελτιωμένη σε σχέση με εκείνη του ανοικτού αγρού, όπως φαίνεται τόσο από το μέγεθος των καρπών (g καρπό⁻¹) όσο και από το ποσοστό της εμπορεύσιμης παραγωγής (Πίνακας 2). Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα χρήσης νερού (WUE) από τις καλλιεργείες εντός των διχτυοκηπίων IP13%, IP34% και S36% ήταν, 46.36, 46.18 και 45.06, αντίστοιχα, μεγέθη σημαντικά βελτιωμένα σε σχέση με εκείνο του ανοικτού αγρού (19.86) (Πίνακας 3).

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) - Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: Ηράκλειτος ΙΙ. Επένδυση στην κοινωνία της γνώσης μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου. Οι συγγραφείς θα ήθελαν να ευχαριστήσουν την AGROPLAST® για την χορηγία των εντομοστεγανών διχτύων IP13% και IP34% και την Plantas S.A για τη χορηγία των σποροφύτων πιπεριάς.

Βιβλιογραφία

- Castellano, S., G.M. Scarascia, G. Russo, D. Briassoulis, A. Mistriotis, S. Hemming, and D. Waaijenberg. 2008. Plastic nets in agriculture: a general review of types and applications. *Appl. Eng. Agric.* 24:799-808
- Katsoulas N., Rigakis N., Kitta E., and Baille A. 2012. Transpiration of a sweet pepper crop under screenhouse conditions. *Acta Hort.* 957:91-97
- Kittas C., Rigakis N., Katsoulas N. and Bartzanas T., 2009. Influence of shading screens on microclimate, growth and productivity of tomato. *Acta Hort.* 807:97-102.
- Kittas, C., Katsoulas, N., Rigakis, N., Bartzanas, T., Kitta, E. 2012. Effects on microclimate, crop production and quality of a tomato crop grown under shade nets. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 87(1): 7-12
- Moller M. and Assouline S. 2007. Effects of a shading screen on microclimate and crop water requirements. *Irrig. Sci.* 25:171-181.
- Romacho I., Hita O., Soriano T., Morales M.I., Escobar I., Suarez-Rey E.M., Hernandez J. and Castilla N. (2006). The growth and yield of cherry tomatoes in net covered greenhouses. *Acta Hort.* 719, 529-534.

PRODUCTIVITY AND WATER USE EFFICIENCY OF SCREENHOUSE SWEET PEPPER CROP

C. Kittas, N. Katsoulas, X. Nikolaou and N. Rigakis

University of Thessaly, Department of Agriculture Crop Production and Rural Environment, Fytokou St., 38446, Volos - N. Ionia, Greece

Abstract

The effect of 3 different covering screens on the screenhouse microclimate, crop growth and productivity, was experimentally investigated and compared with the corresponding quantities in an open field crop. The 3 experimental screenhouses were covered with the following screens: (a) clear insect-proof net (50-mesh) with shading factor 13% (IP13%), (b) white insect-proof net (50-mesh) with shading factor 34% (IP34%) and (c) green shade net with shading factor 36% (G36%). Nets (a) and (b) had the same porosity but different shading factor, while (b) and (c) had the same shading factor but different porosity. The use of nets improved the microclimate inside screenhouses, as indicated by the significantly reduced canopy-to-air temperature difference and canopy-to-air vapor pressure deficit. Total yield increased by 96%, 54% and 38% inside the screenhouses IP13%, IP34% and G36%, respectively, compared to the open field yield. Marketable yield inside the screenhouses was about 90% of the total harvested yield, while in the open field it was about 60%. Furthermore, the fruit quality was improved inside screenhouses compared to the open field, due mainly to production of larger fruits, while sunscald was almost eliminated, and BER was significantly reduced. Furthermore, defects from thrips attacks were also reduced inside insect-proof screenhouses.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Κ. Κίττα

Γουμνιάκη (προεδρεύουσα). Σας ευχαριστούμε πολύ κ. Κίττα, για την πολύ ενδιαφέρουσα παρουσίαση και τις επισημάνσεις. Πάρα πολύ ενδιαφέρουσες. Ερωτήσεις παρακαλώ στον κ. Κίττα. Ο κ. Παρασκευόπουλος.

Παρασκευόπουλος, Λοιπόν κ. Καθηγητά, όπως πάντα, προσπαθείτε να δίνετε λύσεις στις καινούργιες προκλήσεις. Τα δικτυοκήπια και στην περιοχή τη δική μου είναι η λύση για τις υπαίθριες καλλιέργειες. Και συγχαρητήρια.

Ομως μία ερώτηση. Η πρόταση που δίνεται από τις εταιρείες δικτυοκηπίων, είτε των ξένων είτε των ελληνικών, για χρήση θερμοκουρτίνας στο μοντέλο που είπατε εσείς 20% σκίαση διάφανο λευκό πλαστικό και χρήση δεύτερης θερμοκουρτίνας εντός του θερμοκηπίου, τι έχετε να πείτε γι αυτό;

Κίττας. Εξαρτάται. Ουσιαστικά το χρησιμοποιούν όχι για το χειμώνα. Πρέπει να επεκτείνουν την καλλιέργεια κατά τη διάρκεια του χειμώνα για να κάνουν.

Παρασκευόπουλος. Η καλλιέργεια γίνεται από το Μάρτη έως το Γενάρη.

Κίττας. Για να εξοικονομήσουν, για να μπορέσουν να το κάνουν, ναι. Το θέμα είναι ότι τα επίπεδα της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω των διαδοχικών περατοτήτων έχουν δύο (2) βασικά εμπόδια. Κατασκευαστικά, αυξάνεται το κόστος της κατασκευής του στράτσου γιατί εδώ το κόστος είναι ήδη αρκετά επιβαρυνμένο, κατά συνέπεια θέλει αναμόρφωση, γιατί τα φορτία μεγαλώνουν. Δεύτερον, η περατότητα είναι, αν έχεις 40% σκίαση ή 30 % σκίαση, αυτό σημαίνει 70 %. Άρα το 70% περατότητα πέφτει κάτω από 50% με τη δεύτερη θερμοκουρτίνα και έχουμε έτσι προβλήματα πλέον με την ηλιακή ακτινοβολία. Δεν μπορούν να απαντηθούν αυτά τα προβλήματα, αν δεν γίνουν συγκεκριμένες μελέτες, συγκεκριμένα εμείς εκεί που καταλήξαμε είναι για το θερμοκηπιακού τύπου απλές δικτυοκατασκευές που χρησιμοποιούνται ήδη στη χώρα μας και σε

συνεργασία αυτή τη στιγμή με το Center for Educational Technology από το Ισραήλ, όπου εκεί έχουν προχωρήσει και άλλο.

Γουμηνάκη. Υπάρχει άλλη ερώτηση;

Μπουρνάκας. Ήθελα να πω ότι σήμερα στην ύπαιθρο, από τα κύρια προβλήματα που μας ρωτάνε οι παραγωγοί είναι για τα δικτυοκήπια.

Κίττας. Χαίρομαι.

Μπουρνάκας. Και επειδή πολλοί βλέπουν τα πολλά πλεονεκτήματα, οι κατασκευές είναι πιο ελαφρές, επίσης έχουν τη δυνατότητα να βάζουν το σωλήνα άρδευσης κάτω από το πλαστικό και το καλοκαίρι και να έχουν έτσι μεγάλη εξοικονόμηση νερού και λιπάσματος και διαφορετική ανάπτυξη, έχουν πάρα πολλοί...

Γι αυτό, σας είπα και άλλη φορά, θα πρέπει η έρευνα στα δικτυοκήπια να τρέξει. Να τρέξει, γιατί αναμένουμε μεγάλη προσφορά. Και το χειμώνα...

Κίττας. Χαίρομαι για όλα αυτά και να τα πούμε και στον εκπρόσωπο της ΓΓΕΤ.

Μπουρνάκας. Το χειμώνα, δώσατε μια κατεύθυνση. Δώσατε και με αυτή την εργασία σας μια κατεύθυνση πολύ καλή. Ακόμα και το χειμώνα, όχι με κουρτίνα. Με τις κουρτίνες πολλές φορές και πολλές χρονιές, με μειωμένο φωτισμό, έχουμε μεγάλη μείωση παραγωγής. Αλλά τι απλό κάνουν οι παραγωγοί; Έχουν βρει μηχανισμούς και ρίχνουν ένα δεύτερο πλαστικό, από πάνω και το βγάζουν την ημέρα.

Γουμηνάκη. Σύντομα παρακαλώ. Έχουμε φύγει μισή ώρα από το χρόνο μας. Με συγχωρείτε.

Κίττας. Ακριβώς και αυτό έχει τεχνικά προβλήματα. Όμως θέλω να πω μια κουβέντα, γιατί αναφέρατε στην πρωτογενή παραγωγή και τις κατασκευές. Αυτές οι ιδέες που λέτε ότι είναι χρήσιμες, (δικτυοκήπια, θερμοκήπια και λοιπά) πρέπει να υιοθετηθούν από την Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, που αναγνωρίζουμε όμως, ότι για πρώτη φορά στην ιστορία τους βάλανε τη λέξη πρωτογενής παραγωγή στα προγράμματά τους, κάτι που είναι σημαντικό.

Γουμηνάκη. Ευχαριστούμε. Μία τελευταία ερώτηση από τον κ. Θεοδωρόπουλο παρακαλώ. Συνγνώμη αλλά θα πρέπει να διακόψουμε εδώ, έχουμε αργήσει υπερβολικά, θα πρέπει να συνδεθούμε με τους υπόλοιπους για να συνεχίσουμε το συνέδριο.

Θεοδωρόπουλος, κ. Κίττα, αν έχετε υπόψη σας το ύψος του δικτυοκηπίου σε σχέση με το έδαφος; Το ύψος του δικτυοκηπίου από το έδαφος.

Κίττας. Το δίκτυο αυτό εδώ το συγκεκριμένο, νάτο να σας το δείξω. Ναι γιατί κάναμε μελέτες. Δώσαμε μεσαία ανάλυση οι συνεργάτες μου, η ομάδα δηλαδή των κατασκευών, έχει παραμετροποιήσει. Εδώ θα δείτε. Βλέπετε.

Θεοδωρόπουλος. Αυτό που βλέπουμε είναι το ύψος δηλαδή;

Κίττας. Όχι, δεν κάναμε διαφορετικές μετρήσεις, γιατί πήραμε ένα τυποποιημένο θερμοκήπιο το οποίο είναι της παραγωγής, καταλάβατε; Δηλαδή δεν πήραμε, δεν κάναμε δοκιμές σε διάφορα δικτυοκήπια, απλώς με αυτό εδώ το οποίο είναι περίπου τρία κόμμα δύο (3,2) μέτρα, είναι τρία με τριάντισι (3-3,5) μέτρα για τη συγκεκριμένη μέτρηση.

Προσπαθήσαμε σε αυτό το μοντέλο να κάνουμε μια επιβεβαίωση του λογισμικού που έχουμε ώστε να παίζουμε τώρα και με τα ύψη. Εμείς όμως με τα δεδομένα που είχαμε σε σύγκριση με παλαιότερες κατασκευές, θεωρούμε ότι η ιδανική λύση είναι το τρία κόμμα δύο (3,2) γιατί δίνει ένα χώρο αναπνοής και χώρο άνθισης των φυτών για την πιπεριά τουλάχιστον.

Γουμηνάκη. Ευχαριστούμε πολύ κ. Κίττα. Σας ευχαριστώ πολύ όλους για την ενεργή συμμετοχή σας. Ήταν πραγματικά μία ενδιαφέρουσα πέμπτη (5^η) συνεδρία της λαχανοκομίας

ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑ

Β' ΜΕΡΟΣ ΓΡΑΠΤΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ (POSTERS)

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΣΤΗ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΠΑΝΑΚΙΟΥ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

Σ. Σωτηρόπουλος¹, Ι. Καλαβρουζιώτης², Χ. Πασχαλίδης³, Β. Καββαδίας⁴, Π. Κουκουλάκης⁵, Α. Κορίκη³ και Γ. Ξηρογιάννης¹

¹ΕΛ.Γ.Α. Τρίπολης, Ναυπλίου και Σούτσου, 22100 Τρίπολη,

²Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Γ. Σεφέρη 1, 301 00 Αγρίνιο

³Τ.Ε.Ι., Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αντικάλamos, 24 100, Καλαμάτα

⁴ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών, Σ. Βενιζέλου 1, 14 123 Λυκόβρυσση, Αττική

⁵τ. Αναπληρωτής Ερευνητής ΕΘΙΑΓΕ, Ατλαντίδος 8, 544 54, Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διερεύνησης της επίδρασης της ιλύος βιολογικού καθαρισμού Καλαμάτας (Β.Κ.Κ.) στην θρεπτική κατάσταση του σπανακιού (*Spinacia oleracea*) εστιάζοντας στα ιχνοστοιχεία, καθώς και στο έδαφος. Τα αποτελέσματα αφορούν την μελέτη που έγινε την περίοδο 2010-2011, σε φυτά σπανακιού, αναπτυσσόμενα σε δοχεία με υποστρώματα από ανάμιξη εδάφους και ιλύος σε διάφορες αναλογίες, σε υπαίθριο προστατευμένο χώρο. Η παρούσα εργασία έδειξε ότι η εφαρμογή της ιλύος επιδρά στην καλλιέργεια του σπανακιού, προκαλώντας μείωση του pH, σημαντική αύξηση της οργανικής ουσίας και ταυτόχρονη μείωση του ολικού CaCO₃. Παρατηρήθηκε ότι, η συγκέντρωση του Fe στους φυτικούς ιστούς κυμαινόταν στα όρια της τοξικότητας και η απορρόφηση του Mn ήταν παρόμοια με αυτή του Fe. Οι συγκεντρώσεις Zn στους φυτικούς ιστούς ξεπερνούσαν τα όρια της τοξικότητας στις μεγαλύτερες αναλογίες ιλύος/εδάφους. Τέλος οι συγκεντρώσεις Cu στους φυτικούς ιστούς ξεπέρασαν τα όρια της τοξικότητας σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Λέξεις κλειδιά: Τοξικότητα, απόδοση, αλληλεπίδραση.

Εισαγωγή

Οι ιλύες αποτελούν ένα από τα κυριότερα απόβλητα, και όπως τα διάφορα γεωργικά και αγροβιομηχανικά απόβλητα συνιστούν ανανεώσιμους φυσικούς πόρους, η ορθολογική αξιοποίηση των οποίων είναι πολύ σημαντική για την οικονομία και αποτελεί μια από τις κύριες προτεραιότητες της σύγχρονης κοινωνίας (Κουλουμπής και Τσαντήλας, 2008).

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η διερεύνηση της επίδρασης διαφόρων επιπέδων ιλύος σε χαρακτηριστικά του εδάφους και στην ανόργανη θρέψη του σπανακιού (*Spinacia oleraceae*) από πλευράς των ιχνοστοιχείων Fe, Mn, Zn και Cu.

Υλικά και Μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε υπαίθριο προστατευμένο χώρο σε αγρόκτημα της κοινότητας Νεοχωρίου Αριστομένου του Δήμου Μεσσήνης. Αεροξηραμένη ιλύς αναμείχθηκε ομοιόμορφα με 5 kg αεροξηραμένου εδάφους σύμφωνα με τις πιο κάτω επεμβάσεις. Η σπορά έγινε στις 24/12/2010 και σε κάθε δοχείο σπάρθηκαν 20 σπόροι σπανακιού και μετά το φύτεμα τα φυτά αραιώθηκαν, αφήνοντας 6 φυτά ανά δοχείο. Τα δοχεία είχαν διατομή κόλλουρου κώνου και ανοιχτά στο επάνω μέρος.

Πίνακας 1. Μεταχειρίσεις (Επεμβάσεις)

Επεμβάσεις (kg υποστρωμάτων ανά δοχείο)	Αναλογία Εδάφους/ιλύος
E1 5 kg έδαφος (Μάρτυρας)	-
E2 5 kg έδαφος και 0,25 kg ιλύς	20,00
E3 5 kg έδαφος και 0,50 kg ιλύς	10,00
E4 5 kg έδαφος και 0,75 kg ιλύς	6,70
E5 5 kg έδαφος και 1,00 kg ιλύς	5,00
E6 5 kg έδαφος και 1,25 kg ιλύς	4,00
E7 5 kg έδαφος και 1,50 kg ιλύς	3,30

Εφαρμόστηκε το πειραματικό σχέδιο των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων με επτά υποστρώματα σε έξι επαναλήψεις .

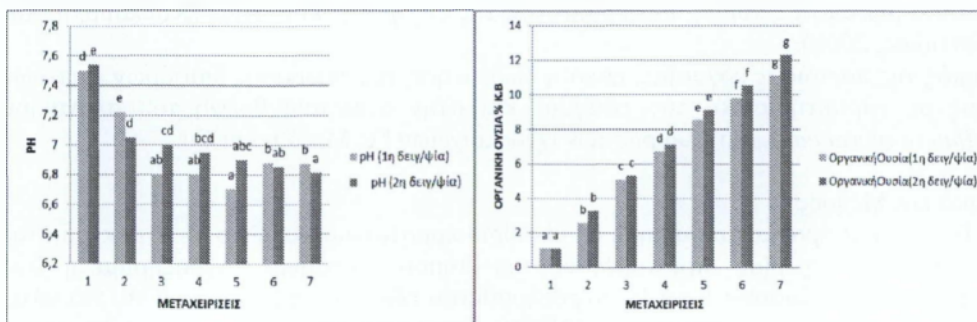
Έγιναν οι δειγματοληψίες εδάφους-ιλύος (πριν την ανάμιξη) και υποστρωμάτων στο μέσον της ανάπτυξης των φυτών (20/2/2011) και κατά τη συγκομιδή των φυτών (5/4/2011) όπου και λήφθηκαν 42 δείγματα υποστρωμάτων την κάθε φορά. Κατά τη συγκομιδή τα φυτά χωρίστηκαν σε δείγματα ριζικού συστήματος, μίσχων και ελασμάτων (42 δείγματα για κάθε φυτικό τμήμα). Ακολούθησε προετοιμασία των εδαφικών και φυτικών δειγμάτων.

Οι εργαστηριακές αναλύσεις για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων των ιχνοστοιχείων Fe και Mn, Cu και Zn στους φυτικούς ιστούς, έγινε με υγρή καύση (Allen κ.ά., 1974) χρησιμοποιώντας μίγμα οξέων HClO₄-HNO₃-H₂SO₄ και μέτρηση σε φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης. Για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του εδάφους έγιναν με τις μεθόδους που αναφέρονται από τους Page κ.ά., (1982). Το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα σε αιώρημα εδάφους : νερού αναλογίας 1:1, η οργανική ουσία με την μέθοδο υγρής οξειδωσης και το ολικό CaCO₃ με τη μέτρηση του εκλυόμενου CO₂ με ασεβστόμετρο Bernard.

Για τη στατιστική επεξεργασία οι μέσοι όροι των επεμβάσεων συγκρίθηκαν με το κριτήριο Duncan, για p=0,01.

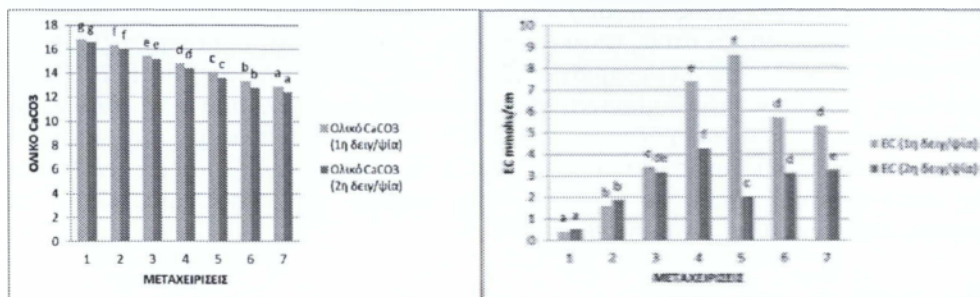
Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η παρατηρούμενη σημαντική μείωση του pH στα υποστρώματα (Σχ. 1) όπου προστέθηκε ιλύς, προκλήθηκε λόγω της ανοργανοποίησης της οργανικής ουσίας. Η σημαντική αύξηση της οργανικής ουσίας με την αύξηση της αναλογίας ιλύος/εδάφους (Σχ. 2), είναι αναμενόμενη λόγω της αυξημένης οργανικής ύλης που η ιλύς παρουσιάζει.



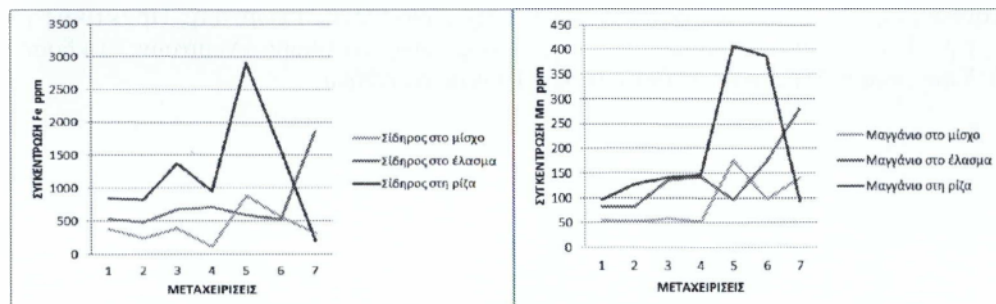
Σχήματα 1,2. Επίδραση της προσθήκης διαφόρων επιπέδων ιλύος στο υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών σπανακιού στο pH και την οργανική ουσία του υποστρώματος.

Το ίδιο προφανές είναι και η μείωση του ολικού CaCO_3 με την αύξηση της υλός (μείωση της συγκέντρωσης του ολικού CaCO_3 καθώς και αντίδρασής του λόγω της μείωσης του pH).

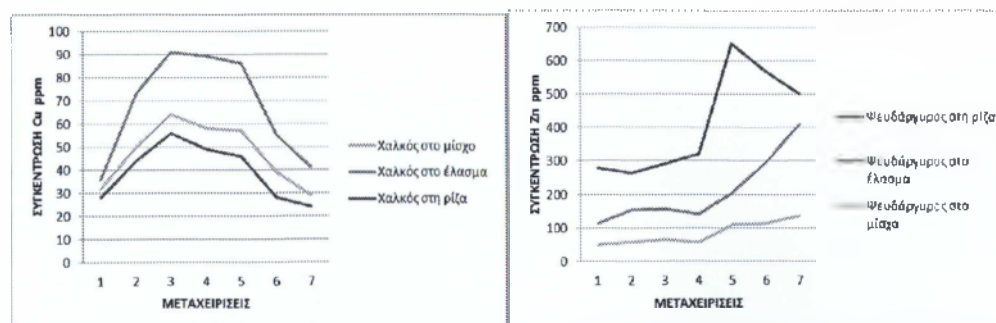


Σχήματα 3,4. Επίδραση της προσθήκης διαφόρων επιπέδων υλός στο υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών σπανακιού στη συγκέντρωση ολικού ανθρακικού ασβεστίου και στην ηλεκτρική αγωγιμότητα του υποστρώματος.

Η συγκέντρωση του σιδήρου στους φυτικούς ιστούς κυμαίνεται στα όρια της τοξικότητας (>200-250 ppm) (Jones κ.ά., 1991, Αναλογίδης, 2007). Παρατηρείται μία σταθερά μεγαλύτερη απορρόφηση Fe από τις ρίζες σε σχέση με τους υπόλοιπους φυτικούς ιστούς.



Σχήμα 5.6. Επίδραση της προσθήκης διαφόρων επιπέδων υλός στην συγκέντρωση Fe και Mn στους φυτικούς ιστούς του σπανακιού.



Σχήμα 7.8. Επίδραση της προσθήκης διαφόρων επιπέδων υλός στην συγκέντρωση Cu και Zn στους φυτικούς ιστούς του σπανακιού.

Η συγκέντρωση Μn στους φυτικούς ιστούς κυμαίνεται στα όρια της επάρκειας (30-250 ppm) (Jones κ.ά., 1991, Αναλογίδης, 2007) για όλες τις αναλογίες ιλύος/εδάφους πλην αυτής στην μεταχείριση E₇, όπου παρουσιάζει τοξικές συγκεντρώσεις (>250 ppm).

Οι συγκεντρώσεις Zn στους φυτικούς ιστούς ξεπέρασαν τα όρια της τοξικότητας στις μεγάλες αναλογίες ιλύος/εδάφους (>100 ppm) (Jones κ.ά., 1991).

Οι συγκεντρώσεις του Cu στους φυτικούς ιστούς ξεπερνούν τα όρια της τοξικότητας (>25 ppm) σε όλες τις μεταχειρίσεις (Jones κ.ά., 1991, Αναλογίδης, 2007) με μεγαλύτερη και σαφέστερα σημαντική συγκέντρωσή του στο έλασμα των φύλλων και την μικρότερη συγκέντρωση στις ρίζες σε όλες τις μεταχειρίσεις με πανομοιότυπη διακύμανση και στους τρεις φυτικούς ιστούς. Η παραπάνω συμπεριφορά αποδίδεται στην ανταγωνιστική σχέση με τον Zn στην περιοχή της ριζόσφαιρας, όπου και επικρατεί έναντι του Cu (Αναλογίδης, 2007).

Βιβλιογραφία

- Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R., (eds). 1982. Methods of soil analysis, Part 2, Agronomy 9, American Society of Agronomy Madison, Wisconsin, pp 247-262.
- Allen, S.E., H.M. Grimshaw, J.A. Parkinson and C. Quarmby. 1974. Chemical Analysis of Ecological Material, Blackwell Scientific Publication, New York.
- Αναλογίδης, 2000. Έδαφος, θρεπτικά στοιχεία και φυτική παραγωγή. Αθήνα.
- Jones B. J, Wolf B, and Mills A. H. 1991. Plant Analysis Handbook. Micromacro Publishing, Inc.
- Κουκουλάκης, Π. Χ.. 1995. Βασικές αρχές της ορθολογικής λίπανσης των καλλιεργειών. Γεωργία και Κτηνοτροφία. Αγροτύπος.
- Κουλουμπής, Π. και Χ. Τσαντήλας. 2008. Εγχειρίδιο Ορθής Γεωργικής Πρακτικής για την Ενδεδειγμένη Αξιοποίηση της Ιλύος των Αστικών Λυμάτων. Εκδόσεις Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Αθήνα.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ MILSANA ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΤΩΝ *Solanum lycopersicum* L. ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Μ. Χριστουλάκη¹, Γ. Κονσολάκης¹, Ε. Ανδρώνης¹, Μ. Χριστοφάκη¹, D. Aldred² και Κ. Λουλακάκης¹

¹Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Εσταυρωμένος, 71500 Ηράκλειο

²Cranfield University, School of Applied Sciences, MK43 0AL, Bedfordshire, UK

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων Milsana, εμπορικό σκεύασμα εκχυλίσματος του φυτού *Reynoutria sachalinensis*, σε φυτά τομάτας παρουσία 0, 70 και 140 mM NaCl. Χρησιμοποιήθηκαν δύο πειραματικές προσεγγίσεις, εφαρμογή σε νεαρά φυτά σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών και εφαρμογή σε φυτά τομάτας που αναπτύχθηκαν στο θερμοκήπιο μέχρι το στάδιο συλλογής των καρπών. Για τον προσδιορισμό της απόκρισης των φυτών παρακολουθήθηκε η διακύμανση μορφολογικών παραμέτρων, φωτοσυνθετικών παραμέτρων όπως το περιεχόμενο χλωροφυλλών, ο επαγωγικός φθορισμός των χλωροφυλλών (Fv/Fm) και η ένταση της φωτοσύνθεσης καθώς και δεικτών που σχετίζονται με την οξειδωτική καταπόνηση όπως, αντιοξειδωτική ενεργότητα, περιεχόμενο προλίνης και υπεροξειδωση λιπιδίων. Απουσία αλατότητας, η εφαρμογή Milsana είχε μικρή επίδραση στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών και στις παραμέτρους του φωτοσυνθετικού μηχανισμού. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν παρουσία NaCl παρουσίασαν μειωμένη ανάπτυξη με συμπτώματα τοξικότητας, μειωμένα επίπεδα των φωτοσυνθετικών παραμέτρων που μελετήθηκαν και χαρακτηριστικά επαγωγής του αντιοξειδωτικού μηχανισμού. Η εφαρμογή Milsana στα φυτά αυτά οδήγησε σε αναστροφή των αρνητικών συμπτωμάτων της αλατότητας με επαναφορά των δεικτών που συνδέονται με τη φωτοσύνθεση και την οξειδωτική καταπόνηση σε πιο φυσιολογικά επίπεδα.

Λέξεις κλειδιά: Τομάτα, NaCl, *Reynoutria sachalinensis*, αβιοτικό στρες

Εισαγωγή

Ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν πολλές χώρες στον κόσμο αλλά και η Ελλάδα, είναι η αυξημένη συσσώρευση αλάτων στις καλλιεργούμενες εκτάσεις (Chartzoulakis and Klaraki, 2000). Το πρόβλημα προκαλείται κυρίως από την εντατική άρδευση με συχνά υψηλής περιεκτικότητας σε άλατα υπόγεια ύδατα. Με βάση τα παραπάνω, επιβεβλημένη κρίνεται η χρησιμοποίηση μεθόδων και τεχνικών για την αντιμετώπιση των αρνητικών συνεπειών της αυξημένης αλατότητας στα καλλιεργούμενα, ευαίσθητα στην αλατότητα φυτά. Το Milsana, εμπορικό σκεύασμα εκχυλίσματος του φυτού *Reynoutria sachalinensis*, έχει χρησιμοποιηθεί ως βιο-διεγέρτης φυλλώματος για την ανάπτυξη άμυνας έναντι παθογόνων των φυτών (Konstantinidou-Doltsinis et al., 2007). Μεταξύ άλλων επιδράσεων, το Milsana, επάγει τη σύνθεση φλαβονοειδών (Hernández and Van Breusegem, 2010) που είναι γνωστά για την προστατευτική τους δράση ενάντια στο αβιοτικό στρες και ιδιαίτερα στην υψηλή αλατότητα (Walia et al., 2005). Είναι πιθανό ότι η ενεργοποίηση του μονοπατιού βιοσύνθεσης φλαβονοειδών από το Milsana θα μπορούσε να επηρεάσει θετικά την ανταπόκριση των φυτών σε συνθήκες αλατότητας.

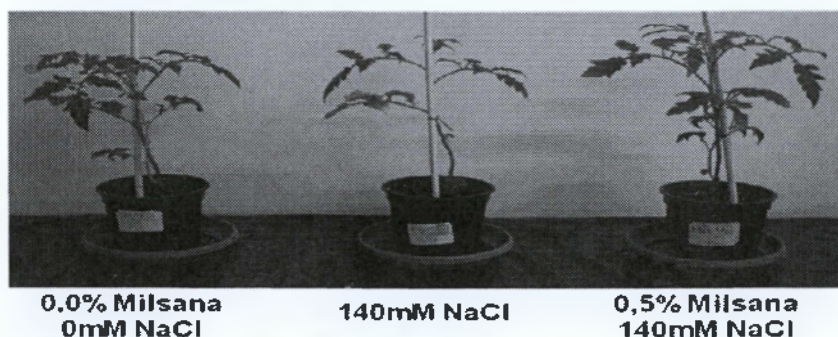
Προκειμένου να διερευνηθεί η υπόθεση, μελετήθηκε η επίδραση του Milsana στην ανάπτυξη φυτών τομάτας, παρουσία ή απουσία αλατότητας. Για τον προσδιορισμό της απόκρισης των φυτών παρακολούθηθηκε η διακύμανση μορφολογικών παραμέτρων, φωτοσυνθετικών παραμέτρων καθώς και δεικτών που σχετίζονται με την οξειδωτική καταπόνηση.

Υλικά και Μέθοδοι

Φυτά τομάτας (*Solanum lycopersicum* L.) εγκαταστάθηκαν σε γλάστρες, σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (22±1°C, 16/8 ώρες φωτοπερίοδο) και καλλιεργήθηκαν για 9 εβδομάδες παρουσία 0, 70, και 140 mM NaCl στο θρεπτικό υπόστρωμα. Το Milsana εφαρμόζονταν με διαφυλλικό ψεκάσμο κάθε εβδομάδα σε συγκεντρώσεις 0,0, 0,5, 1,0, και 2,0 %. Κατά τη διάρκεια του πειράματος, προσδιορίζονταν μορφολογικοί παράμετροι των φυτών, παράμετροι που σχετίζονται με τη φωτοσύνθεση καθώς και δείκτες που σχετίζονται με την οξειδωτική καταπόνηση. Η συγκέντρωση ολικών χλωροφυλλών προσδιορίστηκε με φορητό μετρητή χλωροφύλλης SPAD-502 (Minolta), ο επαγωγικός φθορισμός των χλωροφυλλών (Fv/Fm) με φορητό όργανο OS-30p Chlorophyll Fluorometer (OPTI-SCIENCES) και ο ρυθμός φωτοσύνθεσης (Pn) με φορητή συσκευή LI-6400 (LI-COR). Οι προσδιορισμοί της αντιοξειδωτικής ικανότητας, του περιεχόμενου προλίνης και της υπεροξειδωσης λιπιδίων έγιναν σύμφωνα με δημοσιευμένες μεθόδους.

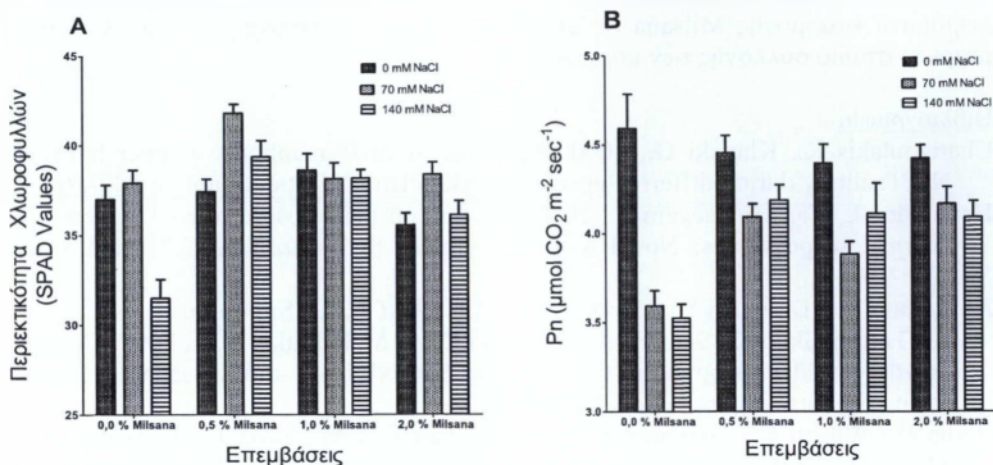
Αποτελέσματα και Συζήτηση

Απουσία αλατότητας, η εφαρμογή Milsana είχε μικρή επίδραση στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών και στις παραμέτρους του φωτοσυνθετικού μηχανισμού. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν παρουσία υψηλής συγκέντρωσης NaCl (140 mM), παρουσίασαν μειωμένη ανάπτυξη με συμπτώματα τοξικότητας (Εικόνα 1), μειωμένα επίπεδα χλωροφύλλης και φωτοσυνθετικής ικανότητας (Εικόνα 2) και χαρακτηριστικά επαγωγής του αντιοξειδωτικού μηχανισμού (υπεροξειδωση λιπιδίων και την αντιοξειδωτική ικανότητα (Εικόνα 3).



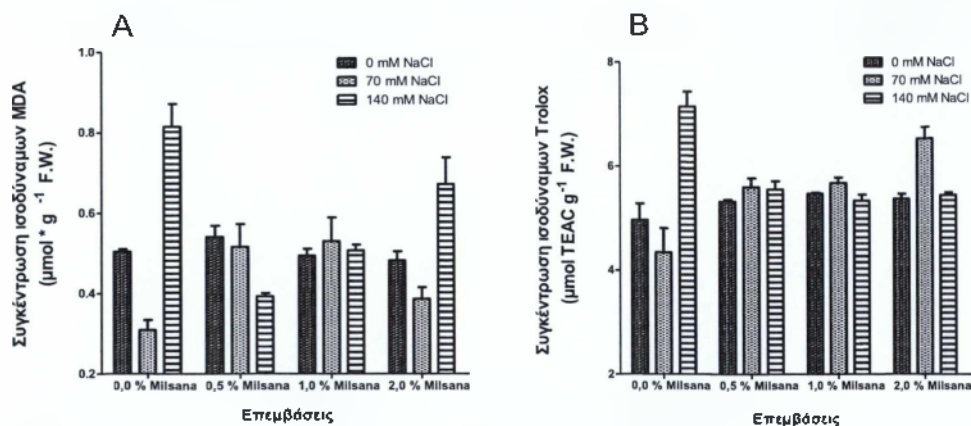
Εικόνα 1: Επίδραση του Milsana σε φυτά τομάτας που αναπτύχθηκαν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών για 9 εβδομάδες.

Η εφαρμογή Milsana σε φυτά που αναπτύσσονταν παρουσία αλατότητας γενικά οδήγησε σε μείωση των συμπτωμάτων τοξικότητας, αύξηση των επιπέδων χλωροφύλλης (Σχήμα 1Α) και της φωτοσυνθετικής ικανότητας (Σχήμα 1Β), μάλιστα σε κάποιες περιπτώσεις σε επίπεδα παρόμοια με τα φυτά μάρτυρα (0 mM NaCl).



Σχήμα 1: Επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων Milsana σε φυτά τομάτας που αναπτύχθηκαν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών παρουσία αλατότητας. Α) Περιεκτικότητα χλωροφύλλης, Β) Ρυθμός φωτοσύνθεσης των φύλλων (Pn). Τα αποτελέσματα αναφέρονται στην τελευταία εβδομάδα του πειράματος.

Επιπλέον, η συγκέντρωση του Milsana προκάλεσε μείωση, σε κάποιες περιπτώσεις στα επίπεδα του μάρτυρα, των αυξημένων λόγω της αλατότητας επιπέδων των αντιοξειδωτικών που προσδιορίστηκαν, γεγονός που υποδεικνύει τη μείωση του αβιοτικού στρες στα φυτά αυτά (Σχήμα 2).



Σχήμα 2: Επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων Milsana σε φυτά τομάτας που αναπτύχθηκαν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών παρουσία αλατότητας. Α) Έκφραση λιπιδίων εκφρασμένη σε ισοδύναμο MDA, Β) Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων. Τα αποτελέσματα αναφέρονται στην τελευταία εβδομάδα του πειράματος.

Τα παραπάνω αποτελέσματα υποστηρίζουν ότι η εφαρμογή του σκευάσματος Milsana οδηγεί σε αναστροφή των αρνητικών συμπτωμάτων της αλατότητας με επαναφορά των δεικτών που συνδέονται με τη φωτοσύνθεση και τον οξειδωτικό

μηχανισμό σε πιο φυσιολογικά επίπεδα. Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν από πειράματα εφαρμογής Milsana σε φυτά τομάτας που αναπτύχθηκαν στο θερμοκήπιο μέχρι το στάδιο συλλογής των καρπών.

Βιβλιογραφία

- Chartzoulakis K., Klapaki G., 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae* 86:247-260.
- Hernández I., Van Breusegem F., 2010. Opinion on the possible role of flavonoids as energy escape valves: Novel tools for nature's Swiss army knife? *Plant Science* 179:297-301.
- Konstantinidou-Doltsinis S., Markellou E., Kasselaki A.M., Siranidou E., Kalamarakis A., Tzembelidou K., Schmitt A., Koumaki C.M., Malathrakis N.E., 2007. Control of powdery mildew of grape in Greece using Sporodex® L and Milsana®. *Journal of Plant Diseases and Protection* 114:256-262.
- Walia H., Wilson C., Condamine P., Liu X., Ismail A.M., Zeng L., Wanamaker S.I., Mandal J., Xu J., Cui X., Close T.J., 2005. Comparative transcriptional profiling of two contrasting rice genotypes under salinity stress during the vegetative growth stage. *Plant physiology* 139:822-835.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΠΟΙΚΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΦΥΤΑ ΚΡΙΤΑΜΟΥ (*Crithmum maritimum* L.) ΜΥΚΟΡΡΙΖΑΣ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΣΥΜΒΙΩΤΙΚΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

Ο. Κωστούλα, Δ. Δήμου, Π. Υφαντή, Δ. Δούμα, Α. Κριτσιμάς, Δ. Κύρκας, Γ. Γκίζας και Γ. Πατακιούτας

Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Τ.Θ. 110, Άρτα 47100

Περίληψη

Σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια διερευνήθηκε η δυνατότητα και ο τρόπος αποικισμού του ριζικού συστήματος του φυτού Κριτάμου (*Crithmum maritimum* L.) από στελέχη του μυκορριζικού μύκητα *Glomus intraradices* και του βακτηρίου *Bacillus amyloliquefaciens* και η επίδραση αυτών στα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά του. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο συμβιωτικοί μικροοργανισμοί αποίκισαν έντονα τη ριζόσφαιρα των φυτών ενώ η συγκριτική αξιολόγηση των εφαρμοζόμενων μεταχειρίσεων ως προς την αύξηση των φυτών έδειξε ελαφρώς θετικότερη επίδραση του συμβιωτικού βακτηρίου *B. amyloliquefaciens*.

Λέξεις κλειδιά: *Glomus intraradices*, *Bacillus amyloliquefaciens*

Εισαγωγή

Ο Κριτάμος *Crithmum maritimum* L., είναι ένα αρωματικό φυτό, αλόφυτο της οικογένειας Αριασσεα που το συναντάμε συχνά σε παράκτια οικοσυστήματα της Ελλάδας, αλλά χρησιμοποιείται και ως καλλωπιστικό και λαχανευόμενο φυτό. Είναι γνωστό ότι ο αποικισμός των φυτών με ενδομυκορριζικούς μύκητες τα βοηθά να αναπτυχθούν πολύ καλύτερα σε εδάφη χαμηλής γονιμότητας, συγκριτικά με φυτά που δε φέρουν μυκορριζες. Επίσης, πολλά ριζοβακτήρια που προωθούν την ανάπτυξη των φυτών, αποτελούν μια σημαντική κατηγορία βακτηρίων που αποικίζουν τη ριζόσφαιρα και είναι σε θέση να ασκήσουν ευεργετική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών μέσω άμεσων και έμμεσων μηχανισμών (Kloerper κ.ά., 1989). Στη βιβλιογραφία υπάρχουν λίγες σχετικές εργασίες που αναφέρονται στη συμβίωση κάποιων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών με ριζοβακτήρια ή ενδομυκορριζικούς μύκητες και την επίδραση τους στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά (Fernández κ.ά., 2012).

Υλικά και μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο γυάλινο θερμοκήπιο του ΤΕΙ Ηπείρου στην Άρτα, από τον Απρίλιο του 2012 έως και τον Αύγουστο του 2013 (τελική μέτρηση). Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν σπόροι κριτάμου από αυτοφυή φυτά που συλλέχθηκαν και διατέθηκαν από το Εργαστήριο Προστασίας Αυτοφυών και Ανθοκομικών Ειδών Θέρμης. Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 1 Απριλίου του 2012 σε τριβλία υπό ελεγχόμενες συνθήκες και σε απολυμασμένο περιβάλλον. Τα σπορόφυτα μεταφυτεύτηκαν αρχικά σε πολλαπλούς δίσκους σποράς στις 30 του ίδιου μήνα και στην οριστική τους θέση στις 3 Ιουλίου του 2012 σε γλάστρες 2 λίτρων με υπόστρωμα βερμικουλίτη-περλίτη-τύρφη σε αναλογία 1:1:1. Η λίπανση των φυτών γινόταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα με σύνθετο λίπασμα, χαμηλής περιεκτικότητας σε Ρ (20-5-30 και ιχνοστοιχεία.

Κάθε πειραματική μονάδα περιλάμβανε 30 φυτά που αποτελούσαν τις επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση. Τα φυτά κάθε καναλιού αρδεύονταν αυτόματα με σταγόνα ανά θέση φυτού. Ο πειραματικός σχεδιασμός αφορούσε τη διερεύνηση δύο συμβιωτικών μικροοργανισμών από αντίστοιχα εμπορικά σκευάσματα (Mycosym Tri-Top: *Glomus intraradices*, Greener: *Bacillus amyloliquefaciens* και συνδυασμός τους), συγκριτικά με φυτά μάρτυρα. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν δύο εμβολιασμοί των φυτών με τους συμβιωτικούς μικροοργανισμούς, μία κατά τη μεταφύτευση των σποροφύτων σε δίσκους σποράς στο στάδιο των δύο κοτυληδόνων και μία κατά τη μεταφύτευση των νεαρών φυτών σε γλάστρες. Το εμπορικό σκευάσμα Greener (περιέχει το στέλεχος *B. amyloliquefaciens* FZB42 υπό μορφή αιωρήματος ενδοσπορίων) εφαρμόστηκε με ριζοπότισμα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή (τελική συγκέντρωση διαλύματος 10^7 cfu/ml). Το εμπορικό σκευάσμα Mycosym Tri-Top (περιέχει το στέλεχος *Glomus intraradices*) εφαρμόστηκε σε ανάμιξη με το υπόστρωμα κατά την μεταφύτευση των φυτών στη δοσολογία των 0,5g ανά φυτό (περιέχει 150 σπόρια μυκόρριζας/g). Στη συνδυαστική μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν τόσο για το *B. amyloliquefaciens* όσο και για το *Glomus intraradices* οι ίδιες δοσολογίες.

Για τον έλεγχο του αποικισμού από τους συμβιωτικούς μικροοργανισμούς ελήφθησαν δείγματα εδαφικού υποστρώματος από την περιοχή της ριζόσφαιρας μαζί με ριζικά τριχίδια ενώ πραγματοποιήθηκαν και μετρήσεις ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών των φυτών (αριθμός πραγματικών φύλλων, ύψος φυτών, νωπό/ξηρό βάρος, κλπ). Για την παρακολούθηση του πληθυσμού του *B. amyloliquefaciens* στην περιοχή της ριζόσφαιρας έγιναν 3 δειγματοληψίες, ήτοι στις 65, 90 και 226 ημέρες από τον 1ο εμβολιασμό με το *B. amyloliquefaciens*. Σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση ελήφθησαν δείγματα ριζόσφαιρας από 3 φυτά. Ο πληθυσμός του *B. amyloliquefaciens* καθώς και των υπόλοιπων βακτηριών προσδιορίστηκε με τη μέθοδο καταμέτρησης Βιώσιμων Αναπαραγωγικών Μονάδων. Η διάκριση ανάμεσα στο *B. amyloliquefaciens* και στα υπόλοιπα βακτήρια της ριζόσφαιρας έγινε με βάση: α) την τυπική μορφή που εμφανίζουν οι αποικίες του βακτηρίου στην επιφάνεια πλήρους θρεπτικού μέσου ανάπτυξης και β) την εμφάνιση διαγούζ ζώνης β- αιμόλυσης γύρω από τις αποικίες του βακτηρίου μετά από ανάπτυξη σε αιματούχο άγαρ (Nihorimbere κ.ά., 2012). Για την εκτίμηση του αποικισμού από το *Glomus intraradices* έγιναν δειγματοληψίες ριζών στις 45 ημέρες και στον 5ο μήνα από τον 1ο εμβολιασμό και εφαρμόστηκε η μέθοδος των Mc Gonigle κ.ά., 1990 και Brundrett κ.ά., 1996. Η ανίχνευση αποικισμού έγινε μέσω μικροσκοπικής παρατήρησης νωπών και κεχρωσμένων παρασκευασμάτων ριζών με τη βοήθεια οπτικού μικροσκοπίου διέλευσης.

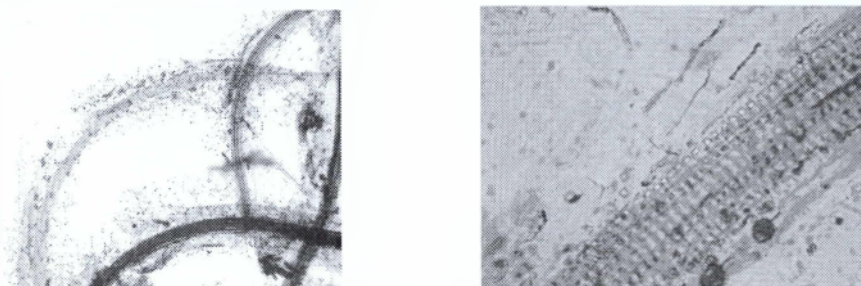
Το στατιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων ήταν το ANOVA (CoStat) και η επεξεργασία των γραφημάτων με το Microcal Origin.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Ο ποιοτικός προσδιορισμός αποικισμού των δειγμάτων ρίζας από το στέλεχος του *G.intraradices* έδειξε ότι το συγκεκριμένο στέλεχος εμφάνισε ικανότητα αποικισμού των ριζών όλων των εξετασθέντων φυτών στις μεταχειρίσεις όπου αυτό εμβολιάστηκε ενώ κανένα από τα φυτά μάρτυρες δεν βρέθηκε θετικό αποικισμού. Το *G.intraradices* αποίκισε το ριζικό σύστημα των φυτών του κριτάμου αρκετά γρήγορα (σε 45 ημέρες μετά τον εμβολιασμό του) σχηματίζοντας μικρά πεπλατυσμένα μυκήλια εντός των ριζικών τριχιδίων (Εκόνα 1) και πιο εσωτερικά της ρίζας.

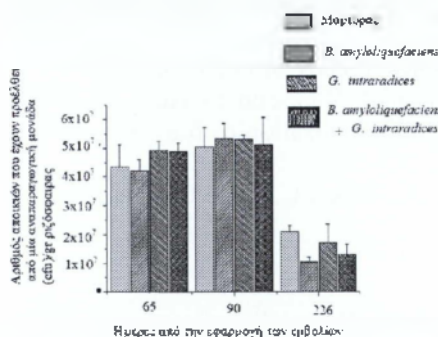
Ιστολογική εξέταση μεμονωμένων δειγμάτων ριζών εμβολιασμένων φυτών και μετά από 5 μήνες από τον εμβολιασμό τους, έδειξε ότι ο μύκητας έχει αναπτυχθεί πολύ καλά

στο εσωτερικό των κυττάρων των ριζικών τριχιδίων καθώς και στα κύτταρα του φλοιώματος και της εντεριώνης της ρίζας του κριτάμου. Το στέλεχος αναπτύσσει ενδοκυτταρικά εξαιρετικά λεπτές μυκηλιακές υφές, οι οποίες συχνά εμφανίζουν περιελίξεις σαν θηλιές. Οι περιελίξεις αυτές κατά την ανάπτυξη του μύκητα εξελίσσονται σε συσσωματώματα περισσότερο παρά σε δενδροειδείς σχηματισμούς (arbuscular) όπως πολλοί ενδομυκορριζικοί μύκητες (arbuscular mycorrhiza) σχηματίζουν π.χ. *Glomus intraradices*.

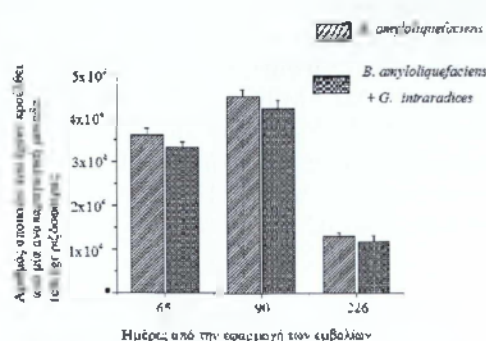


Εικόνα 1: Αριστερά: Αποικισμός ριζικών τριχιδίων φυτού κριτάμου από το μυκορριζικό μύκητα *Glomus intraradices* (Μεγέθυνση X400, χρώση CBE). Δεξιά: Ανώριμα ενδοκυτταρικά μυκήλια του *Glomus intraradices* στη ρίζα φυτού κριτάμου (Μεγέθυνση X1000, χρώση CBE).

Οι αναλύσεις των δειγμάτων της ριζόσφαιρας έδειξαν ότι το βακτήριο *B. amyloliquefaciens* εγκαταστάθηκε σε σημαντικούς πληθυσμούς στην περιοχή της ριζόσφαιρας των φυτών κριτάμου. Αρχικά, μετά τη δεύτερη εφαρμογή, παρατηρήθηκε μια σημαντική αύξηση του πληθυσμού του βακτηρίου που μειώθηκε στη συνέχεια αλλά διατηρήθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα (Σχήμα 1). Η μείωση αυτή συνοδεύτηκε και από σημαντική μείωση του συνολικού αριθμού των βακτηρίων της ριζόσφαιρας (Σχήμα 2).



Σχήμα 1: Αποικισμός της ριζόσφαιρας των φυτών κριτάμου από το *B. Amyloliquefaciens* FZB42



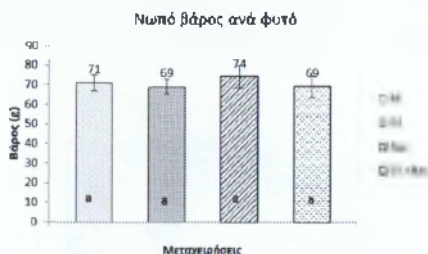
Σχήμα 2: Πληθυσμός βακτηρίων που αποικίζουν τη ριζόσφαιρα των φυτών κριτάμου.

Πιθανά, η μείωση αυτή, να οφείλεται στην επικράτηση δυσμενών συνθηκών για την ανάπτυξη του μικροβιακού πληθυσμού της ριζόσφαιρας, όπως οι χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούσαν αυτή την περίοδο. Επίσης, ο πληθυσμός του ωφέλιμου βακτηρίου δε διαφέρει στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων *B. amyloliquefaciens* και του συνδυασμού *B. amyloliquefaciens* και *G. intraradices* (Σχήμα 1). Ως προς την επίδραση των συμβιωτικών μικροοργανισμών στην ανάπτυξη των φυτών, τα αποτελέσματα (Σχήμα 3) έδειξαν ότι ο αριθμός εκπτυγμένων φύλλων διαφέρει στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων *G. intraradices* και του

συνδυασμού *G.intraradices* και *B. amyloliquefaciens*. Τα φυτά της μεταχείρισης *B. amyloliquefaciens* παρουσίασαν το μεγαλύτερο ύψος, όπως και τις υψηλότερες τιμές στο μέσο νωπό βάρος ανά φυτό σε σχέση με τον μάρτυρα και τη μεταχείριση με *G. intraradices*, αλλά οι διαφορές αυτές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.



Σχήμα 3: Αριθμός πραγματικών φύλλων (μ.ο.) των φυτών κριτίμου κατά την 22η εβδομάδα από την μεταφύτευση.



Σχήμα 4: Νωπό ξηρό βάρος (μ.ο.) των φυτών κριτίμου με την ολοκλήρωση του πειράματος.

Βιβλιογραφία

- Abdallah, A., Zouhaier, B., Rabhi, M., Chedly, A. and Abderrazak, S. 2011. Environmental eco-physiology and economical potential of the halophyte *Crithmum maritimum* L.(Apiaceae). *Journal of Medicinal Plants Research* 5:3564-3571.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T. and Malajczuk, N. 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR, Canberra.
- Fernández, D.A., Roldán, A., Azcón, R., Caravaca, F. 2012. Effects of water stress, organic amendment and mycorrhizal inoculation on soil microbial community structure and activity during the establishment of two heavy metal-tolerant native plant species. *Microbial Ecol.* 63: 794-803.
- Klopper, J.W., Lifshitz, R., Zablutowicz, R.M. 1989. *Trends Biotechnol.*, 7: 39-44.
- Mc Gonigle, Mc., Miller, T.P., Evans, M.H., Fairchild, D.G. and Swan, G.L. 1990. A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular fungi. *New Phytol.* 115:495-501.
- Nihorimbere, V., Cawoy, H., Seyer, A., Brunelle, A., Thonart, P. and Ongena, M. 2012. *FEMS. Microbiol Ecol.* 79:176-191.

Η παρούσα εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του Επιχ. Προγρ.«Εκπαίδευση και δια Βίου Μάθηση» στο Υποέργο με κωδικό ΟΠΣ 380366 και τίτλο «Επίδραση εφαρμογής μυκορριζών και άλλων βιολογικών σκευασμάτων σε φυτά καλλιεργούμενα στο έδαφος ή εκτός εδάφους σε συνθήκες βιοτικής ή αβιοτικής καταπόνησης» της πράξης με τίτλο «ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙΙ – Ενίσχυση Ερευνητικών Ομάδων στο ΤΕΙ Ηπείρου» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από Εθνικούς πόρους.



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΣΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΛΑΧΑΝΟΥ (*Brassica oleraceae var. capitata*)

Β. Καββαδίας¹, Χ. Πασχαλίδης,² Α. Κορίκη,² Σ. Σωτηρόπουλος³ Δ. Πετρόπουλος,² Α. Πετρίδης² και Δ. Αντωνάκος²

¹ ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών, Σοφ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση Αττικής

² Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Αντικάλamos, 24100 Καλαμάτα, Μεσσηνία

Περίληψη:

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα των επιπέδων της αζωτούχου λίπανσης (από 0 έως 30 Kg N/στρέμμα) στην απόδοση και στην χημική σύσταση του λάχανου (*Brassica oleracea var. Capitata*) που καλλιεργήθηκε στο έδαφος. Με βάση τα πειραματικά δεδομένα διαπιστώθηκε ότι:

1. Η υπερβολική αζωτούχος λίπανση δεν αυξάνει σημαντικά την απόδοση του λάχανου ενώ παράλληλα επιβαρύνει το κόστος της καλλιέργειας. Ωστόσο, η μέγιστη μέση στρεμματική απόδοση (11,5 τον./στρέμμα) σημειώθηκε στη μεταχείριση με την υψηλότερη δόση αζώτου (N₃₀P₁₅K₁₅).
2. Η συγκέντρωση του ολικού αζώτου στους φυτικούς ιστούς κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα (1,90-2,70% και 2,19-2,60% για τα φύλλα και κεφαλή αντίστοιχα). Οι συγκεντρώσεις των P, K, Ca, Mg κυμάνθηκαν σε ικανοποιητικά επίπεδα.
3. Τα φύλλα των φυτών που προέρχονταν από τις μεταχειρίσεις με την προσθήκη των υψηλότερων δόσεων αζώτου, εμφάνισαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε P, Ca, Mg και Na από την κεφαλή τους αντίστοιχους καρπούς. Το αντίθετο παρατηρήθηκε αναφορικά με την συγκέντρωση του K.

Λέξεις κλειδιά: Λάχανο, αζωτούχος λίπανση, αποδόσεις, χημική σύσταση.

Εισαγωγή:

Οι υψηλές δόσεις αζωτούχου λίπανσης αυξάνουν την παραγωγή των λαχανικών, όμως οι αρχές στις οποίες στηρίζεται η λίπανση έχουν χαρακτηριστικά γενικών οδηγιών. Στη χώρα μας καθιερώθηκε ο συνδυασμός της βασικής με την επιφανειακή λίπανση, αλλά όσον αφορά τις δόσεις αζώτου και ειδικότερα στη καλλιέργεια του λάχανου εκφράζονται μέσα από σχετικές ερευνητικές δραστηριότητες διαφορετικές απόψεις (Σπάρτης 1993; Μπουρνάκας, 1995). Ιδιαίτερα η εφαρμοσμένη λίπανση που γίνεται από τους παραγωγούς είναι γενική χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η γονιμότητα των εδαφών. Η υπερβολική χρήση αζωτούχων λιπασμάτων στις καλλιέργειες είναι ευρέως διαδεδομένη με αποτέλεσμα το υπερκορεσμό του εδάφους με άζωτο με αντίστοιχη μείωση των αποδόσεων, τη συσσώρευση νιτρικών (Bryson, 1984; Walker, 1990), και την ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα με νιτρικά (Power and Scopers 1989; Bouchard, et al, 1992).

Η εργασία αυτή αποσκοπεί στη διερεύνηση της ορθολογικής χρήσης της αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια του λάχανου (*Brassica oleracea var. capitata*) στην περιοχή Μικρομάνης του Ν. Μεσσηνίας, η οποία αποτελεί μια από τις σημαντικότερες περιοχές παραγωγής οπωροκηπευτικών στη χώρα μας. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα των επιπέδων της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση και στην χημική σύσταση του λάχανου.

Υλικά και Μέθοδοι:

Οι πειραματικές εργασίες πραγματοποιήθηκαν στο αγρόκτημα του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (Τ.Ε.Ι.) Καλαμάτας. Το έδαφος του πειραματικού αγρού είχε τα εξής χαρακτηριστικά (Πίνακας 1): μέση-βιαρά μηχανική σύσταση (αμμοαργιλοπηλώδες), ισχυρά όξινο, μη αλατούχο, πτωχό σε οργανική ουσία, πτωχό σε ασβέστιο και άζωτο, επαρκές σε φώσφορο, κάλιο και μαγνήσιο. Οι διαστάσεις των πειραματικών τεμαχίων (σύνολο 28) ήταν 15 m² (3μΧ5μ.). Το κάθε τεμάχιο είχε 5 σειρές φυτών, από τις οποίες οι τρεις εσωτερικές αποτελούσαν την πειραματική επιφάνεια. Εφαρμόστηκε η στατιστική διάταξη των τυχαιοποιημένων ομάδων με επτά (7) επεμβάσεις, ήτοι 0, 4, 8, 15, 22 και 30 kg/στρέμμα άζωτο και 15 kg/ στρέμμα φώσφορο και κάλιο αντίστοιχα (Πίνακας 2). Παράλληλα, υπήρχε μεταχείριση χωρίς προσθήκη θρεπτικών στοιχείων, ως μάρτυρας. Ολόκληρη η ποσότητα του P, του K, καθώς και το 30% του αζώτου προστέθηκαν στη βασική λίπανση πριν την μεταφύτευση. Η υπόλοιπη ποσότητα του αζώτου δόθηκε σε δυο δόσεις, σε διάφορα στάδια ανάπτυξης του λάχανου, μέσω συστήματος καταιονισμού. Το υβρίδιο του λάχανου που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Banner F1, το οποίο είναι πολύ πρώιμο. Σε όλα τα πειραματικά τεμάχια εφαρμόστηκαν ομοιόμορφα οι ενδεδειγμένες καλλιεργητικές φροντίδες. Δείγματα φυτικών ιστών από τα φυτά λάχανου της εσωτερικής σειράς πάρθηκαν για τον προσδιορισμό των θρεπτικών στοιχείων και συγκεκριμένα των N, P, K, Ca, Mg.

Πίνακας 1. Εδαφικές ιδιότητες πριν την εγκατάσταση του πειραματικού.

Βαθός	Μηχ. σπαστ.	pH	E.C.	Οργ. Ουσ.	N	P Olsen	Ca	Mg	K	Na
εκ.			μS/cm	(%)	(%)	mg kg ⁻¹		meq/100 g		
0-30	SCL	5,15	236	1,87	0,12	25,2	2,05	0,9	0,97	0,39
30-60	SCL	5,01	221	1,69	0,14	19,4	3,96	1,07	0,97	0,31

Πίνακας 2. Πειραματικό σχέδιο

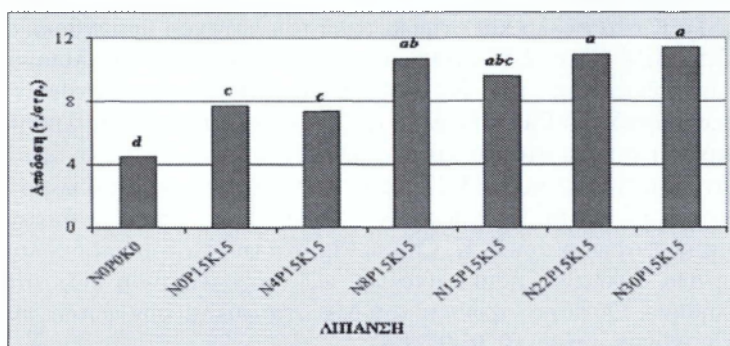
α/α	Μεταχείρισεις	Ποσότητα θρεπτικών, kg/στρ				
		Πριν τη σπορά			Εποφανειακή	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N1	N2
1	N0P0K0	-	-	-	-	-
2	N0P15K15	-	15	15	-	-
3	N4P15K15	1.2	15	15	1.4	1.4
4	N8P15K15	2.4	15	15	2.8	2.8
5	N15P15K15	4.5	15	15	5.2	5.2
6	N22P15K15	6.6	15	15	7.7	7.7
7	N30P15K15	9	15	15	10.5	10.5

Αποτελέσματα και συζήτηση

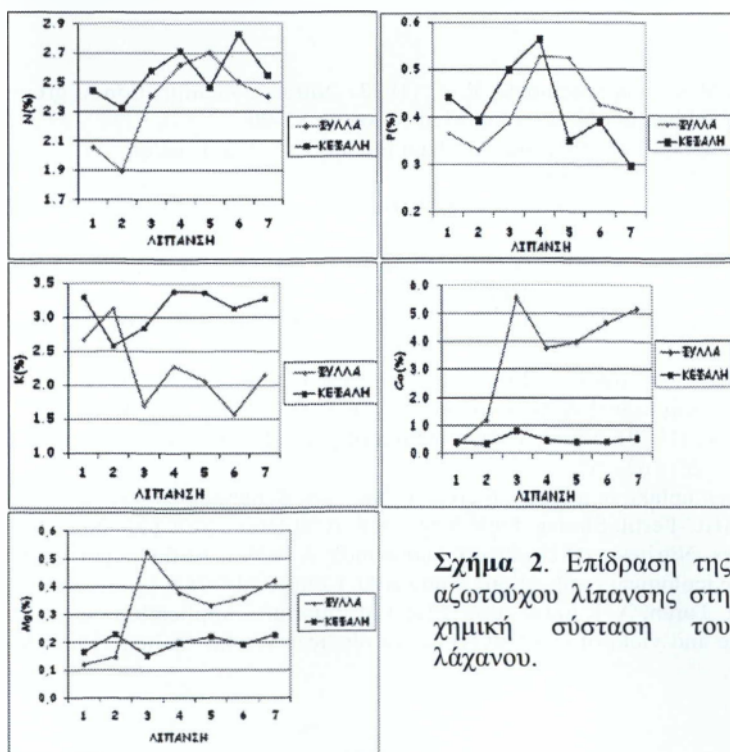
Όπως φαίνεται από το Σχήμα 1, η αύξηση της αζωτούχου λίπανσης αύξησε την απόδοση του λάχανου. Η μέγιστη μέση στρεμματική απόδοση (11,5 τον./στρέμμα) σημειώθηκε στη μεταχείριση με την υψηλότερη δόση αζώτου (N₃₀P₁₅K₁₅). Όμοια, η προσθήκη υψηλής δόσης αζώτου, 35 kg N/ στρέμμα, έδωσε σημαντικά τη μεγαλύτερη παραγωγή στην καλλιέργεια λάχανου (Feleafel και Mirdad 2013). Ωστόσο δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δόσεων 8-30 Kg N/στρέμμα. Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μεταξύ των υψηλότερων μεταχειρίσεων (προσθήκη N από 8-30 kg./στρέμμα) και των υπολοίπων (προσθήκη N από 0-4 kg./

στρέμμα). Η μεγαλύτερη παραγωγή σχετίζεται με συγκέντρωση αζώτου 2,50-2,70 % στα φύλλα και 2,46-2,71% στην κεφαλή.

Η αζωτούχος λίπανση αύξησε την συγκέντρωση του Ν στο λάχανο σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις χωρίς άζωτο (Σχήμα 2). Ανάλογα αποτελέσματα έχουν δημοσιευτεί από πολλούς ερευνητές σε παρόμοιες ερευνητικές εργασίες (Karitonas 2003; Vagen 2003; Yildirim κ.α., 2007). Η αύξηση δεν ήταν ανάλογη των δόσεων Ν. Η αύξηση της παραγωγής από την αζωτούχο λίπανση μπορεί να προκαλέσει το φαινόμενο της αραιώσης της συγκέντρωσης του Ν στους φυτικούς ιστούς. Η συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα και στην κεφαλή κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα (1,90-2,70 % και 2,32-2,82 % αντίστοιχα), σύμφωνα με τους Κουκουλάκη και Παπαδόπουλο (2003) (Σχήμα 2).



Σχήμα 1. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση του λάχανου (τ./στρέμμα)



Σχήμα 2. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη χημική σύσταση του λάχανου.

Καθώς πλησιάζουμε προς το στάδιο της συγκομιδής η συγκέντρωση του Ν στα φύλλα μειώνεται αισθητά λόγω μετακίνησης του από τα αναπτυξιακά όργανα προς τα αναπαραγωγικά. Παράλληλα, οι χαμηλές συγκεντρώσεις στους φυτικούς ιστούς οφείλεται στο γεγονός ότι το Ν στο έδαφος είναι στοιχείο που εκπλύνεται εύκολα. Η μέση μηχανική σύσταση του εδάφους σε συνδυασμό με το γεγονός ότι το έδαφος καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά και δεν είχε προηγηθεί οποιαδήποτε άλλη λίπανση έδωσε χαμηλές συγκεντρώσεις του Ν στο έδαφος (0,11-0,12 %).

Η συγκέντρωση του Ρ στα φύλλα και στην κεφαλή του λάχανου κυμάνθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα (0,33-0,53% και 0,30-0,57% αντίστοιχα). Η αύξηση των επιπέδων αζώτου έως τα 8 kg/στρ. αυξάνει την συγκέντρωση του Ρ στους φυτικούς ιστούς του λάχανου ενώ οι υψηλότερες δόσεις προκαλούν μείωση της συγκέντρωσης του θρεπτικού στοιχείου. Το Κ στα φύλλα και στην κεφαλή του λάχανου κυμάνθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα (1,57-3,14 % και 2,59-3,31% αντίστοιχα). Η αζωτούχος λίπανση προκαλεί μείωση της συγκέντρωσης του Κ στα φύλλα ενώ δεν παρατηρείται ουσιαστική μεταβολή στον καρπό. Το Ca στα φύλλα αυξήθηκε αλλά δεν μεταβλήθηκε στην κεφαλή. Η συγκέντρωση του Ca στα φύλλα των φυτών που τους δόθηκε άζωτο κυμαίνεται επίσης σε ικανοποιητικά επίπεδα (3,77-5,56 %) ενώ ήταν πολύ χαμηλή στα φυτά που αναπτύχθηκαν χωρίς άζωτο. Ο Karitonas (2003) έδειξε ότι η ανόργανη λίπανση με Ν αύξησε τη συγκέντρωση των Ρ, Κ, Ca και Mg στα φύλλα του μπρόκολου. Η συγκέντρωση του Mg στα φύλλα αυξήθηκε από την αζωτούχο λίπανση ενώ αυτή στην κεφαλή δεν μεταβλήθηκε. Οι συγκεντρώσεις του Mg στα φύλλα των φυτών που τους εδόθη άζωτο κρίνεται ικανοποιητική (0,36-0,58%).

Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι η υπερβολική αζωτούχος λίπανση δεν αυξάνει σημαντικά την απόδοση του λάχανου ενώ παράλληλα επιβαρύνει το κόστος της καλλιέργειας.

Βιβλιογραφία

- Bouchard, D.C., Williams, M.K., and Surampalli, R. Y., (1992). Nitrate contamination of ground water sources and potential health effects. *J. Am Med Assoc.* 7: 85-90.
- Bryson, D.D., (1984). Nitrates and Health. *Proc. Fertilizer Society*, No 228, London.
- Feleafel M.N. and Z.M. Mirdad 2013. Effect of rates and fertigation strategies of nitrogen on the yield and nutrient contents of cabbage *Food, Agriculture and Environment*, 11: 1069-1074.
- Karitonas R. (2003): Development of a nitrogen management tool for broccoli. In: *Proc. XXVI. IHC-Fertil. Strateg. Field Veg. Prod. Acta Hort.*, 627: 125-129
- Κουκουλάκη και Παπαδόπουλο (2003). Η ερμηνεία της φυλλοδιαγνωστικής. Εκδόσεις Σταμούλη, 515 σελ.
- Μπουρνάκας, Β., (1995). Λίπανση Λάχανου. *Γεωργία Κτηνοτροφία*. 9, σελ. 274-276.
- Σπάρτης Ν., (1993). Γενική και Ειδική Λαχανοκομία, Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης. Σελ. 459-479.
- Power, J.F., and Scepers J.S., (1989). Nitrate contamination of ground water in North America. *Agricc. Ecosyst. Environ* 26: 165-187.
- Vagen I.M. (2003): Nitrogen uptake in a broccoli crop. 1. Nitrogen dynamics on a relative time scale. In: *Proc. XXVI IHC-Fertil. Strateg. Field Veg. Prod. Acta Hort.*, 627: 195-202.
- Walker, R., (1990). Nitrates, Nitrites, and N-nitroso compounds: A review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. *Food Add. Cont.* 7:717-768.
- Yildirim E., I. Guvenc, M. Turan, A. Karatas 2007. Effect of foliar urea application on quality, growth, mineral uptake and yield of broccoli (*Brassica oleracea* L., var. *italica*). *Plant Soil Environ.*, 53: 120-128.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΔΟΣΕΩΝ Ν,Ρ,Κ ΣΕ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ Ζn ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΣΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΜΑΡΟΥΛΙ

Χ. Πασχαλίδης,¹ Β. Καββαδίας², Α. Κορίκη,¹ Σ. Σωτηρόπουλος,³ Δ. Πετρόπουλος,¹ Α. Πετρίδης¹ και Φ. Νόνη¹

¹ Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων γεωπόνων, Αντικάλamos, 24100 Καλαμάτα, Μεσσηνία

² ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών, Σοφ. Βενιζέλου 1, 14123 Λυκόβρυση, Αττικής

³ ΕΛ.Γ.Α., Ναυπλίου 20, 22100 Τρίπολη

Περίληψη:

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στη μελέτη της επίδρασης των δόσεων Ν,Ρ,Κ και διαφορετικών επιπέδων του Ζn στην ανάπτυξη, απόδοση και συσσώρευση θρεπτικών στοιχείων στο μαρούλι. Στο υπόστεγο του εργαστηρίου της εδαφολογίας του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας εγκαταστάθηκε πείραμα σε δοχεία ανάπτυξης φυτών χωρητικότητας 4 L. Καλλιεργήθηκε η ποικιλία μαρουλιού Paris Island cos. Προστέθηκαν διάφορα επίπεδα αζώτου (0, 0,15, 0,30, και 0,45 g/kg εδάφους). Υπήρχαν μεταχειρίσεις χωρίς Ν, και μόνο με Ρ, Κ (0,15 g/kg εδάφους) αντίστοιχα. Στις μεταχειρίσεις είχε προστεθεί Ζn (40, 120, 250, 500 mg/kg εδάφους). Παράλληλα, χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας η μεταχείριση χωρίς την προσθήκη λιπασμάτων. Διαπιστώθηκε ότι στις μεταχειρίσεις όπου οι δόσεις Ν ήταν 0,15-0,30 g/kg εδάφους η νωπή βιομάζα ήταν κατά 5 φορές αυξημένη σε σύγκριση με το βάρος των φυτών των μεταχειρίσεων χωρίς άζωτο. Η υπερβολική ποσότητα αζώτου (0,45 g/kg εδάφους) μείωσε δραστικά το νωπό βάρος των φυτών, ενώ η αύξηση των επιπέδων Ζn δεν είχε σημαντική επίδραση. Η περιεκτικότητα του Ζn στο έδαφος στο τέλος της βλαστικής περιόδου των φυτών βρέθηκε ανάλογη με την προσθήκη των αντίστοιχων δόσεων ψευδάργυρου. Έτσι, στο μάρτυρα η περιεκτικότητα του Ζn ήταν 6 ppm, ενώ στις μεταχειρίσεις με την προσθήκη των δόσεων ψευδάργυρου ήταν 11,0-158 ppm, με τη μεγαλύτερη τιμή στη μεταχείριση όπου είχε προστεθεί η δόση Ν 0,45 g/kg εδάφους και 250 mg/kg Ζn. Ανάλογα με τα επίπεδα του προστιθέμενου αζώτου στο έδαφος παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών στους φυτικούς ιστούς σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Λέξεις κλειδιά: Απόδοση, λίπανση, μαρούλι, ψευδάργυρος, χημική σύσταση.

Εισαγωγή:

Η αζωτούχος λίπανση είναι ένας από τους κύριους παράγοντες θρέψης της καλλιέργειας μαρουλιού και σχετίζεται άμεσα με την απόδοση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Ο Ζn εκτός του ότι είναι ένα απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο για την ανάπτυξη των φυτών, ανήκει ταυτόχρονα και στην κατηγορία των βαρέων μετάλλων (Alloway, 1995). Αρκετά εδάφη και κυρίως τα ασβεστούχα είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα με διαθέσιμο Ζn λόγω του υψηλού pH (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2007). Ωστόσο όμως, σε πολλές περιοχές του κόσμου που είναι βιομηχανικά αναπτυγμένες, το επίπεδο του Ζn των εδαφών τους είναι συχνά πολύ υψηλό, λόγω της ρύπανσης. Το μαρούλι φαίνεται να είναι σχετικά απαιτητικό σε Ζn (Henry και Harisson 1992), ως εκ τούτου συσσωρεύει στα φύλλα σχετικά μεγάλες ποσότητες Ζn. Γενικά η κατανομή των μετάλλων στα φυτά ερευνάται με ιδιαίτερη προσοχή αφού η συσσώρευση τους στα εδάδιμα μέρη του φυτού έχει άμεσο αντίκτυπο στην υγεία του καταναλωτή (Alloway, 1995). Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της

επίδρασης διαφόρων επιπέδων Ζn στην ανάπτυξη, απόδοση και συσσώρευση θρεπτικών στοιχείων στο μαρούλι με την απουσία ή παρουσία ΡΚ και ΝΡΚ

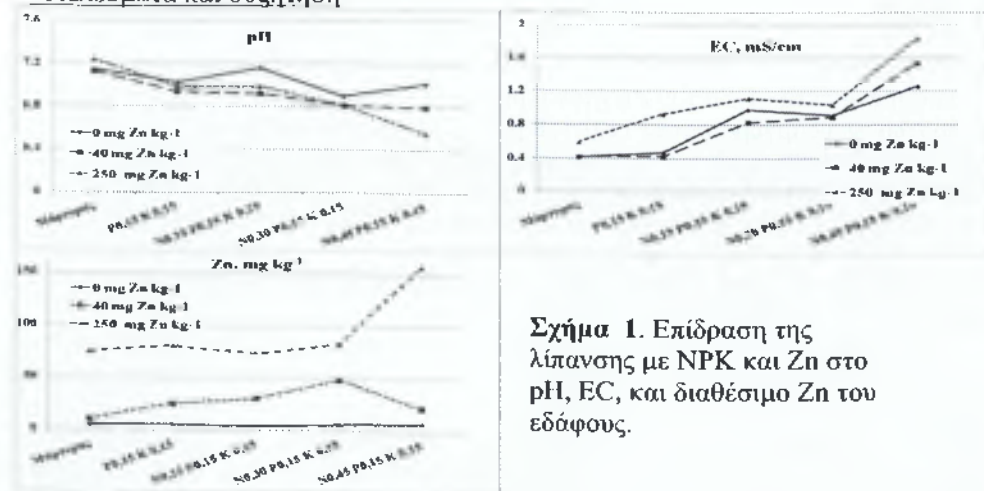
Υλικά και Μέθοδοι:

Στο υπόστεγο του εργαστηρίου της εδαφολογίας του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας εγκαταστάθηκε πείραμα σε δοχεία ανάπτυξης φυτών χωρητικότητας 4 L. Καλλιεργήθηκε η ποικιλία μαρουλιού Paris Island cos. Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε έδαφος. Οι κύριες εδαφικές ιδιότητες παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Το πειραματικό σχέδιο περιλάμβανε 17 μεταχειρίσεις σε 4 επαναλήψεις. Προστέθηκαν διάφορα επίπεδα αζώτου (0, 0,15, 0,30, και 0,45 gr/kg εδάφους). Υπήρχαν μεταχειρίσεις χωρίς Ν, και μόνο με Ρ,Κ (0,15 gr/kg εδάφους) αντίστοιχα. Στις μεταχειρίσεις είχε προστεθεί Ζn (40, 120, 250, 500 mg/kg εδάφους). Δεν παρουσιάζονται αποτελέσματα για τις συγκεντρώσεις 120 και 500 mg Ζn/kg εδάφους. Παράλληλα, χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας η μεταχείριση χωρίς την προσθήκη λιπασμάτων. Η βασική λίπανση έγινε πριν το γέμισμα των δοχείων. Όλη η ποσότητα του φωσφόρου, του καλίου και το 30% του αζώτου των αντιστοίχων επιπέδων αζώτου ενσωματώθηκαν στη βασική λίπανση, ενώ η υπόλοιπη ποσότητα του Ν δόθηκε σε δυο επιφανειακές λιπάνσεις. Οι τύποι των λιπασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: η θειική και η νιτρική αμμωνία, το απλό υπερφωσφορικό και το θειικό κάλιο. Ως πηγή ψευδαργύρου χρησιμοποιήθηκε ο νιτρικός ψευδάργυρος.

Πίνακας 1. Κύριες εδαφικές ιδιότητες πριν την εγκατάσταση του πειραματικού.

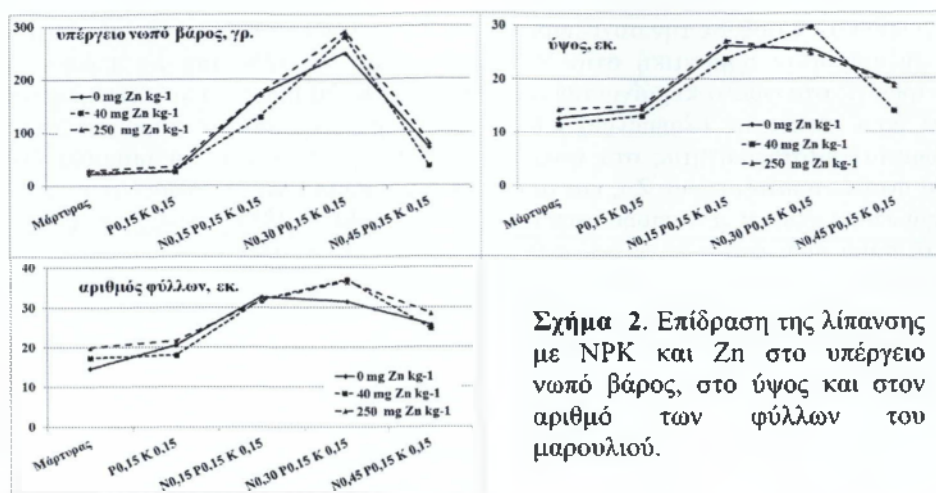
Με- σοστ.	pH	E.C.	Org. Obs.	N	P	Ca	Mg	K	Na	DTPA			
										Fe	Cu	Zn	Mn
		μS/cm	(%)	(%)	mg kg ⁻¹		meq/100 g			mg kg ⁻¹			
SCL	7.2	454	4.2	0.24	47	3.96	1.07	0.6	0.16	1.2	2.8	3.5	3.1

Αποτελέσματα και συζήτηση



Σχήμα 1. Επίδραση της λίπανσης με ΝΡΚ και Ζn στο pH, EC, και διαθέσιμο Ζn του εδάφους.

Το pH του εδάφους μειώθηκε με την αύξηση των δόσεων του Ν καθώς και των δόσεων του Ζn κυρίως εξαιτίας των τύπων των λιπασμάτων (Σχήμα 1). Λιπάσματα που περιέχουν NH₄ προκαλούν μείωση του pH στο εδαφικό διάλυμα (Chaignon κ.α., 2002). Αντίθετα η ηλεκτρική αγωγιμότητα αυξήθηκε με την αύξηση των δόσεων του Ν καθώς και με την προσθήκη της υψηλότερης δόσης Ζn.



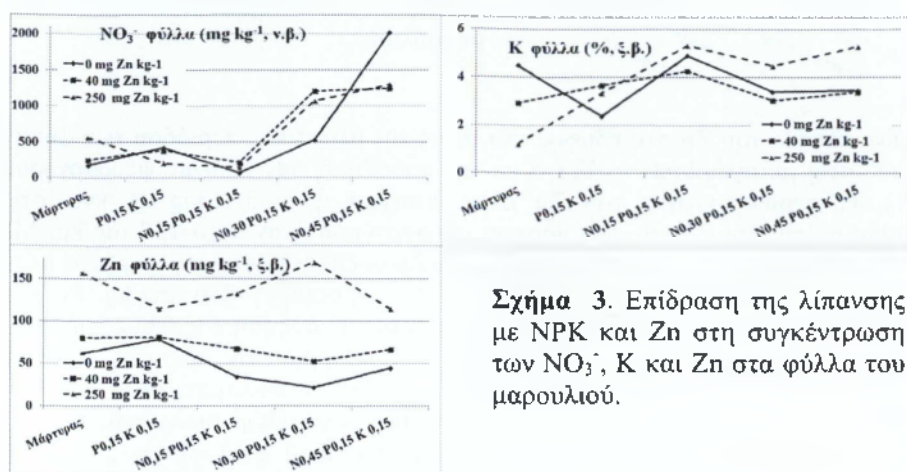
Σχήμα 2. Επίδραση της λίπανσης με NPK και Zn στο υπέργειο νωπό βάρος, στο ύψος και στον αριθμό των φύλλων του μαρουλιού.

Η περιεκτικότητα του Zn στο έδαφος στο τέλος της βλαστικής περιόδου των φυτών κυμαινόταν στις μεταχειρίσεις ανάλογα με την προσθήκη των δόσεων ψευδαργύρου (Σχήμα 1). Η περιεκτικότητα του Zn στον μάρτυρα ήταν 5,8 mg/kg, ενώ στις μεταχειρίσεις με την προσθήκη των δόσεων ψευδαργύρου ήταν 11,0-157 mg/kg. Με την προσθήκη 40 mg Zn kg⁻¹ η διαθεσιμότητα του Zn αυξήθηκε στις μεταχειρίσεις με N ωστόσο σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε με την προσθήκη 250 mg/kg Zn και περισσότερο με την προσθήκη 0,45 gr N /kg εδάφους. Η αύξηση της διαθεσιμότητας του Zn στις μεταχειρίσεις με την υψηλή δόση N είναι απόρροια της αύξησης οξύτητας του εδάφους (Diatta και Grzebisz 2006) (Σχήμα 1). Τα αποτελέσματα για το K του εδάφους δεν ήταν σημαντικά και οι τιμές κυμανθήκαν σε επίπεδα φυσιολογικά.

Στις μεταχειρίσεις όπου οι δόσεις N ήταν 0,15 και 0,30 g/kg εδάφους, η νωπή βιομάζα το ύψος και ο αριθμός των φύλλων ήταν σημαντικά αυξημένη σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις χωρίς άζωτο (Σχήμα 2). Η υψηλή ποσότητα αζώτου (0,45 g/kg εδάφους) μείωσε δραστικά το βάρος της νωπής βιομάζας και το ύψος των φυτών, σε σχέση με τις δόσεις N 0,15 και 0,30 g/kg εδάφους. Τα φυτά στον μάρτυρα και στην υψηλότερη δόση N είχαν παρόμοιο υπέργειο νωπό βάρος και ύψος. Η αύξηση των επιπέδων Zn δεν είχε θετική επίδραση στην παραγωγή και στα αυξητικά χαρακτηριστικά των φυτών σε όλα τα επίπεδα του αζώτου με εξαίρεση τη δόση N 0,30 g/kg όπου παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στις δόσεις 40 mg Zn kg⁻¹ και 250 mg Zn kg⁻¹ σε σχέση με τη μη χορήγηση Zn.

Η αύξηση του προστιθέμενου αζώτου στο έδαφος οδήγησε σε αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών στους φυτικούς ιστούς (Σχήμα 3). Ωστόσο οι συγκεντρώσεις των νιτρικών στα φύλλα ακόμα και στα φυτά που αναπτύχθηκαν με 0,45 N g/Kg (1245-2019 mg/kg v.β.) δεν ξεπέρασαν τα ανώτερα επιτρεπτά όρια που έχει αποφασίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση (Κανονισμός 194/97). Από την ανασκόπηση της ελληνικής βιβλιογραφίας προκύπτει ότι τα επίπεδα των νιτρικών στα φύλλα του μαρουλιού είναι σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα από αυτά που προσδιορίστηκαν σε αντίστοιχα πειραματικά βορειοτέρων ευρωπαϊκών χωρών (Siomos et al, 2001). Το γεγονός αυτό αναδεικνύει το συγκριτικό πλεονέκτημα της χώρας μας στη παραγωγή κηπευτικών με χαμηλή συγκέντρωση νιτρικών πιθανόν λόγω της διαφορετικής έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας (Blom-Zandstra et al., 1983). Στην υψηλότερη δόση N (0,45 g/kg η προσθήκη Zn μείωσε σημαντικά την περιεκτικότητα σε νιτρικά συγκριτικά με τον μάρτυρα.

Η προσθήκη Zn αύξησε την συγκέντρωση του Zn στα φύλλα σε όλα τα επίπεδα του N. Η αύξηση ήταν σημαντική στην υψηλότερη δόση Zn (250 mg kg⁻¹) όπου οι συγκεντρώσεις στα φύλλα κυμαίνονταν σε επίπεδα (114-170 mg kg⁻¹) πολύ υψηλότερα από τα όρια εάρκειας (Sonneveld κ.α., 1991) χωρίς ωστόσο να παρουσιάζονται συμπτώματα φυτοτοξικότητας στα φύλλα από την περίσσεια Zn. Το μαρούλι έχει σχετικά υψηλές απαιτήσεις σε Zn, και τα φύλλα του μπορούν να συσσωρεύσουν μέχρι 570 µg/g Zn με μείωση των αποδόσεων μέχρι 20% (Smilde, 1981) γεγονός που δείχνει ότι κατά πάσα πιθανότητα είναι ένα ανθεκτικό φυτό στις υψηλές συγκεντρώσεις του Zn. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές στη συγκέντρωση του K. Το K στα φύλλα και στις υψηλότερες δόσεις N και Zn αυξήθηκε συγκριτικά με τον μάρτυρα. Οι συγκεντρώσεις στα φύλλα στις περισσότερες μεταχειρίσεις με K λίπανση κυμάνθηκαν σε φυσιολογικά επίπεδα.



Σχήμα 3. Επίδραση της λίπανσης με NPK και Zn στη συγκέντρωση των NO₃⁻, K και Zn στα φύλλα του μαρουλιού.

Βιβλιογραφία

- Alloway, B.J. 1995. Heavy metals in soil Alloway, B J. (ed) Blackie Academic and Professional. An Imprint of Chapman and Hall, 2n edition P3-4.
- Blom-Zandstra, M., 1989. Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to Quality. Ann. Appl. Biol. 115, 553-161.
- Chaignon V., Bedin F. and Hinsinger P. 2002. Copper bioavailability and rhizosphere pH changes as affected by nitrogen supply for tomato and oilseed rape cropped on an acidic and calcareous soil. Plant and Soil 234: 219-228.
- Diatta J.B. and Grzebisz W. 2006. Influence of mineral nitrogen forms on heavy metals mobility in two soils. Polish J. Environ. Stud., 15 (2a), Part I, 56-62.
- European Commission 1997. Commission Regulation (EC) No 194/97 of 31st January 1997. Official Journal of the European Countries No L 31/48-50.
- Henry, C.L., and R.B. Harisson. 1992. Biochemistry of Trace metals (ed) Adnano D-C., Lewis Publishers, Boca Raton. FL USA Chap. 7.
- Karlowski, K., (1990). Nitrates in vegetables: proposals for their limitation in Poland. Roczniki-Panstwowego-Zakladu-Higieny 41: 1-2, 1-9.
- Κουκουλάκης, Π.Χ. και Α.Η., Παπαδόπουλος. 2007. Τα προβληματικά εδάφη και η βελτίωση τους. Εκδόσεις ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ Αθήνα σελ. 281-
- Siomos, A. S., Beis G., and Papadopoulou P.P., 2001. Quality and compotition of "Plenty" Lettuce grown on soil and soilless culture-Acta Hort., 548, 445-449.
- Sonneveld, C., Van der Burg, A.M.M. 1991. Sodium Chloride Salinity in Fruit Vegetable Crops in Soilless Culture. Neth. J. Agric. Sci., 39, 115-122.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΖΕΟΛΙΘΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Β. Καββαδίας¹, Μ. Ντούλα¹, Κ. Κομνίτσας², Δ. Ζαχαράκη² και Π. Τούντας¹

¹ ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών, Σοφ. Βενιζέλου 1, 14123, Λυκόβρυση.

² Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Χανιά, 73100.

Περίληψη:

Πειραματικός αγρός εγκαταστάθηκε στην περιοχή του Ρεθύμνου, με καλλιέργεια μαρουλιού τύπου ρωμάνα, ποικιλία *Verdiana*, προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση εφαρμογής φυσικού ζεόλιθου-κλινοπτιλόλιθου στην ανάπτυξη και παραγωγή του μαρουλιού καθώς και στη χημική του σύσταση και γονιμότητα του εδάφους. Η καλλιέργεια αναπτύχθηκε σε έδαφος που δέχονταν επεξεργασμένα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων και είχε γίνει βιοαποκατάσταση του εδάφους για περίοδο 6 μηνών. Το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρως τυχαιοποιημένες ομάδες με έξι επεμβάσεις και τρεις επαναλήψεις, ήτοι υπήρχαν συνολικά 18 πειραματικά τεμάχια (5m²). Συνδυάστηκαν δύο εφαρμογές φυσικού ζεόλιθου στο έδαφος (0% και 5% w/w), με τρεις δόσεις επεξεργασμένων αποβλήτων ελαιοτριβείων (0, 200 και 800 m³/ha). Πριν από την συγκομιδή, έγιναν μετρήσεις του ύψους των φυτών και του αριθμού των φύλλων τους. Τα φυτά χωρίστηκαν σε υπέργειο μέρος και ρίζες και μετρήθηκαν τα νωπά και ξηρά βάρη τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εφαρμογή του ζεόλιθου προκάλεσε μείωση στο ύψος των φυτών ενώ δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στο βάρος και στον αριθμό των φύλλων τους. Επίσης η εφαρμογή του ζεόλιθου είχε σημαντική θετική επίδραση για τα θρεπτικά στοιχεία P, Mg, Cu και Zn. Επιπλέον, η εφαρμογή των επεξεργασμένων αποβλήτων είχε σημαντική θετική επίδραση στην συγκέντρωση των P, Cu και Zn στα φύλλα και σημαντική αρνητική επίδραση στο K και Mg. Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών των φύλλων κυμάνθηκαν μέσα στα όρια επάρκειας για την ανάπτυξη του μαρουλιού εκτός από το K προφανώς επειδή το απόβλητο ήταν πλούσιο σε K.

Λέξεις κλειδιά: Μαρούλι, ζεόλιθος, Υγρά Απόβλητα Ελαιοτριβείων.

Εισαγωγή:

Οι φυσικοί ζεόλιθοι συνήθως χρησιμοποιούνται ως βελτιωτικά του εδάφους (Herwijnen κ.α., 2007), διότι βελτιώνουν τις εδαφικές ιδιότητες (Filcheva και Tsadilas 2002), καθώς και την αποτελεσματικότητα της αζωτούχου λίπανσης (Tarkalson και Ippolito 2011; Aghaalikhani κ.α., 2012), αυξάνοντας σημαντικά την απόδοση των καλλιεργειών (Kavooki, 2007). Στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος, εγκαταστάθηκε πειραματικός αγρός στην περιοχή του Ρεθύμνου, με καλλιέργεια μαρουλιού, προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση εφαρμογής φυσικού ζεόλιθου-κλινοπτιλόλιθου σε συνδυασμό με την εφαρμογή επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων (Υ.Α.Ε.) στη χημική σύσταση του μαρουλιού.

Υλικά και Μέθοδοι:

Η καλλιέργεια αναπτύχθηκε σε πιλοτικό αγροτεμάχιο που δέχονταν επεξεργασμένα Υ.Α.Ε (Πίνακας 1). Στο αγροτεμάχιο είχε γίνει βιοαποκατάσταση του εδάφους (περιοδική διαβροχή και αναμόχλευση του εδάφους ώστε να αυξηθεί η δραστηριότητα των μικροοργανισμών για την αποδόμηση του οργανικού φορτίου του εδάφους) για

περίοδο 6 μηνών. Το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρως τυχαιοποιημένες ομάδες με έξι επεμβάσεις και τρεις επαναλήψεις, ήτοι υπήρχαν συνολικά 18 πειραματικά τεμάχια (5m²). Συνδυάστηκε η προσθήκη φυσικού ζεόλιθου-κλινοπτιλόλιθου στο έδαφος (0% και 5% w/w), με τρεις δόσεις επεξεργασμένων αποβλήτων ελαιοτριβείων (0, 200 και 800 m³/ha). Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο υπήρχαν 3 σειρές με 12 φυτά σε κάθε σειρά, οι δε αποστάσεις μεταξύ των σειρών και των φυτών ήταν 30 εκ. Φυτά μαρουλιού συλλέχθηκαν όταν αυτά είχαν αποκτήσει το απαραίτητο εμπορικό μέγεθος τους. Δείγματα φυτικών ιστών από τα φυτά μαρουλιού της εσωτερικής σειράς πάρθηκαν για τον προσδιορισμό των θρεπτικών στοιχείων και συγκεκριμένα των Ν, Ρ, Κ, Ca, Mg, Fe, Μn, Cu, Ζn και Β. Για τη στατιστική επεξεργασία εφαρμόστηκε η ανάλυση της παραλλακτικότητας και συγκρίθηκαν οι μέσοι όροι των χειρισμών με τη μέθοδο Duncan, για p=0,05.

Πίνακας 1. Ιδιότητες κατσιγαρου πριν και μετά την επεξεργασία του.

Ιδιότητες	Κατσιγαρος από το Ελαιοτριβείο	Κατσιγαρος μετά την κατεργασία
pH	4,6	7,1
TS, g/L	92	62,8
EC, mS/cm	11	9,1
Φαινόλες, mg/L	442	34,4
COD, g/L	108	81,4
BOD, g/L	14	13,5
K, g/L	1,92	1,8
N, mg/L	195	190
P, mg/L	624	279

Πίνακας 2. Εδαφικές ιδιότητες έξι μήνες μετά την βιοαποκατάσταση

Εδαφικές ιδιότητες μετά από 6 μήνες βιοαποκατάστασης	"Καθαρό" έδαφος
pH: 7,7-7,8	7,7
EC: 0,9 -1 mS/cm	0,7 mS/cm
Οργ. Ουσία: 4,6-5,6 %	4,70%
N: 3,1-3,7 mg g ⁻¹	1,1 mg g ⁻¹
Φαινόλες: 64-67 mg kg ⁻¹	23 mg kg ⁻¹
Διαθ. Ρ: 44-67 mg kg ⁻¹	3,2 mg kg ⁻¹
Ανταλ. Κ: 3,1-4,7 cmol kg ⁻¹	0,52 cmol kg ⁻¹
Ανταλ. Mg: 3,0-3,4 cmol kg ⁻¹	2,8 cmol kg ⁻¹
Ανταλ. Na: 0,3-0,7 cmol kg ⁻¹	0,2 cmol kg ⁻¹
Διαθ. Β: 0,5-0,7 mg kg ⁻¹	0,1 mg kg ⁻¹
DTPA-Cu: 3-5,1 mg kg ⁻¹	3 mg kg ⁻¹
DTPA-Mn: 9-11 mg kg ⁻¹	5,6 mg kg ⁻¹
DTPA-Fe: 49-57 mg kg ⁻¹	14 mg kg ⁻¹
DTPA-Zn: 0,72-1,5 mg kg ⁻¹	0,8 mg kg ⁻¹

Αποτελέσματα και συζήτηση

Το έδαφος μετά την βιοαποκατάσταση ήταν πλούσιο σε φαινόλες, Ν, Ρ, Κ, Fe, ωστόσο οι συγκεντρώσεις των κυμανθήκαν εντός των ορίων για την ανάπτυξη του μαρουλιού (Πίνακας 2). Οι υψηλές συγκεντρώσεις των παραπάνω θρεπτικών προέρχονται από τον εμπλουτισμό του εδάφους με κατσιγαρο που ήταν πλούσιος στα στοιχεία αυτά. Αντίθετα η οργανική ουσία κυμάνθηκε σε επίπεδα παρόμοια με τον

μάρτυρα. Αν και ο κατσίγαρος είναι πλούσιος σε οργανικό φορτίο η μέθοδος βιοαποκατάστασης δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες αερισμού και υγρασίας ώστε να ενισχύει την οξειδωση και την αποδόμηση του οργανικού φορτίου από τους μικροοργανισμούς.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται η επίδραση των δυο κυρίων παραγόντων του πειραματικού σχεδιασμού δηλαδή η προσθήκη ζεόλιθου και απόβλητου στο υπέργειο νωπό βάρος ύψος και αριθμό φύλλων των φυτών. Η προσθήκη ζεόλιθου και κατσίγαρου δεν επηρέασε σημαντικά την υπέργεια βιομάζα, το ύψος και τον αριθμό των φύλλων με εξαίρεση το ύψος των φυτών στις μεταχειρίσεις με προσθήκη ζεόλιθου.

Πίνακας 3. Νωπό βάρος, ύψος και αριθμός φύλλων μαρουλιού

Μεταχειρίσεις		υπέργειο νωπό βάρος (γρ.)	ύψος (εκ.)	αριθμός φύλλων
Ζεόλιθος (Z)	Z0	71,4 ± 2,23	14,0 ± 0,16 a	28,7 ± 0,62
	Z5	67,3 ± 2,34 ns	12,2 ± 0,17 b	29,8 ± 0,70 ns
Κατσίγαρος (W)	W0	67,8 ± 2,82	13,6 ± 0,20	29,1 ± 0,78
	W80	70,2 ± 2,80	13,9 ± 0,21	29,9 ± 0,83
	W200	70,0 ± 2,79 ns	13,8 ± 0,20 ns	28,5 ± 0,82 ns

-Οι μέσοι όροι που έχουν κοινό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους συγκρινόμενοι με την δοκιμή Dunnett στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

-ns: Μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται το εύρος συγκέντρωσης, ελάχιστη και μέγιστη τιμή, της συγκέντρωσης των θρεπτικών στα φύλλα του μαρουλιού. Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών των φύλλων κυμάνθηκαν μέσα στα όρια επάρκειας για την ανάπτυξη του μαρουλιού (Κανναδίας κ.α., 2004; Hartz και Johnstone 2007) εκτός από το Κ (5,1%-10,2 %) προφανώς επειδή ο κατσίγαρος ήταν πλούσιος σε Κ.

Πίνακας 4. Όρια συγκέντρωσης θρεπτικών στα φύλλα του μαρουλιού

Συγκεντρώσεις θρεπτικών	Ελάχιστη	Μέγιστη	Μέσος όρος	τυπ. αποκλ.
N (%)	2,3	3,9	3,1	±0,40
P (%)	0,1	0,7	0,5	±0,15
K (%)	5,1	10,2	6,9	±1,47
Mg (%)	0,2	0,4	0,3	±0,04
Ca (%)	0,5	2,1	1,1	±0,36
B (mg kg ⁻¹)	13,9	29,0	18,5	±3,46
Cu (mg kg ⁻¹)	1,3	10,0	6,0	±1,99
Mn (mg kg ⁻¹)	12,0	44,0	22,5	±7,12
Fe (mg kg ⁻¹)	49,0	564,0	191,1	±21,36
Zn (mg kg ⁻¹)	8,9	73,0	25,9	±13,34

Η προσθήκη ζεόλιθου δεν επηρέασε σημαντικά τις συγκεντρώσεις του Ν, Κ, Ca ενώ αύξησε σημαντικά τις συγκεντρώσεις Ρ και Mg και Cu (Πίνακας 5 και 6). Η εφαρμογή του κατσίγαρου σχετίστηκε σημαντικά και θετικά με τη συγκέντρωση του Ρ, Cu και Zn και αρνητικά με τις συγκεντρώσεις των Κ και Mg.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο ζεόλιθος ενισχύει τη συσσώρευση των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα του μαρουλιού. Η ελεγχόμενη διασπορά επεξεργασμένων Υ.Α.Ε. στο έδαφος σε συνδυασμό με την προσθήκη ζεόλιθου μπορεί να αποτελέσει μια ασφαλή πρακτική καλλιέργειας μαρουλιού.

Πίνακας 5. Επίδραση του ζεόλιθου και των ΥΑΕ στη συγκέντρωση των μακροθρεπτικών στα φύλλα του μαρουλιού.

Μεταχειρίσεις		N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)
Ζεόλιθος (Z)	Z0	3.17±0,72	0.41±0,025b	7.01±0,23	0.23 ±0,07b	1.11±0,06
	Z5	3.00 ± 0,78 ns	0.64 ±0,063a	6.30± 0,49ns	0.27 ±0,01a	1.07 ±0,08ns
Απόβλητο (W)	W0	3.03±0,09	0.40 ±0,034b	8.06 ±0,32a	0.27	1.24±0,12
	W80	3.09±0,087	0.55 ±0,062ab	5.95 ±0,33b	0.24 ±0,01b	1.02±0,10
	W200	3.15 ±0,097ns	0.61 ±0,040a	6.30 ±0,49b	0.25	0.99 ±0,11ns

-Οι μέσοι όροι που έχουν κοινό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους συγκρινόμενοι με την δοκιμή Duncan στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

-ns: Μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές

Πίνακας 6. Επίδραση του ζεόλιθου και των ΥΑΕ στη συγκέντρωση των μικροθρεπτικών στα φύλλα του μαρουλιού.

		B	Fe	Mn	Cu	Zn
Ζεόλιθος (Z)	Z0	18.6±0,81	191.9±22,2	21.8±1.28	5.4 ±0.39b	26.1 ±1.93b
	Z5	17.9 ±0,61ns	189.9± 31,4ns	23.9 ±1.82ns	6.1 ±0.36a	28.5 ±2.74a
Απόβλητο (W)	W0	19.5±0,74	197.3±27.9	23.2±1.39	5.4 ±0.47b	19.1 ±2.28c
	W80	18.1±1,13	186.2±30.14	21.4±1.75	5.4 ±0.41b	27.9 ±2.51b
	W200	17.6 ±0,82ns	186.4 ±41.58ns	22.8 ±2.31ns	7.4 ±0.47a	37.7 ±2.45a

-Οι μέσοι όροι που έχουν κοινό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους συγκρινόμενοι με την δοκιμή Duncan στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

-ns: Μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές

Βιβλιογραφία

- Aghaalikhani M., Gholamhoseini M., Dolatabadian A., Khodaci-Joghan A., Asilan K.S. 2012. Zeolite influences on nitrate leaching, nitrogen-use efficiency, yield and yield components of canola in sandy soil. Archives of Agronomy and Soil Science, 58: 1149–1169.
- Filcheva E.G., Tsadilas C.D. 2002. Influence of clinoptilolite and compost on soil properties. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33: 595–607.
- Hartzl T. K. and P. R. Johnstone 2007. Establishing Lettuce Leaf Nutrient Optimum Ranges Through DRIS Analysis Hort science 42(1):143–146.
- Kavooki, M., 2007. Effects of zeolite application on rice yield, nitrogen recovery and nitrogen use efficiency. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38, 69–76.
- Kavvadias, V., Paschalidis C., Pavlou G., Stavrinis E., and Gasiamis, P., 2004. Effects of NaCl and N fertilizer on leaf yield of soil-grown lettuce (*Lactuca sativa* L.). Journal of Balcan Ecology, vol.7:1. 46-55.
- Tarkalson D.D., Ippolito J.A. 2011. Clinoptilolite zeolite influence on nitrogen in a manure-amended sandy agricultural soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 42: 2370–2378.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΟΜΠΟΣΤ ΚΑΙ ΖΕΟΛΙΘΟΥ ΣΤΗ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ, ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Β. Καββαδίας¹, Μ. Ντούλα¹, Ε.Βαβουλίδου¹, Μ. Γκίργκις² και Σ. Θεοχαρόπουλος¹

¹ ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών, Σοφ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση Αττικής

² ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων, Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση Αττικής

Περίληψη:

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση κομπόστ από φύκια θαλάσσης με εμπορικό τίτλο Posidonia σε συνδυασμό με φυσικό ζεόλιθο-κλινοπτιλόλιθο στη γονιμότητα του εδάφους και στην ανάπτυξη και απόδοση του μαρουλιού. Συγκεκριμένα, τον Ιανουάριο του 2013, σε ένα μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο στο αγρόκτημα του -ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ στη Λυκοβρυση, εγκαταστάθηκε πείραμα με φυτά μαρουλιού τύπου Ρομάνα ποικιλίας Paris Island Cos, τα οποία αναπτύχθηκαν σε φυτοδοχεία χωρητικότητας 3 L γεμισμένα με έδαφος. Το πειραματικό σχέδιο ήταν παραγοντικό με τρεις παράγοντες, στο οποίο συνδυάστηκαν λίπανση (χωρίς λίπανση και βασική Ν-Ρ-Κ λίπανση), ζεόλιθος (0% και 4% w/w) και κομπόστ (0 %, 20 % και 40 % v/v). Συνολικά υπήρχαν 12 μεταχειρίσεις και 6 επαναλήψεις σε κάθε μεταχείριση. Κατά την συγκομιδή (21/3/2013) έγινε ζύγιση του υπέργειου νωπού βάρους των φυτών και παράλληλα πάρθηκαν δείγματα εδάφους και φύλλων μαρουλιού για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη ζεόλιθου αυξάνει την απόδοση του μαρουλιού και ενισχύει την αποτελεσματικότητα της οργανικής ή της χημικής λίπανσης, ενώ παράλληλα βελτιώνει τη γονιμότητα του εδάφους με περιθώρια καλύτερης αξιοποίησης της λίπανσης.

Λέξεις κλειδιά: Απόδοση, γονιμότητα εδάφους, μαρούλι, ζεόλιθος.

Εισαγωγή:

Ο φυσικός ζεόλιθος-κλινοπτιλόλιθος είναι ένα πορώδες ορυκτό με τεράστια ιοντοανταλλακτική ικανότητα και ικανότητα συγκράτησης νερού (DeSutter και Pierzynski, 2005). Λόγω αυτών των χαρακτηριστικών έχει χρησιμοποιηθεί ως βελτιωτικό εδάφους για ενίσχυση της παραγωγικότητάς του. Η εφαρμογή κλινοπτιλόλιθου μέχρι και 20% κ.β. αύξησε την παραγωγή ντομάτας (Unlu κ.α. 2004). Παράλληλα ο φυσικός ζεόλιθος βελτιώνει την γονιμότητα των εδαφών με την αύξηση του διαθέσιμου Ν, Ρ, Ca, και Mg (Abdi, κ.α., 2006), και βοηθά στην συγκράτηση των NH₄ (Dwyer και Dyer, 1984). Ωστόσο η χρήση του είναι περιορισμένη στην Ευρώπη. Με αφορμή τα παραπάνω και στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος ARIDWASTE (www.aridwaste.gr) μελετήθηκε η επίδραση κομπόστ από φύκια θαλάσσης σε συνδυασμό με φυσικό ζεόλιθο-κλινοπτιλόλιθο στη γονιμότητα του εδάφους και στην ανάπτυξη και απόδοση του μαρουλιού.

Υλικά και Μέθοδοι:

Συγκεκριμένα, τον Ιανουάριο του 2013, σε ένα μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο στο αγρόκτημα του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ στη Λυκόβρυση, εγκαταστάθηκε πείραμα σε φυτοδοχεία χωρητικότητας 3 L γεμισμένα με έδαφος όπου αναπτύχθηκαν φυτά μαρουλιού, τύπου Ρομάνα ποικιλία Paris Island Cos (Πίνακας 1). Το πειραματικό

σχέδιο ήταν παραγοντικό με τρεις παράγοντες, στο οποίο συνδυάστηκαν λίπανση (χωρίς λίπανση και βασική N-P-K λίπανση), ζεόλιθος (0% και 4% w/w) και κομπόστ (0 %, 20 % και 40 % v/v). Τα χαρακτηριστικά του κομπόστ παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Συνολικά υπήρχαν 12 μεταχειρίσεις και 6 επαναλήψεις σε κάθε μεταχείριση. Κατά την συγκομιδή (21/3/2013) έγινε ζύγιση του υπέργειου νωπού βάρους των φυτών και παράλληλα πάρθηκαν δείγματα εδάφους για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των ανταλλάξιμων μακροθρεπτικών K, Na, Ca, Mg, και διαθέσιμων μικροθρεπτικών Fe, Mn, Cu, Zn και B.

Πίνακας 1. Κύριες εδαφικές ιδιότητες στην αρχή της καλλιέργειας

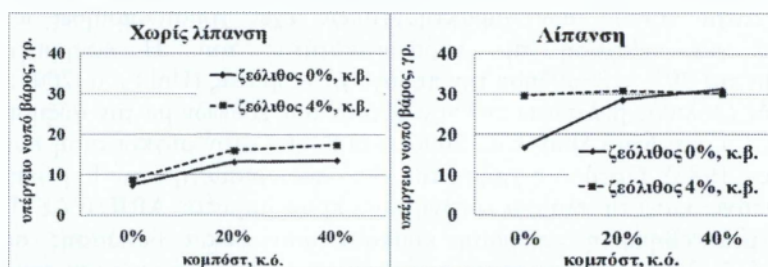
Μηχ. σύσταση	pH	Ελ. Αγωγ.	Οργ. Ουσία	CaCO ₃	N	P-Olsen	IAK	DTPA-Fe	DTPA-Cu	DTPA-Zn	DTPA-Mn	B
		(μS/cm)	(%)	(%)	(%)	mg kg ⁻¹	mg/100g	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
CL	8,2	0,66	1,4	38	0,032	4	8,8	3,7	0,7	0,39	3,4	0,2

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά του κομπόστ από την *Posidonia oceanica*

pH	7-7,5	CaCO ₃	7-14%
Υγρασία	35-45%	Οργ. ουσία	40-50%
Ηλεκτρική αγωγιμότητα (1:5) mS/cm	2,98	Ανταλ. Na meq/100g	9,1
N	1-2%	Ολικό K mg/g	0,59
P ₂ O ₅	0.5-1%	Ανταλ. K meq/100g	6-7
K ₂ O	1-2%	Ιχνοστοιχεία	1-5%
MgO	2,5-8%	Ιχνοστοιχεία	1-5%

Αποτελέσματα και συζήτηση

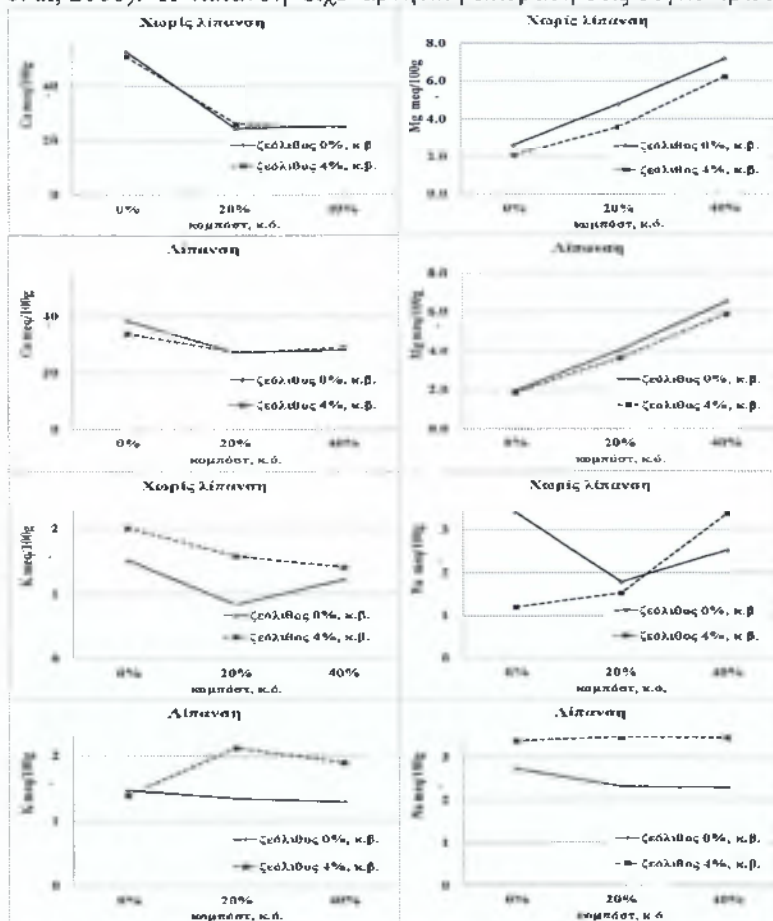
Η προσθήκη κομπόστ είχε στατιστικά σημαντική και θετική επίδραση στο υπέργειο νωπό βάρος (F=9,57 για 2 και 60 BE με P<0,001) (Σχήμα 1). Στατιστικά σημαντική και θετική επίδραση είχε και η ανόργανη λίπανση (F=101,02 για 1 και 60 BE με P<0,001). Ο ζεόλιθος είχε σημαντική επίδραση (F=6,03 για 1 και 60 BE με P=0,017) ωστόσο αύξησε την παραγωγή σε όλα τα επίπεδα του κομπόστ εκτός από τις μεταχειρίσεις με λίπανση και προσθήκη 40 % κ.ο. κομπόστ. Μεταξύ των τριών παραγόντων δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση (Κομπόστ×Ζεόλιθος: F=1,382 για 2 και 60 BE με P=0,26, Κομπόστ×Λίπανση: F=0,001 για 2 και 60 BE με P=0,99, Λίπανση×Ζεόλιθος: F=0,423 για 1 και 60 BE με P=0,52, Κομπόστ×Ζεόλιθος×Λίπανση : F=2,65 για 2 και 60 BE με P=0,08).



Σχήμα 1. Επίδραση του κομπόστ, του ζεόλιθου και της ανόργανης λίπανσης στο υπέργειο νωπό βάρος

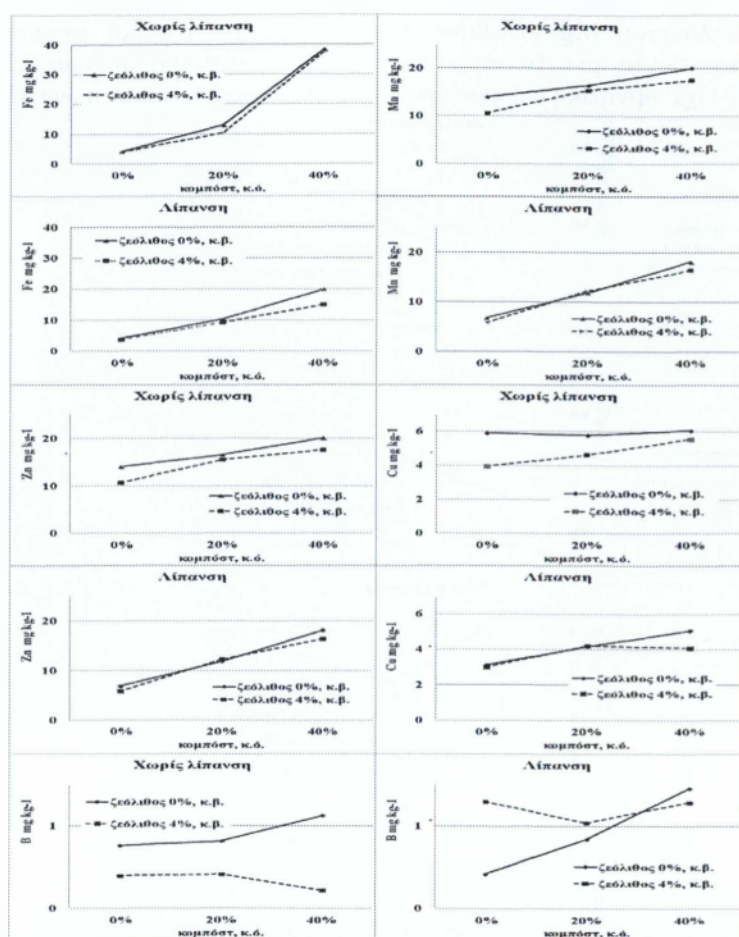
Η προσθήκη του κόμποστ μείωσε το ανταλλάξιμο Ca συγκριτικά με τις μεταχειρίσεις χωρίς κόμποστ (Σχήμα 2). Όσο αφορά το ανταλλάξιμο Mg η μεταβολή τη συγκέντρωσης του Mg είναι ανάλογη των δόσεων του κομπόστ. Το κύριο συστατικό του κόμποστ είναι φύκια θαλάσσης και επομένως πλούσιο σε Mg. Η προσθήκη ζεόλιθου δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην διαθεσιμότητα του Ca ενώ η

συγκέντρωση του ανταλλάξιμου Mg μειώθηκε. Ο ζεόλιθος έχει σχετικά μεγάλη ικανότητα να προσροφά κατιόντα, μεταξύ αυτών και Mg, από το εδαφικό διάλυμα (Li et al, 2000). Η λίπανση είχε αρνητική επίδραση στις συγκεντρώσεις των στοιχείων. Η



Σχήμα 2. Επίδραση του κομπόστ, του ζεόλιθου και της ανόργανης λίπανσης στη συγκέντρωση του ανταλλάξιμου Ca, Mg, Na και K στο έδαφος.

προσθήκη ζεόλιθου αύξησε την διαθεσιμότητα των K και Na στο έδαφος. Ο φυσικός ζεόλιθος-κλινοπτιλόλιθος είναι πλούσιος σε Na. Ο Najafi-Ghiri (2014) συμπέρανε ότι τόσο το ανταλλάξιμο όσο και το υδατοδιαλυτό K αυξήθηκαν από την προσθήκη ζεόλιθου σε εδάφη πλούσια σε ανθρακικά άλατα. Να σημειωθεί ότι το έδαφος του πειραματικού είναι πολύ πλούσιο σε ανθρακικά άλατα (38%). Η προσθήκη κόμποστ καθώς και η λίπανση δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στις συγκεντρώσεις των στοιχείων. Το κομπόστ έχει στατιστικά θετική επίδραση στις συγκεντρώσεις των διαθέσιμων μικροθρεπτικών Fe, Cu, Mn, Zn, B. Η προσθήκη ζεόλιθου καθώς και η προσθήκη ανόργανης λίπανσης μείωσε τις συγκεντρώσεις των διαθέσιμων μικροθρεπτικών στο έδαφος (Σχήμα 3), ωστόσο τα αποτελέσματα δεν ήταν σημαντικά. Ο φυσικός ζεόλιθος-κλινοπτιλόλιθος προσροφά κατιόντα εξαιτίας της υψηλής ιοντοανταλλακτικής ικανότητας. Συμπερασματικά, η προσθήκη ζεόλιθου αυξάνει την απόδοση του μαρουλιού και ενισχύει την αποτελεσματικότητα της οργανικής ή της χημικής λίπανσης, ενώ παράλληλα βελτιώνει τη γονιμότητα του εδάφους με περιθώρια καλύτερης αξιοποίησης της λίπανσης.



Σχήμα 3. Επίδραση του κομπόστ, του ζεόλιθου και της ανόργανης λίπανσης στη συγκέντρωση των διαθέσιμων Mn, Fe, Cu, Zn και B στο έδαφος.

Βιβλιογραφία

- Abdi, G. H., Khui, M. K., Eshghi, S., 2006. Effects on natural zeolite on growth and flowering on strawberry. *International Journal of Agricultural Research*, 1: 384-389.
- DeSutter, T. M., and Pierzynski, G. M. 2005. Evaluation of soils for use as liner materials: A soil chemistry approach. *Journal of Environmental Quality*, 34, 951-962.
- Dwyer, J., and Dyer, A. 1984. Zeolites-An introduction. *Chemistry and Industry*, 2 (April), 237-240.
- Li, Z., D.Alessi, and L. Allen. 2000. Influence of Quaternary Ammonium on Sorption of Selected Metal Cations onto Clinoptilolite Zeolite. *J. Environ. Qual.* 31: 1106-1114.
- Najafi-Ghiri M.2014 Effects of Zeolite and Vermicompost Applications on Potassium Release from Calcareous Soils *Soil & Water Res.*, 9: 31-37
- Unlu, H., Ertok, R., Padem, H. 2004. The usage of zeolite in tomato seedling production medium. V. Vegetable production symposium, Canakkalc/Turkey, 21-24 September 2004. pp. 318-320.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΟΜΠΟΣΤ ΚΑΙ ΖΕΟΛΙΘΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Β. Καββαδίας¹, Μ. Ντούλα¹, Ε. Βαβουλίδου¹, Σ. Θεοχαρόπουλος¹ και Μ. Γκίργκις²

¹ ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών, Σοφ. Βενιζέλου 1, 141 23, Λυκόβρυση Αττικής.

² ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων Σ. Βενιζέλου 1, 141 23, Λυκόβρυση Αττικής.

Περίληψη:

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση κόμποστ από φύκια θαλάσσης σε συνδυασμό με φυσικό ζεόλιθο-κλινοπτιλόλιθο στη χημική σύσταση του μαρουλιού. Συγκεκριμένα, τον Ιανουάριο του 2013, σε ένα μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο στο αγρόκτημα ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ στην Λυκόβρυση, εγκαταστάθηκε πείραμα σε δοχεία χωρητικότητας 3 L γεμισμένα με έδαφος, όπου αναπτύχθηκαν φυτά μαρουλιού, τύπου Ρομάνο, Parris Island Cos. Το πειραματικό σχέδιο ήταν παραγοντικό στο οποίο συνδυάστηκαν λίπανση (χωρίς λίπανση και βασική N-P-K λίπανση), ζεόλιθος (0 και 4% w/w) και κομπόστ (0, 20 και 40 % v/v) από φύκια θαλάσσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη ζεόλιθου αυξάνει σημαντικά την υπέργεια βιομάζα του μαρουλιού. Οι συγκεντρώσεις των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα κυμάνθηκαν σε ικανοποιητικά επίπεδα για την ανάπτυξη του μαρουλιού και επηρεάστηκαν σημαντικά από την προσθήκη ζεόλιθου, ειδικά στις επεμβάσεις όπου ο ζεόλιθος συνδυάστηκε με οργανική ή ανόργανη λίπανση, σε σχέση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν χωρίς ζεόλιθο.

Λέξεις κλειδιά: Ζεόλιθος, μαρούλι, χημική σύσταση.

Εισαγωγή:

Ο φυσικός ζεόλιθος-κλινοπτιλόλιθος είναι ένα πορώδες ορυκτό με τεράστια ιοντοανταλλακτική ικανότητα (220-460 cmolc/kg) και ικανότητα συγκράτησης νερού (Li κ.α., 2000). Μελέτες που διεξήχθησαν τα τελευταία 20 χρόνια απέδειξαν ότι ο εμπλουτισμός του εδάφους με φυσικό ζεόλιθο συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγικότητας των εδαφών (Dwyer και Dyer, 1984). Σε αντίθεση με τα ανόργανα λιπάσματα, δεν είναι απαραίτητη η ετήσια εφαρμογή του. Η θετική επίδραση του για την ενίσχυση της παραγωγικότητας των φυτών εκδηλώνεται στο έδαφος για αρκετά χρόνια. Ωστόσο η χρήση του είναι περιορισμένη στην Ευρώπη. Με αφορμή τα παραπάνω και στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος ARIDWASTE (www.aridwaste.gr) μελετήθηκε η επίδραση κόμποστ από φύκια θαλάσσης, σε συνδυασμό με φυσικό ζεόλιθο-κλινοπτιλόλιθο στην παραγωγή και στη χημική σύσταση του μαρουλιού.

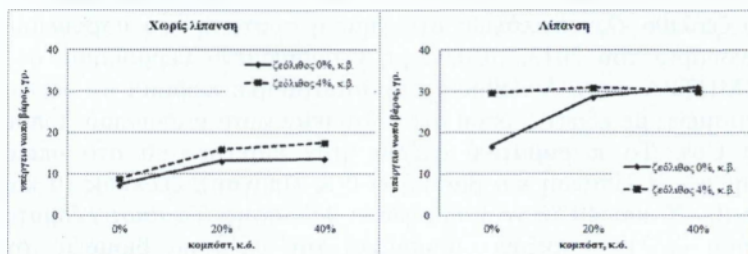
Υλικά και Μέθοδοι:

Τον Ιανουάριο του 2013, σε ένα μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο στο αγρόκτημα του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ στην Λυκόβρυση, εγκαταστάθηκε πειραματικός σε δοχεία χωρητικότητας 3 L γεμισμένα με έδαφος, όπου αναπτύχθηκαν φυτά μαρουλιού, τύπου Ρομάνο, Parris Island Cos. Το πειραματικό σχέδιο ήταν παραγοντικό στο οποίο συνδυάστηκαν λίπανση (χωρίς λίπανση και βασική N-P-K λίπανση), ζεόλιθος (0 και 4% w/w) και κομπόστ (0, 20 και 40 % v/v). Συνολικά υπήρχαν 12 μεταχειρίσεις και 6 επαναλήψεις-δοχεία σε κάθε μεταχείριση. Κατά τη συγκομιδή (21/3/2013) πάρθηκαν

δείγματα φύλλων μαρουλιού για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων. Δείγματα φυτικών ιστών από τα φυτά μαρουλιού πάρθηκαν για τον προσδιορισμό των θρεπτικών στοιχείων και συγκεκριμένα των K, Ca, Mg, B, Fe, Mn, Cu και Zn.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Η προσθήκη ζεόλιθου αύξησε την υπέργεια βιομάζα του μαρουλιού σε όλα τα επίπεδα του κόμποστ (Σχήμα 1). Οι παράγοντες λίπανση και κόμποστ είχαν θετική επίδραση στο υπέργειο νωπό βάρος. Στην υψηλότερη δόση κόμποστ (40%, κ.ο.) παρατηρήθηκαν περιφερειακές νεκρώσεις στα φύλλα που μπορεί να αποτελούν ένδειξη υψηλής αλατότητας.



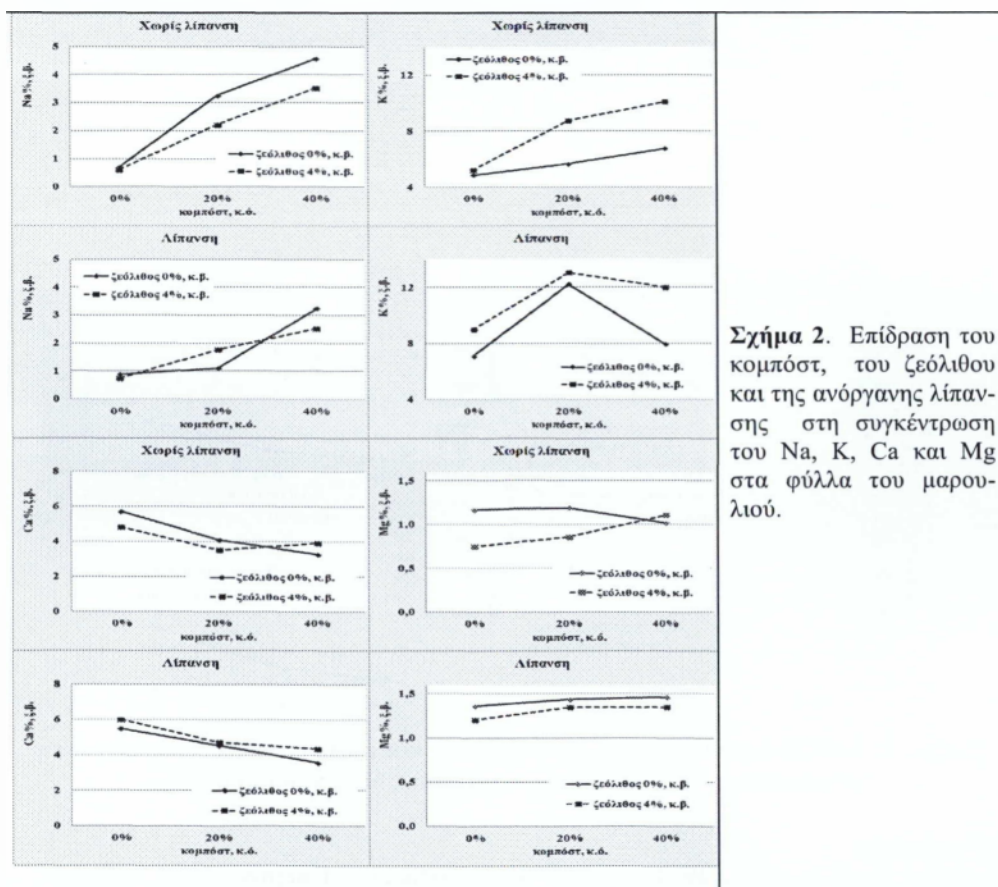
Σχήμα 1. Επίδραση του κόμποστ, του ζεόλιθου και της ανόργανης λίπανσης στο υπέργειο νωπό βάρος του μαρουλιού.

Πίνακας 1. Ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων της χημικής σύστασης των φύλλων του μαρουλιού.

Source	df	Mean Square	F	Sig.	Source	df	Mean Square	F	Sig.
Na					Mn				
Κόμποστ	2	29.77	279.10	0.00	Κόμποστ	2	1747.50	33.37	0.00
Ζεόλιθος	1	1.69	17.54	0.00	Ζεόλιθος	1	10.97	0.21	0.55
Λίπανση	1	7.22	67.47	0.00	Λίπανση	1	2625.32	53.94	0.00
K					Fe				
Κόμποστ	2	45.11	40.07	0.00	Κόμποστ	2	224.40	0.57	0.57
Ζεόλιθος	1	69.31	61.58	0.00	Ζεόλιθος	1	1087.95	2.78	0.11
Λίπανση	1	134.34	119.32	0.00	Λίπανση	1	523.12	1.33	0.26
Ca					Cu				
Κόμποστ	2	12.91	12.87	0.00	Κόμποστ	2	111068.46	2.97	0.08
Ζεόλιθος	1	0.13	0.13	0.72	Ζεόλιθος	1	10390856.30	275.87	0.00
Λίπανση	1	3.79	3.78	0.06	Λίπανση	1	1292236.01	34.31	0.00
Mg					Zn				
Κόμποστ	2	0.06	0.98	0.38	Κόμποστ	2	1338.22	44.18	0.00
Ζεόλιθος	1	0.38	6.23	0.02	Ζεόλιθος	1	228.99	7.56	0.01
Λίπανση	1	1.42	24.62	0.00	Λίπανση	1	1947.18	64.29	0.00
B					B				
					Κόμποστ	2	29951.05	77.58	0.00
					Ζεόλιθος	1	213578.20	553.19	0.00
					Λίπανση	1	112828.09	292.24	0.00

Το κόμποστ αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση του Na και αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι προέρχεται από φύκια θαλάσσης (Πίνακας 1, Σχήμα 2). Στην υψηλότερη δόση κόμποστ (40% κ.ο.), το Na κυμάνθηκε σε πολύ υψηλά επίπεδα (2,3-4,6%, ξ.β.), ειδικά στα φυτά που αναπτύχθηκαν χωρίς NPK λίπανση (φαινόμενο αραίωσης). Αντίθετα τόσο η ανόργανη λίπανση, όσο και ο ζεόλιθος είχαν στατιστικά σημαντική και αρνητική επίδραση. Στο σύνολο των μεταχειρίσεων, η συγκέντρωση του K στα φύλλα επηρεάστηκε σημαντικά και θετικά από τους παράγοντες του πειραματικού δηλ., λίπανση, κόμποστ και ζεόλιθος. Οι συγκεντρώσεις του K στα φύλλα χαρακτηρίζονται ως πολύ υψηλές (Hartz και Johnstone, 2007), ειδικά στις μεταχειρίσεις με προθήκη κόμποστ. Η προσθήκη κόμποστ είχε στατιστικά σημαντική και αρνητική επίδραση στη

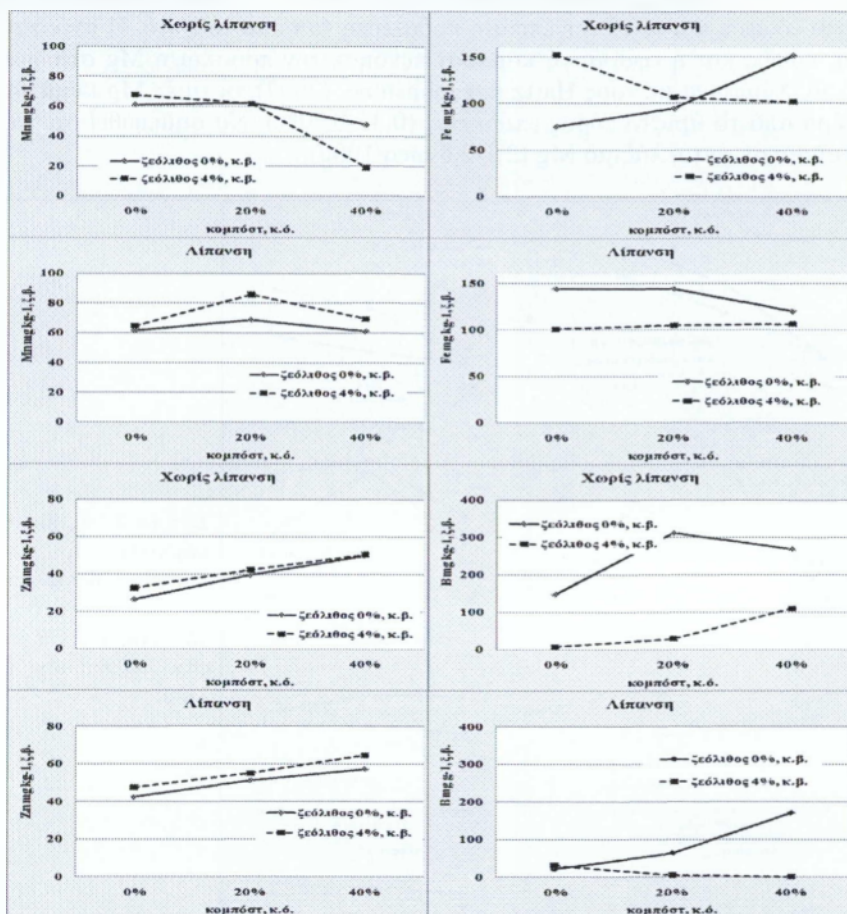
συγκέντρωση του Ca, ενώ στο σύνολο των μεταχειρίσεων τόσο η λίπανση όσο και ο ζεόλιθος δεν είχαν σημαντικό αποτέλεσμα. Όσον αφορά το Mg, η προσθήκη ζεόλιθου μείωσε την συγκέντρωση του Mg στα φύλλα, επειδή η συγκέντρωση του ανταλλάξιμου Mg στο έδαφος μειώθηκε (δεδομένα δεν παρουσιάζονται). Ο ζεόλιθος έχει σχετικά μεγάλη ικανότητα να προσροφά κατιόντα, μεταξύ αυτών και Mg, από το εδαφικό διάλυμα (Li et al, 2000), με αποτέλεσμα να μειώνεται η διαθεσιμότητα του στοιχείου αυτού στο έδαφος και κατά συνέπεια η πρόσληψη του από το φυτό. Η ανόργανη NPK λίπανση, καθώς και η εφαρμογή κόμποστ ευνόησε την πρόσληψη Mg στα φύλλα του μαρουλιού. Σύμφωνα με τους Hartz και Johnstone, (2007), οι τιμές Mg κυμάνθηκαν σε υψηλότερα από το άριστο εύρος επάρκειας (0,35-0,70%). Να σημειωθεί ότι το έδαφος ήταν πλούσιο σε ανταλλάξιμο Mg (2,1-2,6 meq/100g).



Σχήμα 2. Επίδραση του κομπόστ, του ζεόλιθου και της ανόργανης λίπανσης στη συγκέντρωση του Na, K, Ca και Mg στα φύλλα του μαρουλιού.

Η επίδραση των κύριων παραγόντων του πειραματικού στην πρόσληψη των μικροθρεπτικών από το μαρούλι δεν ήταν σταθερή (Πίνακας 1, Σχήμα 3). Ο Zn αυξήθηκε σημαντικά με την προσθήκη ζεόλιθου, ενώ το B μειώθηκε. Το Mn στα φύλλα μειώθηκε από την υψηλή δόση κόμποστ στα φυτά που δεν λιπαίνονταν, ενώ αυξήθηκε σημαντικά ο Zn και το B. Οι συγκεντρώσεις των Mn και Zn στα φύλλα αυξήθηκαν σημαντικά από την ανόργανη λίπανση, ενώ η συγκέντρωση του B μειώθηκε. Ο Fe δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τις μεταχειρίσεις. Οι συγκεντρώσεις των μικροθρεπτικών κυμάνθηκαν σε φυσιολογικά επίπεδα, εκτός από το B στις μεταχειρίσεις με κόμποστ

και χωρίς προσθήκη ζεόλιθου. Αν και ο ζεόλιθος δεν έχει προσροφητική ικανότητα για τα ανιόντα (Dwyer και Dyer, 1984), έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την απομάκρυνση του Β από χημικά απόβλητα (Izhar κ.α., 2014). Στο πειραματικό μας η παρουσία του ζεόλιθου στο έδαφος έχει αρνητική και σημαντική επίδραση στην πρόσληψη του Β από το φυτό.



Σχήμα 3. Επίδραση του κομπόστ, του ζεόλιθου και της ανόργανης λίπανσης στη συγκέντρωση του Mn, Zn, Fe και B στα φύλλα του μαρουλιού.

Βιβλιογραφία

- Dwyer, J., and Dyer, A. 1984. Zeolites-An introduction. Chemistry and Industry, 2; 237-240.
- Hartz T. K. and P. R. Johnstone 2007. Establishing Lettuce Leaf Nutrient Optimum Ranges Through DRIS Analysis Hort science 42:143–146.
- Izhar S., M. H. S. Ismail, L. Y. 2014, Chuan Removal of Boron and Arsenic From Petrochemical Wastewater Using Zeolite as Adsorbent From Sources to Solution pp 439-443
- Li, Z., D.Alessi, and L. Allen. 2000. Influence of Quaternary Ammonium on Sorption of Selected Metal Cations onto Clinoptilolite Zeolite. J. Environ. Qual. 31: 1106-1114.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΟΜΠΟΣΤ ΚΑΙ ΖΕΟΛΙΘΟΥ ΣΤΗΝ ΥΠΕΡΓΕΙΑ ΒΙΟΜΑΖΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΡΔΑΜΟΥ

Β. Καββαδίας¹, Μ. Ντούλα¹, Μ. Γκίργκις², Σ. Θεοχαρόπουλος¹ και Ε.Βαβουλίδου¹

¹ ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών Σοφ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση Αττικής

² ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων, Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση Αττικής

Περίληψη:

Στην παρούσα εργασία αξιολογήθηκε η επίδραση φυσικού ζεόλιθου-κλινοπτιλόλιθου σε συνδυασμό με χημική ή οργανική λίπανση (εφαρμογή κόμποστ από φύκια θαλάσσης) στην ανάπτυξη του κάρδαμου σε δοχεία γεμισμένα με έδαφος. Συγκεκριμένα, τον Ιανουάριο του 2013, σε ένα μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο στο αγρόκτημα του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ στη Λυκόβρυση, εγκαταστάθηκε πειραματική διάταξη σε δοχεία χωρητικότητας 3 L γεμισμένα με έδαφος, όπου έγινε σπορά με κάρδαμο (*Lepidium sativum* L.). Το πειραματικό σχέδιο ήταν τριπαραγοντικό με συνδυασμό λίπανσης (χωρίς λίπανση και βασική Ν-Ρ-Κ λίπανση), ζεόλιθου (0% και 4% w/w) και κόμποστ (0 %, 20 % και 40 % v/v) προερχόμενο από θαλάσσια φύκια. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη ζεόλιθου αυξάνει σημαντικά την υπέργεια βιομάζα του κάρδαμου και ενισχύει την αποτελεσματικότητα της οργανικής ή της χημικής λίπανσης. Δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας από την εφαρμογή της υψηλότερης δόσης κόμποστ. Η συγκέντρωση των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων στα φυτά επηρεάστηκε σημαντικά από την προσθήκη ζεόλιθου ειδικά στις επεμβάσεις όπου ο ζεόλιθος συνδυάστηκε με οργανική η ανόργανη λίπανση σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν χωρίς ζεόλιθο. Το κάρδαμο είναι σημαντική πηγή ασβεστίου, μαγνησίου και ιχνοστοιχείων, ιδιαίτερα σιδήρου.

Λέξεις κλειδιά: Ζεόλιθος, κάρδαμο, χημική σύσταση.

Εισαγωγή:

Ο φυσικός ζεόλιθος-κλινοπτιλόλιθος είναι ένα πορώδες ορυκτό με τεράστια ιοντοανταλλακτική ικανότητα και ικανότητα συγκράτησης νερού (Kesraouiouki et al, 1994). Με βάση αυτές τις ιδιότητες έχει χρησιμοποιηθεί ως βελτιωτικό εδάφους ενισχύοντας την παραγωγικότητα του. Μείγματα του ζεόλιθου και λιπασμάτων έχουν θετικές επιπτώσεις στα καλλιεργούμενα κηπευτικά. Επιπλέον, οι ζεόλιθοι βελτιώνουν την αποδοτικότητα της χρήσης του νερού, αυξάνοντας την υδατοϊκανότητα του εδάφους και συνεπώς και τη διαθεσιμότητα του νερού για τα φυτά. Σε αντίθεση με τα ανόργανα λιπάσματα, δεν είναι απαραίτητη η ετήσια εφαρμογή του, καθώς η θετική επίδραση του για την ενίσχυση της παραγωγικότητας των φυτών εκδηλώνεται στο έδαφος για αρκετά χρόνια. Με αφορμή τα παραπάνω και στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος ARIDWASTE (www.aridwaste.gr) αξιολογήθηκε η χρήση φυσικού ζεόλιθου-κλινοπτιλόλιθου σε συνδυασμό με χημική λίπανση ή οργανική λίπανση (εφαρμογή κόμποστ από φύκια θαλάσσης) μέσα από την ανάπτυξη του κάρδαμου (*Lepidium sativum* L.) σε δοχεία με έδαφος.

Υλικά και Μέθοδοι:

Τον Ιανουάριο του 2013, σε ένα μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο στο αγρόκτημα του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ στη Λυκόβρυση, εγκαταστάθηκε πειραματική διάταξη σε δοχεία

χωρητικότητας 3 L γεμισμένα με έδαφος, όπου έγινε σπορά με κάρδαμο (*Lepidium sativum* L.). Το πειραματικό σχέδιο ήταν τριπαραγοντικό με συνδυασμό λίπανσης (χωρίς λίπανση και βασική N-P-K λίπανση, 0,20 g θρεπτικού στοιχείου ανα kg εδάφους), ζεόλιθου (0 και 4% w/w) και κόμποστ (0, 20 και 40 % v/v) προερχόμενο από θαλάσσια φύκια με το εμπορικό όνομα Posidonia (Πίνακας 1). Συνολικά υπήρχαν 12 μεταχειρίσεις και 3 επαναλήψεις σε κάθε μεταχείριση. Κατά την συγκομιδή μετρήθηκε η υπέργεια βιομάζα και παράλληλα πάρθηκαν δείγματα εδάφους και φυτών για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων. Δείγματα φυτικών ιστών πάρθηκαν για τον προσδιορισμό των θρεπτικών στοιχείων και συγκεκριμένα των K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, και B.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά της Posidonia

pH	7-7,5
Υγρασία (%)	35-45
Ηλεκτρική αγωγιμότητα (1:5) (mS/cm)	2,98
N (%)	1-2
P ₂ O ₅ (%)	0,5-1
K ₂ O (%)	1-2
MgO (%)	2,5-8
CaCO ₃ (%)	7-14
Οργ. ουσία (%)	40-50
Αναλ. Na (meq/100g)	9,1
Ολικό K (mg/g)	0,59
Αναλ. K (meq/100g)	6-7
Γνωστογεία (%)	1-5

Αποτελέσματα και συζήτηση

Πίνακας 2. Ανάλυση της παραλλακτικότητας των δεδομένων της υπέργειας νωπής βιομάζας (FW) και της συγκέντρωσης των μακρο- και μικρο- θρεπτικών.

Πίνακας 2α

Source	df	FW			Na			K			Ca			Mg		
		MS	F	Sig.	MS	F	Sig.	MS	F	Sig.	MS	F	Sig.	MS	F	Sig.
ZEOLITE	1	336	1,74	0,19	13,22	6,66	0,02	7,21	1,99	0,10	0,03	0,00	0,95	0,26	3,45	0,69
COMPOST	2	1186	6,15	0,00	0,66	4,37	0,04	0,65	0,10	0,04	10,72	1,32	0,30	0,05	0,64	0,55
FERTILIZATION	1	5510	28,55	0,00	0,54	0,27	0,61	17,56	4,84	0,05	12,04	1,48	0,25	0,15	2,03	0,10

Πίνακας 2β

Source	df	Mn			Fe			Co			Zn			B		
		MS	F	Sig.	MS	F	Sig.	MS	F	Sig.	MS	F	Sig.	MS	F	Sig.
ZEOLITE	2	1,06	0,06	1,00	2164	0,01	0,92	00,6	1,10	0,31	50,53	0,25	0,70	3393	0,30	0,60
COMPOST	1	2732,54	10,34	0,00	1299559	5,95	0,02	33,1	0,60	0,56	103a	4,85	0,03	494071	03,20	0,00
FERTILIZATION	1	101164	302,00	0,00	1429700	65,06	0,00	5099	92,49	0,00	159231	420,75	0,00	1431012	025,10	0,00

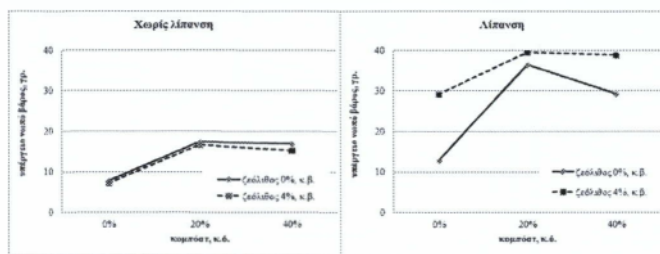
Πίνακας 2γ

	FW, g	Na, %	K, %	Ca, %	Mg, %	Mn, ppm	Fe, ppm	Co, ppm	Zn, ppm	B, ppm
Zeolite 0%	20,89	3,45 a	7,32	3,50	0,81 a	64	701	14,1	79,8	256
Zeolite 4%	24,42 ns	1,96 b	3,42 ns	3,57 ns	0,61 b	64ns	762ns	12,9ns	83,0ns	232ns
Compost 0%	14,25 b	1,73 b	7,70	4,75	0,67	05a	1,230a	12,2	64,9b	49c
Compost 20%	27,42 a	2,59ab	8,28	3,41	0,66	57b	601b	15,7	84,7ab	159b
Compost 40%	25,09 a	3,00a	7,71 ns	2,44 ns	0,00 ns	50b	402b	15,7ns	94,4a	524 a
Without fertilization	13,51 b	2,86	7,01 b	4,24	0,79	62	971	10,5b	50,4a	250a
Fertilization	31,00 a	2,56 ns	8,72 a	2,83 ns	0,63 ns	67	572	10,6a	72,4b	229b

Το κόμποστ καθώς και η λίπανση είχε θετική και στατιστικά σημαντική επίδραση στην υπέργεια βιομάζα (Πίνακας 2) ενώ ο ζεόλιθος δεν είχε στατιστικά σημαντικό

αποτέλεσμα. Ωστόσο στις μεταχειρίσεις με λίπανση η προσθήκη ζεόλιθου αύξησε την βιομάζα σε όλα τα επίπεδα του κομποστ (Σχήμα 1). Δεν παρατηρηθήκαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας στο κάρδαμο από την εφαρμογή της υψηλότερης δόσης κόμποστ.

Η προσθήκη κομποστ αύξησε στατιστικά σημαντικά την συγκέντρωση του Na (Πίνακας 2, Σχήμα 2) εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας του κομποστ σε Na. Η παρουσία ζεόλιθου μείωσε την πρόσληψη του Na (Σχήμα 2). Ο ζεόλιθος έχει σχετικά μεγάλη ικανότητα να προσροφά κατιόντα, μεταξύ αυτών και Na, από το εδαφικό διάλυμα (Li et al, 2000) με αποτέλεσμα την μείωση της πρόσληψης του από το φυτό. Η λίπανση δεν επηρέασε σημαντικά την συγκέντρωση του Na.



Σχήμα 1. Επίδραση του κομποστ, του ζεόλιθου και της ανόργανης λίπανσης στο υπέργειο υπό βάρους του κάρδαμου.

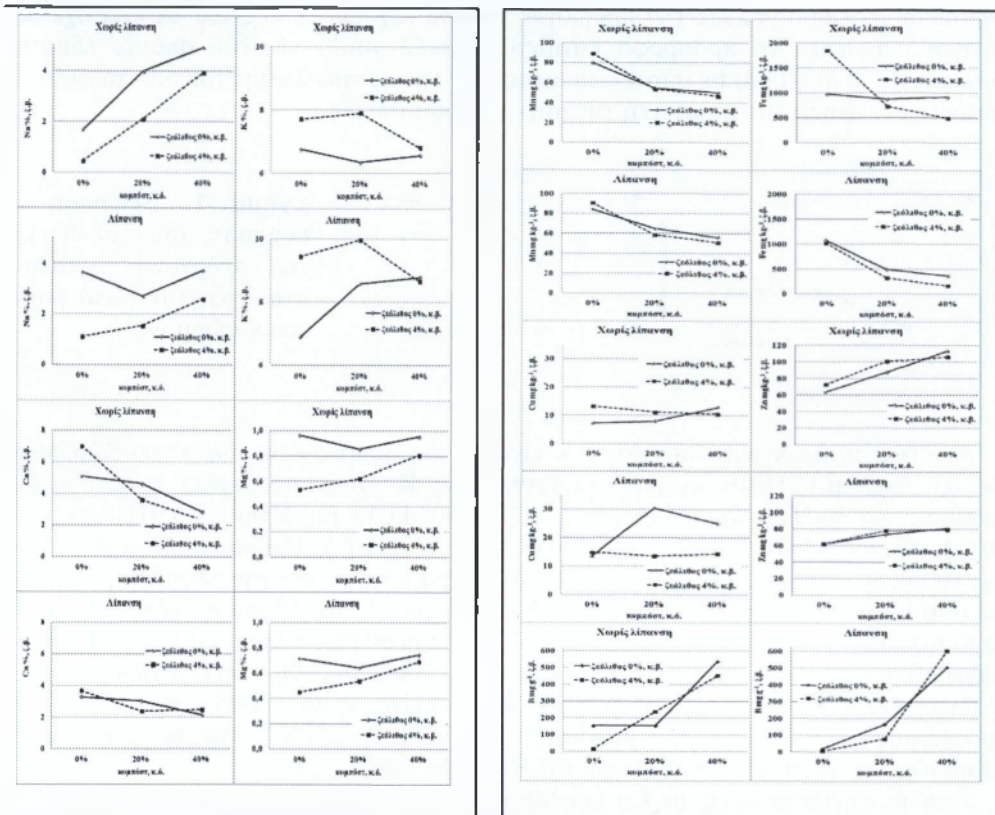
Από όλα τα θρεπτικά στοιχεία το K είναι το πιο άφθονο στα φύλλα του Κάρδαμου (6,3-10 %, ξ.β.). Πολύ υψηλές συγκεντρώσεις K έχουν αναφερθεί και σε άλλες εργασίες για τα *Lepidium Sativum* L. (1850.00±43.30 mg/100g ξ.β.) (Hassan κ.α., 2011), *Chenopodium album* (1326.9±118.2 mg/100g v.β.), *Cassia occidentalis* (2250 mg/100g ξ.β.) (Hassan κ.α., 2002). Το K δεν μεταβλήθηκε από την προσθήκη κομποστ αλλά αυξήθηκε από την προσθήκη ζεόλιθου. Ο Najafi-Ghiri (2014) συμπέρανε ότι τόσο το ανταλλάξιμο όσο και το υδατοδιαλυτό K αυξήθηκαν από την προσθήκη ζεόλιθου σε εδάφη πλούσια σε ανθρακικά άλατα. Το ανταλλάξιμο K αυξήθηκε στις μεταχειρίσεις με ζεόλιθο (δεδομένα δεν παρουσιάζονται) και αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της πρόσληψης του K από το κάρδαμο. Η ανόργανη NPK λίπανση, όπως ήταν αναμενόμενο, αύξησε την πρόσληψη του K από τα φυτά.

Υψηλές συγκεντρώσεις σε Ca και Mg προσδιορίστηκαν στα φύλλα του κάρδαμου τόσο εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης στο έδαφος σε ανθρακικά άλατα (38%) αλλά και λόγω το ότι κάρδαμο γενικά συσσωρεύει Mg και Ca στα φύλλα του (Hassan κ.α. 2011). Η προσθήκη κομποστ δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά το Ca και Mg (Πίνακας 2, Σχήμα 2). Ο ζεόλιθος επηρέασε αρνητικά την πρόσληψη των Ca και Mg αλλά είχε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα μόνο στο Mg. Η μείωση της πρόσληψης του Ca και Mg από το κάρδαμο είναι αποτέλεσμα της μεγάλης ιοντοανταλλακτικής ικανότητας του ζεόλιθου (Dyer, 1984) και ως εκ τούτου της προσρόφησης τους από το εδαφικό διάλυμα. Πράγματι οι συγκεντρώσεις των ανταλλάξιμων Ca και Mg μειώθηκαν στις μεταχειρίσεις με ζεόλιθο (Δεδομένα δεν παρουσιάζονται). Η NPK λίπανση δεν είχε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα.

Ο ζεόλιθος δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στις συγκεντρώσεις των Fe, Cu, Mn, και Zn. Το κομποστ μείωσε στατιστικά σημαντικά την πρόσληψη του Mn και Fe και αύξησε σημαντικά την πρόσληψη Zn. Η λίπανση αύξησε σημαντικά τον Cu ενώ μείωσε στατιστικά σημαντικά τον Zn. Οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων κυμάνθηκαν σε υψηλά για φυλλώδη λαχανικά επίπεδα (Odhav κ.α., 2007). Οι υψηλές συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων στα φύλλα και ειδικά του Fe φανερώνουν την διατροφική αξία του κάρδαμου. Όσο αφορά το B, η προσθήκη κομποστ αύξησε σημαντικά την πρόσληψη του B. Ο ζεόλιθος δεν είχε σημαντικό αποτέλεσμα στη

συγκέντρωση του Β και η λίπανση μείωσε σημαντικά τη συγκέντρωση του θρεπτικού στοιχείου.

Συμπερασματικά, η προσθήκη ζεόλιθου ενίσχυσε την αποτελεσματικότητα της οργανικής ή της χημικής λίπανσης. Το κάρδαμο είναι σημαντική πηγή ασβεστίου, μαγνησίου και ιχνοστοιχείων ιδιαίτερα σιδήρου.



Σχήμα 2. Επίδραση του κομπόστ, του ζεόλιθου και της ανόργανης λίπανσης στη συγκέντρωση του Na, K, Ca, Mg Mn, Fe, Cu, Zn, και Β στην υπέργεια βιομάζα του κάρδαμου.

Βιβλιογραφία

- Dyer, A. 1984. Uses of natural zeolites. *Chemistry and Industry*, 7: 241- 245p
- Hassan L.G., S.W. Hassan, T. Hashim, 1K.J. Umar and N.A. Sani 2011. Determination of nutritive values of garden cress (*Lepidium sativum* L.) leaves. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 4: 18 – 23.
- Hassan, L.G., Sani, N.A and Faruq, U.Z. 2002. Nutrient composition of *Cassia occidentalis* (L.) leaves. *Journal of Agriculture and Environment* 3: 399-403.
- Kesraouiouki, S., Cheeseman C.R., Perry R., 1994, *Journal of chemistry technology and biotechnology* 59:121-126
- Li, Z., D.Alessi, and L. Allen. 2000. Influence of Quaternary Ammonium on Sorption of Selected Metal Cations onto Clinoptilolite Zeolite. *J. Environ. Qual.* 31: 1106-1114.
- Najafi-Ghiri M. 2014. Effects of Zeolite and Vermicompost Applications on Potassium Release from Calcareous Soils *Soil & Water Res.*, 9: 31–37
- Odhav, B., Beekrum, S., Akula U.S., Baijnath, H. 2007. Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in Kwazulu-Natal, South Africa. *Journal of Food Composition and Analysis* 20: 430-443.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΥΞΗΣΗΣ, ΘΡΕΨΗΣ, ΚΑΡΠΟΛΟΓΙΚΩΝ, ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΜΙΚΡΟΚΑΡΠΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΤΥΠΟΥ «CHERRY»

Α. Ασημακοπούλου, Ε. Μανωλοπούλου, Ι. Σάλμας, Κ. Νηφάκος και Π. Καλογερόπουλος

Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αντικάλαμος, 241 00 Καλαμάτα

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η συγκριτική μελέτη των παραμέτρων αύξησης, ανόργανης θρέψης, καρπολογικών, φυσιολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών τριών ποικιλιών εγχώριας μικρόκαρπης τομάτας (*Lycopersicon esculentum* L.) (οι δύο οικότυποι «Αυθεντική» και «Καϊσιά» από το Τοματάκι Σαντορίνης και η ποικιλία «Τοματάκι Χίου») καθώς και τεσσάρων υβριδίων τομάτας τύπου «cherry» (Cherelino F1, Scintilla F1, Delicassi F1 και Zucchero F1). Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε θερμοκήπιο του ΤΕΙ Πελοποννήσου, σε φυτοδοχεία με μίγμα εδάφους:περλίτη 1:3 (v/v) την άνοιξη του 2012, για τρεις μήνες. Όσον αφορά στις παραμέτρους αύξησης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η Αυθεντική Σαντορίνης παρουσίασε σημαντικά μικρότερο ολικό νωπό βάρος (νβ) φυτού από τη Χίου, Zucchero και Delicassi καθώς και σημαντικά μικρότερο νβ υπέργειου τμήματος από τη Χίου, Καϊσιά και Zucchero ενώ η Delicassi είχε σημαντικά μεγαλύτερο νβ ρίζας και σχέση ρίζας/υπέργειο τμήμα από την Αυθεντική και την Καϊσιά. Ο αριθμός εμπορεύσιμων καρπών ήταν σημαντικά υψηλότερος στην Cherelino ακολουθούμενος από αυτόν της Scintilla και Zucchero αλλά το νβ των εμπορεύσιμων καρπών της Cherelino και της Αυθεντικής ήταν σημαντικά υψηλότερο από ό,τι των πέντε υπολοίπων γονοτύπων. Το υψηλότερο μέσο νβ καρπού ήταν της Αυθεντικής, ενδιάμεσο της Καϊσιάς και Χίου και μικρότερο των τεσσάρων υβριδίων. Οι συγκεντρώσεις των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα και τη ρίζα των φυτών δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ των επτά γονοτύπων. Συμπερασματικά, η Cherelino και η Αυθεντική παρουσίασαν τη μεγαλύτερη παραγωγή χωρίς να διαφοροποιηθεί σημαντικά η θρεπτική τους κατάσταση, και κατά συνέπεια οι απαιτήσεις τους σε λίπανση. Όσον αφορά στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά, η Αυθεντική και η Καϊσιά παρουσίασαν την υψηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα ακολουθούμενες από τη Χίου και Delicassi, η δε ποσότητα εκλυόμενου αιθυλενίου ήταν υψηλότερη στις εγχώριες ποικιλίες και την Zucchero. Η Cherelino και η Καϊσιά είχαν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C, η δε Scintilla και Καϊσιά την υψηλότερη περιεκτικότητα σε οργανικά οξέα. Η Delicassi και η Zucchero είχαν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά (°brix) ενώ η Χίου τη μικρότερη. Τις υψηλότερες ποσότητες φρουκτόζης παρουσίασαν η Delicassi και η Cherelino ενώ γλυκόζης η Delicassi ακολουθούμενη από τη Cherelino. Η Delicassi είχε επίσης και την υψηλότερη περιεκτικότητα ξηρής ουσίας χωρίς όμως να διαφέρει σημαντικά από την Καϊσιά και τη Scintilla, καθώς και την υψηλότερη τιμή pH. Ως προς το εξωτερικό χρώμα, οι τρεις εγχώριες ποικιλίες παρουσίασαν την υψηλότερη τιμή φωτεινότητας (L*) καθώς και την υψηλότερη τιμή του χρωματικού παράγοντα (a*). Δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά η φωτεινότητα (L*) του πολτού μεταξύ των εγχώριων ποικιλιών και των υβριδίων τύπου cherry ενώ οι ελληνικές ποικιλίες και η Scintilla παρουσίασαν την υψηλότερη τιμή του χρωματικού παράγοντα (a*).

Λέξεις κλειδιά: Παραγωγή, Αιθυλένιο, Βιταμίνη C, Φρουκτόζη, Γλυκόζη, Χρώμα

Εισαγωγή

Η διατήρηση και αξιοποίηση εγχώριων ποικιλιών τομάτας, εκτός από τη διάσωση των εγχώριων γενετικών πόρων και τη συνέχεια της βιοποικιλότητας, μπορεί να συνεισφέρει και στην αναβάθμιση των αγρονομικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας. Η υψηλή φαινοτυπική παραλλακτικότητα μεταξύ των εγχώριων ποικιλιών τομάτας τις καθιστά πολύτιμες πηγές γονιδίων για τη δημιουργία σύγχρονων εμπορικών ποικιλιών, ανεκτικών έναντι πολλών βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων καταπόνησης (Τράκα-Μαυρωνά κ.ά., 2006, 2011).

Το τοματάκι Σαντορίνης αποτελεί τοπικό προϊόν εξαιρετικής ποιότητας που μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην τοπική οικονομία. Παράγεται από τουλάχιστον δύο διαφορετικούς οικότυπους Σαντορινιάς τομάτας, τον οικότυπο 'Αυθεντική' ή 'Καθαρή', τύπος μικρόκαρπης 'Marmande', και τον οικότυπο 'Παραδοσιακή' ή 'Καϊσιά', τύπος μικρόκαρπης, ελαφρά πεπλατυσμένης έως σφαιρικής τομάτας, που καλλιεργούνται παραδοσιακά (με απευθείας σπορά, χωρίς άρδευση και αγροχημικά, κ.ά.) (Τρακα-Μαυρονα κ.ά., 2002). Οι διάφοροι οικότυποι καλλιεργούνται ως μίγματα, με αποτέλεσμα να υπάρχει πληθώρα γενοτύπων επιμολυσμένων με ποικιλίες τομάτας, τύπου cherry, κ.ά.

Από την άλλη πλευρά, οι τομάτες τύπου cherry γίνονται όλο και πιο σημαντικοί τύποι τομάτας για νωπή κατανάλωση καθώς χαρακτηρίζονται από υψηλότερα ποσοστά ξηρής ουσίας και ολικών διαλυτών στερεών συστατικών συγκριτικά με τις μεγαλόκαρπες τομάτες, η δε κατανάλωσή τους έχει αυξηθεί πολύ τα τελευταία χρόνια.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η συγκριτική μελέτη βιομετρικών και καρπολογικών χαρακτηριστικών, καθώς και της ανόργανης θρέψης τριών εγχώριων ποικιλιών μικρόκαρπης τομάτας (των δύο οικότυπων «Αυθεντική» και «Καϊσιά» από το Τοματάκι Σαντορίνης, το «Τοματάκι Χίου») και τεσσάρων υβριδίων τύπου «cherry» (Cherelino F1, Scintilla F1, Delicassi F1 και Zucchero F1, καθώς και των φυσιολογικών, χημικών και φυσικών χαρακτηριστικών των καρπών τους.

Υλικά και Μέθοδοι

Μελετήθηκαν τέσσερα υβρίδια τομάτας τύπου «cherry»: 1. Cherelino F1 της εταιρείας Rigakis Seeds ΑΕΒΕ, και τα 2. Scintilla F1, 3. Delicassi F1 και 4. Zucchero F1 της εταιρείας Fytro Seeds ΑΕ, καθώς και τρεις ποικιλίες εγχώριας μικρόκαρπης τομάτας, δύο οικότυποι από το «Τοματάκι Σαντορίνης»: 5. «Αυθεντική Σαντορίνης ή Καθαρή» και 6. «Καϊσιά ή Παραδοσιακή» καθώς και 7. η ποικιλία «Τοματάκι Χίου».

Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε θερμοκήπιο του ΤΕΙ Πελοποννήσου, την άνοιξη του 2012, σε φυτοδοχεία των 12,0 λίτρων που περιείχαν μίγμα πηλώδους εδάφους και περλίτη (3:1, v/v). Στα φυτά χορηγείτο πλήρες θρεπτικό διάλυμα (ΘΔ) Hoagland No 2, με ανοιχτό σύστημα παροχής και με τη βοήθεια αντλιών και χρονοπρογραμματιστή, για χρονικό διάστημα τριών μηνών. Το pH του θρεπτικού διαλύματος κυμαινόταν από 5,9-6,0, ενώ η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) διατηρήθηκε στο 2,5 mS cm⁻¹. Η μέση θερμοκρασία από 24/4 έως 30/4 ήταν 19,8°C, από 1/5 έως 31/5 21,3°C, από 1/6 έως 30/6 26,1°C και από 1/7 έως 24/7 28,3°C. Η 1^η συγκομιδή ώριμων καρπών έγινε στις 21/6/2012, ακολούθησαν δε άλλες πέντε, μία ανά εβδομάδα. Σε κάθε συγκομιδή καταγραφόταν: ο αριθμός και το νβ των εμπορεύσιμων και μη καρπών καθώς και η πολική και ισημερινή διάμετρος καρπού. Στο τέλος του πειράματος προσδιορίστηκαν βιομετρικά χαρακτηριστικά των φυτών (νβ και ξβ υπέργειου τμήματος φυτού και ρίζας, σχέση ρίζας/υπέργειο τμήμα) καθώς και η περιεκτικότητα των φύλλων σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων έγινε με διεθνώς αναγνωρισμένες μεθόδους (Allen, 1989, 1991, Kalra, 1998).

Προσδιορίστηκαν επίσης διάφορα φυσιολογικά, χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά των καρπών όπως η αναπνευστική δραστηριότητα, η παραγωγή αιθυλενίου, η περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (^obrix), σε οργανικά οξέα, σε βιταμίνη C, σε ξηρή ουσία, σε σάκχαρα (φρουκτόζη, γλυκόζη, σακχαρόζη), το pH, καθώς και το εξωτερικό χρώμα του καρπού και της πούλπας.

Αποτελέσματα & Συζήτηση

Βιομετρικά και καρπολογικά χαρακτηριστικά- Ανόργανη θρέψη

Όσον αφορά στις παραμέτρους αύξησης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η Αυθεντική Σαντορίνης παρουσίασε σημαντικά μικρότερο ολικό νερό βάρος (νβ) φυτού από τη Χίου, Zucchero και Delicassi καθώς και σημαντικά μικρότερο νβ υπέργειου τμήματος από τη Χίου, Καϊσιά και Zucchero ενώ η Delicassi είχε σημαντικά μεγαλύτερο νβ ρίζας και σχέση ρίζας/υπέργειο τμήμα από ό,τι η Αυθεντική και η Καϊσιά (Πίν. 1).

Το νβ των εμπορεύσιμων καρπών της Cherelino και της Αυθεντικής ήταν σημαντικά υψηλότερο από ό,τι των πέντε υπολοίπων ποικιλιών. Ο αριθμός εμπορεύσιμων καρπών ήταν σημαντικά υψηλότερος στην Cherelino, ακολουθούμενος από αυτόν της Scintilla και Zucchero. Το μέσο νβ καρπού ήταν υψηλότερο στην Αυθεντική, ενδιάμεσο στην Καϊσιά και τη Χίου και μικρότερο στα τέσσερα υβρίδια, όπως εξάλλου αναμενόταν καθώς οι τρεις εγχώριες ποικιλίες είναι μικρόκαρπες ενώ τα υβρίδια τύπου cherry.

Οι συγκεντρώσεις των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα και τη ρίζα των φυτών δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ των επτά ποικιλιών (Πίν. 2).

Φυσιολογικά, Χημικά και Φυσικά χαρακτηριστικά καρπών

Η Αυθεντική και η Καϊσιά παρουσίασαν την υψηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα ακολουθούμενες από τη Χίου και Delicassi, η δε ποσότητα εκλυόμενου αιθυλενίου ήταν υψηλότερη στις εγχώριες ποικιλίες και την Zucchero (Πίν. 3). Η Cherelino και η Καϊσιά είχαν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C, η δε Scintilla και Καϊσιά την υψηλότερη περιεκτικότητα σε οργανικά οξέα. Η Delicassi και η Zucchero είχαν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά (^obrix) ενώ η Χίου τη μικρότερη. Τις υψηλότερες ποσότητες φρουκτόζης παρουσίασαν η Delicassi και η Cherelino ενώ γλυκόζης η Delicassi ακολουθούμενη από τη Cherelino. Η Delicassi είχε επίσης και την υψηλότερη περιεκτικότητα ξηρής ουσίας, χωρίς όμως να διαφοροποιείται σημαντικά από την Καϊσιά και τη Scintilla, καθώς και την υψηλότερη τιμή pH (Πίν. 3. Ως προς το εξωτερικό χρώμα, οι τρεις εγχώριες ποικιλίες παρουσίασαν την υψηλότερη τιμή φωτεινότητας (L*) καθώς και την υψηλότερη τιμή του χρωματικού παράγοντα (a*). Δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά η φωτεινότητα (L*) της πούλπας μεταξύ των εγχώριων ποικιλιών και των υβριδίων τύπου cherry ενώ οι ελληνικές ποικιλίες και η Scintilla παρουσίασαν την υψηλότερη τιμή του χρωματικού παράγοντα (a*) (Πίν. 4).

Πίνακας 1. Βιομετρικά και καρπολογικά χαρακτηριστικά τριών εγχώριων ποικιλιών μικρόκαρπης τομάτας και τεσσάρων υβριδίων τύπου «cherry»

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	NB	NB	NB	Ρίζα/	Υδατο-	Εμπορ/	Αριθ.	Μέσο
	φυτού	υπέργ.	ρίζας	Υπέργ.	περ/τα	σμοί	εμπορ.	βάρος
	(g)	τμήμ/τος	(g)	τμήμα	ιστών	(g νβ)	καρπών	(g νβ)
		(g)	(g)	(g)	%			
Cherelino	822,8 ab	751,4 ab	70,6 ab	0,09 ab	83,2 bc	421,1 b	47,4 c	8,9 a
Delicassi	863,4 a	786,7 ab	95,0 b	0,13 b	81,4 a	121,0 a	18,3 a	6,4 a
Scintilla	826,9 ab	763,7 ab	71,6 ab	0,10 ab	82,7 abc	192,6 a	26,1 b	7,0 a
Zucchero	883,6 a	805,4 a	68,1 ab	0,08 ab	82,5 abc	204,4 a	27,7 b	7,3 a
Χίου	955,4 a	841,3 a	78,5 ab	0,09 ab	85,6 d	203,9 a	13,0 a	14,8 b
Σαντ. Αυθ.	695,7 b	674,7 b	53,7 a	0,08 ab	83,7 c	343,7 b	16,0 a	23,4 c
Σαντ. Καϊσιά	799,5 ab	803,0 a	53,4 a	0,07 a	82,3 ab	182,2 a	13,7 a	13,3 b

*Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης, ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν σημαντικά (LSD test).

Πίνακας 2. Συγκέντρωση μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων στα φύλλα τριών εγχώριων ποικιλιών μικρόκαρπης τομάτας και τεσσάρων υβριδίων τύπου «cherry»

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B
Cherelino	28,3 ab	3,3 d	25,1 a	66,ab	11,0 a	182,4 abc	22,2 ab	54,7 a	115,1 a
Delicassi	30,0 abc	2,2 abc	26,2 a	59,1 ab	11,2 a	152,0 a	20,9 a	39,9 a	115,1 a
Schintilla	30,9 abc	1,7 ab	24,8 a	68,1 b	12,0 a	170,8 ab	19,7 a	43,3 a	102,3 a
Zucchero	34,2 bc	2,4 a-d	26,9 a	59,2 ab	11,1 a	161,5 ab	18,6 a	44,3 a	108,9 a
Χίου	35,7 c	2,8 cd	18,6 a	64,3 ab	12,4 a	198,5 bc	32,9 c	41,3 a	106,2 a
Σαντ. Αυθ/κή	26,1 a	2,6 a-d	26,9 a	53,6 a	10,4 a	180,7 abc	17,4 a	49,2 a	96,4 a
Σαντ. Καϊσιά	25,9 a	1,5 a	15,8 a	65,3 ab	12,3 a	222,3 c	26,1 b	47,0 a	117,9 a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης, ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν σημαντικά (LSD test).

Πίνακας 3. Φυσιολογικά & Χημικά χαρακτηριστικά καρπών τριών εγχώριων ποικιλιών μικρόκαρπης τομάτας και τεσσάρων υβριδίων τύπου «cherry»

Ποικιλίες	Αναπνοή (ml CO ₂ /h/100 g F.W)	Αιθου- λένιο (nmoles/ h/kg)	Ασκαρ- βικό οξύ (mg/ 100 g)	Οξύτητα (% κιτρικό οξύ)	Brix %	pH	Ξηρά ουσία %	Φρουκ- τόζη (mg/100 mg FW)	Γλυκόζη (mg/100 mg FW)	Σακχα- ρόζη (mg/100 mg FW)
Χίου	1,87 cd	2,79 a	13,0 bcd	0,47 a	4,95 a	4,06 c	7,67 a	1,21 a	1,20 a	0,00 a
Σαντ. Καϊσιά	2,44 d	2,82 a	17,66 de	1,06 b	6,40 c	3,96 ab	9,5 abc	1,54 ab	1,80 ab	0,01 ab
Σαντ. Αυθ/κή	2,26 d	3,03 a	9,33 b	0,74 ab	5,90 b	3,95 ab	7,93 a	1,38 ab	1,48 a	0,00 a
Zucchero F1	1,30 bc	2,99 a	12,5 bc	0,68 ab	8,05 c	3,98 b	7,10 a	1,87 bc	2,34 bc	0,02 b
Cherelino F1	0,74 a	0,84 b	18,0 c	0,66 ab	6,96 d	4,08 c	8,96 ab	2,09 c	2,51 c	0,01 a
Schintilla F1	1,25 ab	0,99 bc	16,3 cde	1,10 b	7,40 d	3,91 a	11,05 bc	1,57 ab	1,88 abc	0,01 ab
Delicassi F1	1,40 bc	1,78 c	3,3 a	0,95 ab	9,00 c	4,15 d	11,6 c	2,43 c	3,38 d	0,05 c

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης, ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν σημαντικά (LSD test).

Πίνακας 4. Φυσικά χαρακτηριστικά καρπών τριών εγχώριων ποικιλιών μικρόκαρπης τομάτας και τεσσάρων υβριδίων τύπου «cherry»

Ποικιλίες	Εξωτερικό Χρώμα					Εσωτερικό χρώμα				
	L*	a*	a*/b*	C*	h°	L*	a*	a*/b*	C*	h°
Χίου	41,7 cd	26,9 de	0,94 de	39,7 c	47,0 ab	40,71ab	19,25b	1,13c	25,74ac	41,51a
Σαντ. Καϊσιά	41,6 c	28,3 e	0,98 e	40,8 c	45,7 a	40,55ab	20,03b	1,16c	26,57a	41a
Σαντ. Αυθ/κή	43,5 d	25,6 cd	0,84 c	40,4 c	50,4 b	40,72ab	20,34b	1,11c	27,4ab	42,05ab
Zucchero F1	38,15 b	14,8 a	0,71 b	25,9 a	54,9 c	38,05a	15,46a	0,75a	25,64a	52,96a
Cherelino F1	35,56 a	20,4 b	0,73 b	34,6 b	53,8 c	42,16b	16,25a	0,77a	26,76a	52,5a
Schintilla F1	35,95 a	22,00 b	0,89 cd	33,4 b	48,5 b	42,69b	20,55b	0,94b	30,23b	46,99b
Delicassi F1	38,67 b	24,5 c	0,64 a	46,2 d	57,8 d	42,73b	15,73a	0,84ab	24,47a	49,97a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης, ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν σημαντικά (LSD test).

Βιβλιογραφία

- Allen, S.E. 1989. Chemical Analysis of Ecological Materials. 2nd Edition. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne.
- Karla, Y. 1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press. N.Y.
- Traka-Mavrona, E., A, Koutsos, T., Tasios, V., Palatos, G., Stavropoulos, N. and Mellidis, V. 2002. Santorini tomato: Description, evaluation and use. 1st Cherry Tomato Santorini International Conference, Book of Proceedings, p. 5-12.
- Τράκα-Μαυρωνά, Αικ., και Μ. Κούτσικα-Σωτηρίου. 2006. Προτάσεις δημιουργίας εναλλακτικών τύπων μικρόκαρπης τομάτας. Πρακτικά 11^{ου} Συνεδρίου Ε.Ε.Ε.Γ.Β.Φ.
- Τράκα-Μαυρωνά, Α., Τσιβελίκας, Α.Α., Σαμαράς, Σ., Σταυρόπουλος, Ν. και Κούτσικα-Σωτηρίου, Μ. 2011. Γενετική συγγένεια μικρόκαρπης τομάτας 'τοματάκι Σαντορινής' με άλλες εγχώριες ποικιλίες τομάτας. Πρακτικά 25ου Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 15(β): 261-263.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ ΣΤΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΑΝΘΟΚΥΑΝΩΝ ΚΑΙ ΤΟ ΧΡΩΜΑ ΒΛΑΣΤΩΝ ΛΕΥΚΟΥ ΣΠΑΡΑΓΓΙΟΥ

Α. Κουκουνάρας, Φ. Γκιλιοπούλου και Α.Σ. Σιώμος

*Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Λαχανοκομίας,
541 24 Θεσσαλονίκη*

Περίληψη

Στην εργασία αυτή διερευνήθηκε η επίδραση του αιθυλενίου στη σύνθεση ανθοκυανών και το χρώμα βλαστών λευκού σπαραγγιού. Βλαστοί λευκού σπαραγγιού δύο υβριδίων (Darbella και Grolim) διατηρήθηκαν για 6 ημέρες στους 4 °C σε τέσσερεις συγκεντρώσεις αιθυλενίου (0, 1, 10 και 100 $\mu\text{L L}^{-1}$) στην ατμόσφαιρα διατήρησης. Ακολούθως οι βλαστοί μεταφέρθηκαν στους 20 °C στον αέρα, για 1 ημέρα. Στις 0, 2, 4, 6 και 7 ημέρες διατήρησης προσδιορίστηκε με χρωματόμετρο το χρώμα των βλαστών στα 1, 2, 3 και 11 cm από την κορυφή, ενώ στις 0 και 7 ημέρες διατήρησης προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες των επιδερμικών ιστών του κορυφαίου (0-7 cm) τμήματος των βλαστών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά από 6 ημέρες διατήρησης στον αέρα στους 4 °C και 1 ημέρα στους 20 °C ελάχιστη ποσότητα ανθοκυανών συντέθηκε στο υβρίδιο Darbella, ενώ αντίθετα σημαντικά μεγαλύτερη (κατά 5 φορές) συντέθηκε στο υβρίδιο Grolim. Η παρουσία του αιθυλενίου στο περιβάλλον διατήρησης είχε σημαντική επίδραση στη σύνθεση ανθοκυανών μόνο στο υβρίδιο Grolim, στο οποίο συγκέντρωση 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ αιθυλενίου στο περιβάλλον διατήρησης προκάλεσε μικρή μείωση της περιεκτικότητας σε ανθοκυάνες, σε σχέση με τα 0 $\mu\text{L L}^{-1}$ αιθυλενίου. Οι μεταβολές στο χρώμα της κορυφής των βλαστών, όπως αυτές προσδιορίστηκαν με τις παραμέτρους L^* και h° ήταν μεγαλύτερες στο υβρίδιο Grolim σε σχέση με το υβρίδιο Darbella, επιβεβαιώνοντας την εντονότερη εμφάνιση βιολέ χρωματισμού στην κορυφή των βλαστών του υβριδίου Grolim, χωρίς ωστόσο και αυτές να επηρεασθούν αξιοσημείωτα από την παρουσία του αιθυλενίου.

Λέξεις κλειδιά: βιολέ χρωματισμός, ατμόσφαιρα διατήρησης

Εισαγωγή

Το λευκό σπαράγγι αποτελεί μια εξαιρετικής οικονομικής σημασίας καλλιέργεια για τη χώρα μας, λόγω των εξαγωγών που αγγίζουν το 99% της παραγωγής και το κατατάσσουν στην πρώτη θέση, με βάση την αξία, μεταξύ των εξαγόμενων ελληνικών λαχανικών. Η σύνθεση ανθοκυανών στην κορυφή των βλαστών λευκού σπαραγγιού παρατηρείται μετασυλλεκτικά μετά από έκθεση των βλαστών στο φως και έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση βιολέ χρωματισμού, με συνέπεια την υποβάθμιση της ποιότητάς τους (King κ.ά., 1987).

Το αιθυλένιο αποτελεί μια φυτική ορμόνη με ποικίλες επιδράσεις (θετικές και αρνητικές) στην αύξηση, ανάπτυξη και διατηρησιμότητα των οπωροκηπευτικών ακόμα και σε συγκεντρώσεις του 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ (Saltveit, 1999). Το αιθυλένιο είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη σύνθεση ανθοκυανών στους φυτικούς ιστούς, οι οποίες είναι τελικά προϊόντα του μεταβολισμού των φαινυλπροπανοϊδών ενώσεων (Faragher & Brohier, 1984). Ωστόσο, τα αποτελέσματα που έχουν αναφερθεί είναι ποικίλα, καθώς η επίδρασή του σχετίζεται με το είδος και την ηλικία του φυτικού ιστού, την παρουσία ή απουσία φωτός, τη συγκέντρωση και τη διάρκεια εφαρμογής του κ.α., ενώ δεν υπάρχουν αναφορές για την επίδρασή του στους βλαστούς λευκού σπαραγγιού (Saltveit, 1999).

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του αιθυλενίου στην ατμόσφαιρα διατήρησης στη σύνθεση ανθοκυανών και το χρώμα βλαστών λευκού σπαραγγιού.

Υλικά και μέθοδοι

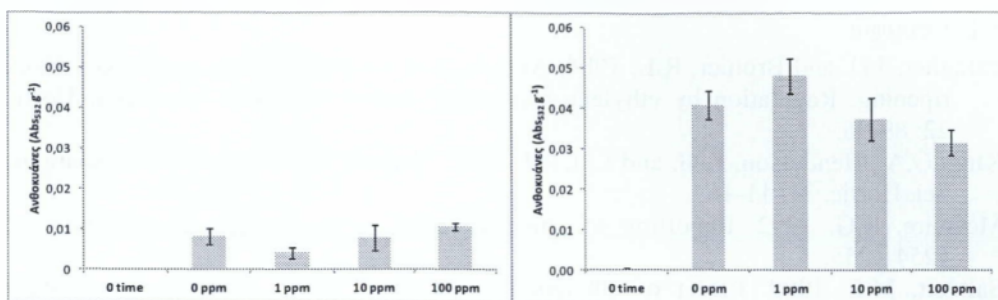
Βλαστοί λευκού σπαραγγιού δύο υβριδίων (Darbella και Grolim) πάχους 16-20 mm και μήκους 21 cm, εκτέθηκαν στο φως για 1,5 ώρα περίπου στη διάρκεια των μετασυλλεκτικών χειρισμών και τοποθετήθηκαν σε πλαστικά βαρέλια όγκου 35 L, στα οποία εφαρμόστηκαν τέσσερις συγκεντρώσεις αιθυλενίου (0, 1, 10 και 100 $\mu\text{L L}^{-1}$) σε κλειστό σύστημα με παγίδα NaOH, για δέσμευση του παραγόμενου CO₂. Μετά από διατήρηση για 6 ημέρες στους 4 °C, οι βλαστοί μεταφέρθηκαν στους 20 °C στον αέρα, για 1 ημέρα. Σε κάθε μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν 3 επαναλήψεις των 4 βλαστών. Στις 0, 2, 4, 6 και 7 ημέρες διατήρησης προσδιορίστηκε το χρώμα των βλαστών στα 1, 2, 3 και 11 cm από την κορυφή, με χρωματόμετρο Minolta CR-200 (Minolta, Osaka, Japan). Το χρωματόμετρο βαθμονομήθηκε με την πρότυπη εργοστασιακή λευκή πλάκα. Το χρώμα εκφράστηκε στην κλίμακα L*, a* και b* και από τις τιμές a* και b* υπολογίστηκε η γωνία Hue και το χρώμα C* (McGuire, 1992). Η παράμετρος L* χαρακτηρίζει τη φωτεινότητα, η γωνία Hue το χρώμα σε μορφή σφαίρας όπου 0°=κόκκινο, 90°=κίτρινο, 180°=πράσινο και 270°=μπλε ενώ η παράμετρος C χαρακτηρίζει την ένταση του χρώματος (McGuire, 1992). Επίσης στις 0 και 7 ημέρες διατήρησης προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες των επιδερμικών ιστών του κορυφαίου (0-7 cm) τμήματος των βλαστών. Συγκεκριμένα αφού ξεφλουδίστηκαν οι βλαστοί, οι φλούδες (~5 g) ομογενοποιήθηκαν σε μπλέντερ με οξινισμένη αιθανόλη (80% αιθανόλη + 2% HCl) και προσδιορίστηκε η απορρόφηση τους στα 532 nm (Siomos κ.ά., 2001). Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως απορρόφηση ανά γραμμάριο νερού βάρους (Abs₅₃₂ g⁻¹). Σε κάθε μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν 3 επαναλήψεις των 4 βλαστών ενώ οι τιμές που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι \pm Τ.Σ.

Αποτελέσματα και συζήτηση

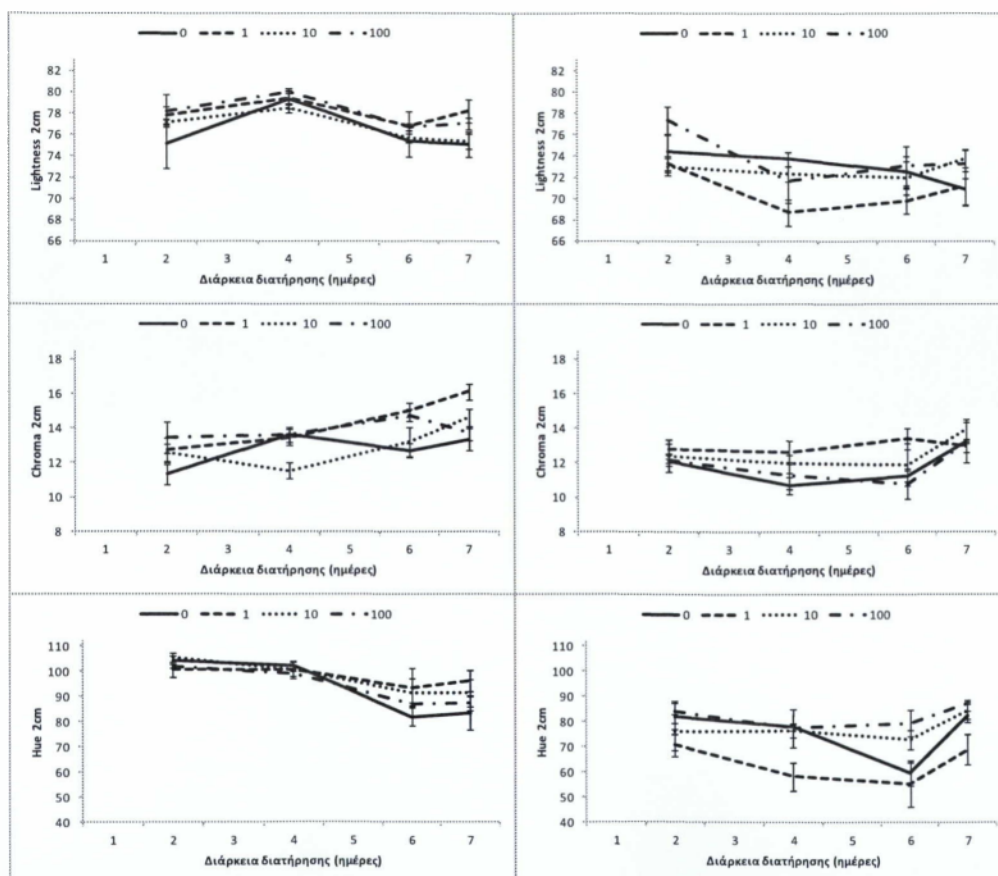
Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά από 6 ημέρες διατήρησης στον αέρα στους 4 °C και 1 ημέρα στους 20 °C ελάχιστη ποσότητα ανθοκυανών συντέθηκε στο υβρίδιο Darbella, ενώ αντίθετα σημαντικά μεγαλύτερη (κατά 5 φορές) συντέθηκε στο υβρίδιο Grolim (Σχ. 1). Η παρουσία του αιθυλενίου στο περιβάλλον διατήρησης είχε σημαντική επίδραση στη σύνθεση ανθοκυανών μόνο στο υβρίδιο Grolim, στο οποίο συγκέντρωση 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ αιθυλενίου στο περιβάλλον διατήρησης προκάλεσε μικρή μείωση της περιεκτικότητας σε ανθοκυάνες, σε σχέση με τα 0 $\mu\text{L L}^{-1}$ αιθυλενίου. Οι μεταβολές στο χρώμα της κορυφής των βλαστών, όπως αυτές προσδιορίστηκαν με τις παραμέτρους L* και Hue ήταν μεγαλύτερες στο υβρίδιο Darbella, σε σχέση με το υβρίδιο Grolim, επιβεβαιώνοντας την εντονότερη εμφάνιση βιολέ χρωματισμού στην κορυφή των βλαστών του υβριδίου Darbella, χωρίς ωστόσο και αυτές να επηρεασθούν αξιοσημείωτα από την παρουσία του αιθυλενίου (Σχ. 2). Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι η παρουσία αιθυλενίου στο περιβάλλον διατήρησης δεν έχει αξιοσημείωτη επίδραση στις μεταβολές του χρώματος και στη σύνθεση ανθοκυανών στους βλαστούς λευκού σπαραγγιού.

Ευχαριστίες

Ευχαριστίες εκφράζονται προς την Επιτροπή Ερευνών του ΑΠΘ για τη χρηματοδότηση στα πλαίσια του έργου 'Ενίσχυση νέων ερευνητών στη βαθμίδα του Λέκτορα - 2011'.



Σχήμα 1. Οι ανθοκυάνες βλαστών λευκού σπαραγγιού στο κορυφαίο τμήμα του βλαστού (0-7 cm) μετά τη διατήρηση τους στους 4°C για 6 ημέρες σε διάφορες συγκεντρώσεις αιθυλενίου (0, 1, 10 και 100 μl l⁻¹) και 'ζωή στο ράφι' για 1 ημέρα. Στο αριστερό γράφημα αναφέρονται τα αποτελέσματα του υβριδίου Darbella και στο δεξί του υβριδίου Grolim. Κάθε στήλη είναι μέσος όρος 3 επαναλήψεων ± Τ.Σ.



Σχήμα 2. Οι παράμετροι του χρώματος (L*, Ho, C*) βλαστών λευκού σπαραγγιού στα 2 cm από την κορυφή τους κατά τη διατήρηση τους στους 4°C για 6 ημέρες σε διάφορες συγκεντρώσεις αιθυλενίου (0, 1, 10 και 100 μl l⁻¹) και 'ζωή στο ράφι' για 1 ημέρα. Στην αριστερή στήλη αναφέρονται τα αποτελέσματα του υβριδίου Darbella και στη δεξιά του υβριδίου Grolim. Κάθε σημείο είναι μέσος όρος 3 επαναλήψεων ± Τ.Σ. Η οριζόντια γραμμή αντιπροσωπεύει την τιμή στο χρόνο 0.

Βιβλιογραφία

- Faragher, J.D. and Brohier, R.L. 1984. Anthocyanin accumulation in apple skin during ripening: Regulation by ethylene and phenylalanine ammonia-lyase. *Sci. Hortic.* 22: 89-96.
- King, G.A., Henderson, K.G. and Lill, R.E. 1987. Sensory analysis of stored asparagus. *Sci. Hortic.* 31: 11-16.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27: 1254-1255.
- Saltveit, M.E. 1999. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 15: 279-292.
- Siomos, A.S., Dogras, C.C. and Sfakiotakis E.M. 2001. Color development in harvested white asparagus spears in relation to carbon dioxide and oxygen concentration. *Postharvest Biol. Technol.* 23: 209-214.

ΤΟ ΚΑΦΕΤΙΑΣΜΑ ΤΟΥ ΝΩΠΟΥ ΤΕΜΑΧΙΣΜΕΝΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΓΕΝΟΤΥΠΟ ΚΑΙ ΤΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

Α. Κουκουνάρας¹, Π. Τσουβαλτζής¹, Θ. Κουφάκης², Κ. Παπουτσής¹, Σ. Γκούντινα¹, Μ. Παπαχριστοδούλου¹, Δ. Κασαπαλής¹, Χ. Χατζηδήμος¹ και Α.Σ. Σιώμος¹

¹ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Λαχανοκομίας, 541 24 Θεσσαλονίκη

² Agris ΑΕ, Κλειδί Ημαθίας, 59032

Περίληψη

Στην εργασία αυτή διερευνήθηκε η επίδραση του γενοτύπου και της φυσιολογικής ηλικίας του μαρουλιού στο καφέτιασμα του νωπού τεμαχισμένου προϊόντος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι γενοτύποι που μελετήθηκαν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς το καφέτιασμα των νωπών τεμαχισμένων φύλλων, ενώ αντίθετα η φυσιολογική ηλικία είχε επίδραση σε μεμονωμένες περιπτώσεις. Ειδικότερα, από τα υβρίδια του τύπου Βατανία, σε όλες τις φυσιολογικές ηλικίες, το Atoll παρουσίασε τη μεγαλύτερη διάρκεια διατήρησης (8-12 ημέρες), ενώ το Cincinnati τη μικρότερη (4-8 ημέρες). Αντίθετα, σε 3 από τα 5 υβρίδια τύπου Romana τα αποτελέσματα διαφοροποιήθηκαν με τη φυσιολογική ηλικία του φυτού. Ειδικότερα, η διάρκεια διατήρησης ήταν μεγαλύτερη στα μικρότερης φυσιολογικής ηλικίας φυτά του υβριδίου Kismy, 10 και 6 ημέρες αντίστοιχα και στα μεγαλύτερης ηλικίας φυτά των υβριδίων Bacio και Teresa από 7 και 6 ημέρες αντίστοιχα στις 12 ημέρες.

Λέξεις κλειδιά: έτοιμες σαλάτες, ποικιλία, διατήρηση, στάδιο συγκομιδής

Εισαγωγή

Το νωπό τεμαχισμένο μαρούλι είναι από τα προϊόντα με τη μεγαλύτερη ζήτηση από τους καταναλωτές και τις εταιρίες μαζικής εστίασης. Ωστόσο, το καφέτιασμα που παρατηρείται στα σημεία τομής έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική υποβάθμιση της ποιότητάς του (Lopez-Galvez κ.ά., 1996). Στη βιβλιογραφία υπάρχουν μελέτες για την επίδραση διαφόρων παραγόντων, όπως είναι ο τύπος του μαρουλιού (Lopez-Galvez κ.ά., 1996), η ποικιλία (Cantos κ.ά., 2001), η συντήρηση πριν το τεμαχισμό (Lopez-Galvez κ.ά., 1996), η θέση του τεμαχισμένου κομματιού στο φυτό (Fukumoto κ.ά., 2002), η εμφύσηση σε διάφορα διαλύματα (Ihl κ.ά., 2003) και η θερμική μεταχείριση (Salveit, 2000). Ωστόσο περιορισμένα είναι τα δεδομένα για την επίδραση της φυσιολογικής ηλικίας του φυτού κατά τη συγκομιδή στο καφέτιασμα του νωπού τεμαχισμένου προϊόντος.

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του γενοτύπου και της φυσιολογικής ηλικίας του μαρουλιού στο καφέτιασμα του νωπού τεμαχισμένου προϊόντος.

Υλικά και μέθοδοι

Φυτά μαρουλιού 5 υβριδίων του τύπου Romana (Bacio, Green Towers, Picos CLX, Picos FM, Teresa) και 5 υβριδίων του τύπου Batavia (Mastamar, Kismy, Atoll, Starfighter, Cincinnati) καλλιεργήθηκαν στο έδαφος σε γυάλινο θερμοκήπιο στις εγκαταστάσεις της Agris ΑΕ στο Κλειδί Ημαθίας κατά την περίοδο Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου 2012 σύμφωνα με τις συνήθειες καλλιεργητικές πρακτικές. Η συγκομιδή

πραγματοποιήθηκε στις 30/11, 14/12 και 27/12 (46, 60 και 73 ημέρες από τη μεταφύτευση), ημερομηνίες που αντιστοιχούσαν σε φυτά νεαράς, ενδιάμεσης και ώριμης φυσιολογικής ηλικίας.

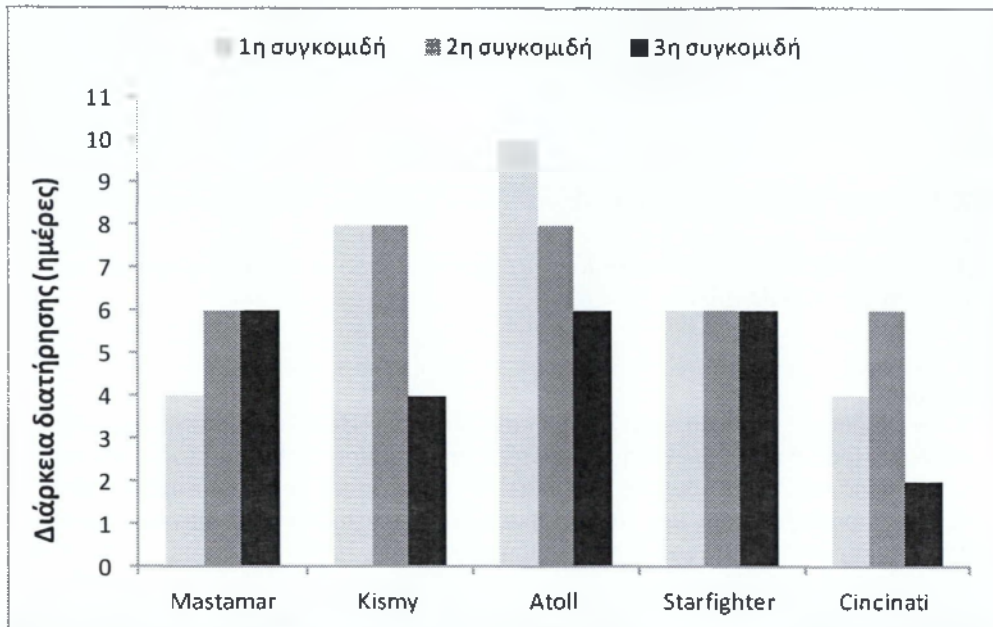
Τα φύλλα 6 φυτών σε κάθε συγκομιδή τεμαχίσθηκαν σε τμήματα 4 x 2 cm, συμπεριλαμβανομένου του κεντρικού νεύρου. Από το κάθε φύλλο, μόνο τα δύο κατώτερα τμήματα χρησιμοποιήθηκαν (καθώς έχει βρεθεί ότι αυτά παρουσιάζουν περισσότερο καφέτιασμα) και διατηρήθηκαν στους 5°C και σε υψηλή σχετική υγρασία. Στη διάρκεια της διατήρησης, πραγματοποιούνταν καθημερινά οπτική αξιολόγηση για το καφέτιασμα της επιφάνειας τομής στην κλίμακα 1-5 (1= καθόλου, 2= λίγο, 3= μέτριο, 4= αρκετό και 5= έντονο). Το τέλος της διατήρησης θεωρήθηκε όταν το καφέτιασμα ξεπέρασε την τιμή 3. Σε κάθε μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν 3 επαναλήψεις των 10 κομματιών νωπού τεμαχισμένου μαρουλιού.

Αποτελέσματα και συζήτηση

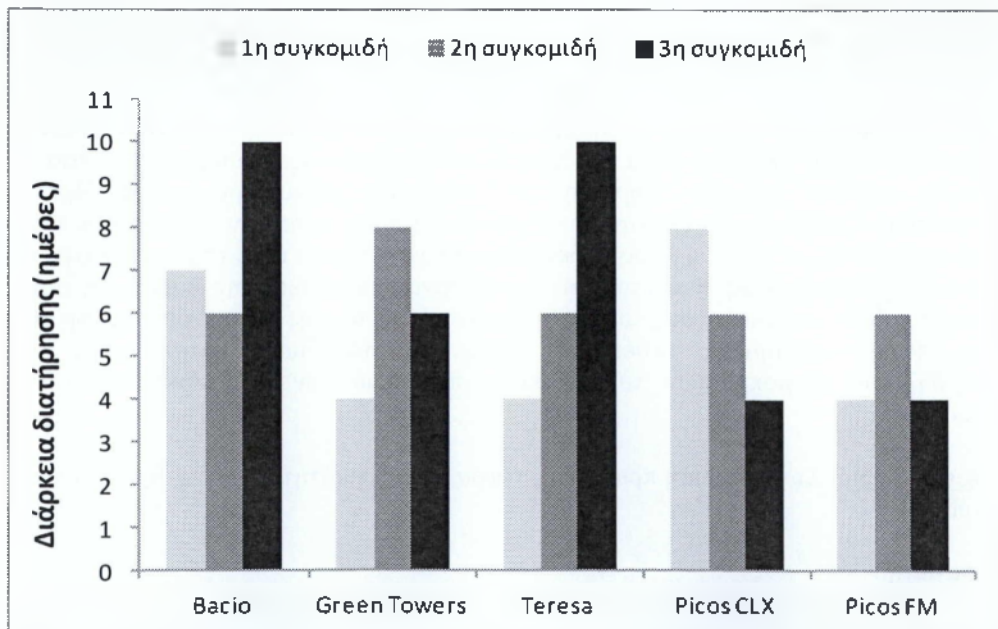
Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι γενότυποι που μελετήθηκαν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς το καφέτιασμα των νωπών τεμαχισμένων φύλλων, ενώ αντίθετα η φυσιολογική ηλικία είχε επίδραση σε μεμονωμένες περιπτώσεις. Ειδικότερα, από τα υβρίδια του τύπου Batavia, σε όλες τις φυσιολογικές ηλικίες, το Atoll παρουσίασε τη μεγαλύτερη διάρκεια διατήρησης (8-12 ημέρες), ενώ το Cincinati τη μικρότερη (4-8 ημέρες) (Σχ. 1). Αντίθετα, σε 3 από τα 5 υβρίδια τύπου Romana τα αποτελέσματα διαφοροποιήθηκαν με τη φυσιολογική ηλικία του φυτού (Σχ. 2). Ειδικότερα, η διάρκεια διατήρησης ήταν μεγαλύτερη στα μικρότερης φυσιολογικής ηλικίας φυτά του υβριδίου Kismy, 10 και 6 ημέρες αντίστοιχα και στα μεγαλύτερης ηλικίας φυτά των υβριδίων Bacio και Teresa από 7 και 6 ημέρες αντίστοιχα στις 12 ημέρες. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι το καφέτιασμα των νωπών τεμαχισμένων φύλλων μαρουλιού καθορίζεται κυρίως από τον γενότυπο και σε μικρότερο βαθμό από τη φυσιολογική ηλικία των φυτών κατά τη συγκομιδή. Επίσης η φυσιολογική ηλικία των φύλλων δεν επηρέασε το κιτρίνισμα νωπών τεμαχισμένων φύλλων ρόκας (Koukounaras κ.ά., 2007).

Βιβλιογραφία

- Cantos, E., Espin, J. C. and Tomas-Barberan, A. 2001. Effect of wounding on phenolic enzymes in six minimally processed lettuce cultivars upon storage. *J. Agric. Food Chem.* 49: 322-330.
- Fukumoto, L.R., Toivonen, P.M.A. and Delaquis, P.J. 2002. Effect of wash water temperature and chlorination on phenolic metabolism and browning of stored iceberg lettuce photosynthetic and vascular tissues. *J. Agric. Food Chem.* 50: 4503-4511.
- Ihl, M., Aravena, L., Scheuermann, E., Uquiche, E. and Bifani, V. 2003. Effect of immersion solutions on shelf-life of minimally processed lettuce. *Lebensm. Wiss. u. Technol.* 36: 591-599.
- Koukounaras, A., Siomos, A.S. and Sfakiotakis, E. 2007. Postharvest CO₂ and ethylene production and quality of rocket (*Eruca sativa* Mill.) leaves as affected by leaf age and storage temperature. *Postharvest Biol. Technol.* 46: 167-173.
- Lopez-Galvez, G., Saltveit, M. and Cantwell, M. 1996. The visual quality of minimally processed lettuces stored in air or controlled atmosphere with emphasis on romaine and iceberg types. *Postharvest Biol. Technol.* 8: 179-190.
- Saltveit, M.E. 2000. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat-shock. *Postharvest Bio. Technol.* 21: 61-69.



Σχήμα 1. Διάρκεια διατήρησης νωπού τεμαχισμένου μαρουλιού 5 υβριδίων του τύπου Batavia (Mastamar, Kismy, Atoll, Starfighter, Cincinati) που συγκομίστηκαν στις 46, 60 και 73 ημέρες από την μεταφύτευσή τους.



Σχήμα 2. Διάρκεια διατήρησης νωπού τεμαχισμένου μαρουλιού 5 υβριδίων του τύπου Romana (Bacio, Green Towers, Picos CLX, Picos FM, Teresa) που συγκομίστηκαν στις 46, 60 και 73 ημέρες από την μεταφύτευσή τους.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΟΙΝΟΥ ΦΑΣΟΛΙΟΥ (*Phaseolus vulgaris* L.) ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΧΑΜΗΛΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ, ΓΙΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΝΩΠΩΝ ΛΟΒΩΝ ΚΑΙ ΞΗΡΩΝ ΣΠΕΡΜΑΤΩΝ

Ι. Παπαδόπουλος¹, Φ. Παπαθανασίου¹, Δ. Ν. Βλαχοστέργιος² και Ε. Ταμουτσιδής¹

¹Τ.Ε.Ι. Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Τέρμα Κοντοπούλου, 53100, Φλώρινα

²ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών & Βοσκών Λάρισας, Θεοφράστου 1, 413 35 Λάρισα

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία αξιολογήθηκαν τέσσερις Ελληνικές ποικιλίες καθιστού φασολιού (Ηρώ, Λήδα, Μυρσίνη, Πυργετός), δύο τοπικοί πληθυσμοί (από την περιοχή Χρυσούπολης και την Αλβανική Πρέσπα) και η εμπορική ποικιλία Lingot Suisse, ως προς την παραγωγικότητα και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων νωπών λοβών και ξηρών σπερμάτων. Η συγκομιδή των νωπών λοβών ξεκίνησε ένα μήνα μετά την έναρξη άνθησης κάθε ποικιλίας και συνεχίστηκε ανά δύο ημέρες για διάστημα δυο εβδομάδων. Μετά τις δυο εβδομάδες τα φυτά αφήθηκαν αδιατάρακτα να ωριμάσουν τους παραγόμενους λοβούς μέχρι την φυσιολογική τους ωρίμανση. Για κάθε ποικιλία υπολογίστηκε η απόδοση σε νωπούς λοβούς και ξηρά σπέρματα/φυτό. Μετρήθηκαν επίσης οι διαστάσεις των λοβών και η περιεκτικότητά τους σε ίνες. Στα ξηρά σπέρματα έγινε προσδιορισμός πρωτεΐνης και τέφρας, και προσδιορίστηκε η βραστερότητά τους. Από τα αποτελέσματα προέκυψαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών όσον αφορά την απόδοση σε λοβούς και ξηρούς σπόρους. Υψηλότερη απόδοση σε νωπούς λοβούς είχε ο τοπικός πληθυσμός από την περιοχή της Χρυσούπολης ενώ σε ξηρά σπέρματα η ποικιλία Μυρσίνη με δεύτερο τον πληθυσμό από την Χρυσούπολη. Το μικρότερο ποσοστό νωπών λοβών με ίνες είχε η ποικιλία Ηρώ. Το ποσοστό τέφρας και η βραστερότητα των ξηρών σπερμάτων διέφεραν σημαντικά με τον πληθυσμό από την Χρυσούπολη να εμφανίζει το υψηλότερο ποσοστό τέφρας και την ποικιλία Μυρσίνη τον μικρότερο χρόνο βρασίματος. Βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση γενοτύπου περιβάλλοντος ως προς την απόδοση σε σπόρο ενώ η απόδοση σε νωπούς λοβούς δεν φαίνεται να επηρεάστηκε σημαντικά στις δυο περιόδους καλλιέργειας. Φαίνεται ότι η καλλιέργεια με σκοπό την παραγωγή αρχικά νωπών λοβών και ακολούθως ξηρών σπερμάτων, πέραν της αναμενόμενης οψίμισης της τελικής συγκομιδής, εκθέτει τα φυτά στο ενδεχόμενο καταπόνησης λόγω υπερβολικών θερμοκρασιών το καλοκαίρι που μειώνουν σημαντικά τις τελικές αποδόσεις.

Λέξεις κλειδιά: Συγκέντρωση πρωτεΐνης, τέφρα, περιεκτικότητα σε ίνες, βραστερότητα, απόδοση

Εισαγωγή

Η καλλιέργεια του φασολιού για παράλληλη παραγωγή νωπών λοβών και ξηρών σπερμάτων είναι μια πρακτική που απαντάται συχνά σε οικιακούς λαχανόκηπους καθώς εξασφαλίζει την παραγωγή δυο διαφορετικών προϊόντων με ευρύ φάσμα χρήσεων (Piergiovanni κ.ά., 2000, De Ron κ.ά., 2004). Στην παρούσα εργασία αξιολογήθηκαν τέσσερις Ελληνικές ποικιλίες φασολιού (Ηρώ, Λήδα, Μυρσίνη,

Πυργετός), δύο τοπικοί πληθυσμοί (από την περιοχή Χρυσούπολης και την Αλβανική Πρέσπα) και η εμπορική ποικιλία Lingot Suisse, ως προς την παραγωγικότητα και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων νωπών λοβών και ξηρών σπερμάτων.

Υλικά και Μέθοδοι

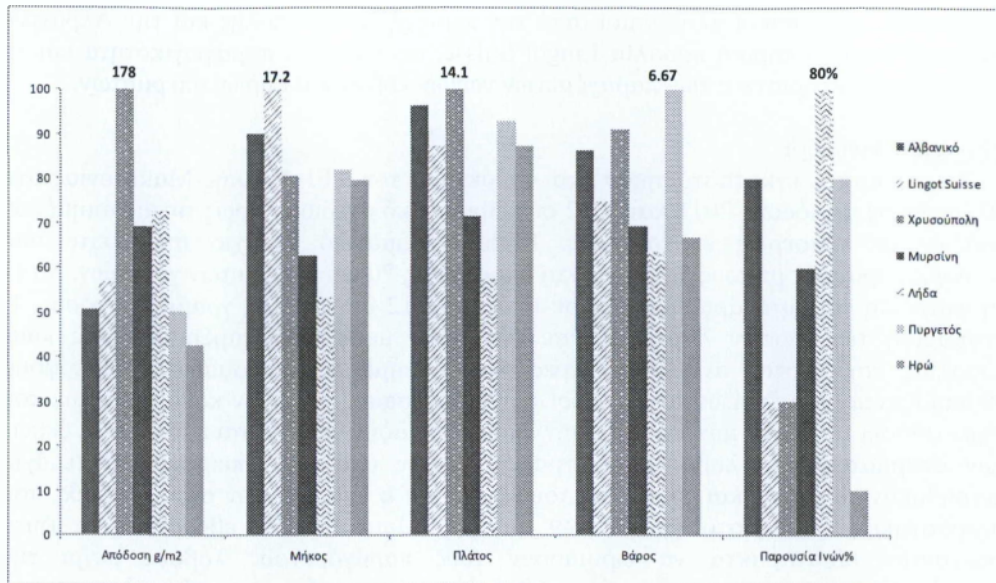
Τα πειράματα εγκαταστάθηκαν στο Αγρόκτημα του ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας στη Φλώρινα τις περιόδους 2011 και 2012 σε πειραματικό σχέδιο πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων με τέσσερις επαναλήψεις. Κάθε πειραματικό τεμάχιο αποτελείτο από τέσσερις γραμμές μήκους 5 μέτρων και αποστάσεις 70 cm μεταξύ των γραμμών. Μετά τη φύτευση τα φυτά αραιώνονταν σε απόσταση 12 cm επί της γραμμής σποράς. Η συγκομιδή των νωπών λοβών άρχισε ένα μήνα μετά την έναρξη άνθησης κάθε ποικιλίας και γινόταν ανά δύο ημέρες για διάστημα δυο εβδομάδων. Κάθε φορά συγκομίζονταν και ζυγίζονταν οι λοβοί των δυο μεσαίων γραμμών κάθε τεμαχίου, που είχαν φθάσει το τελικό μέγεθος και πριν ακόμα αρχίσουν να γίνονται εμφανείς οι θέσεις των σπερμάτων στο λοβό. Σε δείγμα 50 λοβών από κάθε πειραματικό τεμάχιο μετρήθηκαν το μήκος και το πλάτος του λοβού και η ύπαρξη ινών στους λοβούς, που εκφράστηκε ως ποσοστό (%) λοβών με ίνες. Μετά τις δυο εβδομάδες τα φυτά αφήνονταν αδιατάρακτα να ωριμάσουν τους παραγόμενους λοβούς μέχρι την φυσιολογική τους ωρίμανση, οπότε κόβονταν από τη ρίζα και αφήνονταν για μια εβδομάδα να ξεραθούν. Στη συνέχεια οι ξηροί λοβοί των δύο μεσαίων γραμμών κάθε πειραματικού τεμαχίου μαζεύονταν, μετριούνταν και αλωνίζονταν. Για κάθε ποικιλία υπολογίστηκε η απόδοση σε νωπούς λοβούς και ξηρά σπέρματα/m². Στα ξηρά σπέρματα έγινε προσδιορισμός τέφρας (%), πρωτεΐνης (%) και προσδιορίστηκε η βραστερότητά τους (Paradopoulos κ.ά., 2012). Έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας για μονοπαραγοντικό πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο για δυο περιβάλλοντα και υπολογίστηκε η ελάχιστη σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας P=0.05. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με το πρόγραμμα MSTATC (MSTATC, 1991).

Αποτελέσματα-Συζήτηση

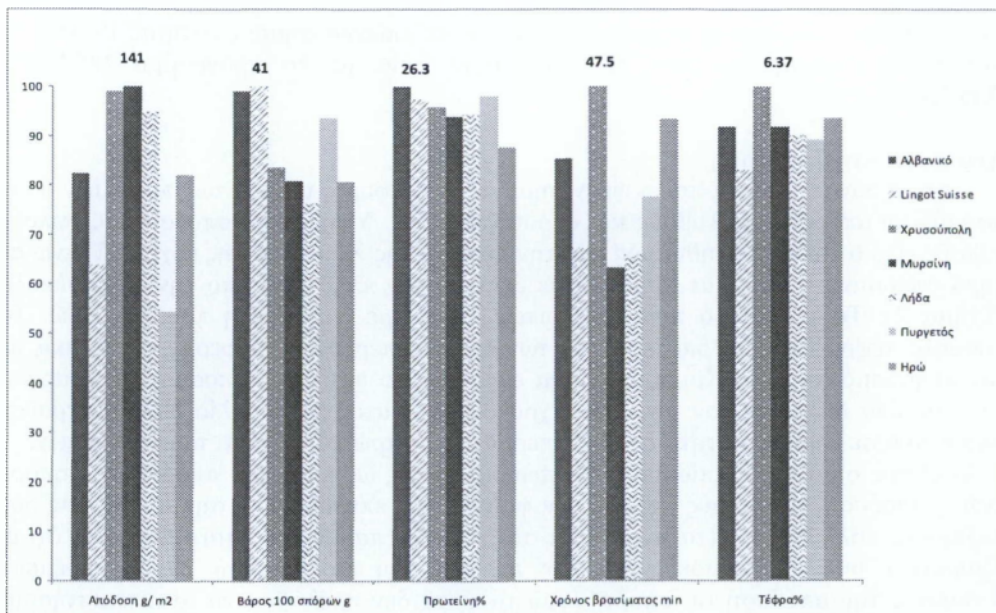
Από τα αποτελέσματα προέκυψαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών όσον αφορά την απόδοση σε λοβούς και ξηρούς σπόρους. Υψηλότερη απόδοση σε νωπούς λοβούς είχε ο τοπικός πληθυσμός από την περιοχή της Χρυσούπολης (Σχήμα 1) ενώ σε ξηρά σπέρματα η ποικιλία Μυρσίνη με δεύτερο τον πληθυσμό από την Χρυσούπολη (Σχήμα 2). Το μικρότερο ποσοστό νωπών λοβών με ίνες είχε η ποικιλία Ηρώ. Το ποσοστό τέφρας και η βραστερότητα των ξηρών σπερμάτων διέφεραν σημαντικά με τον πληθυσμό από την Χρυσούπολη να εμφανίζει το υψηλότερο ποσοστό τέφρας και την ποικιλία Μυρσίνη τον μικρότερο χρόνο βρασίματος. Η ποικιλία Ηρώ υστερούσε σημαντικά σε περιεκτικότητα ξηρών σπερμάτων σε πρωτεΐνη έναντι των υπολοίπων.

Βρέθηκε σημαντική επίδραση του περιβάλλοντος ως προς την απόδοση σε σπόρο ενώ η απόδοση σε νωπούς λοβούς δεν φαίνεται να επηρεάστηκε σημαντικά στις δυο περιόδους καλλιέργειας (τα αναλυτικά στοιχεία δεν παρουσιάζονται). Φαίνεται ότι οι εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες την περίοδο του καλοκαιριού 2012 επηρέασαν δυσμενώς την απόδοση σε σπόρο αφού τα φυτά δεν πρόλαβαν να αντικαταστήσουν τους λοβούς που συγκομίστηκαν νωποί με τη νέα ανθοφορία που ακολούθησε λόγω του καύσωνα που εμπόδισε την καρπόδεση.

Άλλοι ερευνητές αναφέρουν ότι η αφαίρεση νωπών λοβών στο κοινό φασόλι και άλλα ψυχανθή ακολουθείται από κύμα ανθοφορίας ώστε να αντικατασταθούν οι καρποί που χάθηκαν (Piergiorganni κ.ά., 2000).



Σχήμα 1. Αποτελέσματα δυο ετών αξιολόγησης επτά ποικιλιών φασολιού ως προς ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά νωπών λοβών: απόδοση g/m², μήκος και πλάτος λοβού (cm), βάρος λοβού (g) και ποσοστό (%) λοβών με ίνες. Οι τιμές εκφράζονται ως ποσοστό (%) επί της μέγιστης τιμής που καταγράφηκε.



Σχήμα 2. Αποτελέσματα δυο ετών αξιολόγησης επτά ποικιλιών φασολιού ως προς ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά ξηρών σπερμάτων: απόδοση g/m², βάρος 100 σπόρων (g), πρωτεΐνη (%), χρόνος βρασίματος (min) και τέφρα (%). Οι τιμές εκφράζονται ως ποσοστό (%) επί της μέγιστης τιμής που καταγράφηκε.

Ποικιλίες με συνεχή ανθοφορία όπως η Μυρσίνη και ο πληθυσμός Χρυσούπολης αντικατέστησαν ικανοποιητικά το φορτίο των λοβών που αφαιρέθηκε. Αντίθετα σε ποικιλίες με περισσότερη καθορισμένη περίοδο άνθισης όπως η Lingot Suisse η αφαίρεση πράσινων λοβών περιόρισε σημαντικά την απόδοση σε ξηρά σπέρματα. Ποικιλίες με συνεχή τύπο ανάπτυξης και ανθοφορίας ανταποκρίνονται καλύτερα στην αφαίρεση καρπών και αντισταθμίζουν ευκολότερα την απώλεια (Westermann, & Crothers, 1977, Silbernagel, 1986).

Γενικά φαίνεται ότι η καλλιέργεια με σκοπό την παραγωγή αρχικά νεωπών λοβών και ακολούθως ξηρών σπερμάτων, πέραν της αναμενόμενης οψίμισης της τελικής συγκομιδής, εκθέτει την καλλιέργεια στο ενδεχόμενο καταπόνησης λόγω υπερβολικών θερμοκρασιών το καλοκαίρι που μειώνουν δραματικά τις τελικές αποδόσεις. Ωστόσο αξιοσημείωτη είναι η συμπεριφορά του πληθυσμού από την Χρυσούπολη που σημείωσε ικανοποιητική απόδοση σε πράσινους λοβούς, με μικρή περιεκτικότητα σε ίνες και ταυτόχρονα καλή απόδοση σε ξηρά σπέρματα, αλλά και της ποικιλίας Μυρσίνη που με παρόμοιες επιδόσεις είχε επιπλέον και εξαιρετική βραστερότητα σπερμάτων.

Βιβλιογραφία

- De Ron, A.M., Casquero P.A., Gonzalez A.M. and Santalla M. 2004. Environmental and genotypic effects on pod characteristics related to common bean quality. J. Agron. Crop Sci. 190:248—255.
- MSTATC, 1991. A microcomputer program for the design, management, and analysis of agronomic research experiments. MSTAT Distribution Package, Michigan.
- Papadopoulos I., Papathanasiou, F., Vakali, C., Kazoglou, I. and Tamoutsidis E. 2012. Local landraces of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.): a valuable resource for organic production in Greece. Acta Hort. 933: 75-81.
- Piergiovanni, A. R., Cerbino D. and Della Gatta C. 2000. Diversity in seed quality traits of common bean populations from Basilicata (Southern Italy). Plant Breeding 119:513-516.
- Silbernagel, M.J. 1986. Snap bean breeding. In Bassett: M.J. (ed.), Breeding Vegetable Crops, AVI Publishing Co., Westport p: 243-282.
- Westermann, D.T. and Crothers S.E. 1977. Plant population effects on the seed yield components of bean. Crop Sci. 17:493-496.

EVALUATION OF QUALITY CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY OF COMMON BEAN CULTIVARS (*Phaseolus vulgaris* L.) UNDER LOW INPUT ENVIRONMENT FOR PARALLEL PRODUCTION OF FRESH PODS AND DRY SEEDS

I. Papadopoulos¹, F. Papathanasiou¹, D. N. Vlachostergios² and E. Tamoutsidis¹

¹TEI of Western Macedonia, Department of Agricultural Technology, End of Kontopoulou Street, 53100, Florina

²ELGO-“Demetra”, Fodder and Pasture Plants Institute, Theofrastou 1, 41335 Larissa

Summary

In the present study four Greek determined type bean varieties (Iro, Leda, Myrsine, Pyrgetos) two local populations (from the areas Chrisoupoli and Albanian Prespa) and the commercial variety Lingot Suisse were evaluated in terms of productivity and

quality characteristics of the produced fresh pods and dry seeds. The harvest of fresh pods began one month after the start of flowering of each variety and continued every other day for two weeks. After two weeks the plants were left undisturbed to mature their pods until physiological maturation. For each variety was calculated yield of fresh pods and dry seeds/plant. Also measured the dimensions of the fresh pods and their fiber content. In dry seeds protein concentration, ash content and cooking time were determined. The results showed significant statistical differences between the varieties in terms of performance in fresh pods and dry seeds. Highest yield of fresh pods had the local population from the region of Chrisoupoli while for dry seed yield the variety Myrsine performed best with second the population of Chrisoupoli. The smallest percentage of fresh pods fiber had the variety Iro. The percentage of ash and cooking time of dry seeds differed significantly with the population from Chrisoupoli showing the highest percentage of ash and variety Myrsine the shorter cooking time. There was a significant interaction of genotype and environment on seed yield while the yield of fresh pods was not significantly affected in the two growing seasons. It appears that the cultivation aiming to produce initially fresh pods and afterwards dry seed, beyond the expected late final harvest, exposes the crop to a potential stress due to excessive temperatures in summer that significantly reduce the final yields.

Keywords: protein concentration, ash content, fiber content, cooking time, yield.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ NaCl ΚΑΙ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΡΠΩΝ ΦΡΑΟΥΛΑΣ (ΠΟΙΚ. CAMAROSA)

Ι. Λυκοσκούφης^{1,2} και Β. Στουρνάρας²

¹ Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα ΑΦΠ & ΓΜ, Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

² Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αντικάλamos, 24100 Καλαμάτα

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία ερευνήθηκαν συγκριτικά οι επιπτώσεις της αλατότητας σε υδροπονική καλλιέργεια φράουλας της ποικιλίας Camarosa υπό υψηλή συγκέντρωση NaCl (5 dS m⁻¹, 30 mM) καθώς και υπό υψηλή συγκέντρωση μακροστοιχείων (5 dS m⁻¹). Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε κλειστό υδροπονικό σύστημα με υπόστρωμα πετροβάμβακα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η έκθεση των φυτών στην αλατότητα μείωσε την αγωγιμότητα και τη διαπνοή των στοματίων τους. Παρόλα αυτά, ο ρυθμός αφομοίωσης CO₂ ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας και ο δείκτης περιεκτικότητας χλωροφύλλης δεν επηρεάστηκαν από την υψηλή αλατότητα των 5 dS m⁻¹. Η αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος, είτε με την αύξηση της συγκέντρωσης των μακροστοιχείων είτε με την προσθήκη NaCl στο κανονικό θρεπτικό διάλυμα, είχε αρνητική επίπτωση στην απόδοση των φυτών σε υψώ βάρους καρπών. Η μείωση της παραγωγής των φυτών ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στην αλατότητα του NaCl συγκριτικά με αυτή των μακροστοιχείων. Η έκθεση των φυτών φράουλας στην αλατότητα αύξησε την περιεκτικότητα των καρπών τους σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (% Brix), ανεξάρτητα από την πηγή που την προκάλεσε.

Λέξεις κλειδιά: αλατότητα, *Fragaria x ananassa*, διαπνοή, αγωγιμότητα στοματίων, φωτοσύνθεση, διαλυτά στερεά συστατικά.

Εισαγωγή

Η συνεχής άρδευση με νερό υψηλής συγκέντρωσης αλάτων οδηγεί στην υποβάθμιση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους και στη μείωση των αποδόσεων των φυτών. Η εναλάτωση προκαλείται είτε από τη χρήση υψηλών ποσοτήτων λιπασμάτων είτε από την άρδευση των καλλιεργειών με νερό υψηλής αλατότητας (Sonneveld & Welles, 1988). Μεγάλο μέρος των αλατούχων υδάτων παγκοσμίως είναι πλούσιο σε Ca, στις παραθαλάσσιες όμως περιοχές το πρόβλημα εντοπίζεται περισσότερο στις υψηλές συγκεντρώσεις NaCl. Στις υδροπονικές καλλιέργειες, όταν το χρησιμοποιούμενο νερό άρδευσης περιέχει υψηλότερες συγκεντρώσεις ιόντων Ca και Mg από τις επιθυμητές, δημιουργείται ανισορροπία ιόντων. Για να αντιμετωπιστεί η ανισορροπία αυτή, παρασκευάζεται θρεπτικό διάλυμα υψηλότερης ηλεκτρικής αγωγιμότητας από την επιθυμητή (Μαυρογιαννόπουλος, 2006). Με τον τρόπο αυτό τα φυτά υποβάλλονται σε αλατούχο περιβάλλον εξαιτίας υψηλής συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων. Στην περίπτωση όμως των αλατούχων υδάτων, τα οποία χαρακτηρίζονται από υψηλή συγκέντρωση NaCl, εκτός από την ανισορροπία που δημιουργείται στο θρεπτικό διάλυμα, πιθανόν δημιουργείται και σημαντικό πρόβλημα τοξικότητας (Lycoskoufis κ.ά., 2011).

Γενικά, είναι αντικρουόμενες οι απόψεις σχετικά με τις επιπτώσεις της αλατότητας που προέρχεται από διαφορετικές πηγές αλάτων. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η συγκριτική αξιολόγηση των επιπτώσεων της αλατότητας στην παραγωγή και την ποιότητα καρπών φράουλας, όταν αυτή προέρχεται από υψηλή συγκέντρωση αλάτων NaCl ή από υψηλή συγκέντρωση μακροστοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα.

Υλικά και Μέθοδοι

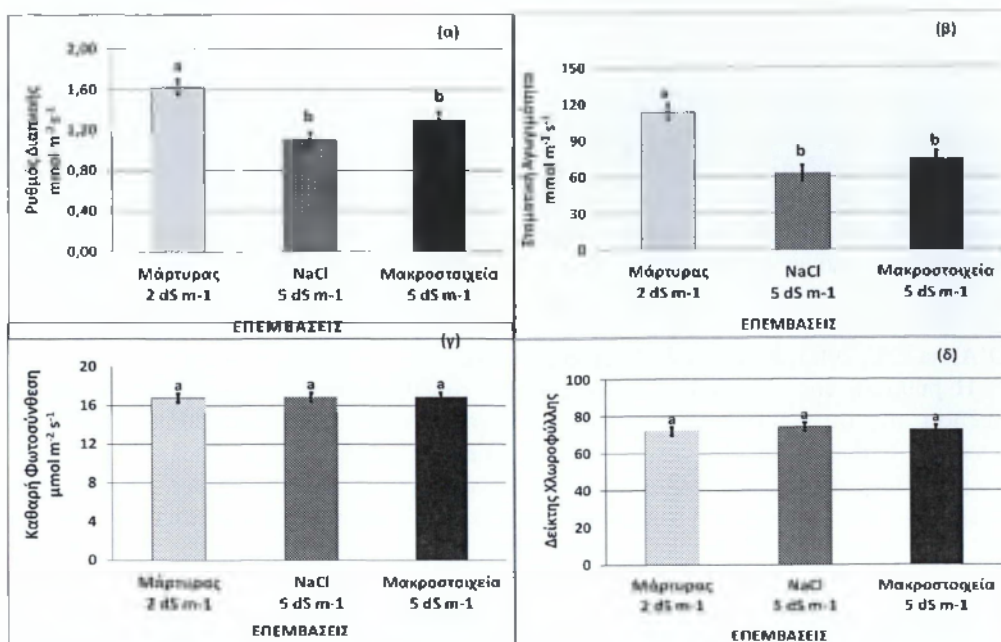
Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Χρησιμοποιήθηκαν φυτά φράουλας (*Fragaria x ananassa*, ποικ. 'Camargosa'), καλλιεργούμενα σε κλειστό υδροπονικό σύστημα σε υπόστρωμα πετροβάμβακα. Το πείραμα περιελάμβανε τρεις επεμβάσεις, ανάλογα με το είδος του θρεπτικού διαλύματος με το οποίο τροφοδοτούνταν τα φυτά. Στην πρώτη επέμβαση (μάρτυρας) τα φυτά τροφοδοτούνταν με κανονικό θρεπτικό διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) 2 dS m^{-1} , καθόλη τη διάρκεια του πειράματος. Τα φυτά της δεύτερης επέμβασης τροφοδοτούνταν με αλατούχο θρεπτικό διάλυμα (5 dS m^{-1}), το οποίο προέκυπτε με τη προσθήκη 30 mM NaCl στο κανονικό θρεπτικό διάλυμα. Στην τρίτη επέμβαση, τα φυτά τροφοδοτούνταν με συμπυκνωμένο θρεπτικό διάλυμα μακροστοιχείων με EC 5 dS m^{-1} , στο οποίο είχαν διατηρηθεί οι ίδιες αναλογίες μακροστοιχείων με αυτές του κανονικού θρεπτικού διαλύματος. Πραγματοποιούνταν καθημερινά έλεγχος και ρύθμιση του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των θρεπτικών διαλυμάτων.

Το πείραμα εγκαταστάθηκε τον Δεκέμβριο του 2010 και ολοκληρώθηκε τέλος Απριλίου 2011. Η κάθε επέμβαση αποτελούνταν από 84 φυτά (επαναλήψεις). Κατά τη διάρκεια του πειράματος, σε 11 τυχαία επιλεγμένα φυτά κάθε επέμβασης, μετρήθηκε η παραγωγή (αριθμός και βάρος καρπών), ο δείκτης χλωροφύλλης (CCM-200, OPTIC-Science) και η ανταλλαγή των αερίων (ρυθμός διαπνοής, αγωγιμότητα στοματίων, ρυθμός αφομοίωσης CO₂) στα φύλλα των φυτών με κατάλληλο φορητό όργανο (Ciras-1, PP Systems, England). Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου Statistica 7.0 και για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων.

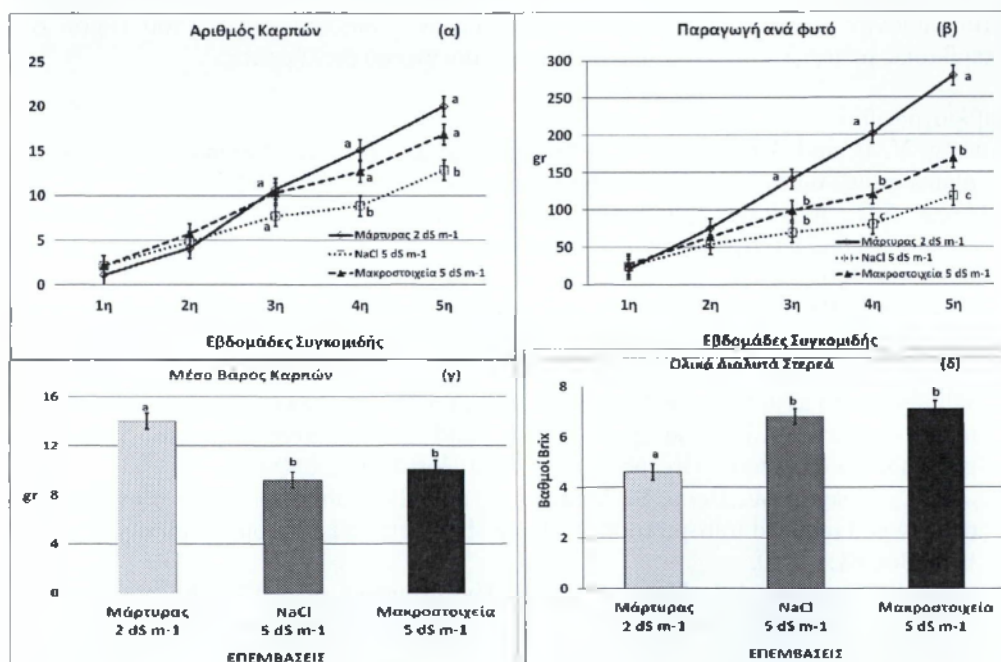
Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η έκθεση των φυτών τόσο στην αλατότητα του NaCl όσο και στην αλατότητα των μακροστοιχείων, μείωσε τη διαπνοή και την αγωγιμότητα των στοματίων τους (Διάγραμμα 1α, 1β). Παρόλα αυτά, ο καθαρός ρυθμός αφομοίωσης CO₂ και ο δείκτης περιεκτικότητας χλωροφύλλης δεν επηρεάστηκαν από την υψηλή αλατότητα των 5 dS m^{-1} (Διάγραμμα 1γ, 1δ).

Η αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος προκάλεσε σημαντική μείωση στην παραγωγή της φράουλας. Η μείωση αυτή ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στην περίπτωση της αλατότητας του NaCl (58 %) συγκριτικά με την αλατότητα των μακροστοιχείων (40 %) (Διάγραμμα 2β). Η αλατότητα των μακροστοιχείων προκάλεσε μείωση της παραγωγής λόγω της μείωσης του μέσου βάρους καρπών (29 %), ενώ η μείωση της παραγωγής στην περίπτωση του NaCl προήλθε τόσο από την μείωση του μέσου βάρους καρπών (34 %) όσο και από τη μείωση του αριθμού των παραγόμενων καρπών ανά φυτό (35 %). Η έκθεση των φυτών φράουλας στην αλατότητα αύξησε σημαντικά την περιεκτικότητα των καρπών τους σε ολικά διαλυτά στερεά (Διάγραμμα 2δ).



Διάγραμμα 1. Η επίδραση της αλατότητας του NaCl και των μακροστοιχείων (α) στο ρυθμό διαποής, (β) στην αγωγιμότητα των στοματίων, (γ) στον καθαρό ρυθμό αφομοίωσης CO₂ και (δ) στο δείκτη περιεκτικότητας χλωροφύλλης, σε καλλιέργεια φράουλας.



Διάγραμμα 2. Η επίδραση της αλατότητας του NaCl και των μακροστοιχείων (α) στον αριθμό των παραγόμενων καρπών ανά φυτό, (β) στην αθροιστική παραγωγή, (γ) στο μέσο βάρος καρπών και (δ) στην περιεκτικότητα του χυμού των καρπών σε ολικά διαλυτά στερεά, σε καλλιέργεια φράουλας.

Συζήτηση

Σε υδροπονική καλλιέργεια φράουλας σε υπόστρωμα πετροβάμβακα οι επιπτώσεις της αλατότητας του θρεπτικού διαλύματος διαφέρουν ανάλογα με την πηγή προέλευσης των αλάτων στο διάλυμα. Η αλατότητα που οφείλεται στην προσθήκη NaCl προκάλεσε κατά 30 % μείωση της παραγωγής της φράουλας σε σύγκριση με εκείνη των μακροστοιχείων, λόγω της υψηλότερης οσμωτικής πίεσης του θρεπτικού διαλύματος και πιθανόν λόγω τοξικότητας από την υψηλή συγκέντρωση Na⁺ στο διάλυμα (Lycoskoufis κ.ά., 2011). Αρνητική επίδραση της αλατότητας NaCl στην παραγωγή καρπών φράουλας έχει αναφερθεί και από άλλους ερευνητές (Awang & Atherton, 1995, D'Anna κ.ά., 2003, Keutgen & Pawelzik, 2009).

Η ρύθμιση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος, είτε με την αύξηση της συγκέντρωσης των μακροστοιχείων είτε με την προσθήκη NaCl στο θρεπτικό διάλυμα, αύξησε την περιεκτικότητα των καρπών της φράουλας σε διαλυτά στερεά συστατικά, συμβάλλοντας στη βελτίωση της γεύσης τους. Επίσης, έχει αναφερθεί πως η επίδραση της αλατότητας έχει ως αποτέλεσμα, μεταξύ άλλων, την αύξηση ορισμένων συστατικών στους καρπούς της φράουλας, όπως τα σάκχαρα, καθιστώντας τους πιο επιθυμητούς από τους καταναλωτές (Awang & Atherton, 1995). Οι επιπτώσεις της αλατότητας διαφοροποιούνται ανάλογα με την ποικιλία της φράουλας (Orsini κ.ά., 2012, Saied κ.ά., 2005). Οι Saied κ.ά. (2005) αναφέρουν μείωση της συγκέντρωσης των ολικών διαλυτών στερεών σε καρπούς φράουλας (ποικ. 'Elsanta' και 'Corona'), σε συνθήκες αλατότητας.

Καθώς ο ρυθμός αφομοίωσης CO₂ δεν επηρεάστηκε από την αγωγιμότητα των 5 dS m⁻¹ η περιεκτικότητα των καρπών φράουλας σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (% Brix) πιθανόν να αυξήθηκε εξαιτίας της μειωμένης διαθεσιμότητας του νερού στις επεμβάσεις με υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα θρεπτικού διαλύματος.

Βιβλιογραφία

- Awang, Y. B. and Atherton, J. G. 1995. Growth and fruiting responses of strawberry plants grown on rockwool to shading and salinity. *Sci. Hortic.* 62: 25–31.
- D'Anna, F.D., Incalcaterra, G., Moncada, A., Miceli, A. 2003. Effects of different electrical conductivity levels on strawberry grown in soilless culture. *Acta Hortic.* 609: 355–360.
- Keutgen, A.J., Pawelzik, E. 2009. Impacts of NaCl stress on plant growth and mineral nutrient assimilation in two cultivars of strawberry. *Environ. Exp. Bot.* 65: 170–176.
- Lycoskoufis, I., Mavrogianopoulos, G., Savvas, D. and Ntatsi, G. 2011. Impact of salinity due to a high concentration of NaCl or to a high concentration of nutrients on tomato plants. *Advanced technologies and management towards sustainable greenhouse ecosystems-GreenSys2011. Acta Hortic.* 952: 689–696.
- Orsini, F., Alnayef, M., Bona, S., Maggio, A. and Gianquinto, G. 2012. Low stomatal density and reduced transpiration facilitate strawberry adaptation to salinity. *Environ. Exp. Bot.* 81: 1–10.
- Saied, A.S., Keutgen, A.J., Noga, G. 2005. The influence of NaCl salinity on growth, yield and fruit quality of strawberry cvs 'Elsanta' and 'Korona'. *Sci. Hortic.* 103: 289–303.
- Sonneveld, C. and Welles, G.W.H. 1988. Yield and quality of rockwool-grown tomatoes as affected by variations in EC-value and climatic conditions. *Plant Soil* 111: 37–42.
- Μαυρογιαννόπουλος Γ. 2006. Υδροπονικές Εγκαταστάσεις, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα σελ. 202-215.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΑΓΓΟΥΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

Αθ. Φράγκος, Ι. Λυκοςκούφης και Γ. Μαυρογιαννόπουλος

*Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα ΑΦΠ & ΓΜ, Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών,
Ιερά Οδός 75, Τ.Κ 118 55, Αθήνα*

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκαν οι επιπτώσεις της αφύγρανσης του αέρα στην ανάπτυξη και τη παραγωγή χειμερινής καλλιέργειας αγγουριάς (Prevelli F1) και ανοιξιότικης καλλιέργειας τομάτας (Rally F1) σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν δύο ίδια θερμοκήπια, το ένα χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας, όπου η σχετική υγρασία δεν ήταν ελεγχόμενη και πολύ συχνά έφθανε και το 100% (χαμηλό έλλειμμα κορεσμού), κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας, ενώ στο άλλο θερμοκήπιο η σχετική υγρασία δεν υπερέβαινε το όριο του 80% (υψηλό έλλειμμα κορεσμού). Η μείωση της σχετικής υγρασίας πραγματοποιούνταν μέσω αντλίας θερμότητας της οποίας τόσο ο εξατμιστής όσο και ο συμπυκνωτής λειτουργούσαν μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου. Ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας βελτίωσε σημαντικά την ανάπτυξη και την απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών της αγγουριάς. Συγκεκριμένα, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε ελεγχόμενο περιβάλλον υγρασίας ανέπτυξαν μεγαλύτερο ύψος, μεγαλύτερο αριθμό φύλλων ανά φυτό, μεγαλύτερο μέγεθος φύλλου. Η μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια των φυτών αγγουριάς που αναπτύχθηκαν στην ελεγχόμενη υγρασία οδήγησε και σε μεγαλύτερη παραγωγή εξαιτίας του αυξημένου αριθμού καρπών ανά φυτό, καθώς το μέσο μέγεθος καρπού δεν επηρεάστηκε από το διαφορετικό επίπεδο υγρασίας. Αντίθετα στα φυτά της τομάτας, πιθανά λόγω ευνοϊκότερων θερμοκρασιών κατά την περίοδο καλλιέργειάς τους, ο έλεγχος της υγρασίας δεν προκάλεσε κάποια αντίστοιχη θετική επίδραση ούτε στην ανάπτυξη, ούτε στην απόδοσή τους. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι, σε ένα μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο, η χρήση κάποιου συστήματος αφύγρανσης του αέρα κατά τη διάρκεια της χειμερινής καλλιεργητικής περιόδου θα ήταν δυνατόν να αυξήσει την παραγωγή και την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος και συνεπώς το γεωργικό εισόδημα.

Λέξεις κλειδιά: Θερμοκήπιο, έλεγχος περιβάλλοντος, αφύγρανση.

Εισαγωγή

Ένας από τους βασικούς παράγοντες της σύστασης του περιβάλλοντος των φυτών είναι η υγρασία που εμπεριέχεται στον ατμοσφαιρικό αέρα. Η βέλτιστη παραγωγή των φυτών εξαρτάται από ένα ειδικό εύρος υγρασίας. Η σχετική υγρασία επηρεάζει την υδατική κατάσταση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών και συνεπώς όλες τις διαδικασίες που σχετίζονται με την διαπνοή, όπως η υδατική ισορροπία, η ψύξη του φύλλου και η μεταφορά των ιόντων. Ένα σημαντικό πρόβλημα του κλίματος των μεσογειακών και των ελληνικών θερμοκηπίων, που εμφανίζεται από τα μέσα του φθινοπώρου έως τα τέλη της άνοιξης, είναι οι πολύ υψηλές τιμές σχετικής υγρασίας, ιδίως κατά τη διάρκεια της νύχτας (Seginer & Kantz, 1989). Η έρευνα, σε χώρες της Β. Ευρώπης, έχει δείξει ότι τα πολύ υψηλά επίπεδα υγρασίας μειώνουν δραστικά τη διαπνοή των καλλιεργειών προκαλώντας την εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών, ευνουούν την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών με τελικό αποτέλεσμα την μείωση

της παραγωγής των καλλιεργούμενων φυτών στο θερμοκήπιο (Hand, 1988, Bakker, 1984).

Ο πιο απλός τρόπος μείωσης της σχετικής υγρασίας είναι ο εξαερισμός του θερμοκηπίου με ταυτόχρονη όμως θέρμανση του χώρου, κάτι που στην Ελλάδα δε μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μεγάλη κλίμακα αφού και η πλειονότητα των θερμοκηπίων είναι μη θερμαινόμενα. Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να αξιολογήσει την ανάγκη ρύθμισης της σχετικής υγρασίας στο θερμοκήπιο με βάση στις επιδράσεις της στην ανάπτυξη και την παραγωγή των καλλιεργειών.

Υλικά και Μέθοδοι

Το παρόν πείραμα έλαβε χώρα σε τοξωτό θερμοκήπιο με κάλυμμα πολυαιθυλενίου που βρίσκεται στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Το συγκεκριμένο θερμοκήπιο χωρίστηκε με ένα φύλλο πολυαιθυλενίου σε δύο ίσα μέρη με σκοπό να γίνει εφαρμογή των δύο διαφορετικών μεταχειρίσεων της υγρασίας. Το κάθε τμήμα είχε εμβαδόν 63 m² και όγκο 134 m³. Το ένα τμήμα του θερμοκηπίου χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας, όπου δεν ακολουθήθηκε κάποια μέθοδος μείωσης της υγρασίας, ενώ στο άλλο θερμοκήπιο η σχετική υγρασία δεν αφήθηκε να ξεπεράσει το όριο του 80%. Η μείωση της σχετικής υγρασίας στο επιθυμητό επίπεδο επιτεύχθηκε με την ψύξη και την αναθέρμανση του αέρα, μέσω μιας αντλίας θερμότητας αέρα-αέρα.

Αρχικά, στο θερμοκήπιο καλλιεργήθηκε υβρίδιο αγγουριάς (Prevelli F1), ενώ στη συνέχεια εγκαταστάθηκε καλλιέργεια τομάτας (Rally F1). Ειδικότερα, η καλλιέργεια της αγγουριάς πραγματοποιήθηκε στο διάστημα 02/11/2007-29/2/2008, ενώ της τομάτας στο διάστημα 21/2/2008-31/5/2008. Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι μέσες συνθήκες ανάπτυξης των φυτών στα δύο πειράματα.

Σε κάθε πείραμα από κάθε τμήμα του θερμοκηπίου επιλέχθηκαν τυχαία 11 φυτά, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για μετρήσεις ανάπτυξης (αριθμός φύλλων, μέγεθος φύλλων, φυλλική επιφάνεια ανά φυτό) καθώς για μετρήσεις παραγωγής (αριθμός καρπών ανά φυτό, μέσο βάρος καρπών, απόδοση).

Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα STATISTICA 7.0, χρησιμοποιώντας το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($\alpha > 0,05$).

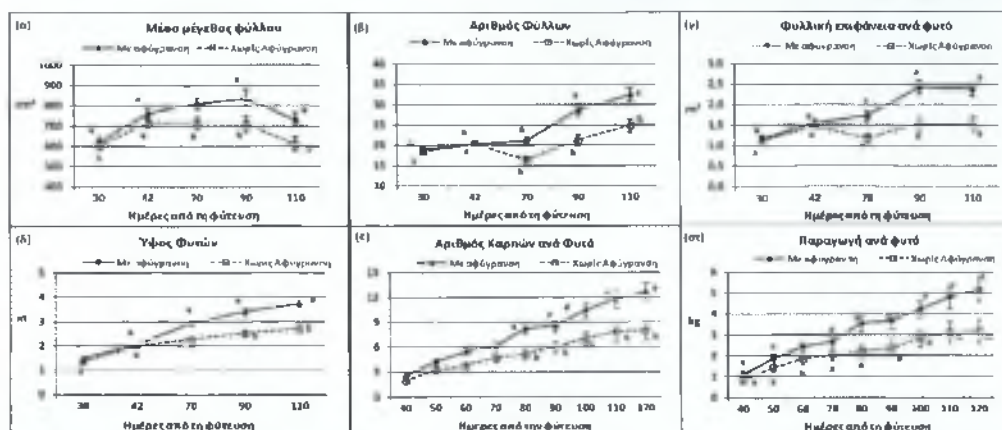
Πίνακας 1. Μέσες συνθήκες θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και ελλείμματος κορεσμού υδρατμών, κατά τη διάρκεια των δύο πειραμάτων, στα δύο τμήματα του θερμοκηπίου.

ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)		ΥΓΡΑΣΙΑ (%)		VPD (kPa)	
		ΗΜΕΡΑ	ΝΥΧΤΑ	ΗΜΕΡΑ	ΝΥΧΤΑ	ΗΜΕΡΑ	ΝΥΧΤΑ
ΑΓΓΟΥΡΙ	ΜΕ ΑΦΥΓΡΑΝΣΗ	19,1	11,0	73,5	80,0	0,676	0,268
	ΧΩΡΙΣ ΑΦΥΓΡΑΝΣΗ	18,3	9,7	70,3	87,6	0,745	0,163
ΤΟΜΑΤΑ	ΜΕ ΑΦΥΓΡΑΝΣΗ	25,5	15,5	69,1	80,6	1,145	0,348
	ΧΩΡΙΣ ΑΦΥΓΡΑΝΣΗ	24,3	14,6	70,6	92,8	1,042	0,125

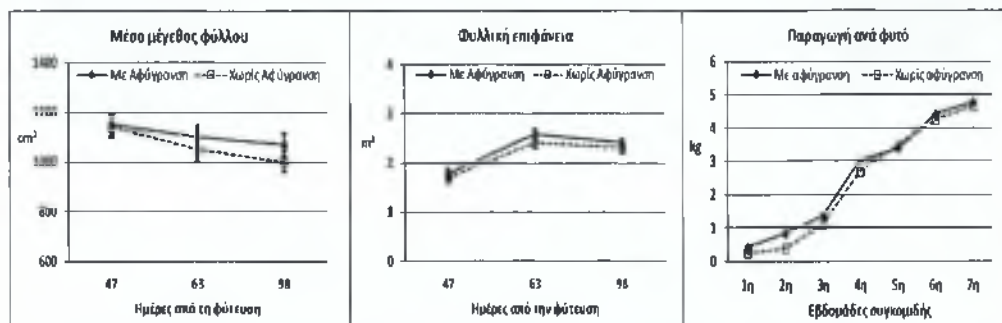
Αποτελέσματα-Συζήτηση

Όσον αφορά τα παρατηρούμενα αποτελέσματα, διαπιστώθηκε ότι η ρύθμιση της υγρασίας σε επίπεδα χαμηλότερα από το 80% βελτίωσε σημαντικά την ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών αγγουριάς. Συγκεκριμένα, στο τέλος των επεμβάσεων, στα φυτά, που αναπτύχθηκαν σε επίπεδα υγρασίας μικρότερα του 80%, το μέγεθος φύλλου αυξημένο κατά 16,2% (Διάγραμμα 1α), ο αριθμός φύλλων ανά φυτό ήταν αυξημένος κατά 21,9% (Διάγραμμα 1β), και η φυλλική επιφάνεια ανά φυτό μεγαλύτερη κατά 37,5% (Διάγραμμα 1γ). Μειωμένο μέγεθος φύλλων παρατήρησαν και οι Holder & Cockshull (1990) σε φυτά τομάτας που αναπτύχθηκαν στο θερμοκήπιο σε υψηλές

υγρασίες (vrd 0,15 kPa) και το απέδωσαν, στη μείωση της μετακίνησης ασβεστίου. Οι Munholland κ.ά. (2001), εκτός από μείωση στο μέγεθος των φύλλων, αναφέρουν και μειωμένο αριθμό φύλλων ανά φυτό τομάτας σε συνθήκες αυξημένης υγρασίας (vrd 0,1 kPa). Ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας σε επίπεδα μικρότερα από το 80%, αύξησε σημαντικά (26%) το ύψος των φυτών αγγουριάς (Διάγραμμα 1δ). Σε φυτά αγγουριάς που αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες υψηλής υγρασίας (vrd μικρότερο από 0,2 kPa) έχουν παρατηρηθεί μικρότερα μεσογονάτια διαστήματα (Hand, 1988).



Διάγραμμα 1. Οι επιπτώσεις του ελέγχου της σχετικής υγρασίας του αέρα του θερμοκηπίου: (α) στο μέσο μέγεθος του φύλλου, (β) στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό, (γ) στη μέση φυλλική επιφάνεια ανά φυτό, (δ) στο μέσο ύψος των φυτών, (ε) στο μέσο αριθμό παραγόμενων καρπών και (στ) στη συνολική μέση παραγωγή φυτών αγγουριάς.



Διάγραμμα 2. Οι επιπτώσεις του ελέγχου της σχετικής υγρασίας του αέρα του θερμοκηπίου: (α) στο μέσο μέγεθος του φύλλου, (β) στη μέση φυλλική επιφάνεια ανά φυτό και (γ) στη συνολική μέση παραγωγή φυτών τομάτας.

Η σημαντική αύξηση της φυλλικής επιφάνειας των φυτών αγγουριάς στο θερμοκήπιο, στο οποίο εφαρμόζοταν ρύθμιση της σχετικής υγρασίας, είχε ως συνέπεια τη σημαντική αύξηση της απόδοσης των φυτών κατά 38,5% (Διάγραμμα 1στ). Η αυξημένη απόδοση των φυτών αγγουριάς, στο θερμοκήπιο με τον έλεγχο της υγρασίας, προήλθε αποκλειστικά από τον μεγαλύτερο αριθμό παραγόμενων καρπών ανά φυτό κατά 36,5% (Διάγραμμα 1ε), ενώ, το μέσο βάρος καρπού δεν επηρεάστηκε από το διαφορετικά επίπεδα σχετικής υγρασίας. Ομοίως, οι Mullholland κ.ά. (2001) υποστηρίζουν ότι η μειωμένη παραγωγή φυτών τομάτας σε συνθήκες αυξημένης

υγρασίας προκύπτει από την παραγωγή λιγότερων καρπών ανά φυτό. Οι Xu κ.ά. (2006) βρήκαν ότι η εμπορεύσιμη παραγωγή καρπών των φυτών τομάτας που αναπτύχθηκαν σε χαμηλή υγρασία (υψηλό vpd) ήταν 26% υψηλότερη από αυτήν των φυτών που αναπτύχθηκαν σε υψηλή υγρασία (χαμηλό vpd). Σε χαμηλά επίπεδα υγρασίας οι καρποί ήταν και περισσότεροι και μεγαλύτερου μεγέθους.

Αντίθετα, από τα αποτελέσματα του πειράματός μας φαίνεται ότι η ίδια μείωση της σχετικής υγρασίας στο χώρο του θερμοκηπίου δεν προκάλεσε θετικές επιδράσεις στη βλαστική ανάπτυξη και την απόδοση των φυτών της τομάτας (Διάγραμμα 2).

Το γεγονός ότι η μεταχείριση της αφύγρανσης δεν προκάλεσε θετικές επιδράσεις στην ανάπτυξη και την απόδοση των φυτών της τομάτας πιθανώς να οφείλεται στη θερμοκρασία που επικρατούσε τις νυχτερινές ώρες στο χώρο του θερμοκηπίου.

Πράγματι, όπως προκύπτει από τον πίνακα 1, η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της νύχτας, για όλη την περίοδο καλλιέργειας της τομάτας (άνοιξη) διατηρούνταν και στις δύο μεταχειρίσεις κοντά στο επίπεδο θερμοκρασίας νύχτας το οποίο προτείνεται για την ανάπτυξη των φυτών της τομάτας (15°C). Αντίθετα στην καλλιέργεια της αγγουριάς, εξαιτίας και της χρονικής περιόδου της καλλιέργειας (χειμώνας), η θερμοκρασία νύχτας και στις δύο μεταχειρίσεις διατηρούνταν κοντά στους 10°C, πολύ χαμηλότερα από την ιδανική θερμοκρασία νύχτας που έχουν ανάγκη τα φυτά της αγγουριάς (περίπου 17°C). Παράλληλα, η μεγαλύτερη διάρκεια νύχτας που επικρατούσε κατά την περίοδο καλλιέργειας των φυτών της αγγουριάς, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι στον μάρτυρα της καλλιέργειας του αγγουριού το vpd έλαβε πολύ χαμηλές τιμές κάποιες ημέρες του χειμώνα, πιθανά να προκάλεσε αρνητικές συνθήκες ανάπτυξης για τα φυτά. Από την άλλη μεριά, η μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία που επικρατούσε κατά την περίοδο καλλιέργειας των φυτών της τομάτας, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι υπήρχε ικανοποιητική θερμοκρασία νύχτας, δημιούργησε καλύτερες προϋποθέσεις ανάπτυξης για τα φυτά της τομάτας. Έτσι, όσον αφορά την ανάπτυξη και την απόδοση της αγγουριάς καταλυτικό ρόλο έπαιξε ο παράγοντας-υγρασία, ενώ για την τομάτα καταλυτικό ρόλο έπαιξε ο παράγοντας-θερμοκρασία.

Επομένως, σε ένα θερμοκήπιο στο οποίο δεν εφαρμόζεται θέρμανση, η χρήση κάποιου συστήματος αφύγρανσης κατά τη διάρκεια της χειμερινής καλλιεργητικής περιόδου θα ήταν δυνατόν να αυξήσει την παραγωγή και την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος και συνεπώς το γεωργικό εισόδημα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bakker, J.C. 1984. Physiological disorders in cucumber under high humidity conditions and low ventilation rates in greenhouses. *Acta Hort.* 156: 257-264.
- Hand, D.W. 1988. Effects of atmospheric humidity on greenhouse crops. *Acta Hort.* 229: 143-158.
- Holder, R. and Cockshull, K.E. 1990. Effects of humidity on the growth and yield of glasshouse tomatoes. *J. of Hort. Sci.* 65 (1): 31-39.
- Mulholland, B.J., Fussell, M., Edmondson, R.N., Basham, J. and McKee, J.M.T. 2001. Effect of vpd, K nutrition and root zone temperature on leaf area development, accumulation of Ca and K and yield in tomato. *J. of Hort. Sci. and Bio.* 76 (5): 641-647.
- Seginer, I. and Kantz, D., 1989. Night-time use of dehumidifiers in greenhouses: an analysis. *J. of Agr. Eng. Res.* 44: 141-158.
- Xu, H.L., Iraqi, D. and Gosselin, A. 2006. Effect of ambient humidity on physiological activities and fruit yield and quality of greenhouse tomato. *Acta Hort.* 761: 85-92.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΡΙΩΝ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ

Γ. Τσιακάρης, Π. Γεωργιάδη, Α. Σαλωνικιώτη, Ε. Μενδώνη και Σ. Πετρόπουλος

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιιεργειών, Φυτόκου, 38446, Βόλος

Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη και απόδοση τριών υβριδίων μπρόκολου. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2012-2013 στην περιοχή των Σερβοτών Τρικάλων. Στα πλαίσια της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τρία υβρίδια μπρόκολου [Santee F1 (M1), Belstar F1 (M2), Batavia F1 (M3)], ενώ για τη λίπανση εφαρμόστηκε οργανική και ανόργανη λίπανση με τη χρήση κατάλληλων λιπασμάτων με στόχο τα φυτά να δέχονται τις ίδιες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων και με τις δύο μορφές λίπανσης. Σπόροι από τα υβρίδια του μπρόκολου σπάρθηκαν σε δίσκους σποράς που περιείχαν τύρφη, ενώ ακολούθησε η μεταφύτευσή τους σε μη θερμαινόμενο πλαστικό θερμοκήπιο όταν έφτασαν στο κατάλληλο στάδιο. Κατά τη διάρκεια της καλλιεργείας γίνονταν εφαρμογή της λίπανσης με το νερό του ποτίσματος, ενώ κατά τη συγκομιδή έγινε μέτρηση διαφόρων χαρακτηριστικών που σχετίζονταν με την ανάπτυξη του φυτού (αριθμός φύλλων και κεφαλών και βλαστών 2^{ης} τάξης, ολικό νωπό βάρος φυτού, νωπό βάρος φύλλων, κύριας κεφαλής και κεφαλών και βλαστών 1^{ης} και 2^{ης} τάξης). Από τα αποτελέσματα της μελέτης προκύπτει ότι το είδος της λίπανσης επηρέασε μόνο ορισμένα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης των φυτών του υβριδίου M1, ενώ για τα υβρίδια M2 και M3 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ειδών λίπανσης, εκτός από το νωπό βάρος των βλαστών 2^{ης} τάξης και το ξηρό βάρος των βλαστών για το υβρίδιο M2. Συγκεκριμένα και για το υβρίδιο M1, η εφαρμογή της ανόργανης λίπανσης είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό περισσότερων βλαστών 2^{ης} τάξης σε σχέση με την οργανική λίπανση και κατά συνέπεια μεγαλύτερο νωπό βάρος βλαστών 2^{ης} τάξης, ενώ τα φυτά που δέχθηκαν την ανόργανη λίπανση σχημάτισαν λιγότερες αλλά μεγαλύτερες κεφαλές 2^{ης} τάξης σε σχέση με τα φυτά που δέχθηκαν την οργανική λίπανση. Συμπερασματικά, διαπιστώνουμε ότι η επίδραση του είδους της λίπανσης (οργανική ή ανόργανη) επηρεάζει ορισμένα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης του φυτού χωρίς ωστόσο να αντιδρούν όλοι οι γονότυποι με τον ίδιο τρόπο. Επιπλέον, στα πλαίσια της παρούσας μελέτης δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση στο βάρος της κύριας κεφαλής που είναι το χαρακτηριστικό με τη μεγαλύτερη σημασία από εμπορικής άποψης.

Λέξεις κλειδιά: *Brassica oleracea var. italica*

Εισαγωγή

Η εφαρμογή τεχνικών αειφορικής καλλιεργείας, φιλικών προς το περιβάλλον, αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την αύξηση της διατροφικής και εμπορικής αξίας των καλλιεργούμενων προϊόντων, ενώ παράλληλα συμβάλλει στην ορθή διαχείριση του περιβάλλοντος (Ακουμιανάκης, 2007). Η χρήση βιολογικών μεθόδων καλλιεργείας αναφέρεται να συμβάλλει στην αύξηση των φολικών οξέων (Lima-Pallone κ.ά, 2008) και του γλυκοσινολίτη γλυκομπρασισίνης (Meyer & Adam, 2008).

Η χρήση οργανικών λιπασμάτων έχει αρκετά οφέλη, καθώς συμβάλλει στη βελτίωση της δομής του εδάφους (Dauda κ.ά., 2008) και του μικροβιακού του φορτίου (Suresh κ.ά., 2004). Με τα σύγχρονα οργανικά λιπάσματα είναι δυνατό να καταρτιστούν ισορροπημένα προγράμματα λίπανσης παρόμοια από θρεπτικής άποψης με αυτά των λιπασμάτων ανόργανης σύστασης, αποτελώντας μια εναλλακτική πρακτική διαθέσιμη στους παραγωγούς (Naeem κ.ά., 2006).

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην απόδοση και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τριών υβριδίων μπρόκολου.

Υλικά και Μέθοδοι

Στα πλαίσια της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τρία υβρίδια μπρόκολου *Brassica oleracea* var. *italica* [(Santee F1, Belstar F1 και Batavia F1) (M1, M2, και M3 αντίστοιχα)]. Σπόροι από τα υβρίδια του μπρόκολου σπάρθηκαν σε δίσκους σποράς που περιείχαν τύρφη στις 19-10-2012, και 35 ημέρες μετά τη σπορά ακολούθησε η μεταφύτευσή τους σε μη θερμαινόμενο πλαστικό θερμοκήπιο (24-11-2012). Για τη λίπανση εφαρμόστηκε οργανική και ανόργανη λίπανση με τη χρήση κατάλληλων ποσοτήτων (Πίνακες 1 και 2). Τα ανόργανα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: Νιτρικό κάλιο (13-0-46), Θεϊκό κάλιο (0-0-50), Νιτρικό Ασβέστιο (15,5-0-0 + 19% Ca), Νιτρική αμμωνία (34,5-0-0), Φωσφορικό μονοκάλιο (0-52-34), Βόρακας (11%) και Χηλικός σίδηρος (6%). Τα οργανικά λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: Avant Natur (5,5% N), Fish-Fert (2-4-0,5), το οργανικό σκεύασμα Acadian (1-1-16), Βόρακας και Χηλικός σίδηρος (6%). Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας γίνονταν εφαρμογή της λίπανσης με το νερό του ποτίσματος, ενώ κατά τη συγκομιδή έγινε μέτρηση διαφόρων χαρακτηριστικών που σχετίζονταν με την ανάπτυξη του φυτού (αριθμός φύλλων και κεφαλών και βλαστών 2^{ης} τάξης, ολικό νωπό βάρος φυτού, νωπό βάρος φύλλων, κύριας κεφαλής και κεφαλών και βλαστών 1^{ης} και 2^{ης} τάξης). Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 06, 07 και 12-03-2013 (για τα υβρίδια M3, M2 και M1 αντίστοιχα) και όταν οι ανθοκεφαλές είχαν εμπορεύσιμο μέγεθος. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν αυτό των υποδιαιρεμένων τεμαχίων με κύριο παράγοντα τον τύπο της λίπανσης και υποπαράγοντα τα υβρίδια του μπρόκολου. Για την στατιστική επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο Statgraphics Centurion (Statpoint Technologies Inc., USA).

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Από τα αποτελέσματα της μελέτης προκύπτει ότι το είδος της λίπανσης επηρέασε μόνο ορισμένα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης των φυτών του υβριδίου M1, ενώ για τα υβρίδια M2 και M3 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ειδών λίπανσης, εκτός από το νωπό βάρος των βλαστών 2^{ης} τάξης και το ξηρό βάρος των βλαστών για το υβρίδιο M2 (Πίνακες 3 και 4). Συγκεκριμένα και για το υβρίδιο M1, η εφαρμογή της ανόργανης λίπανσης είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό περισσότερων βλαστών 2^{ης} τάξης σε σχέση με την οργανική λίπανση και κατά συνέπεια μεγαλύτερο νωπό βάρος βλαστών 2^{ης} τάξης, ενώ τα φυτά που δέχθηκαν την ανόργανη λίπανση σχημάτισαν λιγότερες αλλά μεγαλύτερες κεφαλές 2^{ης} τάξης σε σχέση με τα φυτά που δέχθηκαν την οργανική λίπανση. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε αντίθεση με αυτά των Αλεξόπουλος κ.α. (2012), οι οποίοι παρατήρησαν διαφορές στο νωπό βάρος των φύλλων και του νωπού και ξηρού βάρους της ανθοκεφαλής. Οι διαφορές αυτές πιθανόν να οφείλονται ότι στη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικοί γονότυποι, ενώ η καλλιέργεια των φυτών έγινε σε φυτοδοχεία και όχι στο έδαφος.

Πίνακας 1. Σύσταση θρεπτικού διαλύματος ανόργανης λίπανσης

Τύπος Λιπάσματος	Ποσότητα (γρ./10 L)	Θρεπτικά στοιχεία (mg /L)							
		N	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ca	Mg	S	B	Fe
Νιτρικό κάλιο (13-0-46)	4,87	63,3	289	-	-	-	-	-	-
Θεικό κάλιο (0-0-50)	0,236	-	10,6	-	-	-	4,25	-	-
Νιτρικό Ασβέστιο (15,5-0-0) +19% Ca	0,98	15,2	-	-	18,75	-	-	-	-
Νιτρική αμμωνία (34,5-0-0)	6,42	221,5	-	-	-	-	-	-	-
Φωσφορικό μονοκάλιο (0-52-34)	1,92	-	65,3	100	-	-	-	-	-
Βόρακας (11%)	0,02	-	-	-	-	-	-	0,22	-
Χηλικός σίδηρος (6%)	0,19	-	-	-	-	-	-	-	1,12
Σύνολο	-	300	300	100	18,75	-	4,25	0,22	1,12

Πίνακας 2. Σύσταση θρεπτικού διαλύματος οργανικής λίπανσης.

Τύπος Λιπάσματος	Ποσότητα (γρ./10 L)	Θρεπτικά στοιχεία (mg/L)							
		N	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ca	Mg	S	B	Fe
Avant Natur (5,5% N)	43,5	239,8	-	-	-	-	-	-	-
Fish-Fert (2-4-0,5)	20,5	41,0	10,25	82,0	15,37	0,82	3,48	-	-
Acadian (1-1-16)	18	18,75	287,5	18,75	-	-	-	-	-
Βόρακας (11%)	0,02	-	-	-	-	-	-	0,22	-
Χηλικός σίδηρος (6%)	0,19	-	-	-	-	-	-	-	1,12
Σύνολο	-	299,5	297,75	100,7	15,37	0,82	3,48	0,22	1,12

Όσον αφορά το ξηρό βάρος των ιστών, διαφορές παρατηρήθηκαν μόνο στην περίπτωση του υβριδίου M1, όπου η ανόργανη λίπανση είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του ξηρού βάρους, καθώς και στο υβρίδιο M2, όπου προκάλεσε μείωση του ξηρού βάρους των βλαστών. Συμπερασματικά, διαπιστώνουμε ότι η επίδραση του είδους της λίπανσης (οργανική ή ανόργανη) επηρεάζει ορισμένα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης του φυτού, χωρίς ωστόσο να αντιδρούν όλοι οι γονότυποι με τον ίδιο τρόπο.

Πίνακας 3. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην απόδοση και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τριών υβριδίων μπρόκολου

Υβρίδιο	Επέμβαση	Ολικό βάρος φυτού	Βλαστοί 2 ^{ης} τάξης	Αριθμός φύλλων	Νωπό βάρος φύλλων	Ξηρό βάρος φύλλων
M1	Ανόργανη	1054,09	19,80 β	67,57	535,29	8,17
	Οργανική	1133,96	22,67 α	63,00	525,17	8,38
	ΕΣΔ	154,685	2,61	10,21	75,83	0,48
M2	Ανόργανη	1204,32	10,4	68,47	662,05	9,00
	Οργανική	1193,81	10,9	66,93	613,56	8,87
	ΕΣΔ	108,45	1,54	8,48	71,57	0,76
M3	Ανόργανη	778,07	10,47	61,19	390,17	9,25
	Οργανική	827,36	9,37	58,93	407,53	9,73
	ΕΣΔ	113,74	1,26	7,20	58,07	0,58

ΕΣΔ : Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$

Πίνακας 4. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην απόδοση και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τριών υβριδίων μπρόκολου

Υβρίδιο	Επέμβαση	Νωπό βάρος κεφαλής	Νωπό βάρος κεφαλής 2 ^{ης} τάξης	Ξηρό βάρος κεφαλής	Νωπό βάρος βλαστών	Νωπό βάρος βλαστών 2 ^{ης} τάξης	Ξηρό βάρος βλαστών
M1	Ανόργανη	55,09	95,27 β	12,47 β	186,41	179,90 β	5,38
	Οργανική	49,96	74,00 γ	14,17 α	201,23	234,24 α	5,46
	ΕΣΔ	15,13	19,89	1,71	29,07	41,42	0,39
M2	Ανόργανη	224,27	36,58	14,34	186,63	169,41 α	9,43 α
	Οργανική	195,79	46,20	12,79	190,46	93,73 β	7,01 β
	ΕΣΔ	42,73	14,01	1,71	17,08	27,59	1,40
M3	Ανόργανη	173,32	-	11,81	112,56	59,13	6,90
	Οργανική	194,62	-	12,45	117,01	60,89	6,92
	ΕΣΔ	49,46	-	0,83	18,40	19,34	0,83

ΕΣΔ : Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$

Βιβλιογραφία

- Αλεξόπουλος, Α., Κώτσιρας, Α., Καραπάνος, Ι., Αλεξανδρόπουλος, Α. και Κομινός, Κ. 2012. Συγκριτική μελέτη της επίδρασης οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη και παραγωγή του μπρόκολου. 25^ο συνέδριο ΕΕΕΟ, Κύπρος.
- Ακουμανάκης, Κ. 2007. Ειδικά Θέματα Λαχανοκομίας: Αειφορική-Βιολογική Καλλιέργεια Κηπευτικών. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Dauda, S.N., Ajayi, F.A. and Ndor, E. 2008. Growth and yield of water melon (*Citrullus lanatus*) as affected by poultry manure application. J. Agric. Soc. Sci. 4: 121-124.
- Lima-Pallone, J.A., Catharino, R.R. and Godoy, H.T. 2008. Foliates in conventional and organic broccoli and losses during cooking. Quim. Nova 31(3): 530-535.
- Meyer, M. and Adam, S.T. 2008. Comparison of glucosinolate levels in commercial broccoli and red cabbage from conventional and ecological farming. Eur. Food Res. Technol. 226(6): 1429-1437.
- Naeem, M., Iqbal, J. and Bakhsh, M.A.A. 2006. Comparative study of inorganic fertilizers and organic manures on yield and yield components of mungbean (*Vigna radiata* L.). J. Agric. Soc. Sci. 2: 227-229.

Suresh, K.D., Sneh, G. Krishn, K.K and Mool, C.M. 2004. Microbial biomass carbon and microbial activities of soils receiving chemical fertilizers and organic amendments. Archives Agron. Soil. Sci. 50: 641-647.

THE EFFECT OF ORGANIC AND INORGANIC FERTILIZATION ON THE DEVELOPMENT AND YIELD OF THREE BROCCOLI HYBRIDS

G. Tsiakaras, P. Georgiadi, A. Salonikioti, E. Mendoni and S. Petropoulos

University of Thessaly, School of Agricultural Sciences, Laboratory of Vegetables Production, Fytokou Street, 38446, Volos, Greece

Abstract

In the present study the effect of organic and inorganic fertilization on the development and yield of three broccoli hybrids was examined. The experiment was conducted at Servota, Trikala during 2012-2013 growing season. Three broccoli hybrids were used [Santec F1 (M1), Belstar F1 (M2), Batavia F1 (M3)], whereas fertilization was implemented with the application of organic and inorganic fertilizers in order the plants getting the same amounts of nutrient with both the fertilization methods. Seeds from broccoli hybrids were sown in seed trays containing peat and young seedlings were transplanted in the soil in an unheated plastic greenhouse. During cultivation, fertilization was applied through irrigation water, whereas at the day of harvest plant features regarding plant development, such as the number of leaves, flowerheads and main and second order shoots, total plant fresh weight, fresh weight of leaves and main and second order flowerhead and shoots, were recorded. From the results it is suggested that the fertilization method affected only certain developmental features of M1 hybrid, whereas for M2 and M3 hybrids no significant differences were observed, except for the fresh weight of second order shoots and dry weight of main shoots of M2 hybrid. More specific and for M1 hybrid, the application of inorganic fertilization resulted in higher number of second order shoots comparing to organic fertilization and therefore in higher weight of second order shoots, whereas plants treated with inorganic fertilization formed more and larger second order flowerhead in comparison with organic fertilization. In conclusion, it is suggested that the effect of fertilization method (organic or inorganic) affects specific developmental features of broccoli plants, without however a similar reaction for all the genotypes. In addition, in the present study no significant effect on the weight of the main flowerhead was observed, a feature of major importance in terms of the marketability of the final product.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *italica*

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΓΙΒΒΕΡΕΛΛΙΝΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ (GA₃) ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Γ. Τσιακάρης¹, Α. Χα¹, Σ. Πετρόπουλος²

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Φυτόκου, 38446, Βόλος

²Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Φυτόκου, 38446, Βόλος

Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η επίδραση της εφαρμογής του γιββερελλινικού οξέος και της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και ποιότητα διαφόρων τύπων μαρουλιού. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το 2012 στην περιοχή των Σερβοτών Τρικάλων. Αξιολογήθηκαν πέντε ποικιλίες μαρουλιού ['Kismy' και 'Marady' (τύπου loose-leaf), 'Adranita' (τύπου romaine), 'Pedrola' και 'Botiola' (τύπου iceberg)]. Στις πειραματικές μεταχειρίσεις εφαρμόστηκαν τέσσερα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (0, 150, 300 και 450 mg L⁻¹ N) και δυο επίπεδα γιββερελλινικού οξέος (0 και 25 mg L⁻¹ GA₃). Η εφαρμογή του GA₃ αύξησε (κατά 10,0-25,6%) ή μείωσε (κατά 7,0-11,9%) τον αριθμό των φύλλων στις ποικιλίες τύπου loose-leaf και iceberg αντίστοιχα, ενώ στην ποικιλία 'Adranita' (τύπου romaine) ο αριθμός των φύλλων δεν επηρεάστηκε. Η αζωτούχος λίπανση δεν επηρέασε τον αριθμό των φύλλων. Το GA₃ επίσης μείωσε τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα, ανεξαρτήτως ποικιλίας, ενώ σε σχέση με την αζωτούχο λίπανση μόνο το επίπεδο των 300 mg L⁻¹ διέφερε σημαντικά από τον μάρτυρα (0 mg L⁻¹). Σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης παρατηρήθηκαν και μεταξύ των ποικιλιών, με την ποικιλία 'Adranita' να έχει την μεγαλύτερη συγκέντρωση. Το GA₃ αύξησε σημαντικά το τελικό ύψος των φυτών μόνο στις ποικιλίες τύπου loose-leaf, ενώ η αύξηση της εφαρμοζόμενης ποσότητας αζώτου αύξησε το ύψος στην ποικιλία 'Pedrola' και το μείωσε στην ποικιλία 'Adranita'. Η επίδραση του GA₃ αύξησε το νωπό βάρος μόνο στην ποικιλία 'Kismy' του τύπου loose-leaf, ενώ στους άλλους τύπους (romaine και iceberg) τη μείωσε. Η αύξηση της αζωτούχου λίπανσης δεν επηρέασε το νωπό βάρος στις ποικιλίες 'Kismy' και 'Adranita', ενώ στην ποικιλία 'Pedrola' μείωσε το νωπό βάρος. Συμπερασματικά η εφαρμογή GA₃ στην τη ποικιλία 'Kismy' αύξησε τον αριθμό των φύλλων και το νωπό βάρος, ενώ η αύξηση του τελικού ύψους δεν επηρέασε την εμπορευσιμότητα του τελικού προϊόντος. Η αζωτούχος λίπανση δεν είχε καμία επίδραση στη συγκεκριμένη ποικιλία, τόσο στο τελικό ύψος όσο και στο νωπό βάρος του φυτού.

Λέξεις κλειδιά: *Lactuca sativa*, ρυθμιστές ανάπτυξης

Εισαγωγή

Οι αποδόσεις και η ποιότητα του μαρουλιού μπορεί να επηρεαστούν από διάφορους παράγοντες όπως είναι οι περιβαλλοντικές συνθήκες (La Malfa & Ruggeri, 1988), η θρέψη του φυτού (Acar κ.ά., 2008; Khah & Arvanitoyannis 2003) και οι συνθήκες ανάπτυξης (Khah κ.ά., 2012). Ωστόσο, ένα σημαντικό πρόβλημα στην καλλιέργεια του μαρουλιού είναι η πρόωγη εμφάνιση ανθικού στελέχους κατά τη διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης του φυτού (bolting), με άμεση επίδραση στην εμπορευσιμότητα του τελικού προϊόντος. Οι αποδόσεις στο μαρούλι επηρεάζονται σημαντικά από την εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης σε συνδυασμό με την καλλιεργούμενη ποικιλία, όπως

αναφέρουν οι Maryam κ.ά. (2007) και Boroujerdnia κ.ά. (2007), οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση τεσσάρων επιπέδων αζώτου σε δύο ποικιλίες μαρουλιού και διαπίστωσαν ότι η εφαρμογή μέσων προς υψηλών επιπέδων αζώτου (12 Kg ανά στρέμμα) έδωσε τις υψηλότερες αποδόσεις. Οι γιβερελλίνες παίζουν σημαντικό ρόλο στην επαγωγή της άνθισης σε πολλά είδη συμπεριλαμβανομένου του μαρουλιού. Η πρόωπη εμφάνιση του ανθικού στελέχους οφείλεται στην επίδραση υψηλών θερμοκρασιών και τον ενδογενή μεταβολισμό του γιβερελλικού οξέος (GA₃). Εκτός από την επίδρασή του στην επαγωγή της άνθισης, το GA₃ αναφέρεται ότι αυξάνει το ρυθμό αύξησης των φυτών και την συνολική απόδοση σε σπόρο, ιδιαίτερα σε συνδυασμό με την εφαρμογή του Chloromequat Chloride (CCC) (Passam κ.ά., 2008). Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης της αζωτούχου λίπανσης και της εφαρμογής του GA₃ στον αριθμό των φύλλων και το χρώμα των φύλλων (SPAD Index), του τελικού ύψους του φυτού και το νωπό και ξηρό βάρος των φύλλων από δύο τύπους μαρουλιού, καθώς και της επίδρασης του GA₃ στην πρωίμηση και την εμπορευσιμότητα του τελικού προϊόντος.

Υλικά και Μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το 2012 στην περιοχή των Σερβοτών Τρικάλων σε πλαστικό μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο. Στα πλαίσια της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν πέντε ποικιλίες μαρουλιού ['Kismy' και 'Marady' (τύπου loose-leaf), 'Adranita' (τύπου romaine), 'Pedrola', και 'Botiola' (τύπου Iceberg)]. Στις πειραματικές μεταχειρίσεις εφαρμόστηκαν τέσσερα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (0, 150, 300 και 450 mg L⁻¹ N) με τη εφαρμογή του λιπάσματος Folur (Γεωπονική, Α.Ε.) (22% w/v ολικό άζωτο σε μορφή ουρίας) και δυο επίπεδα γιβερελλινικού οξέος (0 και 50 mg L⁻¹ GA₃) με 10% GA₃ σε ταμπλέτες των 100 γρ. Νεαρά φυτά των πέντε ποικιλιών (στάδιο 3-5 πραγματικών φύλλων) προμηθεύτηκαν από τα φυτώρια Σπύρου Α.Ε. (Αθήνα) και Plantas (Θήβα) και μεταφύτεύθηκαν απευθείας στο έδαφος. Η φύτευση έγινε σε διπλές γραμμές με αποστάσεις φύτευσης 20 εκ. επί της γραμμής και μεταξύ των γραμμών του κάθε ζεύγους και 40 εκ. μεταξύ των ζευγών των γραμμών (11.500 φυτά ανά στέμμα). Η μεταφύτευση πραγματοποιήθηκε στις 27/01/2012 και η λίπανση των φυτών γίνονταν με ποττήρι ζέσεως και όγκο 0,15 λίτρα, αυξανόμενο σταδιακά έως τα 0,5 λίτρα (συνολικά εφαρμοζόμενο άζωτο 0, 8,25, 16,5 και 24,7 κιλά αζώτου ανά στρέμμα για τις μεταχειρίσεις των 0, 150, 300 και 450 mg L⁻¹ αζώτου αντίστοιχα). Η πρώτη εφαρμογή GA₃ έγινε όταν τα φυτά ήταν στο στάδιο της ροζέτας (8 πραγματικά φύλλα με μέγεθος >5 εκατοστά) και η δεύτερη μετά από 14 ημέρες σε συγκέντρωση 25 ppm και στις δυο εφαρμογές. Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 17/4/2012, 81 ημέρες μετά την μεταφύτευση και μετρήθηκαν ο αριθμός και το χρώμα των φύλλων (SPAD Index) με τη χρήση του οργάνου SPAD 502Plus (Spectrum Technologies Inc., USA), το νωπό και ξηρό βάρος και το τελικό ύψος των φυτών. Εφαρμόστηκε το πειραματικό των εντελώς τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (n=3 και 8 φυτά ανά επέμβαση και επανάληψη) και η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με το πρόγραμμα Statgraphics 5.1Plus (Statistical Graphics Corporation).

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Από τα αποτελέσματα του Πίνακα 1 παρατηρούμε ότι η διαφυλλική εφαρμογή του GA₃ έχει ως αποτέλεσμα το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων για τις ποικιλίες Kismy και Marady (56,9 και 71,2 φύλλα αντίστοιχα) και το μικρότερο αριθμό φύλλων για τις ποικιλίες Pedrola και Botiola (28,8 και 31,8 φύλλα αντίστοιχα), ενώ η ποικιλία Marady σχημάτισε μεγαλύτερο αριθμό φύλλων, σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες, αποτελέσματα που συμφωνούν με αυτά των Fukuda κ.ά. (2012) οι οποίοι αναφέρουν διαφορετική αντίδραση του μαρουλιού στην εφαρμογή GA₃ ανάλογα με την ποικιλία.

Πίνακας 1. Επίδραση της ποικιλίας και του γιββερελλικού οξέος στον αριθμό των φύλλων, το χρώμα και το τελικό ύψος των φυτών, ανεξαρτήτως του επιπέδου αζωτούχου λίπανσης.

ποικιλία	Αριθμός φύλλων		SPAD index	Τελικό ύψος	
	χωρίς GA ₃	με GA ₃		χωρίς GA ₃	με GA ₃
Kismy	45,3 γ(β)	56,9 β(α)	16,6 β	22,9 δ(β)	30,1 γ(α)
Marady	64,7 α(β)	71,2 α(α)	7,8 γ	24,7 γ(β)	32,0 β(α)
Adranita	50,5 β(α)	53,3 β(α)	22,2 α	37,7 α(α)	38,7 α(α)
Pedrola	32,7 δ(α)	28,8 γ(β)	15,7 β	25,4 γ(α)	26,1 δ(α)
Botiola	34,1 δ(α)	31,7 γ(β)	15,6 β	27,2 β(α)	27,6 δ(α)
ΕΣΔ	4,1	4,2	1,9	1,3	1,5

Τα γράμματα εντός παρένθεσης αφορούν συγκρίσεις των μέσων της ίδιας γραμμής και για το ίδιο χαρακτηριστικό, ενώ αυτά εκτός παρένθεσης συγκρίσεις μέσων της ίδιας στήλης, με βάση το κριτήριο της Ελαχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) σε $p=0,05$.

Πίνακας 2. Επίδραση της ποικιλίας και της αζωτούχου λίπανσης στο τελικό ύψος των φυτών, ανεξαρτήτως της εφαρμογής GA₃.

Ποικιλία	Επίπεδο Αζώτου			
	Μάρτυρας	150 ppmN	300 ppmN	450 ppmN
Kismy	26,4 β(α)	26,7 β(α)	27,3 β(α)	25,6 β(α)
Marady	28,5 β(α)	27,7 β(α)	29,6 β(α)	27,7 β(α)
Adranita	39,5 α(α)	37,4 α(β)	37,1 α(β)	38,7 α(αβ)
Pedrola	23,7 γ(β)	25,9 β(α)	27,0 β(α)	26,6 β(α)
Botiola	27,4 β(α)	28,2 β(α)	27,6 β(α)	26,3 β(α)
ΕΣΔ	2,7	2,8	2,6	2,9

Τα γράμματα εντός παρένθεσης αφορούν συγκρίσεις των μέσων της ίδιας γραμμής και για το ίδιο χαρακτηριστικό, ενώ αυτά εκτός παρένθεσης συγκρίσεις μέσων της ίδιας στήλης, με βάση το κριτήριο της Ελαχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) σε $p=0,05$.

Οι Baldassarre κ.ά. (2011), παρατήρησαν επίσης μείωση στην περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη μετά από την εφαρμογή GA₃. Ο αριθμός των φύλλων δεν επηρεάστηκε από την αζωτούχο λίπανση, ενώ το χρώμα των φύλλων (SPAD index) ήταν λιγότερο πράσινο στα φυτά που δέχθηκαν επέμβαση με GA₃ (ιδιαίτερα στην ποικιλία 'Adranita') και περισσότερο πράσινο στα φυτά που δέχθηκαν τα 300 ppm αζώτου (τα αποτελέσματα δεν παρουσιάζονται). Το τελικό ύψος των φυτών ήταν υψηλότερο στα φυτά των ποικιλιών τύπου loose-leaf (31,4% και 29,6% για τις ποικιλίες 'Kismy' και 'Marady' αντίστοιχα) που δέχθηκαν εφαρμογή με GA₃ (Πίνακας 1), καθώς και στην περίπτωση των φυτών της ποικιλίας 'Adranita' που δεν δέχθηκαν εφαρμογή αζώτου (Πίνακας 2).

Η εφαρμογή του GA₃ είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του νωπού βάρους για όλες τις ποικιλίες με εξαίρεση τις ποικιλίες τύπου loose-leaf όπου είτε δεν είχε καμία επίδραση ('Marady') είτε προκάλεσε αύξηση κατά 16,3% ('Kismy') (Πίνακας 3). Η εφαρμογή του αζώτου είχε διαφορετική επίδραση στο νωπό βάρος των φυτών ανάλογα με την ποικιλία, με αυτές του τύπου iceberg και να ωφελούνται κατά 16,7% από την εφαρμογή 150 ppm ('Pedrola') ή χωρίς την εφαρμογή αζώτου ('Botiola'), και η ποικιλία 'Marady' από μέσα προς υψηλά επίπεδα (300 ppm) (Πίνακας 4). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται από τους Maryam κ.ά. (2007) και Boroujerdnia κ.ά. (2007), οι οποίοι παρατήρησαν ότι τα υψηλά επίπεδα αζώτου δεν είχαν καμία επίδραση στο νωπό βάρος των φύλλων. Τέλος, όσον αφορά το ξηρό βάρος των φύλλων, η αζωτούχος λίπανση δεν είχε καμία επίδραση σε όλες τις ποικιλίες, ενώ αυξήθηκε με την εφαρμογή GA₃ για την ποικιλία 'Kismy' (τα αποτελέσματα δεν παρουσιάζονται). Συμπερασματικά, η

εφαρμογή GA₃ σε συνδυασμό με χαμηλές προς υψηλές δόσεις αζώτου θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε ποικιλίες τύπου loose-leaf (π.χ. 'Kismy') με στόχο την αύξηση των αποδόσεων χωρίς παράλληλη υποβάθμιση της ποιότητας.

Πίνακας 3. Επίδραση της ποικιλίας και του γιββερυλλικού οξέος στο νερό βάρος των φυτών, ανεξαρτήτως του επιπέδου αζωτούχου λίπανσης.

Ποικιλία	χωρίς GA ₃	με GA ₃
Kismy	880,2 αβ(β)	1023,6 α(α)
Marady	909,8 αβ(α)	963,8 αβ(α)
Adranita	953,5 α(α)	808,5 βγ(β)
Pedrola	815,1 β(α)	742,2 γ(β)
Botiola	948,8 α(α)	817,4 βγ(β)
ΕΣΔ	102,7	99,2

Τα γράμματα εντός παρένθεσης αφορούν συγκρίσεις των μέσων της ίδιας γραμμής και για το ίδιο χαρακτηριστικό, ενώ αυτά εκτός παρένθεσης συγκρίσεις μέσων της ίδιας στήλης, με βάση το κριτήριο της Ελαχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) σε $p=0,05$.

Πίνακας 4. Επίδραση της ποικιλίας και της αζωτούχου λίπανσης στο νερό βάρος των φυτών, ανεξαρτήτως της εφαρμογής GA₃.

Ποικιλία	Επίπεδο Αζώτου			
	Μάρτυρας	150 ppmN	300 ppmN	450 ppmN
Kismy	953,8 αβ(α)	997,9 α(α)	971,8 α(α)	883,9 α(α)
Marady	926,6 αβγ(αβ)	856,9 α(β)	1019,4 α(α)	944,2 α(αβ)
Adranita	876,5 βγ(α)	882,8 α(α)	840,6 βγ(α)	924,2 α(α)
Pedrola	803,5 γ(αβ)	937,7 α(α)	761,9 γ(βγ)	611,5 β(γ)
Botiola	1026,6 α(α)	896,3 α(αβ)	748,4 γ(β)	861,1 α(β)
ΕΣΔ	132,3	155,6	133,2	142,7

Τα γράμματα εντός παρένθεσης αφορούν συγκρίσεις των μέσων της ίδιας γραμμής και για το ίδιο χαρακτηριστικό, ενώ αυτά εκτός παρένθεσης συγκρίσεις μέσων της ίδιας στήλης, με βάση το κριτήριο της Ελαχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) σε $p=0,05$.

Βιβλιογραφία

- Acar, B., Paksoy, M., Turkmen, O. and Seymen, M. 2008. Irrigation and nitrogen level affect lettuce yield in greenhouse condition. *Afr. J. Biotechnol.* 7(24): 4450-4453.
- Baldassarre, V., Cabassi, G. and Ferrante, A. 2011. Use of chlorophyll a fluorescence for evaluating the quality of leafy vegetables. *Aust. J. Crop. Sci.* 5(6): 735-741.
- Boroujerdnia, M., Ansari, N.A. and Dehcordie, F.S. 2007. Effect of cultivars, harvesting time and level of nitrogen fertilizer on nitrate and nitrite content, yield in Romaine lettuce. *Asian J. Plant Sci.* 6(3): 550-553.
- Fukuda, M., Matsuo, S., Kikuchi, K., Mitsuhashi, W., Toyomasu, T. and Honda, I. 2012. Gibberellin metabolism during stem elongation stimulated by high temperature in lettuce. *Acta Hort.* 932: 359-364.
- Khah, E.M. and Arvanitoyannis, I.S. 2003. Effect of fertilizers on lettuce (*Lactuca sativa*) yield, physical and organoleptic properties. *Adv. Hort. Sci.* 17: 47-57.
- Khah, E.M., Petropoulos, S.A., Karapanos, I.C. and Passam, H.C. 2012. Evaluation of growth media incorporating cotton ginning by-products for vegetable production. *Compost Sci. Util.* 20(1): 24-28.
- La Malfa, G. and Ruggeri, A. 1988. Fattori biologici e condizioni ambientali nella produzione del seme di *Lactuca sativa* L. *Riv. Agron.* 22: 209-213.

- Maryam, B., Naser, A.A. and Farideh, S.D. 2007. Effect of cultivars, harvesting time and level of nitrogen fertilizer on nitrate and nitrite content, yield in romaine lettuce. *Asian Plant Sci.* 6: 550-553.
- Passam, H.C., Koutri, A.C. and Karapanos, I.C. 2008. The effect of chlormequat chloride (CCC) application at the bolting stage on the flowering and seed production of lettuce plants previously treated with water or gibberellic acid (GA₃). *Sci. Hortic.* 116:117-121.

THE EFFECT OF GIBBERELLIC ACID (GA₃) AND NITROGEN FERTILIZATION ON GROWTH AND QUALITY OF VARIOUS TYPES OF LETTUCE

G. Tsiakaras¹, E. Khah¹ and S. Petropoulos²

¹University of Thessaly, School of Agricultural Sciences, Laboratory of Genetics and Plant Breeding, Fytokou Street, 38446, Volos, Greece

²University of Thessaly, School of Agricultural Sciences, Laboratory of Vegetables Production, Fytokou Street, 38446, Volos, Greece

Abstract

In the present study, the effect of gibberellic acid and nitrogen fertilization on growth and quality of various types of lettuce was examined. The experiment was carried at Servota, Trikala during 2012 and five cultivars of lettuce were implemented ['Kismy' and 'Marady' (loose-leaf), 'Adranita' (romaine), 'Pedrola' and 'Botiola' (Iceberg)]. The experimental treatments were consisted of four levels of nitrogen fertilization (0, 150, 300 and 450 mg L⁻¹ N) and two levels of gibberellic acid (0 and 25 mg L⁻¹ GA₃). From the results of the study it is suggested that GA₃ resulted either in increase or decrease of the number of leaves for loose-leaf and iceberg types respectively, whereas for cv. 'Adranita' (romaine) the number of leaves was not significantly affected. Nitrogen fertilization did not affect the number of leaves. GA₃ application resulted in a decrease of chlorophyll content in leaves, regardless of cultivar, whereas in relation to nitrogen fertilization only the level of 300 mg L⁻¹ differed significantly from the control. Significant differences in chlorophyll content of leaves were also observed between the cultivars, with cv. 'Adranita' having the highest content. Regarding final plant height, GA₃ resulted in a significant increase only for loose-leaf type cultivars, whereas the increase in nitrogen fertilization resulted in an increase for cv. 'Pedrola' and a decrease for cv. 'Adranita'. The effect of GA₃ on fresh weight was beneficial only in the case of cv. 'Kismy' (loose-leaf), whereas for the other types (romaine and iceberg) caused a decrease. The increase in nitrogen fertilization did not affect fresh weight for cv. 'Kismy' and 'Adranita', whereas for cv. 'Pedrola' resulted in a decrease. In conclusion, the application of GA₃ had a beneficial effect in the case of cv. 'Kismy' by resulting in an increase in the number of leaves and the fresh weight, whereas increased plant height did not affect marketability of the final product. Nitrogen fertilization had no effect on the specific cultivar, either on plant height or fresh weight.

Keywords: *Lactuca sativa*; growth regulators

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΞΙ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΑΝΗΘΟΥ (*Anethum graveolens* L.) ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΖΩΤΟΥΧΟ ΛΙΠΑΝΣΗ

Α. Σαλωνικιώτη¹, Ε. Μενδώνη¹, Π. Γεωργιάδη¹, Δ. Τσαμαϊδή² και Σ. Πετρόπουλος¹

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Φυτόκοο, 38446, Βόλος

²Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Ιερά Οδός 11855, Αθήνα

Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη έξι ποικιλιών άνηθου (*Anethum graveolens* L.). Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε μη θερμαινόμενο πλαστικό θερμοκήπιο στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Σπόροι από έξι ποικιλίες άνηθου ('Bouquet', 'Diana', 'Dill', 'Ducat', 'Iran' και 'Tetra') σπάρθηκαν σε δίσκους σποράς και ακολούθως έγινε μεταφύτευση των νεαρών σπορόφυτων σε πλαστικά φυτοδοχεία όγκου 10 L, με υπόστρωμα τύρφη: περλίτη σε αναλογία 1:1 κατ' όγκο. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας έγινε εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης με το νερό του ποτίσματος. Χρησιμοποιήθηκαν τρία επίπεδα αζώτου [75 (μάρτυρας), 150 και 300 mg L⁻¹ αζώτου]. Από τα αποτελέσματα της μελέτης προκύπτει ότι η αζωτούχος λίπανση δεν επηρεάζει το βάρος ολόκληρου του φυτού και των φύλλων, με εξαίρεση την ποικιλία 'Iran' όπου η αύξηση του αζώτου πάνω από τα 75 mg L⁻¹ είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση του νωπού βάρους. Θετική επίδραση στον αριθμό των φύλλων και το βάρος των βλαστών είχε η εφαρμογή των 150 mg L⁻¹ αζώτου, κυρίως σε σχέση με το επίπεδο των 300 mg L⁻¹, με εξαίρεση τις ποικιλίες 'Tetra' και 'Bouquet' όπου δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση. Επίσης, η αύξηση του εφαρμοζόμενου αζώτου (300 mg L⁻¹) είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του ύψους των φυτών κατά 3,8-19,5%, ανεξαρτήτως ποικιλίας. Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και μεταξύ των ποικιλιών, με την ποικιλία 'Iran' να εμφανίζει το χαμηλότερο βάρος φύλλων και ολόκληρου φυτού στο χαμηλότερο επίπεδο εφαρμοζόμενου αζώτου (75 mg L⁻¹), ενώ στο υψηλότερο επίπεδο δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Ως προς το ύψος των φυτών, το βάρος των βλαστών και τον αριθμό των φύλλων παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών ανάλογα με το επίπεδο του εφαρμοζόμενου αζώτου.

Εισαγωγή

Η χρήση λιπασμάτων αποτελεί σημαντικό παράγοντα, σε μια προσπάθεια να εκμεταλλευτούμε τις δυνατότητες του φυτού και να επιτύχουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερες αποδόσεις. Ωστόσο, ενώ για τις περισσότερες καλλιέργειες υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες και έχουν γίνει μελέτες σχετικά με την επίδραση της λίπανσης και την κατάρτιση προγραμμάτων λίπανσης, για τα αρωματικά φυτά είναι διαθέσιμα πολύ λίγα στοιχεία.

Οι Tsamaidi κ.ά. (2012) αναφέρουν ότι το νωπό βάρος των φύλλων φυτών άνηθου (ποικιλία 'Ducat') αυξήθηκε με την αύξηση της εφαρμοζόμενης ποσότητας από τα 0 έως τα 450 mg L⁻¹ αζώτου για καλλιέργεια το φθινόπωρο-χειμώνα, ενώ για την ανοιξιάτικη καλλιέργεια το βάρος αυξήθηκε μέχρι το επίπεδο των 300 mg L⁻¹ αζώτου. Οι Wander & Bouwmeester (1998) εφάρμοσαν αζωτούχο λίπανση σε πέντε διαφορετικές ποσότητες (0, 30, 60, 90 και 120 Kg ha⁻¹) και παρατήρησαν ότι η αύξηση της εφαρμοζόμενης δόσης αζώτου είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγόμενης

βιομάζας με γραμμικό τρόπο, ενώ παράλληλα παρατηρήθηκε μείωση της ξηρής ουσίας και καθυστέρηση στην ωρίμανση των σπόρων. Οι Gonzalez κ.ά. (2009) σε πείραμα που αφορούσε την υδροπονική καλλιέργεια του άνηθου κάτω από διαφορετικές αναλογίες αμμωνιακού και νιτρικού αζώτου δεν διαπίστωσαν σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη των φυτών, ενώ και οι Πετρόπουλος κ.α. (2003) παρατήρησαν αύξηση του νωπού βάρους του υπέργειου τμήματος σε φυτά ριζώδους μαϊντανού, χωρίς ωστόσο σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επιπέδων αζώτου.

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο βάρος των φυτών, του φύλλου, των βλαστών, στον αριθμό των φύλλων και στο ύψος του φυτού πέντε ποικιλιών άνηθου.

Υλικά και Μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στη Σχολή Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, μέσα σε πλαστικό μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο. Σπόροι από τις έξι ποικιλίες ('Bouquet', 'Diana', 'Dill', 'Ducat', 'Iran' και 'Tetra') άνηθου (*Anethum graveolens* L.) σπάρθηκαν σε δίσκους σποράς με υπόστρωμα τύρφης στις 10-10-2012. Στις 21-11-2012 έγινε η μεταφύτευσή τους σε πλαστικά φυτοδοχεία των 10 L τα οποία περιείχαν υπόστρωμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 κατ' όγκο, με την προσθήκη βασικής λίπανσης (150 γρ. KH_2PO_4 , 40 γρ. K_2SO_4 , 20 γρ. MgSO_4 , 10 γρ. ιχνοστοιχεία και 300 γρ. μαρμαρόσκονης ανά m^3 υποστρώματος) για τη ρύθμιση του pH και τη χορήγηση των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων. Σε κάθε γλάστρα μεταφυτεύθηκαν τέσσερα φυτά, ενώ κατά την διάρκεια της καλλιέργειας γίνονταν σε τακτική βάση (μια με δύο φορές την εβδομάδα ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούσαν) η λίπανση των φυτών με το νερό του ποτίσματος. Για την λίπανση εφαρμόστηκαν τρεις συγκεντρώσεις αζώτου [75 (μάρτυρας), 150 και 300 mg αζώτου L^{-1} θρεπτικού διαλύματος με την προσθήκη των απαραίτητων ποσοτήτων λιπασμάτων (20-20-20 και νιτρική αμμωνία)]. Η ποσότητα του χορηγούμενου θρεπτικού διαλύματος ξεκίνησε από τα 200 ml ανά γλάστρα στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και έφτασε μέχρι τα 600 ml ανά γλάστρα στα τελευταία στάδια πριν τη συγκομιδή. Η συγκομιδή των φυτών έγινε στις 12-02-2013 και μετρήθηκαν το ολικό βάρος του φυτού, ο αριθμός και το βάρος των φύλλων, το βάρος των βλαστών και το ύψος των φυτών. Το πειραματικό σχέδιο ήταν αυτό των υποδιαιρεμένων τεμαχίων με κύριο παράγοντα το επίπεδο της λίπανσης και υποπαράγοντα την ποικιλία με $n=3$, ενώ για κάθε επέμβαση υπήρχαν 4 γλάστρες από κάθε ποικιλία. Ως πειραματική μονάδα θεωρήθηκε η κάθε γλάστρα. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου Statgraphics Centurion και η σύγκριση των μέσων με το κριτήριο της ΕΣΔ ($p=0,05$).

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Από τα αποτελέσματα της μελέτης προκύπτει ότι η αυξημένη αζωτούχος λίπανση δεν επηρεάζει το βάρος ολόκληρου του φυτού και των φύλλων, με εξαίρεση την ποικιλία 'Iran' όπου η αύξηση του αζώτου πάνω από τα 50 mg L^{-1} είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση του νωπού βάρους κατά 63,4% (Πίνακας 1). Ωστόσο, η εφαρμογή 150 mg L^{-1} αζώτου είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση τόσο του συνολικού βάρους των φυτών όσο και του βάρους των φύλλων για τις ποικιλίες 'Diana' (33,4% και 30,5% για το βάρος του φυτού και των φύλλων αντίστοιχα) και 'Ducat' (17,8% και 20,6% για το βάρος του φυτού και των φύλλων αντίστοιχα). Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε αντίθεση με αυτά των Tsamaidi κ.ά. (2012), οι οποίοι ωστόσο πραγματοποίησαν τα πειράματα σε διαφορετικές συνθήκες. Θετική επίδραση στον αριθμό των φύλλων και το βάρος των βλαστών είχε η εφαρμογή των 150 mg L^{-1} αζώτου, κυρίως σε σχέση με το επίπεδο των 300 mg L^{-1} , με εξαίρεση τις ποικιλίες

‘Tetra’ και ‘Bouquet’ όπου δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση. Επίσης, η αύξηση του εφαρμοζόμενου αζώτου (300 mg L^{-1}) είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του ύψους των φυτών, ανεξαρτήτως ποικιλίας. Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και μεταξύ των ποικιλιών, με την ποικιλία ‘Iran’ να εμφανίζει το χαμηλότερο βάρος φύλλων και ολόκληρου φυτού στο χαμηλότερο επίπεδο εφαρμοζόμενου αζώτου (50 mg L^{-1}), ενώ στο υψηλότερο επίπεδο δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Ωστόσο οι διαφορές αυτές πιθανόν να οφείλονται στο γεγονός ότι η συγκεκριμένη ποικιλία είναι πιο όψιμης ωρίμανσης σε σχέση με τις υπόλοιπες.

Πίνακας 1. Επίδραση της λίπανσης και της ποικιλίας στο βάρος του φυτού, των φύλλων και των βλαστών, στον αριθμό των φύλλων και στο ύψος των φυτών.

Ποικιλία (Π)	Λίπανση (Λ)	Βάρος φυτού	Αριθμός φύλλων	Βάρος φύλλων	Βάρος Βλαστών	Ύψος φυτού
Bouquet	N75	60,2 α(α)	10,1 α(α)	46,7 α(α)	14,0 α(α)	66,2 α(α)
	N150	63,8 α(α)	11,1 α	50,2 α(α)	13,4 α(α)	65,4 α(α)
	N300	58,9 α	8,0 β(β)	50,8 α	6,9 β(αβ)	53,3 β(β)
Diana	N75	49,1 β(α)	8,6 β(βγ)	39,9 β(α)	9,3 β(β)	62,0 β(αβγ)
	N150	65,5 α(α)	10,1 α	52,1 α(α)	13,1 α(α)	66,7 α(α)
	N300	52,2 β	9,2 αβ(αβ)	45,3 αβ	6,4 γ(αβ)	58,2 γ(α)
Dill	N75	56,6 α(α)	7,6 β(γ)	47,21 α(α)	7,5 β(βγ)	60,4 α(βγ)
	N150	58,8 α(α)	10,3 α	56,8 α(α)	11,6 α(αβ)	63,9 α(α)
	N300	60,9 α	8,1 β(β)	52,1 α	7,7 β(α)	53,1 β(β)
Ducat	N75	50,7 β(α)	9,4 α(αβ)	40,8 β(α)	9,7 α(β)	63,8 α(αβ)
	N150	59,7 α(αβ)	9,6 α	49,2 α(αβ)	10,3 α(αβ)	65,4 α(α)
	N300	51,2 β	8,6 α(αβ)	43,6 αβ	6,6 β(αβ)	51,5 β(β)
Iran	N75	34,4 β(β)	9,6 αβ(αβ)	28,4 γ(β)	5,7 αβ(γ)	51,9 αβ(δ)
	N150	46,7 α(β)	11,1 α	38,1 β(β)	6,7 α(β)	54,8 α(β)
	N300	56,2 α	8,1 β(αβ)	51,5 α	4,7 β(β)	49,9 β(β)
Tetra	N75	52,7 α(α)	9,9 α(αβ)	42,6 α(α)	9,8 α(β)	58,6 α(γ)
	N150	56,1 α(αβ)	9,2 α	46,1 α(αβ)	8,8 α(β)	64,5 α(α)
	N300	57,5 α	9,6 α(α)	49,0 α	7,2 α(α)	51,4 β(β)
ΕΣΔ	Π x N75	12,49	1,28	10,13	2,97	4,08
	Π x N150	14,28	1,83	11,68	3,28	3,59
	Π x N300	14,97	1,37	13,25	2,31	3,50

Τα γράμματα εντός παρένθεσης αφορούν συγκρίσεις των μέσων των ποικιλιών για το ίδιο επίπεδο λίπανσης, ενώ αυτά εκτός παρένθεσης συγκρίσεις μέσων των επιπέδων λίπανσης για την ίδια ποικιλία, με βάση το κριτήριο της Ελαχίστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) σε $p=0,05$.

Η αύξηση της εφαρμοζόμενης ποσότητας αζώτου μείωσε το ύψος των φυτών σε όλες τις ποικιλίες, ενώ ο αριθμός των φύλλων και το βάρος των βλαστών μειώθηκε σε όλες τις ποικιλίες πλην των ‘Ducat’ και ‘Tetra’ στον αριθμό των φύλλων και της ποικιλίας ‘Ducat’ στο βάρος των βλαστών. Συμπερασματικά, η αύξηση της εφαρμοζόμενης ποσότητας αζώτου πάνω από τα 150 mg L^{-1} δεν έχει σημαντικό όφελος για το συνολικό βάρος των φυτών και των επιμέρους φυτικών τμημάτων (βλαστοί και φύλλα), αλλά και τον αριθμό των φύλλων, με εξαίρεση την ποικιλία ‘Iran’, όπου η αύξηση του αζώτου είχε θετική επίδραση στο συνολικό βάρος του φυτού και το βάρος των φύλλων. Επίσης, η αύξηση του αζώτου πάνω από τα 150 mg L^{-1} προκάλεσε σημαντική μείωση του ύψους των φυτών ανεξαρτήτως ποικιλίας.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού

Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: Ηράκλειτος ΙΙ. Επένδυση στην κοινωνία της γνώσης μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου.”

Βιβλιογραφία

- González-García, J.L., Rodríguez-Mendoza, M.N., Sánchez-García, P., Osorio-Rosales, B., Trejo-Téllez, L.I., Alcántar-González, G. and Sandoval-Villa, M. 2009. Ammonium/nitrate ratios in hydroponic production of aromatic herbs. *Acta Hort.* 843: 123-128.
- Tsamaidi, D., Karapanos, I.C., Passam, H.C., Daferera, D. and Polissiou, M. 2012. The yield and composition of dill essential oil in relation to N application, season of cultivation and stage of harvest. *Acta Hort.* 936: 189-194.
- Πετρόπουλος, Σ., Πάσσαμ, Χ.Κ. και Ακουμιανάκης, Κ. 2003. Επίδραση της εποχής σποράς και της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη του ριζώδους μαϊντανού (*Petroselinum crispum* var. *tuberosum*). Πρακτικά του 21ου συνεδρίου της ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Ιωάννινα 2003, τεύχος Β', 75-77.
- Wander, J.G.N and Bouwmeester, H.J. 1998. Effects of nitrogen fertilization on dill (*Anethum graveolens* L.) seed and carvone production. *Ind. Crop. Prod.* 7(2-3): 211-216.

EVALUATION OF DILL CULTIVARS (*Anethum graveolens* L.) IN RELATION TO NITROGEN FERTILIZATION

A. Salonikioti¹, E. Mendoni¹, P.Georgiou¹, D. Tsamaidi² and S. Petropoulos¹

¹University of Thessaly, School of Agricultural Sciences, Laboratory of Vegetables Production, Fytokou Street, 38446, Volos, Greece

²Agricultural University of Athens, Department of Crop Production, Laboratory of Vegetables Production, Iera Odos 75, 11855, Athens, Greece

Abstract

In the present study the effect of nitrogen fertilization on six cultivars of dill (*Anethum graveolens* L.) was examined. The experiment was carried out in an unheated greenhouse at the University of Thessaly. Seeds of six cultivars of dill (cv. 'Bouquet', 'Diana', 'Dill', 'Ducat', 'Iran' και 'Tetra') were sown in seed trays and young seedlings were transplanted in 10 L plastic pots containing peat and perlite (1:1). During cultivation, nitrogen fertilization was applied through irrigation water. Three levels of nitrogen were implemented [75 (Control), 150 and 300 mg L⁻¹ of nitrogen]. From the results it is suggested that nitrogen fertilization does not affect plant and leaves weight, except for cv. 'Iran' where increasing nitrogen level above 75 mg L⁻¹ resulted in a significant increase in fresh weight. The application of 150 mg L⁻¹ of nitrogen had a beneficial on the number of leaves and shoot weight, especially when compared with the level of 300 mg L⁻¹, except for the case of cv. 'Tetra' and 'Bouquet' where no significant effect was observed. In addition, increased nitrogen application (300 mg L⁻¹) resulted in the decrease of plant height, regardless of cultivar. Significant differences were observed among the cultivars, with cv. 'Iran' having the lowest weight of plant and leaves when the lowest nitrogen level (75 mg L⁻¹) was applied, whereas no significant differences were observed at the highest nitrogen level (300 mg L⁻¹). Regarding the plant height, the shoot weight and the number of leaves, significant differences among the cultivars were observed in relation to nitrogen application level.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΑΝΗΘΟΥ (*Anethum graveolens* L.) ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΑΠΟ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Ε. Μενδώνη¹, Α. Σαλωνικιώτη¹, Π. Γεωργιάδη¹, Σ. Πετρόπουλος¹ και Δ. Τσαμαϊδή²

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Φυτόκοο, 38446, Βόλος

²Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Ιερά Οδός 11855, Αθήνα

Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η επίδραση της αυξημένης αλατότητας στην ανάπτυξη έξι ποικιλιών άνηθου (*Anethum graveolens* L.). Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε μη θερμαινόμενο πλαστικό θερμοκήπιο στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Σπόροι από έξι ποικιλίες άνηθου ('Bouquet', 'Diana', 'Dill', 'Ducat', 'Iran' και 'Tetra') σπάρθηκαν σε δίσκους σποράς και ακολούθως έγινε μεταφύτευση των νεαρών φυταρίων σε πλαστικά φυτοδοχεία όγκου 10 L, με υπόστρωμα τύρφης: περλίτη σε αναλογία 1:1 κατ' όγκο. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας έγινε εφαρμογή αυξημένων επιπέδων αλάτων με το νερό του ποτίσματος. Χρησιμοποιήθηκαν τρία επίπεδα αλατότητας [2,0 (μάρτυρας), 4,0 και 8,0 dS m⁻¹]. Η αυξημένη αλατότητα αύξησε το βάρος και το ύψος των φυτών, με εξαίρεση τις ποικιλίες 'Iran' και 'Diana' όπου δεν είχαμε παρόμοια αντίδραση. Ο αριθμός των φύλλων αυξήθηκε στις ποικιλίες 'Bouquet' και 'Dill', ενώ σε όλες τις ποικιλίες αυξήθηκε το βάρος των βλαστών με την αύξηση της αλατότητας, με εξαίρεση την ποικιλία 'Iran' η οποία δεν ανταποκρίθηκε θετικά στην αυξημένη αλατότητα. Μεταξύ των ποικιλιών βρέθηκαν σημαντικές διαφορές τους, ανάλογα με το εφαρμοζόμενο επίπεδο αλατότητας. Η ποικιλία 'Iran' εμφάνισε τη μικρότερη δυνατότητα προσαρμογής στην αυξημένη αλατότητα σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες, κυρίως ως προς το βάρος ολόκληρου του φυτού και των φύλλων, ενώ δεν διέφερε σημαντικά από την ποικιλία 'Diana' ως προς τον αριθμό των φύλλων, τις ποικιλίες 'Ducat' και 'Tetra' ως προς το βάρος των βλαστών και τις ποικιλίες 'Diana' και 'Tetra' ως προς το ύψος των φυτών.

Εισαγωγή

Η έλλειψη αποθεμάτων νερού σε συνδυασμό με την αυξημένη χρήση λιπασμάτων και την αλόγιστη διαχείριση λυμάτων έχει οδηγήσει σε εντατικές προσπάθειες για δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης τέτοιου νερού αλλά και εύρεσης φυτών ανθεκτικών σε νερό υποβαθμισμένης ποιότητας. Ενώ υπάρχουν πληροφορίες για την ανθεκτικότητα σε αλατότητα για πάνω από 130 φυτά, οι διαθέσιμες πληροφορίες για πολλά σημαντικά λαχανικά είναι ανεπαρκείς. Ιδιαίτερα για τα φυτά της οικογένεια Apiaceae υπάρχουν βιβλιογραφικές αναφορές κυρίως για το σέλινο, το οποίο εμφανίζεται ως φυτό μέτρια ευαίσθητο στην αλατότητα οφειλόμενη σε NaCl, ενώ το καρότο και το μάραθο χαρακτηρίζονται ως ευαίσθητα (Shannon κ.ά., 1999). Οι Pardossi κ.ά., (1999a) χαρακτηρίζουν το σέλινο ως σχετικά ανθεκτικό στην αλατότητα φυτό, ενώ αναφέρεται από τους Pardossi κ.ά., (1999b) η ανθεκτικότητα του φυτού στην επίδραση του NaCl, κυρίως στην ανάπτυξη της ρίζας, για φυτά αναπτυσσόμενα σε υδροπονικές καλλιέργειες. Οι Gautam κ.ά. (2011) σε πείραμα αξιολόγησης 11 διαφορετικών γονοτύπων άνηθου, αναφέρουν την ύπαρξη ανθεκτικών γονοτύπων σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, καθώς και σε υψηλή συγκέντρωση Na (pH>9). Αντιθέτως, οι Gurujaja κ.ά. (2001) αναφέρουν ότι οι αποδόσεις του άνηθου μειώθηκαν όταν το

επίπεδο της αλατότητας ήταν υψηλότερο από τα 4 dS m⁻¹, υποδεικνύοντας ότι σημαντικό ρόλο παίζει ο γονότυπος. Η έλλειψη πληροφοριών για την συμπεριφορά του άνηθου, καθώς και η αξιολόγηση των διάφορων εμπορικών ποικιλιών σε συνθήκες καταπόνησης από υψηλή αλατότητα ήταν η αφορμή για την πραγματοποίηση της παρούσας μελέτης.

Υλικά και Μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στη Σχολή Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, μέσα σε πλαστικό μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο. Σπόροι από τις έξι ποικιλίες ('Bouquet', 'Diana', 'Dill', 'Ducat', 'Iran' και 'Tetra') άνηθου (*Anethum graveolens* L.) σπάρθηκαν σε δίσκους σποράς με υπόστρωμα τύρφης στις 10-10-2012. Στις 21-11-2012 έγινε η μεταφύτευσή τους σε πλαστικά φυτοδοχεία των 10 L τα οποία περιείχαν υπόστρωμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 κατ' όγκο, με την παράλληλη προσθήκη βασικής λίπανσης λίπανσης (150 γρ. K₂HPO₄, 40 γρ. K₂SO₄, 20 γρ. MgSO₄, 10 γρ. ιχνοστοιχεία και 300 γρ. μαρμαρόσκονης ανά m³ υποστρώματος) για τη ρύθμιση του pH και τη χορλήγηση των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων. Σε κάθε γλάστρα μεταφυτεύθηκαν τέσσερα φυτά, ενώ κατά την διάρκεια της καλλιέργειας γίνονταν σε τακτική βάση (μια με δύο φορές την εβδομάδα ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούσαν) η άρδευση των φυτών. Για την επίδραση της αλατότητας εφαρμόστηκαν τρία θρεπτικά διαλύματα με την προσθήκη της απαραίτητης ποσότητας NaCl σε διάλυμα το οποίο περιείχε 300 mg L⁻¹ αζώτου και το οποίο αποτέλεσε και τον μάρτυρα του πειράματος (2 (μάρτυρας), 4 και 8 dS m⁻¹). Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών και αμέσως μετά τη μεταφύτευση η άρδευση γίνονταν σε όλα τα φυτά με το διάλυμα του μάρτυρα, ενώ όταν τα φυτά απέκτησαν ικανοποιητικό μέγεθος (20-12-2012) ξεκίνησε η εφαρμογή των διαλυμάτων με υψηλή αλατότητα. Η ποσότητα του χορηγούμενου θρεπτικού διαλύματος ξεκίνησε από τα 200 ml ανά γλάστρα στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και έφτασε μέχρι τα 600 ml ανά γλάστρα στα τελευταία στάδια πριν τη συγκομιδή. Η συγκομιδή των φυτών έγινε στις 12-02-2013, ενώ κατά τη συγκομιδή έγινε η μέτρηση του ολικού βάρους του φυτού, του αριθμού και του βάρους των φύλλων, του βάρους των βλαστών και του ύψους των φυτών. Το πειραματικό σχέδιο ήταν αυτό των υποδιαιρεμένων τεμαχίων με κύριο παράγοντα το επίπεδο της λίπανσης και υποπαράγοντα την ποικιλία με n=3, ενώ για κάθε επέμβαση υπήρχαν 4 γλάστρες από κάθε ποικιλία. Ως πειραματική μονάδα θεωρήθηκε η κάθε γλάστρα. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου Statgraphics Centurion και η σύγκριση των μέσων με το κριτήριο της ΕΣΔ (p=0,05).

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Από τα αποτελέσματα της μελέτης προκύπτει ότι η αυξημένη αλατότητα προκαλεί την αύξηση του βάρους και του ύψους των φυτών, με εξαίρεση τις ποικιλίες 'Diana' και 'Iran' όπου για την μεν πρώτη δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση στο ολικό βάρος και το ύψος του φυτού, ενώ για τη δεύτερη ποικιλία παρατηρήθηκε μόνο μείωση στο ολικό βάρος του φυτού (Πίνακας 1). Τα αποτελέσματα αυτά είναι σύμφωνα με αυτά των Gururaja κ.ά. (2001), Gautam κ.ά. (2011) και Πετρόπουλο κ.α. (2003) οι οποίοι αναφέρουν ότι ο γονότυπος του φυτού παίζει σημαντικό ρόλο στην ύπαρξη ανθεκτικότητας σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας. Ο αριθμός των φύλλων αυξήθηκε στην περίπτωση των ποικιλιών 'Bouquet' και 'Dill' όταν εφαρμόστηκε το υψηλότερο επίπεδο αλατότητας (S2), ενώ για όλες τις ποικιλίες παρατηρήθηκε αύξηση του βάρους των βλαστών είτε από το χαμηλότερο επίπεδο αλατότητας ('Bouquet' και 'Tetra') είτε μόνο όταν εφαρμόστηκε το υψηλότερο επίπεδο αλατότητας ('Dill', 'Diana', 'Ducat' και 'Iran'). Η ποικιλία 'Iran' δεν ανταποκρίθηκε θετικά στην αυξημένη αλατότητα, ως προς

το βάρος των φύλλων, ενώ στις υπόλοιπες ποικιλίες είτε αυξήθηκε ('Bouquet', 'Dill' και 'Ducat') είτε παρέμεινε σταθερό ('Diana' και 'Tetra'). Σχετικά με τη σύγκριση των διαφόρων ποικιλιών παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, ανάλογα με το εφαρμοζόμενο επίπεδο αλατότητας. Η ποικιλία 'Iran' εμφάνισε τη μικρότερη δυνατότητα προσαρμογής στην αυξημένη αλατότητα σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες, κυρίως ως προς το βάρος ολόκληρου του φυτού και των φύλλων, ενώ δεν διέφερε σημαντικά από την ποικιλία 'Diana' ως προς τον αριθμό των φύλλων, τις ποικιλίες 'Ducat' και 'Tetra' ως προς το βάρος των βλαστών και τις ποικιλίες 'Diana' και 'Tetra' ως προς το ύψος των φυτών. Συμπερασματικά προκύπτει ότι ο άνθηθος είναι ένα φυτό αρκετά ανθεκτικό στην αυξημένη αλατότητα, ενώ με την επιλογή των κατάλληλων γονοτύπων μπορεί να επιτύχουμε και αύξηση των αποδόσεων, κυρίως σε αριθμό φύλλων δεδομένου του τρόπου εμπορίας του συγκεκριμένου λαχανικού.

Πίνακας 1. Επίδραση της αλατότητας και της ποικιλίας στο βάρος του φυτού, των φύλλων και των βλαστών, στον αριθμό των φύλλων και στο ύψος των φυτών.

Ποικιλία (Π)	Αλατότητα	Βάρος φυτού	Αριθμός φύλλων	Βάρος φύλλων	Βάρος Βλαστών	Ύψος φυτού
Bouquet	Μάρτυρας	58,3 β(α)	8,0 β(β)	50,2 β(α)	6,8 β(αβ)	53,1 β(β)
	S1	73,4 αβ(α)	8,2 β(β)	61,6 αβ(αβ)	11,0 α(αβ)	63,3 α(αβ)
	S2	80,5 α(αβ)	11,4 α(α)	67,0 α(α)	13,0 α(α)	61,6 α(α)
Diana	Μάρτυρας	52,2 α(α)	9,2 α(αβ)	45,3 α(α)	6,4 β(αβ)	58,2 α(α)
	S1	55,0 α(γ)	7,6 β(βγ)	47,6 α(γ)	6,3 β(γ)	51,9 β(γ)
	S2	64,3 α(β)	8,2 αβ(γ)	51,1 α(β)	11,6 α(β)	59,9 α(αβ)
Dill	Μάρτυρας	60,9 β(α)	8,1 β(β)	52,1 β(α)	7,7 β(α)	53,1 β(β)
	S1	71,9 αβ(αβ)	8,3 β(β)	60,5 αβ(αβ)	10,6 β(α)	60,1 α(β)
	S2	85,5 α(α)	9,9 α(β)	69,6 α(α)	15,0 β(α)	60,7 α(α)
Ducat	Μάρτυρας	51,2 β(α)	8,6 α(αβ)	43,6 β(α)	6,6 β(αβ)	51,5 γ(β)
	S1	59,0 αβ(βγ)	7,2 β(γδ)	50,1 αβ(βγ)	7,5 β(βγ)	66,3 α(α)
	S2	72,2 α(αβ)	8,1 α(γ)	57,4 α(αβ)	11,8 α(αβ)	61,6 β(α)
Iran	Μάρτυρας	56,2 α(α)	8,1 α(β)	51,5 α(α)	4,7 β(β)	49,9 α(β)
	S1	37,4 β(δ)	6,2 β(δ)	31,5 β(δ)	5,0 β(γ)	50,7 α(γ)
	S2	44,6 β(γ)	7,8 αβ(γ)	36,1 β(γ)	8,2 α(γ)	53,4 α(γ)
Tetra	Μάρτυρας	57,5 β(α)	9,6 α(α)	49,0 α(α)	7,2 β(α)	51,4 β(β)
	S1	75,8 α(α)	10,2 α(α)	64,8 α(α)	9,8 α(αβ)	60,7 α(β)
	S2	73,1 α(αβ)	9,7 α(β)	57,0 α(αβ)	11,2 α(βγ)	56,0 αβ(βγ)
ΕΣΔ	Π X Μ	14,97	1,37	13,04	2,31	3,50
	Π X S1	14,36	1,06	12,05	2,64	3,45
	Π X S2	16,26	1,41	12,52	3,17	4,14

Τα γράμματα εντός παρένθεσης αφορούν συγκρίσεις των μέσων των ποικιλιών για το ίδιο επίπεδο λίπανσης, ενώ αυτά εκτός παρένθεσης συγκρίσεις μέσων των επιπέδων λίπανσης για την ίδια ποικιλία, με βάση το κριτήριο της Ελαχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) σε $p=0,05$.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: Ηράκλειτος II. Επένδυση στην κοινωνία της γνώσης μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου."

Βιβλιογραφία

- Gautam, R.K., Chauhan, M.S., Panesar, B., Nayak, A.K., Sharma, D.K., Qadar, A. and Singh, G. 2011. Stress tolerance and heritability in dill (*Anethum graveolens*) lines from central and western India under contrasting soil sodicity environments. *Indian J. Agric. Sci.* 81(4): 353-358.
- Gururaja Rao, G., Nayak, A.K., Chinchmalatpure, A.R. and Khandelwal, M.K. 2001. Yield of dill (*Anethum graveolens*) on saline black soils of different unirrigated farm sites of Bhal area in Gujarat. *Indian J. Agric. Sci.* 71 (11): 711-712.
- Pardossi, A., Bagnoli B., Malorgio, F., Campiotti C. A. and Tognoni F., 1999a. NaCl effects on celery (*Apium graveolens* L.) grown in NFT. *Sci. Hortic.* 81: 229-242.
- Pardossi, A., Malorgio, F. and Tognoni F., 1999b. Salt tolerance and mineral relations for celery. *J Plant Nutr.* 22: 151-161.
- Shannon, M.C. and Grieve, C.M. 1999. Tolerance of vegetables crops to salinity. *Sci. Hortic.* 78: 5-38.
- Πετρόπουλος, Σ., Δαφερέρα Δ., Πολυσιού, Μ. και Πάσσαμ, Χ.Κ. 2003. Επίδραση της έλλειψης νερού και της αλατότητας στην ανάπτυξη του ριζώδους (*Petroselinum crispum* var. *tuberosum*), του σγουρού (*Petroselinum crispum* var. *crispum*) και του κοινού πλατύφυλλου μαϊντανού (*Petroselinum crispum* var. *neapolitanum*). Πρακτικά του 21ου συνεδρίου της ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Ιωάννινα, 2003, τόμος Β', 71-74.

EVALUATION OF DILL CULTIVARS (*Anethum graveolens* L.) IN RELATION TO HIGH SALINITY STRESS

E. Mendoni¹, A. Salonikioti¹, P.Georgiou¹, S. Petropoulos¹ and D. Tsamaidi²

¹University of Thessaly, School of Agricultural Sciences, Laboratory of Vegetables Production, Fytokou Street, 38446, Volos, Greece

²Agricultural University of Athens, Department of Crop Production, Laboratory of Vegetables Production, Iera Odos 75, 11855, Athens, Greece

Abstract

In the present study, the effect of high salinity on the growth of six cultivars of dill (*Anethum graveolens* L.) was examined. The experiment was carried out in an unheated greenhouse at the University of Thessaly. Seeds of six cultivars of dill (cv. 'Bouquet', 'Diana', 'Dill', 'Ducat', 'Iran' και 'Tetra') were sown in seed trays and young seedlings were transplanted in 10 L plastic pots containing peat and perlite (1:1). During cultivation high salinity was applied through irrigation water. Salinity treatments consisted of three solutions [2,0 (Control), 4,0 και 8,0 dS m⁻¹]. From the results of our study it is suggested that increased salinity caused an increase in plant weight and height for all the cultivars, except for cv. 'Iran' and 'Diana'. Number of leaves increased in the case of cv. 'Bouquet' and 'Dill', whereas for all cultivars tested shoot weight increased with high salinity, except for cv. 'Iran' where high salinity resulted in a decrease of shoot weight. The comparison of cultivars showed significant differences depending on salinity level. Cv. 'Iran' had the lowest adaptation ability in high salinity conditions, especially regarding the plant weight and the number of leaves, whereas it did not differ significantly from cv. 'Diana' regarding the number of leaves, cv. 'Ducat' and 'Tetra' for shoot weight and cv. 'Diana' and 'Tetra' for plant height.

**ΩΦΕΛΙΜΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* FZB24
ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΤΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ FORMULA ΣΕ
ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΟΥ *FUSARIUM*
OXYSPORUM f.sp. *LYCOPERSICI***

Γ. Πατακιούτας, Δ. Δήμου, Ο. Κωστούλα, Π. Υφαντή, Δ. Δούμα, Α. Κριτσιμάς, Χ. Καριπίδης, Μ. Μπακέα και Γ. Γκίζας,

Γ.Ε.Ι. Ηλείου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπονίας, Τ.Θ. 110, Άρτα 47100

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η πορεία αποικισμού της ριζόσφαιρας φυτών μιας νέας ποικιλίας τομάτας από το βακτήριο *Bacillus amyloliquefaciens* (εμπ. σκεύασμα Greener), η επίδρασή του στην ανάπτυξη των φυτών καθώς και ο βαθμός προστασίας των φυτών από τον επιζήμιο εδαφογενή μύκητα *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*.

Λέξεις κλειδιά: Plant Growth Promoting Rhizobacteria

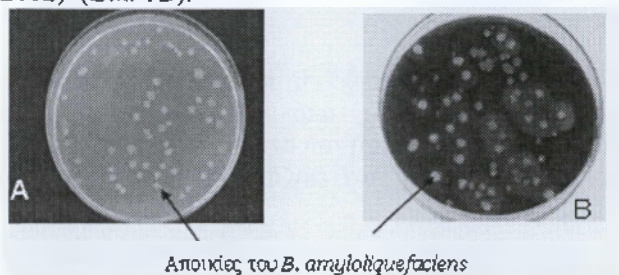
Εισαγωγή

Τα ριζοβακτήρια που προωθούν την ανάπτυξη των φυτών (Plant Growth Promoting Rhizobacteria, PGPR) αποικίζουν τη ριζόσφαιρα και είναι σε θέση να ασκήσουν ευεργετική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών μέσω άμεσων και έμμεσων μηχανισμών (Kloepper κ.ά., 1989). Στους άμεσους μηχανισμούς συμπεριλαμβάνονται η έκκριση φυτοορμονών (Blomberg κ.ά., 2001), η δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου (Dobbelaere κ.ά., 2003), η διευκόλυνση της απορρόφησης ανόργανων στοιχείων όπως P, Fe και ιχνοστοιχείων (Vessey, 2003). Επίσης τα PGPR μπορούν να ευνοούν έμμεσα την ανάπτυξη των φυτών, παρέχοντάς τους προστασία από τα παθογόνα μέσω της απελευθέρωσης αντιβιοτικών ουσιών, του ανταγωνισμού για τροφή και της επαγωγής διασυστηματικής αντοχής (Comprant κ.ά., 2005).

Υλικά και μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο γυάλινο θερμοκήπιο του ΤΕΙ Ηλείου στην Άρτα, σε υδροπονική καλλιέργεια τομάτας ποικιλίας Formula F1, με υπόστρωμα πετροβάμβακα, από το Σεπτέμβριο του 2012 έως το Μάρτιο του 2013. Κάθε πειραματική μονάδα περιλάμβανε 12 φυτά τα οποία αρδεύονταν αυτόματα με σταγόνα ανά θέση από ανοικτό υδροπονικό σύστημα με πλήρες θρεπτικό διάλυμα. Ο πειραματικός σχεδιασμός αφορούσε 2 συνολικά μεταχειρίσεις: εμβολιασμό των φυτών με αιώρημα ενδοσπορίων του *B. amyloliquefaciens* και τεχνητή μόλυνση των φυτών με αιώρημα μικροκονιδίων του παθογόνου *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* και τους αντίστοιχους μάρτυρες. Το εμπορικό σκεύασμα Greener (περιέχει το στέλεχος *B. amyloliquefaciens* FZB24 υπό μορφή αιωρήματος ενδοσπορίων) εφαρμόστηκε με ριζοπότισμα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή (τελική συγκέντρωση διαλύματος 10⁷ cfu/ml). Πραγματοποιήθηκαν 2 εμβολιασμοί των φυτών, ο 1ος κατά τη σπορά και ο 2ος κατά τη μεταφύτευση των φυτών σε πλάκες πετροβάμβακα. Η τεχνητή μόλυνση των φυτών με το παθογόνο *F.oxysporum* f.sp. *lycopersici* BPIC-2550 (Μπενάκειο Φ.Ι.) έγινε με 2 εφαρμογές μέσω ριζοποτίσματος (30 και 40 ημέρες από τη μεταφύτευση, αντίστοιχα), με αιώρημα μικροκονιδίων της τάξης 10⁶ cfu/ml.

Για την παρακολούθηση του πληθυσμού του *B. amyloliquefaciens* στην περιοχή της ριζόσφαιρας έγιναν 2 δειγματοληψίες, η 1η πριν τη μεταφύτευση και η 2η στο τέλος της καλλιέργειας. Σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση ελήφθησαν δείγματα ριζόσφαιρας από 3 φυτά. Ο πληθυσμός του *B. amyloliquefaciens* καθώς και των υπόλοιπων βακτηρίων προσδιορίστηκε με τη μέθοδο καταμέτρησης Βιώσιμων Αναπαραγωγικών Μονάδων. Η διάκριση ανάμεσα στο *B. amyloliquefaciens* και στα υπόλοιπα βακτήρια της ριζόσφαιρας έγινε με βάση: α) την τυπική μορφή που εμφανίζουν οι αποικίες του βακτηρίου στην επιφάνεια πλήρους θρεπτικού μέσου ανάπτυξης (Εικ.1Α) και β) την εμφάνιση διαυγούς ζώνης β- αιμόλυσης γύρω από τις αποικίες του βακτηρίου μετά από ανάπτυξη σε αιματούχο άγαρ (*Nihorimbere* κ.ά., 2012) (Εικ. 1Β).



Εικόνα 1: Αποικίες βακτηρίων που αποικίζουν τη ριζόσφαιρα των φυτών τομάτας σε στερεό θρεπτικό μέσο ανάπτυξης:

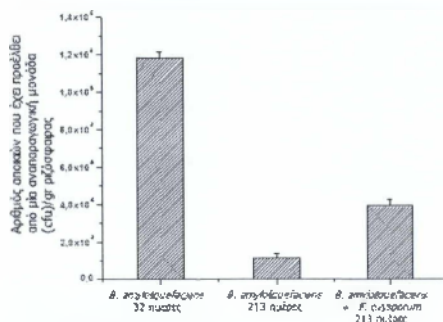
Σε τακτά χρονικά διαστήματα ελήφθησαν δείγματα ώριμου καρπού τομάτας από όλες τις μεταχειρίσεις ώστε να προσδιορισθούν τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά τους. Ο έλεγχος της προσβολής από το φουζάριο βασίστηκε κυρίως σε μικροβιολογικές αναλύσεις δειγμάτων από απομονώσεις βλαστού στο ύψος του λαιμού με την ολοκλήρωση της συγκομιδής, 6 μήνες από την μεταφύτευση, σύμφωνα με τη μέθοδο των Govinda Rajulu κ.ά., 2011. Το στατιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων ήταν το ANOVA (CoStat) και η επεξεργασία των γραφημάτων με το Microcal Origin.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

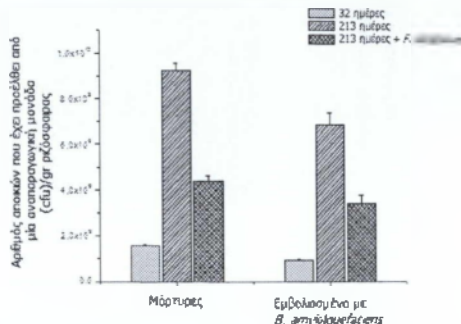
Οι αναλύσεις των δειγμάτων της ριζόσφαιρας έδειξαν ότι το *B. amyloliquefaciens* εγκαταστάθηκε σε σημαντικούς πληθυσμούς αν και ο πληθυσμός του παρουσίασε σημαντική μείωση στη 2η δειγματοληψία (Γραφ. 1). Ο πληθυσμός του ωφέλιμου βακτηρίου στη 2η δειγματοληψία ήταν σημαντικά μεγαλύτερος στα δείγματα που έγινε τεχνητή μόλυνση με *F. oxysporum* σε σχέση με αυτά που δεν έγινε. Αντίθετα, παρατηρήθηκε μείωση του συνολικού πληθυσμού των βακτηρίων της ριζόσφαιρας στα δείγματα αυτά καθώς και στα αντίστοιχα δείγματα από τον μάρτυρα (Γραφ. 2). Ο μειωμένος πληθυσμός των υπόλοιπων βακτηρίων επιτρέπει στο *B. amyloliquefaciens* να αυξήσει τον πληθυσμό του καθώς τα βακτήρια της ριζόσφαιρας ανταγωνίζονται μεταξύ τους για τις ίδιες περιορισμένες θέσεις και πηγές θρεπτικών ουσιών (Di Mattia κ.ά., 2002, Espinosa-Urgel κ.ά., 2002). Οι μικροβιολογικές αναλύσεις (πίνακας 1, εικ. 3) έδειξαν ότι το *B. amyloliquefaciens* πρόσφερε μικρό βαθμό προστασίας (50%) στα φυτά τομάτας από το φουζάριο.

Αυτό πιθανόν να οφείλεται κυρίως στο υψηλό μολυσματικό δυναμικό που χρησιμοποιήθηκε στην επανάληψη της μόλυνσης, γιατί σε πειράματα *in vitro* παρατηρήθηκε παρεμπόδιση της ανάπτυξης του *F. oxysporum* από το *B. amyloliquefaciens* (Εικ.2). Το σημαντικότερο αποτέλεσμα της έρευνας είναι ότι η παρουσία του *B. amyloliquefaciens* φαίνεται να επιδρά θετικότερα στην απόδοση των φυτών είτε αυτά υπέστησαν είτε όχι τη μόλυνση με φουζάριο.

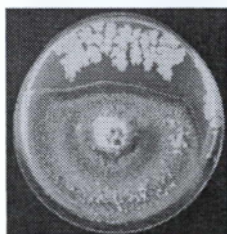
Μεταχειρίσεις	Ανίχνευση <i>F.oxysporum</i>	Σχόλια
M (μάρτυρας)	- (αρνητικό)	
M+ <i>F.oxysporum</i>	+ (θετικό) στο 75%	Μικρο- και μακροκονίδια (εικ 5)
<i>B.amylol.</i>	- (αρνητικό)	
<i>B.amyl.</i> + <i>F.oxysp.</i>	+ θετικό στο 50%	· Κονίδια με μικρές παραμορφώσεις (συστροφές άκρων, αφυδάτωση) · Μικρή παρουσία και <i>F.saloni</i>



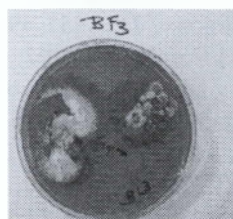
Γράφημα 1: Αποικισμός της ριζόσφαιρας των φυτών τομάτας ποικιλίας Formula F1 από το *B. amyloliquefaciens* FZB24 σε υδροπονική καλλιέργεια.



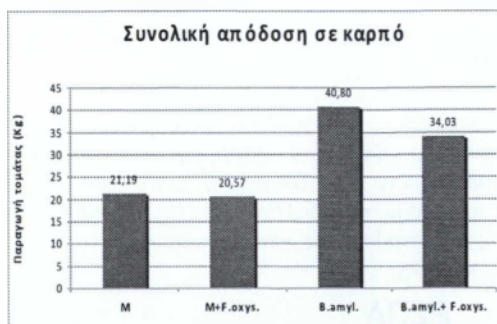
Γράφημα 2: Πληθυσμός βακτηρίων που αποικίζουν τη ριζόσφαιρα των φυτών τομάτας ποικιλίας Formula F1 σε υδροπονική καλλιέργεια.



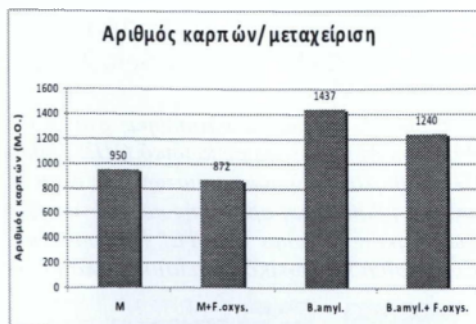
Εικόνα 2: *In vitro* παρεμπόδιση της ανάπτυξης του παθογόνου *F.oxysporum* f.sp. *lycopersici* από το *B.*



Εικόνα 3: Ανάπτυξη του μύκητα *F.oxysporum* f.sp. *lycopersici* από καλλιέργεια σε υπόστρωμα RBCA τμημάτων βλαστού φυτού τομάτας

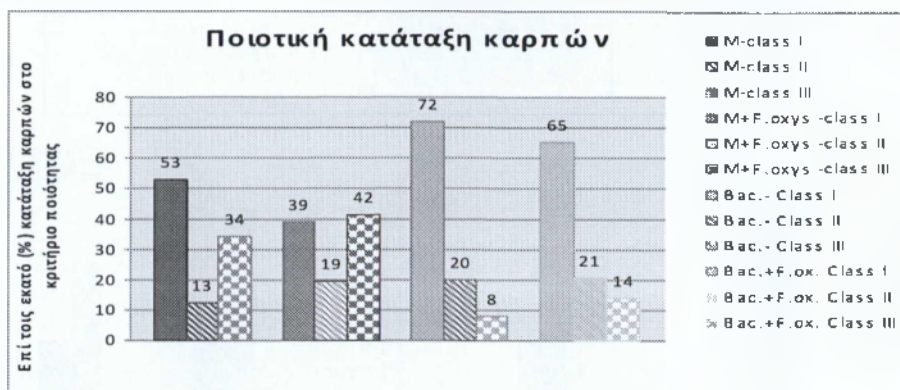


Γράφημα 3: Επίδραση του *B. amyloliquefaciens* στην απόδοση (νωπός καρπός τομάτας ανά μεταχείριση).



Γράφημα 4: Επίδραση του *B. amyloliquefaciens* στον αριθμό καρπών τομάτας ανά μεταχείριση.

Έτσι η μέση παραγωγή τομάτας στα φυτά με *B. amyloliquefaciens* ήταν σχεδόν διπλάσια από αυτή του μάρτυρα (Γρ. 3) ενώ σημαντικά αυξημένες ήταν και οι τιμές του αριθμού καρπών για τις αντίστοιχες μεταχειρίσεις (Γρ.4). Επίσης και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της ποιοτικής κατάταξης των καρπών (Γρ.5) επιβεβαιώνουν τη θετική επίδραση του βακτηρίου.



Γράφημα 5. Κριτήρια κατάταξης των εμπορεύσιμων καρπών τομάτας:

Class I: Μέγεθος καρπού > 35 mm, πολύ μικρά ελαττώματα στο σχήμα και χρώμα, όχι σχισμές

Class II: Μέγεθος καρπού > 35 mm, ελαττώματα στο σχήμα και χρώμα, 1 < σχισμές < 3 cm

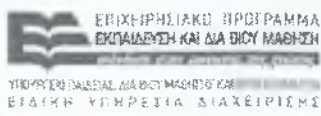
Βιβλιογραφία

- Blomberg, G.V. and Lugtenberg, B.J. 2001. Current Opinion in Plant Biotechnology 4:343-350.
- Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clément, C. and Barka, E. 2005. Applied and Environmental Microbiology, 71: 4951-4959.
- Di Mattia, E., Greco, S. and Cassiari, I. 2002. Microb. Ecol. 43:34-43.
- Dobbelaere, S., Vanderleyden, J. and Okon, Y. 2003. Critical Reviews in Plant Sciences, 22:107-149.
- Espinosa-Urgel, M., Kolter, R. and Ramos J-L. 2002. Microbiology 148:1-3.
- Govinda Rajulu, M.B., Thirunavukkarasu, N., Suryanarayanan, T.S., Ravishankar, J.P., Gueddari, N.E. and Moerschbacher, B.M. 2011. Chitinolytic enzymes from endophytic fungi. Fungal Diversity 47:43-53.
- Klopper, J.W., Lifshitz, R. and Zablutowicz, R.M. 1989. Trends Biotechnol., 7: 9-44.
- Nihorimbere, V., Cawoy, H., Seyer, A., Brunelle, A., Thonart, P. and Ongena M. 2012. FEMS Microbiol Ecol 79:176-191.
- Vessey, J.K. 2003. Plant and Soil, 255:571-586.

Η παρούσα εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του Επιχ. Προγρ. «Εκπαίδευση και δια Βίου Μάθηση» στο Υπόεργο με κωδικό ΟΠΣ 380366 και τίτλο «Επίδραση εφαρμογής μυκορριζών και άλλων βιολογικών σκευασμάτων σε φυτά καλλιεργούμενα στο έδαφος ή εκτός εδάφους σε συνθήκες βιοτικής ή αβιοτικής καταπόνησης» της πράξης με τίτλο «ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙΙ – Ενίσχυση Ερευνητικών Ομάδων στο ΤΕΙ Ηπείρου» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από Εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΜΟΣ



ΕΣΠΑ
2007-2013

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΤΥΠΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ Η ΣΕ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ

Α. Κουκουνάρας¹, Π. Τσουβαλτζής¹, Θ. Κουφάκης², Δ. Κασαμπαλής¹, Α.Σ. Σιώμος¹, Χ. Χατζηδήμος¹, Σ. Γκούντινα¹, Κ. Παπουτσή¹ και Μ. Παπαχριστοδούλου¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Λαχανοκομίας, 541 24 Θεσσαλονίκη

²Agris AE, Κλειδί Ημαθίας, 59032

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας ήταν η διερεύνηση του ρόλου του τύπου του μαρουλιού και του τρόπου καλλιέργειας στα διατροφικά συστατικά του μαρουλιού. Φυτά μαρουλιού 7 τύπων (Batavia rossa, Loose leaf, Lollo Bionda, Lollo rossa, Romana, Butterhead, Batavia) καλλιεργήθηκαν στο έδαφος ή υδροπονικά σε υπόστρωμα πετροβάμβακα σε πειραματική καλλιέργεια στις εγκαταστάσεις της Agris AE στο Κλειδί του Ν. Ημαθίας. Η συγκομιδή τους πραγματοποιήθηκε στο στάδιο των πλήρως ανεπτυγμένων φυτών. Από την ανάλυση της παραλλακτικότητας προέκυψε ότι τόσο ο τρόπος καλλιέργειας όσο και ο τύπος του μαρουλιού είχαν σημαντική επίδραση σε όλες τις παραμέτρους που προσδιορίστηκαν με εξαίρεση τις φαινόλες που επηρεάστηκαν μόνο από τον τύπο. Το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής παραλλακτικότητας στη συγκέντρωση των νιτρικών και στα ΔΣΣ οφειλόταν στον τρόπο καλλιέργειας κατά 72,3% και 47,0% αντίστοιχα. Τα φυτά όλων των τύπων μαρουλιού που καλλιεργήθηκαν υδροπονικά είχαν κατά 58,5% αυξημένη συγκέντρωση νιτρικών σε σχέση με εκείνα του εδάφους, ενώ τα ΔΣΣ κυμάνθηκαν σε σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα (3,15%) σε σύγκριση με το έδαφος (4,11%). Αντίθετα το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής παραλλακτικότητας για φαινόλες, φλαβονοειδή και αντιοξειδωτικά οφείλονταν στον τύπο του μαρουλιού από 78,8 έως 89,3%. Ο τύπος με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις σε φαινόλες, φλαβονοειδή και αντιοξειδωτικά ήταν το Lollo rossa. Για τις παραμέτρους της ξηρής ουσίας και του ασκορβικού οξέος τόσο ο τρόπος καλλιέργειας όσο και ο τύπος του μαρουλιού είχαν ισομεγέθη επίδραση στο ποσοστό της συνολικής παραλλακτικότητας κατά 36,7-42,2% και 19,2-24,0%, αντίστοιχα. Η αλληλεπίδρασή τους επηρέασε το ποσοστό της συνολικής παραλλακτικότητας κατά 9,4% για την ξηρή ουσία και 27,6% για το ασκορβικό οξύ.

Λέξεις κλειδιά: υδροπονία, αντιοξειδωτικά, νιτρικά

Εισαγωγή

Το μαρούλι αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα λαχανικά παγκοσμίως με σημαντικό πλεονέκτημα τη διαθεσιμότητά του όλο το χρόνο. Σημαντική ώθηση στην κατανάλωση μαρουλιού έδωσε η αυξανόμενη ζήτηση για σαλάτες, των οποίων αποτελεί σημαντικό συστατικό, καθώς θεωρούνται από τις πλέον 'υγιεινές' τροφές.

Η υψηλή διατροφική αξία του μαρουλιού αποδίδεται στην υψηλή περιεκτικότητά του σε αντιοξειδωτικές ουσίες όπως ασκορβικό οξύ και πολυφαινόλες (Serafini κ.ά., 2002). Ωστόσο η διατροφική αξία επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων όπως ο γενότυπος, καλλιεργητικές πρακτικές και οι συνθήκες διατήρησης (Llorach κ.ά., 2008). Το μαρούλι παραδοσιακά καλλιεργείται στο έδαφος ωστόσο πρόσφατα σημαντικά μερίδιο κατέχει και η υδροπονική καλλιέργειά του (Selma κ.ά., 2012) λόγω των

σημαντικών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει όπως υψηλή απόδοση, ομοιομορφία φυτών κ.ά. Η υδροπονική καλλιέργεια είχε ως αποτέλεσμα υψηλότερο ασκορβικό οξύ και ολικές φαινόλες σε μαρούλι τύπου Lollo rosso ενώ δεν επηρέασε την συγκέντρωσή τους σε κόκκινο μαρούλι τύπου 'βελανιδιάς' και σε πράσινο ημικεφαλωτό μαρούλι (Selma κ.ά., 2012). Επίσης η περιεκτικότητα των λαχανικών σε νιτρικά αποτελεί σημαντικό ποιοτικό τους χαρακτηριστικό (Santamaria, 2006) και η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καθορίσει από το 1997 ανώτατα επιτρεπτά όρια για το μαρούλι.

Σκοπός της εργασίας ήταν η διερεύνηση του ρόλου του τύπου του μαρουλιού και του τρόπου καλλιέργειας (έδαφος ή υδροπονία) στα διατροφικά συστατικά του μαρουλιού.

Υλικά και μέθοδοι

Φυτά μαρουλιού 7 τύπων (Batavia rossa, Loose leaf, Lollo Bionda, Lollo rosso, Romana, Butterhead, Batavia) καλλιεργήθηκαν στο έδαφος ή υδροπονικά σε υπόστρωμα πετροβάμβακα σε πειραματική καλλιέργεια στις εγκαταστάσεις της Agris ΑΕ στο Κλειδί του Ν. Ημαθίας, σύμφωνα με τις συνήθειες καλλιεργητικές πρακτικές. Η μεταφύτευση των φυτών πραγματοποιήθηκε στις 15 Οκτωβρίου ενώ η συγκομιδή τους πραγματοποιήθηκε στο στάδιο των πλήρως ανεπτυγμένων φυτών, στις 30 Νοεμβρίου για την υδροπονική καλλιέργεια και στις 27 Δεκεμβρίου για την καλλιέργεια εδάφους. Αμέσως μετά τη συγκομιδή τους προσδιορίστηκε η περιεκτικότητά τους σε ξηρή ουσία, διαλυτά στερεά συστατικά (διαθλασίμετρο Atago PR-1), νιτρικά (Cataldo κ.ά., 1975), ασκορβικό οξύ (ρεφλεκτόμετρο Rqflex), ολικές διαλυτές φαινόλες (Scalbert κ.ά., 1989), ολικά φλαβονοειδή (Zhishen κ.ά., 1999) καθώς και η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα (DPPH) (Brand-Williams κ.ά., 1995). Κάθε μεταχείριση περιελάμβανε τρεις επαναλήψεις των 3 φυτών.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Από την ανάλυση της παραλλακτικότητας προέκυψε ότι τόσο ο τρόπος καλλιέργειας όσο και ο τύπος του μαρουλιού είχαν σημαντική επίδραση σε όλες τις παραμέτρους που προσδιορίστηκαν με εξαίρεση τις φαινόλες που επηρεάστηκαν μόνο από τον τύπο (Πίν. 1).

Το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής παραλλακτικότητας για τα νιτρικά και τα ΔΣΣ οφείλονταν στον τρόπο καλλιέργειας κατά 72,3% και 47,0% αντίστοιχα. Η υδροπονική καλλιέργεια προκάλεσε αύξηση της περιεκτικότητας σε νιτρικά (κατά 38-104%) στα φυτά και των 7 τύπων μαρουλιού, καθώς και της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ (κατά 48-125%) στα φυτά τριών από τους 7 τύπους μαρουλιού (Loose leaf, Butterhead, Batavia), σε σχέση με την καλλιέργεια στο έδαφος. Ωστόσο, η μέγιστη περιεκτικότητα νιτρικών που βρέθηκε ήταν μόλις το 1/7 της μέγιστης επιτρεπτής, με βάση το σχετικό κανονισμό της ΕΕ. Αντίθετα, η καλλιέργεια στο έδαφος προκάλεσε αύξηση της περιεκτικότητας σε διαλυτά στερεά συστατικά (με εξαίρεση τους τύπους Batavia, Batavia rossa και Butterhead) καθώς και της περιεκτικότητας σε ξηρή ουσία (με εξαίρεση τους τύπους Lollo rosso και Butterhead), σε σχέση με την υδροπονική καλλιέργεια.

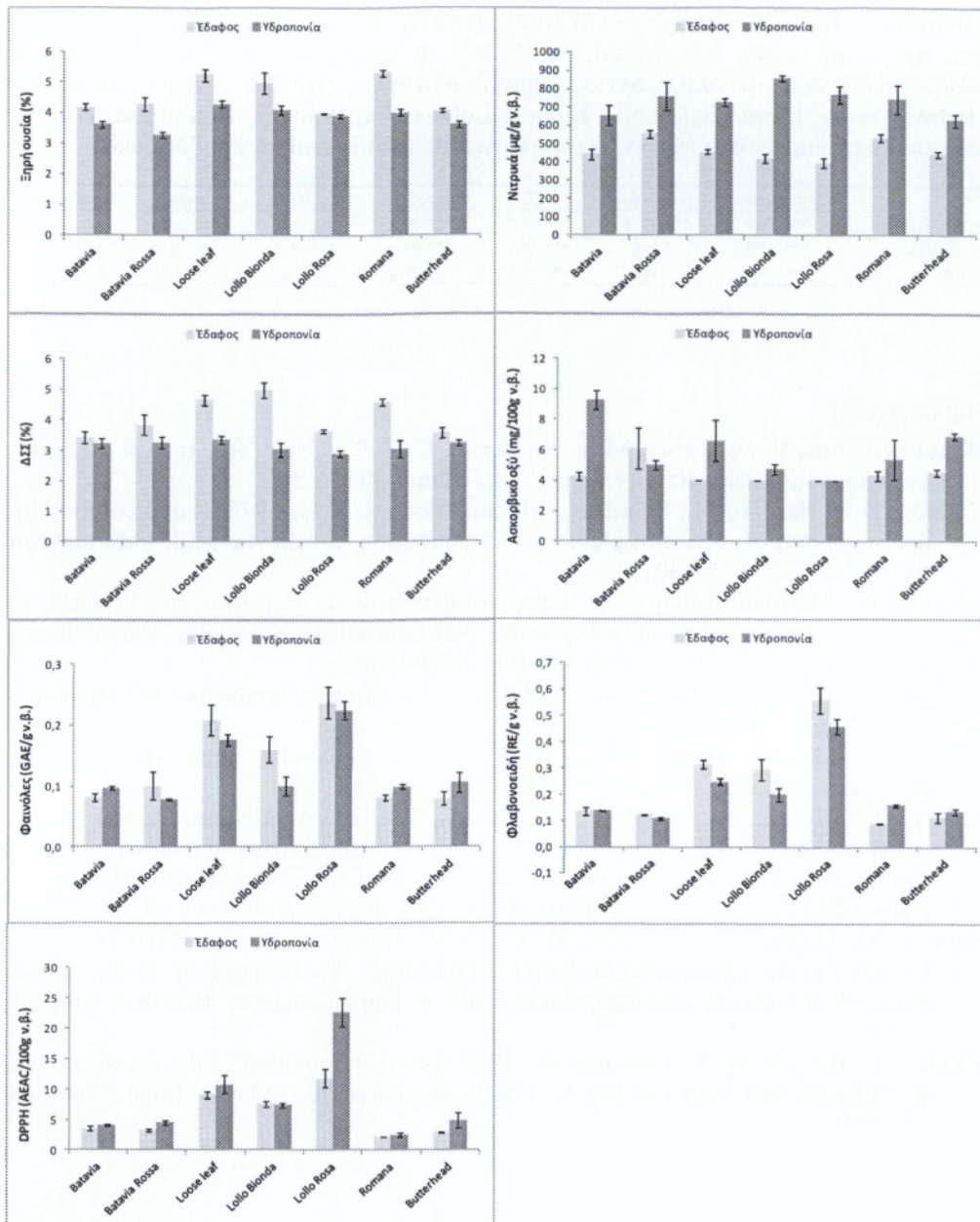
Το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής παραλλακτικότητας για φαινόλες, φλαβονοειδή και αντιοξειδωτικά οφείλονταν στον τύπο του μαρουλιού από 78,8 έως 89,3%. Ο τύπος με τις σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις σε φαινόλες, φλαβονοειδή και αντιοξειδωτικά ήταν το Lollo rosso (Σχ. 1). Παρόμοια αποτελέσματα, χωρίς σημαντική επίδραση του τρόπου καλλιέργειας (έδαφος ή υδροπονίας) σε δύο τύπους μαρουλιού αναφέρεται και από τους Selma κ.ά. (2012).

Πίνακας 1. Τα μέσα τετράγωνα και το ποσοστό % της συνολικής παραλλακτικότητας για την ξηρή ουσία, τα νιτρικά, τα ΔΣΣ, το ασκορβικό οξύ, τις φαινόλες, τα φλαβονοειδή και την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (DPPH) 7 τύπων μαρουλιού (Batavia rossa, Loose leaf, Lollo Bionda, Lollo rossa, Romana, Butterhead, Batavia) που καλλιεργήθηκαν στο έδαφος ή υδροπονικά σε υπόστρωμα πετροβάμβακα.

	Ξηρή ουσία	Νιτρικά	ΔΣΣ	Ασκορβικό	Φαινόλες	DPPH	Φλαβονοειδή
A (καλλιέργεια)	*** 36,7	*** 72,3	*** 47,0	*** 19,2	0,7	*** 4,6	* 1,2
B (τύπος)	*** 42,2	* 7,3	*** 18,2	** 24,0	*** 79,5	*** 78,8	*** 89,3
A x B	** 9,4	* 8,0	*** 19,8	** 27,6	6,6	*** 10,4	** 4,8

Βιβλιογραφία

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C., 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Sci. Technol.* 28: 25-30.
- Cataldo, D.A, Haroon, M., Schrader, L.E. and Youngs, V.L., 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun Soil Sci. Plant Anal.* 6: 71-80.
- Llorach, R., Martinez-Sanchez A., Tomas-Barberan, F.A., Gil, M.I. and Ferreres, F., 2008. Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. *Food Chem.* 108: 1028-1038.
- Santamaria, P., 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agric.* 86: 10-17.
- Scalbert, A., Monties, B. and Janin, G., 1989. Tannins in wood: Comparison of different estimation methods. *J. Agric. Food Chem.* 37: 1324-1329.
- Selma, M.V., Luna, M.C., Martinez-Sanchez A., Tudela, J.A., Beltran, D., Baixauli, C. and Gil, M.I., 2012. Sensory quality, bioactive constituents and microbiological quality of green and red fresh-cut lettuces (*Lactuca sativa* L.) are influenced by soil and soilless agricultural production systems. *Postharvest Biol. Technol.* 63: 16-24.
- Serafini, M., Bugianesi, R., Salucci, M., Azzini, E., Raguzzini, A. and Maiani, G., 2002. Effect of acute ingestion of fresh and stored lettuce (*Lactuca sativa*) on plasma total antioxidant capacity and antioxidant levels in human subjects. *British J. Nutr.* 88: 615-623.
- Zhishen J., Mengcheng T., Jianming W., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem.* 64: 555-559.



Σχήμα 1. Ξηρή ουσία, νιτρικά, ΔΣΣ, ασκορβικό οξύ, ολικές διαλυτές φαινόλες, ολικά φλαβονοειδή και συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα (DPPH) 7 τύπων μαρουλιού (Batavia rossa, Loose leaf, Lollo Bionda, Lollo rossa, Romana, Butterhead, Batavia) που καλλιεργήθηκαν στο έδαφος ή υδροπονικά σε υπόστρωμα πετροβόμβακα.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΚΑΙ ΚΑΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΠΑΤΑΤΑΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Α. Αλεξόπουλος¹, Θ. Βαρζάκας², Σ. Καρράς¹, Σ. Κυριακοπούλου², Μ. Θεοδωροπούλου², Σ. Τσαγκάρη², Α. Κορίκη¹, Γ. Ζακυνθινός² και Ι. Ξυνιάς¹

¹Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αντικάλamos, 24100 Καλαμάτα

²Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Αντικάλamos, 24100 Καλαμάτα

Περίληψη

Στην εργασία αυτή καλλιεργήθηκαν οι ποικιλίες Sprunta και Voyager σε συνθήκες οργανικής γεωργίας, με σκοπό να μελετηθεί η επίδραση δύο επιπέδων φωσφόρου (P1=1,36 και P2=2,29 g/φυτό) και δύο επιπέδων καλίου (K1=3,32 και K2=5,48 g/φυτό) στην ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγή κονδύλων. Έγινε φύτευση πιστοποιημένου πατατόσπορου των δύο ποικιλιών στις 3 Μαρτίου του 2012, σε γλάστρες όγκου 11 L με υπόστρωμα μη εμπλουτισμένη τύρφη (pH=6,0) και περλίτη σε αναλογία 1:1 κατ' όγκο. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά τέσσερις επεμβάσεις (P1K1, P2K1, P1K2, P2K2). Σε όλες τις επεμβάσεις πραγματοποιήθηκε λίπανση (βασική-επιφανειακή) με συνολικά 1,3 g αζώτου ανά φυτό. Η συγκομιδή των κονδύλων έγινε 74 ημέρες μετά τη φύτευση (ΗΜΦ) στην ποικιλία Sprunta και 80 ΗΜΦ στην ποικιλία Voyager. Το ύψος των φυτών και η ξηρά ουσία (ξ.ο.) των βλαστών δεν επηρεάστηκαν από τις επεμβάσεις, αλλά το νωπό βάρος (ν.β.) των βλαστών ήταν μεγαλύτερο στην επέμβαση P2K1 σε σύγκριση με την επέμβαση P1K1 στην ποικιλία Sprunta και στην επέμβαση P2K2 σε σύγκριση με την επέμβαση P1K2 στην ποικιλία Voyager. Το ν.β. των φύλλων της ποικιλίας Sprunta ήταν μεγαλύτερο στην επέμβαση P2K2 σε σύγκριση με την επέμβαση P1K2 και στην επέμβαση P2K2 σε σύγκριση με την επέμβαση P2K1. Η ξ.ο. των φύλλων ήταν μεγαλύτερη στην επέμβαση P2K1 σε σύγκριση με την επέμβαση P2K2 στην ποικιλία Sprunta. Η συγκέντρωση φωσφόρου στα φύλλα (% ξηρού βάρους-ξ.β.) δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις. Η συγκέντρωση καλίου στα φύλλα (% ξ.β.) ήταν μεγαλύτερη στην επέμβαση P1K2 σε σύγκριση με την επέμβαση P1K1 στην ποικιλία Sprunta και στην επέμβαση P2K2 σε σύγκριση με την επέμβαση P2K1 στην ποικιλία Voyager. Επιπρόσθετα, στην ποικιλία Voyager η συγκέντρωση (% ξ.β.) του καλίου στα φύλλα ήταν μεγαλύτερη στην επέμβαση P2K2 σε σύγκριση με την επέμβαση P1K2. Ο αριθμός των κονδύλων ανά φυτό ήταν μικρότερος στην επέμβαση P1K1 σε σύγκριση με την επέμβαση P1K2 στην ποικιλία Sprunta, ενώ στην ποικιλία Voyager ήταν μεγαλύτερος στην επέμβαση P1K2 σε σύγκριση με την επέμβαση P1K1 και στην επέμβαση P2K2 σε σύγκριση με την επέμβαση P2K1. Το ν.β. και η ξ.ο. των κονδύλων δεν επηρεάστηκαν από τα επίπεδα φωσφόρου και καλίου.

Λέξεις κλειδιά: κονδυλοποίηση, ξηρά ουσία, Sprunta, Voyager

Εισαγωγή

Τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία επηρεάζουν σημαντικά τόσο το ύψος της παραγωγής όσο και την ποιότητα των παραγόμενων κονδύλων στην καλλιέργεια της πατάτας, η οποία θεωρείται ένα φυτό αρκετά απαιτητικό σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία (Westermann, 1993). Ο φώσφορος επηρεάζει την κονδυλοποίηση και το κάλιο την ποιότητα των κονδύλων (Harris, 1992), ενώ και τα δύο επηρεάζουν τη συσσωρευση

υδατανθράκων στον κόνδυλο (Kumar κ.ά., 2004). Τα οργανικά λιπάσματα μπορούν να καλύψουν της ανάγκες των φυτών σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, ωστόσο, έχουν συνήθως πιο αργό ρυθμό αποδέσμευσης των θρεπτικών στοιχείων σε σύγκριση με τα ανόργανα, επηρεάζοντας έτσι την εφαρμοζόμενη λιπαντική αγωγή. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις η παραγωγή σε συνθήκες οργανικής γεωργίας δεν υπολείπεται αυτής που επιτυγχάνεται όταν χρησιμοποιούνται ανόργανα λιπάσματα (Αλεξόπουλος κ.ά., 2012). Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης των επιπέδων φωσφόρου και καλίου στην ανάπτυξη και παραγωγή δύο ποικιλιών πατάτας που καλλιεργήθηκαν σε συνθήκες οργανικής γεωργίας.

Υλικά και μέθοδοι

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο ΤΕΙ Πελοποννήσου το 2012, όπου καλλιεργήθηκαν δύο ποικιλίες πατάτας: Sprunta (μεσοπρώιμη) και Voyager (όψιμη). Η φύτευση πιστοποιημένου πατατόσπορου των δύο ποικιλιών έγινε την 3^η Μαρτίου 2012, σε γλάστρες όγκου 11 L με υπόστρωμα μη εμπλουτισμένη τύρφη (pH=6,0) και περλίτη (1:1). Εφαρμόστηκε λίπανση (ενσωμάτωση στο έδαφος) με δύο επίπεδα φωσφόρου (P1=1,36 g / φυτό και P2=2,29 g / φυτό) και δύο επίπεδα καλίου (K1=3,32 g / φυτό και K2=5,48 g / φυτό). Το πείραμα ήταν διπαραγοντικό και ακολούθησε το Εντελώς Τυχαίοποιημένο Σχέδιο. Για καθεμία από τις τέσσερις επεμβάσεις (P1K1, P2K1, P1K2, P2K2) χρησιμοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις, των πέντε φυτών η καθεμία. Σε όλες τις επεμβάσεις πραγματοποιήθηκε λίπανση με συνολικά 1,3 g αζώτου ανά φυτό (30% στη βασική λίπανση, 25% 15 ημέρες μετά τη φύτευση, 20% στο στάδιο του παραχώματος και 25% 15 ημέρες μετά το παράχωμα) και 0,77 g μαγνησίου ανά φυτό (57,7% στη βασική λίπανση και 42,3% στο παράχωμα). Για την εφαρμογή της λίπανσης χρησιμοποιήθηκαν τα οργανικά λιπάσματα φωσφορίτης (0-27-0), πατεντάλι (0-0-30+10% MgO+42% SO₃), Acadian (1-1-16) και Biosol (7-0,5-0,3).

Ανεξάρτητα από το επίπεδο του φωσφόρου και του καλίου, η προσθήκη τους στο υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών έγινε κατά τη βασική λίπανση (57%), το παράχωμα (42%) και σε μικρές ποσότητες (0,5%) κατά τις δύο επιφανειακές λιπάνσεις (15 ημέρες πριν και 15 ημέρες μετά το παράχωμα). Η συγκομιδή των κονδύλων έγινε 74 ημέρες μετά τη φύτευση (ΗΜΦ) στην ποικιλία Sprunta και 80 ΗΜΦ στην ποικιλία Voyager. Μετρήθηκαν: ύψος φυτών, νωπό βάρος βλαστών και φύλλων ανά φυτό, ξηρά ουσία βλαστών και φύλλων καθώς και αριθμός, βάρος κονδύλων και ξηρά ουσία κονδύλων.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Πίνακας 1. Μέσο νωπό βάρος (g) βλαστών ανά φυτό.

Επίπεδο φωσφόρου	Sprunta		Voyager	
	Επίπεδο καλίου			
	K1	K2	K1	K2
<i>Νωπό βάρος βλαστών (g) ανά φυτό</i>				
P1	15,85 b (a)	15,30 a (a)	15,92 a (a)	16,06 b (a)
P2	18,89 a (a)	16,47 a (a)	16,78 a (a)	20,28 a (a)
<i>Νωπό βάρος φύλλων (g) ανά φυτό</i>				
P1	40,77 a (a)	40,91 b (a)	36,28 a (a)	43,33 a (a)
P2	37,02 a (b)	50,40 a (a)	38,24 a (a)	46,22 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση, για κάθε ποικιλία χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Το ύψος των φυτών 52 και 67 ΗΜΦ δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τα επίπεδα φωσφόρου και καλίου, και στις δύο ποικιλίες. Ωστόσο, την ημέρα συγκομιδής των κονδύλων παρατηρήθηκε ότι το υψηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P2) ευνόησε την αύξηση του νωπού βάρους των βλαστών στην ποικιλία Sprunta, όταν έγινε λίπανση με το χαμηλότερο επίπεδο καλίου (K1), και στην ποικιλία Voyager, όταν έγινε λίπανση με το υψηλότερο επίπεδο καλίου (K2) (Πίν. 1).

Η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στους βλαστούς των φυτών της ποικιλίας Sprunta κυμάνθηκε στο 5,57-6,18% και της ποικιλίας Voyager στο 8,00-9,36% και δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τα επίπεδα φωσφόρου και καλίου. Ωστόσο, το επίπεδο του φωσφόρου επηρέασε τη συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα φύλλα της ποικιλίας Sprunta, όπου το χαμηλότερο επίπεδο καλίου (K1) οδήγησε σε αύξηση της συγκέντρωσης ξηράς ουσίας στα φύλλα, όταν έγινε λίπανση με το υψηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P2) (Πίν. 2).

Πίνακας 2. Μέση συγκέντρωση ξηράς ουσίας (%) στα φύλλα των φυτών και μέση συγκέντρωση καλίου (% του ξηρού βάρους των φύλλων).

Επίπεδο φωσφόρου	Sprunta		Voyager	
	Επίπεδο καλίου			
	K1	K2	K1	K2
<i>Συγκέντρωση ξηράς ουσίας (%) στα φύλλα</i>				
P1	14,36 a (a)	13,80 a (a)	17,06 a (a)	15,33 a (a)
P2	17,41 a (a)	12,88 a (b)	16,67 a (a)	17,36 a (a)
<i>Συγκέντρωση καλίου (% ξ.β. φύλλων)</i>				
P1	3,87 a (b)	5,80 a (a)	3,04 a (a)	4,04 b (a)
P2	4,76 a (a)	4,43 a (a)	3,82 a (b)	5,95 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση, για κάθε ποικιλία χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η συγκέντρωση φωσφόρου στα φύλλα και των δύο ποικιλιών δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τα επίπεδα φωσφόρου και καλίου, και κυμάνθηκε στο 0,54-0,64% του ξηρού βάρους τους στην ποικιλία Sprunta και στο 0,42-0,62% του ξηρού βάρους τους στην ποικιλία Voyager. Η συγκέντρωση καλίου στα φύλλα ευνοήθηκε από το υψηλότερο επίπεδο καλίου (K2), όταν έγινε λίπανση με το χαμηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P1) στην ποικιλία Sprunta, καθώς και όταν έγινε λίπανση με το υψηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P2) στην ποικιλία Voyager (Πίν. 2). Επιπρόσθετα, στην ποικιλία Voyager το υψηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P2) οδήγησε σε μεγαλύτερη συγκέντρωση καλίου στα φύλλα, όταν έγινε λίπανση με την υψηλότερη συγκέντρωση καλίου (K2).

Στην ποικιλία Sprunta ο αριθμός των παραγόμενων κονδύλων ευνοήθηκε από το υψηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P2), όταν έγινε λίπανση με το χαμηλότερο επίπεδο καλίου (K1). Επιπρόσθετα, το υψηλότερο επίπεδο του καλίου (K2) οδήγησε σε μεγαλύτερο αριθμό παραγόμενων κονδύλων στην ποικιλία Sprunta, όταν έγινε λίπανση με το χαμηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P1), και στην ποικιλία Voyager ανεξάρτητα από το επίπεδο του φωσφόρου (Πίν. 3), υποδηλώνοντας διαφορές σε ότι αφορά την αντίδραση των ποικιλιών στην οργανική λίπανση, όπως παρατήρησαν και οι Haase κ.ά. (2007). Ωστόσο, τόσο το επίπεδο φωσφόρου όσο και το επίπεδο καλίου δεν επηρέασαν στατιστικά σημαντικά το συνολικό βάρος των παραγόμενων κονδύλων ανά φυτό (Πίν. 3), καθώς και τη συγκέντρωση ξηράς ουσίας στους κονδύλους τόσο στην ποικιλία Sprunta (16,36-18,57%) όσο και στην ποικιλία Voyager (17,88-19,60%). Πάντως θα

πρέπει να σημειωθεί ότι η απουσία επίδρασης του φωσφόρου και του καλίου σε καλλιέργειες πατάτας που γίνονται σε συνθήκες οργανικής γεωργίας είναι πιθανό να συνδέεται με τη μικρή διαθεσιμότητα αζώτου που έχει παρατηρηθεί (Haase κ.ά., 2007).

Πίνακας 3. Μέσος αριθμός και νωπό βάρος (g) κονδύλων ανά φυτό.

Επίπεδο φωσφόρου	Sprunta		Voyager	
	Επίπεδο καλίου			
	K1	K2	K1	K2
<i>Αριθμός κονδύλων ανά φυτό</i>				
P1	3,1 b (b)	4,2 a (a)	4,9 a (b)	5,9 a (a)
P2	4,4 a (a)	3,9 a (a)	5,0 a (b)	6,5 a (a)
<i>Νωπό βάρος κονδύλων (g) ανά φυτό</i>				
P1	315,36 a (a)	337,56 a (a)	318,84 a (a)	315,52 a (a)
P2	345,66 a (a)	331,00 a (a)	332,42 a (a)	333,68 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση, για κάθε ποικιλία χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Συμπεράσματα

Συμπεραίνεται ότι σε συνθήκες οργανικής γεωργίας, η αντίδραση των δύο ποικιλιών, σε ότι αφορά χαρακτηριστικά της ανάπτυξης των φυτών (νωπό βάρος και ξηρά ουσία φύλλων), στην προσθήκη φωσφόρου και καλίου είναι διαφορετική. Επιπρόσθετα, η υψηλότερη ποσότητα φωσφόρου δεν επηρεάζει τη συγκέντρωσή του στα φύλλα των φυτών. Σε αντίθεση, η προσθήκη υψηλότερης ποσότητας καλίου ευνοεί την αύξηση της συγκέντρωσής του στα φύλλα, κάτι που όμως εξαρτάται από την ποικιλία και από το επίπεδο του φωσφόρου. Σε ότι αφορά στην επίδραση αυτών των θρεπτικών στοιχείων στην κονδυλοποίηση σημειώνεται ότι το κάλιο, σε υψηλότερη ποσότητα, ευνοεί το σχηματισμό μεγαλύτερου αριθμού κονδύλων, ιδιαίτερα στην ποικιλία Voyager. Παρόλα αυτά, σε συνθήκες οργανικής γεωργίας οι υψηλότερες ποσότητες φωσφόρου και καλίου, όπως προστέθηκαν με οργανικά λιπάσματα στην παρούσα μελέτη, δεν επηρεάζουν το συνολικό βάρος και την ξηρά ουσία των παραγόμενων κονδύλων.

Βιβλιογραφία

- Αλεξόπουλος, Α., Ακουμιανάκης, Κ., Καραπάνος Ι. και Καρανίσα, Θ. 2012. Συγκριτική μελέτη οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην παραγωγή δύο υβριδίων πατάτας. Πρακτικά 25^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 15(α): 282-284.
- Harris, P.M. 1992. Mineral nutrition. In: Harris, P.M. (ed.), The Potato Crop: the scientific basis for improvement (2nd edition). Chapman & Hall. p. 162-213.
- Haase, T., Schuler, C. and Heß, J. 2007. The effect of different N and K sources on tuber nutrient uptake, total and graded yield of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) for processing. Eur. J. Agron. 26: 187-197.
- Kumar, D., Singh, B.P. and Kumar, P. 2004. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. Ann. App. Biol. 145: 247-256.
- Westermann, D.T. 1993. Fertility management. In: Rowe, R.C. (ed.), Potato Health Management. APS Press, Minnesota, USA. p. 77-86.

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΣΤΗΝ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΑΤΑΤΑΣ (*Solanum tuberosum* L. cv. Lady
Rosetta) ΣΕ ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ**

Α. Αλεξόπουλος¹, Θ. Βαρζάκας², Σ. Καρράς¹, Σ. Κυριακοπούλου², Μ. Αγγελοπούλου²,
Ε. Λαμπροπούλου², Δ. Καραμουςαντάς² και Α. Λιόπα-Τσακαλίδη³

¹Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αντικάλamos, 24100 Καλαμάτα

²Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Αντικάλamos, 24100
Καλαμάτα

³Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αμαλιάδα

Περίληψη

Η εργασία αυτή έγινε με σκοπό να μελετηθεί η επίδραση δύο επιπέδων αζώτου (N1=1,14 - N2=1,92 g/φυτό) και δύο επιπέδων φωσφόρου (P1=1,36 - P2=2,29 g/φυτό) σε οργανική καλλιέργεια πατάτας, ποικιλία Lady Rosetta. Η φύτευση του πατατόσπορου έγινε στις 3 Μαρτίου του 2012 σε γλάστρες όγκου 11 L με υπόστρωμα μη εμπλουτισμένη τύρφη (pH=6,0) και περλίτη και πραγματοποιήθηκαν 4 λιπαντικές επεμβάσεις (N1P1, N2P1, N1P2, N2P2) στα φυτά. Σε όλες τις επεμβάσεις εφαρμόστηκε λίπανση με 3,32 g καλίου ανά φυτό. Η συγκομιδή των κονδύλων έγινε 69 ημέρες μετά τη φύτευση (ΗΜΦ). Ο αριθμός των βλαστών ανά φυτό δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις. Το ύψος των φυτών ήταν μεγαλύτερο στο υψηλό επίπεδο αζώτου (N2) 52 ΗΜΦ, ανεξάρτητα από το επίπεδο του φωσφόρου, αλλά 67 ΗΜΦ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Το νωπό βάρος (ν.β.) των βλαστών ανά φυτό ήταν μεγαλύτερο στην επέμβαση N2P2 σε σύγκριση με την επέμβαση N1P2, ενώ καμία από τις επεμβάσεις δεν επηρέασε την ξ.ο. (%) των βλαστών. Ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό (52 ΗΜΦ) ήταν μεγαλύτερος στο υψηλό επίπεδο αζώτου (N2), ανεξάρτητα από το επίπεδο του φωσφόρου. Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου το ν.β. των φύλλων ανά φυτό ήταν μεγαλύτερο μόνο στην επέμβαση N2P2 σε σύγκριση με την επέμβαση N1P2, αλλά η ξ.ο. (%) ήταν μεγαλύτερη στην επέμβαση N1P2 σε σύγκριση με την επέμβαση N2P2. Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης (δείκτης SPAD) στο 3^ο και 6^ο φύλλο από την κορυφή του φυτού δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις. Ο αριθμός των κονδύλων ανά φυτό ήταν μεγαλύτερος στην επέμβαση N2P2 σε σύγκριση με την επέμβαση N1P2, ενώ το ν.β. των κονδύλων ανά φυτό ήταν μεγαλύτερο στις επεμβάσεις με υψηλό επίπεδο αζώτου (N2) σε σύγκριση με τις επεμβάσεις με χαμηλό επίπεδο αζώτου (N1), ανεξάρτητα από το επίπεδο του φωσφόρου. Το μέσο βάρος κονδύλων ήταν μεγαλύτερο στην επέμβαση N2P1 σε σύγκριση με την επέμβαση N1P1. Η ξ.ο. (%) των κονδύλων ήταν μικρότερη στην επέμβαση N2P2 σε σύγκριση με την επέμβαση N1P2.

Λέξεις κλειδιά: κονδυλοποίηση, ξηρά ουσία, χλωροφύλλη

Εισαγωγή

Η πατάτα είναι φυτό ιδιαίτερα απαιτητικό σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία (άζωτο, φώσφορος, κάλιο κ.ά.). Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην παροχή του αζώτου το οποίο επηρεάζει την κονδυλοποίηση, ενώ σε ότι αφορά στο φώσφορο, η απορρόφησή του από τα φυτά γίνεται κυρίως κατά τη μεγέθυνση των κονδύλων (Πάσσαμ κ.ά., 2011). Επιπρόσθετα, το άζωτο και ο φώσφορος επηρεάζουν τη συσσώρευση υδατανθράκων στους κονδύλους (Sharma & Arora, 1988, Kolbe κ.ά., 1995). Η χρήση οργανικών λιπασμάτων για την κάλυψη των αναγκών των φυτών της πατάτας σε θρεπτικά στοιχεία

παρουσιάζει ενδιαφέρον, καθώς εκτός από την επίτευξη υψηλών αποδόσεων θα πρέπει να επιτυγχάνεται και η παραγωγή κονδύλων με υψηλή συγκέντρωση ξηράς ουσίας, που είναι σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό των κονδύλων που προορίζονται για την παραγωγή chips (Burton, 1989). Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης του αζώτου και του φωσφόρου στην παραγωγή και την ποιότητα κονδύλων της ποικιλίας Lady Rosetta σε συνθήκες οργανικής γεωργίας.

Υλικά και Μέθοδοι

Η καλλιέργεια της ποικιλίας Lady Rosetta (για παραγωγή chips) έγινε στο ΤΕΙ Πελοποννήσου, με φύτευση πιστοποιημένου πατατόσπορου την 3^η Μαρτίου 2012, σε γλάστρες όγκου 11 L με υπόστρωμα μη εμπλουτισμένη τύρφη (pH=6,0) και perlίτη (1:1 κατ' όγκο). Πραγματοποιήθηκαν επεμβάσεις με δύο επίπεδα αζώτου (N1=1,14 g/φυτό και N2=1,92 g/φυτό) και δύο επίπεδα φωσφόρου (P1=1,36 g/φυτό και P2=2,29 g/φυτό). Ανεξάρτητα από την επέμβαση, η ποσότητα του αζώτου προστέθηκε στο υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών κατά 30% στη βασική λίπανση, 25% 15 ημέρες μετά τη φύτευση, 20% στο στάδιο του παράχωμα και 25% 15 ημέρες μετά το παράχωμα. Η ποσότητα του φωσφόρου προστέθηκε στο υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών κατά 57% στη βασική λίπανση, 42% στο παράχωμα και σε μικρές ποσότητες (από 0,5%) σε δύο επιφανειακές λιπάνσεις (15 ημέρες πριν και 15 ημέρες μετά το παράχωμα). Το πείραμα ήταν διπαραγοντικό με συνολικά 4 επεμβάσεις (N1P1, N2P1, N1P2, N2P2) και 3 επαναλήψεις ανά επέμβαση, των 5 φυτών η καθεμία. Επιπρόσθετα, στο υπόστρωμα όλων των φυτών προστέθηκε κάλιο (3,32 g/φυτό-όπως και ο φώσφορος) και μαγνήσιο (0,77 g/φυτό, εκ των οποίων 57,7% στη βασική λίπανση και 42,3% στο παράχωμα). Για την εφαρμογή της λίπανσης χρησιμοποιήθηκαν τα οργανικά λιπάσματα φωσφορίτης (0-27-0), πατεντκάλι (0-0-30+10% MgO+42% SO₃), Acadian (1-1-16) και Biosol (7-0,5-0,3). Η συγκομιδή των κονδύλων έγινε 69 ημέρες μετά τη φύτευση (ΗΜΦ).

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Το άζωτο ευνόησε την αύξηση του ύψους των φυτών 52 ΗΜΦ, αλλά 67 ΗΜΦ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίν. 1). Το νωπό βάρος των βλαστών ανά φυτό ήταν μεγαλύτερο στο υψηλότερο επίπεδο αζώτου (N2), όταν έγινε λίπανση με το υψηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P2) (Σχ. 1α), ενώ η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στους βλαστούς, η οποία κυμάνθηκε στο 7,36-7,82%, δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις. Ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό ήταν μεγαλύτερος στο υψηλότερο επίπεδο αζώτου (N2), ανεξάρτητα από το επίπεδο του φωσφόρου (Σχ. 1β).

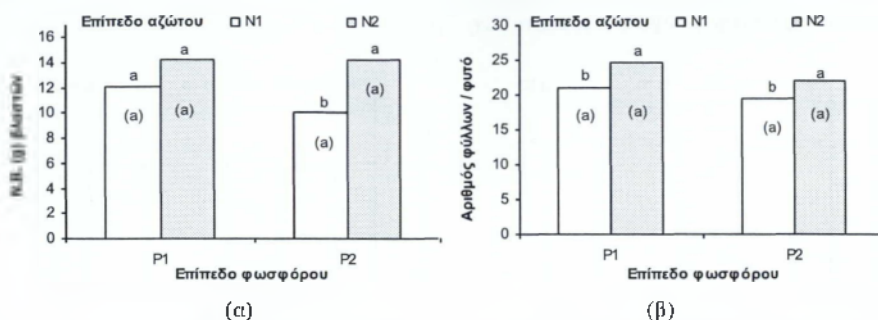
Πίνακας 1. Μέσο ύψος (cm) φυτού.

Επίπεδο αζώτου	52 ΗΜΦ		67 ΗΜΦ	
	Επίπεδο φωσφόρου			
	P1	P2	P1	P2
N1	18,26 b (a)	17,13 b (a)	19,53 a (a)	18,46 a (a)
N2	21,33 a (a)	21,13 a (a)	21,88 a (a)	21,33 a (a)

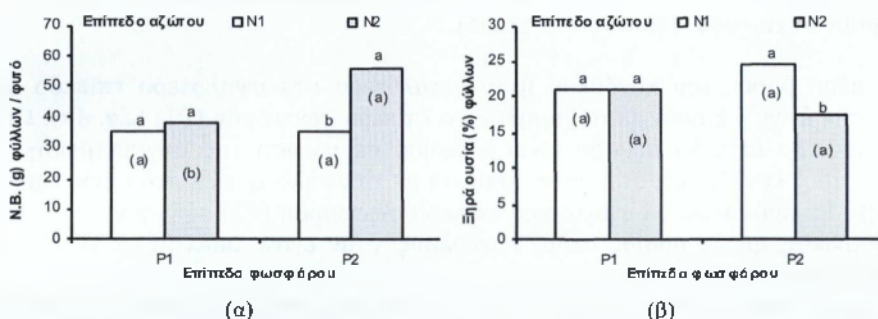
Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P \leq 0,05$). Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση, για κάθε ημέρα μέτρησης χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P \leq 0,05$).

Το νωπό βάρος των φύλλων ανά φυτό ήταν μεγαλύτερο στο υψηλότερο επίπεδο αζώτου (N2), όταν έγινε λίπανση με το υψηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P2) (Σχ. 2α). Ωστόσο, η συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα φύλλα ήταν μικρότερη στο υψηλότερο επίπεδο αζώτου (N2), όταν έγινε λίπανση με το υψηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P2)

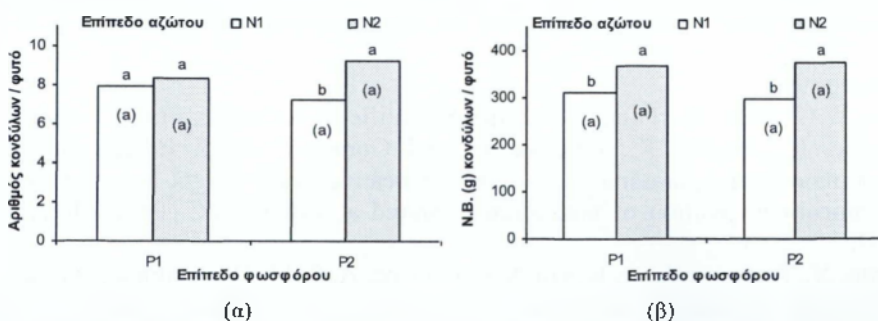
(Εικ. 2β). Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης στο 3ο και στο 6ο φύλλο από την κορυφή του φυτού, όπως εκτιμήθηκε από τη χρήση του δείκτη SPAD, δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις (τα αποτελέσματα δεν συμπεριλαμβάνονται για λόγους συντομίας).



Σχήμα 1. (α) Μέσο νωπό βάρος (ν.β.) βλαστών ανά φυτό, (β) μέσος αριθμός φύλλων ανά φυτό 52 ΗΜΦ. Τιμές με το ίδιο λατινικό γράμμα: (1) εκτός παρένθεσης, για κάθε επίπεδο φωσφόρου χωριστά, και (2) εντός παρένθεσης, για κάθε επίπεδο αζώτου χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P \leq 0,05$).

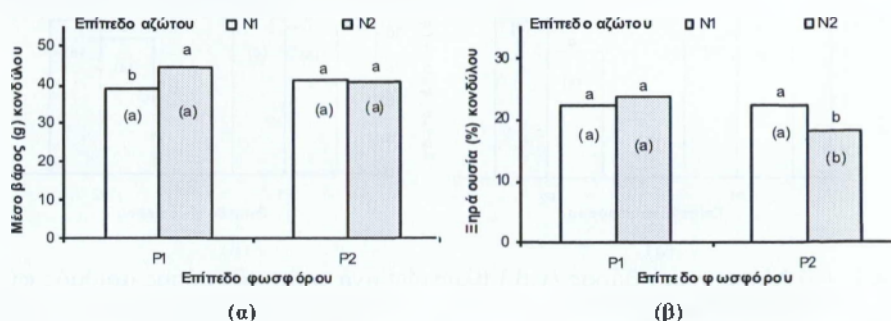


Σχήμα 2. (α) Μέσο νωπό βάρος (N.B.) φύλλων ανά φυτό, (β) μέση συγκέντρωση ξηράς ουσίας (ξ.ο.) στα φύλλα. Τιμές με το ίδιο λατινικό γράμμα: (1) εκτός παρένθεσης, για κάθε επίπεδο φωσφόρου χωριστά, και (2) εντός παρένθεσης, για κάθε επίπεδο αζώτου χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P \leq 0,05$).



Σχήμα 3. (α) Μέσος αριθμός κονδύλων ανά φυτό, (β) μέσο συνολικό νωπό βάρος (ν.β.) κονδύλων ανά φυτό. Τιμές με το ίδιο λατινικό γράμμα: (1) εκτός παρένθεσης, για κάθε επίπεδο φωσφόρου χωριστά, και (2) εντός παρένθεσης, για κάθε επίπεδο αζώτου χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P \leq 0,05$).

Ο αριθμός των κονδύλων ανά φυτό ήταν μεγαλύτερος στο υψηλότερο επίπεδο αζώτου (N2), όταν έγινε λίπανση με το υψηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P2) (Σχ. 3α). Επιπρόσθετα, το υψηλότερο επίπεδο αζώτου (N2) οδήγησε σε στατιστικά σημαντική αύξηση του νωπού βάρους των κονδύλων ανά φυτό, ανεξάρτητα από το επίπεδο φωσφόρου με το οποίο έγινε λίπανση (Σχ. 3β).



Σχήμα 4. (α) Μέσο βάρος κονδύλου, (β) μέση συγκέντρωση ξηράς ουσίας (ξ.ο.) κονδύλων. Τιμές με το ίδιο λατινικό γράμμα: (1) εκτός παρένθεσης, για κάθε επίπεδο φωσφόρου χωριστά, και (2) εντός παρένθεσης, για κάθε επίπεδο αζώτου χωριστά, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P < 0,05$).

Το μέσο βάρος του κονδύλου ήταν μεγαλύτερο στο υψηλότερο επίπεδο αζώτου (N2), όταν έγινε λίπανση με το χαμηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P1) (Σχ. 4α). Ωστόσο, το υψηλότερο επίπεδο αζώτου (N2) οδήγησε σε μείωση της συγκέντρωσης ξηράς ουσίας στους κονδύλους, όταν έγινε λίπανση με το υψηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P2) (Σχ. 4β). Επιπρόσθετα, το υψηλότερο επίπεδο φωσφόρου (P2) οδήγησε σε μείωση της συγκέντρωσης ξηράς ουσίας στους κονδύλους, όταν έγινε λίπανση με το υψηλότερο επίπεδο αζώτου (N2).

Συμπεραίνεται ότι, σε συνθήκες οργανικής γεωργίας το άζωτο ευνοεί την παραγωγή, είτε με αύξηση του μέσου βάρους του κονδύλου όταν γίνεται λίπανση με χαμηλό επίπεδο φωσφόρου, είτε με αύξηση του αριθμού των κονδύλων όταν γίνεται λίπανση με υψηλό επίπεδο φωσφόρου. Ωστόσο, ο συνδυασμός υψηλών επιπέδων αζώτου και φωσφόρου οδηγεί σε μείωση της ξηράς ουσίας των κονδύλων, όπως αναφέρουν και οι Kolbe κ.ά. (1995) και Πάσσαμ κ.ά. (2011) κάτι που δεν είναι επιθυμητό για την ποικιλία Lady Rosetta, που προορίζονται για την παραγωγή chips.

Βιβλιογραφία

- Burton, W.G. 1989. The Potato. Longman Scientific & Technical, Essex, England.
- Kolbe, H., Muller, K., Olteanu, G. and Gorca, T. 1995. Effects of nitrogen, phosphorous and potassium fertilizer treatments on weight-loss and changes in chemical-composition of potato-tubers stored at 4-degrees-C. Potato Res. 38: 97-107.
- Πάσσαμ, Χ., Ακουμιανάκης, Κ. και Αλεξόπουλος, Α. 2011. Η τεχνική της καλλιέργειας (φύτευση, άρδευση, λίπανση κλπ.). Γεωργία και Κτηνοτροφία, 6 (Ειδικό Αφιέρωμα): 22-35.
- Sharma, U.C. and Arora, B.R. 1988. Calcium content of potato (*Solanum tuberosum*) plant as affected by potassium application. Indian J. Agr. Sci. 58: 69-71.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΣΠΟΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΦΑΣΟΛΙΟΥ (*Phaseolus vulgaris* L.)

Α. Αλεξόπουλος¹, Ν. Δημητρούλης¹, Μ. Χατζησάββα¹, Α. Κώτσιρας², Ι. Καραπάνος³ και Χ. Πάσσαμ³

¹Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Εργαστήριο Γεωργίας, Αντικάλαμος, 24100 Καλαμάτα

²Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Εργαστήριο Λαχανοκομίας, Αντικάλαμος, 24100 Καλαμάτα

³Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Στην εργασία αυτή έγινε συγκριτική μελέτη της επίδρασης οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη και στη σποροπαραγωγή δυο ποικιλιών φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Contender και cv. Starazagorsky), οι οποίες καλλιεργήθηκαν την άνοιξη του 2012, σε γλάστρες όγκου 11 L με υπόστρωμα έδαφος. Η λίπανση κάθε φυτού έγινε με 1,5 g N, 2,7 g P₂O₅, 2,4 g K₂O και 0,6 g MgO, με τη χρήση οργανικών ή ανόργανων λιπασμάτων. Έγιναν μετρήσεις σε δύο στάδια ανάπτυξης των φυτών (45 και 70 ημέρες μετά τη φύτευση – ΗΜΦ). Το ύψος των φυτών και ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό επηρεάστηκαν από τη λίπανση μόνο στην ποικιλία Contender, στην οποία η ανόργανη λίπανση υπερέιχε της οργανικής. Το νωπό βάρος (ν.β.) των βλαστών και το ν.β. των φύλλων ήταν μεγαλύτερα στην ανόργανη λίπανση, αλλά στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου στην ποικιλία Starazagorsky δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ ανόργανης και οργανικής λίπανσης. Η οργανική λίπανση ευνόησε το σχηματισμό αζωτοφυματίων και στις δύο ποικιλίες. Ο αριθμός και το βάρος των λοβών ανά φυτό είχαν υψηλότερες τιμές στην ανόργανη λίπανση τόσο στην ποικιλία Contender (45 και 70 ΗΜΦ), όσο και στην ποικιλία Starazagorsky (70 ΗΜΦ). Δεν παρατηρήθηκε επίδραση της λιπαντικής μεταχείρισης στο μέσο βάρος του λοβού, στο μέσο αριθμό σπερμάτων ανά λοβό, στο βάρος 100 σπερμάτων, στη συγκέντρωση ξ.ο. στα σπέρματα και στη βλαστική τους ικανότητα. Ωστόσο, η οργανική λίπανση οδήγησε σε μείωση του αριθμού και του συνολικού βάρους των παραγόμενων σπερμάτων ανά φυτό, και στις δύο ποικιλίες.

Λέξεις κλειδιά: Contender, λοβοί, ξηρά ουσία, σπέρματα, Starazagorsky

Εισαγωγή

Στην οργανική καλλιέργεια φασολιού, όπως και άλλων φυτικών ειδών, οι σπόροι που χρησιμοποιούνται προέρχονται κατά κύριο λόγο από συμβατικές καλλιέργειες. Η παραγωγή σπόρων σε συνθήκες οργανικής γεωργίας παρουσιάζει ενδιαφέρον γιατί συμβάλλει ακόμη περισσότερο στην προστασία του περιβάλλοντος που αποτελεί έναν από τους στόχους της οργανικής γεωργίας. Σημαντικοί παράγοντες για την επιτυχία της σποροπαραγωγής είναι η κάλυψη των αναγκών των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία (Siddique & Goodwin, 1980) και η επιτυχής αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών. Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να γίνει συγκριτική μελέτη της επίδρασης οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην παραγωγή σπόρων δυο ποικιλιών φασολιού.

Υλικά και Μέθοδοι

Καλλιεργήθηκαν οι ποικιλίες Contender και Starazagorsky με σπορά την 23^η Μαρτίου 2012 και ακολούθησε μεταφύτευση σε γλάστρες όγκου 11 L με υπόστρωμα

έδαφος (μέσης σύστασης), την 22 Απριλίου 2012. Η λίπανση κάθε φυτού έγινε με 1,5 g άζωτου (0,52 g στη βασική λίπανση), 2,7 g P₂O₅ (2,65 g στη βασική λίπανση), 2,4 g K₂O (2,35 g στη βασική λίπανση) και 0,6 g MgO (0,6 g στη βασική λίπανση). Στην ανόργανη λίπανση χρησιμοποιήθηκαν τα λιπάσματα νιτρική αμμωνία (34,5-0-0), φωσφορικό μονοκάλιο (0-52-34), απλό υπερφωσφορικό (0-20-0) και πατεντκαλί (0-0-30+10% MgO+42% SO₃), και στην οργανική τα λιπάσματα Biosol (7-0,5-0,3), Acadian (1-1-16), πατεντκαλί (0-0-30+10% MgO+42% SO₃) και φωσφορίτης (0-27-0). Το πείραμα ακολούθησε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο και για κάθε επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν 4 επαναλήψεις των 10 φυτών η καθεμία και έγιναν μετρήσεις (ύψος φυτών, αριθμός φύλλων ανά φυτό, νωπό και ξηρό βάρος βλαστών, φύλλων και ριζών, αριθμός και νωπό βάρος λοβών ανά φυτό, και ξηρά ουσία περικαρπίου) σε δύο στάδια ανάπτυξης των φυτών (45 και 70 ΗΜΦ). Η συλλογή των λοβών έγινε μετά την ξήρανση του υπέργειου μέρους των φυτών (70 ΗΜΦ) και επιπρόσθετα μετρήθηκαν: ο συνολικός αριθμός και το βάρος των ξηρών σπερμάτων ανά φυτό, η συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα σπέρματα, των βάρους των 100 σπερμάτων και η βλαστική τους ικανότητα (4 επαναλήψεις των 25 σπερμάτων η κάθε μία).

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Στην ποικιλία Contender τόσο το ύψος των φυτών όσο και ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερες τιμές στην ανόργανη λίπανση, ενώ στην ποικιλία Starazagorsky το ύψος των φυτών και ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό δεν επηρεάστηκαν στατιστικά σημαντικά από τη λιπαντική μεταχείριση (Πιν. 1).

Πίνακας 1. Μέσο ύψος (cm) φυτών και αριθμός φύλλων ανά φυτό.

Λιπαντική μεταχείριση	Contender		Starazagorsky	
	45 ΗΜΦ	70 ΗΜΦ	45 ΗΜΦ	70 ΗΜΦ
<i>Υψος φυτού (cm)</i>				
Οργανική	15,50 b	15,61 b	17,17 a	20,20 a
Ανόργανη	21,88 a	22,50 a	19,63 a	22,30 a
<i>Αριθμός φύλλων ανά φυτό</i>				
Οργανική	9,4 b	3,6 b	13,3 a	5,1 a
Ανόργανη	13,5 a	7,3 a	14,1 a	6,1 a

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P \leq 0,05$).

Πίνακας 2. Νωπό βάρος (g) βλαστών, φύλλων και ριζών ανά φυτό.

Λιπαντική μεταχείριση	Contender		Starazagorsky	
	45 ΗΜΦ	70 ΗΜΦ	45 ΗΜΦ	70 ΗΜΦ
<i>Νωπό βάρος (g) βλαστών ανά φυτό</i>				
Οργανική	4,81 b	1,80 a	7,16 b	3,73 a
Ανόργανη	9,18 a	2,24 a	10,41 a	4,03 a
<i>Νωπό βάρος (g) φύλλων ανά φυτό</i>				
Οργανική	11,23 b	1,52 b	17,23 b	1,69 a
Ανόργανη	31,06 a	2,60 a	26,78 a	1,42 a
<i>Νωπό βάρος (g) ριζών ανά φυτό</i>				
Οργανική	18,36 a	1,85 a	8,26 a	2,74 a
Ανόργανη	12,42 b	1,64 a	9,30 a	2,94 a

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P \leq 0,05$).

Το νωπό βάρος των βλαστών και το νωπό βάρος των φύλλων των δύο ποικιλιών ήταν μεγαλύτερα στην ανόργανη λίπανση 45 ΗΜΦ (Πιν. 2). Ωστόσο, 70 ΗΜΦ μόνο το

νωπό βάρος των φύλλων της ποικιλίας Contender ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο στην ανόργανη λίπανση σε σύγκριση με την οργανική. Σε ότι αφορά το νωπό βάρος των ριζών, μόνο στην ποικιλία Contender η οργανική λίπανση υπερέιχε στατιστικά σημαντικά της ανόργανης 45 ΗΜΦ.

Η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στους βλαστούς, στα φύλλα και στις ρίζες δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις λιπαντικές μεταχειρίσεις και στις δύο ποικιλίες (Πιν. 3). Ο αριθμός των φυματίων στις ρίζες των φυτών 45 ΗΜΦ ήταν μεγαλύτερος στην οργανική λίπανση (Contender: 25,6 - Starazagorsky: 26,8 ανά φυτό) σε σύγκριση με την ανόργανη λίπανση (Contender: 8,4 - Starazagorsky: 8,1 ανά φυτό).

Πίνακας 3. Συγκέντρωση ξηράς ουσίας (%) σε βλαστούς, φύλλα και ρίζες των φυτών.

Λιπαντική μεταχείριση	Contender		Starazagorsky	
	45 ΗΜΦ	70 ΗΜΦ	45 ΗΜΦ	70 ΗΜΦ
<i>Συγκέντρωση (%) ξηράς ουσίας στους βλαστούς</i>				
Οργανική	20,98 a	44,44 a	19,49 a	52,54 a
Ανόργανη	20,93 a	40,18 a	18,67 a	46,65 a
<i>Συγκέντρωση (%) ξηράς ουσίας στα φύλλα</i>				
Οργανική	19,72 a	82,10 a	20,43 a	82,24 a
Ανόργανη	18,00 a	79,61 a	19,26 a	79,58 a
<i>Συγκέντρωση (%) ξηράς ουσίας στις ρίζες</i>				
Οργανική	8,52 a	83,24 a	15,87 a	53,65 a
Ανόργανη	10,12 a	85,97 a	16,66 a	58,84 a

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P \leq 0,05$).

Ο αριθμός των λοβών ανά φυτό και το συνολικό βάρος τους ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερα στην ανόργανη λίπανση, με εξαίρεση τις 45 ΗΜΦ στην ποικιλία Starazagorsky όπου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο λιπαντικών μεταχειρίσεων. Ωστόσο, το μέσο βάρος του λοβού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τη λιπαντική μεταχείριση και στις δύο ποικιλίες (Πιν. 4).

Πίνακας 4. Συνολικός αριθμός και βάρος (g) λοβών ανά φυτό και μέσο βάρος λοβού.

Λιπαντική μεταχείριση	Contender		Starazagorsky	
	45 ΗΜΦ	70 ΗΜΦ	45 ΗΜΦ	70 ΗΜΦ
<i>Αριθμός λοβών ανά φυτό</i>				
Οργανική	6,25 b	6,38 b	9,00 a	9,60 b
Ανόργανη	12,88 a	14,92 a	10,50 a	12,57 a
<i>Βάρος (g) λοβών ανά φυτό</i>				
Οργανική	20,43 b	13,21 b	25,31 a	19,49 b
Ανόργανη	43,28 a	31,33 a	28,41 a	26,56 a
<i>Μέσο βάρος (g) λοβού</i>				
Οργανική	3,27 a	2,07 a	2,82 a	2,03 a
Ανόργανη	3,36 a	2,10 a	2,70 a	2,11 a

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P \leq 0,05$).

Ο αριθμός των σπερμάτων ανά λοβό δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις δύο λιπαντικές μεταχειρίσεις (Πιν. 5), όπως και η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στα σπέρματα, με εξαίρεση τις 45 ΗΜΦ όπου η ξηρά ουσία στην ποικιλία Starazagorsky ήταν υψηλότερη στην ανόργανη λίπανση. Η συγκέντρωση ξηράς ουσίας στο περικάρπιο των λοβών και των δύο ποικιλιών, στις 45 ΗΜΦ ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στην οργανική λίπανση σε σύγκριση με την ανόργανη λίπανση.

Ο συνολικός αριθμός σπερμάτων και το συνολικό βάρος τους ανά φυτό ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερα στην ανόργανη λίπανση σε σύγκριση με την οργανική (Πιν. 6). Ωστόσο, το βάρος των 100 σπερμάτων δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τη λιπαντική μεταχείριση, όπως επίσης και το ποσοστό βλαστικής ικανότητας των σπόρων που κυμάνθηκε από 96-100% και για τις δύο ποικιλίες.

Πίνακας 5. Αριθμός σπερμάτων ανά λοβό, συγκέντρωση ξηράς ουσίας (%) σε σπέρματα και σε περικάρπιο του λοβού.

Λιπαντική μεταχείριση	Contender		Starazagorsky	
	45 ΗΜΦ	70 ΗΜΦ	45 ΗΜΦ	70 ΗΜΦ
<i>Αριθμός σπερμάτων ανά λοβό</i>				
Οργανική	2,8 a	2,7 a	3,3 a	3,0 a
Ανόργανη	3,2 a	3,0 a	3,6 a	3,2 a
<i>Συγκέντρωση (%) ξηράς ουσίας στα σπέρματα</i>				
Οργανική	15,26 a	85,00 a	13,96 b	85,08 a
Ανόργανη	14,28 a	83,31 a	18,83 a	90,73 a
<i>Συγκέντρωση (%) ξηράς ουσίας στο περικάρπιο</i>				
Οργανική	12,97 a	84,06 a	12,23 a	83,84 a
Ανόργανη	10,17 b	85,31 a	10,29 b	87,49 a

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P < 0,05$).

Πίνακας 6. Συνολικός αριθμός, συνολικό βάρος (g) παραγόμενων ξηρών σπερμάτων ανά φυτό και βάρος (g) 100 ξηρών σπερμάτων.

Λιπαντική μεταχείριση	Contender			Starazagorsky		
	Αριθμός σπερμάτων ανά φυτό	Βάρος (g) σπερμάτων ανά φυτό	Βάρος (g) 100 σπερμάτων	Αριθμός σπερμάτων ανά φυτό	Βάρος (g) σπερμάτων ανά φυτό	Βάρος (g) 100 σπερμάτων
Οργανική	17,2 b	6,57 b	38,13 a	28,7 b	11,60 b	40,35 a
Ανόργανη	44,8 a	17,69 a	39,45 a	40,2 a	16,20 a	42,27 a

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P < 0,05$).

Συμπεραίνεται ότι η ανόργανη λίπανση ευνοεί τη βλαστική ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγή σπόρων και στις δύο ποικιλίες, πιθανόν λόγω αδυναμίας πλήρους κάλυψης των αναγκών των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία μέσω της οργανικής λίπανσης (Kirchmann κ.ά., 2008). Αν και δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ οργανικής και ανόργανης λίπανσης σε ότι αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και τη βλαστική ικανότητα των σπόρων, η οργανική λίπανση προκαλεί μείωση του αριθμού των παραγόμενων σπερμάτων στις δυο ποικιλίες (Contender: 62%, Starazagorsky: 29%), κάτι που πιθανόν να οφείλεται και στη διαφορετική ικανότητα των ποικιλιών να αναπτύσσουν συμβιωτική σχέση με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια (Weaver κ.ά., 1985).

Βιβλιογραφία

- Kirchmann, H., Bergström, L., Kätterer, T., and Andrén, O. 2008. Can organic crop production feed the world? In: Kirchmann, H. and Bergström, L. (eds), Organic Crop Production – ambitions and limitations, Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Siddique, M.A. and Goodwin, P.B. 1980. Seed vigour in bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Apollo) as influenced by temperature and water regime during development and maturation. J. Exp. Bot. 31: 313-23.
- Weaver, M.L., Timm, M.L., Silbernagel, M.J. and Burke, D.W. 1985. Pollen staining and high-temperature tolerance of bean. J. Am. Soc. Hort. Sci. 110: 797-799.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΝΟΣΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΤΩΝ ΜΕΛΙΤΖΑΝΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΜΙΝΟΞΕΟΣ L-CYSTINE ΣΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΙΚΡΟΣΚΛΗΡΩΤΙΩΝ ΤΟΥ ΜΥΚΗΤΑ *Verticillium dahliae*

Δ.Φ. Αντωνόπουλος και Σ. Παναγιωτοπούλου

Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Εργαστήριο Φυτοπροστασίας,
Αντικάλamos, 24100, Καλαμάτα

Περίληψη

Η ανοσοποίηση των φυτών αποτελεί μία εναλλακτική προσέγγιση αντιμετώπισης της βερτισιλλώσεως. Με τη χρήση λυόμενων δοχείων, η βλαστικότητα των μικροσκληρωτίων του μύκητα *Verticillium dahliae* μειώθηκε κατά 2% στα ακρορρίζια ψεκασμένων φυτών μελιτζάνας cv. Black Beauty με το αμινοξύ L-cystine (δεν επέδειξε *in vitro* μικροβιοστατική δράση), ενώ στο μέσο μήκος (μm) υφής και στο μέσο αριθμό υφών ανά βλαστημένο μικροσκληρωτίο δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές με τα απέκαστα φυτά. Κατά τη μόλυνση ανοσοποιημένων φυτών μελιτζάνας με μικροσκληρώτια, η ένταση της ασθένειας εκτιμήθηκε κατά 36.5% μικρότερη σε σχέση με το μάρτυρα. Οι πιθανές βιοχημικές αλλαγές κατά τη διέγερση των λανθανόντων μηχανισμών άμυνας στις ρίζες των ανοσοποιημένων φυτών μελιτζάνας μετά τον ψεκασμό τους με το L-cystine που απέτρεψαν τη μόλυνσή τους ή/και μείωσαν το ρυθμό προσβολής, αποίκησης και διασποράς των υφών του παθογόνου εντός των φυτικών ιστών είναι προς συζήτηση και προτείνεται η σχετική διερεύνηση σε μοριακό επίπεδο.

Λέξεις-Κλειδιά: Αδρομύκωση, Βερτισιλλώση, Βιολογική αντιμετώπιση, Σολανώδη.

Εισαγωγή

Τα μικροσκληρωτία (*msc*) του *Verticillium dahliae* βλαστάνουν στο έδαφος υπό την επίδραση των ριζικών εκκρίσεων συνήθως με υφή, η οποία μολύνει τον ξενιστή στα ακρορρίζια και σημεία έκφυσης των ριζικών τριχιδίων, διαπερνά την επιδερμίδα-παρέγχυμα-ενδοδερμίδα και καταλήγει στα αγγεία του ξύλου (Huisman & Gerik, 1989).

Η ανοσοποίηση των φυτών διακρίνεται στους μηχανισμούς που ενεργοποιούνται στο σημείο προσβολής τους (HR, ROS, φυτοαλεξίνες, γλυκανάσες και χιτινάσες, καλλόζη και λιγνίνη, κ.λ.π.) και στους μηχανισμούς διασυστηματικού χαρακτήρα μηχανισμούς (SAR και ISR), οι οποίοι διεγείρονται μέσω της δημιουργίας νεκρωτικής κηλίδας ή της ύπαρξης ριζοβακτηρίων, αντίστοιχα (Sticher κ.ά., 1997; van Loon κ.ά., 1998). Πρόκληση της ανοσοποίησης των φυτών γίνεται και με την εφαρμογή διαφόρων χημικών ουσιών (Kessmann κ.ά., 1994).

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης ανοσοποιημένων φυτών μελιτζάνας (cv. Black Beauty ως ευαίσθητη στη βερτισιλλώση) ενάντια στη βλαστικότητα των *msc* του μύκητα *V. dahliae*. Η ανοσοποίηση των φυτών έγινε με τον ψεκασμό τους με το μη απαραίτητο αμινοξύ L-cystine, το οποίο ελέγχθηκε *in vitro* ενάντια στο παθογόνο, ώστε η όποια επίδραση του αμινοξέος να μην αποδοθεί στην αντιμυκητιακή του δράση, αλλά σε μηχανισμούς ανοσοποίησης των φυτών.

Υλικά & Μέθοδοι

Ανοσοποίηση φυτών και προσθήκη των μικροσκληρωτίων σε λυόμενα δοχεία. Φυτά μελιτζάνας, cv. Black Beauty, με 2 πραγματικά φύλλα ψεκάστηκαν με 3 mM του

αμινοξέος L-cystine (Osman & Viglierchio, 1981) και 7 ημέρες μετά τον ψεκασμό τους μεταφυτεύθηκαν σε 10×07×15 cm λυόμενα δοχεία από διαφανές υλικό (Plexiglass) με φυτόχωμα, τύρφη, ποταμίσιμα άμμο και χώμα αγρού (2:1:1:1, w/w). Τρεις ημέρες μετά, 5 msc ανά 2 mm³ αναμείχθηκαν με 0.75% άγαρ στους 40°C, απλώθηκαν επί αντικειμενοφόρων πλακών και με κολλητική ταινία διπλής όψεως προσαρτήθηκαν 3 από αυτές στην αποσπόμενη πλάκα του κάθε δοχείου, επί της οποίας οι ρίζες είχαν ήδη αναπτυχθεί. Η δημιουργία και παραλαβή των ώριμων (μαύρα) msc μεγέθους >71 μm σε διάμετρο έγινε βάσει των Αποπορούλος κ.ά. (2008). Η βλαστικότητα των msc εκτιμήθηκε επί των αντικειμενοφόρων πλακών στο μικροσκόπιο, 5 ημέρες μετά την εφαρμογή τους στα λυόμενα δοχεία (Mol & van Riessen, 1995). Από τα βλαστημένα msc καταμετρήθηκε ο αριθμός των υφών και το μήκος (μm) κάθε υφής.

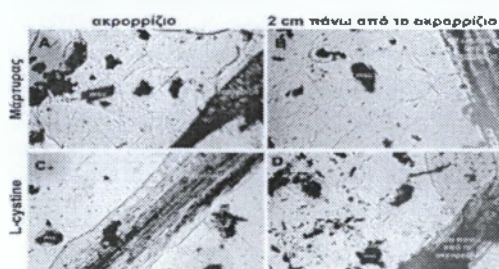
Η βερτισιλλίωση σε ψεκασμένα φυτά με το αμινοξύ L-cystine. Μελιτζάνες cv. Black Beauty, ψεκάστηκαν με 3 mM L-cystine, όπως ανωτέρω, και μεταφυτεύθηκαν σε 20×30 cm φυτοδοχεία με φυτόχωμα, τύρφη και χώμα αγρού (1:1:1, w/w). Επτά ημέρες μετά τον ψεκασμό τους (και 3 μετά τη μεταφύτευσή τους), 15 msc του *V. dahliae* αναμείχθηκαν ανά g εδαφικού μείγματος. Η ένταση της ασθένειας (ποσοστό φύλλων με συμπτώματα προς το σύνολο φύλλων) εκτιμήθηκε κάθε 2 ημέρες, μέχρι και 50 ημέρες μετά τη μόλυνση των φυτών, ως σχετικό AUDPC.

Έλεγχος αντιμυκητιακής δράσης του αμινοξέος L-cystine. Εμβολιασμός τρυβλίων με PDA+3 mM L-cystine (αποστείρωση με φίλτρο 0.22 μm) με τεμάχιο καλλιέργειας του *V. dahliae* διαμέτρου 3 mm. Σε κάθε τρυβλίο υπολογίζονταν ο μ.ό. της διαμέτρου (mm) της αποικίας (4 επαναλήψεις) από την τρίτη μέχρι και την έβδομη ημέρα επώασης στους 22°C.

Αποτελέσματα

Επίδραση ανοσοποιημένων φυτών στη βλαστικότητα μικροσκληρωτίων του *V. dahliae*. Στα φυτά-μάρτυρας (αφέκαστα) παρατηρήθηκε η πλούσια βλαστικότητα των msc στο ακρορρίζιο και στη ζώνη επιμήκυνσης της ρίζας, ενώ η βλαστικότητά τους είχε περιοριστεί στα ψεκασμένα φυτά με L-cystine (Εικόνα 2). Η βλαστικότητα των msc περιορίστηκε κατά 2% στα ψεκασμένα φυτά με το L-cystine σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ ο αριθμός των υφών ανά βλαστημένο msc και το μήκος των υφών σε κάθε βλαστημένο msc δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές (Πίνακας 1).

Η βερτισιλλίωση σε ψεκασμένες με L-cystine μελιτζάνες. Μετά την πάροδο 3 εβδομάδων από την προσθήκη των msc στο έδαφος εμφανίσθηκαν τα πρώτα συμπτώματα στα φυτά. Η ένταση της ασθένειας στα ψεκασμένα φυτά με το L-cystine είχε περιοριστεί σημαντικά κατά 36.5% σε σχέση με τα φυτά-μάρτυρας (Διάγραμμα 1, Εικόνα 3).



Εικόνα 1. Βλαστικότητα μικροσκληρωτίων (υφές) του μύκητα *Verticillium dahliae*, η οποία είναι πλούσια σε ρίζες αφέκαστων φυτών-μάρτυρες μελιτζάνας στο ακρορρίζιο (A) και στη ζώνη επιμήκυνσης της ρίζας (B) και απόουσα ή περιορισμένη σε ρίζες φυτών ψεκασμένων με το L-cystine στο ακρορρίζιο (C) και στη ζώνη επιμήκυνσης της ρίζας (D) σε οπτικό μικροσκόπιο (40×).

Έλεγχος αντιμυκητιακής δράσης L-cystine. Το αμινοξύ L-cystine δεν παρουσιάζει *in vitro* μυκοστατική δράση ενάντια στο *V. dahliae* μιας και δεν υφίστανται σημαντικές

διαφορές (δοκιμή Duncan) μεταξύ των επεμβάσεων παρουσίας-απουσίας του L-cystine επί του μ.ο. της διαμέτρου της αποίκιας του εν λόγω παθογόνου έως και την έβδομη ημέρα σε κατάλληλες συνθήκες επώασης (μη παρουσίαση αποτελεσμάτων).

Πίνακας 1. Επίδραση των ανοσοποιημένων φυτών μελιτζάνας cv. Black Beauty, με τη χρήση του αμινοξέος L-cystine, στη βλαστικότητα των μικροσκληρωτίων, στον αριθμό των υφών και στο μήκος (μm) της υφής ανά βλαστημένο μικροσκληρωτίο του εδαφογενούς μύκητα *Verticillium dahliae*. Σε κάθε επέμβαση σημειώνεται η τυπική απόκλιση

Επανάληψη	Μάρτυρας*		L-cystine*	
	ακρορρίζιο	2 cm πάνω από το ακρορρίζιο	ακρορρίζιο	2 cm πάνω από το ακρορρίζιο
ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΙΚΡΟΣΚΛΗΡΩΤΙΩΝ / ΦΥΤΟ				
1η	82.4 ± 7.0	84.4 ± 5.6	79.6 ± 5.4	81.6 ± 6.8
2η	80.6 ± 5.7	85.8 ± 6.8	79.4 ± 4.1	83.4 ± 5.6
3η	81.2 ± 3.8	87.2 ± 5.1	81.4 ± 3.0	83.8 ± 3.8
ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΦΩΝ / ΒΛΑΣΤΗΜΕΝΟ ΜΙΚΡΟΣΚΛΗΡΩΤΙΟ / ΦΥΤΟ				
1η	2.97 ± 0.17	3.00 ± 0.34	3.14 ± 0.14	3.05 ± 0.21
2η	2.95 ± 0.21	3.13 ± 0.19	3.18 ± 0.20	3.24 ± 0.23
3η	3.09 ± 0.25	0.34 ± 0.22	3.09 ± 0.09	3.03 ± 0.18
ΜΗΚΟΣ ΥΦΗΣ / ΒΛΑΣΤΗΜΕΝΟ ΜΙΚΡΟΣΚΛΗΡΩΤΙΟ / ΦΥΤΟ				
1η	173 ± 10	165 ± 12	172 ± 09	186 ± 18
2η	178 ± 11	180 ± 11	193 ± 15	191 ± 18
3η	180 ± 11	189 ± 13	191 ± 18	192 ± 08

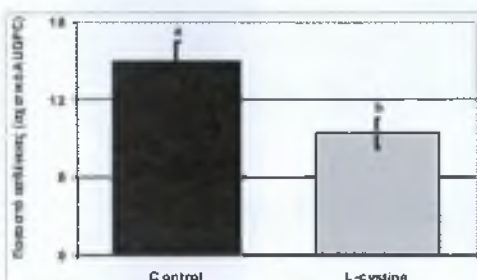
- Μέσος όρος 50 μικροσκληρωτίων ανά ακρορρίζιο ή 2 cm πάνω από το ακρορρίζιο (ζώνη επιμήκυνσης της ρίζας) ανά φυτό (5 ρίζες ανά φυτό, 10 φυτά ανά επανάληψη).

Συζήτηση

Δυνητικός τρόπος αντιμετώπισης της βερτισιλλίωσης είναι η παρεμπόδιση της βλάστησης msc και ο περιορισμός των υφών στα αγγεία του ξύλου. Η μέθοδος των λυόμενων δοχείων έχει το πλεονέκτημα της άμεσης παρατήρησης των ριζών στα βλασάνοντα msc, που μπορεί εύκολα και άμεσα να μετρηθεί στο χώρο και χρόνο. Η μείωση μόλις κατά 2% της βλαστικότητας msc στα ψεκασμένα φυτά με το L-cystine (δεν επέδειξε *in vitro* αντιμυκητιακή δράση ενάντια στο παθογόνο) κρίνεται θετική αν ληφθεί υπόψη, ότι η πυκνότητά τους ήταν σε υψηλά επίπεδα και σε ομοιόμορφη κατανομή, γεγονός που δεν παρατηρείται στον αγρό σε φυσικές μολύνσεις του *V. dahliae*. Σχετικά με το μήκος ανάπτυξης των υφών και του αριθμού των υφών ανά βλαστημένο msc όπου δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ αγέκαστων και ψεκασμένων φυτών, πιθανότατα, ενώ ενεργοποιήθηκε κάποιος μηχανισμός άμυνας του φυτού για τη (μικρή έστω) παρεμπόδιση της βλάστησης των msc, δεν ενεργοποιήθηκε αντίστοιχα ο μηχανισμός ανασχεσης της αύξησης της υφής. Ίσως στηρίζεται σε καθαρά ποσοτικές διαφορές στο έδαφος, όπου η επίδραση του ανοσοποιημένου φυτού να οφείλεται και σε παρεμποδιστικές ουσίες της βλάστησης των msc, οι οποίες σε σχετικά μικρές συγκεντρώσεις δεν εξασκούν εμφανή επίδραση. Μικρή όμως αύξηση στη συγκέντρωσή τους να οδηγεί σε παρεμπόδιση της βλαστικότητας των msc.

Κατά την ανοσοποίηση των φυτών φαίνεται, ότι υφίσταται και η αποτροπή της μόλυνσης ή/και μείωση του ρυθμού προσβολής, αποίκιας και διασποράς των υφών, σε

σχέση με το μάρτυρα, με την ενεργοποίηση επιπρόσθετων μηχανισμών άμυνας στα στρατηγικής σημασίας για την ασθένεια ακρορρίζια των φυτών μελιτζάνας. Πιθανές ενεργοποιηθείσες βιοχημικές αλλαγές στις ρίζες των ανοσοποιημένων φυτών, π.χ. ενδυνάμωση τοιχωμάτων των επιδερμικών κυττάρων της ρίζας με την εναπόθεση λιγνίνης, καλλόξης και διαφόρων φαινολικών ουσιών ως δομικοί φραγμοί ακόμα και μακριά από το σημείο προσβολής/εισόδου του παθογόνου (Benhamou & Nicole, 1999), αυξημένη παραγωγή των ενζύμων χιτινάσης, περοξειδάσης, πολυφαινολικής οξειδάσης, PAL (Chen κ.ά., 2000) και φυτοαλεξινών (Ongena κ.ά., 2000) είναι προς συζήτηση και προτείνονται προς φασματοσκοπική και μοριακή διερεύνηση.



Διάγραμμα 1. Επίδραση ανοσοποιημένων φυτών μελιτζάνας, cv. Black Beauty (μ.ό. 36 φυτών, 12 ανά επανάληψη), με τη χρήση του αμινοξέος L-cystine στην ένταση των συμπτωμάτων της ασθένειας (ποσοστό ασθένειας: σχετικό AUDPC), που οφείλεται στο μύκητα *Verticillium dahliae*. Σε κάθε



Εικόνα 3. Συμπτώματα της βερτισιλιώσεως, που οφείλονται στο μύκητα *Verticillium dahliae* σε φυτά μελιτζάνας cv. Black Beauty, που είχαν ψεκαστεί με το αμινοξύ L-cystine (κάτω) και ανέκαστα φυτά-μάρτυρας (άνω). Η ένταση της ασθένειας στα φυτά-μάρτυρας είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τα φυτά που είχαν ψεκαστεί με το L-cystine.

Βιβλιογραφία

- Antonopoulos, D.F., Tjamos, S.E., Antoniou, P.P., Rafeletos, P. and Tjamos, E.C. 2008 Effect of *Paenibacillus alvei*, strain K-165, on the germination of *Verticillium dahliae* microsclerotia in planta. Biol. Contr. 46: 166-170.
- Benhamou, N. and Nicole, M. 1999. Cell biology of plant immunization against microbial infection: The potential of induced resistance in controlling plant diseases Plant Physiol. Biochem. 37: 703-719.
- Chen, C., Belander, R.R., Benhamou, N. and Paulitz, T.C. 2000. Defense enzymes induced in cucumber roots by treatment with Plant Growth-Promoting Rhizobacterium (PGPR) and *Pythium aphanidermatum*. Physiol. Mol. Plant Pathol. 56: 13-23.
- Huisman, O.C. and Gerik, J.S. 1989. Dynamics of colonization of plant roots by *Verticillium dahliae* and other fungi. In: Tjamos E.C. and Beckman C.H. (eds)

- Vascular wilt diseases of plants. NATO ASI Series Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p. 1-17.
- Kessmann, H., Staub, T., Hoffmann, C., Maetzke, T., Herxog, J., Ward, E., Uknes, S and Ryals, J. 1994. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. *Ann. Rev. Phytopathol.* 32: 439-459.
- Mol, L. and van Riessen, H.W. 1995. Effect of plant roots on the germination of microsclerotia of *Verticillium dahliae*. *EJPP* 101: 673-678.
- Ongena, M., Daayf, F., Jacques, P., Thonart, P., Benhamou, N., Paulitz, T.C. and Bélanger, R.R. 2000. Systemic induction of phytoalexins in cucumber in response to treatments with fluorescent pseudomonas. *Plant Pathol.* 49: 523-530.
- Osman, A.A. and Viglierchio, D.R. 1981. Foliar spray effects of selected amino acids on sunflower infected by *Meloidogyne incognita*. *J. Nematol.* 13: 417-419.
- Sticher, L., Mach-Mani, B. and Métraux, J.P. 1997. Systemic acquired resistance. *Ann. Rev. Phytopathol.* 35: 235-270.
- van Loon, L.C., Bakker, P.A.H.M and Pieterse, C.M.J. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Ann. Rev. Phytopathol.* 30: 453-483.

THE EFFECT OF INDUCED RESISTANCE TO EGGPLANTS BY THE AMINOACID L-CYSTINE TO THE MICROSCLEROTIA GERMINATION OF THE FUNGUS *Verticillium dahliae*

D.F. Antonopoulos and S. Panagiotopoulou

T.E.I. of Peloponnese, School of Agricultural Technology, Laboratory of Crop Protection, Antikalamos, 24100, Kalamata, Hellas

Abstract

Plant induced resistance by chemical compounds is an alternative control method to *Verticillium* diseases, since no effective fungicides to control *Verticillium dahliae* exist. The effect of treated eggplants, cv. Black Beauty, by spraying them with 3 mM of the aminoacid L-cystine to the microsclerotia germination of this pathogen and, therefore, to the disease progress in eggplants, was studied. L-cystine application *in vitro* was not shown antifungal activity to *V. dahliae* colonies. Microsclerotia germination was reduced 2% at root tips of the treated eggplants with L-cystine in relation to the control method. Furthermore, regarding to the average hyphae's length (μm) and average hyphae number per germinated microsclerotium, no significant differences were observed between the two aforementioned treatments. In addition, all plants were infected with microsclerotia and the disease severity was reduced to 36.5% in treated eggplants with L-cystine in comparison with the control treatment. The possible biochemical and molecular alterations during triggering these potent latent defensive mechanisms to the roots of treated eggplants after their spray with the aminoacid L-cystine causing less infection or/and colonization and hyphae ramification reduction of the pathogen into the plant tissues is under study.

Key-words: Biological control, Solanaceae, *Verticillium* Wilt.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΑΠΟ ΦΑΣΚΟΜΗΛΟ ΚΑΙ ΔΙΚΤΑΜΟ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΩΝ ΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΣΕ ΚΑΡΠΟΥΣ ΑΓΓΟΥΡΙΑΣ (*Cucumis sativus* L.)

Ι. Μπαλτζάκης^{1,2}, Α. Σταυροπούλου¹, Μ. Χριστουλάκη¹, Α. Κασελάκη¹, Ν. Magan², Ν. Τζωρτζάκης³ και Κ. Λουλακάκης¹

¹Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Εσταυρωμένος, 71500, Ηράκλειο

²Cranfield University, School of Applied Sciences, MK43 0AL, Bedfordshire, United Kingdom

³Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τμήμα Γεωπονικών Επιστημών, Βιοτεχνολογίας και Επιστήμης Τροφίμων, Ανεξαρτησίας 33, 3603, Λεμεσός, Κύπρος

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η δράση αιθέριων ελαίων από φασκόμηλο (*Salvia triloba* L.) και δίκταμο (*Origanum dictamnus* L.) για τον έλεγχο της ανάπτυξης των μυκήτων *Botrytis cinerea* και *Sclerotinia sclerotiorum*, *in vitro* και *in vivo* σε καρπούς αγγουριάς (*Cucumis sativus* L.). Μεταξύ άλλων διερευνήθηκε η επίδραση της συγκέντρωσης κάθε αιθέριου ελαίου, της διάρκειας έκθεσης και της μεθόδου εφαρμογής. Στις *in vitro* μελέτες, παρατηρήθηκε σημαντική αναστολή της ανάπτυξης των μυκήτων, ιδιαίτερα στις υψηλότερες συγκεντρώσεις αιθέριων ελαίων, ενώ σε συγκεκριμένες περιπτώσεις τα αιθέρια έλαια παρουσίασαν μυκητοκτόνο δράση. Επιπλέον, η εφαρμογή τόσο του αιθέριου ελαίου από φασκόμηλο όσο και από δίκταμο σε καρπούς αγγουριάς οδήγησε σε σημαντική αναστολή της ανάπτυξης και των δύο μυκήτων, με μείωση της εμφάνισης των συμπτωμάτων των ασθενειών.

Λέξεις κλειδιά: Συντήρηση καρπών, αντιμικροβιακή δράση, *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*

Εισαγωγή

Η έλευση της βιολογικής γεωργίας ταυτόχρονα με τις διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών για ασφαλή και ποιοτικά αγροτικά προϊόντα έχει οδηγήσει στην αναζήτηση εναλλακτικών μέσων φυτοπροστασίας και διατήρησής τους. Μεγάλο ενδιαφέρον για την αγροτική παραγωγή παρουσιάζουν τα αιθέρια έλαια, τα οποία όντας μέρος της φυσικής άμυνας των φυτών, έχουν τις προδιαγραφές για να αντικαταστήσουν πολλά από τα τεχνητά χημικά σκευάσματα που χρησιμοποιούνται στη συμβατική γεωργία (Hunter 2009). Τα τελευταία χρόνια μελετώνται οι αντιμικροβιακές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων στην αντιμετώπιση μετασυλλεκτικών ασθενειών (Tzortzakis, 2009). Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της αντιμικροβιακής δράσης των αιθέριων ελαίων από φασκόμηλο και δίκταμο για τον έλεγχο της ανάπτυξης των μυκήτων *B. cinerea* και *S. sclerotiorum*, *in vitro* και *in vivo* σε καρπούς αγγουριάς.

Υλικά και μέθοδοι

Σε *in vitro* και *in vivo* μελέτες χρησιμοποιήθηκαν οι μύκητες *Botrytis cinerea* (BPIIC 2585) και *Sclerotinia sclerotiorum* (BPIIC 2641) καθώς και τα αιθέρια έλαια από τα φυτά *Salvia triloba* L. και *Origanum dictamnus* L..

Τρυβλία με θρεπτικό υπόστρωμα PDA και καρποί αγγουριάς *Cucumis sativus* L. 'Datis', βιολογικής καλλιέργειας, εμβολιάστηκαν με μυκηλιακά τμήματα των μυκήτων από καλλιέργειες 4-6 ημερών και εκτέθηκαν σε αυξανόμενες συγκεντρώσεις αιθέριων

ελαίων (0, 50, 250, 500 ppm αιθέριου ελαίου φασκόμηλου και 0, 50, 100, 250 ppm αιθέριου ελαίου δίκταμου) για 24, 48 και 144 ώρες (Normal effect) ως εξής: διηθητικό χαρτί εμποτισμένο με το αιθέριο έλαιο τοποθετήθηκε στο εσωτερικό από τα καπάκια των τρυβλίων *in vitro* ή διηθητικό χαρτί εμποτισμένο με το αιθέριο έλαιο τοποθετήθηκε σε ανοικτά τρυβλία στα δοχεία με τους καρπούς.

Τρυβλία με PDA και καρποί αγγουριάς πρώτα εκτέθηκαν σε αυξανόμενες συγκεντρώσεις αιθέριων ελαίων (0, 50, 250, 500 ppm αιθέριου ελαίου φασκόμηλου και 0, 50, 100, 250 ppm αιθέριου ελαίου δίκταμου) για 24, 48, 144 ώρες, στη συνέχεια απομακρύνθηκε το αιθέριο έλαιο και ακολούθησε τεχνητή μόλυνση με τους μύκητες (Memory effect). Επιπλέον για τη διερεύνηση μυκητοστατικής ή μυκητοκτόνου δράσης των αιθέριων ελαίων τα αρχικά εμβόλια από τα μεταχειρισμένα τρυβλία εμβολιάστηκαν εκ νέου σε θρεπτικό υπόστρωμα χωρίς την παρουσία ελαίων (Transfer).

Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της κάθε εφαρμογής η επιφάνεια ανάπτυξης της μυκηλιακής υφής καταγραφόταν καθημερινά έως την πλήρη κάλυψη των τρυβλίων του μάρτυρα από την αποικία (6 ημέρες), ενώ η επιφάνεια σήψης στους καρπούς καταγράφηκε την έκτη ημέρα μετά τον εμβολιασμό. Όλα τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (11 ± 0.5 °C).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Η επίδραση της συγκέντρωσης και του χρόνου εφαρμογής των αιθέριων ελαίων από φασκόμηλο και δίκταμο μελετήθηκε *in vitro* στην ανάπτυξη των μυκήτων *B. cinerea* και *S. sclerotiorum*. Η εφαρμογή αιθέριων ελαίων τόσο από φασκόμηλο όσο και από δίκταμο οδήγησε σε σημαντική μείωση της τελικής επιφάνειας της καλλιέργειας και των δύο μυκήτων. Ιδιαίτερα αποτελεσματικό εμφανίστηκε το αιθέριο έλαιο από δίκταμο στην περίπτωση που εφαρμόστηκε στο θρεπτικό μέσο πριν γίνει η μόλυνση. Τόσο στις 'Normal' όσο και στις 'Memory' μελέτες η ανασταλτική επίδραση των αιθέριων ελαίων στη μυκηλιακή ανάπτυξη και των δυο παθογόνων εμφανίστηκε ανάλογη της συγκέντρωσης (Πίνακας 1).

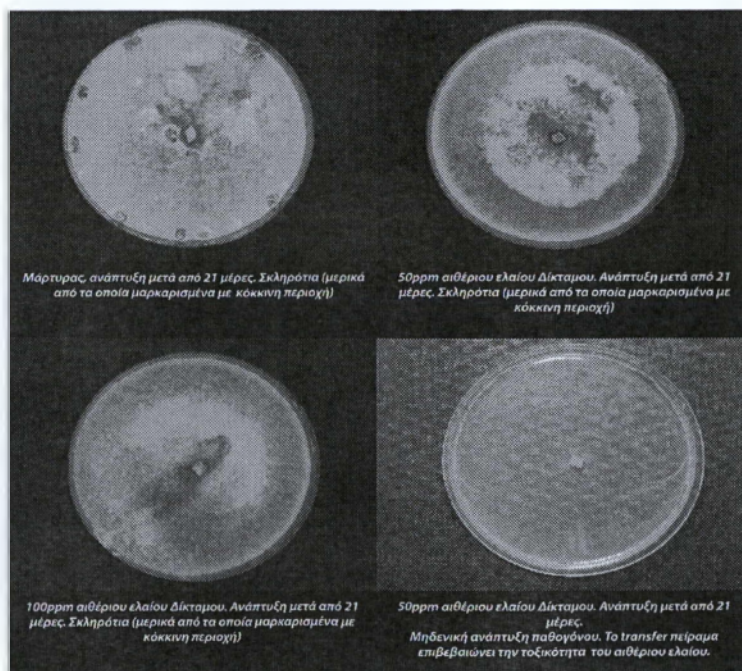
Συγκεκριμένα, οι εφαρμογές 250 ppm αιθέριου ελαίου δίκταμου και 500 ppm αιθέριου ελαίου φασκόμηλου οδήγησαν σε σχεδόν πλήρη αναστολή της ανάπτυξης των παθογόνων, σε όλους τους χρόνους έκθεσης. Ακόμα και μετά από 21 ημέρες, το αιθέριο έλαιο από δίκταμο ήταν αποτελεσματικό στην αναστολή της ανάπτυξης του μύκητα *S. sclerotiorum*, ιδιαίτερα στην υψηλή του συγκέντρωση (Εικόνα 1).

Η εφαρμογή αιθέριων ελαίων από φασκόμηλο και δίκταμο *in vivo* σε εμβολιασμένους με τους μύκητες *B. cinerea* και *S. sclerotiorum* καρπούς αγγουριάς οδήγησε σε αξιοσημείωτη αναστολή της επιφάνειας σήψης στους καρπούς. Η ανασταλτική επίδραση των αιθέριων ελαίων στην ανάπτυξη των μυκήτων εμφανίζεται ανάλογη της συγκέντρωσης εφαρμογής. Ειδικότερα, η εφαρμογή 500 ppm αιθέριου ελαίου από φασκόμηλο οδήγησε σε σχεδόν πλήρη αναστολή της ανάπτυξης επιφάνειας προσβολής στους καρπούς και από τους δυο μύκητες, μετά από 144 ώρες (Πίνακας 2). Αξιοσημείωτη ήταν η ποιοτική υποβάθμιση των καρπών που παρατηρήθηκε στην εφαρμογή αυτή που πιθανότατα οφείλεται στην υψηλή συγκέντρωση αιθέριου ελαίου.

Τα παραπάνω φανερώνουν ότι η εφαρμογή τόσο αιθέριου ελαίου από φασκόμηλο όσο και από δίκταμο σε καρπούς αγγουριάς προκαλεί σημαντική αναστολή της ανάπτυξης των μυκήτων *B. cinerea* και *S. sclerotiorum*, με μείωση της εμφάνισης των συμπτωμάτων των ασθενειών. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν τη δυνατότητα ανάπτυξης μεθόδων μετασυσληκτικής συντήρησης καρπών αγγουριάς με χρήση αιθέριων ελαίων και χρήςουν περαιτέρω διερεύνηση.

Πίνακας 4. Ποσοστό αναστολής της ανάπτυξης των καλλιεργειών των *B. cinerea* και *S. sclerotiorum* παρουσία αιθέριων ελαίων από φασκόμηλο και δίκταμο, σε θρεπτικό υπόστρωμα PDA. Το ποσοστό αναστολής υπολογίστηκε από την τελική ανάπτυξη των καλλιεργειών μετά από 144h.

IN VITRO - Ποσοστό αναστολής της ανάπτυξης καλλιέργειας μύκητα (%)							
Τύπος Πειράματος	Χρόνος Έκθεσης (h)	<i>S. sclerotiorum</i>					
		Φασκόμηλο			Δίκταμο		
		50ppm	250ppm	500ppm	50ppm	100ppm	250ppm
NORMAL	24	45,1	84,6	88,5	0,0	11,3	89,2
	48	47,7	82,2	89,2	6,5	37,4	96,5
	144	58,0	94,0	100,0	15,0	76,1	100,0
MEMORY	24	0,0	16,3	64,1	21,0	100,0	100,0
	48	0,0	13,4	53,4	52,1	100,0	100,0
	144	0,0	7,1	63,3	27,3	100,0	100,0
<i>B. cinerea</i>							
		Φασκόμηλο			Δίκταμο		
		50ppm	250ppm	500ppm	50ppm	100ppm	250ppm
NORMAL	24	0,0	92,6	98,9	92,1	97,6	89,4
	48	0,0	94,9	100,0	98,2	89,6	100,0
	144	0,0	96,2	100,0	99,0	100,0	100,0
MEMORY	24	62,3	81,5	100,0	92,6	93,9	100,0
	48	79,3	89,9	100,0	94,8	96,9	100,0
	144	83,5	91,9	100,0	96,9	100,0	100,0



Εικόνα 1. Καλλιέργειες του μύκητα *S. sclerotiorum* μετά από 21 ημέρες έκθεσης σε αιθέριο έλαιο από δίκταμο.

Πίνακας 2. Ποσοστό αναστολής στην ανάπτυξη της επιφάνειας προσβολής στους καρπούς αγγουριάς από τους μύκητες *B. cinerea* και *S. sclerotiorum*. Το ποσοστό προσβολής υπολογίστηκε από την τελική ανάπτυξη της επιφάνειας προσβολής πάνω στους καρπούς. Οι μεταχειρίσεις που παρουσίασαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας έχουν το σύμβολο N/A.

IN VIVO - Ποσοστό αναστολής του μύκητα (%)							
Τύπος Πειράματος	Χρόνος Έκθεσης (h)	<i>S. sclerotiorum</i>					
		Φασκόμηλο			Δίκταμο		
		50ppm	250ppm	500ppm	50ppm	100ppm	250ppm
NORMAL	24	14.9	69.9	85.3	15.0	28.0	71.4
	48	2.9	67.7	84.9	14.6	27.6	73.2
	144	5.5	86.4	94.4	38.6	54.3	84.7
MEMORY	24	13.0	16.9	38.9	41.9	24.8	38.9
	48	12.6	23.8	62.2	37.7	65.3	58.1
	144	15.8	42.9	N/A	56.0	53.7	28.2
Τύπος Πειράματος	Χρόνος Έκθεσης (h)	<i>B. cinerea</i>					
		Φασκόμηλο			Δίκταμο		
		50ppm	250ppm	500ppm	50ppm	100ppm	250ppm
NORMAL	24	25.7	75.9	71.9	0.9	5.7	39.8
	48	39.2	79.7	100.0	14.9	25.7	57.7
	144	35.1	81.0	100.0	53.0	46.5	79.4
MEMORY	24	3.3	11.6	31.5	31.8	37.8	33.6
	48	9.4	81.7	86.2	28.3	25.6	31.9
	144	10.3	N/A	N/A	34.1	26.9	34.0

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙΙ.

Βιβλιογραφία

Hunter, M., 2009. New York: Nova Science Publishers, Inc.

Tzortzakis, N.G., 2009. Essential oil: Innovative Tool to Improve the Preservation of Fresh Produce-A Review. Fresh Produce, Global Science Books, 3: 87-97.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΑΠΟ ΔΙΚΤΑΜΟ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΜΥΚΗΤΑ *Botrytis cinerea* IN VITRO ΚΑΙ ΣΕ ΚΑΡΠΟΥΣ ΜΕΛΙΤΖΑΝΑΣ

Α. Σταυροπούλου^{1,2}, Ι. Μπαλτζάκης¹, Α. Κασελάκη¹, Μ. Στεφανάκης¹, Ν. Magan², Ν. Τζωρτζάκης³ και Κ. Λουλακάκης¹

¹Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Εσταυρωμένος, 71500 Ηράκλειο

²Cranfield University, School of Applied Sciences, MK43 0AL, Bedfordshire, UK

³Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τμήμα Γεωπονικών Επιστημών, Βιοτεχνολογίας και Επιστήμης Τροφίμων, Ανεξαρτησίας 33, 3603, Λεμεσός, Κύπρος

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της αντιμικροβιακής δράσης του αιθέριου ελαίου από δίκταμο (*Origanum dictamnus* L.) για τον έλεγχο της ανάπτυξης του μύκητα *Botrytis cinerea* in vitro και μετασυσπλεκτικά σε καρπούς μελιτζάνας. In vitro, μελετήθηκε η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων αιθέριου ελαίου (0, 50, 100, 250 ppm) και της διάρκειας εφαρμογής στην ανάπτυξη της μυκηλιακής υφής του μύκητα, στην παραγωγή κονιδίων καθώς και στη βλάστηση των κονιδίων. Η εφαρμογή 50 ppm αιθέριου ελαίου οδήγησε σε σημαντική αναστολή της ανάπτυξης του μυκηλίου ενώ στις υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκε σχεδόν πλήρης αναστολή. Επιπλέον, η αύξηση της συγκέντρωσης του αιθέριου ελαίου οδήγησε σε σημαντική μείωση του αριθμού των παραγόμενων κονιδίων από το μύκητα. In vivo, καρποί μελιτζάνας εμβολιάστηκαν με το μύκητα και εκτέθηκαν σε αυξανόμενες συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου. Η εφαρμογή του αιθέριου ελαίου είχε ανασταλτική επίδραση στην ανάπτυξη του μύκητα στον καρπό με αξιοσημείωτη τη μείωση του αριθμού των κονιδίων και την εξάπλωση της ασθένειας.

Λέξεις κλειδιά: Μετασυσπλεκτική, συντήρηση καρπών, αντιμικροβιακή δράση

Εισαγωγή

Η φθορά και η υποβάθμιση της ποιότητας φρούτων και λαχανικών μετασυσπλεκτικά, λόγω προσβολής από μικροοργανισμούς, είναι αξιοσημείωτη. Τα προϊόντα αυτά, λόγω χαμηλού pH, υψηλής υγρασίας και αυξημένης περιεκτικότητας θρεπτικών συστατικών, είναι ευαίσθητα στα παθογόνα, τα οποία στη συνέχεια προκαλούν σήψη των καρπών και τα καθιστούν ακατάλληλα για χρήση (Pramila & Dubey, 2004). Η χρήση χημικών σκευασμάτων για τη συντήρηση νωπών προϊόντων προκαλεί την ανησυχία του καταναλωτικού κοινού, ενώ εναλλακτικοί-ασφαλέστεροι τρόποι αναζητούνται. Τα τελευταία χρόνια μελετάται η αντιμικροβιακή δράση των αιθέριων ελαίων στην αντιμετώπιση μετασυσπλεκτικών ασθενειών (Tzortzakis, 2009). Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι το αιθέριο έλαιο από το φυτό δίκταμο παρουσιάζει αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Η ισχυρή αντιμικροβιακή δράση των αιθέριων ελαίων από τα φυτά του γένους *Origanum* αποδίδεται στο μεγάλο ποσοστό φαινολικών συστατικών όπως η θυμόλη και η καρβακρόλη (Liolios κ.ά., 2010).

Ο μύκητας *B. cinerea* προσβάλλει ένα ευρύ φάσμα καλλιεργειών πριν και μετά τη συγκομιδή (Agrios, 2005), αποτελώντας ένα σημαντικό πρόβλημα για την εμπορευσιμότητα πολλών νωπών προϊόντων παγκοσμίως. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της αντιμικροβιακής δράσης του αιθέριου ελαίου από

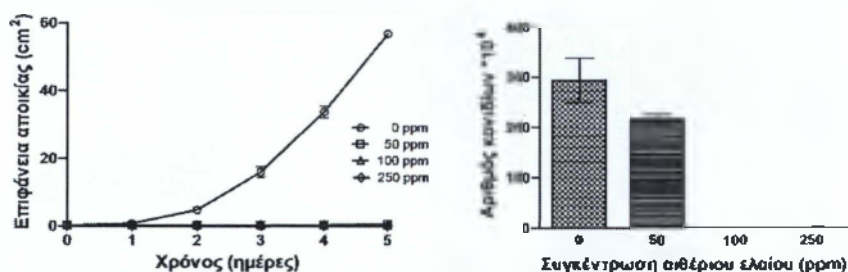
δίκταμο για τον έλεγχο της ανάπτυξης του μύκητα *B. cinerea* τόσο *in vitro* όσο και *in vivo* σε καρπούς μελιτζάνας, προϊόν ευαίσθητο στο παθογόνο κατά την αποθήκευση.

Υλικά και Μέθοδοι

Χρησιμοποιήθηκε μύκητας *B. cinerea* (στέλεχος 2585 BPIC) και αιθέριο έλαιο από δίκταμο (*Origanum dictamnus* L.). Η παραλαβή αιθέριου ελαίου από αποξηραμένα υπέργεια τμήματα δίκταμου έγινε με υδροαπόσταξη και η ανάλυσή του με GC-MS. Τρυβλία με θρεπτικό υπόστρωμα PDA εμβολιάστηκαν με μυκηλιακά τμήματα διαμέτρου 5 mm. Τα τρυβλία εκτέθηκαν σε αιθέριο έλαιο (0, 50, 100 ή 250 ppm) για 24 ώρες, 48 ώρες ή συνεχή εφαρμογή (14 ημέρες) το οποίο τοποθετήθηκε σε διηθητικό χαρτί στα καπάκια των τρυβλίων. Στη διακοπτόμενη εφαρμογή (24 και 48 ώρες) τα καπάκια των τρυβλίων αντικαταστάθηκαν με νέα. Η επιφάνεια ανάπτυξης της μυκηλιακής υφής καταγράφηκε έως την πλήρη κάλυψη των τρυβλίων του μάρτυρα από την αποικία (5 ημέρες) ενώ ο αριθμός των παραγόμενων κονιδίων προσδιορίστηκε την 14^η ημέρα. Σε καρπούς βιολογικής καλλιέργειας μελιτζάνας (*Solanum melongena* L. 'Vernina') πραγματοποιήθηκαν επιδερμικές πληγές και εμβολιάστηκαν με μυκηλιακά τμήματα διαμέτρου 3 mm. Οι καρποί τοποθετήθηκαν σε δοχεία 5,4 L παρουσία 0, 50, 100 ή 250 ppm αιθέριου ελαίου σε διηθητικό χαρτί για 14 ημέρες. Η καταγραφή της επιφάνειας σήψης έγινε την 7^η και τη 14^η ημέρα ενώ ο προσδιορισμός των παραγόμενων κονιδίων έγινε την 14^η ημέρα μετά την εφαρμογή. Η βλαστική ικανότητα των κονιδίων που παρήχθησαν στην επιφάνεια των καρπών μελιτζάνας προσδιορίστηκε απουσία αιθέριου ελαίου. Όλα τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (12 ± 0.5 °C).

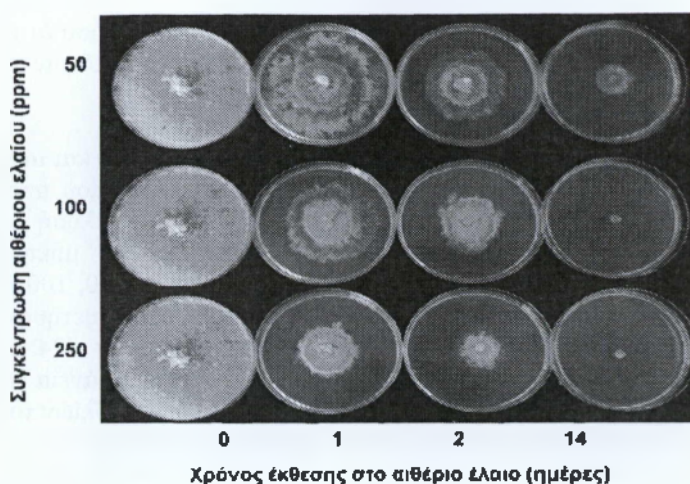
Αποτελέσματα – Συζήτηση

Η ανάλυση του αιθέριου ελαίου επέτρεψε την ταυτοποίηση 24 συστατικών, με επικρατέστερο κλάσμα αυτό των οξυγονωμένων μονοτερπενίων στο οποίο κυρίαρχη θέση έχει η καρβακρόλη. Μέχρι την 5η ημέρα καλλιέργειας, η συνεχόμενη εφαρμογή αιθέριου ελαίου οδήγησε σε σχεδόν πλήρη αναστολή της ανάπτυξης του μύκητα (Εικόνα 1).



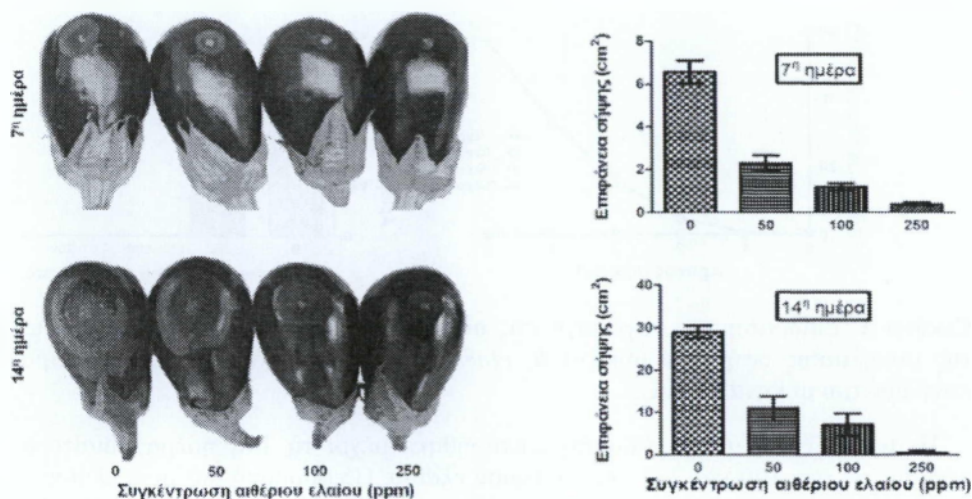
Εικόνα 2. Επίδραση της συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου από δίκταμο στην ανάπτυξη της μυκηλιακής υφής του μύκητα *B. cinerea* (αριστερά) καθώς και στην παραγωγή κονιδίων του μύκητα (δεξιά).

Η ανασταλτική αυτή επίδραση διατηρήθηκε μέχρι τη 14η ημέρα, ιδιαίτερα στις επεμβάσεις των 100 και 250 ppm αιθέριου ελαίου. Η εφαρμογή αιθέριου ελαίου για 24 ή 48 ώρες προκάλεσε μερική αναστολή της ανάπτυξης του μύκητα (Εικόνα 2). Επιπλέον, ο αριθμός των παραγόμενων κονιδίων από το μύκητα μειώθηκε σημαντικά με την αύξηση της συγκέντρωσης του αιθέριου ελαίου.

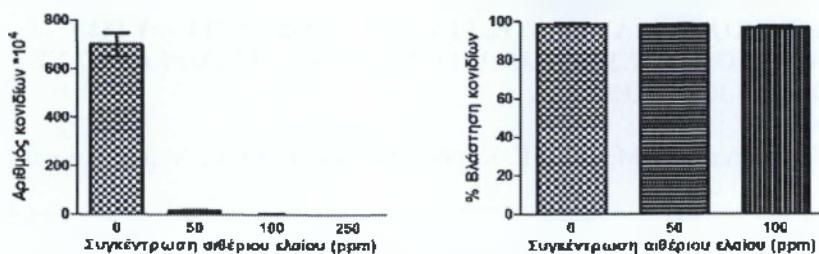


Εικόνα 3. Επίδραση της εφαρμογής αιθέριου ελαίου από δίκταμο για 1 ημέρα, 2 ημέρες και συνεχή έκθεση στην ανάπτυξη του μύκητα *B. cinerea*, μετά από 14 ημέρες καλλιέργειας.

Η εφαρμογή αιθέριου ελαίου σε εμβολιασμένους με το μύκητα καρπούς μελιτζάνας είχε ανασταλτική επίδραση στην ανάπτυξη του μύκητα, ανάλογη της συγκέντρωσης (Εικόνα 3). Αξιοσημείωτη ήταν και η μείωση του αριθμού των παραγόμενων κονιδίων καθώς η εφαρμογή 50 και 100 ppm αιθέριου ελαίου οδήγησε σε σημαντική μείωση σε σύγκριση με το μάρτυρα, ενώ η εφαρμογή 250 ppm είχε ως αποτέλεσμα την πλήρη αναστολή της παραγωγής κονιδίων από το μύκητα. Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι τα κονίδια που παρήχθησαν στην επιφάνεια των καρπών μελιτζάνας ήταν ικανά να βλαστήσουν όταν καλλιεργήθηκαν σε PDA, χωρίς την παρουσία αιθέριου ελαίου (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Επίδραση της συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου από δίκταμο στην ανάπτυξη του μύκητα *B. cinerea* σε καρπούς μελιτζάνας, 7 και 14 ημέρες μετά την εφαρμογή.



Εικόνα 5. Επίδραση της συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου από δίκταμο στην παραγωγή κονιδίων του μύκητα *B. cinerea* σε καρπούς μελιτζάνας και στην ικανότητα βλάστησής τους.

Τα παραπάνω αποτελέσματα φανερώνουν ότι το αιθέριο έλαιο από δίκταμο παρουσιάζει μυκητοστατική δράση ενάντια στο μύκητα *B. cinerea* καθώς περιορίζει σημαντικά την ανάπτυξή του. Επιπλέον το αιθέριο έλαιο, επιδρώντας στο αναπαραγωγικό στάδιο του παθογόνου με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής σπορίων από το μύκητα, μπορεί να περιορίσει την εξάπλωση της ασθένειας. Πειράματα βρίσκονται σε εξέλιξη για τη βελτιστοποίηση των συνθηκών εφαρμογής του αιθέριου ελαίου και τη διερεύνηση της δυνατότητας πρακτικής εφαρμογής.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙΙ.

Βιβλιογραφία

- Agrios, G.- N. 2005. Plant Pathology (Fifth Edition). Chapter 11 - Plant Diseases Caused by Fungi. Academic Press. San Diego.
- Liolios, C.C., Graϊkou, K., Skaltsa, E. and Chinou, I. 2010. Dittany of Crete: A botanical and ethnopharmacological review. *J. Ethnopharmacol.*, 131: 229-241.
- Pramila, T. and Dubey, N.K., 2004. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. *Postharvest Biol. Tech.*, 32: 235-245.
- Tzortzakis, N.G. 2009. Essential oil: Innovative Tool to Improve the Preservation of Fresh Produce-A Review. *Fresh Produce, Global Science Books*, 3: 87-97.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΧΛΩΡΙΩΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ ΩΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΟΥ ΤΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΦΥΤΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΑΠΟ ΤΟ *FUSARIUM OXYSPORUM* f.sp. *LYCOPERSICI* ΣΕ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Α. Κέφη, Π. Υφαντή, Μ. Μπακέα, Γ. Καρράς, Ο. Κωστούλα, Ε. Λαμπράκη και Γ. Πατακιούτας

Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπονίας, Τ.Θ. 110, Άρτα 47100

Περίληψη

Σε υδροπονική καλλιέργεια τομάτας, μελετήθηκε η δράση του υποχλωριώδους νατρίου (NaClO) ως φυτοπροστατευτικού μέσου ενάντια στο παθογόνο *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Στόχος της έρευνας ήταν η αξιολόγηση του αποτελεσματικότερου δοσολογικού σχήματος του υποχλωριώδους νατρίου ως απολυμαντικού υποστρώματος για τον έλεγχο σε υδροπονική καλλιέργεια τομάτας (ποικιλίας Formula F1) του *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* με διερεύνηση πιθανής εμφάνισης φυτοτοξικότητας.

Εισαγωγή

Το γένος *Fusarium* περιλαμβάνει επιζήμια είδη για την καλλιέργεια τομάτας θερμοκηπίου (*Lycopersicon esculentum*), επηρεάζοντας ποιοτικά και ποσοτικά το παραγόμενο προϊόν (Menzies κ.ά., 1994). Ένα υδροπονικό σύστημα καλλιέργειας είναι εύκολο να μολυνθεί από παθογόνα εδάφους που ανήκουν στα γένη *Fusarium* και *Pythium* spp. (Schwarz κ.ά., 2003). Μεταξύ αυτών, το παθογόνο *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* συναντάται συχνά σε υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας και γενικά είναι πιο ανθεκτικό στη χρήση χημικών ουσιών από ό,τι το *Pythium* (Minuto κ.ά., 1995). Τα τελευταία χρόνια, έχει αναπτυχθεί η απολύμανση των θρεπτικών διαλυμάτων με φυσικές ή χημικές μεθόδους όπως, UV ακτινοβολία, χλωρίωση, και θερμοαπολύμανση (Ehret κ.ά., 2001, Poncet κ.ά., 2001). Αν και στη πράξη το υποχλωριώδες νάτριο χρησιμοποιείται ευρέως σε υδροπονικές καλλιέργειες μέσω θρεπτικού διαλύματος, εντούτοις συστηματικές έρευνες για την ορθολογική του χρήση ώστε να είναι ασφαλής και αποτελεσματική η εφαρμογή του δεν υπάρχουν. Επίσης δεν έχουν διερευνηθεί πιθανές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου, λόγω δημιουργίας επικίνδυνων οργανοχλωριωμένων ενώσεων.

Υλικά και μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε γυάλινο θερμοκήπιο του Τμήματος Ανθοκομίας-Αρχιτεκτονικής Τοπίου του ΤΕΙ Ηπείρου στην Άρτα, σε ανοιχτό υδροπονικό σύστημα. Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία τομάτας 'Formula F1', η οποία παρουσιάζει μέτρια ανοχή στο *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Τα φυτά τομάτας μεταφυτεύτηκαν στις 28/9/2012 σε κανάλια διαστάσεων 0,86x1,10x4,96m, με υπόστρωμα πλάκες πετροβάμβακα. Κάθε πειραματική μονάδα περιλάμβανε 9 συνολικά φυτά. Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 6 κανάλια, σε κάθε κανάλι τοποθετήθηκαν 3 πλάκες πετροβάμβακα διαστάσεων 1m x 15cm x 7,5cm, με 3 φυτά σε κάθε πλάκα. Τα φυτά κάθε καναλιού αρδεύονταν αυτόματα με έναν σταλάκτη ανά θέση φυτού, από ανοιχτό υδροπονικό σύστημα με θρεπτικό διάλυμα συγκεκριμένης σύνθεσης.

Ο πειραματικός σχεδιασμός αφορούσε 6 συνολικά μεταχειρίσεις στα φυτά τομάτας, ήτοι: 1) Μάρτυρας (M), 2) Μάρτυρας με *Fusarium* (MF), 3) NaClO- 3 ppm (A), 4) NaClO- 3 ppm με *Fusarium* (AF), 5) NaClO- 6 ppm (B) και 6) NaClO- 6 ppm με *Fusarium* (BF). Το υποχλωριώδες νάτριο NaClO- (εμπ. σκεύασμα Dalco-chloration, 4,8% w/w) προστέθηκε στο θρεπτικό διάλυμα 40 ημέρες μετά τη μεταφύτευση σε 2 συγκεντρώσεις (3 ppm και 6 ppm). Την ίδια περίοδο, έγινε και η 1η τεχνητή μόλυνση των φυτών με το ταυτοποιημένο παθογόνο στελέχος *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* BPIC-2550 (Μπενάκειο Φ.Ι.) κατόπιν ανακαλλιέργειας μέσω ριζοποτίσματος (50ml/φυτό), με αιώρημα μικροκονιδίων της τάξης 10^6 cfu/ml και αφού προηγουμένως οι ρίζες των φυτών χαραχτηκαν με εργαστηριακό αποστειρωμένο νυστέρι για υποβόηθηση της εισόδου του παθογόνου. Η μόλυνση επαναλήφθηκε μετά από 35 ημέρες. Η προσθήκη της ίδιας συγκέντρωσης του NaClO- στο θρεπτικό διάλυμα γινόταν ανά 20 ημέρες, μέχρι μια εβδομάδα πριν την έναρξη της συγκομιδής, 80 περίπου ημέρες από τη μεταφύτευση.

Ο έλεγχος της προσβολής από το φουζάριο βασίστηκε κυρίως σε μικροβιολογικές αναλύσεις δειγμάτων από απομονώσεις βλαστού σύμφωνα με τη μέθοδο των Govinda Rajulu κ.ά., 2011, στο ύψος του λαιμού, με την ολοκλήρωση της συγκομιδής, 6 μήνες από την μεταφύτευση. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν 2 συνολικά μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους βλαστών, φύλλων και καρπών, ύψους φυτών, στους 4 και 6 μήνες αντίστοιχα από τη μεταφύτευση, ώστε να εκτιμηθεί πιθανή φυτοτοξικότητα του υποχλωριώδους νατρίου στα φυτά της τομάτας.

Για την ανίχνευση πιθανών επικίνδυνων παραπροϊόντων χλωρίωσης όπως N-DBPs, νιτροδαμίμες ή οργανοχλωριωμένων προϊόντων CBPs όπως τριαλογονωμένα παράγωγα του μεθανίου (THMs), ελήφθησαν δείγματα ημώριμων (στο στάδιο του σπάσιμου του χρώματος, πράσινο-ροζ) και πλήρως ώριμων καρπών (κόκκινων) καθ' όλη την περίοδο συγκομιδής. Για την εκχύλιση των δειγμάτων, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος QuEChERS ενώ η ανάλυση των δειγμάτων έγινε σε σύστημα χρωματογραφίας ToF-GC/MS.

Το στατιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων ήταν το SPSS, για την αξιολόγηση τους το ANOVA (ONE-WAY) και ο διαχωρισμός των M.O. πραγματοποιήθηκε με το κριτήριο Duncan. Στα γραφήματα 2 και 3 απεικονίζονται και τα τυπικά σφάλματα.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Η ταυτοποίηση των στελεχών *Fusarium spp.* καθώς και άλλων ειδών μυκήτων σε επίπεδο γένους ή και είδους βασίστηκε σε μακροσκοπικά και μικροσκοπικά χαρακτηριστικά σύμφωνα με ειδικές κλειδες ταξινόμησης. Οι μικροβιολογικές αναλύσεις (Πίνακας 1) έδειξαν ότι στα φυτά τομάτας με τεχνητή μόλυνση με *F.oxysporum* f.sp. *lycopersici* και χρήση NaClO⁻ σε συγκέντρωση 6 ppm δεν ανιχνεύτηκαν στελέχη του μύκητα (μικρο- ή μακροκονίδια), όπως δεν ανιχνεύτηκαν και στα φυτά του μάρτυρα χωρίς τεχνητή μόλυνση.

Αντίθετα, στην αντίστοιχη μεταχείριση με χρήση NaClO- σε συγκέντρωση 3 ppm, ανιχνεύτηκαν ελάχιστα μακροκονίδια και μικροκονίδια του μύκητα με μικρές παραμορφώσεις (πιθανώς ο μύκητας είναι υπό stress). Στα φυτά του μάρτυρα με τεχνητή μόλυνση ο μύκητας ανιχνεύτηκε κυρίως με τη μορφή μικροκονιδίων και σε λίγα με μακροκονίδια. Δομές σποριοδοχείων δεν ανιχνεύτηκαν. Μακροσκοπικά, σε κανένα φυτό τομάτας δεν παρατηρήθηκαν χαρακτηριστικά συμπτώματα της προσβολής.

Στο γράφημα 1 απεικονίζεται η συνολική απόδοση της κάθε μεταχείρισης σε καρπό τομάτας (νωπό βάρος). Όπως διαπιστώνεται, δεν μετρήθηκε αρνητική επίδραση από τη χρήση του NaClO- στη συνολική συγκομιζόμενη παραγωγή παρά μόνο στην

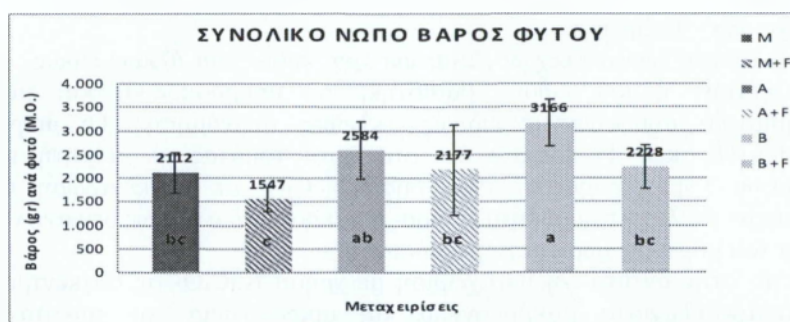
μεταχείριση B+F (περίπου 20% μείωση σε σύγκριση με την αντίστοιχη μεταχείριση του μάρτυρα), οφειλόμενη πιθανόν σε μικρή προσβολή από βοτρυτίδα (*Botrytis cinerea*). Αντίθετα, στις μεταχειρίσεις χωρίς μόλυνση με το παθογόνο μύκητα, οι αποδόσεις ήταν στα ίδια επίπεδα.

Πίνακας 1. Μικροβιολογική ανίχνευση προσβολής φυτών τομάτας (τομή βλαστού στο ύψος του λαιμού) από *F.oxysporum* f.sp. *lycopersici*: M (μάρτυρας), M+F(μάρτυρας με τεχν. μόλυνση με *F.oxysporum*), A(NaClO-3 ppm), A+F, B (NaClO-6 ppm) και B+F. Αριθμός δειγμάτων ανά μεταχείριση = 4.

Μεταχειρίσεις	Ανίχνευση <i>F.oxysporum</i>	Σχόλια
M (μάρτυρας)	- (αρνητικό)	
M+F	+ (θετικό) στο 75%	Μικρο- και μακροκονίδια
A (NaClO-3 ppm)	- (αρνητικό)	
A+F	+ θετικό στο 25%	Μικρή παρουσία μικρο -μακροκονιδίων, με μικρές παραμορφώσεις (συστραφές άκρων, αφυδάτωση)
B (NaClO-6 ppm)	- (αρνητικό)	
B+F	- (αρνητικό)	



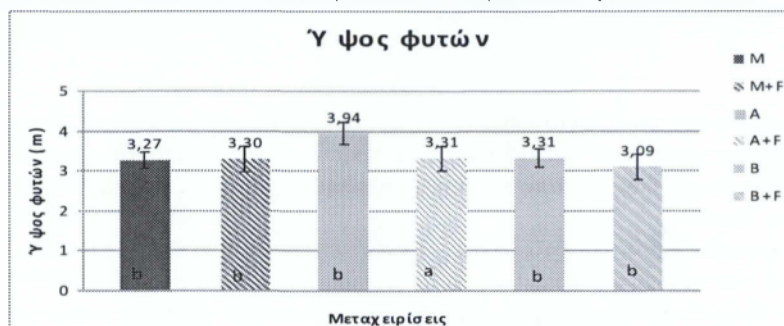
Γράφημα 1. Συνολική απόδοση τομάτας ανά μεταχείριση: M(μάρτυρας), M+F(μάρτυρας με τεχν.μόλυνση με *F.oxysporum*), A (NaClO- 3 ppm), A+F, B (NaClO- 6 ppm) και B+F.



Γράφημα 2. Μέσος όρος του συνολικού νωπού βάρους (φύλλα, βλαστάς, καρποί) των φυτών ανά μεταχείριση, 6 μήνες μετά τη μεταφύτευση: M(μάρτυρας), M+F(μάρτυρας με τεχν.μόλυνση με *F.oxysporum*), A (NaClO- 3 ppm), A+F, B (NaClO- 6 ppm) και B+F. Αριθμός δειγμάτων ανά μεταχείριση = 9

Σύμφωνα με το γράφημα 2, δε διαπιστώνεται αρνητική επίδραση στο νωπό βάρος (η ίδια τάση μετρήθηκε και στο ξηρό βάρος) των φυτών τομάτας (βλαστού, φύλλων και

καρπών) από τη χρήση του NaClO- στις μεταχειρίσεις χωρίς τεχνητή μόλυνση με το παθογόνο. Αντίθετα, μετρήθηκε θετική επίδραση της μεταχείρισης με 6ppm NaClO-. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά της μεταχείρισης αυτής με τα φυτά του μάρτυρα. Σε όλες τις μεταχειρίσεις με το *F.oxysporum*, το νωπό βάρος των φυτών ήταν σημαντικά χαμηλότερο, σε σχέση με τα αντίστοιχα φυτά χωρίς μόλυνση και αυτό υποδεικνύει πιθανή ανασχετική δράση του συγκεκριμένου παθογόνου (σε λανθάνουσα μορφή) ή άλλων παθογόνων στην ανάπτυξη των φυτών.



Γράφημα 3. Μέσος όρος του συνολικού ύψους των φυτών τομάτας ανά μεταχείριση, 6 μήνες μετά τη μεταφύτευση: M (μάρτυρας), M+F (μάρτυρας με τεχν. μόλυνση με *F.oxysporum*), A (NaClO- 3 ppm), A+F, B (NaClO- 6 ppm) και B+F. Αριθμός δειγμάτων ανά μεταχείριση = 9.

Τα παραπάνω επιβεβαιώνουν και τα ύψη των φυτών (γραφ.3), όπου στατιστικώς σημαντική διαφορά υπάρχει μόνο στα φυτά της μεταχείρισης με 3ppm NaClO-. Μακροσκοπικά δεν παρατηρήθηκαν εμφανή συμπτώματα φυτοτοξικότητας στα φύλλα τομάτας σε κανένα από τα 2 εφαρμοζόμενα δοσολογικά σχήματα του NaClO-. Επίσης, σε κανένα δείγμα δεν ανιχνεύτηκε οργανοχλωριωμένο προϊόν στις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκε NaClO-.

Συμπερασματικά, για την αποτελεσματική και ασφαλή χρησιμοποίηση του NaClO-, φαίνεται πως η καταλληλότερη δόση εφαρμογής τους μέσω του θρεπτικού διαλύματος για την προστασία των φυτών τομάτας από το *Fusarium oxysporum* f.sp. *Lycopersici*, είναι ανάμεσα από τις 2 χρησιμοποιούμενες συγκεντρώσεις στο συγκεκριμένο πείραμα, δηλ. στα 4-5 ppm.

Βιβλιογραφία

- Ehret, D. L., Alsanius, B., Wohanka, W., Menzies, J.G. and Utkhede, R. 2001. Disinfection of recirculating nutrient solutions in greenhouse horticulture. *Agronomy*. 21: 323-339.
- Govinda Rajulu, M.B., Thirunavukkarasu, N., Suryanarayanan, T.S., Ravishankar, J.P., El Gueddari, N.E. and Moerschbacher, B.M. 2011. Chitinolytic enzymes from endophytic fungi. *Fungal Diversity*. 47:43-53
- Menzies, J.G. and W.R. Jarvis, 1994. *Fusarium* crown and root rot. The Canadian Phytopathological Society and Entomological Society of Canada. 346-347.
- Minuto, A. Mocioni, M. and Garibaldi, A. 1995. Preliminary trials on biological control of *Fusarium* wilt of basil. *Acta Horticulturae*. 382: 173-177.
- Poncet, C., Brun, R., Offroy, M. and Bonnet, G. 2001. Disinfection of recycling water in rose cultures. *Acta Horticult*. 547:121-126.
- Schwarz, D. and Grosch, R., 2003. Influence of nutrient solution concentration and a root pathogen (*Pythium aphanidermatum*) on tomato root growth and morphology. *Science Horticulture*. 97: 109-120.

ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΤΟΥ ΒΑΚΤΗΡΙΟΥ *Acidovorax citrulli* ΑΠΟ ΣΠΟΡΟΦΥΤΑ ΚΑΡΠΟΥΖΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Ε. Δροσινού, Ε. Μπαλαντινάκη, Ε. Τραντάς, Π. Σαρρής, Φ. Βερβερίδης και Δ. Γκούμας

Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Τ.Θ. 1939, Ηράκλειο, Κρήτης, 71004, Ελλάδα

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία, αναλύθηκαν εργαστηριακά οι μορφολογικοί, βιοχημικοί και μοριακοί χαρακτήρες και ελέγχθηκε η παθογένεια σε διάφορους ξενιστές, δέκα βακτηριακών απομονώσεων, από ασθενή σπορόφυτα καρπουζιάς από επιχειρηματικό φυτώριο της Ιεράπετρας Κρήτης. Η προσβολή στο φυτώριο εκτιμήθηκε στο 40%, ενώ δεν αναφέρθηκαν προσβολές στον αγρό. Η ασθένεια εκδηλώνεται με την εμφάνιση στις κοτυληδόνες και στα φύλλα κατά μήκος των νευρώσεων, υδαρών, νεκρωτικών κηλίδων με έντονο χλωρωτικό περιθώριο. Σκοπός της μελέτης ήταν η ταυτοποίηση του παθογόνου αιτίου της νέας αυτής ασθένειας της καρπουζιάς στην Κρήτη. Με βάση το μορφολογικό, φυσιολογικό και βιοχημικό προφίλ των απομονώσεων ταυτοποιήθηκαν ως μέλη του είδους *Acidovorax citrulli*. Επιπρόσθετα, τα αποτελέσματα από την εφαρμογή μοριακών δεικτών BOX-PCR και την αλληλούχηση τμήματος του 16S rDNA έδειξαν την ομαδοποίηση των απομονώσεων της καρπουζιάς με στελέχη αναφοράς του *A. citrulli*. Το βακτήριο αναφέρεται για πρώτη φορά ως παθογόνο αίτιο της καρπουζιάς στην Κρήτη.

Εισαγωγή

Την άνοιξη του 2013 σε αυτόριζα και εμβολιασμένα σπορόφυτα υβριδίου F1 Obla καρπουζιάς (*Citrullus lanatus* L.) από φυτώριο στην Ιεράπετρα Κρήτης, διαπιστώθηκε προσβολή από βακτήριο. Στα αυτόριζα φυτάρια η προσβολή στις κοτυληδόνες εκδηλώθηκε με την εμφάνιση σκουρόχρωμων υδαρών κηλίδων στην κάτω επιφάνεια τους, που έγιναν νεκρωτικές και σταδιακά εμφανείς και στις δύο πλευρές. Στα φύλλα, η προσβολή εκδηλώθηκε με την εμφάνιση χλωρωτικών κηλίδων με νεκρωτικό στίγμα στο κέντρο. Σταδιακά οι κηλίδες αυξανόμενες έγιναν νεκρωτικές απόκτησαν χρώμα σκούρο καστανό μέχρι μαύρο, ήταν συνήθως γωνιώδεις και είχαν έντονο χλωρωτικό περιθώριο (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Νεκρωτικές κηλίδες με χλωρωτικό περιθώριο στην άνω και κάτω επιφάνεια φύλλου καρπουζιάς.

Οι κηλίδες συχνά εξαπλώνονταν κατά μήκος των νευρώσεων του φύλλου προκαλώντας τη νέκρωση μεγάλου τμήματος του ελάσματος. Σπανιότερα παρατηρήθηκε κατάρρευση και νέκρωση των φυταρίων. Τα συμπτώματα της προσβολής έμοιαζαν με εκείνα της ασθένειας «βακτηριακή κηλίδωση των καρπών της καρπουζιάς». Σκοπός της εργασίας ήταν ο χαρακτηρισμός και η ταυτοποίηση των απομονώσεων του παθογόνου αιτίου που προκάλεσε την ασθένεια στα φυτάρια καρπουζιάς.

Υλικά και Μέθοδοι

Η απομόνωση του παθογόνου πραγματοποιήθηκε σε θρεπτικά υποστρώματα King's B και Nutrient Agar. Τα στελέχη που επιλέχθηκαν, ελέγχθηκαν για την καθαρότητα και διατηρήθηκαν σε αποσταγμένο νερό σε θερμοκρασία 15°C σε όλη τη διάρκεια της εργασίας. Στη συνέχεια 10 απομονώσεις εξετάστηκαν ως προς τις δοκιμές L.O.P.A.T. (παραγωγή Ievan, δραστηριότητα οξειδάσης, πηκτινόλυση σε ροδέλες κονδύλων πατάτας, αναερόβια διάσπαση αργινίνης, και αντίδραση υπερευαισθησίας σε φυτά καπνού (*Nicotiana tabacum* cv. Xanthi). Επίσης, οι 10 απομονώσεις της καρπουζιάς εξετάστηκαν με τις τυποποιημένες βιοχημικές δοκιμές API 20NE (BioMerieux, France), ενώ ορολογικά ελέγχθηκαν με τη την ορολογική δοκιμή ImmunoStrip για ανίχνευση του *Acidovorax citrulli*. Για τη μοριακή ταυτοποίηση των απομονώσεων χρησιμοποιήθηκε η αλληλούχησης του 16S rDNA και οι μοριακοί δείκτες BOX-PCR σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθείται στο εργαστήριο Βακτηριολογίας του ΤΕΙ Κρήτης (Sarris et al., 2012).

Για τον έλεγχο της παθογένειας έγιναν τεχνητές μολύνσεις σε φυτά καρπουζιάς είτε με έκχυση βακτηριακού αιωρήματος συγκέντρωσης 10⁷ cfu/ml στο μεσόφυλλο είτε με ψεκασμό μέχρι απορροής σε φυτά που προηγούμενα είχαν πληγωθεί με ψήκτρα. Επίσης, μολύνσεις πραγματοποιήθηκαν σε λοβούς φασολιάς, καρπούς καρπουζιάς, αγγουριάς, κολοκυθιάς, πιπεριάς και πεπονιάς και με έκχυση 15μl βακτηριακού αιωρήματος συγκέντρωσης 10⁷ cfu/ml. Τα φυτά και οι καρποί διατηρήθηκαν για 48h σε διάφανα δοχεία από Plexiglas σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας (100%) και θερμοκρασία 25°C. Στη συνέχεια μεταφέρθηκαν σε θερμοκήπιο με σχετική υγρασία 60-70% και θερμοκρασία περίπου 15-25°C. Παρατηρήσεις λαμβάνονταν για 15 μέρες. Σε όλες τις περιπτώσεις ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε η επέμβαση με αποστειρωμένο και αποιονισμένο νερό.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

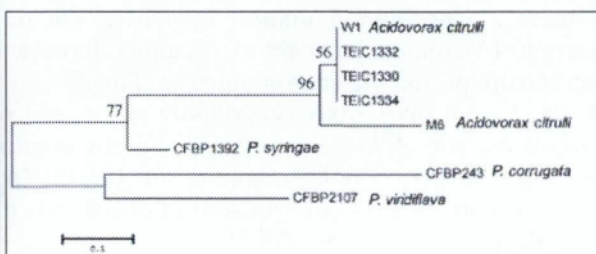
Από τους προσβεβλημένους ιστούς απομονώνονταν σταθερά βακτήρια σε καθαρή καλλιέργεια. Οι αποικίες του βακτηρίου σε θρεπτικό υπόστρωμα nutrient agar ήταν στρογγυλές και είχαν χρώμα κρεμώδες λευκό. Οι δέκα απομονώσεις που αναλύθηκαν εργαστηριακά βρέθηκαν αρνητικές κατά Gram, με αερόβια ανάπτυξη, δεν φθόριζαν, ήταν θετικές στην αντίδραση της οξειδάσης, προκάλεσαν τυπική αντίδραση υπερευαισθησίας σε φύλλα καπνού, ενώ έδωσαν θετική αντίδραση όταν ελέγχθηκαν με την ορολογική δοκιμή ImmunoStrip (Agdia, Inc) για το φυτοπαθογόνο *Acidovorax citrulli*. Ο βιοχημικός φαινότυπος με τις δοκιμές API 20NE, διαφοροποίησε τις απομονώσεις της καρπουζιάς από άλλα γνωστά παθογόνα βακτήρια των κολοκυνθοειδών.

Στην Εικόνα 2 εμφανίζονται τα BOX-PCR μοριακά αποτυπώματα των απομονώσεων TEIC1330, TEIC1332 και TEIC1334 καθώς και των επιλεγμένων στελεχών αναφοράς W1 και M6 του *Acidovorax citrulli* που είχαν απομονωθεί από καρπουζιά και πεπονιά αντίστοιχα, από το Ισραήλ (Burdman et al., 2005) και με τα βακτηριακά στελέχη CFBP2431 (*Pseudomonas corrugata*), CFBP1392 (*Pseudomonas*

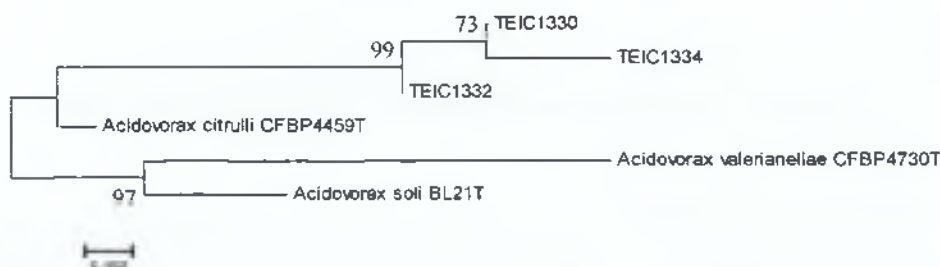
syringae) και CFBP2107 (*Pseudomonas viridiflava*). Παρατηρήθηκε ότι οι τρεις απομονώσεις της καρπουζιάς εμφάνισαν την ίδια ζώνωση και ομαδοποιήθηκαν μαζί με τα στελέχη αναφοράς του *Acidovorax citrulli* W1 και M6, από το Ισραήλ. Τα στελέχη αναφοράς *Pseudomonas viridiflava* (CFBP2107), *Pseudomonas syringae* (CFBP1392) και *Pseudomonas corrugata* (CFBP243) παρουσίασαν μεγάλες διαφοροποιήσεις στη ζώνωση. Παρόμοια ομαδοποίηση εμφανίστηκε στο δενδρόγραμμα (Εικόνα 3) που δημιουργήθηκε με βάση τα μοριακά αποτυπώματα της BOX-PCR, αλλά και σε εκείνο που προέκυψε με την αλληλούχηση του 16S rDNA γονιδίου των τριών απομονώσεων της καρπουζιάς και των κατατεθειμένων αλληλουχιών στελεχών του *Acidovorax citrulli* που αναζητήθηκαν από τη βάση δεδομένων GenBank (Εικόνα 4).



Εικόνα 2. Μοριακά αποτυπώματα από την εφαρμογή της BOX-PCR στις απομονώσεις της καρπουζιάς.



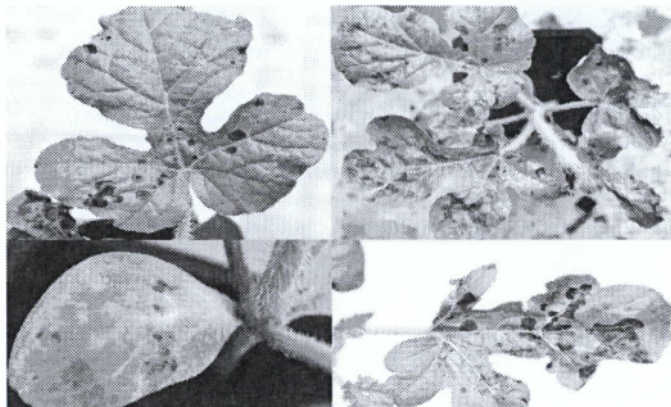
Εικόνα 3. Δενδρόγραμμα που κατασκευάστηκε με βάση τα μοριακά αποτυπώματα της BOX-PCR



Εικόνα 4. Δενδρόγραμμα με βάση την αλληλούχηση τμήματος του 16S rDNA των απομονώσεων. Στα γόνατα του δέντρου εμφανίζεται ο βαθμός αξιοπιστίας (bootstrap)

Στις δοκιμές παθογένειας, οι απομονώσεις της καρπουζιάς έδωσαν σε λοβούς φασολιάς άτυπα συμπτώματα μόλυνσης με δημιουργία ελαφρά βυθισμένης κηλίδας, σε αντίθεση με τα στελέχη αναφοράς (*Pseudomonas viridiflava*) που προκάλεσαν τις τυπικές ερυθρό-πορτοκαλόχρους βυθισμένες κηλίδες. Οι καρποί καρπουζιάς, πιπεριάς (*Capsicum annuum* L.), αγγουριάς (*Cucumis sativus* L.), κολοκυθιάς (*Cucurbita pepo* L.), πεπονιάς (*Cucumis melo* L.) αρχικά εμφάνισαν υδαρείς ελαφρά βυθισμένες κηλίδες που σταδιακά νεκρώνονταν, προκαλώντας τη φελλοποίηση των μολυσμένων ιστών και συχνά τον σχηματισμό έλκους. Τα τεχνητά μολυσμένα φυτά εμφάνισαν σε διάστημα μικρότερο των 10 ημερών το σύνολο των συμπτωμάτων που παρατηρήθηκαν κατά τη

φυσική μόλυνση στο φυτώριο αλλά και την συμπτωματολογική εικόνα της ασθένειας «βακτηριακή κηλίδωση της καρπουζιάς» τόσο στις κοτυληδόνες όσο και στα ανεπτυγμένα φύλλα των φυτών (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Αναπαραγωγή των συμπτωμάτων της ασθένειας σε φύλλα και κοτυληδόνες καρπουζιάς

Με βάση το μορφολογικό, φυσιολογικό, βιοχημικό φαινότυπο, τη θετική ορολογική αντίδραση, τις μοριακές δοκιμές (ομολογία αλληλούχησης 16S rDNA; BOX-PCR) και τις δοκιμές παθογένειας σε φυτά και κομμένους ώριμους καρπούς καρπουζιάς και άλλων κολοκυνθοειδών, οι απομονώσεις του βακτηρίου ταυτοποιήθηκαν ως *Acidovorax citrulli*. Το παθογόνο αναφέρεται για πρώτη φορά στην Κρήτη, ενώ έχει ήδη αναφερθεί σε άλλες περιοχές στην Ελλάδα (Holeva et al., 2010). Το βακτήριο *Acidovorax citrulli*, που μεταφέρεται με το σπόρο, φαίνεται ότι αποτελεί πλέον ένα σοβαρό κίνδυνο για την καλλιέργεια των κολοκυνθοειδών στη Χώρα μας.

Βιβλιογραφία

- Burdman, S., Kots, N., Kritzman, G., and Kopelowitz, J. 2005. Molecular, physiological, and host-range characterization of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* isolates from watermelon and melon in Israel. *Plant Dis.* 89:1339-1347.
- Burdman, S and Walcott R. 2012. *Acidovorax citrulli*: generating basic and applied knowledge to tackle a global threat to the cucurbit industry. *Molecular Plant Pathology*, 13, 805–815.
- Holeva, M.C., Karafla, C.D., Glynos, P.E. and Alivizatos, A.S. 2010. *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* newly reported to cause bacterial fruit blotch of watermelon in Greece. *Plant Pathol.* 59, 797.
- Sarris PF, Trantas MA, Mpalantinaki E, Ververidis F, Goumas DE. 2012. *Pseudomonas viridiflava*, a multi host plant pathogen with remarkable genetic polymorphism. *PLoS ONE*, 7(4): e36090. doi:10.1371/journal.pone.0036090

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΟΥΣΙΑΣ PYRACLOSTROBIN ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΡΩΙΜΗΣ-ΑΝΟΙΞΙΑΤΙΚΗΣ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΠΑΤΑΤΑΣ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Α. Αλεξόπουλος¹, Σ. Καρράς¹, Κ. Νηφάκος¹, Α. Κρασσακόπουλος², Δ. Αναστασόπουλος¹, Α. Κώτσιρας¹, Ε. Κάρτσωνας¹, Σ. Μπιτιβάνος³ και Χ. Μηλιώνης³

¹ΤΕΙ Πελοποννήσου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αντικάλamos, 24100 Καλαμάτα

²Περ/κη Ενότητα Μεσσηνίας, Δ/ση Αγροτικής Οικονομίας & Κτηνιατρικής, Ψαρών 23, 24100 Καλαμάτα

³BASF Ελλάς Α.Β.Ε.Ε., Α. Μεσογείων 449, 15343 Αγία Παρασκευή, Αττική

Περίληψη

Μελετήθηκε η επίδραση της δραστικής ουσίας pyraclostrobin σε πρώιμη ανοιξιάτικη καλλιέργεια πατάτας (ποικιλία Sprunta) στην περιοχή της Μεσσηνίας Μεσσηνίας. Πραγματοποιήθηκαν 5 επεμβάσεις: (1) κανένας ψεκασμός - μάρτυρας, (2) ψεκασμοί με φυτοπροστατευτικά σκευάσματα που δεν περιέχουν pyraclostrobin (-PYR), (3) ένας ψεκασμός με σκεύασμα που περιέχει pyraclostrobin (1PYR), (4) δύο ψεκασμοί με με σκεύασμα που περιέχει pyraclostrobin (2PYR) και (5) τρεις ψεκασμοί με με σκεύασμα που περιέχει pyraclostrobin (3PYR). Στα φυτά του μάρτυρα (κανένας ψεκασμός) το νωπό βάρος των βλαστών και των φύλλων καθώς και η τιμή Spad στο 6^ο φύλλο από την κορυφή του φυτού ήταν μικρότερα στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου σε σύγκριση με τις άλλες 4 επεμβάσεις, ενώ η ξηρά ουσία των βλαστών ήταν μεγαλύτερη. Οι επεμβάσεις 1PYR, 2PYR, 3PYR και -PYR δεν διέφεραν μεταξύ τους σε ότι αφορά το νωπό βάρος και την ξηρά ουσία των βλαστών και των φύλλων, με εξαίρεση την ξηρά ουσία των φύλλων η οποία στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, ήταν μεγαλύτερη στις επεμβάσεις 1PYR, 2PYR και 3PYR σε σύγκριση με την επέμβαση -PYR. Ο αριθμός των κονδύλων ανά φυτό και η ξηρά ουσία των κονδύλων δεν διέφεραν μεταξύ των επεμβάσεων, αλλά το νωπό βάρος των κονδύλων ήταν μεγαλύτερο στις επεμβάσεις 1PYR, 2PYR και 3PYR σε σύγκριση με την επέμβαση -PYR, ενώ ο μάρτυρας είχε την μικρότερη παραγωγή (νωπό βάρος) από όλες τις επεμβάσεις.

Λέξεις κλειδιά: κονδυλοποίηση, ξηρά ουσία, περονόσπορος, strobilurins, χλωροφύλλη

Εισαγωγή

Η πρώιμη ανοιξιάτικη καλλιέργεια της πατάτας στο νομό Μεσσηνίας έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις σε φυτοπροστασία. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην αντιμετώπιση του περονόσπορου (*Phytophthora infestans*) που προκαλεί σημαντική μείωση της παραγωγής και συνήθως απαιτείται μεγάλος αριθμός επεμβάσεων-ψεκασμών. Η ουσία pyraclostrobin χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλες ουσίες (π.χ. mancozeb, dimethomorph, chlorothalonil κ.ά.) σε προγράμματα αντιμετώπισης του περονόσπορου σε καλλιέργειες πατάτας (Stein & Kirk, 2003). Επιπρόσθετα, οι strobilurins, στις οποίες ανήκει και η pyraclostrobin, επηρεάζουν φυσιολογικές λειτουργίες στα φύλλα των φυτών (MacDonald κ.ά., 2007). Οι Köhle κ.ά. (2002) αναφέρουν ότι η pyraclostrobin μπορεί να βελτιώσει την αντοχή των φυτών σε συνθήκες stress ή/και να επηρεάσει την συγκέντρωση των ορμονών και τη συσσώρευση υδατανθράκων και αζώτου στα φυτά.

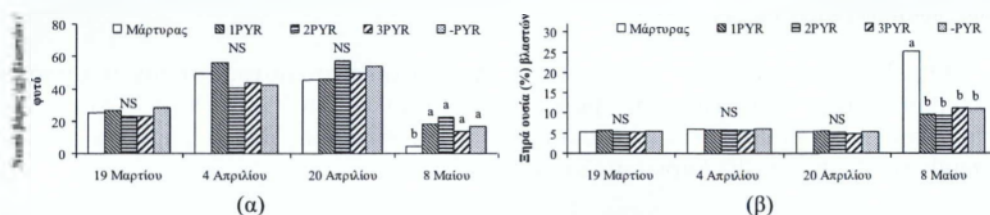
Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να διερευνηθεί η επίδραση της pyraclostrobin στην παραγωγή πρώιμης ανοιξιάτικης καλλιέργειας πατάτας στο νομό Μεσσηνίας.

Υλικά και Μέθοδοι

Καλλιεργήθηκε η ποικιλία Sprunta με φύτευση στις 14 Δεκεμβρίου 2012, σύμφωνα με την συνήθη καλλιεργητική τεχνική κατά την οποία εφαρμόζονται ψεκάσμοι για την καταπολέμηση του περονόσπορου κάθε 7-10 ημέρες, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε πατατοχώραφο στην περιοχή Μαυροματίου Μεσσηνίας και πραγματοποιήθηκαν πέντε επεμβάσεις: (1) κανένας ψεκάσμος - μάρτυρας, (2) ψεκάσμοι με φυτοπροστατευτικά σκευάσματα που δεν περιέχουν pyraclostrobin (-PYR), (3) ένας ψεκάσμος με pyraclostrobin την 11^η Μαρτίου 2013 (1PYR), (4) δύο ψεκάσμοι με pyraclostrobin την 11^η Μαρτίου και 27^η Μαρτίου (2PYR) και (5) τρεις ψεκάσμοι με pyraclostrobin την 11^η Μαρτίου, 27^η Μαρτίου και 12^η Απριλίου (3PYR). Σε όλες τις επεμβάσεις, εκτός του μάρτυρα, πραγματοποιήθηκαν ψεκάσμοι με τα σκευάσματα Volare 687,5 SC (fluopicolide+propamocarb hydrichloride), Vitene Combi 4/40 WP (cymoxanil+mancozeb), Revus 25 SC (mandipropamid). Τις ημέρες εφαρμογής της pyraclostrobin [σκεύασμα Cabrio Duo 4/7,2 EC (pyraclostrobin+dimethomorph)], στις επεμβάσεις που δεν γινόταν εφαρμογή της pyraclostrobin χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα Acrobat 7,5/66,7 WG (dimethomorph+mancozeb). Το πείραμα ακολούθησε το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων και για κάθε επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν 3 πειραματικά τεμάχια των 30 m² (174 φυτά σε αποστάσεις 75 x 23 cm). Πραγματοποιήθηκαν 3 δειγματοληψίες (10 φυτά από κάθε πειραματικό τεμάχιο) κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (8 ημέρες μετά τον ψεκάσμο με pyraclostrobin) και μία δειγματοληψία κατά την συγκομιδή των φυτών (8 Μαΐου). Μετρήθηκαν το νωπό βάρος των βλαστών και των φύλλων, η συγκέντρωση ξηράς ουσίας στους βλαστούς και στα φύλλα, εκτιμήθηκε η συγκέντρωση της χλωροφύλλης στο 6^ο φύλλο του φυτού από την κορυφή (τιμή Spad) και μετρήθηκαν ο αριθμός και το νωπό βάρος των κονδύλων καθώς και η συγκέντρωση ξηράς ουσίας (%) στους κονδύλους.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η προσβολή των φυτών από περονόσπορο κυμάνθηκε σε υψηλότερα επίπεδα (55%) στο μάρτυρα (χωρίς φυτοπροστασία) σε σύγκριση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις (4-8%).



Σχήμα 1. (α) Νωπό βάρος (g) βλαστών ανά φυτό και (β) συγκέντρωση ξηράς ουσίας (%) στους βλαστούς των φυτών (NS: μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών - στήλες που φέρουν διαφορετικό γράμμα, σε κάθε ημερομηνία μέτρησης χωριστά, δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών).

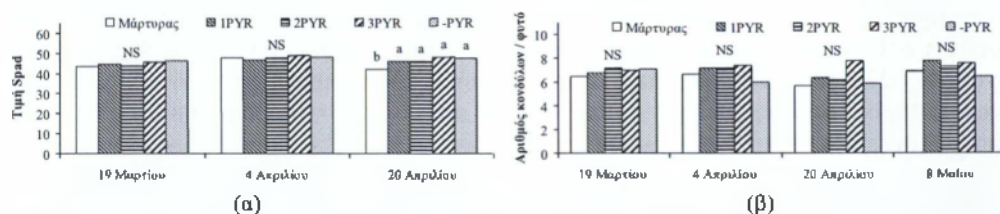
Το νωπό βάρος των βλαστών ανά φυτό δεν επηρεάστηκε από τις μεταχειρίσεις κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, αλλά στη συγκομιδή (8 Μαΐου) ήταν μικρότερο στα απέκαστα φυτά (μάρτυρας) και δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των υπολοίπων επεμβάσεων (Σχ. 1α). Η συγκέντρωση ξηράς ουσίας (%) στους βλαστούς των φυτών δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, αλλά την ημέρα συγκομιδής (8 Μαΐου) ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα απέκαστα φυτά (μάρτυρας) (Σχ. 1β).



Σχήμα 2. (α) Νωπό βάρος (g) φύλλων ανά φυτό και (β) συγκέντρωση ξηράς ουσίας (%) στα φύλλα των φυτών (NS: μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών - στήλες που φέρουν διαφορετικό γράμμα, σε κάθε ημερομηνία μέτρησης χωριστά, δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών).

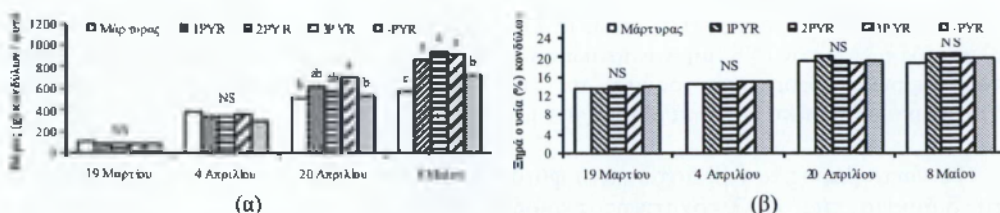
Το νωπό βάρος των φύλλων ανά φυτό ήταν μικρότερο στα ανέκαστα φυτά (μάρτυρας) στις 20 Απριλίου σε σύγκριση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις, αλλά κατά τη συγκομιδή ήταν μικρότερο μόνο από την επέμβαση -PYR, η οποία δε διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις άλλες τρεις επεμβάσεις (1PYR, 2PYR, 3PYR) (Σχ. 2α).

Η συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα φύλλα δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, αλλά κατά τη συγκομιδή (8 Μαΐου) ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερη στην επέμβαση -PYR (Σχ. 2β). Ωστόσο, στις 20 Απριλίου η συγκέντρωση της χλωροφύλλης στο 6^ο φύλλο από την κορυφή του φυτού, όπως εκτιμήθηκε μέσω της τιμής Spad, ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερη στα φυτά του μάρτυρα σε σύγκριση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις (Σχ. 3α).



Σχήμα 3. (α) Τιμή Spad στο 6 φύλλο από την κορυφή του φυτού και (β) αριθμός κονδύλων ανά φυτό (NS: μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών - στήλες που φέρουν διαφορετικό γράμμα, σε κάθε ημερομηνία μέτρησης χωριστά, δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών).

Ο αριθμός των κονδύλων ανά φυτό δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις (Σχ. 3β). Το νωπό βάρος των κονδύλων ανά φυτό ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο στην επέμβαση 3PYR σε σύγκριση με το μάρτυρα και την επέμβαση -PYR στις 20 Απριλίου (Σχ. 4α).



Σχήμα 4. (α) Νωπό βάρος (g) κονδύλων ανά φυτό και (β) συγκέντρωση ξηράς ουσίας (%) στους κονδύλους (NS: μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών - στήλες που φέρουν διαφορετικό γράμμα, σε κάθε ημερομηνία μέτρησης χωριστά, δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών).

Κατά τη συγκομιδή (8 Μαΐου), το νωπό βάρος των κονδύλων ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο σε όλες τις επεμβάσεις με pyraclostrobin (1PYR, 2PYR και 3PYR) σε σύγκριση με την επέμβαση -PYR, και στα αφέκαστα φυτά το νωπό βάρος των κονδύλων ήταν στατιστικά μικρότερο σε σύγκριση με την επέμβαση -PYR. Η συγκέντρωση ξηράς ουσίας στους κονδύλους δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις (Σχ. 4β).

Η pyraclostrobin δεν φαίνεται να επηρεάζει άμεσα (μετά την εφαρμογή της) την ανάπτυξη των φυτών, αλλά στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου παρατηρείται ότι αν και δεν προκαλεί μείωση του νωπού βάρους των φύλλων των φυτών, οδηγεί σε αύξηση της περιεκτικότητάς τους σε ξηρά ουσία. Παρόμοια αύξηση στην ξηρά ουσία των φύλλων παρατηρείται και στα αφέκαστα φυτά (μάρτυρας) αλλά αυτή συνδέεται με τη μείωση του νωπού βάρους τους και τα υψηλότερα ποσοστά προσβολής των φύλλων από περονόσπορο (55% στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου).

Αντίθετα, στις υπόλοιπες επεμβάσεις, ανεξάρτητα από το αν χρησιμοποιείται η pyraclostrobin ή όχι, το ποσοστό προσβολής των φύλλων από περονόσπορο κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα (4-8%). Η αύξηση της παραγωγής που παρατηρήθηκε στις μεταχειρίσεις με pyraclostrobin δεν συνδέεται με αύξηση του αριθμού των παραγόμενων κονδύλων αλλά με αύξηση του μεγέθους τους, κάτι που έχει παρατηρηθεί μετά από ψεκασμό με strobilurins σε καλλιέργειες πατάτας και σε άλλα πειράματα (Stevenson κ.ά., 1999). Επιπρόσθετα, η ευνοϊκή επίδραση της pyraclostrobin στην απόδοση καλλιεργειών σιταριού έχει συνδεθεί με την απορρόφηση νερού από τα φυτά (Dimmock & Gooding, 2002).

Πάντως, η επίδραση της pyraclostrobin προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου πιθανόν να συνδέεται με τη μεταφορά των υδατανθράκων από το φύλλωμα στους κονδύλους, εξηγώντας έτσι την αύξηση του βάρους των κονδύλων την περίοδο αυτή και τη μείωση της συγκέντρωσης ξηράς ουσίας στα φύλλα. Ωστόσο, απαιτείται να μελετηθεί η επίδραση της pyraclostrobin στην ανόργανη θρέψη των φυτών, καθώς και να εξεταστεί η επίδρασή της σε καλλιέργεια πατάτας κάτω από διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες.

Βιβλιογραφία

- Dimmock, J.P.R.E., Gooding, M.J. 2002. The effects of fungicides on rate and duration of grain filling in wheat in relation to maintenance of flag leaf area. *J. Agri. Sci.* 138:1-16.
- Köhle, H., Grossmann, K., Jabs, T., Gerhard, M., Kaiser, W., Glaab, J., Conrath, U., Seehaus, K. and Herms, S. 2002. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. In: Dehne H.-W. κ.ά. (eds), *Modern fungicides and antifungal compounds III*. Mann GmbH & Co., Bonn. pp. 61-74.
- MacDonald, W., Peters, R.D., Coffin, R.H. and Lacroix, C. 2007. Effect of strobilurin fungicides on control of early blight (*Alternaria solani*) and yield of potatoes grown under two N fertility regimes. *Phytoprotection* 88(1): 9-15.
- Stein, J.M. and Kirk, W.W. 2003. Field optimization of dimethomorph for the control of potato late blight *Phytophthora infestans*: application rate, interval, and mixtures. *Crop Protection* 22: 609-614.
- Stevenson, W.R., James, R.V., Rand, R.E., and Flak, L.A. 1999. Wisconsin's field experience with azoxystrobin fungicide for control of early blight on potato. *Phytopathology* 89: S75 (Abstr.).

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΤΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΠΡΩΙΜΗΣ ΑΝΟΙΞΙΑΤΙΚΗΣ ΠΑΤΑΤΑΣ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Α. Κώτσιρας¹, Α. Αλεξόπουλος¹, Α. Κρασσακόπουλος², Κ. Νηφάκος¹, Χ. Μουρούτογλου¹, Ε. Παυλάκος³ και G. Ebert⁴

¹Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Αντικάλamos, 24100 Καλαμάτα

²Περιφερειακή Ενότητα Μεσσηνίας, Διεύθυνση Αγροτικής Οικονομίας & Κτηνιατρικής, Ψαρών 23, 24100 Καλαμάτα

³Compro Hellas S.A., Αιγιαλείας 54, 151 25 Μαρούσι Αττικής

⁴Compro Expert GmbH, Gildenstrasse 38, 48157 Munster, Germany

Περίληψη

Σε πρώιμη καλλιέργεια πατάτας της ποικιλίας Sprunta διερευνήθηκε η επίδραση της λιπαντικής αγωγής στην παραγωγή κονδύλων. Εφαρμόστηκαν λιπαντικές μεταχειρίσεις με τη χρήση λιπασμάτων Dugatec (14-7-14+2 MgO) και 11-15-15, ενώ χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας και μεταχείριση χωρίς την προσθήκη λιπασμάτων (M). Το λίπασμα Dugatec εφαρμόστηκε σε δυο μεταχειρίσεις (D1, D2), (D1): καλύφθηκε το 60% και το 80% των μονάδων N της βασικής παραδοσιακής και της επιφανειακής στο σκάλισμα αντίστοιχα, με συμπληρωματική επιφανειακή εφαρμογή N και K, και (D2): καλύφθηκε η συνολική ποσότητα του N για όλη την καλλιεργητική περίοδο μόνο με τη βασική και την επιφανειακή λίπανση στο σκάλισμα. Το λίπασμα 11-15-15 της παραδοσιακής λιπαντικής αγωγής (Π) εφαρμόστηκε στην βασική λίπανση και στο σκάλισμα, με παράλληλες επιφανειακές εφαρμογές N, K και Mg. Πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες φυτών και προσδιορίστηκαν: η ξηρά ουσία και ο μέσος αριθμός των κονδύλων ανά φυτό, η μέση απόδοση και η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων N, P και K στα φύλλα. Η ξηρά ουσία στους κονδύλους είναι σημαντικά μεγαλύτερη στο μάρτυρα και στη μεταχείριση «D2» σε σχέση με την «Π» στη 2^η δειγματοληψία. Ο μέσος αριθμός κονδύλων είναι σημαντικά μεγαλύτερος στη μεταχείριση D1 σε σχέση με τον μάρτυρα μόνο κατά την 3^η δειγματοληψία. Η μέση απόδοση (τόνοι ανά στρέμμα) σε εμπορεύσιμους μεγάλου μεγέθους κονδύλους με βάρος μεγαλύτερο από 200 g είναι σημαντικά μεγαλύτερη στη 2^η δειγματοληψία στη λιπαντική μεταχείριση «D1» σε σχέση με την «Π», ενώ στην 3^η δειγματοληψία η μεταχείριση «D2» υπερέχει σημαντικά της «D1». Η συγκέντρωση των N, P και K στα φύλλα κυμαίνεται σε επίπεδα εάρκειας με μικρές διαφοροποιήσεις μεταξύ των λιπαντικών μεταχειρίσεων.

Λέξεις κλειδιά: άζωτο, κάλιο, ξηρά ουσία κονδύλων, *Solanum tuberosum*, φώσφορος

Εισαγωγή

Η καλλιέργεια της πρώιμης πατάτας στο νομό Μεσσηνίας πραγματοποιείται κάτω από ιδιαίτερες εδαφοκλιματικές συνθήκες (σχετικά χαμηλή ένταση φωτισμού, χαμηλές θερμοκρασίες, υψηλές βροχοπτώσεις, εδάφη αμμώδη με μέτρια ή ισχυρώς όξινη αντίδραση). Δεδομένων αυτών των συνθηκών, ο τρόπος αναπτύξεως του φυτού διαφοροποιείται, με άμεση επίδραση επί των απαιτήσεών του σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Η πατάτα είναι ένα φυτό με σημαντικές απαιτήσεις σε άζωτο (Etebhi κ.ά., 1998) και σε κάλιο (Πάσσαμ κ.ά., 2011) τόσο για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων όσο και για την παραγωγή κονδύλων καλής ποιότητας. Επιπρόσθετα, η προσθήκη φωσφόρου (Harris, 1992) αλλά και ο χρόνος και η ποσότητα εφαρμογής του αζώτου (Westermann κ.ά., 1988) επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα των κονδύλων. Έτσι,

είναι δύσκολη η ακριβής προσαρμογή των δεδομένων που αφορούν στη λιπαντική αγωγή των φυτών από πειραματικές εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί κάτω από άλλες συνθήκες. Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η επίδραση των λιπαντικών σκευασμάτων νέας τεχνολογίας με σταθεροποιημένη και περικαλυμμένη μορφή του ολικού αζώτου, καθώς και των τεχνικών λίπανσης στην παραγωγή πρώιμης ανοιξιάτικης πατάτας.

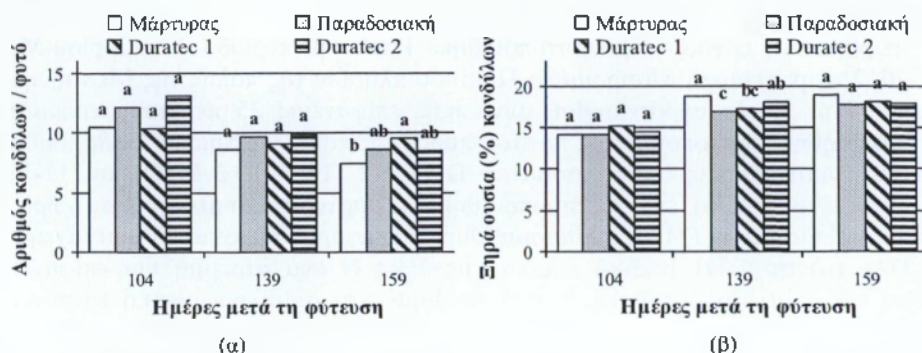
Υλικά και Μέθοδοι

Η πειραματική εργασία πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο Δεκεμβρίου-Μαΐου 2011-2012 στην περιοχή Μαυρομάτι Παμίσου πλησίον της πόλης της Μεσσήνης, σε τμήμα 400 m² εντός αγροτεμαχίου συνολικής επιφάνειας 25 περίπου στρεμμάτων. Χρησιμοποιήθηκε πιστοποιημένος πατατόσπορος της ποικιλίας Sprunta. Εφαρμόστηκαν λιπαντικές μεταχειρίσεις των λιπασμάτων Dura Tec (14-7-14+2 MgO) και 11-15-15 (εμπλουτισμένο με θείο), ενώ χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας και μεταχείριση χωρίς την προσθήκη λιπασμάτων (Μ). Το λίπασμα Dura Tec εφαρμόστηκε σε δυο μεταχειρίσεις (D1, D2): (α) στην D1 βασική λίπανση με 7 kg N ανά στρέμμα και επιφανειακή λίπανση στο σκάλισμα με 6 kg N ανά στρέμμα, και συμπληρωματική επιφανειακή εφαρμογή N και K με ασβεστούχο νιτρική αμμωνία (26-0-0) σε ποσότητα 41 kg ανά στρέμμα (σε δύο ισόποσες δόσεις) και νιτρικό κάλιο (13-0-46) 30 kg ανά στρέμμα (σε δύο ισόποσες δόσεις), και (β) στην (D2) καλύφθηκε η συνολική ποσότητα του N για όλη την καλλιεργητική περίοδο (26,8 kg N ανά στρέμμα) με τη βασική (19 kg N ανά στρέμμα) και την επιφανειακή (6 kg N ανά στρέμμα) λίπανση στο σκάλισμα και συμπληρωματική επιφανειακή εφαρμογή N και K μόνο με νιτρικό κάλιο (13-0-46) σε ποσότητα 15 kg ανά στρέμμα (σε μία δόση). Στην παραδοσιακή (Π) λιπαντική αγωγή (συνολική ποσότητα αζώτου: 36,6 kg ανά στρέμμα) χρησιμοποιήθηκε το λίπασμα 11-15-15+14 S με το οποίο προστέθηκαν 11 kg N ανά στρέμμα στη βασική λίπανση και 8 kg N ανά στρέμμα στο σκάλισμα, με παράλληλες επιφανειακές εφαρμογές N, K και Mg με τα λιπάσματα ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (26-0-0) σε ποσότητα 61,5 kg ανά στρέμμα (σε τρεις ισόποσες δόσεις), νιτρικό κάλιο (13-0-46) σε ποσότητα 15 kg ανά στρέμμα (σε μία δόση) και θειικό μαγνήσιο (16% MgO, 32% SO₃) σε ποσότητα 15 kg ανά στρέμμα (σε μία δόση). Το πειραματικό σχέδιο ήταν αυτό των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με μία επανάληψη κάθε λιπαντικής μεταχείρισης ανά ομάδα. Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων βασίστηκε στην ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) και στη σύγκριση των μέσων όρων με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ). Η κάθε λιπαντική μεταχείριση περιελάμβανε τρεις επαναλήψεις με εννέα γραμμές φύτευσης και 12 φυτά ανά γραμμή. Πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες φυτών (104, 139 και 159 ημέρες μετά τη φύτευση) και προσδιορίστηκαν: η ξηρά ουσία, ο μέσος αριθμός των κονδύλων ανά φυτό, η μέση παραγωγή ανά στρέμμα, καθώς και η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων N, P και K στα φύλλα.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

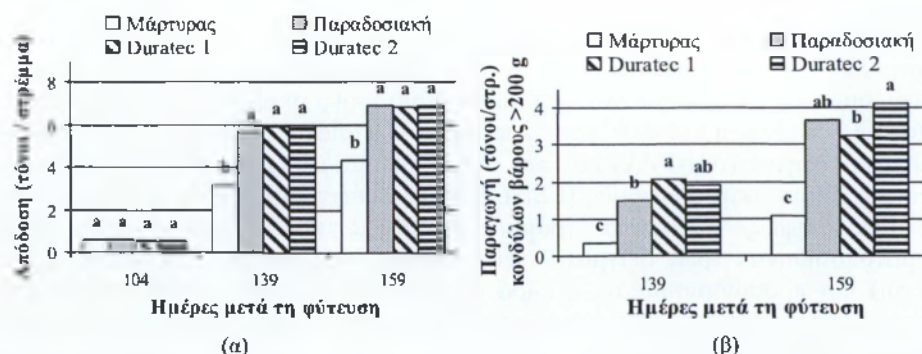
Ο μέσος αριθμός κονδύλων είναι σημαντικά μεγαλύτερος στη μεταχείριση «D1» σε σχέση με το μάρτυρα μόνο κατά την 3η δειγματοληψία ενώ μεταξύ των υπολοίπων μεταχειρίσεων δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές (Σχ. 1α). Η μέση συνολική απόδοση (τόνοι ανά στρέμμα) δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τις λιπαντικές μεταχειρίσεις την 104η ημέρα μετά τη φύτευση, ενώ αντιθέτως στις άλλες δυο δειγματοληψίες, η μεταχείριση «Μ» παρουσιάζει την χαμηλότερη μέση απόδοση μεταξύ των υπολοίπων λιπαντικών μεταχειρίσεων οι οποίες δεν διαφέρουν μεταξύ τους (Σχ. 2α). Σε ότι αφορά την συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στους κονδύλους, την 104η

και 159η ημέρα μετά τη φύτευση δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των λιπαντικών μεταχειρίσεων, ενώ την 139η ημέρα οι κόνδυλοι της μεταχείρισης «Μ» έχουν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση ξηράς ουσίας σε σύγκριση με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις, με εξαίρεση την λιπαντική μεταχείριση «D2», η οποία επιπρόσθετα υπερέχει στατιστικά σημαντικά της λιπαντικής μεταχείρισης «Π» (Εικ. 1β).



Σχήμα 1. (α) Μέσος αριθμός κονδύλων ανά φυτό και (β) μέση ξηρά ουσία (%) κονδύλων. Μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα (στην ίδια ημερομηνία μετρήσεως) δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

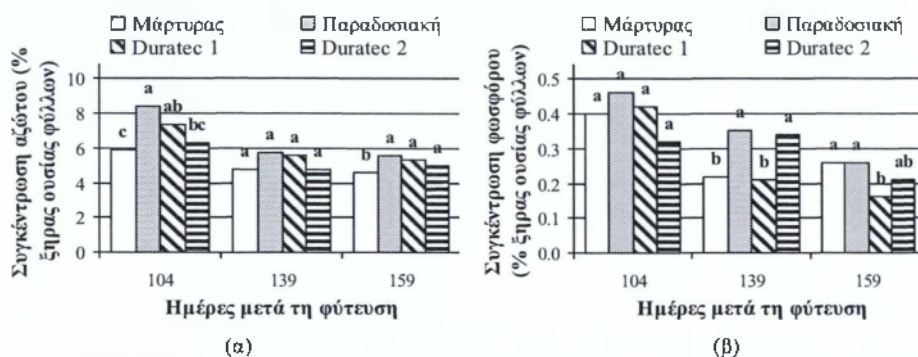
Η μέση απόδοση (τόνοι ανά στρέμμα), σε κονδύλους με βάρος μεγαλύτερο από 200 g, είναι σημαντικά μεγαλύτερη στη 2η δειγματοληψία στη λιπαντική μεταχείριση «D1» σχέση με την «Π» και τη «Μ», ενώ μεταξύ των «D1» και «D2» δεν υφίσταται σημαντική διαφορά. Κατά την 3η δειγματοληψία η μεταχείριση «D2» υπερέχει σημαντικά μόνο της «D1» και της «Μ» (Σχ. 2β).



Σχήμα 2. (α) Μέση απόδοση (τόνοι ανά στρέμμα) και (β) μέση παραγωγή κονδύλων (τόνοι ανά στρέμμα) με βάρος μεγαλύτερο από 200 g. Μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα (στην ίδια ημερομηνία μετρήσεως) δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

Η συγκέντρωση του P στα φύλλα κατά την 139η ημέρα μετά τη φύτευση είναι στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη στις λιπαντικές μεταχειρίσεις «Μ», και «D1» συγκριτικά με τις λιπαντικές μεταχειρίσεις «Π» και «D2» ενώ την 159η ημέρα μετά τη φύτευση είναι στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη στη λιπαντική μεταχείριση «D1» σε σχέση με τις «Μ» και «Π» (Σχ. 3β). Σε ότι αφορά τη συγκέντρωση του N στα φύλλα την 104η ημέρα μετά τη φύτευση, είναι στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη στη

λιπαντική μεταχείριση «Μ» σε σύγκριση με τις «Π» και «D1», ενώ κατά την 139η ημέρα μετά τη φύτευση δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές. Την 159η ημέρα μετά τη φύτευση η συγκέντρωση του Ν είναι στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη στο μάρτυρα σε σχέση με τις υπόλοιπες λιπαντικές μεταχειρίσεις (Σχ. 3α).



Σχήμα 3. (α) Μέση συγκέντρωση αζώτου (%) στα φύλλα και (β) μέση συγκέντρωση φωσφόρου (%) στα φύλλα. Μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα (στην ίδια ημερομηνία μετρήσεως) δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$.

Οι λιπαντικές μεταχειρίσεις δεν επηρεάζουν σημαντικά τη συγκέντρωση του Κ στα φύλλα, οι οποίες κυμάνθηκαν σε 6,96-8,14% (104^η ημέρα μετά τη φύτευση), 6,13-8,04% (139^η ημέρα μετά τη φύτευση) και 5,86-7,07% (159^η ημέρα μετά τη φύτευση), και δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τη λιπαντική αγωγή στις τρεις ημερομηνίες που ελήφθησαν μετρήσεις.

Η μεγαλύτερη συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στους κονδύλους είναι δείκτης «ωρίμανσης» και σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό (Burton, 1989) σαν αποτέλεσμα της χρήσης λιπαντικών σκευασμάτων με σταθεροποιημένη και περικαλυμμένη μορφή του ολικού αζώτου (D2) και αποτελεί μια αρκετά σημαντική ένδειξη ότι η χρήση των συγκεκριμένων σκευασμάτων ενδείκνυται για την παραγωγή καλής ποιότητας κονδύλων σε πρώιμες ανοιξιάτικες καλλιέργειες. Σε ότι αφορά τη συνολική απόδοση, ακόμα και σε λιπαντικές αγωγές με μικρότερες ποσότητες λιπαντικών στοιχείων (D2) απ' ότι στην παραδοσιακή λιπαντική αγωγή, επιτυγχάνονται τα ίδια αποτελέσματα.

Συμπερασματικά, πρέπει να επισημανθεί ότι, λαμβάνοντας υπ' όψιν και το κόστος παραγωγής, η λιπαντική αγωγή που συνδυάζει μικρότερες ποσότητες λιπασμάτων κατά τη βασική λίπανση και την εφαρμογή επιφανειακής λίπανσης στο σκάλισμα (D1), καλύπτει τις ανάγκες των φυτών σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία και οδηγεί σε υψηλές αποδόσεις (συνολική και εμπορεύσιμη παραγωγή).

Βιβλιογραφία

- Burton, W.G. 1989. The Potato. Longman Scientific & Technical, Essex, England.
- Errebhi, M., Rosen, C.J., Gupta, S.C. and Birong, D.E. 1998. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. *Agron. J.* 90: 10-15.
- Harris, P.M. 1992. Mineral nutrition. In: Harris, P.M. (ed.), *The Potato Crop: the scientific basis for improvement* (2nd edition). Chapman & Hall, p. 162-213.
- Πιάσσαμ, Χ., Ακουμιανάκης, Κ. και Αλεξόπουλος, Α. 2011. Η τεχνική της καλλιέργειας (φύτευση, άρδευση, λίπανση κλπ.). *Γεωργία και Κτηνοτροφία 6* (Ειδικό Αφιέρωμα): 22-35.
- Westermann, D.T., Kleinkopf, G.E. and Porter, L.K. 1988. Nitrogen fertilizer efficiencies in potatoes. *Amer. Potato J.* 65:377-386.

ΑΝΘΟΚΟΜΙΑ – ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΠΙΟΥ
Α΄ ΜΕΡΟΣ ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΓΗΡΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΘΕΩΝ ΤΗΣ ΓΑΡΔΕΝΙΑΣ ΜΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΛΛΗΛΟΥΧΗΣΗΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ - RNA seq.

Γ. Τσανάκας^{1,2}, Μ. Μανιουδάκη², Π. Καλαϊτζής² και Α. Οικονόμου¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Ανθοκομίας, Πανεπιστημιούπολη, 54124 Θεσσαλονίκη

²Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων, Τμήμα Γενετικής Οπωροκηπευτικών και Βιοτεχνολογίας, Εργαστήριο Μοριακής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας, Αλσύλλιο Αγροκηπίου, 73100 Χανιά

Περίληψη

Η γαρδένια είναι από τα σημαντικότερα καλλωπιστικά φυτά και έχει μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον για την Ελληνική Ανθοκομία. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η γήρανση των ανθέων της, κάνοντας χρήση της τεχνολογίας αλληλούχησης μεγάλης κλίμακας - RNA seq., στα τέσσερα στάδια ανάπτυξης του άνθους: α) ανθοφόρος οφθαλμός έτοιμος να ανοίξει β) άνθος που έχει μόλις ανοίξει γ) πλήρως ανοιγμένο άνθος και δ) άνθος υπερώριμο. Συγκομίστηκαν άνθη από όλα τα παραπάνω στάδια, απομονώθηκε ολικό RNA από τα πέταλά τους και στη συνέχεια αλληλουχήθηκε με την πλατφόρμα Illumina HiSeq™ 2000, ενώ πραγματοποιήθηκε βιοπληροφορική ανάλυση των δεδομένων που ελήφθησαν. Τα unigenes που βρέθηκαν επισημειώθηκαν ως προς τη λειτουργία τους και βρέθηκαν εκείνα τα μεταγραφήματα που η έκφρασή τους διέφερε στατιστικώς σημαντικά κατά τις διαδοχικές συγκρίσεις ανά δύο στάδια. Επίσης, έμφαση δόθηκε στους μεταγραφικούς παράγοντες και πώς αυτοί μεταβάλλονται κατά την εξέλιξη του φαινομένου, ώστε να μελετηθεί η γήρανση των ανθέων της γαρδένιας.

Λέξεις κλειδιά: βιοπληροφορική, μεταγράφημα, Illumina, RNA sequencing, unigenes

Εισαγωγή

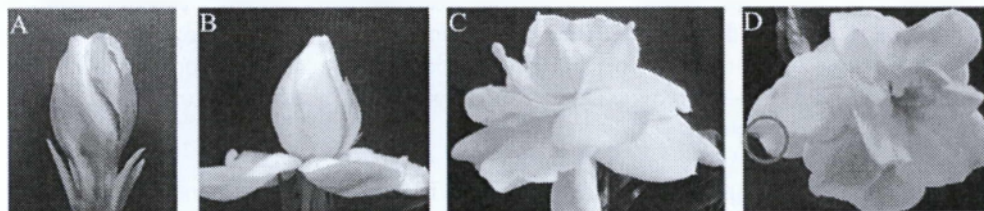
Η γαρδένια, ένα από τα σημαντικότερα ανθοκομικά φυτά της Ελλάδας, καλλιεργείται κυρίως στην περιοχή του Νομού Μαγνησίας από τον Συνεταιρισμό Παραγωγών Γαρδένιας και αποτελεί εξαγωγίμο προϊόν προς την Ευρωπαϊκή Ένωση και άλλες χώρες. Διακινείται ως ανθοφόρο φυτό γλάστρας, ενώ κάποιες φορές συναντώνται ανθικά στελέχη της γαρδένιας και σε ανθοδέσμες. Αποτελεί ένα από εκείνα τα αγροτικά προϊόντα υψηλής ποιότητας, το οποίο παραμένει ενεργό στην εγχώρια αγορά και το οποίο έχει εξαιρετική εξαγωγική δραστηριότητα και πολλές προοπτικές. Τον τελευταίο καιρό υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για τη γαρδένια γιατί παρουσιάζει και φαρμακευτική αξία λόγω του ιριδοειδούς γλυκοζιδίου geniposide που περιέχει και το οποίο μπορεί να μετασχηματιστεί στην ουσία genipin που σχετίζεται με αντιφλεγμονώδεις και αντι-αγγειογενετικές δράσεις (Qi κ.ά., 2012). Το γένωμα της γαρδένιας μέχρι και σήμερα δεν έχει χαρτογραφηθεί, ενώ η έρευνα που έχει γίνει σε μοριακό επίπεδο αφορά στον διαχωρισμό των ειδών για λόγους συστηματικής κατάταξης ή μελέτης της φυτογεωγραφίας αυτοφυών και εμπορικών πληθυσμών (Han κ.ά., 2006, Han κ.ά., 2007a, Han κ.ά., 2007b, Criley κ.ά., 2008, Lei κ.ά., 2009).

Τα άνθη της γαρδένιας δεν παράγουν σημαντικές ποσότητες αιθυλενίου, οπότε η γαρδένια θεωρείται μη κλιμακτηρικό είδος. Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που παρουσιάζουν τα άνθη της είναι το ότι είναι εφήμερα και η διάρκεια ζωής τους είναι περίπου τέσσερις ημέρες. Για τον λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε μελέτη μεγάλης κλίμακας σε επίπεδο μεταγραφήματος (Illumina HiSeq™ 2000), με σκοπό τη

διερεύνηση του μοριακού μηχανισμού της γήρανσης των πετάλων του άνθους κατά τη διάρκεια της ζωής του.

Υλικά και Μέθοδοι

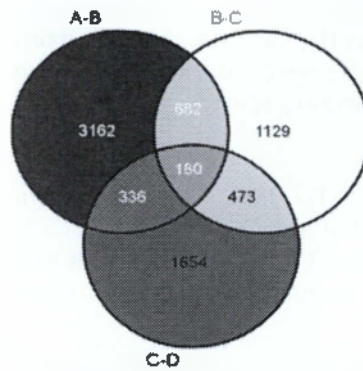
Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν συνολικά τριανταπέντε φυτά γαρδένιας, με 5–10 άνθη το καθένα. Όλα τα φυτά παράχθηκαν από ένα μητρικό φυτό, στο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Ανθοκομίας του ΑΠΘ και καλλιεργήθηκαν σύμφωνα με τις ενδεδειγμένες καλλιεργητικές τεχνικές μέχρι να ανθίσουν. Η έρευνα της γήρανσης πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Μοριακής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας του ΜΑΙΧ. Διακρίθηκαν τα εξής τέσσερα στάδια ανάπτυξης του άνθους της γαρδένιας: α) ανθοφόρος οφθαλμός έτοιμος να ανοίξει β) άνθος που μόλις έχει ανοίξει γ) πλήρως ανοιγμένο άνθος και δ) άνθος υπερώριμο (Εικόνα 1). Από τα παραπάνω στάδια συγκομίστηκαν άνθη και απομονώθηκε ολικό RNA από τα πέταλά τους, σύμφωνα με το πρωτόκολλο των Bachem και Oomen (1998), και στη συνέχεια έγινε αλληλούχηση του μεταγραφώματος με την πλατφόρμα Illumina HiSeq™ 2000 (BGI - Hong Kong). Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε βιοπληροφορική ανάλυση των δεδομένων που ελήφθησαν και έγινε επισημείωση των *unigenes* που βρέθηκαν. Τέλος, βρέθηκαν εκείνα τα μεταγραφώματα που η έκφρασή τους διέφερε στατιστικώς σημαντικά κατά τις συγκρίσεις ανά δύο στάδια και δόθηκε έμφαση στους παράγοντες μεταγραφής που σχετίζονται με τη γήρανση.



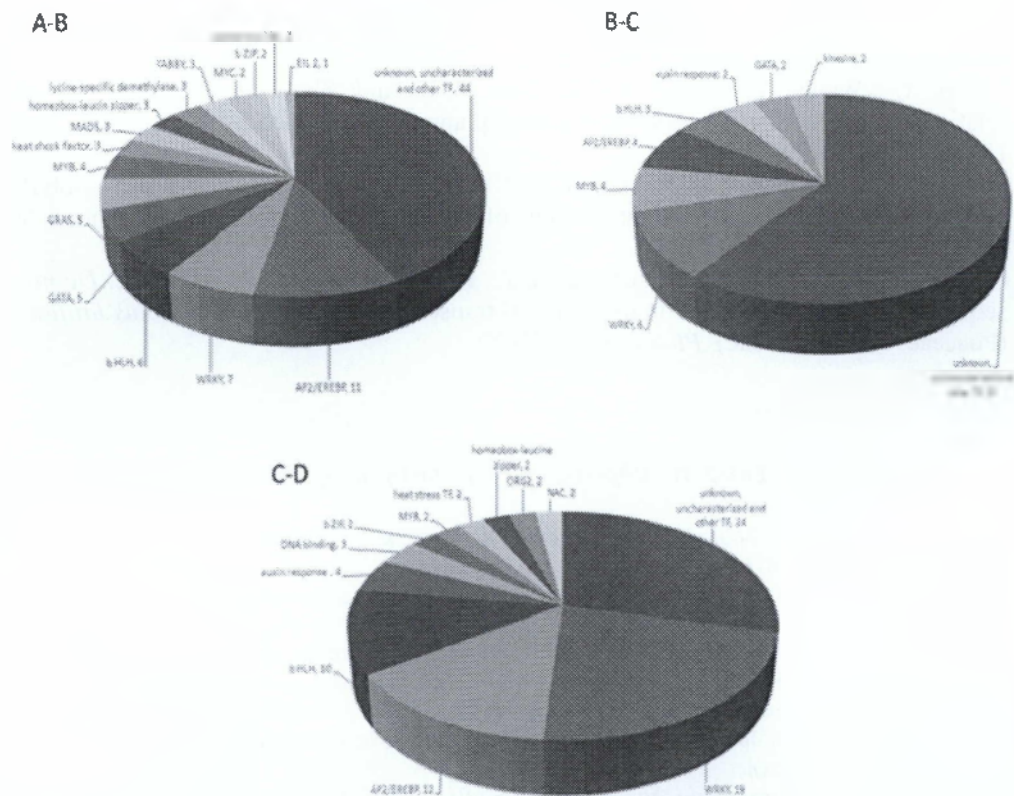
Εικόνα 1. Τα τέσσερα στάδια ανάπτυξης των πετάλων του άνθους της γαρδένιας. Σε κύκλο (D) συμπτώματα γήρανσης.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Από την αλληλούχηση του μεταγραφώματος και ύστερα από τη βιοπληροφορική ανάλυση προέκυψαν 102.263 contigs, τα οποία σχημάτισαν συνολικά 57.503 *unigenes*. Κάθε στάδιο συγκρίθηκε με το διαδοχικό του και βρέθηκε ένας μεγάλος αριθμός *unigenes* των οποίων η έκφραση διέφερε σημαντικά καθώς εξελισσόταν η γήρανση. Από όλες τις διαδοχικές συγκρίσεις προέκυψαν συνολικά 180 κοινά *unigenes* που διέφεραν στην έκφρασή τους (Σχήμα 1). Στο Σχήμα 2 φαίνονται τα *unigenes* που ανήκουν σε μεταγραφικούς παράγοντες και των οποίων η έκφραση μεταβάλλεται σημαντικά, για τις αντίστοιχες διαδοχικές συγκρίσεις των σταδίων (A-B, B-C, C-D). Ειδικότερα, βρέθηκε πως όταν ο ανθοφόρος οφθαλμός ανοίγει (σύγκριση σταδίων A-B), 107 *unigenes* που ανήκουν σε μεταγραφικούς παράγοντες μεταβάλλουν σημαντικά την έκφρασή τους. Καθώς το μόλις ανοιγμένο άνθος εκπτύσσεται πλήρως (σύγκριση σταδίων B-C), τότε 58 *unigenes* που ανήκουν σε μεταγραφικούς παράγοντες μεταβάλλουν σημαντικά την έκφρασή τους. Τέλος, καθώς το πλήρως ανοιγμένο άνθος εμφανίζει τα πρώτα ορατά συμπτώματα της γήρανσης 81 *unigenes* που ανήκουν σε μεταγραφικούς παράγοντες μεταβάλλουν σημαντικά την έκφρασή τους. Παρόμοια αποτελέσματα βρήκαν και οι Zhang κ.ά. (2012) στο καλάμι μπαμπού.



Σχήμα 1. Διάγραμμα Venn όπου φαίνονται τα unique των οποίων η έκφρασή τους διέφερε σημαντικά καθώς εξελισσόταν η ανάπτυξη του άνθους και κατ' επέκταση η γήρανση των πετάλων (συγκρίσεις ανά ζεύγη: A-B, B-C, C-D).



Σχήμα 2. Οι παράγοντες μεταγραφής των οποίων η έκφρασή τους διέφερε σημαντικά κατά τις διαδοχικές συγκρίσεις των σταδίων (συγκρίσεις A-B, B-C, C-D).

Συμπεράσματα

Κατά τη διάρκεια της γήρανσης των πετάλων του άνθους της γαρδένιας, πραγματοποιείται μια σημαντική μεταβολή στα επίπεδα έκφρασης των γονιδίων που

σχετίζονται με μεταγραφικούς παράγοντες, γεγονός το οποίο αντιπροσωπεύει την πολυπλοκότητα του φαινομένου. Περισσότερη έρευνα απαιτείται για να βρεθούν συγκεκριμένοι μεταγραφικοί παράγοντες που σχετίζονται με τη γήρανση και να μελετηθεί η συμπεριφορά ενός εκάστου χωριστά.

Βιβλιογραφία

Bachem, C.W.B. and Oomen, R.J.F.J. 1998. Transcript imaging with cDNA-AFLP: a step-by-step protocol. *Plant Mol. Biol. Repor.* 16: 157–173.

Criley, R.A., Roh, M.S., Kikuchi, M. and Manahardt, R.M. 2008. A comparison of *Gardenia augusta* cultivars using isozymes and RAPD markers. *Acta Hort.* 766: 461-468.

Han, J., Chen, S., Zhang, W. and Wang, Y. 2006. Molecular ecology of *Gardenia jasminoides* authenticity. *Chin. J. Appl. Ecol.* 17: 2385-2388.

Han, J., Zhang, W., Cao H., Chen, S. and Wang, Y. 2007a. Genetic diversity and biogeography of the traditional chinese medicine, *Gardenia jasminoides*, based on AFLP markers. *Bioch. System. Ecol.* 35: 138–145.

Han, J.-P., Chen, S.-L., Zhang, W.-S., Wang, Y.-Y. and Li, X.-Y. 2007b. Study on genetic diversity and differentiation of *Gardenia jasminoides* Ellis using RAPD markers. *Chin. Pharm. J.* 42: 1774-1778.

Lei, L., Wang, Y., Zhao, A.-M., Zhu, P.-L. and Zhou, S.-L. 2009. Genetic relationship of *Gardenia jasminoides* among plantations revealed by ISSR. *Chin. Trad. Herbal Drugs* 40: 117-120.

Qi, P.X., Nuñez, A. and Wickham, E.D. 2012. Reactions between β -lactoglobulin and genipin: kinetics and characterization of the products. *J. Agric. Food Chem.* 60: 4327-4335.

Zhang, X.-M., Zhao, L., Larson-Rabin, Z., Li, D.-Z. and Guo, Z.-H. 2012. *De novo* sequencing and characterization of the floral transcriptome of *Dendrocalamus latiflorus* (Poaceae: Bambusoideae). *PLoS One* 7: e42082.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Γ. Τσανάκα

Παπαφωτίου (προεδρεύουσα): Πολύ ωραία δουλειά κ. Τσανάκα. Ευχαριστούμε. Έχετε ερωτήσεις; Υπάρχει χρόνος.

Παπαφωτίου: Να ρωτήσω εγώ κάτι, όχι τόσο σε σχέση με την εργασία. Υπάρχουν διαπιστωμένες ποικιλίες γαρδένιας;

Τσανάκας: Εξαιρετική η ερώτησή σας. Αυτό είναι το πρώτο από τα προβλήματα που είχαμε να αντιμετωπίσουμε, όσον αφορά τη γαρδένια, γιατί δεν υπάρχει, γιατί η ελληνική γαρδένια δεν έχει, δεν είχε μάλλον χαρακτηριστεί μοριακά μέχρι πρότινος. Το πρώτο πράγμα που κάναμε πριν ξεκινήσουμε με αυτή τη δουλειά, ήταν να χαρακτηρίσουμε εμείς, σαν εργαστήριο ανθοκομίας μαζί με το εργαστήριο γενετικής.

Υπάρχει ένα poster στο οποίο δίνονται τα αποτελέσματα, μπορείτε να το δείτε αύριο στην συνεδρία της ανθοκομίας, στο οποίο δίνονται τα αποτελέσματα, αυτού του ελέγχου, έγινε ένας έλεγχος, όσον αφορά τη γενετική παραλλακτικότητα της ελληνικής γαρδένιας και αυτό στο οποίο καταλήξαμε σαν συμπέρασμα είναι ότι σε ένα πάρα πολύ υψηλό ποσοστό ενενήντα τοις εκατό (90%) ίσως και περισσότερο, η γαρδένια η ελληνική αποτελεί έναν κλώνο, αποκλειστικά και μόνο έναν κλώνο, έχει δημοσιευτεί μάλιστα η εργασία μας αυτή πριν από μερικές μέρες στο *Scientia Horticulturae* στο οποίο αποδεικνύουμε ότι η ελληνική γαρδένια, επειδή πολλαπλασιάζεται με μοσχεύματα, στα φυτώρια αποτελεί έναν κλώνο τον οποίο εμείς ονομάζουμε ελληνική γαρδένια ή γαρδένια Πηλίου.

Και αυτός ο κλώνος είναι ουσιαστικά πάνω σε αυτόν βασίζονται τα αποτελέσματα στα οποία έχουμε κάνει την αλληλούχιση κι εμείς.

Παπαφωτίου: Μάλιστα. Και κάτι άλλο ήθελα να πω. Τέσσερις ημέρες διάρκειας ζωής του άνθους. Είναι από την ημέρα που θα ανοίξει;

Τσανάκας: Τέσσερις ημέρες ζωής. Μετρήσαμε σαν ημέρα ένα (1) το μπουμπούκι και ως ημέρα τέσσερα (4) ορίσαμε την ημέρα που βλέπαμε να έχει κιτρινίσει, να έχει εμφανιστεί η πρώτη καφέ κηλίδα. Η πρώτη κηλίδα. Το κάναμε πολλές φορές, το είδαμε μέσα στο εργαστήριο πολλές φορές. Κάποια άνθη κρατούσαν λιγότερο. Δεν θέλω να σας πω πως ψέματα. Κάποια κρατούσαν τρεις (3) ημέρες, κάποια και πέντε (5). Αλλά ένα πολύ υψηλό ποσοστό σχεδόν ενενήντα (90%) – ενενήντα πέντε (95 %) στις τέσσερις (4) ημέρες βλέπαμε ότι ήταν αυτή η εξέλιξη της άνθισης που πραγματικά είχαμε.

Είναι γνωστό ότι κρατάει λίγο και εμείς ουσιαστικά αυτό δείξαμε.

Παπαφωτίου. Η κα Τασούλα.

Τασούλα: Πάρα πολύ ωραία εργασία. Συγχαρητήρια. Εγώ, επειδή μου έκανε πολύ μεγάλη εντύπωση και θα ήθελα να σας ρωτήσω, αυτό που θα ήθελα να ρωτήσω και αν αυτό δίνει ελπίδα στους φυτωριόχους, στους παραγωγούς των ανθέων να πούμε πρακτικά πως μεταφράζεται όλη αυτή η εργασία, αν δηλαδή δίνει ελπίδα να μπορέσουν να μεγαλώσουν το διάστημα που μπορεί να κρατηθεί ένα άνθος έτσι σε καλή κατάσταση.

Τσανάκας: Ουσιαστικά, αυτό που παρουσίασα αυτή τη στιγμή και μάλιστα μέσα σε διάστημα δέκα λεπτών, αποτελεί ένα πολύ μικρό κομμάτι της δουλειάς που έγινε στο Μεσογειακό Αγροτικό Ινστιτούτο Χανίων. Ουσιαστικά κάτι έχουμε βρει. Έχουμε βρει το πώς συμπεριφέρονται μία σειρά από μεταγραφικούς παράγοντες και ουσιαστικά έχουμε δει, τώρα εγώ έδειξα μόνο το WRXY γιατί δεν μπορούσαμε να τα δείξουμε όλα ασφαλώς. Έχουμε βρει διάφορους μεταγραφικούς παράγοντες, για το πώς μεταβάλλεται ο αριθμός τους, καθώς εξελίσσεται η γήρανση και ουσιαστικά, είναι πολύ πιθανό, χρειάζεται πολύ περισσότερη δουλειά φυσικά για να μπορέσουμε να πούμε κάτι τέτοιο, αλλά ευσεβής πόθος είναι να μπορέσουμε να πούμε ότι ψεκάζοντας με την άλφα ουσία, στο τάδε στάδιο, να μπορούμε να πούμε ότι επιμηκύνουμε το χρόνο ζωής των ανθέων κατά κάποιες ημέρες.

Ναι, υπάρχει αυτό σαν σκέψη και μάλιστα το έχουμε βάλει μέσα στην εργασία για την οποία έχουμε υποβάλει προς κρίση, οπότε και περιμένουμε να δούμε τι αποτελέσματα θα πάρουμε.

Σύνεδρος: (Δεν ακούγεται ο ομιλητής, είναι εκτός μικροφώνου).

Μανιουδάκη. Απαντώντας λίγο στην ερώτησή σας, οι μεταγραφικοί παράγοντες λοιπόν είναι, αν θέλουμε να δούμε το μονοπάτι μιας διαδικασίας, βρίσκονται λίγο ψηλά στο μονοπάτι, διότι είναι αυτοί που επηρεάζουν και καταλύουν μια διαδικασία φυσιολογική θα μπορούσαμε να πούμε. Οπότε, γνωρίζοντας το μεταγραφικό παράγοντα που ελέγχει το μονοπάτι που ακολουθεί, μπορούμε και είμαστε σε θέση να τον επηρεάσουμε, άρα να επηρεάσουμε και το μονοπάτι. Γι' αυτό και έχουμε τους μεταγραφικούς παράγοντες, ώστε να είναι ψηλά στην όλη διαδικασία και όχι οι τελικοί αποδέκτες αυτού του φαινομένου. Αυτό νομίζω ότι ήταν κάτι σημαντικό σε αυτή τη μελέτη πέρα από τη χαρτογράφηση φυσικά και του γονιδιώματος της γαρδένιας.

Οικονόμου: Θα είναι, ναι. Να κρατούν τέσσερις (4) ημέρες μόνο τα άνθη της γαρδένιας. Το ευτύχημα όμως είναι ότι δεν ανοίγουν όλα τα άνθη συγχρόνως. Όταν πήρα τη γαρδένια την πήρα με δώδεκα (12) έως δεκαοχτώ (18) περίπου ανθοφόρους οφθαλμούς, ανοιγμένους πλήρως δύο (2), πολύ σπάνια τρεις (3). Οι υπόλοιποι ανθοφόροι οφθαλμοί ανοίγουν σταδιακά. Επομένως η γαρδένια φαίνεται ότι είναι ανθισμένη, για περίπου ένα μήνα έως ενάμισι μήνα. Οπότε στην ερώτηση που τέθηκε προηγουμένως μπορεί ο χρόνος να αυξηθεί ή τουλάχιστον περισσότερα άνθη ταυτόχρονα να είναι ανοιγμένα και να διαρκούν περισσότερες ημέρες.

Παπαφωτίου: Άλλωστε είναι τόσο ωραίο άνθος και το άρωμά του είναι μοναδικό, που λιγότερο από μήνα να κράταγε πραγματικά πολύ ιδιαίτερο θα ήταν και πάλι. Λοιπόν ευχαριστώ πολύ. Ευχαριστώ κ. Τσανάκα.

Ο ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΩΣ ΜΕΣΟΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΦΥΤΩΝ *Salvia officinalis* ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΨΕΚΑΣΜΟ ΜΕ ΑΛΑΤΟΥΧΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΟ ΜΕ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ ΝΕΡΟ.

Ο. Νάστα¹, Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου¹, Γ. Λιακόπουλος² και Α. Ε. Νικολοπούλου²

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

²Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Μορφολογίας και Φυσιολογίας Φυτών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Διερευνήθηκε μέσω της φθορισιομετρίας η απόκριση φυτών *Salvia officinalis* στην καταπόνηση μετά από ψεκασμό του φυλλώματός τους με διάλυμα υψηλής αλατότητας, προκειμένου να αξιολογηθεί το είδος για χρήσεις σε παραθαλάσσια περιβάλλοντα. Σε νεαρά φυτά *S. officinalis* εφαρμόστηκαν ψεκασμοί στο φύλλωμά τους με δύο διαλύματα υψηλής αλατότητας προσομοιωμένα στο θαλασσινό νερό, Α: 410 mM NaCl και Β: 410 mM NaCl+420 μM H₃BO₃ σε δύο συχνότητες εφαρμογής 1 και 2 φορές την εβδομάδα. Η αξιολόγηση της απόκρισης των φυτών στην καταπόνηση έγινε μέσω παραμέτρων *in vivo* φθορισμού της χλωροφύλλης του φωτοσυστήματος II (PSII) δηλαδή των : Φ_{PSIIo} (θεμελιώδης φωτοχημική απόδοση του PSII), Φ_{PSII} (λειτουργική φωτοχημική απόδοση του PSII), ETR (φαινόμενος ρυθμός φωτοχημικής ροής ηλεκτρονίων) και του NPQ (ρυθμός μη φωτοχημικής απόσβεσης της ενέργειας του PSII). Οι επεμβάσεις NaCl και στις δύο συχνότητες εφαρμογής έδωσαν τις χαμηλότερες τιμές (έως και 50%) των αραμέτρων Φ_{PSII}, ETR και τις υψηλότερες τιμές της παραμέτρου NPQ σε σχέση τις άλλες επεμβάσεις υποδηλώνοντας τη μεγαλύτερη καταπόνηση των φυτών. Οι χειρισμοί NaCl+H₃BO₃ και στις δύο συχνότητες εφαρμογής κυμάνθηκαν σε ενδιάμεσα επίπεδα σε σχέση με τους μάρτυρες και τους χειρισμούς NaCl. Οι μακροσκοπικές παρατηρήσεις φέρονται σε αντιστοιχία με τις τιμές των φυσιολογικών παραμέτρων με εμφάνιση χλωρώσεων και περιφερειακής συστροφής και ξήρανσης των φύλλων εντονότερες στα φυτά που δέχθηκαν χειρισμό NaCl 2φ./εβδ. Συνεπώς, η *Salvia officinallis* είναι ευαίσθητο είδος στην αλατότητα στην υψηλή συγκέντρωση εφαρμογής, ενώ η προσθήκη H₃BO₃ στο διάλυμα NaCl συμβάλλει στην άμβλυνση των συμπτωμάτων καταπόνησης των φυτών από την αλατότητα.

Λέξεις κλειδιά: αλληλεπίδραση, φυσιολογικές παράμετροι, βορικό οξύ, αρωματικά φυτά, αλατότητα.

Εισαγωγή

Η αλατότητα αποτελεί παράγοντα επιβάρυνσης των εδαφών με σημαντικές επιδράσεις στην ανάπτυξη των φυτών. Το πρόβλημα εμφανίζεται εντονότερο σε παραθαλάσσια περιβάλλοντα στα οποία δυσχεραίνεται η επιλογή κατάλληλου φυτικού υλικού για ανάπλαση, προβολή και αξιοποίηση παραθαλάσσιων περιοχών με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Πολλές μελέτες έχουν γίνει αναφορικά με την ανάπτυξη διαφόρων ειδών σε σχέση με την αλατότητα στο έδαφος (Bastías et al., 2005; Tripler et al., 2007; Banon et al., 2012). Λίγες ωστόσο είναι οι αναφορές όσον αφορά στην επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών λόγω μεταφοράς σταγονιδίων αλατούχου διαλύματος στο υπέργειο μέρος αυτών (Tjia & Rose, 1987). Ως προς την επιλογή του

φυτικού υλικού, δίνεται έμφαση στην επιλογή ιθαγενών ειδών για διατήρηση του χαρακτήρα του τοπίου. Η *Salvia officinallis* είναι ένα αρωματικό φυτό, ιθαγενές της Ελλάδας, με φαρμακευτικές ιδιότητες και ιδιαίτερα καλλωπιστικά χαρακτηριστικά, ενώ χρησιμοποιείται στη φαρμακευτική και αρωματοποιία.

Ο φθορισμός της χλωροφύλλης αποτελεί μια απλή, σύντομη και αξιόπιστη μέθοδο αποτύπωσης της φυσιολογικής κατάστασης των φυτικών ειδών σε διάφορα αντίξοα περιβάλλοντα. Μέσω της *in vivo* φθορισμομετρίας της χλωροφύλλης αντλούμε πληροφορίες για το βαθμό καταπόνησης ενός φυτικού οργανισμού και την ύπαρξη συσσωρευμένων βλαβών εξαιτίας δυσμενών παραγόντων του περιβάλλοντος (Ποδαροπούλου, 2011).

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση της απόκρισης της *S.officinallis* στην αλατότητα, λόγω ψεκασμού του φυλλώματός της με δύο διαλύματα υψηλής αλατότητας διαφορετικής σύστασης, προσομοιωμένα με το θαλασσινό νερό, στο ένα εκ των οποίων συμμετέχει το βορικό οξύ (H_3BO_3) που αποτελεί συστατικό του θαλασσινού νερού και το οποίο σε ανάλογες μελέτες δεν συμπεριλαμβάνεται. Απώτερος στόχος είναι η αξιολόγηση του είδους και η αξιοποίησή του σε φυτεύσεις στο σχεδιασμό χώρων σε παραθαλάσσια περιβάλλοντα.

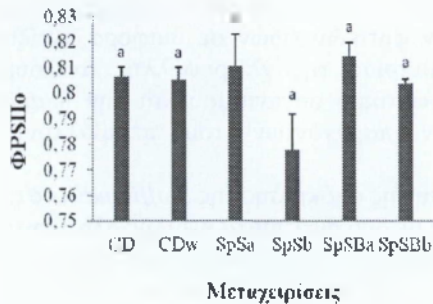
Υλικά και Μέθοδοι

Έρριζα μοσχεύματα *S. officinallis* μεταφυτεύθηκαν σε ατομικά δοχεία 4 l με υπόστρωμα τύρφη/περλίτη (1:1 v/v) το Μάρτιο του 2012 και αναπτύχθηκαν στο ανθοκομείο του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Πραγματοποιήθηκε τυχαίοποιημένο πείραμα με έξι επεμβάσεις και πέντε επαναλήψεις ανά επέμβαση και χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 30 φυτά (6x5) Επεμβάσεις ψεκασμού του φυλλώματος έγιναν σε εγκατεστημένα φυτά, με δύο διαλύματα υψηλής αλατότητας (προσομοιωμένα στο θαλασσινό νερό) διαφορετικής σύνθεσης: Α: 410 mM NaCl και Β:410 mM NaCl+420 μ M H_3BO_3 . Κάθε διάλυμα εφαρμόστηκε σε δύο συχνότητες 1 και 2 φ/εβ, μεταχειρίσεις SpSa και SpSb αντίστοιχα για το διάλυμα Α και SpSBa και SpSBb για το διάλυμα Β. Η σύγκριση έγινε με μάρτυρες που δέχθηκαν ψεκασμό με απιονισμένο H_2O (CDw) 2 φ/εβ. και μάρτυρες χωρίς ψεκασμό (CD). Η μέτρηση των παραμέτρων του φθορισμού της χλωροφύλλης έγινε με τη χρήση φορητού οργάνου μέτρησης MINI PAM Photosynthesis Yield Analyzer (Heinz Walz GmbH, Effeltrich, Germany) τις πρώτες πρωινές ώρες της ημέρας. Μέσω της συσκευής με χρήση ακτινικού φωτός, διαφόρων εντάσεων ελήφθησαν μετρήσεις φθορισμού της χλωροφύλλης, και αποτυπώθηκαν μέσω καμπύλων απόκρισης στις διάφορες εντάσεις της προσπίπτουσας ακτινοβολίας οι φωτοχημικοί παράμετροι της *in vivo* φθορισμού της χλωροφύλλης του φωτοσυστήματος II (PSII): Φ_{PSII_0} (θεμελιώδης φωτοχημική απόδοση του PSII), Φ_{PSII} (λειτουργική φωτοχημική απόδοση του PSII), ETR (φαινόμενος ρυθμός φωτοχημικής ροής ηλεκτρονίων) και του NPQ (ρυθμός μη φωτοχημικής απόσβεσης της ενέργειας του PSII). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε πλήρως ανεπτυγμένα φύλλα, πριν την έναρξη των ψεκασμών (αρχικές) και τέλος Ιουλίου (δυσμενής περιόδος ανάπτυξης)

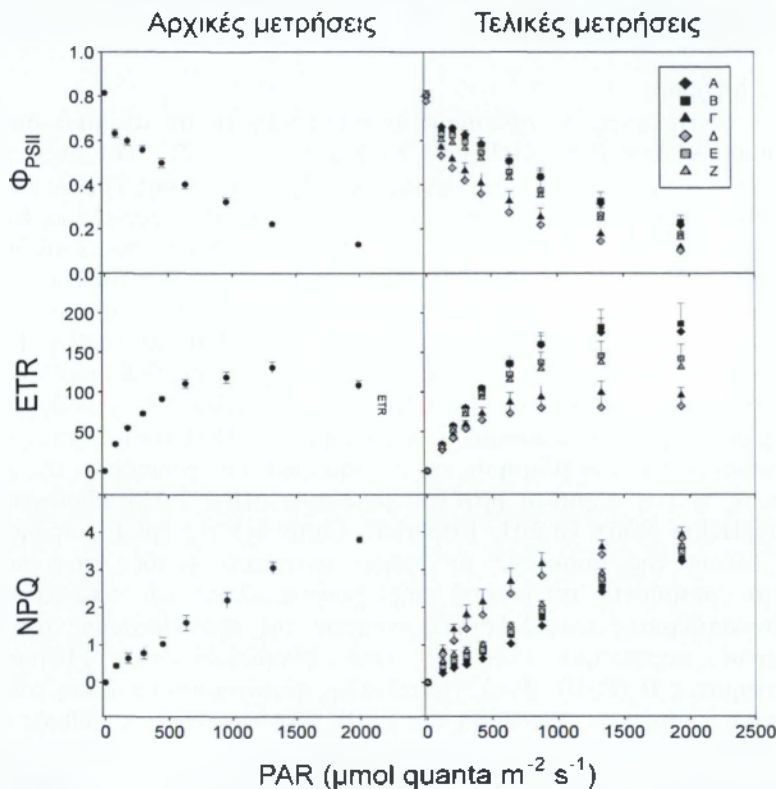
Αποτελέσματα και Συζήτηση

Οι τιμές των παραμέτρων *in vivo* φθορισμού της χλωροφύλλης όπως αυτές αποτυπώθηκαν μέσω καμπύλων φωτός πριν την έναρξη των εφαρμογών (Σχ. 2), υποδεικνύουν την καλή φυσιολογική κατάσταση των φυτών πριν την έναρξη των εφαρμογών. Η Φ_{PSII_0} ήταν σε κανονικά επίπεδα $0,81 \pm 0,014$, ενώ οι τιμές της Φ_{PSII} και του ETR, ακολούθησαν κανονική καμπύλη απόκρισης, υποδηλώνοντας τη διενέργεια φωτοχημικών αντιδράσεων του PSII σε ικανοποιητικό βαθμό (Σχ. 2). Ο συντελεστής

NPQ αποδίδει επίσης μια φυσιολογική καμπύλη απόκρισης της παραμέτρου με τιμές ενός τυπικού φυτού στις υψηλές εντάσεις ακτινοβολίας (Maxwell & Johnson, 2000).



Σχήμα 1. Τιμές Φ_{PSIIo} στη *Salvia officinalis* στις διάφορες μεταχειρίσεις τη δυσμενή περίοδο ανάπτυξης n=5±SE CD: μάρτυρας CDw: μάρτυρας με ψεκασμό H₂O SpSa: NaCl 1φ/εβδ. SpSb: NaCl 2φ/εβδ. SpSBa: NaCl+H₃BO₃ 1φ/εβδ. SpSBb: NaCl+H₃BO₃ 2φ/εβδ.



Σχήμα 2. Συσχέτιση μεταξύ του Φ_{PSII}, ETR, NPQ και της έντασης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας (PAR) σε φυτά *Salvia officinalis* στις διάφορες μεταχειρίσεις. Αρχικές μετρήσεις (αριστερά), τελικές μετρήσεις τη δυσμενή περίοδο ανάπτυξης (δεξιά) n=5±SE A: μάρτυρας, B:

Τη δυσμενή περίοδο ανάπτυξης οι τιμές της παραμέτρου Φ_{PSIIo}, κυμάνθηκαν σε σχετικά υψηλά επίπεδα, χωρίς σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μεταχειρίσεων, υποδηλώνοντας την απουσία σοβαρών, μη αναστρέψιμων βλαβών στα φυτά, με τη χαμηλότερη τιμή να σημειώνεται στη επέμβαση SpSb, υποδηλώνοντας τη μεγαλύτερη καταπόνηση των φυτών στη μεταχείριση αυτή (Σχ. 1). Επίσης στις μεταχειρίσεις

απουσία H_3BO_3 (SpSa και SpSb), η καταπόνηση των φυτών ήταν εμφανής στη Φ_{PSII} , σημειώνοντας τις χαμηλότερες τιμές της παραμέτρου (έως και 50%) σε σχέση με τους μάρτυρες (Σχ. 2). Αντίστοιχα και η παράμετρος ETR διατήρησε τις χαμηλότερες τιμές (έως και 50%) σε σχέση με το μάρτυρα CD υποδηλώνοντας την περιορισμένη δυνατότητα αξιοποίησης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και συνεπώς την καχεκτική ανάπτυξη των φυτών στους αντίστοιχους χειρισμούς. Η παράμετρος NPQ σε αντιστοιχία με τις παραμέτρους Φ_{PSII} και ETR, για τους ίδιους χειρισμούς, κυμάνθηκε σε υψηλές τιμές σε σχέση με τους μάρτυρες υποδηλώνοντας υψηλότερο ποσοστό πλεονάζουσας ενέργειας διέγερσης στα φωτοσυστήματα I και II (Σχ. 2). Στις μεταχειρίσεις παρουσία H_3BO_3 και στις δύο συχνότητες εφαρμογής (SpSbA και SpSbB) οι φυσιολογικοί παράμετροι κυμάνθηκαν σε ενδιάμεσα επίπεδα σε σχέση με τους μάρτυρες και τους χειρισμούς με NaCl αμβλύνοντας τις δυσμενείς επιπτώσεις της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών (Σχ. 2). Σε ανάλογα αποτελέσματα κατέληξαν οι Bastias et al., (2005) μελετώντας το *Zea mays L. amylacea* με το βόριο να μετριάξει τις δυσμενείς επιπτώσεις της αλατότητας στους ιστούς του φυτού. Οι Banón et al., (2012a, b) επίσης διαπίστωσαν την ανταγωνιστική δράση του NaCl και βορίου, στο *V. Tinus* και *Pelargonium x hortorum* L.H. Bailey.

Οι τιμές των φυσιολογικών δεικτών φέρονται σε αντιστοιχία με μακροσκοπικές παρατηρήσεις, την ίδια περίοδο, κατά την οποία φυτά υπό την επίδραση διαλύματος NaCl (SpSa και SpSb) εμφάνισαν εντονότερα συμπτώματα καταπόνησης με εμφάνιση χλωρώσεων στα φύλλα, περιφερειακή συστροφή, ξηράνσεις και φυλλόπτωση σε σχέση με τα φυτά που δέχθηκαν ψεκασμούς με $NaCl+H_3BO_3$ (SpSbA και SpSbB).

Συμπερασματικά εκτιμάται ότι η *Salvia officinalis* είναι ευαίσθητο είδος στην αλατότητα στην υψηλή συγκέντρωση εφαρμογής της, ενώ η προσθήκη H_3BO_3 στο διάλυμα NaCl συμβάλλει στην άμβλυνση των συμπτωμάτων καταπόνησης των φυτών από την αλατότητα.

μάρτυρας με ψεκασμό H_2O , Γ: NaCl 1φ/εβδ. Δ: NaCl 2φ/εβδ. Ε: $NaCl+H_3BO_3$ 1φ/εβδ. Ζ: $NaCl+H_3BO_3$ 2φ/εβδ.

Βιβλιογραφία

- Banón S., Miralles J., Conesa E., Ochoa J., Franco J.A. and Blanco M.J.S., 2012a. Effects of salinity and boron excess on the growth, photosynthesis, water relation and mineral composition of laurustinus grown in greenhouse. *Acta Horticulturae*, 927: 379-384.
- Banón S., Miralles J., Valdes R., Conesa E., Franco J.A. and Blanco M.J.S., 2012b. Agronomical and physiological response of geranium to salinity and boron toxicity. *Acta Horticulturae*, 995: 959-966.
- Bastias E.I., González-Moro M.B. and González-Murua C., 2005. *Zea mays L. amylacea* from Lluta Valley (Arica-Chile) tolerates salinity stress when high levels of boron are available. *Plant and Soil*, 267 (1-2) pp. 73-84.
- Maxwell K. and Johnson G.N., 2000. Chlorophyll fluorescence - a practical guide. *J. of Experimental Botany*, 51, 345: 659-668.
- Ποδαροπούλου Λαμπρινή, 2011. Επίδραση του τύπου και του πάχους του υποστρώματος ανάπτυξης φυτών *Mentha pulegium*, *Phlomis fruticosa* και *Hyssopus officinalis* σε συστήματα φυτοδώματος. Μεταπτυχιακή μελέτη, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Γ.Π.Α.
- Tjia B. and Rose S. A., 1987. Salt tolerant bedding plants. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 100:181-182.

Tripler E., Ben-Gal A. and Shani U., 2007. Consequence of salinity and excess boron on growth, evapotranspiration and ion uptake in date palm (*Phoenix dactylifera* L., cv Medjool. *Plant and Soil*, 297(1-2):147-155.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Ο. Νάστα

Παρασκευαστούλου (προεδρεύουσα): Περνάμε σε ερωτήσεις. Παρακαλώ ο κύριος; Αν μπορείτε να πείτε το όνομά σας;

Παπάζης: Είμαι γεωπόνος. Ήθελα να ρωτήσω σχετικά με το πού γίνονταν οι μετρήσεις. Χρησιμοποιούσατε νέα φύλλα; παλιά; Τα φύλλα αυτά που βάζατε τα μετράγατε κάθε φορά ή παίρνατε άλλα φυτά; Μετράγατε από τη δεξιά πλευρά, από την αριστερή του φυτού; κι ένα δεύτερο οι συνθήκες, τα φυτά που βρίσκονταν, πού ήταν τα φυτά που είχατε;

Νάστα: Ευχαριστώ πολύ. Να απαντήσω στην πρώτη σας ερώτηση. Οι μετρήσεις γινόντουσαν όλες ακριβώς στα ίδια φυτά τα οποία είχαμε πάρει από την αρχή, από τα φυτά τα οποία ήταν μέτριας ανάπτυξης, μεσαίας ηλικίας δηλαδή από το μεσαίο ύψος του φυτού. Ούτε πολύ νέα, αλλά ούτε και πολύ παλιά. Και στη δεύτερη ερώτηση μου είπατε που διεξήχθη το πείραμα; Σε υπαίθριες συνθήκες, στον κήπο, στο ανθοκομείο του ΓΠΑ.

Παρασκευαστούλου: Άλλες ερωτήσεις. Η κυρία Πάνου.

Πάνου: Είμαι από το Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης. Δεν ξέρω εάν είναι η μόνη εργασία με φασκόμηλο του εργαστηρίου ή υπάρχουν κι άλλα φασκόμηλα. Δεν θέλουμε να κάνουμε κάτι που δεν θα έχουμε σίγουρα αποτελέσματα. Συνήθως κάνουν, σε φασκόμηλο πάλι, αλλά σε φυτά που από τη γένεσή τους, από την ύπαρξή τους σ' ένα χώρο προιδεάζουν και μια ανθεκτικότητα στην αλατότητα. Εδώ, στην Ελλάδα, έχουμε τα θαυμάσια *Salvia triloba* με δύο υποείδη και *Salvia romifera* τα οποία, ενώ το δικό σας *officinallis* και το *triloba* έχουν ένα εικοσαήμερο ανθοφορίας τον Απρίλιο, το *romifera* έχει Απρίλιο-Οκτώβριο. Έχει λουλούδια όλο το καλοκαίρι. Πάντως θα ήταν ενδιαφέρον αν δεν είχε μπει σ' ένα πρότζεκτ εργαστηρίου, δεδομένου ότι αυτά τα δύο φασκόμηλα είναι μέσα στα βράχια και στα ζερωνήσια μας και μάλλον πρέπει να υπάρχει κάποια ανθεκτικότητα, δεδομένη, ενώ αυτό εδώ είναι σε οικοσύστημα από την κεντρική Ελλάδα και πάνω, μήπως λέω, μία ερώτηση βάζω, μήπως θα είχε ενδιαφέρον να μελετηθούν και τα άλλα τρία είδη. Νομίζω θα είχαν πολύ ενδιαφέρον. Μήπως; Υπάρχει ένα πείραμα που έχει και τα άλλα; Ξέρετε;

Νάστα: Από ότι γνωρίζω, όχι. Όπως επίσης και ότι αυτό που χαρακτηρίζει πρωτότυπη την προσπάθειά μας, εκτός από τη χρήση βορικού οξέως στο διάλυμα, όπως αντίστοιχες μελέτες σε θαλασσινό νερό δεν έχει συμμετάσχει το βορικό οξύ, θελήσαμε να εντάξουμε και το συγκεκριμένο είδος λόγω του ότι είναι αρωματικό και βρίσκεται σε παραθαλάσσια μέρη. Η χρήση του ολοένα και διευρύνεται σε παραθαλάσσια μέρη. Βέβαια, όπως είπα και στην αρχή δεν είναι απαγορευμένο είδος. Δηλαδή, στη δεύτερη και τρίτη γραμμής φύτευσης μπορεί να αναπτυχθεί. Από εκεί και πέρα σίγουρα το ενδιαφέρον παραμένει και η πειραματική μελέτη ποτέ δεν σταματά για να μπορέσουμε να συνεχίσουμε και για τα είδη που αναφέρατε.

Πάνου: Ευχαριστώ πολύ.

Κασσανδρής: Είμαι από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, από το Γεωπονικό τμήμα. Θα ήθελα να ρωτήσω για τη λήψη των μετρήσεων. Τα φυτά είχαν προσαρμοστεί σε συνθήκες σκότους; έχετε πάρει τις μετρήσεις ή σε φυσικό φωτισμό; Γιατί έχω παρατηρήσει σε διεθνή βιβλιογραφία, σε πολλά πειράματα, με διάφορα στρες σε διάφορα φυτά, προσαρμόζονται σε συνθήκες σκότους για κάποιο χρονικό διάστημα.

Νάστα: Οι μετρήσεις, όπως ανέφερα, έγιναν σε υπαίθριες συνθήκες καλλιέργειας.

Πρωινές ώρες. Ξεκινούσαμε να μετράμε από τις επτά, από τις έξι η ώρα το πρωί. Βέβαια για τις μετρήσεις της θεμελιώδους φωτοχημικής απόδοσης όπως αναφέρθηκε, πρώτο παρουσιάστηκε στα αποτελέσματα γινόντουσαν μετά από προσυσκότιση του δείγματος, το οποίο γινόταν μέσω του οργάνου, όχι σε κάποιες τεχνικές συνθήκες συσκότισης, τις οποίες προσομοιώναμε εμείς σε αυτό που θέλαμε.

Κασσανδρής: Κλιπάκι;

Νάστα: Κλιπάκι. Ναι. Σ' ένα κλιπάκι. Η προσυσκότιση γινόταν περίπου για τρία λεπτά. Σε κάθε ένταση γινόταν.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΑΛΙΚΥΛΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΣΤΗΝ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Ο. Κασμερίδου¹, Γ. Τσανάκας¹, Θ. Σύρος¹, Α. Οικονόμου¹, Δ. Βογιατζής²
και Σ. Κώστας¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Ανθοκομίας, Πανεπιστημιούπολη, 54124 Θεσσαλονίκη

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Βιολογίας Οπωροκοιευτικών Φυτών, Πανεπιστημιούπολη, 54124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Μελετήθηκε η αντίδραση της τριανταφυλλιάς στην εφαρμογή σαλικυλικού οξέος (SA) στο θρεπτικό διάλυμα σε συνθήκες αλατότητας. Στο θρεπτικό διάλυμα ενσωματώθηκε NaCl συγκέντρωσης 0,1M (μέτρια) ή 0,2M (υψηλή) και προστέθηκε ή όχι SA σε συγκέντρωση 0,01M. Η αξιολόγηση των φυτών έγινε την 5^η ημέρα από την έναρξη εφαρμογής της αλατότητας και μετρήθηκαν στα νεαρά φύλλα: η περιεκτικότητά τους σε προλίνη, σάκχαρα και χλωροφύλλη, ο φθορισμός της χλωροφύλλης (%), η διαρροή ηλεκτρολυτών (%) και η μεταβολή (%) του λόγου 'νωπό/ξηρό βάρος' των φύλλων. Βρέθηκε ότι η εφαρμογή NaCl στο θρεπτικό διάλυμα αύξησε την περιεκτικότητα των φύλλων σε προλίνη, ενώ η εφαρμογή του SA επαύξησε την προλίνη στη μέτρια συγκέντρωση του NaCl. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα αυξήθηκε σε αμφοτέρους τις συγκεντρώσεις του NaCl σε σχέση με τον μάρτυρα, αλλά στη μέτρια συγκέντρωση η αύξηση περιορίστηκε με την εφαρμογή του SA. Στην καταπόνηση με 0,1M NaCl, η εφαρμογή του SA ευνόησε την περιεκτικότητα της χλωροφύλλης και διατήρησε την μεταβολή (%) του λόγου 'νωπό/ξηρό βάρος' των φύλλων στα επίπεδα του μάρτυρα, αλλά δεν είχε καμία επίδραση στον φθορισμό της χλωροφύλλης και τη διαρροή των ηλεκτρολυτών (%).

Λέξεις κλειδιά: διαρροή ηλεκτρολυτών, προλίνη, σάκχαρα, φθορισμός, χλωροφύλλη

Εισαγωγή

Η τριανταφυλλιά λόγω της σπουδαιότητάς της στην Ανθοκομία αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνητών. Στο πρόσφατο παρελθόν, ορισμένοι ερευνητές ασχολήθηκαν με την επίδραση της αλατότητας στην τριανταφυλλιά (Zieslin & Snir, 1988, Massa κ.ά., 2009). Όταν τα ιόντα Na⁺ και Cl⁻ βρεθούν στο υπόστρωμα σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλούν τοξικότητα που διαταράσσει την ωσμωτική ισορροπία στο φυτό (Hu & Schmidhalter, 2005). Αποτέλεσμα αυτού είναι η μειωμένη βλαστική αύξηση, ειδικά το φυτό καταναλώνει επιπλέον ενέργεια (ωσμωτική καταπόνηση) στην προσπάθεια πρόσληψης νερού από το περιβάλλον των ριζών (Plaza & Lao, 2006). Η υδατική καταπόνηση οδηγεί το φυτό στην ωσμωτική προσαρμογή ή οσμωρρύθμιση, που επιτυγχάνεται με τη σύνθεση διαλυτών ουσιών. Οι οσμωλύτες μπορεί να είναι διάφορες ουσίες όπως σάκχαρα ή παράγωγα αμινοξέων (προλίνη) που συγκεντρώνονται με σκοπό να εξουδετερώσουν τα επιβλαβή ιόντα, αλλά και να διατηρήσουν το υδατικό δυναμικό του κυττάρου (Mahajan & Tuteja, 2005). Η υδατική καταπόνηση είναι εξαιρετικά επιβλαβής στις μεμβράνες του κυττάρου, διότι προκαλεί αλλαγές στην ακεραιότητά τους (Dionisio-Sese & Tobita, 1998). Επιπλέον, μειώνεται η ποσότητα της χλωροφύλλης στα φύλλα καθώς μετά από ωσμωτική καταπόνηση παρατηρείται αύξηση του επιπέδου των ενεργών μορφών οξυγόνου (Breusegeat κ.ά., 2001). Επίσης, παρατηρείται αύξηση του φθορισμού της χλωροφύλλης των φύλλων

καθώς τραυματισμοί στο φωτοσυνθετικό μηχανισμό των φύλλων έχουν ως αποτέλεσμα την απώλεια της ενέργειας που έχουν απορροφήσει (φως) και την επανεκπομπή της υπό μορφή φθορισμού (Jimenez κ.ά., 1997). Τέλος, η υδατική καταπόνηση επηρεάζει την αύξηση και μειώνει το υδατικό περιεχόμενο των κυττάρων, κάτι το οποίο αντικατοπτρίζεται στην μεταβολή (%) του λόγου ‘νωπό/ξηρό βάρος’ των φύλλων (Niu κ.ά., 2008). Η ρύθμιση της αντίδρασης των φυτών ελέγχεται σε μεγάλο βαθμό από τις ορμόνες και αφορά τη μεταγωγή του σήματος, το συντονισμό των αντιδράσεων των φυτών αλλά και τη ρύθμιση μεμονωμένων φυσιολογικών αντιδράσεων που επηρεάζονται από τις καταπονήσεις. Το σαλικυλικό οξύ (SA) είναι ένα φαινολικό παράγωγο που συντίθεται στους φυτικούς οργανισμούς και έχει βρεθεί ότι δρα ως μεταγωγέας μηνυμάτων που σχετίζονται με την αντοχή του φυτού και την αντιστροφή των αρνητικών συνεπειών των αβιοτικών καταπονήσεων (Breusegem κ.ά., 2001).

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της αντίδρασης της τριανταφυλλιάς στην εφαρμογή του σαλικυλικού οξέος (SA) στο θρεπτικό διάλυμα σε συνθήκες αλατότητας (μέτρια και υψηλή). Η εκτίμηση έγινε με μετρήσεις της περιεκτικότητας των νεαρών φύλλων σε προλίνη, σάκχαρα και χλωροφύλλη, του φθορισμού της χλωροφύλλης (%), της διαρροής των ηλεκτρολυτών (%) και της μεταβολής (%) του λόγου ‘νωπό/ξηρό βάρος’ αυτών.

Υλικά και Μέθοδοι

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν νεαρά φυτά τριανταφυλλιάς της ποικιλίας Red Berlin, ηλικίας 9 μηνών, τα οποία προήλθαν από έρριζα μοσχεύματα στο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Ανθοκομίας στο Αγρόκτημα του ΑΠΘ. Τα φυτά καλλιεργήθηκαν αρχικά υδροπονικά σε περλίτη και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν γυμνόριζα σε γυάλινα βάζα, καλυμμένα με μαύρο πλαστικό, που περιείχαν το τυπικό υδροπονικό διάλυμα καλλιέργειας τριανταφυλλιάς (EC: $\sim 2000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH: $\sim 5,7$) και το οποίο αεριζόταν συνεχώς με τη βοήθεια συστήματος σωληνώσεων. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε θαλάμους ανάπτυξης φυτών (θερμοκρασία ημέρας $22\pm 1^\circ\text{C}$ και νύχτας $16\pm 1^\circ\text{C}$, φωτοπερίοδος 16 h, ένταση φωτισμού από λαμπτήρες φθορίου και χαμηλής πίεσης νατρίου $\sim 200 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Με την έναρξη του πειράματος εφαρμόστηκαν οι εξής μεταχειρίσεις: α) καλλιέργεια σε υδροπονικό διάλυμα (μάρτυρας) β) καλλιέργεια σε υδροπονικό διάλυμα με προσθήκη 0,1M NaCl (-0,58 MPa) γ) καλλιέργεια σε υδροπονικό διάλυμα με προσθήκη 0,1M NaCl (-0,58 MPa) και προσθήκη 0,01M SA δ) καλλιέργεια σε υδροπονικό διάλυμα με προσθήκη 0,2M NaCl (-1,05 MPa) και ε) καλλιέργεια σε υδροπονικό διάλυμα με προσθήκη 0,2M NaCl (-1,05 MPa) και προσθήκη 0,01M SA. Το πείραμα διήρκεσε 5 ημέρες και στο τέλος μετρήθηκαν στα νεαρά φύλλα η περιεκτικότητά τους σε προλίνη σύμφωνα με το πρωτόκολλο των Bates κ.ά. (1973), η περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα (εξόζες και μεθυλιωμένες εξόζες) σύμφωνα με το πρωτόκολλο των Dubois κ.ά. (1956), η περιεκτικότητά τους σε χλωροφύλλη με τη συσκευή “Chlorophyll Content Meter, CCM-200” (Opti-Sciences, Hudson, NH, USA), ο φθορισμός (%) της χλωροφύλλης $(1-F_v/F_m)\times 100$ με τη συσκευή “Chlorophyll Fluometer OS-30” (Opti-Sciences, Hudson, NH, USA), η διαρροή των ηλεκτρολυτών τους (%) με τη συσκευή “Twin Cond Conductivity Meter B-173, Horiba”, ενώ τέλος υπολογίστηκε και η μεταβολή (%) του λόγου ‘νωπό/ξηρό βάρος’ των φύλλων. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων (10 φυτά ανά μεταχείριση) βασίστηκε στην ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA), ενώ οι συγκρίσεις των μέσων όρων έγιναν με το κριτήριο Duncan ($p\leq 0,05$).

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 1, η προσθήκη NaCl στο υδροπονικό διάλυμα αύξησε την περιεκτικότητα των φύλλων σε προλίνη, ενώ η εφαρμογή του SA επαύξησε τα επίπεδα της προλίνης μόνο στη μέτρια συγκέντρωση του NaCl. Η συσσώρευση της προλίνης εξυπηρετεί τη διατήρηση της σπαργής του κυττάρου (Yamada κ.ά., 2005), αλλά και την εξουδετέρωση των ενεργών μορφών οξυγόνου που παράγονται κατά τη διάρκεια της καταπόνησης (Breusegem κ.ά., 2001, Chutipaijit κ.ά., 2012). Στην τριανταφυλλιά, η εφαρμογή του SA στη μέτρια συγκέντρωση του NaCl λειτούργησε ευεργετικά στην αντιμετώπιση της καταπόνησής της από την αλατότητα. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα αυξήθηκε στα φυτά και στις δύο συγκεντρώσεις του NaCl σε σχέση με τον μάρτυρα, αλλά στη μέτρια καταπόνηση από αλατότητα αυτή η αύξηση περιορίστηκε με την εφαρμογή του SA. Το SA προκαλεί την υδρόλυση των σακχάρων ώστε να επιτευχθεί το απαραίτητο ωσμωτικό δυναμικό για την επιβίωση του κυττάρου (Shekoofeh κ.ά., 2012). Η προσθήκη του SA ενόησε την περιεκτικότητα της χλωροφύλλης μόνον στη μεταχείριση του 0,1M NaCl, ενώ δεν βρέθηκαν διαφορές στις άλλες μεταχειρίσεις. Η αύξηση της χλωροφύλλης, με την εφαρμογή του SA, μπορεί να οφείλεται στη μειωμένη δράση της χλωροφυλάσης (Maity & Bera, 2009) και στην αύξηση της φωτοσύνθεσης (Karim & Khurseed, 2011). Στον Πίνακα 2 φαίνεται ότι το SA δεν είχε καμία επίδραση στον φθορισμό της χλωροφύλλης και στη διαρροή ηλεκτρολυτών (%), πιθανώς εξαιτίας του μικρού χρόνου διάρκειας της καταπόνησης. Τέλος, η προσθήκη του SA στο υδροπονικό διάλυμα καλλιέργειας με 0,1M NaCl διατήρησε την μεταβολή (%) του λόγου ‘νωπό/ξηρό βάρος’ των φύλλων στα επίπεδα του μάρτυρα, ενώ στις άλλες μεταχειρίσεις ο λόγος αυτός μειώθηκε (Πίν. 2). Η μείωση του παραπάνω λόγου σημαίνει ελάττωση του νωπού βάρους των φύλλων, λόγω μείωσης του υδατικού περιεχομένου των κυττάρων, που οδηγεί σύντομα στην εμφάνιση συμπτωμάτων ξηροφυλλίας.

Πίνακας 1. Περιεκτικότητα των φύλλων της τριανταφυλλιάς σε προλίνη, σάκχαρα και χλωροφύλλη σε συνθήκες αλατότητας (NaCl) με εφαρμογή σαλικυλικού οξέος (SA).

Μεταχείριση	Προλίνη (μg/10 φυλλικούς δίσκους)	Σάκχαρα (mg/10 φυλλικούς δίσκους)	Χλωροφύλλη (σε μονάδες CCI)
Μάρτυρας	16 ± 3 a*	1,1 ± 0,1 a*	43 ± 3 a*
NaCl 0,1M	37 ± 7 b	1,7 ± 0,1 b	38 ± 6 a
NaCl 0,1M+SA	61 ± 8 c	1,3 ± 0,1 a	53 ± 2 b
NaCl 0,2M	109 ± 9 e	1,7 ± 0,1 b	43 ± 2 a
NaCl 0,2M+SA	80 ± 10 d	1,8 ± 0,1 b	38 ± 6 a

*Μέσοι όροι ± SD που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($p \leq 0,05$).

Πίνακας 2. Φθορισμός (%) της χλωροφύλλης, διαρροή (%) ηλεκτρολυτών και μεταβολή (%) του λόγου ‘νωπό/ξηρό βάρος’ των φύλλων τριανταφυλλιάς σε συνθήκες αλατότητας (NaCl) με εφαρμογή σαλικυλικού οξέος (SA).

Μεταχείριση	Φθορισμός χλωροφύλλης (1-Fv/Fm) x 100 (%)	Διαρροή Ηλεκτρολυτών (%)	Μεταβολή του λόγου ‘νωπό/ξηρό βάρος’ φύλλων (%)
Μάρτυρας	28 ± 1 a*	39 ± 5 a*	100 ± 2 b*
NaCl 0,1M	28 ± 1 a	38 ± 2 a	94 ± 2 a
NaCl 0,1M+SA	28 ± 1 a	34 ± 4 a	100 ± 3 b
NaCl 0,2M	30 ± 1 a	42 ± 4 a	91 ± 4 a
NaCl 0,2M+SA	29 ± 2 a	43 ± 5 a	91 ± 5 a

*Μέσοι όροι ± SD που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($p \leq 0,05$).

Συμπεράσματα

Το σαλικυλικό οξύ (SA), στη συγκέντρωση 0,01M, μπορεί να δράσει προστατευτικά στην τριανταφυλλιά που βρίσκεται κάτω από μέτρια καταπόνηση με 0,1M NaCl, απαιτείται όμως επιπλέον έρευνα για να διευκρινιστεί περισσότερο ο ρόλος του.

Βιβλιογραφία

- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant & Soil* 39: 205-207.
- Breusegem, F., Vranová, E., Dat, J.F. and Inzé, D. 2001. The role of active oxygen species in plant signal transduction. *Rev. Plant Sci.* 161: 405-414.
- Chutipaijit, S., Cha-Um, S. and Sompornpailin, K. 2012. An evaluation of water deficit tolerance screening in pigmented indica rice genotypes. *Pakis. J. Bot.* 44: 65-72.
- Dionisio-Sese, M.L. and Tobita, S. 1998. Antioxidants responses of rice seedlings to salinity stress. *Plant Sci.* 135: 1-9.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Div. Biochem.* 28: 350-356.
- Hu, Y. and Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168: 541-549.
- Jiménez, M.S., Gonzalez-Rodriguez, A.M., Morales, D., Cid, M.C., Socorro, A.R. and Caballero, M. 1997. Evaluation of chlorophyll fluorescence as a tool for salt stress detection of roses. *Photosynthetica* 33: 291-301.
- Karim, F.M. and Khurseed, M.Q. 2011. Effect of foliar application of salicylic acid on growth, yield components and chemical constituents of wheat (*Triticum aestivum* L. var. Cham 6). 5th Scient. Conf. College of Agriculture - Tikrit University, 26-27 April 2011.
- Mahajan, S. and Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Arch. Biochem. Biophys.* 444: 139-158.
- Maity, U. and Bera, A.K. 2009. Effect of exogenous application of brassinolide and salicylic acid on certain physiological and biochemical aspects of green gram (*Vigna radiata* L. Wilczek). *Ind. J. Agric. Res.* 43: 194-199.
- Massa, D., Mattson, N.S. and Lieth, H.J. 2009. Effect of saline root environment (NaCl) on nitrate and potassium uptake kinetics for rose plants: a Michaelis-Menten modelling approach. *Plant & Soil* 318: 101-115.
- Niu, G., Rodriguez, D.S. and Aguiniga, L. 2008. Effect of saline water irrigation on growth and physiological responses of three rose rootstocks. *HortScience* 43: 1479-1484.
- Plaza, B.M. and Lao, M.T. 2006. Water management in ornamental crops. In: Teixeira da Silva, J.A. (ed.), *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology - vol. 3*. Global Science Books, UK. p. 1-19.
- Shekoofeh, E., Sepideh, H. and Roya, R. 2012. Role of mycorrhizal fungi and salicylic acid in salinity tolerance of *Ocinum basilicum* resistance to salinity. *Afr. J. Biotechn.* 11: 2223-2235.
- Yamada, M., Morishita, H., Urano, K., Shinozaki, N., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. and Yoshida, Y. 2005. Effects of free proline accumulation in petunias under drought stress. *J. Exp. Bot.* 56: 1975-1981.
- Zieslin, N. and Snir, P. 1989. Responses of rose plants cultivar 'Sonia' and *Rosa indica* 'major' to changes in pH and aeration of the root environment in hydroponic culture. *Scientia Hort.* 37: 339-349.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Γ. Τσανάκα

Παρασκευοπούλου (προεδρένουσα): Περνάμε σε ερωτήσεις. Κατ' αρχάς έχω εγώ κάποια ερώτηση. Για το είδος που έχετε επιλέξει, την τριανταφυλλιά, την επιλέξατε λόγω της αντοχής της στην αλατιότητα ή είναι τυχαία η επιλογή;

Τσανάκας: Είναι ένα είδος που έχω χρησιμοποιήσει κι άλλες φορές το θερμοκήπιο, το οποίο είναι γνωστό, ούτε για την εναισθησία του στην αλατιότητα, ούτε για την ανθεκτικότητά του. Έχει μία μέτρια συμπεριφορά, μία μέση συμπεριφορά, όσον αφορά την αλατιότητα.

Παρασκευοπούλου: Και τα αποτελέσματα αυτά που είπατε, τα έχετε, μήπως έχετε πειραματιστεί σε υπόστρωμα και όχι σε υδατοκαλλιέργεια; Πιστεύετε ότι σε υπόστρωμα θα είχατε τα ίδια αποτελέσματα;

Τσανάκας: Θα ήταν παρακινδυνευμένο να πω κάτι επιπλέον γιατί το πείραμα ήταν πολύ συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος και σε συγκεκριμένες συνθήκες. Από τα συμπεράσματα πάντως, που έχουν προκύψει, πιστεύουμε ότι μια εφαρμογή με σαλικυλικό οξύ θα είχε πιθανότατα ευεργετικά αποτελέσματα και σε μία πραγματική καλλιέργεια.

Παρασκευοπούλου: Απλώς, επειδή υπεισέρχονται κι άλλοι παράγοντες, πιθανόν να δεσμεύεται το σαλικυλικό οξύ, από το υπόστρωμα.

Τσανάκας: Πολύ πιθανό. Να υπεισέρχεται σε μία καταστροφική από μικροοργανισμούς κ.λ. Είναι κάτι το οποίο θα μπορούσαμε να το ελέγχουμε επί πλέον. Πάντως σε συγκεκριμένες συνθήκες οι οποίες ήταν ελεγχόμενες, ήτανε μέσα σε θάλαμο ανάπτυξης όλο το πείραμα, φαίνεται το σαλικυλικό οξύ να βοηθάει την τριανταφυλλιά, η οποία είναι ένα πολύ σημαντικό ανθοκομικό είδος.

Παρασκευοπούλου: Ευχαριστούμε. Ο κ. Οικονόμου;

Οικονόμου: Όντως υπάρχει ένας προβληματισμός και πολύ σωστά είπε ο κ. Τσανάκας ότι δεν πρέπει να δώσει απάντηση σ' αυτό. Σήμερα όμως η τριανταφυλλιά από καλλιέργεια σε υποστρώματα και στο έδαφος, έχει μεταπηδήσει σε υδροπονία. Άρα σε νερό. Κι εμείς λοιπόν, κάνουμε τα πειράματά μας σε νερό, με το σκεπτικό ότι πρέπει η τριανταφυλλιά υδροπονικά σήμερα καλλιεργητές. Άρα στην υδροπονική καλλιέργεια, η προσθήκη σαλικυλικού οξέως θα έχει μάλλον ευεργετικό αποτέλεσμα στην καλλιέργεια, εφόσον δεν υπερβαίνουμε σε αλατιότητα στο διάλυμά μας.

Τσανάκας: Γιατί σε υψηλή συγκέντρωση NaCl , όπως είναι τα 200 mMol, η αγωγιμότητα είναι επίσης πάρα πολύ υψηλή, οπότε προφανώς ο όλος μηχανισμός λειτουργεί σε κάποια χαμηλότερα επίπεδα.

Σύνεδρος: Μια ερώτηση κι εγώ. Κατάλαβα και συμφωνώ με τον κύριο κι εγώ. Φαντάζομαι ότι αυτό ήταν αυτονόητο ότι πρόκειται για μία υδροπονική καλλιέργεια τριανταφυλλιάς, ωστόσο ήθελα να ρωτήσω, υπήρχε κάποιο πρωτόκολλο για το χρονικό διάστημα και πόσο κράτησε το πείραμα;

Τσανάκας: Τα φυτά αναπτύχθηκαν αρχικά σε περλίτη. Ούτως ώστε τα μεγαλώσαμε σε γλάστρες μέσα σε θερμοκήπιο. Τα βγάλαμε, πλήθηκε η ρίζα κανονικά και στη συνέχεια τα φυτά μίηκαν τα φυτά σε θάλαμο ανάπτυξης μεγάλωσανε, αν θυμάμαι καλά, για δέκα ημέρες περίπου ωστόσο να εγκλιματιστούνε στο θάλαμο ανάπτυξης και στη συνέχεια ξεκίνησε η διαδικασία μεταφύτευσης.

Σύνεδρος (η ίδια): Πόσο χρονικό διάστημα μείνανε μέσα στις γλάστρες σε περλίτη;

Τσανάκας: Ήταν έξι μηνών φυτά.

Σύνεδρος: (η ίδια) Α! Ήταν έξι μηνών;

Τσανάκας: Ήταν ένα πραγματικό φυτό, δηλαδή. Δεν ήταν κάποιο μόσχευμα, ηλικίας εξήντα ημερών, παραδείγματος χάρη, κάτι τέτοιο.

Σύνεδρος: (η ίδια) Δηλαδή ένα φυτό το οποίο είχε μπει στην παραγωγική διαδικασία;

Τσανάκας: Ναι. Σας έδειξα κάποιες φωτογραφίες. Αν δείτε τις φωτογραφίες στην αρχή, όπου δείχνουμε ότι ήταν ένα φυτό, το οποίο ήταν ουσιαστικά, μεγάλωνε στη γλάστρα κανονικά και το οποίο μεταφέραμε εμείς στο θάλαμο για να έχουμε ανάλογες συνθήκες.

Σύνεδρος (η ίδια): Και κάτι άλλο που μου έκανε εντύπωση είναι η αύξηση της χλωροφύλλης. Υποθέτω ότι είναι της ολικής χλωροφύλλης.

Τσανάκας: Ναι. Αν δείτε, άμα προσέξετε εδώ, είναι η ποσότητα χλωροφύλλης σε μονάδες CCM-200. Η μέτρηση έχει ληφθεί με ένα συγκεκριμένο όργανο. Οπότε ουσιαστικά γίνεται μία μόνο

μέτρηση τη στιγμή σε ένα συγκεκριμένο φύλλο και βλέπουμε πόσο έχει μεταβληθεί η ποσότητα χλωροφύλλης. Θα μπορούσαμε να δούμε την ποσότητα χλωροφύλλης αν είχαμε κάποια πρότυπη καμπύλη που να αντιστοιχεί την ένταση. Είναι σχετική ένταση. Απλά, αφού έχουμε ίδιες μεταχειρίσεις, είναι ίδια, βλέπουμε σχετικά, κάτω, πως έχει μεταβληθεί. Και ήταν κάτι το οποίο, επειδή η συγκεκριμένη δουλειά ήταν κομμάτι του μεταπτυχιακού της κ. Κασμερίδου, η οποία δεν μπορούσε να παρευρεθεί σήμερα. Εκείνο το οποίο είχε να πει και εκείνη στη δική της παρουσίαση ήταν ότι τα φυτά που είχαν ψεκαστεί με σαλικυλικό οξύ, στη μέτρια καταπόνηση έδειχναν οπτικά ότι είχαν ένα πιο σκούρο χρώμα. Φαίνεται, λοιπόν, ότι είχαν ευνοηθεί από αυτή τη μεταχείριση.

Σύνεδρος (η ίδια): Με οπτικό, πάντοτε, κριτήριο.

Τσανάκας: Με οπτικό, πάντοτε και το CCM- 200 φαίνεται να το επιβεβαίωσε, όσον αφορά αυτό.

Σύνεδρος (η ίδια): Και ως προς το φθορισμό της χλωροφύλλης, δεδομένου ότι έχουμε ήπια καταπόνηση, σε σχέση του μηδέν ένα (01) σε σχέση με το μηδέν δύο (02) που δεν ξέρουμε κατά πόσον ήπια σε σχέση με το είδος του φυτού, που εγώ δεν έχω εμπειρία για να το γνωρίζω, εσείς θα μου πείτε .

Τσανάκας: Είναι μέτρια. Δεν είναι χαμηλή καταπόνηση τα εκατό (100) mMol.

Χαμηλή καταπόνηση θα θεωρούσαμε στα είκοσι (20) mMol, στα δεκαπέντε (15) mMol. Το μηδέν κόμμα ένα (0,1) Mol θεωρείται μέτρια καταπόνηση, ενώ το μηδέν κόμμα δύο (0,2) Mol θεωρείται πολύ υψηλή.

Σύνεδρος (η ίδια): Σε πόσο χρονικό διάστημα πάλι αυτή η καταπόνηση;

Τσανάκας: Ήταν εντός δέκα ημερών. Τη μέτρηση την πήραμε σε πέντε (5) ημέρες.

Σύνεδρος (η ίδια): Φαντάζομαι είναι πολύ σύντομο το χρονικό διάστημα, για να καταγράψετε τις διαφορές.

Τσανάκας: Κι εκείνο που παρατηρήσαμε στο φθορισμό, είναι ότι υπήρξε μεγάλη παραλλακτικότητα, γι' αυτό και δεν μπορέσαμε να πάρουμε...

Σύνεδρος (η ίδια): Τι ακριβώς, φθορισμό μετρήσατε; Ποια παράμετρο του φθορισμού;

Τσανάκας: Το FV προς F, ουσιαστικά την απόδοση του φωτοσυστήματος II.

Σύνεδρος (η ίδια): Η λειτουργική, η οποία λαμβανόταν μετά την προσαρμογή στο σκοτάδι ή όχι;

Τσανάκας: Εκείνο το οποίο γινόταν. Τη μέτρηση την πήρε ο ίδιος ο κ. Βογιατζής. Εκείνο το οποίο γινόταν. Είχαμε κλιπς, ήταν μανταλάκια τα οποία έκλειναν ουσιαστικά το φύλλο. Εμείς τα κρατούσαμε περίπου για 15-20 λεπτά για τη μέτρηση αυτή και στη συνέχεια βάζαμε το όργανο από πάνω, άνοιγε το παραθυράκι κι παίρναμε τις μετρήσεις οι οποίες καταγράφονταν στον αντίστοιχο μετρητή.

Σύνεδρος (η ίδια): Κατάλαβα. Ναι. Ευχαριστώ πολύ.

Παπαφωτίου: Πιο πιθανό, είναι αυτό που είπατε κ. Τσανάκα. Οι πέντε (5) μέρες είναι πολύ λίγες για να προσαρμοστεί το φυτό.

Τσανάκας: Απλά αν το αφήναμε περισσότερο, επειδή ήμασταν ήδη σε υψηλές συγκεντρώσεις θα καταστρέφονταν εντελώς το φυτό, γι' αυτό και τα συμπεράσματά μας δεν τα επεκτείνουμε στην υψηλή συγκέντρωση, αλλά παραμένουμε σε μία μέτρια, που θα μπορούσε να είναι και πραγματική, νομίζω ότι είναι πραγματική σε πολλά θερμοκήπια, τα εκατό (100) mMol.

Παπαφωτίου: Θα δείτε ίσως στο μέλλον σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα εάν μπορεί να προσαρμοστεί στο φωτοσύστημα...

Σύνεδρος: (Δεν ακούγεται η ομιλήτρια, είναι εκτός μικροφώνου).

Παπαφωτίου: Όχι, λέμε για το φωτοσύστημα. Γιατί δεν έδειξε το φωτοσύστημα.

Σύνεδρος (η ίδια): (Δεν ακούγεται ο ομιλητής, είναι εκτός μικροφώνου)

Τσανάκας: Άμα δείτε και στη βιβλιογραφία, πειράματα στα οποία τα φυτά είχαν μία καταπόνηση μεταξύ μηδέν κόμμα δεκαπέντε (0,15) mMol και μηδέν κόμμα είκοσι πέντε (0,25) mMol, τις μετρήσεις τις αντιστοιχες τις κάναμε μετά από είκοσι (20) μέρες, από σαράντα (40) μέρες, γιατί σε μία ήπια κατάσταση αλατότητας μπορούν να συστήσουν ένα σύστημα που να δουλεύει και να προχωράει. Εμείς είχαμε και είδαμε υψηλές τιμές, οπότε έπρεπε να λειτουργήσουμε σύντομα. Ίσως εάν κρατούσαμε επτά ημέρες, σ' αυτές τις επτά να μην είχαμε φυτά για να μπορέσουμε να πάρουμε μετρήσεις.

Σύνεδρος (η ίδια): Άρα και το 0,1 mMol, μολονότι φαίνεται να είναι μέτρια καταπόνηση, είναι υψηλότερη καταπόνηση. Είναι απαγορευτική. Απαγορευτικά τα υπόλοιπα, οι υπόλοιπες συγκεντρώσεις.

Τσανάκας: Σίγουρα.

Σύνεδρος (η ίδια): Ίσως θα πρέπει να δουλευτούν συγκεντρώσεις μικρότερες από αυτές.

Τσανάκας: Σίγουρα. Ίσως αν ήταν μια μέτρηση στα 50 mm δηλαδή στα 0,05 ή και πιο κάτω στα 0,025 θα μπορούσαμε να πάρουμε μέτρηση μετά από δεκαπέντε (15) ή είκοσι (20) ημέρες.

Σύνεδρος: Και μήπως με αυτή τη μέτρηση θα μπορούσαμε να είμαστε πιο κοντά σε πειράματα εφαρμογής που έχουν να κάνουμε με υδροπονική καλλιέργεια του συγκεκριμένου είδους.

Τσανάκας: Ξέρετε είναι αρκετά αισιόδοξα. Όντως μας προκαλούν αρκετή αισιοδοξία τα συγκεκριμένα αποτελέσματα γιατί λες, αν σε μία υψηλή καταπόνηση, που είναι το 0,1 Μοί, βλέπουμε το σαλικυλικό οξύ να επιδρά ευεργετικά, έστω και σε πέντε ημέρες, τότε προφανώς σε μία χαμηλή κατάσταση καταπόνησης από αλατότητα, θα λειτουργούσε ίσως πολύ καλύτερα. Ίσως αν γινόταν κάποιο πείραμα που θα μπορούσε να αποτελέσει προϊόν έρευνας, στα 0,15Μοί, στα 0,25Μοί, στα 0,30Μοί θα βλέπαμε μετά από είκοσι (20) έως τριάντα (30) ημέρες .. και κάποιες συγκεντρώσεις σαλικυλικού οξέως θα μπορούσε

Σύνεδρος: Μετά από αυτή τη συζήτηση, η οποία ήταν πολύ δημιουργική για όλους πιστεύω να μας πείτε ξανά, πως πιστεύετε ότι η παρουσία του σαλικυλικού οξέως, μπορεί να επιδρά σε φυσιολογικό επίπεδο, αμβλύνοντας τα επίπεδα της καταπόνησης;

Τσανάκας: Ουσιαστικά, όπως είπαμε δεν είναι μόνο το σαλικυλικό οξύ, το μόνο το υπάρχει μέσα στο φυτό και κάνει ουσιαστικά τη μεταβολή του σήματος, όπως αναφέρεται.

Το σαλικυλικό οξύ επηρεάζει κατ' αρχήν τις ίδιες τις πρωτεΐνες, οι οποίες συνθέτουν την προλίνη, προκαλούν την υδρόλυση των σακχάρων κ.τ.λ., αλλά επίσης επηρεάζει και τα ίδια τα γονίδια, τα οποία σχετίζονται με την καταπόνηση. Ουσιαστικά δηλαδή, το σαλικυλικό οξύ δίνει κατά κάποιον τρόπο το μήνυμα στο φυτό ότι υπάρχει, επειδή γενικά το ίδιο εμπλέκεται σε καταστάσεις καταπόνησης, δίνει ουσιαστικά το μήνυμα ότι υπάρχει κίνδυνος, πρέπει να παράγεις προλίνη, πρέπει να διαλύσεις σάκχαρα, πριν ακόμα ξεκινήσουν οι καταστροφικές συνέπειες από το νάτριο και το χλώριο, οπότε βοηθάει το φυτό. Το προετοιμάζει κατά κάποιο τρόπο, αν μου επιτραπεί η έκφραση.

Σύνεδρος: Του χτυπάει το καμπανάκι.

Τσανάκας: Ναι του χτυπάει το καμπανάκι κυριολεκτικά.

Σύνεδρος: Ευχαριστώ πολύ.

ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΝΘΟΚΟΜΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Α. Οικονόμου, Σ. Κώστας, Σ. Θεοδωράκογλου και Μ. Αγγελάκη

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Ανθοκομίας,
Πανεπιστημιούπολη, 54124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Μελετήθηκε η δυνατότητα αντικατάστασης των υπό απόσυρση λαμπτήρων πυρακτώσεως, που χρησιμοποιούνται στον συμπληρωματικό φωτισμό των φωτοπεριοδικών ανθοκομικών φυτών, με τους νέους λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας (λαμπτήρες οικονομίας). Χρησιμοποιήθηκαν τα φωτοπεριοδικά φυτά Χρυσάνθεμο και Ποϊνσέτια που απαιτούν βραχεία ημέρα για την άνθισή τους. Για την αναστολή της άνθισης των φυτών εφαρμόστηκε συμπληρωματικός φωτισμός από λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας και συγκρίθηκε με τον συμπληρωματικό φωτισμό από λαμπτήρες πυρακτώσεως. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι οι λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας είναι αποτελεσματικοί στον φωτοπεριοδικό έλεγχο της άνθισης όσο και οι λαμπτήρες πυρακτώσεως που έως σήμερα χρησιμοποιούνται.

Λέξεις κλειδιά: *Chrysanthemum morifolium*, *Euphorbia pulcherrima*, μεταχρωματισμός βρακτίων φύλλων, άνθιση.

Εισαγωγή

Η χρήση των λαμπτήρων πυρακτώσεως μειώνεται σταδιακά σύμφωνα με κοινοτική οδηγία η οποία επιβάλλει την πλήρη αντικατάστασή τους από λαμπτήρες νέου τύπου εξοικονόμησης ενέργειας ή αλλιώς λαμπτήρες οικονομίας (CFL, Compact Fluorescent Lamps). Οι συγκεκριμένοι λαμπτήρες, ενώ η τιμή αγοράς τους είναι υψηλή, έχουν πολλαπλάσιο χρόνο ζωής σε σχέση με του λαμπτήρες πυρακτώσεως και παρέχουν οικονομία στην κατανάλωση ρεύματος έως 80% της κατανάλωσης των παλαιού τύπου λαμπτήρων. Μέχρι σήμερα ο έλεγχος της άνθισης των φωτοπεριοδικών φυτών στην ανθοκομία γίνεται με το συμπληρωματικό φωτισμό από λαμπτήρες πυρακτώσεως που προωθούν την άνθιση στα φυτά μακράς ημέρας ή αναστέλλουν την άνθιση στα φυτά βραχείας ημέρας (Borthwick & Cathey, 1962, Cathey & Borthwick, 1970, Mortensen & Stromme, 1987, Lund κ.ά., 2007). Όμως, οι λαμπτήρες πυρακτώσεως σύντομα θα αποσυρθούν και ως εκ τούτου θα εκλείψουν από την αγορά με αποτέλεσμα να δυσχεράνει ο έλεγχος της άνθισης εκτός εποχής των φωτοπεριοδικών φυτών.

Σκοπός της εργασίας ήταν η διερεύνηση της δυνατότητας αντικατάστασης των υπό απόσυρση λαμπτήρων πυρακτώσεως, που χρησιμοποιούνται στον συμπληρωματικό φωτισμό των φωτοπεριοδικών ανθοκομικών φυτών, με τους νέους λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας, στην αναστολή της άνθισης των βραχυήμερων φυτών Χρυσάνθεμου και Ποϊνσέτιας.

Υλικά και Μέθοδοι

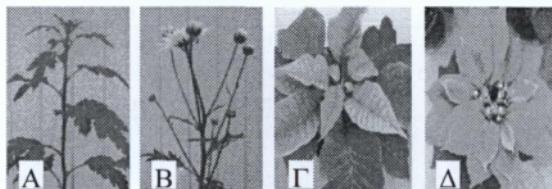
Χρησιμοποιήθηκε το *Chrysanthemum morifolium* cv. Reagan White, Χρυσάνθεμο που καλλιεργείται για πολύανθα δρεπτά άνθη (spray), καθώς και η *Euphorbia pulcherrima*, Ποϊνσέτια ή Αλεξανδρινό, που είναι ένα από τα εμπορικότερα φυτά γλάστρας την περίοδο των Χριστουγέννων. Αμφότερα είναι φωτοπεριοδικά φυτά βραχείας ημέρας, πράγμα που σημαίνει πως για τη βλαστική αύξηση και κατά συνέπεια

την αναστολή της άνθισής τους απαιτείται επιμήκυνση της διάρκειας της ημέρας με συμπληρωματικό φωτισμό.

Τα φυτά των πειραμάτων προήλθαν από έρριζα μοσχεύματα τα οποία φυτεύτηκαν ανά ένα σε φυτοδοχεία χωρητικότητας 1,5 L που περιείχαν υπόστρωμα εμπλουτισμένης τύρφης. Το πρώτο πείραμα έγινε το χειμώνα (Ιανουάριος-Φεβρουάριος) σε θερμοκήπιο όπου η φυσική φωτοπερίοδος άρχισε από 9 h και κατέληξε σε 11 h φωτισμού ημέρας ή σε θαλάμους ανάπτυξης φυτών με σταθερό φωτισμό 10 h την ημέρα από λαμπτήρες φθορίου. Η θερμοκρασία στο θερμοκήπιο ήταν $20 \pm 2^\circ\text{C}$ κατά τη διάρκεια της ημέρας και $18 \pm 1^\circ\text{C}$ κατά τη διάρκεια της νύκτας, ενώ η θερμοκρασία στους θαλάμους ήταν προγραμματισμένη στους $20 \pm 1^\circ\text{C}$ για την ημέρα και στους $18 \pm 1^\circ\text{C}$ για τη νύχτα. Εκτός από τον μάρτυρα, σε όλες τις άλλες περιπτώσεις η ημερήσια φωτεινή περίοδος επιμηκύνθηκε με συμπληρωματικό φωτισμό 5 h από λαμπτήρες πυρακτώσεως (100 W) ή λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας (CFL) (21 W), από την ημέρα μεταφύτευσης των έρριζων μοσχευμάτων στις γλάστρες. Η εφαρμογή του συμπληρωματικού φωτισμού, 1 m πάνω από την κόμη των φυτών, άρχιζε από τα μεσάνυχτα (00:00) και διαρκούσε έως την πέμπτη πρωινή ώρα (5:00). Κατά την περίοδο των 8 εβδομάδων (Χρυσάνθεμο) ή 10 εβδομάδων (Ποϊνσέττια) που διήρκεσε το πείραμα μετρήθηκαν το ύψος των φυτών και ο αριθμός των ανθέων (ταξιανθιών) στο Χρυσάνθεμο την 6^η και 8^η εβδομάδα, ενώ στην Ποϊνσέττια το ύψος των φυτών και ο αριθμός των μεταχρωματισμένων (ερυθρών) βρακτίων φύλλων την 8^η και 10^η εβδομάδα. Το πείραμα επαναλήφθηκε το καλοκαίρι μόνο στους θαλάμους ανάπτυξης φυτών με τις ίδιες μεταχειρίσεις, τις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και φωτισμού και τις ίδιες μετρήσεις, όπως και παραπάνω. Δεν χρησιμοποιήθηκε το θερμοκήπιο καθώς η φωτοπερίοδος την εποχή του καλοκαιριού είναι μεγάλη. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων (10 φυτά ανά μεταχείριση) έγινε με βάση την ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) και οι συγκρίσεις των μέσων όρων με το κριτήριο Duncan ($P \leq 0,05$).

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Στο πρώτο πείραμα, το χειμώνα, η εφαρμογή του συμπληρωματικού φωτισμού με λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας ανέστειλε την άνθιση του Χρυσάνθεμου (Εικ. 1Α) όπως ακριβώς συνέβη και με τον συμπληρωματικό φωτισμό από λαμπτήρες πυρακτώσεως, τόσο στο θάλαμο ανάπτυξης φυτών όσο και στο θερμοκήπιο, σε αντίθεση με τον μάρτυρα που άνθισε κανονικά (Εικ. 1Β, Πίν. 1). Το ίδιο παρατηρήθηκε και στην Ποϊνσέττια, όπου ο συμπληρωματικός φωτισμός με λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας ανέστειλε την άνθιση και κατ' επέκταση τον μεταχρωματισμό των βρακτίων φύλλων (Εικ. 1Γ) όπως ακριβώς επέδρασε και ο συμπληρωματικός φωτισμός από λαμπτήρες πυρακτώσεως, ενώ ο μάρτυρας άνθισε και ακολούθησε κατόπιν ο μεταχρωματισμός των βρακτίων φύλλων από πράσινο σε ερυθρό χρώμα (Εικ. 1Δ, Πίν. 2). Το ύψος των φυτών Χρυσάνθεμου δεν επηρεάστηκε και από τα δύο είδη συμπληρωματικού φωτισμού και ήταν το ίδιο με εκείνο του μάρτυρα, τόσο στον θάλαμο ανάπτυξης φυτών όσο και στο θερμοκήπιο (Πίν. 3). Επίσης, δεν επηρεάστηκε το ύψος των φυτών Ποϊνσέτίας από τα δύο είδη συμπληρωματικού φωτισμού εντός του θαλάμου ανάπτυξης φυτών ή στο θερμοκήπιο και ήταν το ίδιο με το ύψος των αντίστοιχων φυτών-μαρτύρων (Πίν. 4).



Εικόνα 1. Α) Χρυσάνθεμο και Γ) Ποϊνσέττια (με πράσινα βράκτια φύλλα) με χρήση συμπληρωματικού φωτισμού από λαμπτήρα εξοικονόμησης ενέργειας, Β) Χρυσάνθεμο ανθισμένο και Δ) Ποϊνσέττια (με άνθη και ερυθρά βράκτια φύλλα) χωρίς συμπληρωματικό φωτισμό.

Πίνακας 1. Επίδραση του συμπληρωματικού φωτισμού με λαμπτήρες οικονομίας στον αριθμό των παραγόμενων ανθέων στο Χρυσάνθεμο, στο θάλαμο και στο θερμοκήπιο το χειμώνα.

Καλλιέργεια	Φωτισμός	6 εβδομάδες	8 εβδομάδες
Θάλαμος	10 h φθορίου, μάρτυρας	6,4±1,5* b**	11,6±2,6* b**
	10 h+5 h οικονομίας	0 a	0 a
	10 h+5 h πυρακτώσεως	0 a	0 a
Θερμοκήπιο	Φυσικό Φως (ΦΦ), μάρτυρας	5,3±1,4 b	10,9±2,1 b
	ΦΦ+5 h οικονομίας	0 a	0 a
	ΦΦ+5 h πυρακτώσεως	0 a	0 a

*Τυπική απόκλιση, ** Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P<0,05$)

Πίνακας 2. Επίδραση του συμπληρωματικού φωτισμού με λαμπτήρες οικονομίας στον αριθμό των ερυθρών βρακτίων φύλλων στην Ποϊνσέτια, στο θάλαμο και στο θερμοκήπιο το χειμώνα.

Καλλιέργεια	Φωτισμός	8 εβδομάδες	10 εβδομάδες
Θάλαμος	10 h φθορίου, μάρτυρας	5,9±1,9* b**	14,6±2,2* b**
	10 h+5 h οικονομίας	0 a	0 a
	10 h+5 h πυρακτώσεως	0 a	0 a
Θερμοκήπιο	Φυσικό Φως (ΦΦ), μάρτυρας	5,3±1,8 b	14,0±2,1 b
	ΦΦ+5 h οικονομίας	0 a	0 a
	ΦΦ+5 h πυρακτώσεως	0 a	0 a

*Τυπική απόκλιση, ** Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P<0,05$)

Πίνακας 3. Επίδραση του συμπληρωματικού φωτισμού με λαμπτήρες οικονομίας στο ύψος (cm) των φυτών Χρυσάνθεμου, στο θάλαμο και στο θερμοκήπιο το χειμώνα.

Καλλιέργεια	Φωτισμός	6 εβδομάδες	8 εβδομάδες
Θάλαμος	10 h φθορίου, μάρτυρας	40,1±1,5* a**	57,4±2,8* a**
	10 h+5 h οικονομίας	40,2±1,4 a	59,7±2,6 a
	10 h+5 h πυρακτώσεως	39,6±1,0 a	59,4±2,7 a
Θερμοκήπιο	Φυσικό Φως (ΦΦ), μάρτυρας	38,7±1,0 a	58,2±1,8 a
	ΦΦ+5 h οικονομίας	38,8±1,2 a	59,5±1,9 a
	ΦΦ+5 h πυρακτώσεως	39,3±1,1 a	59,2±1,4 a

*Τυπική απόκλιση, ** Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P<0,05$)

Πίνακας 4. Επίδραση του συμπληρωματικού φωτισμού με λαμπτήρες οικονομίας στο ύψος (cm) των φυτών Ποϊνσέτιας στο θάλαμο και στο θερμοκήπιο το χειμώνα.

Καλλιέργεια	Φωτισμός	8 εβδομάδες	10 εβδομάδες
Θάλαμος	10 h φθορίου, μάρτυρας	23,7±2,9* ab**	32,4±2,9* ab**
	10 h+5 h οικονομίας	25,1±3,2 ab	37,7±4,4 ab
	10 h+5 h πυρακτώσεως	26,5±2,3 b	38,2±3,6 b
Θερμοκήπιο	Φυσικό Φως (ΦΦ), μάρτυρας	21,3±0,8 a	26,3±3,2 a
	ΦΦ+5 h οικονομίας	23,6±1,9 ab	31,3±2,2 ab
	ΦΦ+5 h πυρακτώσεως	23,8±1,8 ab	31,0±2,3 ab

*Τυπική απόκλιση, ** Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P<0,05$)

Στο δεύτερο πείραμα, που έγινε το καλοκαίρι στους θαλάμους ανάπτυξης φυτών, τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια με αυτά του χειμώνα. Συγκεκριμένα, ο συμπληρωματικός φωτισμός με λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας (λαμπτήρες οικονομίας) ανέστειλε την άνθιση στο Χρυσάνθεμο και τον μεταχρωματισμό των βρακτίων φύλλων στην Ποϊνσέτια, όπως ακριβώς συνέβη και με τον συμπληρωματικό φωτισμό των λαμπτήρων πυρακτώσεως, ενώ τα φυτά μάρτυρες άνθισαν ή μεταχρωματίστηκαν τα βράκτια φύλλα

τους, αντίστοιχα (Πίν. 5, 6). Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ύψος των φυτών τόσο του Χρυσάνθεμου όσο και της Ποϊνσέτίας από την εφαρμογή του συμπληρωματικού φωτισμού είτε με λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας είτε με λαμπτήρες πυρακτώσεως σε σχέση με τον μάρτυρα (Πίν. 7, 8). Με άλλα λόγια, η χρήση των λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας είχε τα ίδια αποτελέσματα με αυτά των λαμπτήρων πυρακτώσεως στην αύξηση και ανάπτυξη των βραχυήμερων φωτοπεριοδικών φυτών του Χρυσάνθεμου και της Ποϊνσέτίας.

Πίνακας 5. Επίδραση του συμπληρωματικού φωτισμού με λαμπτήρες οικονομίας στον αριθμό των παραγόμενων ανθέων στο Χρυσάνθεμο, στο θάλαμο ανάπτυξης φυτών το καλοκαίρι.

Φωτισμός	6 εβδομάδες	8 εβδομάδες
10 h φθορίου, μάρτυρας	6,2±1,3* b**	11,9±2,0* b**
10 h+5 h οικονομίας	0 a	0 a
10 h+5 h πυρακτώσεως	0 a	0 a

*Τυπική απόκλιση, **Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P \leq 0,05$)

Πίνακας 6. Επίδραση του συμπληρωματικού φωτισμού με λαμπτήρες οικονομίας στον αριθμό των ερυθρών βρακτίων φύλλων στην Ποϊνσέτια, στο θάλαμο ανάπτυξης φυτών το καλοκαίρι.

Φωτισμός	8 εβδομάδες	10 εβδομάδες
10 h φθορίου, μάρτυρας	2,8±1,1* b**	9,8±2,0* b**
10 h+5 h οικονομίας	0 a	0 a
10 h+5 h πυρακτώσεως	0 a	0 a

*Τυπική απόκλιση, **Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P \leq 0,05$)

Πίνακας 7. Επίδραση του συμπληρωματικού φωτισμού με λαμπτήρες οικονομίας στο ύψος (cm) των φυτών Χρυσάνθεμου, στο θάλαμο ανάπτυξης φυτών το καλοκαίρι.

Φωτισμός	6 εβδομάδες	8 εβδομάδες
10 h φθορίου, μάρτυρας	39,9±2,1* a**	58,3±2,0* a**
10 h+5 h οικονομίας	40,5±1,9 a	60,5±1,8 a
10 h+5 h πυρακτώσεως	40,6±2,0 a	60,7±2,1 a

*Τυπική απόκλιση, **Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P \leq 0,05$)

Πίνακας 8. Επίδραση του συμπληρωματικού φωτισμού με λαμπτήρες οικονομίας στο ύψος (cm) των φυτών Ποϊνσέτίας, στο θάλαμο ανάπτυξης φυτών το καλοκαίρι.

Φωτισμός	8 εβδομάδες	10 εβδομάδες
10 h φθορίου, μάρτυρας	24,3±1,9* a**	30,6±2,2* a**
10 h+5 h οικονομίας	24,2±1,6 a	31,8±2,3 a
10 h+5 h πυρακτώσεως	24,4±2,3 a	30,5±2,1 a

*Τυπική απόκλιση, **Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P \leq 0,05$)

Συμπεράσματα

Οι λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας είναι αποτελεσματικοί στον φωτοπεριοδικό φωτισμό και δύνανται να αντικαταστήσουν τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Σε συνδυασμό με την παρεχόμενη οικονομία στην κατανάλωση ρεύματος θα ήταν συμφέρουσα η χρήση τους στις καλλιέργειες φωτοπεριοδικών ανθοκομικών φυτών.

Βιβλιογραφία

Lund, J.B., Blom, T.J. and Aaslyng, J.M. 2007. End-of-day lighting with different red/far-red ratios using light-emitting diodes affects plant growth of *Chrysanthemum × morifolium* Ramat. 'Coral Charm'. HortScience 42: 1609-1611.

- Borthwick, H.A. and Cathey, H.M. 1962. Role of phytochrome in control of flowering of *Chrysanthemum*. Bot. Gaz. 123: 155-162.
- Cathey, H.M. and Borthwick, H.A. 1970. Photoreactions controlling flowering of *Chrysanthemum morifolium* (Ramat. and Hemfl.) illuminated with fluorescent lamps. Plant Physiol. 45: 235-239.
- Mortensen, L.M. and Stromme, E. 1987. Effects of light quality on some greenhouse crops. Scien. Hort. 33: 27-36.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Σ. Κώστα

Παπαφωτίου (προεδρεύουσα): Επίκαιρη εργασία όπως είπα και στην εισαγωγή μου.

Θα πρέπει να μελετήσουμε όλα τα φωτοπεριοδικά φυτά να δούμε πως δουλεύουν.

Κώστας. Να πούμε ότι οι λαμπτήρες πυρακτώσεως δεν υπάρχουν πλέον στην αγορά.

Παπαφωτίου: Νομίζω ότι θα τις ξανακυκλοφορήσουν. Βέβαια, θα πρέπει να πούμε δεν τους χρησιμοποιήσατε καθόλου ως night break, το κάνατε μόνο για επιμήκυνση της φωτοπεριόδου.

Κώνστας. Υπάρχει η σκέψη αυτή, να το κάνουμε.

Παπαφωτίου: Να δούμε πως συμπεριφέρονται από χρονικής διάρκειας. Και επίσης τι ένταση ήταν οι λαμπτήρες που χρησιμοποιήσατε;

Κώστας. Εννοείτε σε watt;

Παπαφωτίου: Ναι.

Κώστας. Οι πυρακτώσεως ήταν εκατό (100) watt και οι αντίστοιχες εξοικονόμησης ενέργειας ήταν είκοσι επτά (27) watt.

Σύνεδρος: Δηλαδή οι λαμπτήρες εξοικονόμησης.

Κώστας: Ναι. Υποτίθεται ότι η αντιστοιχία τους σε ενέργεια είναι πάλι στα εκατό (100) watt.

Παπαφωτίου: Υπάρχουν ερωτήσεις;

Σύνεδρος: Να συμπληρώσω σε ότι αφορά στους λαμπτήρες. Σε ποιο φάσμα φωτός εξέπεμπαν;

Ήταν σε όλο το φάσμα του φωτός; Στο ερυθρό; Στο κυανό;

Κώστας. Οι λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας; Ένα συγκεκριμένο φάσμα, το οποίο δεν το επηρεάσαμε, όπως ακριβώς αυτό ήταν.

Σύνεδρος: Μάλιστα.

Κώστας. Δηλαδή ουσιαστικά, ήταν ένα στο μπλε, ένα στο πράσινο κι ένα στο κόκκινο. Ενώ αντίστοιχα αυτό σε γραμμικό φάσμα φωτός.

Οικονόμου: Όταν ξεκινήσαμε αυτή την έρευνα, είχαμε ακριβώς τον προβληματισμό ότι οι λαμπτήρες πυρακτώσεως χρησιμοποιούνται στα φωτοπεριοδικά φυτά, είτε να αποτρέψουμε την άνθιση, όπως συμβαίνει στις μητρικές καλλιέργειες, απ' όπου κόβουμε τα μοσχεύματα και δεν θέλουμε να είναι διαφοροποιημένα, είτε να επισπεύσουμε την άνθιση, πράγμα που συμβαίνει αυτό στα μακράς ημέρας φυτά, οπότε και συμπληρώνουμε το φωτισμό για να έχουμε τεχνητή άνθιση οπότε εμείς θέλουμε. Επειδή, στους λαμπτήρες αυτούς υπάρχει έλλειψη στην αγορά, είπαμε μήπως μπορούμε να τους αλλάξουμε. Τα αποτελέσματα τότε θα ήταν πολύ πιο εντυπωσιακά, εάν ξεκινούσαμε εκείνη την περίοδο όταν συλλάβαμε την ιδέα, να δουλέψουμε πάνω στους λαμπτήρες οικονομίας κι αν είχαμε μακροήμερα φυτά, δηλαδή φυτά που ανθίζουν σε μεγάλη διάρκεια ημέρες. Επομένως δηλαδή, εάν η φυσική διάρκεια της ημέρας που θα ήταν μικρή, θα συμπληρώνουμε με λαμπτήρες και πυρακτώσεως και να τους συγκρίνουμε με τους λαμπτήρες οικονομίας. Δυστυχώς δεν είχαμε γυφοφίλη και πήγαμε στα φυτά τα βραχύμερα. Εδώ το αποτέλεσμα φαίνεται λίγο διαφορετικά. Αλλιώς κανείς το προσλαμβάνει. Ενώ αν είχαμε γυφοφίλη θα βλέπαμε τις υψηλές, σε πλήρη άνθιση μπάρες, ενώ εδώ βλέπουμε ακριβώς το αντίστροφο, σαν να αποτρέπουμε την άνθιση. Το αποτέλεσμα είναι το ίδιο. Οτι οι λαμπτήρες οικονομίας μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως και επιτυχώς τους λαμπτήρες πυρακτώσεως παλαιού τύπου και κυρίως, αυτό που είπε ο κ. Κώνστας, ότι θα εξοικονομούμε ενέργεια. Και έρχομαι τώρα σε αυτό που είπε η κα Παπαφωτίου, όταν πλέον θα προσθέσουμε πέντε ώρες συμπληρωματικό τεχνητό φωτισμό, καταλαβαίνετε τι σημαίνει αυτό για την άνθιση; Και αν αυτό συνδυαστεί με night break

θα είναι ακόμη πιο σημαντικό για τα φυτά. Θα μπορούσαμε να κερδίσουμε. Ακόμη πιο σημαντικό θα είναι με τον λεγόμενο κυκλικό φωτισμό. Έτσι δεν θα έχουμε πέντε ώρες συνεχώς αναμμένους λαμπτήρες, αλλά περίπου στο ένα τέταρτο (1/4) στο ένα πέμπτο (1/5), με ανοίγματα και κλεισίματα σταδιακά.

Στο επόμενο συνέδριο, όπως είπε ο κ. Κώνστας, θα παρουσιάσουμε αποτελέσματα με τη γυψοφίλη που είναι εντυπωσιακά.

Παπαφωτίου: Υπάρχει ένα θέμα στο πόσο γρήγορα, αυτοί οι λαμπτήρες πιάνουν την απόδοσή τους, οπότε εκεί τα night breaks είναι πολύ ενδιαφέρον να το δούμε.

Οικονόμου: Ναι, πολύ σωστά το λέτε. Αλλά υπάρχουν κάποιοι άλλοι λαμπτήρες οι οποίοι ανάβουν πιο γρήγορα.

Παπαφωτίου. Ναι. Ναι. Η τεχνολογία εξελίσσεται. Λοιπόν υπάρχει άλλη ερώτηση;

Ακουμιανάκη: Ναι, υπάρχει..

Παπαφωτίου: Η κα Ακουμιανάκη.

Ακουμιανάκη: Σκεφτόμουν, ότι αυτοί οι λαμπτήρες πολύ γρήγορα χάνουν τη σταθερότητα της απόδοσης. Κάτι που επίσης θα πρέπει να το λάβει κάποιος αυτό υπόψη του; Δηλαδή άλλοι ανάβουν πάρα πολύ γρήγορα, άλλοι αργότερα. Σε κάποιο χρονικό διάστημα αρχίζει και φθίνει η απόδοση που είναι και αυτό ένας παράγοντας, αλλά όπως κι αν το δει κάποιος το πράγμα είναι πολύ θετικό. Τα αποτελέσματα δηλαδή είναι πάρα πολύ θετικά και αξίζει να το χρησιμοποιεί κάποιος για εξοικονόμηση ενέργειας.

Παπαφωτίου: Τους βελτιώνουν συνεχώς αυτούς τους λαμπτήρες. Επομένως κάποια στιγμή θα ξεπεραστεί το πρόβλημα. Λοιπόν, νομίζω ότι τελειώσαμε. Ευχαριστούμε πάρα πολύ κ. Κώνστα.

Οικονόμου: Έχει σημειωθεί μια προσπάθεια των ανθοπαραγωγών της Αττικής για να κάνουν εξαγωγές. Το ίδιο έχει γίνει, εδώ και μερικά χρόνια, και στην περιοχή της Βόρειας Ελλάδας, από τους ανθοπαραγωγούς της Θεσσαλονίκης και τους όμορους νομούς. Αυτοί, εδώ και πάρα πολλά χρόνια, κατέληξαν να κάνουν μία κοινή, μικρή θα έλεγα, ανθαγορά έξω από τη Θεσσαλονίκη, και απ' ότι μου λένε πάνε θαυμάσια. Περίπου το σαράντα τοις εκατό (40%) πάει σε εξαγωγές στις γειτονικές χώρες. Πολύ σημαντικό. Προσπάθησαν και στο παρελθόν Συνενώθηκαν τώρα, έχουν κάνει μία κοινή αγορά, μικρή τώρα μεν, αλλά αργότερα θα την επεκτείνουν και αρχίζουν και εξαγουν στις γειτονικές χώρες.

Παπαφωτίου. Πολύ σημαντικό. Ναι. Όντως. Μακάρι να πάνε καλά. Μα ξέρετε είναι κάποιοι παράγοντες που δεν τους βάζει ο νους μας, πέραν του ότι πρέπει να είναι κανείς μεγάλος παραγωγός για να κάνει σταθερή ποσότητα για να μπορεί να εξάγει. Πρόσφατα μπαίνει και άλλος παράγοντας. Το πώς θα στείλεις το προϊόν σου έξω. Και αν αυτό δεν είναι μεγάλο να γεμίσεις μια νταλικά, ακόμα κι αν βρεις αγοραστή για μικρότερη ποσότητα δεν μπορείς να πας να, γιατί θα σου κοστίζει ο κόκκος αηδόνι.

Οικονόμου. Οι αγοραστές είναι από όμορες χώρες και παίρνουν από τη Θεσσαλονίκη τα προϊόντα.

Παπαφωτίου. Α! Ναι; Είδατε η κρίση! Και εδώ νομίζω ότι τελειώσαμε την πρώτη αυτή ενότητα της συνεδρίας μας.

ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΡΟΛΟΥ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕΣΩ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου¹, Μ. Χατζάκη¹ και Α. Κουτσούρης²

¹ Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, Αθήνα 118 55

² Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Τροφίμων, Βιοτεχνολογίας και Ανάπτυξης, Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης, Εργαστήριο Γεωργικών Εφαρμογών, Αγροτικών Συστημάτων & Αγροτικής Κοινωνιολογίας Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά στη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού βοηθήματος εναλλακτικού τρόπου διδασκαλίας για τους εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με αναφορά στα φυτά. Στόχος ήταν μέσω της στενότερης ενασχόλησης των μαθητών με τα φυτά, η εμπέδωση της γνώσης, η γνωριμία των φυτών και η υιοθέτηση φιλοπεριβαλλοντικής συμπεριφοράς. Το εναλλακτικό εκπαιδευτικό εργαλείο αφορά στη διδασκαλία τεσσάρων κεφαλαίων των μαθηματικών της ΣΤ' τάξης πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και αποτελείται από σειρά διαφανειών, στις οποίες γίνεται συσχέτιση ορισμών και μαθηματικών εννοιών με φυτικά μέρη (διακλαδώσεις, φύλλα, άνθη, καρπούς) και χαρακτηριστικά (σχήμα) συγκεκριμένων φυτών, ενώ συνοδεύεται από το βιβλίο του δασκάλου. Το εναλλακτικό εκπαιδευτικό εργαλείο παρουσιάστηκε πιλοτικά στο 2^ο & 5^ο Δημοτικό σχολείου Νέας Αλικαρνασσού Ηρακλείου Κρήτης και αξιολογήθηκε από εκπαιδευτικούς και μαθητές. Το 90% των εκπαιδευτικών έκρινε ως πολύ καλή τη συγκεκριμένη πρόταση, διότι προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών και συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών του αντίστοιχου κεφαλαίου των μαθηματικών, ενώ συμβάλλει πολύ στην περιβαλλοντική τους ευαισθητοποίηση. Στο σύνολο τους οι εκπαιδευτικοί εκτίμησαν ότι η συγκεκριμένη πρόταση έχει θετικά στοιχεία βιωματικού χαρακτήρα και θα άξιζε να δοκιμαστεί στη διδασκαλία και άλλων μαθημάτων. Στο σύνολό τους σχεδόν (92.7%) οι μαθητές θα ήθελαν να διδάσκονται με αυτό τον εναλλακτικό τρόπο και άλλα μαθήματα και η πλειονότητα αυτών (87.3%) θεώρησε ότι ο τρόπος αυτός διδασκαλίας και η σύνδεση του μαθήματος/ων με το φυτικό υλικό συμβάλλει στη καλύτερη σχέση τους με τα φυτά και το φυσικό περιβάλλον γενικότερα.

Λέξεις κλειδιά: σχολικός κήπος, περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, περιβαλλοντική εκπαίδευση, βιωματική εκπαίδευση.

Εισαγωγή

Είναι γνωστά τα πολλαπλά οφέλη και η θετική επίδραση των φυτών στο περιβάλλον. Η διεξοδικότερη γνώση των φυτών, με τη μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών και της ανάπτυξής τους καθώς και του λειτουργικού ρόλου τους στο περιβάλλον, αποτελεί σημαντικό μοχλό καλλιέργειας περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης των χρηστών, απαραίτητη για την προστασία και διατήρηση των φυτών και της βλάστησης. Οι σχολικές αυλές με τον κατάλληλο σχεδιασμό, την επιλογή φυτών και την οργάνωση της φύτευσης, θα μπορούσαν να συμβάλλουν σημαντικά, μέσω της βιωματικής εκπαίδευσης, στη μεγαλύτερη επαφή και γνωριμία των μαθητών με τα φυτά και τη φύση γενικότερα καθώς και στη καλλιέργεια περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και

συμπεριφοράς. Η σημασία των φυτών και του σχολικού κήπου στην εκπαίδευση και στην εμπέδωση της γνώσης, με διδασκαλία όλων σχεδόν των μαθημάτων (φυτολογίας, φυσικής, χημείας, μαθηματικών, κ.ά.) ήταν γνωστή και τονίστηκε εδώ και εξήντα χρόνια (Κριάρης, 1954). Μεταγενέστερα, οι Skelly and Zajicek (1998), αναφέρουν την επίδραση των μαθημάτων κηπουρικής στην καλύτερη κατανόηση των περιβαλλοντικών θεμάτων και την ευαισθητοποίηση των παιδιών σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος. Ενώ οι Waliczek κ.ά., (2001), αναφέρουν τη θετική σχέση που αναπτύσσεται μεταξύ των παιδιών που ασχολούνται με τη φροντίδα του σχολικού κήπου καθώς και την καλύτερη διάθεσή τους για το σχολείο. Έρευνες έδειξαν επίσης την σημασία των φυτών και της οργανωμένης φύτευσης στις σχολικές αυλές καθώς και την σύνδεσή τους με την περιβαλλοντική εκπαίδευση, αλλά και τη χρήση τους στη διδασκαλία μαθημάτων στη β'αθμια εκπαίδευση (Παρθενίου κ.ά., 2010; Akoumianaki-Ioannidou κ.ά., 2010).

Η παρούσα εργασία αφορά στην ανάδειξη του εκπαιδευτικού ρόλου των φυτών της σχολικής αυλής, μέσω της σύνδεσής τους με τη διδασκαλία μαθημάτων. Στην κατεύθυνση αυτή και για τη διευκόλυνση των εκπαιδευτικών, αλλά και για όξυνση του ενδιαφέροντος των μαθητών, δημιουργήθηκε ένα εκπαιδευτικό βοήθημα στο πλαίσιο της διδασκαλίας μέρους της ύλης των Μαθηματικών της ΣΤ' τάξης της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Επιμέρους στόχοι ήταν η ανάπτυξη της βιωματικής εκπαίδευσης, η μεγαλύτερη ενασχόληση των μαθητών με τα φυτά, η εμπέδωση της γνώσης, η όξυνση της παρατηρητικότητας, η ανάπτυξη πρωτοβουλιών, η καλλιέργεια της συνεργασιμότητας και η καλλιέργεια περιβαλλοντικής συμπεριφοράς από την πλευρά των μαθητών.

Μεθοδολογία

Για τη δημιουργία του εκπαιδευτικού βοηθήματος, διερευνήθηκαν μέσω ερωτηματολογίων, οι απόψεις 60 εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης του νομού Ηρακλείου Κρήτης. Τα ερωτηματολόγια περιελάμβαναν 40 ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου, κατανεμημένες σε τέσσερις ενότητες που αφορούσαν: στα προσωπικά στοιχεία των ερωτηθέντων, τη συμμετοχή τους σε προγράμματα Περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, σε πρακτικές περιβαλλοντικής συμπεριφοράς και στις απόψεις τους σχετικά με το πράσινο στις σχολικές αυλές. Τα στοιχεία της έρευνας επεξεργάστηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, 14.0 for Windows) και καταγράφηκε η κατανομή των συχνοτήτων των απαντήσεων για κάθε ερώτηση (μονομεταβλητή ανάλυση). Ακολούθησε η δημιουργία του εκπαιδευτικού εργαλείου το οποίο περιελάμβανε σειρά διαφανειών στις οποίες γίνεται συσχέτιση ορισμών και εννοιών κεφαλαίων του μαθήματος των μαθηματικών της ΣΤ' τάξης της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, που αφορούν σε γωνίες, σχήματα, και όγκους με διάφορα φυτικά μέρη (διακλαδώσεις, φύλλα, άνθη, καρπούς) και χαρακτηριστικά (σχήμα) συγκεκριμένων φυτών. Το εναλλακτικό εκπαιδευτικό εργαλείο «παρατηρώντας τα μαθηματικά στη φύση», παρουσιάστηκε πιλοτικά στο 2^ο & 5^ο Δημοτικό σχολείο Νέας Αλικαρνασσού Ηρακλείου Κρήτης υπό μορφή εισήγησης και αξιολογήθηκε από 10 εκπαιδευτικούς και 60 μαθητές του. Η αξιολόγησή του έγινε επίσης με ερωτηματολόγια και τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν επεξεργάστηκαν επίσης με το πρόγραμμα SPSS.

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Από την έρευνα η οποία διενεργήθηκε σε εκπαιδευτικούς συγκεντρώθηκαν στοιχεία τα οποία ελήφθησαν υπόψη στη δημιουργία του εκπαιδευτικού βοηθήματος. Η πλειοψηφία (63,3%) των ερωτηθέντων είχε συμμετάσχει σε κάποιο επιμορφωτικό

σεμινάριο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε.), με επικρατέστερα θέματα το «Περιβάλλον γενικά» και την «Αγωγή Υγείας» και από αυτούς το 45%, είχε υλοποιήσει σεμινάριο με αντίστοιχο θέμα. Ανασταλτικός παράγοντας για συμμετοχή των μαθητών σε προγράμματα Π.Ε. σύμφωνα με το 56,7% των εκπαιδευτικών είναι η μη κατανόηση της σημασίας της Π.Ε. και το 31,7% των ερωτηθέντων προτείνει για αύξηση της συμμετοχής τους, εκδρομές στη φύση με σχετικές δραστηριότητες. Δυσχέρειες ωστόσο καταγράφονται από την πλευρά των εκπαιδευτικών για υλοποίηση προγραμμάτων Π.Ε. όπως, κυρίως, η έλλειψη εξειδίκευσης και πληροφόρησης (40%), καθώς και η έλλειψη υλικοτεχνικής υποδομής (30%). Ως προς το πράσινο στις σχολικές αυλές, το 73,3 % δηλώνει ότι αυτό είναι λίγο έως ελάχιστο ενώ το 66,6% πιστεύει ότι τα φυτά στη σχολική αυλή θα συνέβαλαν σημαντικά (πολύ έως πάρα πολύ) στην Π.Ε. Ο ορθολογικός σχεδιασμός και η οργάνωση της φύτευσης στη σχολική αυλή θα συνέβαλε στην εξοικείωση των μαθητών με τα φυτά (45%) και το 57% προτείνει αύξηση των χώρων πρασίνου για τη βελτίωση της αισθητικής και λειτουργικής εικόνας της αυλής. Για την κινητοποίηση των μαθητών προς μεγαλύτερη επαφή και εξοικείωση με τα φυτά, το 35% των εκπαιδευτικών προτείνει βιωματικές μεθόδους διδασκαλίας και διδασκαλία στη σχολική αυλή. Όσον αφορά στη στάση των εκπαιδευτικών για τη χρήση φυτικού υλικού στην εκπαίδευση, το 51,7% δήλωσε ότι έχει χρησιμοποιήσει φυτικό υλικό κάποιες φορές στη διδασκαλία μαθημάτων, ενώ το 88,3% ότι θα ήθελε να διεξάγει μέρος της διδασκαλίας στη σχολική αυλή. Ανάλογη θέση είχαν και εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε έρευνα που είχε γίνει στη Μάντρα Αττικής (Παρθενίου κ.ά. 2010). Στην πλειοψηφία τους (70%) δηλώνουν ότι ένα εκπαιδευτικό εργαλείο με αναφορά στο φυτικό υλικό συμβάλλει στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των μαθητών και το προτιμά σε έντυπη εικονογραφημένη μορφή (53%), ηλεκτρονική μορφή (31%), ηχογραφημένο κείμενο (8%), ενώ άλλες μορφές πρότεινε το υπόλοιπο 8%.

Για τη δημιουργία του εκπαιδευτικού εργαλείου ακολουθήθηκαν αρχές της ανακαλυπτικής διερευνητικής μεθόδου, στόχος της οποίας είναι η πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών, ώστε να ενταχθούν ενεργητικά στη διαδικασία μάθησης (Γκοτζανίδης, 2009). Το εκπαιδευτικό εργαλείο αφορά στη διδασκαλία τεσσάρων κεφαλαίων του μαθήματος των μαθηματικών της ΣΤ' τάξης της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης τα οποία αναφέρονται σε σχήματα, γωνίες, επιφάνειες, και κλίμακες. Αποτελείται δε από σειρά διαφανειών στις οποίες γίνεται συσχέτιση ορισμών και μαθηματικών εννοιών των αντίστοιχων κεφαλαίων με διάφορα φυτικά μέρη (διακλαδώσεις, φύλλα, άνθη, καρπούς) και χαρακτηριστικά (σχήμα) συγκεκριμένων φυτών. Το εναλλακτικό εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από εκπαιδευτικούς μετά τον κλασσικό τρόπο διδασκαλίας στην τάξη ως ένα ερέθισμα για περαιτέρω ανάπτυξη μαθησιακών δραστηριοτήτων στη σχολική αυλή. Το «εκπαιδευτικό εργαλείο» συνοδεύεται από το βιβλίο του δασκάλου το οποίο περιλαμβάνει για κάθε επιμέρους κεφάλαιο: το σκοπό, τους επιμέρους στόχους, την ακολουθούμενη μέθοδο, την προτεινόμενη διάρκεια διδασκαλίας, την προαπαιτούμενη γνώση καθώς και τα ακολουθούμενα βήματα διδασκαλίας. Συνοπτικά, προτείνεται μετά την παράδοση του μαθήματος με το συμβατικό τρόπο, η χρήση του εκπαιδευτικού βοηθήματος και η ανάπτυξη του αντίστοιχου κεφαλαίου στην αίθουσα υπό μορφή συζήτησης, η διατύπωση ερωτημάτων από εκπαιδευτικούς και μαθητές και η απάντησή τους καθώς και η επίλυση διαφόρων ασκήσεων και εφαρμογών που θα τεθούν από τους εκπαιδευτικούς. Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός δημιουργεί ομάδες και κατευθύνει τους μαθητές στη συγκέντρωση πληροφοριών και απαντήσεων σε ερωτήματα και προβληματισμούς που τέθηκαν στην αίθουσα, μέσα στη σχολική αυλή, με διάφορες δραστηριότητες. Οι μαθητές μέσα από τη στενότερη επαφή τους με τα φυτά στη

σχολική αυλή, θα αναπτύξουν πρωτοβουλίες, συνεργασιμότητα, θα οξυνθεί η παρατηρητικότητα τους και θα υιοθετήσουν φιλοπεριβαλλοντική συμπεριφορά. Τέλος, οι μαθητές καλούνται να παρουσιάσουν και να συζητήσουν τις πληροφορίες που συγκέντρωσαν στην αίθουσα, ή σε κατάλληλα διαμορφωμένη για ανάλογες δράσεις, υπαίθρια αίθουσα διδασκαλίας.

Η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού εργαλείου έγινε από δείγμα εκπαιδευτικών στο οποίο το 70% ήταν γυναίκες, το 60% ήταν νεαρής ηλικίας 31-40 ετών, το 30% μέσης (41-50) ετών και το 10% των 50 ετών. Η σύλληψη της συγκεκριμένης ιδέας της πρότασης εναλλακτικής διδασκαλίας μαθηματικών εννοιών, αξιολογήθηκε ως καλή έως πολύ καλή από το 70% του δείγματος και πρωτοποριακή από το 30%. Η πλειοψηφία (90%) δήλωσε ότι το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό εργαλείο συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών της αντίστοιχης διδακτέας ύλης, είναι ικανοποιητικό σε έκταση (διάρκεια) και συμβάλλει πολύ στη ευαισθητοποίηση των μαθητών ως προς το φυτικό υλικό. Στο σύνολό τους οι ερωτηθέντες θεώρησαν ενδιαφέρουσα την εναλλακτική πρόταση διδασκαλίας, με θετικά στοιχεία βιωματικού χαρακτήρα και ότι θα άξιζε να δοκιμαστεί στη διδασκαλία και άλλων μαθημάτων, και πιστεύουν ότι ο συγκεκριμένος τρόπος προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το μαθησιακό ενδιαφέρον τους, θεωρούν δε το διαδραστικό πίνακα, ως αποτελεσματικότερο τρόπο παρουσίασης της συγκεκριμένης πρότασης διδασκαλίας. Στη πλειονότητα του δείγματος των μαθητών (74.4%) άρεσε πολύ έως πάρα πολύ ο συγκεκριμένος τρόπος εναλλακτικής διδασκαλίας και το 92.7% θα ήθελε και άλλα μαθήματα να διδάσκονται με αυτό τον τρόπο. Η πλειοψηφία (87.3%) απάντησε ότι ο συγκεκριμένος τρόπος διδασκαλίας με αναφορά στο φυτικό υλικό, βοήθησε στη καλύτερη κατανόηση των μαθηματικών εννοιών των κεφαλαίων της διδακτέας ύλης και ανέδειξε τον εκπαιδευτικό ρόλο των φυτών, ενώ το 78,2% πιστεύει ότι θα συνέβαλλε στη καλύτερη σχέση τους με τα φυτά και το περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

- Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου, Α., Παρασκευοπούλου, Α.Τ., and Tachou, V. 2010. The significance of plants in school grounds and environmental education of secondary schools in trikala, Hellas. Proceedings of IInd Int'l Conf. on Landscape and Urban Hort.. Acta Hortic. 881: 843-6.
- Γκοτζανίδης Χ. 2009. Εισαγωγή στην ανακαλυπτική διερευνητική μέθοδο. <http://www.slideshare.net/cgotzar/e-2226232>
- Κριάρης Ι. Α. 1954. Ο σχολικός κήπος. Ο κοινοτικός και ο δημοτικός κήπος. Αγροτική Βιβλιοθήκη. Εκ. Σπύρος ΙΠ. Σπύρου. Αθήνα.
- Παρθενίου Αικ., Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου Α. και Κουτσούρης Α., 2010. Το πράσινο στις σχολικές αυλές και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: αποτελέσματα έρευνας μαθητών και εκπαιδευτικών (Β'βαθμιας εκπαίδευσης) στη Μάνδρα Αττικής. Πρακτικά 5^{ου} Συνεδρίου ΠΕΕΚΠΕ. 98.
- Πάσσαμ Χ., Αδαμαντίδου Σ., Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου Α., Ακουμιανάκης Κ., Κάτσικας Ν., Κουρουζίδης Μ., Μάναλη Π., Ταμουτσέλη Κ. και Φλουρή Φωτεινή. (2000). «Σχολικός Κήπος». Παιδαγωγικό Ινστιτούτο ΥΠΕΠΘ.
- Skelly M. S. and Zajicek J. M. 1998. The effect of an interdisciplinary garden program on the Environmental attitudes of elementary School Students. Hort Technology 8(4): 579-583.
- Waliczek T. M, Bradley J.C. and Zajicek J.M., 2001. The effects of School gardens on Children's interpersonal relationships and attitudes toward school. Hort Technology 11(3): 466-467.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Α. Ακουμιανάκη
(δεν υποβλήθηκαν ερωτήσεις)

Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΨΕΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΑΙΔΙΚΕΣ ΧΑΡΕΣ

Σ. Αθανασίου και Α. Τ. Παρασκευοπούλου

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Οι παιδικές χαρές αποτελούν σημαντικούς κοινόχρηστους χώρους πρασίνου και μπορούν να διαδραματίσουν ιδιαίτερο ρόλο στη ζωή του παιδιού και στην ανάπτυξη του σε ενήλικα. Η εξασφάλιση των κανονισμών ασφάλειας έχει οδηγήσει στην τυποποίηση τους, χωρίς να προσφέρουν ιδιαίτερα ερεθίσματα στα παιδιά, με αποτέλεσμα να έχουν περιοριστεί οι ευκαιρίες για δημιουργικό παιχνίδι και βιωματική μάθηση. Συχνά γεννιέται το ερώτημα στους μελετητές των παιδικών χαρών πως, ως ενήλικες, δύνανται να γνωρίζουν με βεβαιότητα τις ανάγκες των παιδιών για παιχνίδι; Οι απόψεις στο συγκεκριμένο ερώτημα δίστανται. Στη παρούσα εργασία διερευνήθηκαν μέσω ερωτηματολογίων υπό τη μορφή συνεντεύξεων οι απόψεις μαθητών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης από δύο περιοχές στην Αθήνα για τις παιδικές χαρές που επισκέπτονται. Συμπληρώθηκαν συνολικά 765 ερωτηματολόγια. Έγινε κατανομή συχνοτήτων των δεδομένων των ερωτηματολογίων καθώς και διμεταβλητή ανάλυση με πίνακες διπλής εισόδου. Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων μαθητών (83,0%) επισκέπτονται τις παιδικές χαρές. Τα παιδιά επισκέπτονται τις παιδικές κυρίως τα Σαββατοκύριακα (23,3%) με τους γονείς (44,4%) κατά τις απογευματινές ώρες (47,6%). Η επίσκεψη στην παιδική χαρά διαρκεί κυρίως 1-2 ώρες (20,3%) και οι περισσότεροι μαθητές παίζουν μαζί με πολλά άλλα παιδιά (46,8%) ή μαζί με λίγα παιδιά που γνωρίζουν (44,4%). Τα επικρατέστερα είδη ελεύθερου παιχνιδιού είναι το κυνηγητό (57,8%), το κρυφτό (51,0%) και η μπάλα (47,6%). Όσον αφορά στον εξοπλισμό της παιδικής χαράς η κούνια, το μονόζυγο και η τσουλήθρα προτιμούνται από τους μαθητές σε μεγαλύτερα ποσοστά (65,9%, 44,1% και 37,3% αντίστοιχα). Γενικά οι μαθητές έδειξαν να προτιμούν όργανα τα οποία ήταν θεματικά και συνδύαζαν το φυσικό τοπίο με το παιχνίδι. Σχετικά με το υλικό επίστρωσης της παιδικής χαράς η πλειοψηφία των μαθητών επιθυμεί χλοοτάπητα (43,3%) και άμμο (23,4%). Επίσης η πλειοψηφία των μαθητών επιθυμεί την παρουσία φύτευσης (89,0%). Ειδικότερα το 47,5% των μαθητών επιθυμούν να υπάρχουν περισσότερα δένδρα στην παιδική χαρά και προτιμούν ανθοφόρα είδη δένδρων (51,8%) και θάμνων (64,4%). Επίσης οι μαθητές προτιμούν καλλωπιστικά φυτά με τα οποία είναι οικεία (πχ. τριανταφυλλιά, μαργαρίτα, κ.ά.). Τα αποτελέσματα της διεξαγωγής των ερωτηματολογίων μπορούν να βρουν εφαρμογή στο σχεδιασμό πρότυπων παιδικών χαρών που θα βελτιώσουν την κοινωνική, ψυχική και σωματική υγεία των παιδιών και θα στηρίζουν το δημιουργικό παιχνίδι και τη βιωματική μάθηση.

Λέξεις κλειδιά: παιδί, σχεδιασμός, δημιουργικό παιχνίδι, βιωματική μάθηση, ελεύθερο παιχνίδι

Εισαγωγή

Μέσα από το παιχνίδι το παιδί έχει τη δυνατότητα να αναπτύξει την κοινωνική του συμπεριφορά, τα αισθήματά του, το πνεύμα και το σώμα του. Η σημασία του

παιχνιδιού στην ανάπτυξη του παιδιού και στη διαμόρφωση της προσωπικότητας του ως ενήλικας είναι πολύ σημαντική. Η σημασία του είχε αναγνωριστεί πριν ακόμα την ανάπτυξη του πολιτισμού (Κοτσακώστα κ.ά., 2000).

Με την ανάπτυξη αστικών περιοχών δημιουργήθηκε η ανάγκη κατασκευής παιδικών χαρών. Η πρώτη παιδική χαρά χρονολογείται το 1877 στην Αγγλία (Καραγιάννη κ.ά., 2003). Οι παιδικές χαρές με βάση την Εφημερίδα της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ 931B/18.5.2009) ορίζονται ως οριοθετημένοι δημοτικοί ή κοινοτικοί υπαίθριοι χώροι που προορίζονται για ψυχαγωγία νηπίων και παιδιών μέχρι δεκατεσσάρων ετών χωρίς την επίβλεψη προσωπικού. Στο ίδιο τεύχος της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως αναφέρεται ότι: «Η παιδική χαρά... πρέπει... να είναι χωροθετημένη και σχεδιασμένη με τρόπο ώστε να μην τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια και η υγεία όλων των παιδιών». Επίσης αναφέρεται ότι: «Στην παιδική χαρά πρέπει η σχεδίαση να αποσκοπεί στη βέλτιστη σωματική και πνευματική ανάπτυξη και κοινωνικοποίηση των παιδιών.»

Η μέριμνα για τη δημιουργία ασφαλών παιδικών χαρών έχει οδηγήσει στο σχεδιασμό και στην κατασκευή παιδικών χαρών που στερούντα ή διαθέτουν περιορισμένες δυνατότητες για τη βέλτιστη σωματική, πνευματική ανάπτυξη και κοινωνικοποίηση των παιδιών (Czalczynska-Podolska, 2014). Γενικά ο σχεδιασμός των παιδικών χαρών στην πλειοψηφία τους είναι τυποποιημένος, συχνά ο χώρος παιχνιδιού δεν διαχωρίζεται μεταξύ των διαφόρων ηλικιών των παιδιών, η “λειτουργία” του πρασίνου είναι περιορισμένη ή απουσιάζει και οι δυνατότητες που παρέχονται για δημιουργικό παιχνίδι ή βιωματική μάθηση είναι περιορισμένες ή ανύπαρκτες.

Ο σχεδιασμός των παιδικών χαρών γίνεται από ενήλικες και χωρίς τη συμμετοχή των παιδιών τα οποία αποτελούν τους χρήστες των χώρων αυτών. Τα τελευταία χρόνια έχει αναγνωριστεί η σημασία της συμμετοχής των παιδιών στο σχεδιασμό (Chawla, 2002). Στην παρούσα εργασία διερευνάται η άποψη των παιδιών για τις παιδικές χαρές με σκοπό να διερευνηθεί κατά πόσο ο σχεδιασμός των παιδικών χαρών σήμερα ικανοποιεί τις ανάγκες τους.

Υλικά και Μέθοδοι

Διεξήχθη από τον Ιανουάριο μέχρι το Μάρτιο του 2012 έρευνα, μέσω ερωτηματολογίων υπό τη μορφή συνεντεύξεων, σε τέσσερα σχολεία εντός της Αττικής σε δύο περιοχές με διαφορετικό συντελεστή δόμησης, το Αιγάλεω και τα Βριλήσσια.

Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε 41 ερωτήσεις, κλειστού τύπου, ανοικτού τύπου, ημίκλειστου ή ημι-ανοικτού τύπου και φίλτρα για την αποφυγή περιττών ερωτήσεων στους ερωτηθέντες. Το ερωτηματολόγιο χωρίστηκε σε 4 θεματικές ενότητες: α. Προσωπικά στοιχεία ερωτηθέντα, β. Σχέση ερωτηθέντα με την παιδική χαρά: που και πως παίζει, γ. Είδη Παιχνιδιού: στην παιδική χαρά που αρέσει στον ερωτηθέντα να παίζει, δ. Σχέση ερωτηθέντα με φυτά. Συμπληρώθηκαν συνολικά 765 ερωτηματολόγια.

Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν με το λογισμικό SPSS Statistical Software v. 17.0 (SPSS Inc. Chicago, USA). Έγινε ποσοστιαία καταγραφή των κατανομών συχνοτήτων των δεδομένων των ερωτηματολογίων προκειμένου να υπολογιστούν σε κάθε ερώτηση χωριστά τα πιο συχνά είδη απαντήσεων. Στη συνέχεια διερευνήθηκε η ύπαρξη σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών με το chi-square (χ^2) σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0,05$.

Αποτελέσματα

Στο ερωτηματολόγιο συμμετείχαν εξήντα αγόρια και κορίτσια και παιδιά όλων των τάξεων του Δημοτικού από 6 μέχρι 12 χρονών. Η πλειοψηφία των παιδιών ήταν Έλληνες (95,9%) και το αγαπημένα χρώματα των παιδιών ήταν το κόκκινο (22,5%) και το μπλε (19,1%).

Η πλειοψηφία των παιδιών παίζει κυρίως στην σχολική αυλή (39,7%) και δευτερευόντως στην παιδική χαρά (27,8%), το οποίο υποδηλώνει την ανάγκη των παιδιών για ελεύθερο παιχνίδι. Τα παιδιά επισκέπτονται την παιδική χαρά κυρίως το Σαββατοκύριακο (23,3%) για 1-2 ώρες (20,3%) με τους γονείς τους (44,4%). Τα προτιμώμενα όργανα παιδικής χαράς είναι η κούνια (65,9%), το μονόζυγο (44,1%) και η τσουλήθρα (37,3%).

Μεταξύ των διαφόρων ειδών οργάνων κάθε κατηγορίας που απαντώνται στις παιδικές χαρές τα παιδιά προτιμούν (Πίν. 1): την κούνια με το απλό ή διπλό κάθισμα ή το κάθισμα με τη μορφή ανοικτού καλαθιού καθώς και το μύλο με ατομικά ή πολλαπλών θέσεων καθίσματα, όπου φαίνεται η ανάγκη των παιδιών να παίζουν στα όργανα αυτά μόνα τους ή/και με άλλα παιδιά, το σύνθετο μονόζυγο και το όργανο αναρρίχησης με τη μορφή του ιστού της αράχνης, όπου φαίνεται η επιθυμία των παιδιών να δοκιμάσουν τις δυνάμεις τους και να ασκηθούν, την τσουλήθρα με στέγαστρο πάνω σε ύψωμα, όπου φαίνεται η ανάγκη επαφής των παιδιών με τη φύση, και την θεματική και τετραθέσια τραμπάλα, τη θεματική αμμοδόχο καθώς και το σύνθετο όργανο, όπου φαίνεται η επιθυμία των παιδιών για παιχνίδι ρόλων.

Πίνακας 1: Προτίμηση παιδιών σε κάθε κατηγορία οργάνου της παιδικής χαράς.

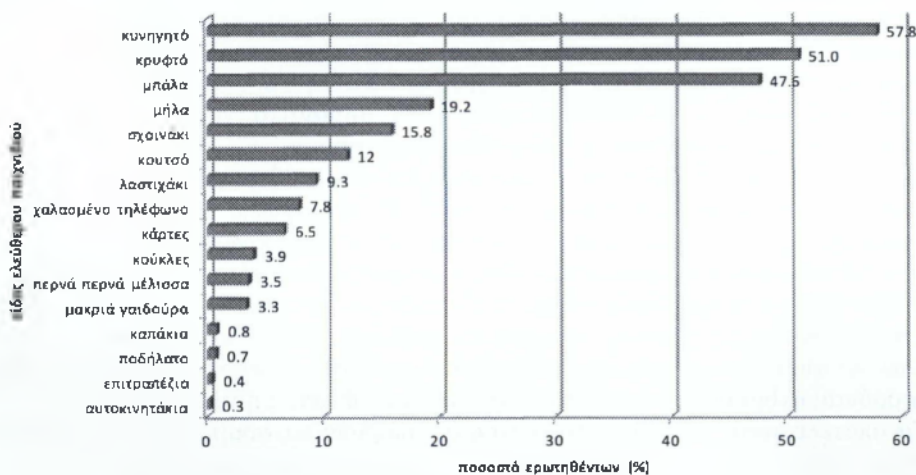
κατηγορία οργάνου	είδος	Ποσστό (%)
κούνια	απλό κάθισμα	27,5%
	διπλό κάθισμα	26,7%
	καλάθι	25,5%
μονόζυγο	σύνθετο	81,4%
τσουλήθρα	φέρει στέγαστρο τοποθετημένο σε ύψωμα	42,5%
τραμπάλα	θεματική	19,5%
	τετραθέσια	17,4%
αμμοδόχος	θεματική	72,2%
μύλος	απλό κάθισμα	41,7%
	παγκάκι κάθισμα	39,2%
σύνθετο όργανο	θεματικό	28,5%
όργανο αναρρίχησης	ιστός αράχνης	31,6%

Ως προς το υλικό εδαφοκάλυψης των παιδικών χαρών τα παιδιά επιθυμούν χλοοτάπητα (43,3%) ή άμμο (23,2%) παρά τα προστατευτικά δάπεδα που απαντώνται συχνά στις παιδικές χαρές.

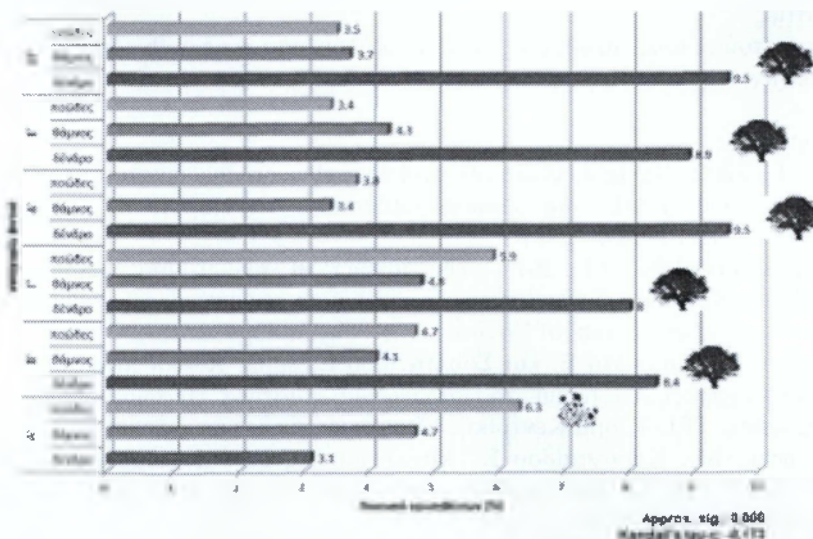
Η επιθυμία για ελεύθερο παιχνίδι είναι εμφανής σε όλες τις τάξεις των παιδιών. Τα μικρότερα παιδιά της Α, Β, Γ δημοτικού παίζουν με λίγα (1 ή 2) παιδιά (8,6%, 8,8%, 9,5% αντίστοιχα) ενώ τα παιδιά στις μεγαλύτερες τάξεις (Δ, Ε, ΣΤ) με πολλά παιδιά (8,4%, 9,2%, 10,8% αντίστοιχα), λόγω περισσότερο ομαδικών παιχνιδιών όπως το κυνηγητό, το κρυφτό και η μπάλα. Στο ελεύθερο παιχνίδι τα παιδιά προτιμούν το κυνηγητό, το κρυφτό ή την μπάλα (Σχ. 1).

Η πλειοψηφία των παιδιών επιθυμεί την παρουσία φυτών στην παιδική χαρά (89,0%) και κυρίως την παρουσία δένδρων (47,5%). Τα παιδιά της Α' Δημοτικού δείχνουν προτίμηση στα ποώδη φυτά ενώ όλες οι υπόλοιπες τάξεις στα δένδρα (Σχ. 2). Τα περισσότερα παιδιά δεν παρουσίασαν αλλεργία σε κάποιο φυτό (88,5%) και τα παιδιά που είχαν αλλεργία αναφέραν την ελιά (1,0%), το πεύκο (0,8%) και τις μαργαρίτες (0,8%) ως αλλεργιογόνα φυτικά είδη. Σε σχέση με τα δένδρα τα παιδιά προτιμούν τα ανθοφόρα (51,8%), τα αειθαλή (72,7%) και τα δένδρα με κρεμοκλαδή-ομπρελοειδή κόμη (59,7%) η οποία τους επιτρέπει να κάθονται από κάτω από το

δένδρο ή να κρύβονται μέσα σε αυτό. Τα περισσότερα παιδιά επιθυμούν το φύλλωμα των πλατύφυλλων δένδρων να έχει πράσινο χρώμα (34,6%) και δευτερευόντως κόκκινο χρώμα (32,7%) κυρίως από παιδιά της Α' και Β' Δημοτικού υποδηλώνοντας την επιθυμία για χρώμα. Ομοίως στα κωνοφόρα τα περισσότερα παιδιά προτιμούν το χρυσαφί χρώμα (48,2%) και δευτερευόντως το πράσινο (36,1%) κυρίως από παιδιά της ΣΤ' Δημοτικού. Σε σχέση με τους θάμνους τα παιδιά προτιμούν τους ανθοφόρους θάμνους (64,4%) και με πράσινο φύλλωμα (47,6%). Σε σχέση με τα ανθοφόρα φυτά τα παιδιά προτιμούν φυτικά είδη με τα οποία είναι οικεία όπως την τριανταφυλλιά (40,0%), παρότι έχει αγκάθια.



Σχήμα 1: Προτειμόμενα είδη ελεύθερου παιχνιδιού.



Σχήμα 2: Προτίμηση παιδιών διαφορετικών τάξεων ως προς την κατηγορία των φυτών.

Η ενασχόληση των παιδιών με τα φυτά στις παιδικές χαρές είναι περιορισμένη (70,6%) πιθανόν λόγω της περιορισμένης παρουσίας ή απουσίας φυτεύσεων στις παιδικές χαρές. Τα παιδιά όμως που ενασχολούνται με τα φυτά (29,4%) ανέφεραν ότι

παίζουν κρυφτό (9,2%) ή σκαρφαλώνουν σε αυτά (2,7%) ή έρχονται σε επαφή με αυτά με ποικίλους τρόπους όπως τα κόβουν για να φτιάξουν μπουκέτα (2,7%), τα ποτίζουν (2,6%) ή τα μυρίζουν (2,4%). Φαίνεται ότι τα παιδιά των μικρότερων τάξεων (7,5%) εκδηλώνουν περισσότερο την ανάγκη να έρθουν σε επαφή με τα φυτά μέσα από το παιχνίδι.

Συζήτηση

Κατά το σχεδιασμό των παιδικών χαρών πρέπει να ικανοποιούνται οι επιθυμίες των παιδιών για τη σωματική, πνευματική και κοινωνική τους ανάπτυξη μέσα από το παιχνίδι (Moore, 1985). Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου έδειξαν ότι στην παιδική χαρά τα παιδιά παίζουν μόνο τους αλλά και με άλλα παιδιά. Η ανάγκη παρουσίας χρώματος στην παιδική χαρά εκδηλώνεται περισσότερο στα παιδιά μικρότερης ηλικίας. Τα προτιμώμενα όργανα είναι η κούνια, το μονόζυγο και η τσουλήθρα. Επίσης το ελεύθερο παιχνίδι είναι σημαντικό για την ανάπτυξη των παιδιών και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο σχεδιασμό.

Το φυτικό υλικό αποτελεί σημαντικό στοιχείο των παιδικών χαρών και πρέπει να ενθαρρύνεται η επαφή των παιδιών με αυτό. Η πλειοψηφία των παιδιών προτιμά χλοοτάπητα ως υλικό εδαφοκάλυψης καθώς και δένδρα έναντι άλλων κατηγοριών φυτών. Μεταξύ των διαφόρων ειδών δένδρων προτιμούνται τα ανθοφόρα, τα αειθαλή με κρεμοκλαδή ή ομπρελοειδή κόμη, τα πλατύφυλλα με πράσινο ή κόκκινο φύλλωμα και τα κωνοφόρα με χρυσαφί ή πράσινο φύλλωμα. Μεταξύ των διαφόρων ειδών θάμνων προτιμούνται οι ανθοφόροι θάμνοι και οι θάμνοι με πράσινο φύλλωμα. Επίσης προτιμούνται ανθοφόρα φυτικά είδη οικεία στα παιδιά (όπως η τριανταφυλλιά).

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας μπορούν να συμβάλουν στο σχεδιασμό παιδικών χαρών με σκοπό στη σωματική, πνευματική και κοινωνική ανάπτυξη των παιδιών.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τους Διευθυντές, τους δασκάλους και τους μαθητές των σχολείων που συμμετείχαν στην έρευνά μας.

Βιβλιογραφία

- Chawla, L. 2002. 'Insight, creativity and thoughts on the environment': Integrating children and youth into human settlements development. *Environment and Urbanization*, 14 (11), 11–21.
- Czalczyńska-Podolska, M. 2014. The impact of playground spatial features on children's play and activity forms: An evaluation of contemporary playgrounds' play and social value. *Journal of Environmental Psychology*, 38:132-142.
- Καραγιάννη Ο., Καρυώτη Ε. και Σουλτανίδου Ε. 2003. Χώροι παιχνιδιού στην πόλη (παιδικές χαρές), Ασφάλεια και Παιδαγωγική ποιότητα, Προδιαγραφές, Σχεδιασμός, Διαχείριση. ΤΕΕ Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας.
- Κοτσακώστα, Μ., Καρανταΐδου Σ., Μιχαλόπουλος Γ. και Σωμαράκης Σ. 2000. Το παιχνίδι στη θεωρία του Vygotsky. Ανάκτηση από Virtual School, *The Sciences of Education Online*, 2(1).
- Moore, P. 1985. State of the art in play environment. In: *When children play: Proceedings from an International conference on Play and Play Environments*, J.L. Frost & E. Synderin (Eds.) Wheaton, MD: Association for Childhood Education International, pp. 171-192.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Α. Παρασκευοπούλου

Νεκτάριος (προεδρεύων). Ευχαριστούμε την κα Παρασκευοπούλου. Ερωτήσεις.

Συνέδρος: Καλησπέρα κατ' αρχήν. Είμαι από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Πολύ ενδιαφέρουσα η εργασία σας κα Παρασκευοπούλου. Έχω μια ερώτηση να σας κάνω. Κατ' αρχήν αξιολογήσατε σχολεία τα οποία ήταν μέσα σε μεγάλα αστικά κέντρα, στην Αθήνα. Έχετε κάνει κάποια αντίστοιχη δουλειά για τα σχολεία της επαρχίας; Δηλαδή θέλουν τα παιδιά της επαρχίας; Γατί μπορεί π.χ. τα παιδιά της πόλης όπως είμαι κι εγώ να ενθουσιάζονται πιο πολύ από έλλειψη από δένδρα, λουλούδια, έντονα χρώματα, από γρασίδι και τα λοιπά. Ένα παιδί που είναι της υπαίθρου, θα είχε πιστεύετε την ίδια άποψη ή θα διαφοροποιείτο σε σχέση πάντοτε με τα φυτά, τα οποία χρειάζεται να τοποθετηθούν μέσα σε πάρκα.

Και επίσης κάτι ακόμα. Ρωτήσατε μήπως τα παιδιά, ποια είναι η άποψή τους, γιατί τώρα τα τελευταία χρόνια βλέπουμε σε όλη την Ελλάδα όταν ανακατασκευάζονται τα παιδικά πάρκα, καταργούνται πλέον τα σκάμματα με άμμο και τα λοιπά και τα στρώνουμε όλα με αυτό το, ένα λασιχένιο επίπεδο, το οποίο, εμένα προσωπικά μου φαίνεται πολύ άσχημο.

Δεν προδίδει έτσι ένα περιβάλλον, περισσότερο έναν παιδότοπο αυστηρό, ο οποίος μπορεί να αποβεί λίγο επικίνδυνος, γιατί όταν κάποιος χτυπάει πάνω σε αυτό το σκληρό λάστιχο. Έχετε ρωτήσει μήπως γνωρίζετε ποια είναι η άποψη των παιδιών σε σχέση με αυτούς τους χώρους;

Παρασκευοπούλου. Να απαντήσω στο πρώτο σκέλος της ερώτησής σας. Στο ερωτηματολόγιο είχαμε επιλέξει δύο σχολεία στον ευρύτερο αστικό ιστό της Αθήνας. Το ένα ήταν στο Αιγάλεω με υψηλό ποσοστό δόμησης και το δεύτερο ήταν στα Βριλήσσια με χαμηλότερο συντελεστή δόμησης. Σας παρουσίασα τα αποτελέσματα συνολικά για τα σχολεία γιατί ουσιαστικά δεν υπήρχαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στις συγκεκριμένες δύο περιοχές.

Ως προς τα άλλα, έχουμε κάνει όχι το συγκεκριμένο ίδιο ερωτηματολόγιο, αλλά κάποιες ερωτήσεις ως προς το φυτικό υλικό, είχαμε κάνει ένα ερωτηματολόγιο σε ένα χωριό της Αρκαδίας, το Λεοντάρι Αρκαδίας, όπου κι εκεί βρήκαμε περίπου τα ίδια αποτελέσματα, αλλά εκεί δεν εμβαθύναμε τόσο, τα παιδιά ήταν μέσα στη φύση. Επιθυμούσαν το πράσινο όμως, εκεί αφορούσε όχι τις παιδικές χαρές αλλά τη σχολική αυλή. Η σχολική αυλή είχε κάποια μεγάλα δένδρα, αλλά στερείτο φύτευσης, διαμόρφωσης του χώρου της σχολικής αυλής.

Συνέδρος. Τα παιδιά δηλαδή εκεί ενστικτωδώς θέλανε το περιβάλλον, δεν ήταν η ανάγκη των παιδιών της πόλης να έχουν ανάγκη στα πάρκα γρασίδι.

Παρασκευοπούλου. Υπάρχει βιβλιογραφία που αναφέρει ότι αυτή η ανάγκη επαφής των παιδιών με τη φύση είναι έμφυτη στον άνθρωπο. Δηλαδή τα παιδιά την αναζητούν και αυτό το βλέπουμε στο ερωτηματολόγιο. Για αυτό και οι ερωτήσεις.

Αυτό που βλέπουμε, μπορεί να ήταν τα διάφορα όργανα, γι' αυτό και αυτό που δεν έχω αναφέρει, όπως αυτή η ζωγραφιά και η περιγραφή που σας έδειξα στο τέλος. Είναι άλλος ένας τρόπος μεθοδολογίας για να μπορέσουμε, αυτά τα αποτελέσματα που μας δώσανε, με τη μέθοδο των ερωτηματολογίων να δούμε αν θα υπάρχει, αν θα συμφωνούν τα αποτελέσματα αυτά με τα αποτελέσματα που μας δώσανε μέσα από τη ζωγραφική τους ζητήσαμε να μας ζωγραφίσουν τις παιδικές χαρές. Τι ζωγραφίσανε, τι βάζανε μέσα τις παιδικές χαρές, όπως και τα μεγαλύτερα παιδιά να μας γράψουν έκθεση και να περιγράψουν πως θα ήθελαν την παιδική χαρά.

Και βλέπουμε ότι συμφωνούν τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου και με τις άλλες δύο μεθόδους έρευνας που χρησιμοποιήσαμε.

Νεκτάριος (προεδρεύων). Ευχαριστούμε πολύ την κα Παρασκευοπούλου.

ΥΠΑΙΘΡΙΟΙ ΑΣΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Αννα-Μαρία Βισίλια

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Οι Αρχιτέκτονες Τοπίου στις αρχές του 21ου αιώνα προσεγγίζουν όλο και περισσότερο το σχεδιασμό των υπαίθριων αστικών χώρων αναζητώντας έμπνευση από τις διεργασίες και τα πρότυπα του φυσικού περιβάλλοντος. Μπορούμε να ισχυριστούμε ότι επιχειρούν μια «οικολογική» προσέγγιση στο σχεδιασμό, επιλέγοντας φυτικό υλικό που είναι αυτοφυές και με μεγάλη προσαρμοστικότητα στο εκάστοτε τοπίο, καθώς και διαρθρώνοντας το φυτικό υλικό με τέτοιο τρόπο ώστε να λειτουργεί σαν ένα τεχνητό οικοσύστημα. Η παραδοσιακή μεθοδολογία επιλογής και σχεδιασμού της βλάστησης βασισμένη στην μονοκαλλιέργεια, την στατική εικόνα των φυτών και την αισθητική αξία του φυτικού υλικού αντικαθίσταται ολοένα και περισσότερο με φυτεύσεις που προσαρμόζονται εύκολα στο τοπίο, που αλλάζουν και εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου και που απαιτούν μικρό κόστος συντήρησης.

Λέξεις κλειδιά: υπαίθριοι χώροι, οικολογία, βιοποικιλότητα

Εισαγωγή

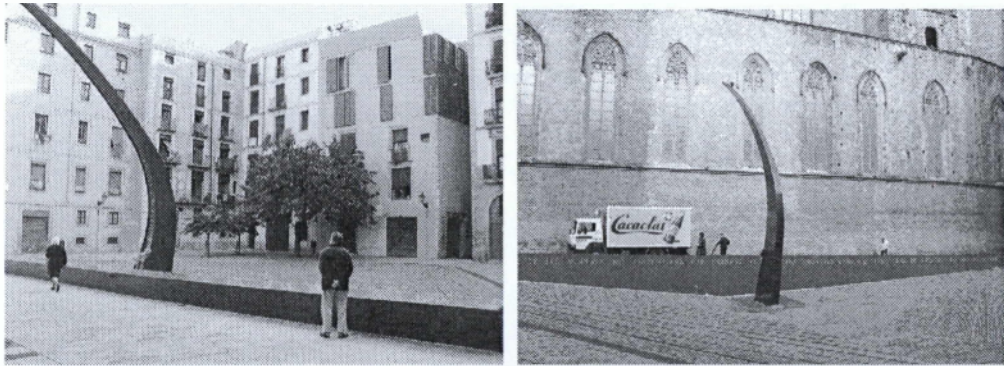
Η σημασία της «οικολογικής» προσέγγισης στο σχεδιασμό της βλάστησης στους υπαίθριους αστικούς χώρους αναγνωρίζεται ως όλο και πιο σημαντική σήμερα, τόσο για την προσφορά της στην βιοποικιλότητα όσο και για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. Η συμβολή του Αρχιτέκτονα Τοπίου είναι καθοριστική στον επαναπροσδιορισμό της σχέσης μας με τον υπαίθριο αστικό χώρο και το φυσικό περιβάλλον. Στη σημερινή κοινωνία, οι βιώσιμοι υπαίθριοι αστικοί χώροι αποτελούν αναγκαιότητα μιας και η επαφή με τα στοιχεία της φύσης παίρνει μια άλλη διάσταση πέρα από τα παραδοσιακά πρότυπα φυτεύσεων με τα δένδρα και τον χλοοτάπητα ως βασικά δομικά στοιχεία σύνθεσης τέτοιων χώρων. Η σύγχρονη προσέγγιση στον σχεδιασμό τους προτείνει την αντικατάσταση των παραδοσιακών φυτεύσεων με αυτοφυή και ενδημικά φυτά και νατουραλιστικό σχέδιο φύτευσης ώστε να λειτουργεί σαν ένα φυσικό οικοσύστημα, οδηγώντας έτσι στο μετασχηματισμό της συνθετικής διαδικασίας στο πεδίο της Αρχιτεκτονικής Τοπίου (Woodward, 1997). Τα οφέλη της «οικολογικής» προσέγγισης στο σχεδιασμό του τοπίου περιλαμβάνουν πτυχές που είναι σημαντικές τόσο για την ψυχική ευρωστία των επισκεπτών όσο και του περιβάλλοντος (Nasar, 1992).

Μεθοδολογία

Σύγχρονα παραδείγματα από την Ευρώπη και την Αμερική αναδεικνύουν το ενδιαφέρον του Αρχιτέκτονα Τοπίου να δημιουργήσει μια σειρά από ενδιαφέροντα οικοσυστήματα στον αστικό ιστό, όπως λιβάδια, λειμώνες, δάση, υγρότοπους. Η μεθοδική ανάλυση επιλεγμένων παραδειγμάτων μας επιτρέπει να διαμορφώσουμε ένα πλαίσιο οδηγιών, κατευθύνσεων και προτάσεων σχετικά με τις σημερινές απαιτήσεις των χρηστών για την μορφή, το είδος και τη διάρθρωση της βλάστησης στον υπαίθριο αστικό χώρο καθώς και για τον ρόλο του Αρχιτέκτονα Τοπίου στη διαμόρφωση του σύγχρονου αστικού τοπίου.

Η πλατεία Fossal de la Moveres στη Βαρκελώνη.

Η πλατεία Fossal de la Moveres είναι έργο των Αρχιτεκτόνων Carme Fiol & Andreu Arigiola και κατασκευάστηκε το 1988. Είναι ένας τυπικός αστικός χώρος καθημερινής χρήσης βασισμένος σε παραδοσιακές πρακτικές όπου δίνεται έμφαση στα σκληρά κατασκευαστικά υλικά και στην ελαχιστοποίηση της φύτευσης (Εικ. 1 και 2). Οι Αρχιτέκτονες δημιούργησαν μια γλυπτική διαμόρφωση του υφιστάμενου αστικού αναγλύφου, ένα κυβιστικό τοπίο βασισμένο στο συνδυασμό τούβλου και πέτρας ως υλικό δαπεδόστρωσης και στις αντιπαραθέσεις γεωμετρίας, υλικών, χρωμάτων και υφών.



Εικόνες 1, 2. Η πλατεία Fossal de la Moveres στη Βαρκελώνη.

Picadilly Gardens, Μάντσεστερ

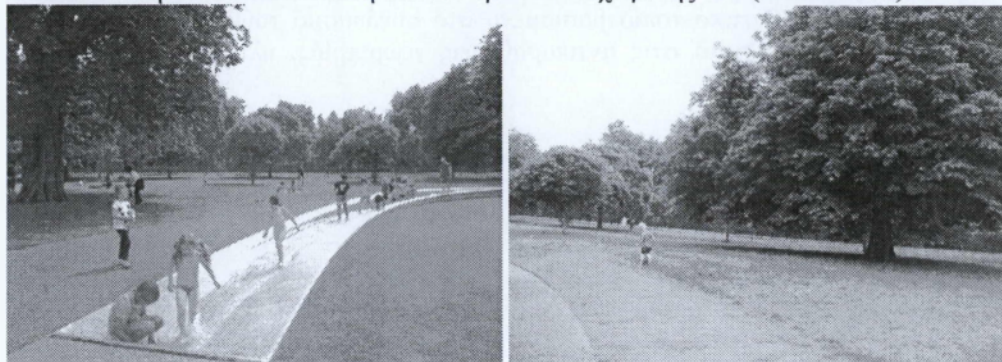
Ο επανασχεδιασμός του κεντρικού αστικού υπαίθριου χώρου στο Μάντσεστερ έγινε το 2001-2002 από τους Αρχιτέκτονες Τοπίου EDAW. Είναι μια αλληλουχία γεωμετρικών χώρων και μορφών σύγχρονης αισθητικής που συνδυάζει σκληρά κατασκευαστικά υλικά με επιφάνειες από χλοοτάπητα και συστάδες δένδρων (Εικ. 3 και 4). Το υπερυψωμένο επίπεδο του χλοοτάπητα επιτρέπει άμεση αντίληψη του χώρου και των αξόνων κίνησης. Οι συστάδες από τα υψηλόκορμα δένδρα είναι τοποθετημένες σε ένα γεωμετρικό κάναβο ενώ η καθαρότητα των κορμών τους και η τοποθέτησή τους σε σταθερές αποστάσεις επιτρέπουν το βλέμμα του χρήστη-παρατηρητή να κινηθεί σε όλες τις κατευθύνσεις και να έχει άμεση αντίληψη του χώρου.



Εικόνες 3, 4. Η πλατεία Picadilly στο Μάντσεστερ.

Diana's Fountain, Λονδίνο.

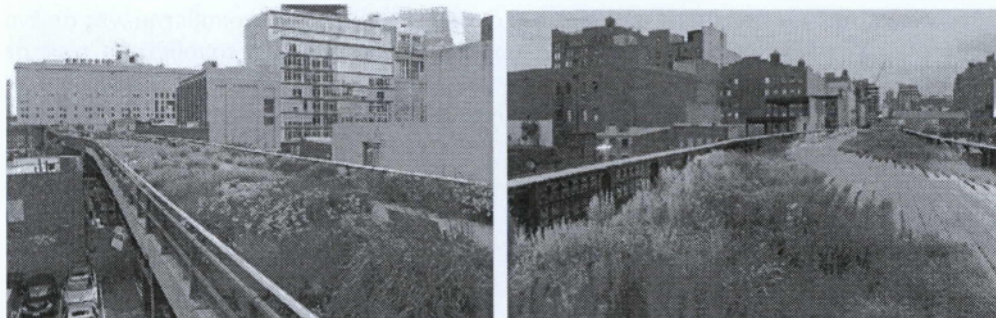
Ο χώρος αυτός κατασκευάστηκε το 2004 από την Αρχιτέκτονα Τοπίου Kathryn Gustafson Porter ως ένας χώρος μνήμης και τιμής για την πριγκίπισσα Νταϊάνα. Είναι μια γλυπτική προσέγγιση στο σχεδιασμό του τοπίου που ταυτόχρονα επιχειρεί μια «οικολογική» προσέγγιση μέσα από την επιλογή απλών και προσιτών κατασκευαστικών υλικών αλλά και μέσα από την επιλογή του φυτικού υλικού που πλαισιώνει την υδατοκατασκευή και του τρόπου διαχείρισής του (Εικ. 5 και 6).



Εικόνες 5, 6. Diana's Fountain, Λονδίνο.

Το πάρκο High Line, Νέα Υόρκη.

Το πάρκο High Line κατασκευάστηκε το 2011 από τον Αρχιτέκτονα Τοπίου James Corner που μελέτησε με ιδιαίτερη προσοχή τις ειδικές συνθήκες του έργου. Έτσι, το κλίμα, οι εποχές, το βάθος του εδαφικού υποστρώματος, η οικολογία αποτέλεσαν τους κατευθυντήριους άξονες για το σχεδιασμό αυτού του αστικού πάρκου. Προτεραιότητα δίνεται στις φυτεύσεις και στη δημιουργία οικοσυστημάτων μέσα από μια σειρά σχεδιαστικών επιλογών. Το αποτέλεσμα είναι πλούσιοι φυσικοί βιότοποι σε συνδυασμό με γεωμετρικά κατασκευαστικά υλικά, ένα αυθεντικό αγροτικό τοπίο σε συνδυασμό με αισθητική αρτιότητα υψηλού επιπέδου (Εικ. 7,8).



Εικόνες 7, 8. Το πάρκο High Line, Νέα Υόρκη.

Αποτελέσματα

Η παραπάνω ανάλυση των έργων Αρχιτεκτονικής Τοπίου μας οδηγεί να διαπιστώσουμε μια σταδιακή «οικολογική» προσέγγιση στους σύγχρονους αστικούς υπαίθριους χώρους που ολοένα και περισσότερο γίνεται αναγκαία. Αποτελεί ένα βασικό υπόβαθρο για περαιτέρω έρευνα και επανεξέταση αστικών υπαίθριων χώρων έτσι ώστε να διευρυνθούν οι γνώσεις μας σχετικά με την «οικολογική» προσέγγιση στο σχεδιασμό και την αναγκαιότητα τους στα σύγχρονα αστικά τοπία. Στόχος των Αρχιτεκτόνων Τοπίου σήμερα είναι η επανένταξη του φυσικού τοπίου ως κύριο

στοιχείο σύνθεσης σε έργα πρασίνου στις σύγχρονες πόλεις. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση φυτικού υλικού που είναι αυτοφυές και με μεγάλη προσαρμοστικότητα στο εκάστοτε τοπίο, καθώς και διαρθρώνοντας το φυτικό υλικό με τέτοιο τρόπο ώστε να λειτουργεί σαν ένα τεχνητό οικοσύστημα. Η παραδοσιακή μεθοδολογία επιλογής και σχεδιασμού της βλάστησης βασισμένη στην μονοκαλλιέργεια, την στατική εικόνα των φυτών και την αισθητική αξία του φυτικού υλικού αντικαθίσταται ολοένα και περισσότερο με φυτεύσεις που προσαρμόζονται εύκολα στο τοπίο, που αλλάζουν και εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου και που απαιτούν μικρό κόστος συντήρησης. Τέτοια έργα Αρχιτεκτονικής Τοπίου επιπλέον συνδράμουν τόσο στην ψυχική ευρωστία των επισκεπτών όσο και του περιβάλλοντος. Η εξοικείωση με έργα Αρχιτεκτονικής Τοπίου βασισμένα στην «οικολογική» προσέγγιση όσον αφορά στο σχεδιασμό της βλάστησης μπορεί να αποτελέσει ένα υπόβαθρο στην Αρχιτεκτονική Τοπίου στον Ελλαδικό χώρο και να οδηγήσει τους αστικούς υπαίθριους χώρους σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον.

Βιβλιογραφία

- Nasar, J. L. 1992. Environmental Aesthetics: Theory, Research, & Applications. Cambridge University Press, New York.
Woodward, J. W. 1997. Signature Based Landscape Design. John Wiley, New York.

*Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Α.-Μ. Βισίλια
(δεν υποβλήθηκαν ερωτήσεις)*

ΤΑ ΠΕΡΙΒΟΛΙΑ ΤΩΝ ΑΡΧΟΝΤΙΚΩΝ ΣΤΟΝ ΚΑΜΠΟ ΤΗΣ ΧΙΟΥ

Ε. Αποστολίδης, Μ. Παπαφωτίου, Α. Παρασκευοπούλου και Α.Μ. Βισίλια

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, Αθήνα 118 55

Περίληψη

Τα αρχοντικά με τα περιβόλια τους στον Κάμπο της Χίου αποτελούν μοναδικό οικιστικό/αγροτικό σύνολο αρμονικής συνύπαρξης κατοικίας με γεωργικές δραστηριότητες και υπαίθρια αναψυχή, σταθμό στην ιστορία της Αρχιτεκτονικής Τοπίου στην Ελλάδα. Αυτή η μορφή του Κάμπου ξεκίνησε τον 14^ο αιώνα με την κατάληψη της Χίου από τους Γενουάτες. Τρία βασικά στοιχεία συνθέτουν κάθε οικιστική μονάδα: η κατοικία (αρχοντικό), η αυλή με το χαρακτηριστικό μαγγανοπήγαδο και τη στέρνα, και το περιβόλι. Στην παρούσα εργασία έγινε καταγραφή και αποτύπωση των τριών αυτών βασικών στοιχείων, με ιδιαίτερη έμφαση στη διερεύνηση της σύνθεσης και της κατασκευαστικής συγκρότησης των διαφόρων χρησιμοποιούμενων φυτικών και δομικών υλικών.

Λέξεις κλειδιά: Ελληνική Αρχιτεκτονική Τοπίου, αγροτικό τοπίο, μαγγανοπήγαδο, στέρνα, βοτσαλωτά, αυλή, σύστημα άρδευσης.

Εισαγωγή

Ο Κάμπος αποτελεί μοναδικό οικιστικό/αγροτικό σύνολο, όπου συνδέονται αρμονικά η κατοικία με τις γεωργικές λειτουργίες, σε 200 περίπου κτήματα που περιβάλλονται από ψηλούς πέτρινους μαντρότοιχους. Είναι μία λωρίδα (7-8 km μήκος, 2,5 km μέγιστο πλάτος) εύφορης γης, νότια της πόλης της Χίου, με πολλά υπόγεια ύδατα λόγω του Κοκκαλά ποταμού που τον διασχίζει. Ένα δαιδαλώδες σύμπλεγμα στενών δρόμων τον χωρίζει σε δεκάδες γειτονιές, και οι ανατολικές του συνοικίες συνορεύουν με τη θάλασσα. Η διαμόρφωση του Κάμπου αρχίζει το 14^ο αιώνα, όταν οι Γενοβέζοι κατέλαβαν την Χίο από το Βυζάντιο, ίδρυσαν την εταιρία Μαόνα, που εμπορευόταν προϊόντα όπως η μαστίχα, και έκτισαν στον Κάμπο εξοχικές πέτρινες κατοικίες, τους «πύργους». Ο κάθε πύργος διέθετε αυλή και περιβόλι με εσπεριδοειδή και περιφρασσόταν από ψηλό πέτρινο μαντρότοιχο. Το 1566 η Χίος περνά στους Οθωμανούς και οι «Μαονέζοι» πουλούν τις περιουσίες τους στον Κάμπο. Αυτή την περίοδο οι Χιώτες σημείωναν εξαιρετικές εμπορικές δραστηριότητες με τα παράλια της Μ. Ασίας, την Κωνσταντινούπολη, τη Δ. Ευρώπη και τη Ρωσία. Ο Κάμπος είχε ανοδική πορεία και οι εύποροι έμποροι μετέτρεψαν τα γενοβέζικα πυργόσπιτα σε πολυτελείς εξοχικές κατοικίες. Το κάθε «καμπούσικο» κτήμα έγινε αυτόνομη μονάδα, διέθετε επιστάτη, και υπηρετικό προσωπικό, ενώ τα προϊόντα των περιβολιών εξάγονταν σε πολλές χώρες. Μετά την αποτυχημένη εξέγερση των Χιωτών κατά των Τούρκων, που σφραγίστηκε από τη μεγάλη Σφαγή της Χίου (1822), οι κάτοικοι που επέζησαν, έφυγαν στο εξωτερικό και ο Κάμπος ερήμωσε. Χιώτικες οικογένειες που ευημερούσαν στο εξωτερικό επέστρεψαν σταδιακά μετά το 1840, όμως το 1849 ένας πρωτοφανής παγετός, η «Καυριά», έκαψε τις πορτοκαλιές και τις λεμονιές των περιβολιών. Μία δεκαετία αργότερα ο Ιωάννης Χωρέμης, γόνος αριστοκρατικής χιώτικης οικογένειας, έφερε στα περιβόλια το «χιώτικο μανταρίνι», ποικιλία που κατέκτησε τις αγορές του εξωτερικού για πάνω από έναν αιώνα. Η χαρακτηριστική βολή για τον Κάμπο δόθηκε με το σεισμό του 1881, όπου τα περισσότερα κτήματα καταστράφηκαν και οι κάτοικοι

αναγκάστηκαν και πάλι να αναζητήσουν νέα στέγη σε πόλεις του εξωτερικού. Στην περιοχή παρέμειναν 30-40 οικογένειες. Μετά από χρόνια, πολλά περιβόλια αγοράστηκαν από πλούσιους Χιώτες της διασποράς. Στα περισσότερα κτήματα κτίστηκαν νεοκλασικά κτήρια διατηρώντας παράλληλα την τοπική αρχιτεκτονική παράδοση (Δαμαλάς, 1998). Το 1990 ο Κάμπος χαρακτηρίστηκε από το Υπουργείο Πολιτισμού «Ιστορικός Τόπος».

Μεθοδολογία

Η εργασία βασίστηκε σε βιβλιογραφία και σε επισκέψεις στα κτήματα, κατά το 2012, όπου έγιναν καταγραφές και φωτογραφήσεις των βασικών χαρακτηριστικών στοιχείων αυτών. Τα κτήματα, περιτριγυρισμένα από ψηλό πέτρινο μαντρότοιχο, χαρακτηρίζονται από τρία στοιχεία, την κατοικία (αρχοντικό), την αυλή με το αρδευτικό σύστημα και τα επιμέρους κατασκευαστικά της στοιχεία, και το περιβόλι.

Το αρχοντικό

Λίγα Γενουάτικα κτίσματα επέζησαν, ενώ τα περισσότερα έχουν κτιστεί μετά το σεισμό του 1881. Το αρχοντικό συνορεύει πάντα με το δρόμο για λειτουργικούς λόγους, αλλά και οικονομία χώρου στο κτήμα, χωρίς όμως έξοδο προς αυτόν (Εικ. 1). Η είσοδος στο κτήμα γίνεται από την εντοιχισμένη στο μαντρότοιχο αυλόπορτα (Εικ. 2), η οποία είναι επιβλητική, περίτεχνη και στην πρόσοψή της συχνά εναλλάσσεται γραμμικά η κόκκινη και μπεζ τοπική (θυμιανούσικη) πέτρα, ιταλικής επιρροής με Μαυριτανικές καταβολές τοιχοποιία (Βλυσιδου, 1995). Ανωθεν της θύρας εντοιχίζεται λιθανάγλυφο, με το οικόσημο της οικογένειας ή τη μορφή Αγίου, και εκατέρωθεν αυτής δύο τετραγωνισμένες πέτρες διευκόλυναν την ανάβαση στα άλογα.

Στον πρώτο όροφο του διώροφου αρχοντικού βρίσκονται τα δωμάτια της οικογένειας και του υπηρετικού προσωπικού, το σαλόνι και η κουζίνα, ενώ στο ισόγειο οι αποθήκες όπου συλλέγονταν και συσκευάζονταν οι καρποί του περιβολιού. Δύο μορφολογικά στοιχεία του αρχοντικού που έχουν άμεση σύνδεση με τον υπαίθριο χώρο, είναι η εξωτερική σκάλα και ο εξώστης (τσαρδί). Η σκάλα, μεγάλη και επιβλητική, πέτρινη ή μαρμάρινη, βρίσκεται συνήθως ανάμεσα στην οικία και την αυλόπορτα. Το «τσαρδί», ο μικρός εξώστης των γενοβέζικων πύργων, δίνει τη δυνατότητα στους ιδιοκτήτες να θαυμάσουν τη θέα, αλλά παράλληλα να έχουν και την εποπτεία του περιβολιού. Στα αρχοντικά του 19^{ου} και 20^{ου} αιώνα ο εξώστης είναι πλέον μια μεγάλη λειτουργική βεράντα (Αναιρούση και Μυλωνάδης, 2009, Εικ. 3).



Εικόνα 1. Το αρχοντικό του Τέττερη. Κάμπος.



Εικόνα 2. Τυπική αυλόπορτα στον

Η αυλή και το αρδευτικό σύστημα

Στην αυλή βρίσκεται το μαγγανοπήγαδο (μάγγανος) και η στέρνα (Εικ. 4). Ο μάγγανος κατέχει περίοπτη θέση στην αυλή, κοντά στη στέρνα. Περιμετρικά του υπάρχει κυκλικός χωμάτινος διάδρομος, ο μαγγανόγυρος, όπου γύριζε το ζώο που τον έθετε σε λειτουργία, διαδικασία που σήμερα έχει αντικατασταθεί από μηχανικά μέσα. Όταν δουλεύει ο μάγγανος, οι ξύλινοι ή σιδερένιοι τροχοί γυρίζουν και τα σικλιά (μικροί πήλινοι κουβάδες) γεμίζουν νερό από το πηγάδι που βρίσκεται από κάτω. Το νερό χύνεται στο πέτρινο ή μαρμάρινο «γουρνάκ» και από εκεί με υπόγειους πέτρινους σωλήνες στη στέρνα. Στο περιβάλλον το νερό οδηγείται με πέτρινα κανάλια (κεφαλοποτιστές), και από αυτά σε χωμάτινα αυλάκια δεξιά και αριστερά των σειρών των δένδρων. Τη συγκεκριμένη τεχνική άρδευσης την έφεραν στη Χίο οι Ιταλοί. Το μαγγανοπήγαδο αναπτύχθηκε κατά τους Ελληνιστικούς χρόνους (3^{οο}-2^{οο} αιώνα π.χ.) και εξελίχθηκε από Μαυριτανούς μηχανικούς. Παρόμοιο αρδευτικό σύστημα υπήρχε στην Αλμερία (Ν.Α Ισπανία) κατά την Μαυριτανική εποχή (Hill, 1996, Glick, 1977).

Η στέρνα, τετραγωνικού σχήματος, στις γωνίες της φέρει κολώνες που στηρίζουν πέργκολα με αναρριχόμενα φυτά, και περίτεχνες γούρνες. Συνήθως οι γούρνες είναι μαρμάρινες για πολυτέλεια και αντοχή και έχουν χαραγμένα στις όψεις τους κομψά σχέδια Οθωμανικής επιρροής (Βλυσίδου, 1995). Συχνά δίπλα στη στέρνα υπάρχει ένα μικρό πέτρινο καθιστικό με πέργκολα, θέση του επιστάτη κατά την άρδευση του περιβολιού, την εποχή που ο μάγγανος λειτουργούσε με την κίνηση του ζώου (Βλυσίδου, 1995). Τα δάπεδα των αυλών, «λιλαδωτά» (λιλάδι=μικρό βότσαλο), φέρουν συνθέσεις από άσπρα και μαύρα βότσαλα (Εικ. 3), με Οθωμανικές, Ιταλικές και Ισπανικές επιρροές, κυρίως με κλασικά και γεωμετρικά διακοσμητικά θέματα, ενώ μετά το 1827 εμφανίζονται σχέδια που υπήρχαν σε Αυστριακά και Βορειοιταλικά σερβίτσια (Πικιώνης, 2000, Ξύδα, 2009). Η σύνδεση της αυλής με το περιβάλλον γίνεται μέσω μίας εντυπωσιακής πύλης, σαν την αυλόπορτα. Στην πλειονότητα των κτημάτων μετά από την πύλη ανοίγεται μέσα στο περιβάλλον μία αλέα, εκατέρωθεν της οποίας υπάρχουν πέτρινη πεσσοί που στηρίζουν πέργκολα με αναρριχόμενα φυτά.



Εικόνα 3. Η επιβλητική μαρμάρινη σκάλα και το λιλαδωτό στο Γκίνικο.



Εικόνα 4. Ο μάγγανος και η μαρμάρινη στέρνα στην αυλή του Αργέντικου.

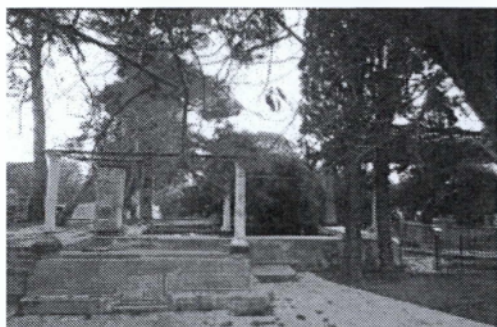
Το κύριο δομικό υλικό στην αρχιτεκτονική του Κάμπου είναι η θυμιανούσικη πέτρα, πωρόλιθος που εξορύσσεται από το χωριό Θυμιάνα. Έχει χρησιμοποιηθεί στα σπίτια,

μαντρότοιχους, αυλόπορτες, σκάλες, στέρνες, πλαίσια μαγγανοπήγαδων, πύλες προς το περιβόλι και καθιστικά. Ο «πλούτος» όμως της αυλής ταυτίζεται με την χρήση του μαρμάρου, στη σκάλα και τα πεζεστάλια της, τις γούρνες, τους κίονες που στηρίζουν την πέργκολα της στέρνας ή του καθιστικού, τις ανάγλυφες πλάκες στα μέτωπα των στομιών των στερνών που έβγαине το νερό, τις πλάκες σε τοίχους και πεσσούς, και τα οικόσημα στις στέψεις των αυλόπορτων. Σε ορισμένα «περιβόλια» στέρνες και μαγγανοπήγαδα είναι εξ ολοκλήρου επενδυμένα με πεντελικό μάρμαρο.

Το περιβόλι και το φυτικό υλικό

Από αφηγήσεις περιηγητών που ταξίδεψαν στη Χίο τους προηγούμενους αιώνες (Βλυσίδου, 1995), καθώς και τη σημερινή εικόνα του Κάμπου, διαπιστώνεται ότι υπάρχουν φυτικά είδη που χαρακτηρίζουν την περιοχή. Στο κέντρο της αυλής ψηλά δένδρα, κουκουναριές, αρωκάριες, ψευδοπιπεριές και φοίνικες φυτεύονται για σκίαση, κατά μήκος των μαντρότοιχων κυπαρίσσια για προστασία του περιβολιού από τους ανέμους και στα παρτέρια των αυλών τριανταφυλλιές διαφόρων χρωμάτων. Στις πέργκολες αναπτύσσονται χιώτικα γιασεμιά και μπουκαμβίλιες, και στις στέρνες πάπυροι και νούφαρα. Στα περιβόλια (Εικ 5) του Κάμπου τα εσπεριδοειδή εδώ και αιώνες είναι το σημαντικότερο γεωργικό προϊόν. Κυρίαρχο είδος είναι η χιώτικη μανταρινιά, ενώ υπάρχουν και αρκετές μανταρινιές ποικιλιών σατσούμα και κλημεντίνη. Το 2012 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναγνώρισε το χιώτικο μανταρίνι ως προϊόν «Προστατευόμενο Ονομασίας Προέλευσης», Π.Ο.Π., και «Προστατευόμενο Γεωργικής Ένδειξης», Π.Γ.Ε. Μετά τις μανταρινιές σημαντικό καλλιεργούμενο είδος είναι οι πορτοκαλιές, κυρίως οι ποικιλίες μέρλιν, βαλέντσια, ναβελίνα και σαγκουίνι, και ακολουθούν αλλά εσπεριδοειδή όπως λεμονιές, νερατζιές και γρέιπ φρουτ.

Ο Κάμπος ακόμα και σήμερα παραμένει ενεργή εστία πολιτισμού και γεωργικής δραστηριότητας για την Χίο. Τα περιβόλια των αρχοντικών άντεξαν στο πέρασμα των αιώνων και στέκουν περήφανα για να χαρίσουν στις νέες γενιές δροσιά, ομορφιά και άρωμα, στο οποίο η Χίος οφείλει την ονομασία «μυροβόλος».



Εικόνα 5. Η αυλή του κτήματος Καράλη (Citrus).



Εικόνα 6. Το περιβόλι του Αργέντικου.

Βιβλιογραφία

Αναιρούση, Φ. και Μυλωνάδης, Α. 2009. Ο Κάμπος της Χίου: Κατοικία και περιβάλλον. Αιγέας, Χίος.

Βλυσίδου, Ε.Μ. 1995. Κάμπος-Κάστρο, Επιλογή κειμένων σε μετάφραση Ε.Μ. Βλυσίδου από το βιβλίο "A. Smith, The Architecture of Chios, subsidiary buildings,

- implements and crafts”, London, 1962. Γυμνάσιο Κάμπου, Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Ομήρειο Πνευματικό Κέντρο Χίου.
- Δαμαλάς, Α. 1998. Ο οικονομικός βίος της νήσου Χίου. Δαμαλάς, Αθήνα.
- Glick, T. 1977. Noria Pots in Spain. *Technology and Culture* 18(4): 644-650.
- Hill, D.R. 1996. Engineering. In: Rashed, R. (ed), *Encyclopedia of the History of Arabic Science* - vol. 3, Routledge, London. p. 751-795.
- Ξύδα, Μ. 2009. Βοτσαλωτές αυλές της Χίου. Βιβλιοπωλείο Πυξίδα, Χίος.
- Πικιώνης, Δ. 2000. Η Αρχιτεκτονική της Χίου. Ίνδικτος, Αθήνα.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Ε. Αποστολίδη

Νεκτάριος (προεδρεύων). Ευχαριστούμε τον κ. Αποστολίδη. Έχουμε χρόνο για μία ερώτηση. Παρακαλώ.

Σύνεδρος. Είναι κανένα από αυτά τα κτήρια επισκέψιμο; Σαν μουσείο; Ή είναι όλα ιδιωτικά;
Αποστολίδης. Το ένα, το συγκεκριμένο κτήριο, που έδειξα το κτήριο ΚΑΡΑΛΗ. Στο συγκεκριμένο κτήριο, αυτή τη στιγμή λειτουργεί μία εταιρεία, μπορεί να την ξέρετε, η εταιρεία Citrus. Μπορεί να την ξέρετε Citrus άρωμα μνήμης. Έχει ένα μουσείο στο ισόγειο, στο πάνω μέρος είναι πανσιόν, ενώ λειτουργεί και σαν καφετέρια.

Πολλά κτήματα λειτουργούν σαν πανσιόν, σαν πολυτελείς πανσιόν. Το αργέντικο είναι ένα από αυτά.

Μπουρνάκας. Θέλω να πω κι εγώ κάτι. Επειδή έχω κατοικήσει πολλά χρόνια στη Χίο. Δεν είμαι από τη Χίο, είμαι από την Ήπειρο. Έπρεπε αυτός ο κάμπος να χαρακτηριστεί από την Ουνέσκο και να παραμείνει ως μνημείο. Δηλαδή είναι κάτι το φανταστικό. Και ίσως κάποια άλλη μεταπτυχιακή εργασία θα είχε ενδιαφέρον. Εμείς σαν δενδροκόμοι βρήκαμε εκεί δένδρα τα οποία δεν υπάρχουν πουθενά αλλού. Γιατί οι ναυτικοί, που πήγαιναν σε διάφορα μέρη, φέρνανε δένδρα. Πιστεύω ότι και στα ανθοκομικά είδη υπάρχουν φυτά, τα οποία θα έχουν ενδιαφέρον, θα είχαμε μία ποικιλία. Θα υπάρχουν φυτά που δεν υπάρχουν σε άλλο μέρος στην Ελλάδα. Έχει μεγάλο ενδιαφέρον. Μεγάλο πλούτο, σε βιοποικιλότητα. Η χλωρίδα είναι φοβερή.

Νεκτάριος. Ευχαριστούμε πολύ.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΝΤΕ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΦΥΤΙΚΑ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ

Χ. Λύκας, Α. Σπανομήτρος και Χ. Ιωάννου

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, Εργ. Ανθοκομίας, Οδός Φυτόκου, 38446, Ν. Ιωνία, Μαγνησία

Περίληψη

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η αξιολόγηση πέντε φυτικών ειδών, των *Ligustrum ovalifolium*, *Cupressocyparis leilandii*, *Nerium oleander*, *Pyracantha coccinea* και *Viburnum tinus*, για τον περιορισμό της ηχορύπανσης στο αστικό περιβάλλον, όταν χρησιμοποιούνται σε πυκνή φύτευση για κατασκευή φυτικών ηχοπετασμάτων. Για το λόγο αυτό τον Ιούλιο του 2012 μετρήθηκαν στον αστικό ιστό της πόλης του Βόλου: α) η στάθμη του θορύβου (dB, (A)) ακριβώς μπροστά από σταθερή ηχητική πηγή, καθώς και σε αποστάσεις 20 cm, h/2, h και 2h από φυτοφράκτη ύψους h, ο οποίος παρεμβάλλονταν μεταξύ της ηχητικής πηγής και του φορητού οργάνου μέτρησης του θορύβου και είχε δημιουργηθεί από τα παραπάνω φυτικά είδη, β) ο όγκος του φυτικού υλικού ανά m³ φυτοφράκτη και γ) η θερμοκρασία του αέρα και η ένταση του ανέμου. Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι σε φυτικό φράκτη *L. ovalifolium* το φυτικό υλικό καταλάμβανε μεγαλύτερο ποσοστό όγκου (1,5%) σε σύγκριση με τον όγκο που καταλάμβαναν τα *C. leilandii* (1,17%), *V. tinus* (0,82%), *P. coccinea* (0,57%) και *N. oleander* (0,45%). Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι φυτοφράκτες που είναι διαμορφωμένοι από τα είδη *L. ovalifolium* και *C. leilandii* είναι περισσότερο αποτελεσματικοί στο περιορισμό της στάθμης του θορύβου, ενώ ο βαθμός αυτού του περιορισμού συσχετίζεται γραμμικά με το ποσοστό του όγκου της φυτομάζας ανά όγκο φυτοφράκτη.

Λέξεις κλειδιά: Ηχορύπανση, φυτοφράκτης, λιγούστρο, λείλαν, πικροδάυνη, πυράκανθος, βιβούρνο.

Εισαγωγή

Αν και η αντιμετώπιση της ηχορύπανσης πραγματοποιείται κυρίως με τη βοήθεια κατασκευαστικών μέτρων, η δημιουργία δενδροφυτεμένων εκτάσεων σε περιαστικές κυρίως περιοχές έχει προταθεί ως ένα μέτρο για τον περιορισμό του θορύβου οδικών αξόνων με υψηλή κυκλοφορία (Heisler, κ.ά., 1987). Η αποτελεσματικότητα τέτοιων φυτικών ζωνών εξαρτάται από τη φύση του θορύβου, το είδος και συνδυασμό των φυτών, τον τρόπο φύτευσης, τις διαστάσεις της φυτικής ζώνης καθώς και από τις παραμέτρους του κλίματος (Anfosso-Lédée & Pichaud, 2007).

Η άμεση επίδραση της βλάστησης στο περιορισμό του θορύβου οφείλεται στην ανάκλαση των ηχητικών κυμάτων (κυρίως από τους βλαστούς των φυτών), την απορρόφηση (κυρίως από τα φύλλα), καθώς και σε φαινόμενα διάχυσης (Martens & Michelsen, 1981, Wunderli & Salomons, 2009). Κατά συνέπεια φυτοφράκτες με φυτικά είδη που έχουν διαφορετική μορφολογία, αριθμό, μέγεθος, πυκνότητα και υφή βλαστών και φύλλων επηρεάζουν διαφορετικά τη διαπερατότητα την ανάκλαση, την απορρόφηση και τη διάχυση του ήχου.

Στις περισσότερες ωστόσο εργασίες που αφορούν τη μελέτη της αποτελεσματικότητας της βλάστηση στον περιορισμό του κυκλοφοριακού θορύβου

στον περιαστικό αλλά και στον αστικό ιστό, όπου ο περιορισμός της έντασης του θορύβου μπορεί να φτάσει και τα 4 dB, (A) (Παραφοτίου, κ.ά., 2004), οι μετρήσεις αφορούσαν βλάστηση που δεν είχε εγκατασταθεί για αυτό ακριβώς το σκοπό. Τα φυτά στις περιοχές αυτές προϋπήρχαν ως φυσική βλάστηση ή εγκαταστάθηκαν για αισθητικούς κυρίως λόγους.

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η αξιολόγηση πέντε φυτικών ειδών, των *L. ovalifolium*, *C. leilandii*, *N. oleander*, *P. coccinea* και *V. tinus*, όταν τα παραπάνω φυτά χρησιμοποιούνται σε πυκνή φύτευση για κατασκευή φυτικών ηχοπετασμάτων.

Υλικά και Μέθοδοι

Οι μετρήσεις έγιναν τον Ιούλιο του 2012 στον αστικό ιστό της πόλης του Βόλου και αφορούσαν: α) τη στάθμη του θορύβου (dB, (A)) σε φάσμα συχνοτήτων από 31,5 Hz έως 8 kHz, ακριβώς μπροστά από σταθερή ηχητική πηγή, η οποία είχε τοποθετηθεί σε ύψος 1 m από το οδόστρωμα και σε απόσταση 1m από το φυτοφράκτη, καθώς και σε αποστάσεις 20 cm, h/2, h και 2h από φυτοφράκτες με ύψος h. οι οποίοι είχαν δημιουργηθεί από τα προαναφερθέντα φυτικά είδη και παρεμβάλλονταν μεταξύ της ηχητικής πηγής και του φορητού οργάνου μέτρησης του θορύβου (TROTEC BS15), β) οι διαστάσεις του φυτοφράκτη, γ) ο όγκος του φυτικού υλικού (φυτομάζα) ανά m³ φυτοφράκτη και δ) η θερμοκρασία του αέρα και η ένταση του ανέμου. Κάθε μέτρηση αναλήφθηκε 4 φορές. Η απομείωση της στάθμης του θορύβου συναρτήσει της απόστασης εκτιμήθηκε από τη σχέση:

$$\Delta L = 20 \cdot \lg (r_2/r_1)$$

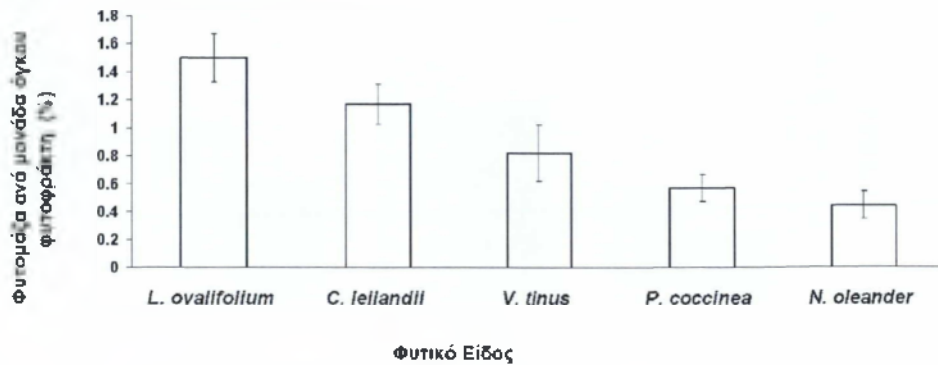
όπου ΔL είναι η μεταβολή της στάθμης του ήχου και r_1 και r_2 η μικρότερη και η μεγαλύτερη απόσταση από την πηγή αντίστοιχα. .

Αποτελέσματα & Συζήτηση

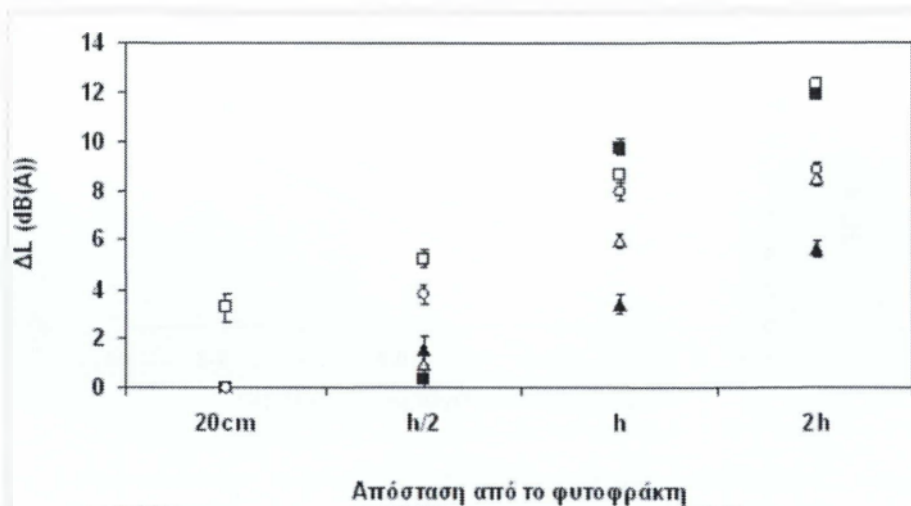
Ο φυτοφράκτης που είχε δημιουργηθεί από *L. ovalifolium* είχε σημαντικά μεγαλύτερο όγκο φυτομάζας ανά όγκο φυτοφράκτη (Σχήμα 1) και κατά συνέπεια παρουσίασε πολύ περισσότερες επιφάνειες ανά μονάδα όγκου, στις οποίες θα μπορούσε να ανακλαστεί ή από τις οποίες θα μπορούσε να απορροφηθεί ο ήχος.

Με βάση τη σχέση που περιγράφηκε παραπάνω, έγινε εκτίμηση της μείωσης που θα έπρεπε να υποστεί η στάθμη του θορύβου λόγω της απόστασης που παρεμβάλλονταν μεταξύ της πηγής και του οργάνου μέτρησης. Η επιπλέον μεταβολή της στάθμης του θορύβου αποδόθηκε στην παρουσία του φυτοφράκτη και απεικονίζεται στο Σχήμα 2. Μείωση της στάθμης του θορύβου (περίπου κατά 3 dB(A)) σε απόσταση 20 cm από τον φυτοφράκτη παρατηρήθηκε μόνο στην περίπτωση που αυτός ήταν διαμορφωμένος από το είδος *L. ovalifolium*, ενώ σε απόσταση διπλάσια του ύψους του φυτοφράκτη η μείωση έφτανε περίπου τα 12 dB(A) όταν ο φυτοφράκτης ήταν διαμορφωμένος από τα είδη *L. ovalifolium* και *C. leilandii*, 8 dB(A) όταν για τον ίδιο λόγο χρησιμοποιήθηκαν τα είδη *N. oleander*, και *V. tinus*, ενώ ήταν σημαντικά μικρότερη (περίπου κατά 5 dB(A)) στην περίπτωση που ο φυτοφράκτης ήταν διαμορφωμένος από το είδος *P. coccinea* (Σχήμα 2).

Σε φυτοφράκτες που είχαν παρόμοιο ύψος (185 έως 200 cm) και δημιουργήθηκαν από τα είδη *P. coccinea*, *C. leilandii* και *V. tinus*, παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στον περιορισμό της στάθμης του θορύβου σε απόσταση 185 και 370 cm η οποία είναι περίπου ίση και διπλάσια από το ύψος του φυτοφράκτη (Σχήμα 3). Η διαφορά αυτή ήταν περίπου διπλάσια για φυτοφράκτες που διαμορφώθηκαν από *P. coccinea* και *C. leilandii*.



Σχήμα 1. Ποσοστό του όγκου του φυτικού υλικού (φυτομάζα) ανά m^3 φυτοφράκτη. Οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν την τυπική απόκλιση (SD).

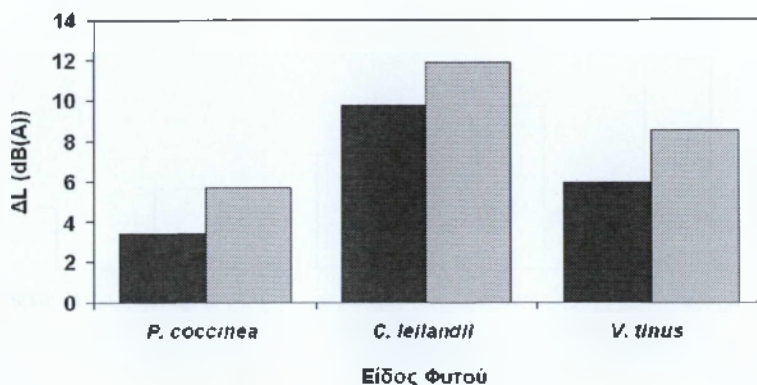


Σχήμα 2. Μεταβολή της στάθμης του θορύβου σε διαφορετικές αποστάσεις από φυτοφράκτη διαμορφωμένο από *L. ovalifolium* (□), *C. leilandii* (■), *N. oleander* (○), *P. coccinea* (▲) και *V. tinus* (Δ). Οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν την τυπική απόκλιση (SD).

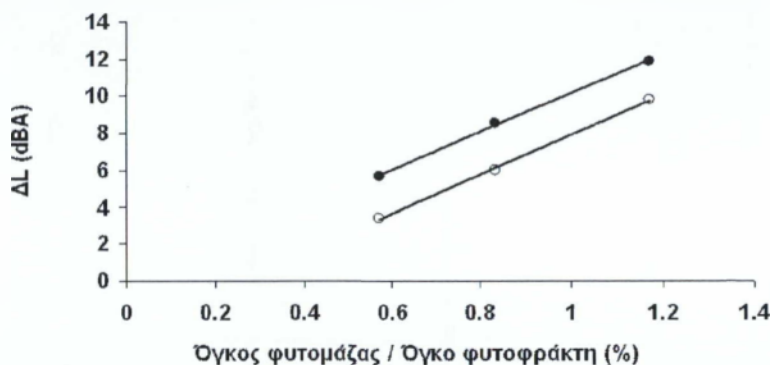
Η μείωση της στάθμης του θορύβου από φυτοφράκτες που διαμορφώθηκαν από τα τρία παραπάνω φυτικά είδη και για απόσταση ίση και διπλάσια από το ύψος του φυτοφράκτη, παρουσίασε σημαντικό βαθμό συσχέτισης ($r^2 = 0.99$) με τον ποσοστό του όγκου της φυτομάζας ανά όγκο φυτοφράκτη (Σχήμα 4).

Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της εργασίας προκύπτει ότι φυτοφράκτες που είναι διαμορφωμένοι από τα είδη *L. ovalifolium* και *C. leilandii* είναι περισσότερο αποτελεσματικοί στον περιορισμό της στάθμης του θορύβου. Ο βαθμός κατά τον οποίο περιορίζεται η στάθμη του θορύβου συσχετίζεται γραμμικά με το ποσοστό του όγκου της φυτομάζας ανά όγκο φυτοφράκτη.



Σχήμα 3. Μεταβολή της στάθμης του ήχου μόνο για τα είδη *P. coccinea* (h=200 cm), *C. leilandi* (h=190 cm) και *V. tinus* (h=185 cm) που είχαν συγκρίσιμο ύψος, σε απόσταση h=185 cm (■) και 2h=370 cm (▨)



Σχήμα 4. Συσχέτιση της μείωσης της στάθμης του θορύβου για απόσταση h (○) και 2h (●) με το ποσοστό του όγκου της φυτομάζας ανά όγκο φυτοφράκτη που διαμορφώθηκε από φυτικά είδη *P. coccinea*, *C. leilandi* και *V. tinus*.

Βιβλιογραφία

Heisler, G.M., Mc Daniel, O.H. Hodgon, K.K. Portelli, J.J. and Gleason S.B. 1987. Highway Noise abatement in two forests. Noise – con 87, The Pennsylvania State University, State College, Pennsylvania. p.p. 465-470.

Papafotiou M., Chronopoulos J., Tsiotsios A., Mouzakis K. and Balotis G., 2004. The impact of Design on Traffic Noise Control in an Urban Park. Journal of Acta Horticulture. IC on Urban Horticulture. Vol. 643, ISHS 2004, p.p. 277-279.

Wunderli, J. M. and Salomons, E. M. 2009. "A model to predict the sound reflection from forests" Acta Acustica united with Acustica 95, 76-85.

Martens, M. J. M. and Michelsen, A. 1981. "Absorption of acoustic energy by plant leaves" J. Acoust. Soc. Am. 69, 303-306.

Anfosso-Lédée F. and Pichaud Y. 2007. Temperature effect on tyre-road noise. Applied Acoustics 68, 1-16.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Χ. Λύκα

Νεκτάριος (προεδρεύων). Ευχαριστούμε πολύ κ. Λύκα. Έχουμε κάποιες ερωτήσεις;

Παρασκευοπούλου. Ναι έχω δύο ερωτήσεις. Η πρώτη ερώτηση αφορά στις μετρήσεις. Για τη μέτρηση του όγκου της φυτομάζας, μήπως δεν το κατάλαβα καλά, επειδή κάποια φυτά είναι πιο μαλακά από άλλα, αυτή τη συγκεκριμένη πίεση, πως γινόταν;

Λύκας. Όχι. Ασκείται τόση πίεση ώστε να αρχίσει να εκχυμώνεται. Που σημαίνει ότι έχει φύγει ολος ο αέρας μεταξύ του εμβόλου και του πάτου του χώρου που γίνεται η συμπίεση. Αρχίζει να εκχυμώνεται οπότε γεμίζει αυτό με υγρό. Σημαίνει ότι έχει φύγει ο αέρας από το δείγμα μας και έχει μείνει μόνο το υγρό που προέρχεται από τον ιστό καθώς και ο ιστός. Άρα λοιπόν όλο αυτό, όλος αυτό ο όγκος είναι ο όγκος του φυτικού υλικού.

Παρασκευοπούλου. Συλλέγατε συγκεκριμένη ποσότητα υγρού ή μέχρι να σταματήσει;

Λύκας. Όχι δεν συλλέγαμε. Μετρούσαμε τη διαδρομή του εμβόλου. Επειδή ήταν σταθερές οι διαστάσεις του κυλίνδρου που γινόταν η πίεση. Ξέραμε πόσος όγκος είχε απομείνει. Άρα, συμπιέζοντας το έμβολο ξέραμε πόσος όγκος έχει απομείνει μέχρι τον πάτο της συσκευής. Ξέραμε λοιπόν τον όγκο.

Παρασκευοπούλου. Δηλαδή μέχρι που σταματούσε η εκχύμωση;

Λύκας. Μόλις άρχιζε η εκχύμωση.

Παρασκευοπούλου. Μόλις άρχιζε; Μάλιστα. Και η δεύτερη ερώτηση, αφορά αυτό που είπατε για την αποτελεσματικότητα στη μείωση του ήχου στα διαφορετικά είδη π.χ. για την πικροδάφνη, η οποία είναι αποτελεσματική, στις μικρές αποστάσεις, ενώ το *Leyland*, αν θυμάμαι καλά, και το λιγούστρο, στις μεγάλες. Είπατε ότι εκεί χρειάζονται δύο φυτοφράκτες. Δηλαδή δύο ξεχωριστοί φυτοφράκτες; Δύο σειρές; Η μία δίπλα στην άλλη;

Λύκας. Ναι. Ναι.

Παρασκευοπούλου. Δεν θα υπήρχε και συνεργατική δράση;

Λύκας. Αυτό θέλαμε να πετύχουμε. Μια συνεργατική δράση, ώστε να αποκόπτεται ο θόρυβος εξίσου ικανοποιητικά και στη μικρή απόσταση και στη μεγάλη απόσταση. Αλλά δεν το έχουμε μετρήσει. Όπως καταλαβαίνετε, είναι πολύ δύσκολο, δηλαδή θα συνεχίζαμε τις μετρήσεις. Αλλά θα έπρεπε να περιμέναμε αρκετό χρόνο για να έχουμε φυτομάζα τέτοια που να πάρουμε αντιπροσωπευτικές μετρήσεις από όλα αυτά τα πειράματα.

Παρασκευοπούλου. Και μια παρατήρηση, απλώς να επισημάνω κάτι. Σε αυτό που αναφέρατε ότι η φυτική μάζα είναι πιο αραιή στο κάτω μέρος του θάμνου. Αυτό, νομίζω, τεχνικά με τον τρόπο της φύτευσης θα μπορούσε πιθανόν να αντιμετωπιστεί.

Λύκας. Επειδή όμως οι μετρήσεις έγιναν σε φυτοφράκτες που υπήρχαν μέσα στο αστικό ιστό, που ήδη υπήρχαν για να μπορέσουμε να εξοικονομήσουμε χρόνο για τις μετρήσεις, δεν μπορούσαμε να επέμβουμε εμείς στη διαμόρφωση. Απλώς διαλέγαμε να είναι ένας καλός φυτοφράκτης.

Παρασκευοπούλου. Ευχαριστώ πολύ.

Νεκτάριος. Βλέπω γίνεται μάχη εδώ πέρα. Να το πάμε λίγο διαφορετικά αντίστροφα. Ο κύριος. Αλλά παρακαλώ σύντομα γιατί έχουμε φτάσει στο όριο του χρόνου.

Ακουμιανάκη. Ενδιαφέρουσα και πολύ πρακτική η έρευνά σας. Θα ήθελα να κάνω κάποιες ερωτήσεις ως προς τη μεθοδολογία που έχετε χρησιμοποιήσει. Στη μέτρηση της φυτικής μάζας, είναι κάποια μεθοδολογία η οποία έχει χρησιμοποιηθεί και σε άλλες ανάλογες περιπτώσεις; Ή είναι μία δική σας μεθοδολογία.

Λύκας. Όχι. Δεν έχει ξαναχρησιμοποιηθεί. Ήταν δική μας. Συνήθως μετράνε βάρος. Αυτό όμως στη δική μας περίπτωση δεν έγινε επειδή η συνάδελφος με την οποία δουλέψαμε μαζί να κάνουμε την εργασία, η κα Ιωάννου, είναι μηχανικός. Αυτό που χρησιμοποιούν όταν θέλουν να δώσουν τα χαρακτηριστικά ενός υλικού που χρησιμοποιούν στην ηχομόνωση είναι το βάρος ανά κυβικό. Αλλά σε εμάς στην περίπτωση αυτή, αυτό δεν μας λέει τίποτα.

Ακουμιανάκη. Εδώ, θα ήθελα εγώ να ρωτήσω κάτι παραπάνω. Είναι διαφορετική η προσέγγιση που έχουμε σε ένα αδρανές υλικό, σε ένα τεχνητό υλικό από ότι σε ένα φυτικό υλικό. Η διάταξη των φύλλων, το μέγεθος των φύλλων, η διάταξη των κλαδιών, όλα αυτά είναι στοιχεία τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και υπεισέρχονται και στον παράγοντα βάρος, δεν υπεισέρχονται

όμως στον παράγοντα μέτρησης της φυτομάζας. Ήθελα να ρωτήσω: πόσο αντικειμενικό μπορεί να είναι αυτό;

Λύκας. Η απάντηση έχει δύο κομμάτια. Το ένα είναι το ότι αναφερόμαστε ήδη, λέμε σε κάποιες αποστάσεις δεν μπορούμε να έχουμε, γιατί στα είκοσι εκατοστά, δηλαδή, δεν μπορείς να μετρήσεις. Σε ένα μεγάλο φύλλο, βάζεις το όργανο να μετρήσεις, είναι φυσικό να βάζεις ένα φράχτη μπροστά στο όργανο. Όταν έχεις πολλά μικρά φύλλα δεν το κάνεις αυτό. Το δεύτερο είναι ότι το ξέρουμε ότι η παράμετρος μέγεθος φύλλου, σχήμα φύλλου, γωνία φύλλου, ενδεχομένως η υφή του φύλλου, αν είναι γυαλιστερό ή δεν είναι και όλα αυτά παίζει κάποιο ρόλο. Δεν μπορούμε όμως σε μια εργασία να δούμε όλες αυτές τις παραμέτρους. Δεν γινότανε. Όμως επειδή αυτά τα χαρακτηριστικά σε κάθε φυτικό είδος είναι σταθερά, δηλαδή η φωτίνια τα κρατάει σταθερά αυτά τα χαρακτηριστικά, το παίρνουμε ως ένα black box στην προκειμένη περίπτωση το οποίο παραμένει και μετράμε πέρα από αυτό στοιχεία τα οποία μπορούμε να μετρήσουμε και πέρα από αυτά δεν μπορούμε.

Οικονόμου. Νίκο μου, εγώ χαίρομαι που βλέπω τέτοιες εργασίες, που προσπαθούν να αντικαταστήσουν αυτά τα ανιαισθητικά ηχοπετάσματα, τα οποία βλέπουμε και στην Ελλάδα και στο εξωτερικό και αρχίζουν και βανδαλίζονται από graffiti φυτικού μάλιστα σε χώρες κυρίως της Αμερικής, όπου χιλιόμετρα είναι μεγάλοι δρόμοι μέσα στις πόλεις ή διαπολιτειακοί δρόμοι έχουν την τάση να τα αλλάζουν σε φυτικά υλικά.

Η ερώτησή μου είναι η εξής: Εάν αυτά τα ηχοπετάσματα των φυτών ήταν σταθερά, τι ρόλο θα έπαιζε η πυκνότητα των φυτών; Εάν πιέζει και τη φυτική μάζα και τον ήχο.

Και το δεύτερο. Στο κάτω μέρος όπου γυμνώνεται αυτό το φυτικό ηχοπέτασμα, μήπως κάποιο άλλο φυτικό υλικό, κάποιος άλλος θάμνος θα μπορούσε αυτό το σημείο να το καλύψει.

Λύκας. Έχετε απόλυτο δίκιο. Αυτό που χρησιμοποιήσαμε αναγκαστικά ήταν οι αποστάσεις φύτευσης, οι οποίες ήδη χρησιμοποιούνται. Ήταν οι συγκεκριμένες.

Το δεύτερο έγκειται σε αυτό που λέμε να σαφώς και θα μπορούσαμε να συνδυάσουμε φυτικά είδη και να παράγουμε καλύτερα αποτελέσματα. Αυτό που θα μπορούσαμε να πούμε και για τους μηχανικούς ακόμη και για τους αρχιτέκτονες φαντάζομαι είναι ότι θα επιλέγαμε ένα φυτικό είδος περισσότερο με αισθητικά κριτήρια, εάν μπορεί να μας αρέσει, εάν έχει αγκάθια, εάν έχει φύλλα, το ύψος στο οποίο θα μπορούσε να φτάσει όχι όμως με μετρήσιμα μεγέθη. Τόσο δηλαδή τοις εκατό, με τόσο ύψος σε τόσα μέτρα. Αυτό θα μπορούσε να γίνει εργαλείο για να σχεδιάσουμε κάτι.

Προσπαθούμε δηλαδή να διώξουμε, όχι να διώξουμε, να κρατήσουμε το προσωπικό μας γούστο, πως μας αρέσει δηλαδή να είναι ο φυτοφράκτης και ταυτόχρονα να βάλουμε και το μαθηματικό του κομμάτι μέσα.

Παπαφωτίου. Επειδή νιώθω ότι μπαίνουμε σε επικίνδυνο μονοπάτι, κ. Λύκα, καταπιστήκατε με κάτι πολύ δύσκολο. Να σας πω ότι μιλάω, επειδή εδώ και δεκαπέντε (15) χρόνια έχουμε κάνει μια μέτρηση του ήχου στον Εθνικό κήπο και στο πεδίο του Άρεως καταγράφοντας διάφορα πράγματα σαν κι αυτά που λέτε.

Και γιατί λέω επικίνδυνο μονοπάτι. Ένας φυτικός φράκτης είναι αδύνατο να μειώσει το θόρυβο εάν δεν έχει είκοσι μέτρα (20 μ) πλάτος τουλάχιστον. Αυτό το οποίο εσείς κάνατε είναι, με μία συχνότητα, δεν είπατε τι συχνότητα χρησιμοποιήσατε.

Φαντάζομαι, είναι η πηγή ήχου αυτή, μία συχνότητα πρέπει να χρησιμοποιήσατε, ήταν ένα όργανο που εκπέμπει ήχο;

Λύκας. Ναι.

Παπαφωτίου. Δεν μετρήσατε δηλαδή θόρυβο;

Λύκας. Όχι.

Παπαφωτίου. Εκεί τα πράγματα είναι πολύ διαφορετικά. Ένας τέτοιος φυτοφράκτης σαν αυτόν που εσείς χρησιμοποιήσατε μπορεί να μειώσει ελάχιστα, ίσως να μην πιάνει και η ακοή του ανθρώπου, υψηλές συχνότητες και μόνο. Δεν έχει καμία επίδραση στο θόρυβο. Αυτό που μας ενδιαφέρει. Αυτή είναι η μοναδική ένστασή μου. Και είναι κάτι που, δυστυχώς συχνά το ακούμε, από κάτι αρχιτέκτονες που λένε «ωραία θα φυτέψουμε μία σειρά θάμνων και θα κάνουμε ηχοπροστασία και δυστυχώς το βλέπουμε και σε κάποια προγράμματα που κατατίθενται και λοιπά.

Λύκας. Να ρωτήσω κάτι; Οι μετρήσεις που έχετε κάνει είναι σε φράκτες; Οι οποίοι είναι τεχνητοί; Τους έχετε φτιάξει; Τι είναι;

Παπαφωτίου. Οι φράκτες είναι διαφόρου πάχους. Είναι φυτομάζες. Φράκτες δηλαδή που να μην έχουν υποέδαφος. Να υπάρχει υποέδαφος, δηλαδή να είναι

Λύκας. Αυτό. Όντως στη βιβλιογραφία έτσι είναι. Αλλά μειώνονται πάρα πολύ. Μας έχουνε βάλει στη διαφάνεια αναφέρονται σε φυτοκοινότητες. Πάμε και βρίσκουμε ένα αλσύλιο και μετά πάμε και μετράμε και βρίσκουμε τι κρύβεται πίσω από αυτό.

Αυτό όμως δεν είναι φυτοφράκτης με την πυκνότητα που θα θέλαμε εμείς να έχει για να αποκόπτει ή να περιορίζει τον ήχο.

Παπαφωτίου. Είναι. Υπάρχουν και φράκτες γύρω-γύρω. Και αυτή η έρευνα που λέτε εσείς έχει γίνει. Για μεμονωμένους φράκτες. Έχει γίνει. Ένας Γερμανός έχει κάνει ένα διδακτορικό πριν από είκοσι πέντε (25) χρόνια, μελετώντας διάφορα είδη φυτών, ως προς τη γονιδιακή, την υφή των φύλλων, εάν έχουν τρίχες, εάν δεν έχουν.

Τη συχνότητα της έντασης δηλαδή, αυτό που λέτε εσείς, πόσο περνάει από πίσω. Εσάς ήταν χαμηλής έντασης μόνο μία συχνότητα, δηλαδή δεν προσομοιάζει με τον ήχο και οι διαφορές που μετρήσατε δεν τις αντιλαμβάνεται καθόλου το ανθρώπινο αυτί. Ήταν πολύ χαμηλής έντασης, δηλαδή δεν ...

Λύκας. Ναι εντάξει. Ούτως ή άλλως αναφέρεται αυτό. Όχι, δεν θέλω να πω. Ναι πέντε (5) ή δέκα (10) ντεσιμπέλ είναι πολύ λίγα. Αλλά αυτή είναι η πραγματικότητα.

Παπαφωτίου. Άντε να πείσεις τους αρχιτέκτονες ότι ένας φράκτης κάνει τη δουλειά του.

Λύκας. Όχι. Απλώς θα μπορούσαμε να δούμε τη συνεισφορά του όταν πρόκειται να σχεδιάσουμε. Κατ' αρχήν το πρώτο που πρέπει να υπολογίσουμε είναι να δούμε πως θα πρέπει να αποκόψουμε τον ήχο. Που είναι το πιο σημαντικό.

Παπαφωτίου. Δεν θα κάνει τίποτα. Αν δεν έχουμε μια φυτομάζα μεγάλου πλάτους συμπαγή με υπόοροφο, όροφο τέσσερα μέτρα δεν θα κάνετε τίποτα. Πρέπει να συνδυαστεί φυτικό και τεχνητό υλικό.

Σύνεδρος. Συγχαρητήρια κατ' αρχήν για τη δουλειά σας. Εγώ απλά μία παρατήρηση θα ήθελα να κάνω. Εάν κατάλαβα καλά, εκείνο το οποίο κάνατε για να δείτε τον όγκο του φυτοφράκτη, κόβατε ένα συγκεκριμένο όγκο, μία συγκεκριμένη ποσότητα από το φυτοφράκτη την πολτοποιούσατε κατά κάποιο τρόπο και στη συνέχεια πατούσατε σε ένα συγκεκριμένο δοχείο, συγκεκριμένου όγκου, με μία συγκεκριμένη πίεση και μόλις βλέπατε το χυμό να εκρέει, λέγατε ότι αυτός ήταν περίπου ο όγκος τον οποίο είχε.

Και πάνω σε αυτή τη μέτρηση, σε αυτή τη μεθοδολογία στηρίχτηκαν όλα τα υπόλοιπα αποτελέσματα. Η δική μου η παρατήρηση είναι κατά πόσο θα μπορούσε να είναι αυτό, μάλλον να το διατυπώσω αλλιώς, μήπως θα ήταν πιο σωστό να επιλέξετε είδη, τα οποία θα έχουν πάνω κάτω την ίδια βλάστηση. Γιατί το λέω αυτό, τι εννοώ. Παραδείγματος χάριν τα λιγούστρα, έχουν πάρα πολλά φύλλα. Οπότε με μία συγκεκριμένη κλίση μπορούν να δώσουν ένα συγκεκριμένο όγκο, να δώσουν πολύ πιο εύκολα χυμό. Αντιθέτως το λείλαντ ή ο πυράκανθος, τα οποία χρησιμοποιήσατε είναι πιο ξηρικά να πώ, είναι πιο δύσκολα. Ίσως να χρειαζόταν πιο πολύ πίεση.

Λύκας. Όχι. Τότε η πίεση δεν ήταν συγκεκριμένη, ήταν μεταβλητή. Ήταν πίεση, ώσπου να δώσει τον ωπό.

Νεκτάριος. Δίνουμε μία μεθοδολογία για τον τρόπο μέτρησης και την συνέστησα εγώ σε ένα παλιό διδακτορικό και χρησιμοποιήθηκε και τώρα. Μάζεψες το χυμό σε ένα κυπελάκι και έβαλες το κυπελάκι αυτό μέσα σε ένα δοχείο γεμάτο μέχρι επάνω με νερό, το οποίο ήταν ακριβώς έτοιμο να ρυθεί. Όταν έμπαινε μέσα το κυπελάκι έβγαине ο όγκος του νερού και ογκομετρούσες την ολική επιφάνεια και από εκεί βγήκε και ο κανόνας του ενός τρίτου, που έχουμε στους χλοοτάπητες. Ο συγκεκριμένος διδακτορικός φοιτητής το έκανε για παχύφυτα, τα οποία ήταν τελείως ασύμμετρα, τελείως ασύμμετρα. Ίσως σε επόμενο στάδιο να χρησιμοποιήσετε, για τον όγκο.

Λύκας. Ναι αυτό. Ούτως ή άλλως χρησιμοποιούμε ένα χαρακτηριστικό υλικό. Τον πυράκανθο. Αυτό έχει ορισμένα χαρακτηριστικά, δεν μπορείς να μετρήσεις αν δεν έχει. Έχει. Αυτό το θεωρώ ένα μαύρο κουτί, τα χαρακτηριστικά του οποίου δεν θα αλλάζουν, εάν φυτέψω ένα διπλανό πυράκανθο, δεν θα αλλάζει χαρακτηριστικά.

Ναι περιέχεται μέσα στη μέτρησή μου. Όταν εγώ λέω όγκος, δεν εννοώ τη φυτομάζα. Το τι προκαλεί αυτή η φυτομάζα με τα χαρακτηριστικά που έχει.

Νεκτάριος. Πριν αναφερθώ στην ογκομέτρηση, θέλω να αναφερθώ στην απόσταση φύτευσης ανάμεσα σε ένα φυτό και στο επόμενο. Συμφωνώ με τους προλαλήσαντες.

Ουσιαστικά εμπειρικά για να έχεις κάτι το αποδεκτά, ούτε καν αποτελεσματικό θα το έλεγα. Αποδεκτά για να λες κάτι μετράς, κάτι αλλάζεις θέλεις αποστάσεις πλάτους 25-30 μέτρων. Αλλά επειδή είδα ότι χρησιμοποιείς από 31 ΗΖ μέχρι 8.000 ΗΖ και είναι μονοφασματική όχι πολυφασματική ταυτόχρονα η δική σας η έρευνα.

Λύκας: Όχι.

Νεκτάριος: Εκείνο που φαντάζομαι θα ήθελα να έβλεπα θα είναι στη συνέχεια πιθανόν της έρευνας, μία πρόταση κάνω, θα είναι στις χαμηλές συχνότητες. Στις υψηλές συχνότητες το μήκος κύμανσης είναι πολύ μικρό. Να γίνει στις χαμηλές συχνότητες, όπου το μήκος κύματος είναι πολύ μεγάλο. Να γίνει κάποια πιο σημαντική έρευνα όχι απλά με τον όγκο αλλά σε σχέση με την απόσταση της κυματομορφής, σε σχέση με τη φύτευση.

Λύκας: Κοιτάξτε, υπάρχει όντως. Είναι πολλά πράγματα που μπορεί να δει κανείς. Είναι η αρχή μιας δουλειάς. Απλά και μόνο αυτή τη μεθοδολογία να χρησιμοποιήσουμε. Και να θέλουμε να καλύψουμε τα φυτικά είδη που γίνονται, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των φυτοφραχτών, να βρούμε, δεν έχουμε τους χρόνους που χρειάζονται για να το κάνουμε αυτό. Καταλαβαίνετε ότι πάμε πολύ μακριά. Σαφώς έχετε δίκιο. Θα πρέπει να δοκιμαστούν και άλλα χαρακτηριστικά. Και δεν μπορείς να περιοριστείς με ένα μόνο φυτοφράχτη. Αυτό είναι δεδομένο. Γι'αυτό και λέμε ενδεχομένως, ότι χρειάζεται να συνδυάζουμε είδη και να κάνουμε ένα φυτοφράχτη που θα είναι αρκετά παχύς για να μπορούμε να έχουμε μία αποδεκτή μείωση του θορύβου.

Νεκτάριος (προεδρεύων): Δυστυχώς δεν έχουμε άλλο χρόνο. Να ευχαριστήσουμε τον κ. Λύκα.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ: ΧΡΗΣΗ ΦΛΟΓΙΣΤΡΟΥ – ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΕΣ ΑΥΤΟΦΥΩΝ ΠΟΩΔΩΝ

Η. Κανέλλου¹, Μ. Παπαφωτίου¹, Φ. Οικονόμου², Δ. Λύρα², Σ. Κλεζενίτς³, Ε. Κάρτσωνας⁴, Ν. Ντούλας¹, Α. Παρασκευοπούλου¹, ΙΙ. Νεκτάριος¹, Α. Αλεξόπουλος⁴, Χ. Μουρούτογλου⁴, Κ. Νηφάκος⁴ και Σ. Καρράς⁴

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, ¹Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ²Εργαστήριο Γεωργίας, Ιερά οδός 75, 11855

³University of Nebraska, Haskell Agricultural Laboratory, 57905 866 Road Concord, NE, 687282828

⁴Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Εργαστήριο (α); 24100 Αντικάλαμος

Περίληψη

Διερευνάται η αποτελεσματικότητα εναλλακτικών μεθόδων ελέγχου της αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, όπως η χρήση φλόγιστρου στις ελεύθερες επιφάνειες και η δημιουργία χλοοτάπητα επιλεγμένων αυτοφυών ειδών με επιθυμητά χαρακτηριστικά. Η μέθοδος του φλόγιστρου δοκιμάστηκε αρχές άνοιξης του 2013, σε τρεις αρχαιολογικούς χώρους: Κολώνα Αίγινας, Χριστιανική Αμφίπολη και Αρχαία Μεσσήνη, με τέσσερις δόσεις προπανίου και μια ή δύο εφαρμογές φλόγισης. Ενάμιση μήνα από την πρώτη εφαρμογή, η μεγαλύτερη δόση προπανίου (4 bag), όταν εφαρμόστηκε δύο φορές, περιόρισε το ύψος και το νωπό βάρος των ζιζανίων κατά 40-50% και 50-70% αντίστοιχα, στην Αμφίπολη και την Αρχαία Μεσσήνη, και κατά 35% και 15% αντίστοιχα στην Αίγινα. Η δημιουργία χλοοτάπητα αυτοφυών ειδών, αφορά στην ανάπτυξη μιγμάτων ετησίων, ποωδών ειδών, με διευρυμένη περίοδο βλάστησης και χαμηλό μέσο ύψος. Η σύνθεση των μιγμάτων βασίστηκε στην καταγραφή των πληθυσμών αυτοφυών, ποωδών σε επτά αρχαιολογικούς χώρους διάσπαρτους στη χώρα, που έδειξαν κυριαρχία ειδών *Fabaceae* και *Poaceae* και ακολουθούσαν λοιπές οικογένειες πλατύφυλλων. Κατά τις καταγραφές από δείγματα-υποτεμάχια, επελέγησαν αυτά που παρουσίαζαν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά και βάσει αυτών καθορίστηκαν οι θεμελιακές αναλογίες συμμετοχής των οικογενειών *Fabaceae*, *Poaceae* και λοιπών πλατύφυλλων, στα μίγματα. Στη συνέχεια επελέγησαν τα φυτικά είδη με βάση την περίοδο βλάστησής τους και το αναμενόμενο τελικό τους ύψος. Δημιουργήθηκαν τρία μίγματα για υγρά και τρία για ξηρά κλίματα. Σπορά πραγματοποιήθηκε τέλη Μαΐου 2013, στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (ΤΕΙ) Πελοποννήσου. Οι αναλογίες των καλύψεων παρέκκλιναν από τις προσδοκώμενες και διαφοροποιήθηκαν στις δύο περιοχές σποράς, όμως η εμφάνιση των τεμαχίων είχε την εικόνα φυσικού πληθυσμού. Στην Καλαμάτα καλύτερη εμφάνιση είχαν τα μίγματα υγρών κλιμάτων. Στην Αθήνα απέτυχε η εγκατάσταση των *Fabaceae* και υπήρξε η ένδειξη καλύτερης εμφάνισης των μιγμάτων για ξηρά κλίματα.

Λέξεις κλειδιά: αυτοφυής βλάστηση, ζιζάνια, δόση προπανίου, Θαλής ARCHAEOSCAPE.

Εισαγωγή

Η εργασία αποτελεί μέρος ευρέως ερευνητικού προγράμματος με τίτλο «Ολοκληρωμένη διαχείριση της βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, για την

προστασία του μνημείου και την ανάδειξη του ιστορικού τοπίου», το οποίο χρηματοδοτείται από την πράξη «Θαλής». Σκοπός του προγράμματος είναι η καταγραφή της βλάστησης και των σχετιζόμενων με αυτή προβλημάτων σε επτά αρχαιολογικούς χώρους της Ελλάδας, η μελέτη εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισής της και η προσέγγιση των αρχών σχεδιασμού του τοπίου των αρχαιολογικών χώρων. Για τον έλεγχο της αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους χρησιμοποιούνται φυσικές μέθοδοι, όπως το βοτάνισμα και η μηχανική κοπή. Οι μέθοδοι αυτές είναι οικονομικά ασύμφωτες, και τα εργαλεία κοπής μπορεί να προκαλέσουν μηχανικές βλάβες στα αρχαία μέλη. Χημική ζιζανιοκτονία εφαρμόζεται σπάνια, καθώς αν δεν εφαρμοστεί με προσοχή, είναι πιθανό να προκαλέσει άμεση χημική διάβρωση των υλικών δομής και μακροπρόθεσμα προβλήματα από τη διασπορά διαλυτών αλάτων (Λαμπρόπουλος, 2003).

Στα πλαίσια της μελέτης των εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης της βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, δοκιμάστηκε η χρήση φλόγιστρου για τον περιορισμό των ζιζανίων στις ελεύθερες επιφάνειες μεταξύ των αρχαίων μελών, καθώς φλόγα που παράγεται από καύση προπανίου καταστρέφει στους φυτικούς ιστούς (Ulloa *et al.*, 2010). Η μέθοδος χρησιμοποιείται στη γεωργία και στο αστικό πράσινο (Kristoffersen *et al.*, 2008). Επίσης δοκιμάστηκε η εγκατάσταση φυσικού χλοοτάπητα, από ετήσια χειμερινά και θερινά είδη, που βρέθηκαν στους χώρους και παρουσιάζουν επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως χαμηλό ύψος και έλλειψη επιθετικότητας ως προς το μνημείο.

Υλικά και Μέθοδοι

Η δοκιμή του φλόγιστρου έγινε Φεβρουάριο έως Απρίλιο 2013, σε τρεις αρχαιολογικούς χώρους: Αρχαία Μεσσήνη, Κολώνα Αίγινας και Χριστιανική Αμφίπολη. Χρησιμοποιήθηκε φορητό φλόγιστρο και εφαρμόστηκαν τέσσερις δόσεις προπανίου, 1, 2, 3 και 4 bar, που αντιστοιχούν σε 62, 99, 119 και 137 kg/ha προπανίου, και μία ή δύο εφαρμογές φλόγισης, ήτοι κατά την ημέρα 0 και κατά τις ημέρες 0 και 14. Η εφαρμογή έγινε σε τεμάχια διαστάσεων 2 X 2 m, για 52 sec ανά τεμάχιο. Μετρήσεις λαμβάνονταν σε εβδομαδιαία βάση και αφορούσαν το επίπεδο ελέγχου, ως ποσοστό της επιφάνειας του τεμαχίου το οποίο παρουσίαζε βλάβη από τη φλόγιση. Στο τέλος του πειράματος (42 ημέρες από την πρώτη φλόγιση), μετρήθηκε το ύψος δέκα τυχαίων ατόμων ανά τεμάχιο και το νωπό βάρος, που συλλέχθηκε από υποτεμάχιο 50 X 50 cm εντός εκάστου πειραματικού τεμαχίου.

Σε ότι αφορά στους χλοοτάπητες αυτοφυών ειδών, ο σχεδιασμός τους βασίστηκε στη σύνθεση φυσικών πληθυσμών, που είχαν ανεβρεθεί στους χώρους στην προηγούμενη φάση του προγράμματος, που αφορούσε στην καταγραφή της αυτοφυούς βλάστησης (Κανέλλου κ.ά., 2012). Από τους πληθυσμούς που είχαν καταγραφεί, επελέγησαν αυτοί που παρουσίαζαν επιθυμητά χαρακτηριστικά, ήτοι χαμηλό μέσο ύψος, αισθητική αξία και χαμηλή επιθετικότητα ως προς το μνημείο. Παρατηρήθηκε ότι σε αυτούς τους πληθυσμούς κυριαρχούσαν είδη *Fabaceae* και *Poaceae* και ακολουθούσαν λοιπές οικογένειες πλατύφυλλων. Με βάση αυτό καθορίστηκαν οι επιθυμητές βασικές αναλογίες σε αναλογικά ποσοστά κάλυψης επιφάνειας (Πίνακας 1). Στα μίγματα συμμετέχουν είδη *Fabaceae* και κάποια άλλα πλατύφυλλα είδη, σε ποσοστά αλληλοσυμπληρούμενα, ως βασικά είδη κορμού, ένα είδος *Poaceae*, σε σταθερή αναλογία και κάποια επιπλέον είδη (Λοιπά), σε πολύ μικρές αναλογίες που χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την καλλωπιστική τους ανθοφορία. Οι αναλογίες που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 αφορούν στην εμφάνιση του τάπητα κατά το χειμώνα και κατά το θέρος. Σχηματίστηκαν τρία μίγματα για ξηρά και τρία για υγρά κλίματα (σύνολο έξι), που απαρτίζονται από διαφορετικά είδη με σκοπό να καλυφθούν όσον το δυνατόν περισσότερες διαφορετικές εδαφοκλιματικές συνθήκες. Η σπορά

πραγματοποιήθηκε τέλη Μαΐου, στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (Καλαμάτα), αφού είχε προηγηθεί ζιζανιοκτονία με Glyphosate (Round Up 36SL) και εφαρμόζονταν αρδεύσεις κατά τους θερινούς μήνες. Μηνιαίως καταγράφονταν οι ποσοστιαίες αναλογίες των ειδών που συμμετείχαν στα μίγματα.

Πίνακας 1. Επιθυμητές βασικές αναλογίες φυτικών γενών στα μίγματα σπόρων σε αναλογικά ποσοστά κάλυψης επιφάνειας

Μίγμα	γένη <i>Fabaceae</i> (%)	γένη <i>Poaceae</i> (%)	Πλατύφυλλα (%)	γένη	Λοιπά γένη (%)
A	70,0	15,0	5,0		10,0
B	37,5	15,0	37,5		10,0
Γ	5,0	15,0	70,5		10,0

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της φλόγισης δεν κρίνονται απολύτως ικανοποιητικά, παρ' όλα αυτά παρατηρήθηκε ότι οι δύο εφαρμογές προπανίου, ήταν αποτελεσματικότερες σε σχέση με τη μια, ως προς την αναστολή της βλάστησης (Πίνακας 2). Στην Αίγινα η μη ικανοποιητική αποτελεσματικότητα της μεθόδου οφείλεται μερικώς σε καθυστερημένη εφαρμογή.

Σε ότι αφορά στο επίπεδο ελέγχου, ως ποσοστό του τεμαχίου που έχει υποστεί ζημιά από τη φλόγιση, αυτό μηδενίστηκε σε όλες τις εφαρμογές και σε όλους τους τόπους (Σχ. 1). Η απομείωση του επιπέδου ελέγχου ήταν μικρότερη στις δύο εφαρμογές φλόγισης όπου το επίπεδο ελέγχου διατηρήθηκε για περίπου 21 ημέρες. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα, τροποποιήθηκε το πρωτόκολλο πειραματισμού (πείραμα υπό εξέλιξη).

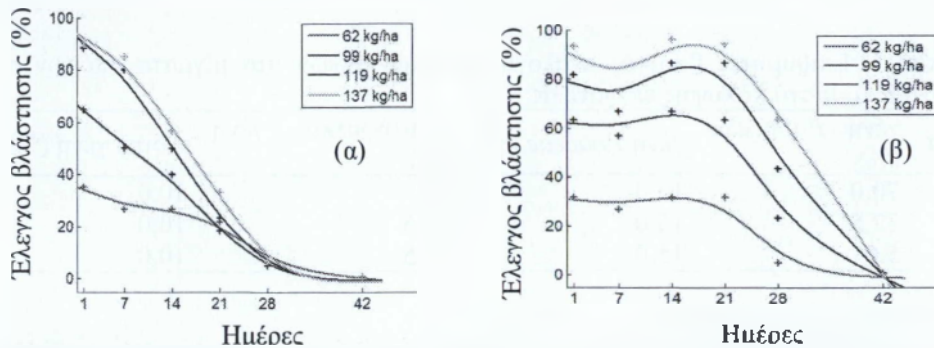
Σε ότι αφορά στα μίγματα των αυτοφυών ποωδών, απέτυχαν να εγκατασταθούν τα είδη *Fabaceae* στην Αθήνα και στους δύο τύπους μιγμάτων, και στην Καλαμάτα σε αυτά των ξηρών κλιμάτων. Αποτυχία του πλατύφυλλου για ξηρά κλίματα, αλλά και των λοιπών ειδών για υγρά κλίματα παρατηρήθηκε και στην Αθήνα και στην Καλαμάτα (Πίνακας 3).

Πίνακας 2: Μείωση νωπού βάρους (%) και ύψους (%) αυτοφυούς βλάστησης σε σύγκριση με το μάρτυρα μετά από εφαρμογή προπανίου σε τρεις αρχαιολογικούς χώρους

	Δόση προπανίου (bar)	Αρχαία Μεσσήνη		Κολώνα Αίγινας		Χριστιαν. Αμφίπολη	
		μείωση v.β. (%)	μείωση ύψους (%)	μείωση v.β. (%)	μείωση ύψους (%)	μείωση v.β. (%)	μείωση ύψους (%)
Αθήνα	1	40	20	12	0	22	13
	2	16	19	17	0	32	17
	3	16	16	7	38	15	11
	4	28	38	8	0	37	10
Καλαμάτα	1	23	20	0	0	22	2
	2	29	17	0	23	31	8
	3	72	54	16	0	62	29
	4	60	52	13	34	48	28

Αναλόγως του μίγματος, επετεύχθη μεγαλύτερη ή μικρότερη προσέγγιση των επιθυμητών ποσοστών εδαφοκάλυψης. Από τα αποτελέσματα των τριών πρώτων μηνών φαίνεται κατά περιπτώσεις ότι δεν προσεγγίστηκε η επιθυμητή αναλογία

εδαφοκαλύψεων, παρ όλα αυτά σε όλες τις περιπτώσεις το αποτέλεσμα κρίνεται ικανοποιητικό, καθώς οπτικά και αισθητικά είναι νατουραλιστικό και ευχάριστο (υποκειμενική κρίση, πείραμα σε εξέλιξη).



Σχήμα 1. Έλεγχος της εδαφοκάλυψης με μία (α) ή δύο (β) εφαρμογές φλόγισης στη Χριστιανική Αμφίπολη

Πίνακας 3: Ποσοστό εδαφοκάλυψης (επιτευχθέν/επιθυμητό) ανά κατηγορία συμμετοχής στο μίγμα, στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Γ.Π.Α.) και στο Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου.

Μίγμα	Γ.Π.Α.				Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου			
	F	P	Π	Λ	F	P	Π	Λ
Ξηρά Α	0 /70	1 /15	0 /5	94 /10	3 /70	60 /15	0 /5	10 /10
Ξηρά Β	0 /37,5	35 /15	0 /37,5	65 /10	9 /37,5	34 /15	0 /37,5	42 /10
Ξηρά Γ	0 /5	30 /15	0 /70	70 /10	0 /5	61 /15	0 /70	37 /10
Υγρά Α	0 /70	37 /15	51 /5	0 /10	99 /70	1 /15	0 /5	0 /10
Υγρά Β	0 /37,5	26 /15	74 /37,5	0 /10	63 /37,5	9 /15	28 /37,5	0 /10
Υγρά Γ	4 /5	23 /15	73 /70	0 /10	28 /5	10 /15	67 /70	0 /10

F=*Fabaceae*, P=*Roaceae*, Π=πλατύφυλλα, Λ=λοιπά είδη

Βιβλιογραφία

- Κανέλλου, Η., Παπαφωτίου, Μ., Οικονόμου, Φ., Λύρα, Δ. 2012. Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων. 17^ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, «Ζιζανιολογία – Γεωργία – Αστικό Πράσινο», 22-24 Νοεμβρίου 2012, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, Ελλάδα.
- Kristoffersen, P., Rask, A.M., Grundy, A.C., Franzen, I., Kempenaar, C., Raisio, J., Schroeder, H., Spizker, J., Verschwele, A., and Zarina, L. 2008. A review of pesticide policies and regulations for urban amenity areas in seven European countries. *Weed Res.* 48: 201-214.
- Λαμπρόπουλος, Β. 2003. Περιβάλλον μνημείων, μουσείων και αρχαιολογικών χώρων. Αθήνα.
- Ulloa, S.M., Datta, A., Knesevic, S.Z. (2010). Tolerance of selected weed species to broadcast flaming at different growth stages. *Crop Prot.* 29: 1381-1388.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Η. Κανέλλου

Ακουμιανάκη (προεδρεύουσα). Ευχαριστούμε την κα Κανέλλου. Έχουμε χρόνο για μια δύο ερωτήσεις. Παρακαλώ πολύ ας είναι στοχευμένες για να γλυτώσουμε λίγο χρόνο. Παρακαλώ κ. Τσανάκα.

Τσανάκας. Μία διευκρινιστική ερώτηση θέλω να κάνω. Είπατε ότι εφαρμόζετε ορισμένα φυτά στους αρχαιολογικούς χώρους. Αυτό, από ότι ξέρω, έχει ισχυρό οξειδωτικό ρόλο. Δεν επηρεάζει τα μνημεία; Τα μάρμαρα τριγύρω, δηλαδή δεν προκαλεί καψίματα ή μεταχρωματισμούς; Δεν γνωρίζω. Απλώς ρωτάω.

Κανέλλου. Είναι το πράσινο έχει όξινο pH και θα μπορούσε η επαφή του με τα μέλη να προκαλέσει όντως ζημιά. Αλλά ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η εφαρμογή του, είναι πάρα πολύ εντοπισμένος και πρακτικά δεν ξεφεύγει γύρω από τους ιστούς.

Ένα πυκνό διάλυμα, το οποίο είτε εκχύνεται με ένεση στο εσωτερικό του στελέχους είτε με επάλειψη με πινέλο, πάρα πολύ προσεκτικά επάνω στους ιστούς, οπότε πρακτικά είναι αδύνατο αυτό να ξεφύγει γύρω-γύρω.

Τσανάκας. Ευχαριστώ

Ακουμιανάκη. Άλλη ερώτηση;

Παπαφωτίου. Είναι ίσως και ο μόνος τρόπος για να μπορέσει να γλυτώσει κανείς και από ξυλώδη, όπως είναι οι πικροδάφνες, γιατί μέχρι τώρα οι αρχαιολόγοι πάνε και τα κλαδεύουν αυτά, αλλά μετά από λίγο ξαναπετάνε. Το ριζικό σύστημα κάνει πολύ μεγάλες ζημιές σε μετακίνηση μελών, αρχαίων μελών και λοιπά. Με αυτό τον τρόπο απαλλάσσεται από.

Σύνεδρος. Έχετε δοκιμάσει το ζιζαλόν που ενδείκνυται για ξυλώδη, ή το ράουνταπ που αφορά σε ετήσια, είτε σε ενέσιμη μορφή είτε με επάλειψη.

Κανέλλου. Όχι το ζιζαλόν δεν το έχουμε δοκιμάσει. Αλλά μπορούμε να το δοκιμάσουμε.

Σύνεδρος. Θέλω να ρωτήσω, γιατί εάν ήταν ψεκάσμος με κάποιο σπρέν, θα μπορούσαμε...

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΚΕΡΔΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ - ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Γ. Κοτσίρης¹, Α. Ανδρουτσόπουλος², Ε. Πολυχρόνη² και Π. Νεκτάριος¹

¹ Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνας, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργ. Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

² Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Τμήμα Κυρίων, 19 χλμ. Λεωφ. Μαραθώνος, 19009 Πικέριμ

Περίληψη

Τα ενεργειακά κέρδη από την εγκατάσταση φυτεμένων δωματίων έχουν περιορισμένα εκτιμηθεί ποσοτικά και γεωγραφικά. Η παρούσα μελέτη εκτιμά ποσοτικά τα ενεργειακά κέρδη για ψύξη και θέρμανση σε ένα κτίριο, μετά την εγκατάσταση διαφορετικών τύπων φυτεμένων δωματίων και στις τέσσερις κλιματικές ζώνες της χώρας. Για το σκοπό της μελέτης, τρία σενάρια φυτεμένων δωματίων σε συνδυασμό με δύο διαφορετικά υποστρώματα, προσομοιώθηκαν ενεργειακά με τη βοήθεια υπολογιστικού εργαλείου TRNSYS. Στα δεδομένα εισαγωγής χρησιμοποιήθηκαν πειραματικά προσδιορισμένες παράμετροι για το συντελεστή θερμοπερατότητας των φυτεμένων δωματίων και το συντελεστή ηλιακής απορρόφησης των φυτικών καλύψεων. Τα υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν πετροβάμβακας πάχους 8 cm και μίγμα κίσηρης 65%, τύρφης 30% και ζεόλιθου 5%, σε δύο διαφορετικά πάχη υποστρώματος, 8 και 20 cm. Η φυτική κάλυψη ήταν χλοοτάπητας *Festuca arudinaceae* για όλους τους τύπους υποστρωμάτων βάθους 8 cm και *Lavandula angustifolia* στο υπόστρωμα βάθους 20 cm. Το κτίριο που προσομοιώθηκε ήταν ένα ισόγειο κτίσμα, τετραγωνικής κάτοψης, το οποίο ελέγχθηκε για δύο σενάρια: παντελώς αμόνωτο και μονωμένο βάσει απαιτήσεων ΚΕΝΑΚ και σε δύο εκδοχές: χειμώνα και καλοκαίρι. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές διαφορές τόσο όσον αφορά το βάθος των υποστρωμάτων όσο και την κλιματική ζώνη για τα ίδια υποστρώματα. Γενικά όλοι οι τύποι φυτεμένων δωματίων μειώνουν περίπου κατά 55-65% τα φορτία για ψύξη σε σχέση με ένα αμόνωτο δώμα και κατά 13-35% σε σχέση με ένα μονωμένο κατά ΚΕΝΑΚ, ανάλογα με την κλιματική ζώνη. Όσον αφορά τα φορτία για θέρμανση, σε σύγκριση με το αμόνωτο δώμα, όλα τα φυτεμένα δώματα εξασφάλισαν μεγάλα κέρδη που κυμαίνονταν από 20% για υπόστρωμα με κίσηρη μικρού βάθους, έως 29% για υπόστρωμα με πετροβάμβακα. Σε σύγκριση με ένα μονωμένο δώμα, μόνο ειδικά υποστρώματα, όπως ο πετροβάμβακας οδηγούν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση, ενώ και το υπόστρωμα κίσηρης στο μεγαλύτερο βάθος ήταν ανταγωνιστικό της τυπικής θερμομόνωσης.

Λέξεις κλειδιά: πετροβάμβακας, κίσηρη, ζεόλιθος, TRNSYS, κλιματικές ζώνες, ενέργεια

Εισαγωγή

Τα ενεργειακά οφέλη από την εγκατάσταση πράσινων δωματίων από ποσοτική άποψη, δεν έχουν επαρκώς διερευνηθεί (Fioretti κ.α., 2010). Η Lazzarin κ.α.. (2005) παρουσίασε ένα υπολογιστικό μοντέλο, όπου έδινε έμφαση στο ρόλο της εξατμισοδιαπνοής στη διαμόρφωση του ενεργειακού ισοζυγίου κτιρίου-φυτεμένου δώματος. Ο Kotsiris κ.α. (2012) προχώρησαν σε δυναμικό υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας σε δοκίμια πράσινων δωματίων επί τυποποιημένου θαλάμου μετρήσεων στο ΚΑΠΕ.

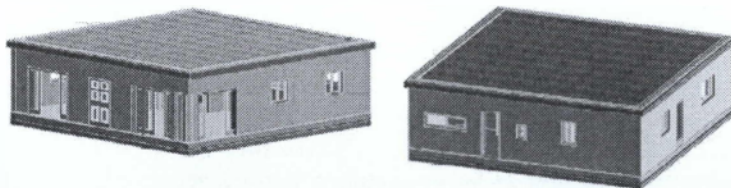
Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι ο ακριβής υπολογισμός των ενεργειακών κερδών από την εγκατάσταση τριών δοκιμών πράσινων δωματίων, επί κτιρίου αναφοράς και στις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδος, με τη χρήση του λογισμικού TRNSYS.

Υλικά και Μέθοδοι

α.. Το κτίριο αναφοράς:

Αρχικά σχεδιάστηκε ο τύπος του κτιρίου που το λογισμικό χρησιμοποίησε ως μοντέλο φυσικού συστήματος. Επιλέχθηκε μια συμβατική κατασκευή μονώροφου κτιρίου, χωρίς θερμομόνωση στους τοίχους, με μονά υαλοστάσια σε πλαίσιο αλουμινίου και χωρίς σκίαση των ανοιγμάτων. Τα ανοίγματα (πόρτες και παράθυρα), χωροθετήθηκαν με στοιχειώδη βιοκλιματική λογική.

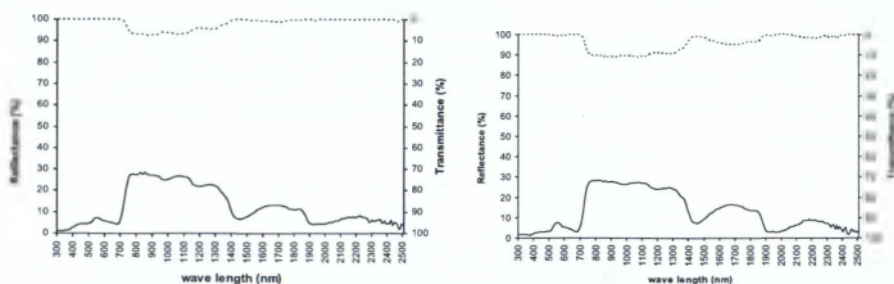
Το κτίριο, διαστάσεων 10m X 10m X 3 m (μήκος X πλάτος X ύψος), προσομοιώθηκε σε δύο διαφορετικές εκδοχές (σενάρια) του στοιχείου της οροφής. Η πρώτη χωρίς καθόλου θερμομόνωση και η δεύτερη με θερμομόνωση της οροφής κατά ΚΕΝΑΚ. Για τις διάφορες διαστρώσεις των στοιχείων χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη του TRNSYS και για οτιδήποτε επιπλέον, όπως παραδοχές για τα χαρακτηριστικά της φυτικής στρώσης, οι τιμές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.



Εικόνα 1. ΝΑ και ΒΔ αξονομετρικό του κτιρίου αναφοράς που προσομοιώθηκε ενεργειακά στο TRNSYS.

β. Συντελεστής ηλιακής απορρόφησης:

Προκειμένου να εισαχθεί η σωστή τιμή της παραμέτρου της ηλιακής προσόδου από το στοιχείο της οροφής, αυτή τροποποιείτο ανάλογα το σενάριο.



Εικόνα 2. Διαγράμματα της ανακλώμενης (συνεχής γραμμή), διερχομένης (γραμμή με στίξεις) και απορροφημένης (η ενδιάμεση των γραμμών περιοχή) ηλιακή ακτινοβολία, στις διάφορες περιοχές του ηλιακού φάσματος, για την λεβάντα (αριστερά) και την φεστούκα (δεξιά).

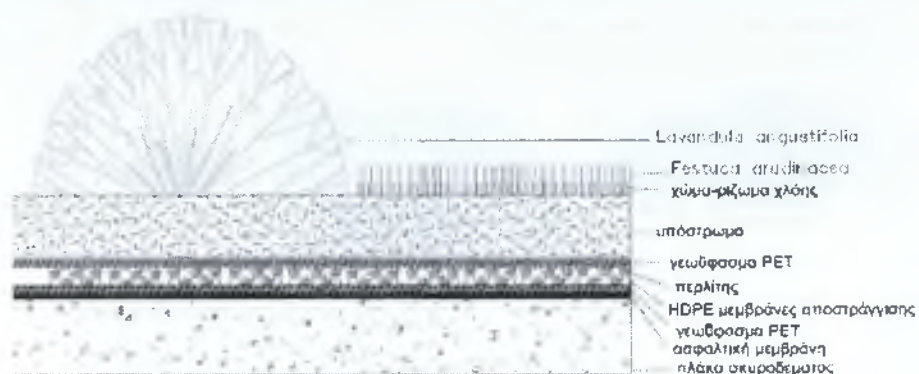
Έτσι ήταν αναγκαίος ο υπολογισμός της ανακλώμενης, της απορροφημένης και τελικά του ποσοστού της ηλιακής ακτινοβολίας που διαπερνά τη φυτεία και αποτελεί θερμική πρόσοδο στο κέλυφος του κτιρίου (Εικ. 2).

Ο προσδιορισμός αυτών των παραμέτρων για δύο φυτείες, χλοοτάπητα και λεβάντας, πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Ενεργειακών Μετρήσεων του ΚΑΠΕ, με χρήση συσκευής φασματοφωτόμετρου Lambda 19 UV/VIS/NIR (Perkin Elmer). Η ανάκλαση,

η διαπερατότητα και απορρόφηση υπολογίστηκαν για την *Lavandula angustifolia* σε 13,6%, 2,4%, 84% αντίστοιχα, της ολικής προσπίπτουσας σε οριζόντιο επίπεδο ηλιακής ακτινοβολίας (R_h), και 23,5%, 6,85%, 69,65% για το *F. arundinacea*. Έτσι οι συντελεστές ηλιακής απορρόφησης που εισαχθήκαν στο TRNSYS, ήταν 0,024 and 0,0685 για την λεβάντα και τη φεστούκα, αντίστοιχα.

γ. Κατασκευή φυτεμένου δώματος:

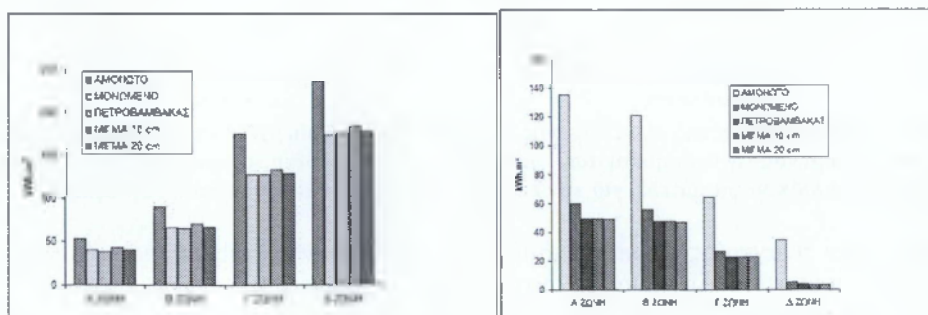
Το σύστημα απαρτίζεται από πολυεπίπεδη διάστρωση υλικών για τον επαρκή αερισμό και στράγγιση του ριζικού συστήματος των φυτών (Εικ. 3.). Τα ρηχά υποστρώματα συνίσταντο είτε από πετροβάμβακα πάχους 8 cm και ειδικού βάρους 150 Kg m⁻³, είτε από μίγμα κίσηρης 65%, τύρφης 30% και ζεόλιθου 5% και φυτεύτηκαν με έτοιμο χλοοτάπητα *Festuca arundinacea*. Το υπόστρωμα βάρους 20 cm συνίστατο από το ίδιο μίγμα και φυτεύτηκε με λεβάντα (*Lavandula angustifolia*), έτσι ώστε μέχρι την ανθοφορία να έχει επιτευχθεί 100% κάλυψη της επιφάνειας.



Εικόνα 3. Η πολυεπίπεδη διαστρωμάτωση του φυτεμένου δώματος

δ. Κλιματικές ζώνες της Ελλάδος:

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), η χώρα διαρρείται σε 4 κλιματικές ζώνες (Α, Β, Γ και Δ), με βάση το κριτήριο των βαθμομερών. Κλιματικά δεδομένα και από τις 4 ζώνες, συγκεκριμένα από Ηράκλειο (Α), Αθήνα (Β), Ιωάννινα (Γ) και Φλώρινα (Δ), χρησιμοποιήθηκαν στις προσομοιώσεις.



Εικόνα 4. Ετήσια φορτία Θέρμανσης (αριστερά) και ψύξης (δεξιά) σε kWh m⁻², μιας ισογείου κατοικίας στις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδος και για πέντε σενάρια κάλυψης του δώματος.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Στην Εικόνα 4. παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ενεργειακών προσομοιώσεων για πέντε σενάρια: 1. Δώμα αμόνωτο. 2. Δώμα μονωμένο κατά ΚΕΝΑΚ. 3. Φυτοδώμα με υπόστρωμα πετροβάμβακα. 4. Φυτοδώμα με υπόστρωμα μίγματος πάχους 10 cm. 5 Φυτοδώμα με υπόστρωμα μίγματος πάχους 20 cm.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, κάθε σενάριο φυτεμένου δώματος, σε κάθε κλιματική ζώνη, διασφαλίζει υπολογίσιμα ενεργειακά κέρδη για θέρμανση (περίπου το ¼ αυτών), συγκρινόμενο με το σενάριο του αμόνωτου δώματος. Η θερμομονωτική απόδοση μάλιστα του φυτεμένου δώματος με υπόστρωμα πετροβάμβακα ή μίγματος βάθους 20 cm, ήταν ανταγωνιστική με το σενάριο του μονωμένου κατά ΚΕΝΑΚ δώματος, σε όλες τις κλιματικές ζώνες και μάλιστα στις ζώνες Α και Β, ο πετροβαμβάκας είχε κατά 3,5% αυξημένα ενεργειακά κέρδη. Η θερμομονωτική απόδοση του πετροβάμβακα ως υποστρώματος φυτεμένων δωμάτων, οφείλεται στο αυξημένο πορώδες του, χάρις στο οποίο, αφενός διατηρεί υψηλό ποσοστό ακίνητου αέρα σε συνθήκες κορεσμού (Kotsiris κ.ά., 2012) και αφετέρου αποστραγγίζεται τάχιστα από το βαρυτικό νερό (Bougol κ.ά., 2005).

Στο σενάριο του ρηχού υποστρώματος μίγματος 10 cm, καταγράφεται θερμική επιβάρυνση σε σχέση με το σενάριο της θερμομόνωσης κατά ΚΕΝΑΚ. Ο Castleton κ.ά. (2010), αναφέρει επίσης ότι η θερμομονωτική απόδοση ενός φυτεμένου δώματος αυξάνεται μετά του βάθους του υποστρώματος.

Επιπλέον όλα τα σενάρια φυτεμένου δώματος, διασφαλίζουν πολύ μεγάλα ή σημαντικά ενεργειακά κέρδη για ψύξη, σε σύγκριση με τα σενάρια του αμόνωτου και του μονωμένου κατά ΚΕΝΑΚ δώματος αντίστοιχα, χάρις στην ψυκτική δράση της Εξατμισοδιαπνοής επί του κελύφους του κτιρίου (Lazzarini κ.ά., 2005, Feng κ.ά., 2010, Kotsiris κ.ά., 2012) . Σημειώνεται τέλος, πως η ζώνη Δ –με ηπειρωτικό κλίμα- έχει πολύ μικρή απαίτηση ενεργειακού φορτίου για ψύξη.

Συμπεράσματα

- Κάθε σενάριο φυτεμένου δώματος, σε κάθε κλιματική ζώνη, διασφαλίζει υπολογίσιμα ενεργειακά κέρδη για θέρμανση, συγκρινόμενο με το σενάριο του αμόνωτου δώματος
- Η θερμομονωτική απόδοση μάλιστα του φυτεμένου δώματος με υπόστρωμα πετροβάμβακα ή μίγματος βάθους 20 cm, ήταν ανταγωνιστική με το σενάριο του μονωμένου κατά ΚΕΝΑΚ δώματος, σε όλες τις κλιματικές ζώνες.
- Στις ζώνες Α και Β, ο πετροβαμβάκας είχε σημαντικά αυξημένα ενεργειακά κέρδη, σε σχέση με το μονωμένο κατά ΚΕΝΑΚ δώμα.
- Φυτεμένο δώμα με ρηχό υπόστρωμα μίγματος αδρανών υλικών και τύρφης, εμφάνισε θερμική επιβάρυνση σε όλες τις κλιματικές ζώνες, σε σχέση με το μονωμένο κατά ΚΕΝΑΚ δώμα.
- όλα τα σενάρια φυτεμένου δώματος, διασφαλίζουν πολύ μεγάλα ή σημαντικά ενεργειακά κέρδη για ψύξη, σε σύγκριση με τα σενάρια του αμόνωτου και του μονωμένου κατά ΚΕΝΑΚ δώματος αντίστοιχα, χάρις στην ψυκτική δράση της Εξατμισοδιαπνοής επί του κελύφους του κτιρίου

Βιβλιογραφία

- Bougol, S., Ruy, S., Groot, F. and Boulard, T. 2005. Hydraulic and physical properties of stonewool substrates in horticulture. *Scientia Horticulturae* 104:391-405.
- Castleton, H.F., Stovin, V., Beck, S.B.M. and Davison, J.B. 2010. Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit. *Energy and Buildings* 42:1582-1591.

- Feng, C., Meng, Q. and Zhang, Y. 2010. Theoretical and experimental analysis of the energy balance of extensive green roofs. *Energy and Buildings* 42: 959–965.
- Fioretti, R., Palla, A., Lanza, L.G. and Principi, P. 2010. Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate. *Building and Environment* 45: 1890–1904.
- Getter, L.K. and Rowe, D.B. 2006. The role of extensive green roofs in sustainable development. *HortScience* 41: 1276–1285
- Kotsiris, G., Androutsopoulos, A., Polychroni, E. and Nektarios, P.A. 2012. Dynamic U-value estimation and energy simulation for green roofs. *Energy and Buildings* 45: 240–249.
- Lazzarin, M.R., Castelliani, F. and Busato, F. 2005. Experimental measurement and numerical modeling of a green roof. *Energy and Buildings* 37: 1260–1267.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Γ. Κοτσιρή

Μπερτουκλής (προεδρεύων). Σας ευχαριστούμε πολύ κ. Κοτσιρή. Υπάρχει χρόνος για κάποια ερώτηση. Κύριε Τσανάκα, σας ακούμε.

Τσανάκας. Εκείνο, βασικά το οποίο μας λέτε είναι ότι η μόνωση είναι εκείνη που κάνει όλη τη δουλειά, ουσιαστικά μονώνει το κτήριο, ενεργειακά και το φυτεμένο δάμα δεν επηρεάζει κάτι, εγώ αυτό κατάλαβα τουλάχιστον. Είδα σε κάτι διαφάνειες, αν υπάρχει κάτι επιπλέον.

Κοτσιρής. Λοιπόν θα επαναληφθώ και θα υπογραμμίσω. Όταν εγκαταστήσουμε φυτεμένο δάμα, έχουμε σίγουρα πολύ μεγάλη εξοικονόμηση σε ψυκτικό φορτίο. Δηλαδή εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη στη θερμή περίοδο του έτους. Σίγουρα.

Όποιο τύπο φυτεμένου δώματος και να εγκαταστήσουμε. Και σε όποιο βάλθος. Γιατί ο παράγοντας που προκαλεί την εξοικονόμηση είναι κυρίως την εξατμισοδιαπνοή των φυτών. Όμως τα ίδια πράσινα δώματα σε συνθήκες χειμώνα, δεν μας φέρνουν ανάλογα κέρδη. Μπορούμε να έχουμε ακόμη και θερμική επιβάρυνση *heating penalty* όπως λέγεται, όταν τα πάχη είναι μικρά και τα υποστρώματα είναι αδρανή κοκκώδη, υλικά διαβαθμισμένης κοκκομετρίας.

Όμως αν το υπόστρωμα είναι άλλου τύπου, στην προκειμένη περίπτωση εξετάσαμε έναν άλλο τύπο, μπορεί να είναι και κάτι άλλο, μπορεί να είναι ένα *free*, ξέρω εγώ, και είναι πετροβάμβακας αυτός, το υπόστρωμα είναι αυτό, δεν τίθεται ως θερμομόνωση, ως υπόστρωμα, τότε έχουμε εξοικονόμηση και στο θερμικό φορτίο.

Επίσης μπορεί να έχουμε ανταγωνιστική απόδοση των φυτεμένων δωματίων το χειμώνα σε μεγάλα πάχη είκοσι εκατοστά τουλάχιστον.

Σύνεδρος. Να σας κάνω μια ερώτηση; Αν έχετε υπόψη σας κάποια παραδείγματα φυτικών ειδών με συντελεστή απορρόφησης, τα φυτικά είδη που χρησιμοποιούνται αν έχετε υπόψη σας.

Κοτσιρής. Νομίζω είναι τύπου μεταξύ λεβάντας και φεστούκας. Ναι αυτό είναι.

Μπερτουκλής (προεδρεύων). Μάλιστα. Σας ευχαριστούμε πολύ.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ *Origanum dictamnus* L. ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ, ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ, ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΦΥΤΟΔΩΜΑΤΟΣ

Λ. Τασούλα¹, Μ. Παπαφωτίου¹ και Γ. Λιακόπουλος²

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, ¹Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ²Εργαστήριο Φυσιολογίας & Μορφολογίας Φυτών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Με στόχο τη χρήση ειδών της Ελληνικής χλωρίδας στα φυτοδώματα, τη μείωση του βάρους της κατασκευής τους αλλά και της ποσότητας του απαιτούμενου νερού άρδευσης, αξιολογήθηκε η φυσιολογία και ανάπτυξη του *Origanum dictamnus* L. «Έρωντα» της Κρήτης, σε διαφορετικά υποστρώματα, υπό την επίδραση υδατικής καταπόνησης. Έρριζα μοσχεύματα φυτεύτηκαν Ιούλιο σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών σε δύο υποστρώματα ανάπτυξης βάθους 10 cm, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περγλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v) ή όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, κάθε 5 ημέρες (κανονική) και κάθε 7 ημέρες (αραιή). Το υπόστρωμα με έδαφος και η κανονική άρδευση ευνόησαν το ύψος των φυτών, ενώ η διάμετρος ευνοήθηκε από την κανονική άρδευση. Περισσότεροι βλαστοί σχηματίστηκαν στο υπόστρωμα με έδαφος, ενώ ο αριθμός των ταξιανθιών στην πλήρη άνθηση ήταν παρόμοιος σε όλες τις επεμβάσεις. Αξιοσημείωτο αποτέλεσμα ήταν ότι η καλλιέργεια σε υπόστρωμα με έδαφος και κανονική άρδευση έδωσε παρόμοια τελική διάμετρο φυτού με την καλλιέργεια σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος (ελαφρύτερο υπόστρωμα) και αραιή άρδευση. Παρά το γεγονός ότι τον Αύγουστο, πριν την άρδευση, η αραιή άρδευση, επέφερε στα φυτά μικρότερη μέγιστη φωτοχημική ικανότητα (Φ_{PSII}) και μεγαλύτερες τιμές στοματικής αντίστασης (R_s), μια μέρα μετά την άρδευση τα φυτά είχαν παρόμοιες τιμές Φ_{PSII} σε όλες τις επεμβάσεις. Επομένως ο δίκταμος μπορεί να καλλιεργηθεί σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και με αραιή άρδευση, μειώνοντας το βάρος της κατασκευής του φυτοδωματος και την υδατοκατανάλωση.

Λέξεις κλειδιά: Αυτοφυή, δίκταμος, ταρατσόκηπος, μειωμένη άρδευση, στοματική αντίσταση, φωτοσύνθεση.

Εισαγωγή

Στα παλαιά κτίρια των Μεσογειακών πόλεων, η σωστή υδατική διαχείριση πρέπει να συνδυάζεται με τη χρήση ελαφρών υλικών στο υπόστρωμα, που θα ελαχιστοποιούν το βάρος της κατασκευής του φυτοδωματος, δεδομένου ότι το βάρος του φυτικού υλικού είναι πολύ μικρό σε σχέση με το συνολικό βάρος ενός εκτατικού φυτοδωματος (Scrivens, 1990). Η άποψη ότι στα αστικά φυτοδώματα θα πρέπει να προτιμούνται τα αυτοφυή είδη κερδίζει συνεχώς έδαφος, λόγω της εναρμόνισής τους στις τοπικές κλιματικές συνθήκες, αλλά και για διατήρηση του τοπικού χαρακτήρα και ενίσχυση της βιοποικιλότητας στο αστικό περιβάλλον (Dunnett & Kingsbury, 2010, Nagase & Dunnett, 2010, Bousselot κ.ά., 2011, Nektarios κ.ά., 2011, Papafotiou κ.ά., 2012, 2013). Το φυτό *Origanum dictamnus* L. ή *Amaracus dictamnus*, (Ody, 1995) ή *Origanum*

creticum Bauh., ο «Έρωντας» της Κρήτης (όπου αυτοφύεται), ήταν απειλούμενο είδος που διασώθηκε με την καλλιέργεια, κυρίως για την παραγωγή του κύριου συστατικού του, της καρβακρόλης (Skubis, 1979, Katsiotis & Οικονομου, 1986). Στο πείραμα μελετήθηκε η ικανότητα του δίκταμου να αναπτυχθεί σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος, η ικανότητα ανάπτυξής του με εφαρμογή αραιής άρδευσης και η φυσιολογία του φυτού υπό την επίδραση υδατικής καταπόνησης.

Υλικά και Μέθοδοι

Έρριζα μοσχεύματα φυτεύτηκαν το 1^ο δεκαήμερο του Ιουλίου του 2011 σε πειραματικά τεμάχια 50 cm x 50 cm εγκατεστημένα σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του 1^{ου} ορόφου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Τα πειραματικά τεμάχια διαχωρίζονταν με ξύλινα κάθετα τοιχώματα και έφεραν σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος, ήτοι υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης, αποστραγγιστικό στοιχείο και διηθητικό φύλλο (ZinCo S.A.). Σε κάθε τεμάχιο φυτεύτηκαν δύο φυτά και κάθε επέμβαση του πειράματος είχε τέσσερα πειραματικά τεμάχια. Χρησιμοποιήθηκαν δύο υποστρώματα ανάπτυξης, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περγλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v, μάρτυρας) ή όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Το βάθος του υποστρώματος ήταν 10 cm. Οι μεταχειρίσεις του πειράματος περιελάμβαναν τα δύο είδη υποστρώματος και δύο συχνότητες άρδευσης κατά τη θερινή περίοδο, ήτοι κάθε 5 ημέρες η κανονική και κάθε 7 ημέρες η αραιή. Η άρδευση γινόταν μέχρι απορροής, με αυτόματο σύστημα, με δύο επιφανειακούς σταλάκτες ανά πειραματικό τεμάχιο. Έγινε μία εφαρμογή λίπανσης δύο εβδομάδες μετά την εγκατάσταση του πειράματος με πλήρες λίπασμα 20:20:20 (Nutrileaf 60). Το πείραμα διήρκησε 14 μήνες.

Στο τέλος του πειράματος (Σεπτέμβριος 2012) αξιολογήθηκε η αύξηση του ύψους και της διαμέτρου (μέσος όρος της μεγαλύτερης διαμέτρου κόμης και της κάθετης σε αυτή) των φυτών. Ο αριθμός των πλάγιων βλαστών μετρήθηκε Απρίλιο 2012, ενώ ο αριθμός των ταξιανθιών Αύγουστο 2012 (πλήρης ανθοφορία). Τον Αύγουστο 2012 μια ημέρα πριν την εφαρμογή άρδευσης, μετρήθηκε επίσης η στοματική αντίσταση φύλλου (Rs) σε δύο νεαρά πλήρως εκπτυγμένα φύλλα ανά φυτό, μεταξύ 10.00 και 12.00 π.μ. (όταν το φυτό υπό κανονικές συνθήκες ανοίγει τα στομάτιά του), με πορόμετρο (AP4 Porometer, Delta-T devices). Επίσης μετρήθηκε η μέγιστη φωτοχημική ικανότητα (F_{PSII}) (φωτονιακή αποδοτικότητα του φωτοσυστήματος II) μια ημέρα πριν την άρδευση και μια ημέρα μετά την άρδευση, με φορητό μετρητή του φθορισμού της χλωροφύλλης (MINI-PAM, Portable Chlorophyll Fluorometer, Walz, Effeltrich, Germany), με τον οποίο ελήφθησαν οκτώ μετρήσεις ανά επέμβαση, σε υγιή φύλλα του ίδιου σταδίου ανάπτυξης, με παρόμοια θέση στην κόμη του φυτού και παρόμοιο προσανατολισμό και έκθεση στο ηλιακό φως. Οι μετρήσεις πάρθηκαν πριν την ανατολή του ηλίου, στις 14, 15, 16 και 17 Αυγούστου. Η ένταση φωτισμού του οργάνου ρυθμίστηκε άπαξ (ώστε τα επίπεδα φθορισμού βάσης να είναι εντός των ορίων τιμών που καθορίζει ο κατασκευαστής) στο $Mf=6$ και η ενίσχυση του σήματος ρυθμίστηκε ανάλογα με τα επίπεδα φθορισμού βάσης κάθε φύλλου.

Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με μονοπαραγοντική ή διπαραγοντική ανάλυση της διασποράς και οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με Student's *t*, σε $P<0,05$.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Οι διπαραγοντικές αναλύσεις των αποτελεσμάτων έδειξαν ότι το υπόστρωμα με έδαφος επέφερε μεγαλύτερη αύξηση στο τελικό ύψος των φυτών και προκάλεσε

έκπτυξη περισσότερων πλάγιων βλαστών την άνοιξη σε σύγκριση με το υπόστρωμα που δεν περιείχε έδαφος. Η διάμετρος των φυτών στο τέλος του πειράματος δεν επηρεάστηκε από το υπόστρωμα, αλλά ήταν μεγαλύτερη υπό την κανονική συχνότητα άρδευσης σε σχέση με την αραιή (Πίν. 1), όπως έχει διαπιστωθεί και σε προγενέστερη εργασία μας (Ραφαφοτίου κ.ά., 2012). Επίσης η κανονική άρδευση επέφερε μεγαλύτερο ύψος φυτών στο τέλος του πειράματος. Ο αριθμός των ανθέων δεν επηρεάστηκε από τους κύριους παράγοντες του πειράματος (Πίν. 1). Αξιοσημείωτο ήταν ότι η καλλιέργεια σε υπόστρωμα με έδαφος και κανονική άρδευση έδωσε παρόμοια τελική διάμετρο φυτού με την καλλιέργεια σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος (ελαφρύτερο υπόστρωμα) και αραιή άρδευση (Πίν. 2).

Τον Αύγουστο, τα φυτά που ποτίζονταν αραιά είχαν μικρότερη μέγιστη φωτοχημική ικανότητα (Φ_{PSII}) υποδηλώνοντας αυξημένα επίπεδα συσσωρευμένης καταπόνησης στη φωτοσυνθετική συσκευή και μεγαλύτερες τιμές στοματικής αντίστασης (R_s) υποδηλώνοντας ελλειμματικά αποθέματα νερού μια ημέρα πριν από την εφαρμογή άρδευσης (Πίν. 3). Παρά την ευνοϊκή επίδραση της κανονικής άρδευσης, η κατάσταση των φυτών και στα δύο υποστρώματα ήταν ικανοποιητική και με την αραιή άρδευση, διότι τα φυτά αναλάμβαναν γρήγορα όπως έδειξαν οι τιμές της Φ_{PSII} μια μέρα μετά την άρδευση (Πίν. 3), όπως έχει δείχθει και για άλλα είδη της μεσογειακής χλωρίδας σε καλλιέργεια σε φυτοδώμα (Ραφαφοτίου κ.ά., 2012).

Συμπερασματικά, ο δίκταμος ενδείκνυται για καλλιέργεια σε εκτατικού τύπου αστικά φυτοδώματα, σε ελαφρού τύπου υπόστρωμα χωρίς έδαφος, με εφαρμογή αραιών αρδεύσεων κατά τη θερινή περίοδο.

Πίνακας 1. Επίδραση των κύριων παραγόντων (συχνότητας άρδευσης και είδους υποστρώματος) στο τελικό ύψος και διάμετρο των φυτών, 14 μήνες μετά την εγκατάσταση (Σεπτ. 2012), στον αριθμό των βλαστών εννέα μήνες μετά την εγκατάσταση (Απρ. 2012), καθώς και στον αριθμό των ανθέων σε πλήρη άνθηση ένα χρόνο μετά την εγκατάσταση (Αυγ. 2012).

Επεμβάσεις	Μεταβολή ύψους (cm)	Διάμετρος κόμης (cm)	Αριθμός βλαστών	Αριθμός ανθέων
Φυλοστρ.	*	NS	*	NS
Φάρδευσης	*	*	NS	NS
Φυλ. x άρδ.	NS	NS	NS	NS
ε	7,9 a	33,6 a	16,5 a	13,9 a
χε	3,5 b	33,6 a	10,4 b	16,1 a
α	4,1 b	30,5 b	12,3 a	12,9 a
κ	7,5 a	36,8 a	14,6 a	17,1 a

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες ανά παράγοντα με LSD, $P < 0,05$.

Πίνακας 2. Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος στην τελική διάμετρο των φυτών.

Επέμβαση	Τελική διάμετρος κόμης (cm)
ε/α	29,1 b
ε/κ	38,1 a
χε/α	31,8 ab
χε/κ	35,4 ab

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση. Σύγκριση των μέσων με LSD, $P < 0,05$.

Πίνακας 3. Επίδραση των κύριων παραγόντων (συχνότητας άρδευσης και είδους υποστρώματος) στη μέγιστη φωτοχημική ικανότητα (Φ_{PSII}) μία μέρα πριν και μία μέρα μετά την άρδευση, καθώς και στη στοματική αντίσταση (R_s) μια μέρα πριν την άρδευση, κατά τη δεύτερη περίοδο υδατικής καταπόνησης (Αυγ. 2012).

Επέμβαση	R_s (Αυγ. 2012 μια μέρα πριν την άρδευση) ($s\ cm^{-1}$)	Φ_{PSII} (Αυγ. 2012 μια μέρα πριν την άρδευση)	Φ_{PSII} (Αυγ. 2012 μια μέρα μετά την άρδευση)
Φυποστρ.	NS	NS	NS
Φάρδευσης	*	*	NS
Φυπ. Χ άρδ.	NS	NS	NS
ϵ	9,0 a	0,7 a	0,8 a
$\chi\epsilon$	10,7 a	0,7 a	0,8 a
α	14,3 a	0,7 b	0,8 a
κ	5,3 b	0,8 a	0,8 a

ϵ = υπόστρωμα με έδαφος, $\chi\epsilon$ = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες ανά παράγοντα με LSD, $P < 0,05$.

Βιβλιογραφία

- Bousselot, J.M., Klett, J.E. and Koski, R.D. 2011. Moisture content of extensive green roof substrate and growth response of 15 temperate plant species during dry down. *Hortscience* 46: 518-522.
- Dunnett, N. and Kingsbury, N. 2010. *Planting green roofs and living walls*. 2nd Ed. Timber Press, Cambridge, UK.
- Katsiotis, S. and Oikonomou, G.N. 1986. Vergleichendde undtersuchung verschiedener wildwachsender und in Kreta angebauter muster von *Origanum dictamnus* L. *Sci. Pharm.* 54: 49-52.
- Nagase, A. and Dunnett, N. 2010. Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs: Effects of watering and diversity. *Landsc. Urban Plan.* 97: 318-327.
- Ody, P. 1995. Πλήρης Οδηγός Φαρμακευτικών Βοτάνων. Εκδ. Γιαλλέλη, μεταφ. Δεληπέτρου Π.
- Nektarios, P.A., Amountzias, I., Kokkinou, I., and Ntoulas, N. 2011. Green roofs substrate type and depth affect the growth of native species *Dianthus fruticosus* under reduced irrigation regimens. *Hortscience* 46(8): 1208-1216.
- Papafotiou, M., Pergialioti, N., Papanastassatos, E.A., Tassoula, L., Massas, I., and Kargas, G. 2012. Effect of Substrate Type and Depth and the Irrigation Frequency on Growth of Semiwoody Mediterranean species in Green Roofs. *Acta Hort.* 990: 481-486.
- Papafotiou, M., Pergialioti, N., Tassoula, L., Massas, I. and Kargas, G. 2013. Growth of native aromatic xerophytes in an extensive Mediterranean green roof, as affected by substrate type and depth, and irrigation frequency. *Hortscience* 48(10): 1327-1333.
- Scrivens, S. 1990. Urban landscape and roof gardens. In: Clouston, B. (ed.). *Landscape design with plants*. 2nd Ed. Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford, U.K., p. 131-151.
- Σκρουμπής, Β. 1990. Αρωματικά – μελισσοτροφικά φαρμακευτικά φυτά της Ελλάδας. Δίκταμος. Έκδοση του Τεχνικού Επιμελητηρίου, p. 86.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Α. Τασούλα

Ακουμιανάκη (προεδρεύουσα). Ευχαριστούμε κα Τασούλα. Ερωτήσεις παρακαλώ; Νομίζω ότι έχουμε το χρόνο αλλά και το θέμα νομίζω ότι είναι αρκετά ενδιαφέρον, είναι σε συνέχεια όλης της ενότητας που έχει αναπτυχθεί έως τώρα.

Σύνεδρος. Πόσο συνολικά νερό ετοποθετείτο;

Τασούλα. Συνολικά εννοείτε. Τέσσερα λίτρα ανά ώρα. Επί μία ώρα ήταν η άρδευση. Κάθε πέντε ημέρες ήταν η άρδευση

Σύνεδρος. Οχτώ λίτρα, δηλαδή, το τεμάχιο. Ναι οχτώ λίτρα το τεμάχιο.

Τασούλα. Ήτανε πενήντα.

Σύνεδρος. Ήτανε πενήντα.

Ακουμιανάκη. Αυτό απαντάει σε κάτι;

Σύνεδρος. Ναι αν δούμε πόσο νερό έχει τοποθετηθεί. Αυτή η ποσότητα ήτανε αρκετή.

Τασούλα. Ναι, σαν ποσότητα, ήταν αρκετή κατά τη θερινή περίοδο βέβαια.

Όχι συνέχεια. Αυστηρά δηλαδή, κατά ένα μήνα περίπου, σε διάρκεια και σύμφωνα με τις μετρήσεις του υγρασιόμετρου η υγρασία έπεφτε στην αραιή άρδευση κάτω από το δέκα τοις εκατό, ενώ στην κανονική άρδευση έπεφτε κάτω από το είκοσι τοις εκατό. Οπότε είναι οι υγρασίες εκεί περίπου που άντεχε ο δίκταμος.

Σύνεδρος. Πότε δηλαδή, σε πόσες μέρες έπεφτε κάτω από δέκα;

Τασούλα. Κάτω από δέκα; Μετά την τέταρτη ημέρα, έπεφτε δηλαδή κάτω από δέκα, έντεκα τοις εκατό. Για δύο τρεις ημέρες δηλαδή ακόμα ήταν υπό αυτή την καταπόνηση ο δίκταμος.

Την πρώτη χρονιά έδειξε έντονο το στρεσάρισμα και με αυτή την άρνηση, ρίχνοντας κάποια φύλλα. Για την οικονομία του χρόνου δεν έβαλα όλη την πορεία.

Ίσως έπρεπε να βάλω κάποια πράγματα, έπεσαν κάποια φύλλα στην αραιή άρδευση και στα δύο υποστρώματα, την πρώτη χρονιά, μετά όμως ανέλαβε σχετικά γρήγορα και επανήλθε. Προφανώς εγκλιματίστηκε.

Ακουμιανάκη. Κάποιος άλλος; Να κάνω μία ερώτηση εγώ; Από τη στιγμή που μεσολάβησε κάποιο χρονικό διάστημα εγκατάστασης, αυτό το ανιχνεύσατε από τους φυσιολογικούς δείκτες, που μετρούσατε σε τακτά χρονικά διαστήματα; Δηλαδή φάνηκε;

Τασούλα. Εννοείτε κάθε πότε παίρναμε στοματική αντίσταση και μέγιστη φωτοχημική ικανότητα; Αυτό εννοείτε;

Ακουμιανάκη. Ναι.

Τασούλα. Ξεκινήσαμε. Πήρα κάποιες μετρήσεις το πρώτο, στην πρώτη θερινή περίοδο, δηλαδή πήρα τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του δύο χιλιάδες ένδεκα (2011), που ήταν σχετικά νωρίς η εγκατάσταση και έδειξε λίγο μεγαλύτερο στρεσάρισμα από ότι τη δεύτερη χρονιά, αλλά τη δεύτερη χρονιά που βλέπουμε τα φυτά που είχαν εγκατασταθεί και είχαν εγκλιματιστεί καλύτερα, το στρεσάρισμα ήταν έντονο το μήνα Αύγουστο. Εκεί φάνηκαν οι διαφορές από τις επεμβάσεις. Δεν παρουσίασα τα στοιχεία.

Ακουμιανάκη. Μολονότι, απ' ότι, αν θυμάμαι καλά

Τασούλα. Δηλαδή, συγγνώμη που σας διακόπτω. Έπαιρνα από το Μάιο μέχρι και τον Οκτώβριο, στοματική αντίσταση και φωτοχημική δυνατότητα, τη δεύτερη χρονιά.

Ακουμιανάκη. Πιθανόν να ήταν οι θερμοί μήνες, όπου εκεί το φυτό έχει να αντιμετωπίσει και το στρες των θερμοκρασιών. Πλέον της εγκατάστασης και των διαφόρων χειρισμών.

Τασούλα. Ναι. Δεν υπήρξαν μεγάλες διαφορές την πρώτη χρονιά, εκτός από τον Ιούλιο Αύγουστο. Τη δεύτερη χρονιά ήταν έντονες τον Αύγουστο.

Ακουμιανάκη. Αν θυμάμαι, λοιπόν καλά, σε αυτό που θα σας πω τώρα, ο δείκτης κυμαινόταν από 0,7-0,8 μέχρι 0,8-0,9, τα οποία είναι τα φυσιολογικά επίπεδα ενός μη καταπονημένου φυτού.

Τασούλα. Να σας πω. Αυτό, συζητώντάς το με τον κ. Λιακόπουλο στη φυσιολογία, καταλήξαμε στο ότι για το δίκταμο για να πέσει κάτω από τον 0,75-0,70 που έπεσε, ήταν καταπόνηση. Γιατί κάποια φυτά αντέχουν περισσότερο και κάποια λιγότερο.

Ακουμιανάκη. Υπάρχουν τιμές;

Τασούλα. Σε φυσιολογικές συνθήκες. Ναι.

Ακουμιανάκη. Μάλιστα. Ωραία. Ευχαριστώ.

Ακουμιανάκη. Ο κύριος; Λέτε το όνομά σας παρακαλώ; Μάλιστα κ. Παπάζη.

Παπάζης. Από ό,τι κατάλαβα από τις τιμές που είχατε στο f -maximum είχατε μετρήσεις σε προσκοτεινιασμένα φυτά. Δηλαδή έπρεπε να κάνετε πρωινές μετρήσεις πριν βγει το φως του ήλιου.

Τασούλα. Ναι. Πριν από την ανατολή του ήλιου.

Παπαζής. Επειδή είναι εμφανή τα αποτελέσματα των καταπονήσεων σε μεσημεριανές συνθήκες. Σε συνθήκες με μεγαλύτερο f . Είτε... Δεν κάνατε καθόλου μετρήσεις;

Τασούλα. Να σας πω, χρησιμοποίησα. Μετρήσαμε τη μέγιστη φωτοχημική ικανότητα γιατί είναι, ο πιο διαδεδομένος, ο πιο επικρατέστερος τρόπος να δείξει την καταπόνηση το φυτό. Δεν χρειαζόταν να υπεισέλθω σε άλλες μετρήσεις. Έπαιρνα και τη στοματική αντίσταση το συγκεκριμένο διάστημα της ημέρας, κανονικά ήταν ανοιχτά τα στομάτια και επιβεβαίωνε την καταπόνηση ή όχι.

Επομένως είχα δύο παράγοντες. Ο ένας παράγοντας επιβεβαίωνε τον άλλον.

Ακουμιάνακη. Η κα Παπαφωτίου.

Παπαφωτίου. Κατά τους φυσιολόγους, από το σύστημα II δεν αλλάζει συμπεριφορά από ώρα σε ώρα. Επομένως δεν περιμένει κανείς να δουλέψει αλλιώς το πρωί, που εμείς αντιλαμβανόμαστε. Η διαφορά το πρωί δεν είναι τόσο πολύ με το πορόμετρο από ότι το μεσημέρι. Εκφράζει μια προσαρμοστικότητα το φυτό, με την πάροδο των ημερών, των εβδομάδων, των μηνών ίσως. Επομένως δεν είναι σημαντικό αν θα μετρήσει κανείς το πρωί τη φωτοσύνθεση ή στις τρεις ή στις τέσσερις το μεσημέρι που πιθανόν το στρες να είναι μεγαλύτερο. Νομίζω ότι σας καλύπτω.

Ακουμιανάκη. Να κάνω κι εγώ μία παρέμβαση παρακαλώ; Πάνω στο ίδιο αντικείμενο. Και νομίζω ότι απαντώ και σε σχετική ερώτηση που κάνατε στην πρώτη συνεδρία, στην εργασία της κας Νάστα που είχαμε όλους τους δείκτες του φθορισμού.

Θα συμφωνήσω ότι η πρωινή ώρα, μόλις βγαίνει το φυτό από τη σκοτοφάση είναι η πλέον ενδεδειγμένη και έχουμε και τη μέγιστη καταγραφή του φθορισμού, της συνθετικής δυνατότητας του φωτοσυστήματος II από τη φωτοσύνθεση. Αλλά και για να αποφύγουμε τυχόν λάθη τα οποία μπορεί να γίνουν από μειωμένο χρόνο προσαρμογής του φυτού, σε κάποιο συγκεκριμένο χρόνο στη διάρκεια της ημέρας. Επίσης, σύμφωνα με τη δική μου ενημέρωση πάντοτε, πιστεύω ότι το f -maximum, είναι ένας διεθνής δείκτης ο οποίος καταγράφει συσσωρευμένες βλάβες που μπορεί να υποστεί ο φωτοσυνθετικός μηχανισμός κάτω από συνθήκες στρες.

Επομένως είναι πράγματι ένας αντιπροσωπευτικός δείκτης. Δεν διαφοροποιείται, δεν περιμένουμε να έχουμε αλλαγές τόσο σημαντικές από μέρα σε μέρα, ή από ώρα σε ώρα.

Γι' αυτό και ρώτησα κατά πόσο οι μετρήσεις έχουν γίνει μέσα σε περιβάλλοντα μηνών, όπου έχουμε συσσωρευμένες επιδράσεις πάνω στην ανάπτυξη των φυτών, λόγω υψηλών θερμοκρασιών σε συνδυασμό με υψηλή εξατμισιοδιαπνοή, κάτι το οποίο υποβάλλει το φυτό σε ένα στρες προσαρμοστικότητας διαφορετικής και κατά συνέπεια και το φωτοσυνθετικό του μηχανισμό. Αυτή είναι η δική μου τοποθέτηση, προς απάντηση ταυτόχρονα και προς ενημέρωση.

Σύνεδρος ... κατεβαίνει μέρα με τη μέρα.

Ακουμιανάκη. Μιλάμε πάντοτε για το f -μηδέν, δηλαδή αυτό το οποίο καταγράφει τη μέγιστη δυναμική φωτοσυνθετική λειτουργία του φωτοσυστήματος II;

Γιατί υπάρχει και η λειτουργική φωτονιακή απόδοση του φωτοσυστήματος που δείχνει τη δυναμική της φυσιολογίας του φυτού, την κάθε χρονική στιγμή που το μελετάμε. Είναι τελείως διαφορετικό το ένα από το άλλο. Το ένα δείχνει σε τι κατάσταση είναι ο μηχανισμός του γενικά και τι μπορεί να υποστηρίξει και το άλλο καταγράφει αυτό που φωτοσυνθέτει τη στιγμή που το μετράμε. Άλλες πληροφορίες παίρνουμε από το ένα και άλλες από το άλλο.

Ακουμιανάκη. Παρακαλώ

Σύνεδρος. Μία ερώτηση να κάνω. Επειδή ουσιαστικά, το δίκταμο εδώ το ελέγχετε, κατά όσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αρχιτεκτονική τοπίου, στα φυτεμένα χώματα.

Έχετε μήπως πληροφορίες σχετικά με τη φυτομάζα του, ύστερα από την καλοκαιρινή περίοδο. Δηλαδή σε τι κατάσταση πάνω κάτω ήτανε τα φυτά σαν βάρος ας πούμε ή το ριζικό τους σύστημα αντίστοιχα. Στο τέλος του καλοκαιριού ήταν κάτι αντίστοιχο;

Γιατί αυτό μας ενδιαφέρει.

Τασούλα. Κοιτάζτε να δείτε.

Σύνεδρος. Καλά όλα τα στοιχεία της φυσιολογίας, αλλά ουσιαστικά θέλουμε ο δίκταμος να είναι εκεί και να είναι όσο το δυνατόν πιο μεγάλος, πιο ανεπτυγμένος για να μπορέσει να καλύψει το χώρο.

Τασούλα. Κοιτάζτε να δείτε. Νομίζω ότι αυτό εν μέρει το καλύπτει η τελική διάμετρος του φυτού. Δηλαδή όταν βλέπεις την τελική διάμετρο του φυτού, μπορείς να

Συνεδρός. Ναι θέλω να πω (επικαλυπτόμενη ερώτηση)

Τασούλα. Ναι. Έχετε δίκιο. Είναι πολύ σωστό αυτό που λέτε. Είναι υπό εξέλιξη το πείραμα. Τώρα θα γίνει η απεγκατάσταση. Το καταστροφικό πείραμα δηλαδή, οπότε δεν έχουμε πάρει ξηρό βάρος ακόμη αλλά πιστεύω ότι θα είναι παρόμοια τα αποτελέσματα.

Ακουμιανάκη. Κυρία Τασούλα, αν μου επιτρέπετε, σκέπτεστε να μετρήσετε την περιεκτικότητα σε διάφορα σημεία να δείτε κατά πόσο έχει επηρεάσει...

Τασούλα. Ναι. Εκτός από στοματική αντίσταση και μέγιστη φωτοχημική ικανότητα, μετρώ διάφορες παραμέτρους της φυσιολογίας, δηλαδή και την ανατομία του φυτού και το πάχος των φύλλων και χλωροφύλλες και καροτινοειδή και φωτογραφίες των κρυωτών(;) παίρνω από τα φύλλα και τα λοιπά, τα οποία δεν τα έχω ακόμα ολοκληρώσει.

Δεν έχω ολοκληρώσει τη μελέτη και γ' αυτό και δεν τα παρουσιάζω., αλλά νομίζω ότι το να ασχοληθώ με τα αιθέρια έλαια θα είχε άλλου είδους προέκταση, θα έπρεπε να πάω μετά την τεχνολογία τροφίμων, θα έπρεπε πιστεύω από το αντικείμενο των φυτεμένων δωμάτων;

Νομίζω. Δηλαδή τα αιθέρια έλαια. Ίσως θα ενδιέφερε, εμένα θα μου άρεσε πάρα πολύ. Ειλικρινά θα μου άρεσε πάρα πολύ. Γιατί έχω και το τσάι το *Sideritis athena*... Εντάξει είναι αρωματικό κι εκεί θα μπορούσα πάλι να μετρήσω κάτι κι εκεί.

Ακουμιανάκη. Το λέω γιατί ο δίκταμος, από ότι γνωρίζω πάλι, είναι δύσκολο φυτό και το γεγονός ότι έχετε κατορθώσει να το εγκαταστήσει σε φυτεμένα δώματα είναι πάρα πολύ σημαντικό.

Τασούλα. Ευχαριστώ που το λέτε αυτό. Γιατί τώρα μου δίνεται η ευκαιρία να πω ότι το μελέτησα και στο μεταπτυχιακό μου το δίκταμο και είχα στενοχωρηθεί πολύ γιατί δεν ήταν τόσο ικανοποιητικά τα αποτελέσματα από την καλλιέργειά του. Δεν ήταν τόσο ικανοποιητικά. Θα μπορούσε να είναι. Κάποιο άλλο προβληματάκι προέκυψε εκεί.

Εν πάσει περιπτώσει βλέπω ότι δεν διαψεύστηκα. Είναι φυτό για τα φυτοδώματα σε ζηροθερμικά κλίματα. Αντέχει δηλαδή. Όχι βέβαια σαν το *sedum*, που δεν το ποτίζουμε καθόλου. Έχουμε μια αραιή άρδευση και ένα ελαφρύ, ακόμη και σε ένα ελαφρού τύπου υπόστρωμα αντέχει.

Ακουμιανάκη (προεδρεύουσα). Υπάρχουν κάποιου άλλου τύπου ερωτήσεις. Δεν θα κουράσουμε το ακροατήριο. Πρέπει να την λήξουμε τη συνεδρίαση εδώ. Να σας ευχαριστήσω για τη συμμετοχή σας. Να ευχαριστήσουμε και τους συνομιλητές για την παρουσίασή τους και τους συνεργάτες τους για τα αποτελέσματα αυτής της δουλειάς.

Δύο λόγια θα ήθελα να πω συνολικά για τη συνεδρίαση αυτή η οποία είχε μια κατεύθυνση στα φυτεμένα δώματα. Και να επισημάνω ότι απαντήσαμε στην ανάγκη της αγοράς, η οποία ήρθε αιφνίδια στην πράξη πριν από μερικά χρόνια και αντιμετωπίζαμε ένα σημαντικό πρόβλημα της επιλογής του κατάλληλου φυτικού υλικού.

Βλέπουμε, μερικά μόλις χρόνια μετά, να έχει αναπτυχθεί μια πολύ μεγάλη ερευνητική δραστηριότητα, στοχευμένη και εμπειρισματομένη που απαντάει σε όλες αυτές τις ανάγκες της αγοράς και γ' αυτό πρέπει να είμαστε περήφανοι ως κλάδος γεωπονικός, που έχουμε τέτοιου είδους ερευνητικές ανησυχίες που δίνουν απαντήσεις και στο καταναλωτικό κοινό, στον αποδέκτη και απαντούν και στο ερώτημα που έχει θέσει το συνέδριο και μολονότι κάποιος δεν θα περίμενε το φυτικό υλικό, τα άνθη, ο ευρύτερος τομέας αρχιτεκτονικής τοπίου που μπορεί να εμπεικλείεται σ' αυτή τη δραστηριότητα, να παίζουν κάποιο σημαντικό ρόλο για την έξοδο από την κρίση, εμείς το διαψεύδουμε αυτό, κατηγορηματικά, μέσω της έρευνάς μας και των αποτελεσμάτων της.

Σας ευχαριστώ πολύ και εύχομαι καλή συνέχεια του συνεδρίου και καλή διασκέδαση το βράδυ.

IN VITRO ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΠΑΝΙΟΥ ΑΥΤΟΦΥΟΥΣ *xMalosorbus florentina*. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΤΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΤΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ-ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΩΝ ΕΚΦΥΤΩΝ

A. N. Μαρτίνη¹, Μ. Παπαφωτίου¹, Σ. Βέμμος², Π. Ταραντίλης³ και Κ. Φασσέας⁴

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, ¹Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ²Εργαστήριο Δενδροκομίας, ⁴Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας, ³Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Εργαστήριο Χημείας, Ιερά Οδός 75, Αθήνα 118 55

Περίληψη

Έκφυτα του *xMalosorbus florentina* που ελήφθησαν από την κορυφή του βλαστού, από ενήλικα φυτά, τους μήνες Απρίλιο και Μάιο εμφάνισαν περισσότερο καφέτιασμα και είχαν υψηλότερο περιεχόμενο σε ολικά φαινολικά από ότι έκφυτα κόμβου, έκφυτα που ελήφθησαν από νεανικό ιστό και αυτά που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια οποιουδήποτε άλλου μήνα του χρόνου. Η διακριτική ανάλυση των φασμάτων IR στην περιοχή των φαινολικών συστατικών και της λιγνίνης επέτυχε ομαδοποίηση των φασμάτων των εκφύτων ως προς τη θέση, την προέλευση και την εποχή συλλογής τους. Μικροσκοπική παρατήρηση επάκριων εκφύτων που συλλέχθηκαν από ενήλικα φυτά σε μηνιαία βάση κατά τη διάρκεια ενός έτους έδειξε πως υπήρχε αγγειακή σύνδεση των οφθαλμών με το βλαστό και πως τρίχες κάλυπταν τα λέπια και τα νεαρά φύλλα των οφθαλμών δυσχεραίνοντας την απολύμανση. Τα έκφυτα που ελήφθησαν από *in vitro* φυτρωμένα σπορόφυτα εγκαταστάθηκαν *in vitro* σε υψηλότερο ποσοστό (83%) από τα έκφυτα που προέρχονταν από ενήλικο φυτό (14-33%) είτε από αναβλαστήσεις (36%) ή μικροπολλαπλασιασμένα φυτάρια (29%).

Λέξεις κλειδιά: ενήλικα-νεανικά έκφυτα, θέση εκφύτου, φασματοσκοπία IR, εποχή συλλογής.

Εισαγωγή

Το *xMalosorbus florentina* (Zucc) Browicz (Rosaceae) είναι ένα σπάνιο και απειλούμενο αυτοφύες είδος της Ελλάδας, (Christensen, 1995). Κατά τη διερεύνηση του *in vitro* πολλαπλασιασμού του, παρατηρήθηκε δυσκολία στην εγκατάσταση καλλιέργειας από επάκριους οφθαλμούς ενήλικων φυτών εξαιτίας των μολύνσεων και του καφετιάσματος των εκφύτων (Parafotiou & Martini, 2009a, 2009b), προβλήματα που έχουν αναφερθεί και για το συγγενικό είδος *Malus* (Webster & Jones, 1989; Dobránszki & Teixeira da Silva, 2010). Έκφυτα από αναβλαστήσεις καμένων φυτών του *xM. florentina* επίσης εγκαταστάθηκαν σε χαμηλά ποσοστά, όμως στη συνέχεια επέδειξαν υψηλότερο δυναμικό πολλαπλασιασμού των βλαστών και καλύτερη ριζοβολία των μικροβλαστών συγκρινόμενα με αυτά που ελήφθησαν από ενήλικα φυτά (Martini & Parafotiou, 2013). Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε η επίδραση της συγκέντρωσης των φαινολικών συστατικών και της φυσιολογίας-ανατομίας διαφόρων τύπων εκφύτων του *xM. florentina* στο μικροπολλαπλασιασμό του είδους, με απώτερο σκοπό την αύξηση των ποσοστών εγκατάστασης *in vitro* καλλιεργειών.

Υλικά και Μέθοδοι

Έκφυτα βλαστού, μήκους 0,8-1,0 cm, ενός συνήθως κόμβου, από διάφορες θέσεις πάνω στο βλαστό (επάκρια, κορυφαία, μεσαία, βασική), από φυτά διαφορετικής προέλευσης (ενήλικα φυτά του όρους Πάρνηθα, αναβλαστήσεις φυτών καμένων κατά

την πυρκαγιά του 2007 στην Πάρνηθα, μικροπολλαπλασιασμένα φυτά και σπορόφυτα ανεπτυγμένα *in vitro* συλλέχθηκαν διάφορους μήνες κατά τη διάρκεια του έτους, την περίοδο 2006-2010, για να χρησιμοποιηθούν στην εγκατάσταση *in vitro* καλλιέργειών του *xM. florentina* σε στερεό (8 g l⁻¹ άγαρ) υπόστρωμα MS (Murashige & Skoog, 1962) με 1,0 mg l⁻¹ ΒΑ και 0,1 mg l⁻¹ ΙΒΑ.

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των εκφύτων σε ολικά φαινολικά, συλλέχθηκαν έκφυτα από διάφορες θέσεις (επάκρια, κορυφαία, μεσαία, βασική) και προελεύσεις (ενήλικα φυτά, αναβλαστήσεις των καμένων φυτών, μικροπολλαπλασιασμένα φυτάρια), τις περιόδους Απρίλιο-Μάιο, Ιούνιο-Ιούλιο και Νοέμβριο 2010, ενδεικτικά για τις περιόδους που τα έκφυτα επέδειξαν αντίστοιχα έντονο, χαμηλό και ελάχιστο καφέτιασμα (περισσότερα από 20 έκφυτα από κάθε κατηγορία). Τα έκφυτα λυοφιλιώθηκαν, λειοτριβήθηκαν και ακολούθησε εκχύλιση των φαινολικών συστατικών με μεθανόλη 100%. Ο χρωματομετρικός προσδιορισμός των ολικών φαινολικών βασίστηκε στη μέθοδο Folin-Ciocalteu, όπως περιγράφεται από τους Waterman & Mole (1994), και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως mg (ισοδυνάμων γαλλικού οξέος)/ g ξηρού βάρους.

Για τη μελέτη του φασματοσκοπικού προφίλ των εκφύτων, ελήφθησαν τα φάσματα IR από τα λειοτριβημένα δείγματα εκφύτων με την τεχνική της διάχυτης ανάκλασης (DRIFT) και στη συνέχεια έγινε διακριτική ανάλυση των μέσων φασμάτων στην περιοχή 1450-1700 cm⁻¹, όπου βρίσκονται οι κορυφές των φαινολικών συστατικών και της λιγνίνης, με το λογιστικό πρόγραμμα TQ analyst, με στόχο την ανάδειξη πιθανών ομαδοποιήσεων.

Από τα επάκρια έκφυτα, που λαμβάνονταν σε μηνιαία βάση από το Φεβρουάριο 2006 μέχρι και τον Μάρτιο 2007 από κανονικές και λογχοειδείς βλαστήσεις ενήλικων φυτών για να χρησιμοποιηθούν στην εγκατάσταση *in vitro* καλλιέργειας, πέντε-έξι δείγματα προετοιμάζονταν για μικροσκοπική παρατήρηση με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης, ύστερα από μονιμοποίηση με γλουταρική αλδεΐδη, αφυδάτωση με ακετόνη, ξήρανση σε συσκευή κρίσιμου σημείου με υγρό CO₂ και επικάλυψη με χρυσό.

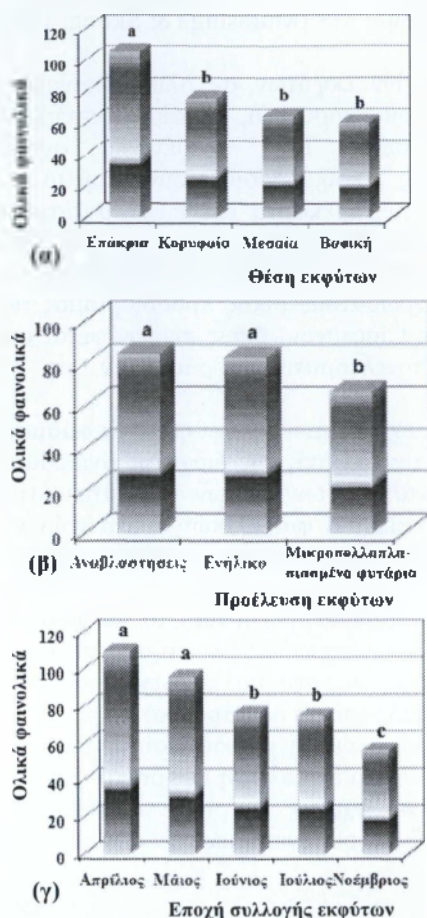
Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με τη δοκιμασία του *F* και οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με την Tukey-Kramer HSD, *P*=0,05.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

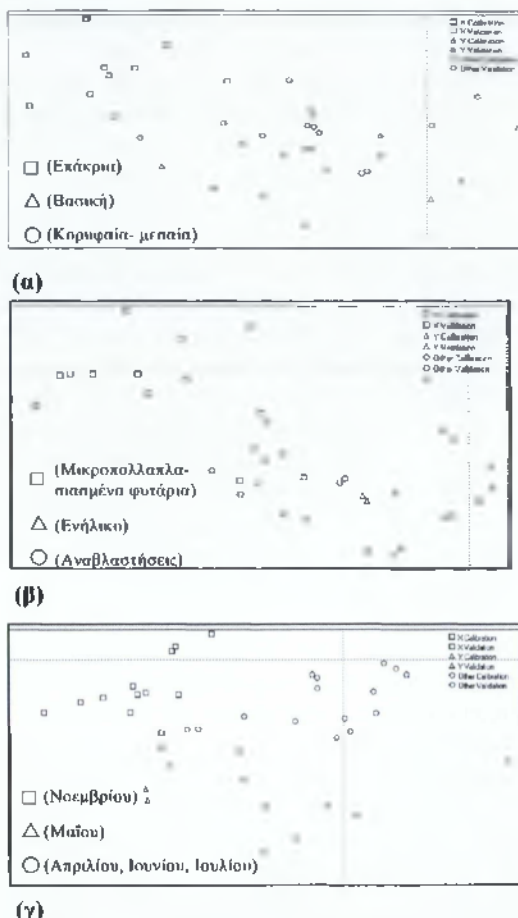
Έκφυτα που ελήφθησαν από την κορυφή του βλαστού, έκφυτα από ενήλικα φυτά και έκφυτα συλλεγμένα τον Απρίλιο και Μάιο εμφάνισαν περισσότερο καφέτιασμα και είχαν υψηλότερο περιεχόμενο σε ολικά φαινολικά από ότι έκφυτα κόμβου (Σχ. 1α), έκφυτα που ελήφθησαν από νεανικό ιστό (Σχ. 1β), και αυτά που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια οποιουδήποτε άλλου μήνα του χρόνου (Σχ. 1γ). Η εποχή συλλογής των εκφύτων έχει επίσης αναφερθεί να επιδρά στο καφέτιασμα εκφύτων κορυφής βλαστού μηλιάς (Dobránszki κ.ά., 2000). Παρόμοια με την παρούσα εργασία, έκφυτα κορυφής βλαστού ελαιόδεντρων της ποικιλίας 'Κορωνέικη' επέδειξαν υψηλότερα ποσοστά καφετιάσματος και ολικά φαινολικά σε σύγκριση με τα κομβικά έκφυτα, ενώ έκφυτα από δένδρα αναπτυσσόμενα στο θερμοκήπιο είχαν υψηλότερα ποσοστά επιβίωσης και χαμηλότερα ποσοστά καφετιάσματος και συγκεντρώσεις ολικών φαινολικών από αντίστοιχα έκφυτα από δένδρα αναπτυσσόμενα στον αγρό (Roussos & Pontikis, 2001).

Η διακριτική ανάλυση των φασμάτων IR στην περιοχή των φαινολικών συστατικών και της λιγνίνης επέτυχε ομαδοποίηση των φασμάτων των εκφύτων ως προς τη θέση (Σχ. 2α), την προέλευση (Σχ. 2β) και την εποχή συλλογής τους (Σχ. 2γ). Η φασματοσκοπία FT-IR, η οποία είναι απλή, γρήγορη και δεν καταστρέφει το δείγμα, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για μια εκτίμηση της ποιοτικής και ποσοτικής χημικής

σύστασης των εκφύτων με στόχο τον εντοπισμό των κορυφών του φάσματος όπου παρουσιάζονται διαφορές μεταξύ των δειγμάτων (Skotti κ.ά., 2014).



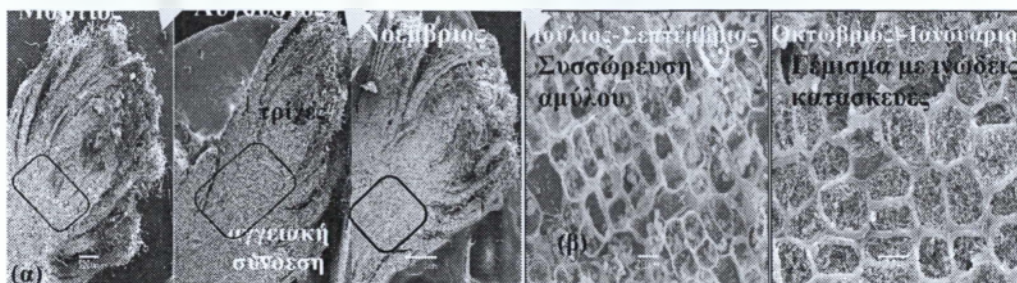
Σχήμα 1. Περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά (mg ισοδυνάμων γαλλικού οξέος/ g ξηράς ουσίας) εκφύτων του *M. florentina* αναφορικά με τη θέση των εκφύτων πάνω στο βλαστό (α), την προέλευση των εκφύτων (β) και την εποχή συλλογής των εκφύτων (γ).



Σχήμα 2. Διακριτική ανάλυση FT-IR φασμάτων εκφύτων του *M. florentina* με το λογιστικό πρόγραμμα TQ analyst, στην περιοχή από 1450 έως 1700 cm^{-1} , ως προς τη θέση των εκφύτων (α), την προέλευση των εκφύτων (β) και την εποχή συλλογής των εκφύτων (γ).

Μικροσκοπική παρατήρηση επάκριων εκφύτων που συλλέχθηκαν από ενήλικα φυτά σε μηνιαία βάση κατά τη διάρκεια ενός έτους (Εικ. 1α) έδειξε πως υπήρχε αγγειακή σύνδεση των οφθαλμών με το βλαστό, οπότε η δυσκολία στην εγκατάσταση *in vitro* καλλιέργειας δεν οφειλόταν σε ελλιπή τροφοδοσία τους σε θρεπτικά συστατικά και φυτορρυθμιστικές ουσίες, και πως τρίχες κάλυπταν τα λείψα και τα νεαρά φύλλα των οφθαλμών, οι οποίες θεωρήθηκαν υπεύθυνες για την αναποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Στα παρεγγυματικά κύτταρα παρατηρήθηκε συσσώρευση αμύλου από τον Ιούλιο μέχρι το Σεπτέμβριο και γέμισμα με ινώδεις κατασκευές από τον Οκτώβριο μέχρι τον Ιανουάριο (Εικ. 1β), τα οποία σχετίστηκαν με την ανάπτυξη μηχανισμών

αντοχής στο ψύχος ή/ και με την είσοδο του φυτού σε λήθαργο, περίοδο κατά την οποία θα ήταν δύσκολο να εκπτυχθούν οι οφθαλμοί *in vitro*.



Εικόνα 1. Φωτογραφίες από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης επιμήκων τομών επάκριων εκφύτων (α) και παρεγχυματικών κυττάρων επάκριων εκφύτων (β) του *Μ. florentina*, που συλλέχθηκαν τους αναγραφόμενους μήνες από ενήλικα φυτά.

Το ποσοστό έκπτυξης των οφθαλμών ήταν χαμηλό, είτε τα έκφυτα προέρχονταν από ενήλικο φυτό είτε από αναβλαστήσεις ή μικροπολλαπλασιασμένα φυτάρια, ενώ τα έκφυτα που ελήφθησαν από σπορόφυτα που φύτευαν *in vitro* έδωσαν βλαστούς σε υψηλό ποσοστό (Πίν. 1). Έκφυτα από σπορόφυτα του *Sorbus domestica* επίσης εγκαταστάθηκαν σε υψηλότερο ποσοστό από τα έκφυτα που προέρχονταν από ώριμα φυτά (Arrillaga κ.ά., 1991).

Πίνακας 1. Συγκριτική αντίδραση ενήλικων και νεανικών εκφύτων από τις αναγραφόμενες προελεύσεις κατά την εγκατάσταση *in vitro* καλλιέργειας στο βασικό υπόστρωμα (MS με 1,0 mg l⁻¹ BA και 0,1 mg l⁻¹ IBA).

Προέλευση εκφύτου	Έκχυση φαινολικών (%)	Έκπτυξη βλαστών (%)	Αριθμός βλαστών	Μήκος βλαστών (cm)	Αριθμός επαναλήψεων
Ενήλικο φυτό- Μάρτιος '04 (Υψηλό δυναμικό πολλαπλασιασμού)		33	1,5 abc	0,4 ab	n=6
Ενήλικο φυτά (Χαμηλό δυναμικό πολλαπλασιασμού)	52	14	1,3 c	0,5 b	n=175
Αναβλαστήσεις των καμένων φυτών	33	36	2,0 bc	0,6 b	n=244
Μικροπολλαπλασιασμένα φυτάρια	17	29	3,1 ab	1,2 a	n=38
Σπορόφυτα	0	83	5,2 a	0,7 ab	n=6

Ένα ακόμη πλεονέκτημα των εκφύτων από τα σπορόφυτα ήταν πως δεν εκδήλωσαν το πρόβλημα του καφετιάσματος ούτε απελευθέρωσαν φαινολικά στο υπόστρωμα, όπως συνέβη ιδιαίτερα με τα έκφυτα από ενήλικα αλλά και με αυτά από τα νεανικά

φυτά (Πίν. 1). Επιπλέον, τα έκφυτα από τα σπορόφυτα έδωσαν περισσότερους βλαστούς ανά έκφυτο από ότι έκφυτα από ενήλικα φυτά ή αναβλαστήσεις. Όσον αφορά το μήκος βλαστού, τα έκφυτα από τα μικροπολλαπλασιασμένα φυτάρια έδωσαν τους πιο μακριούς βλαστούς (Πίν. 1).

Συμπερασματικά, το πρόβλημα του καφετιάσματος και της νέκρωσης των εκφύτων που παρουσιάζεται κατά την εγκατάσταση *in vitro* καλλιεργειών του είδους θα μπορούσε να περιοριστεί με τη χρήση εκφύτων κόμβου, συλλεγμένων κατά τους καλοκαιρινούς μήνες από νεανικά ή ανανεωμένα φυτά, τα οποία περιέχουν λιγότερα φαινολικά, παρουσιάζουν λιγότερο καφέτιασμα και έχουν τη δυνατότητα να εγκαθίστανται σε υψηλότερα ποσοστά *in vitro*.

Βιβλιογραφία

- Arrillaga, I., Marzo, T. and Segura, J. 1991. Micropropagation of juvenile and adult *Sorbus domestica* L. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 27: 341-348.
- Christensen, Kl. 1995. *Malosorbus florentina*. In: D. Phitos, A. Strid, S. Snogerup and W. Greuter (eds), The Red Data Book of rare and threatened plants of Greece. Financed by the World Wide Fund for Nature (WWF), K. Michalas S.A.: 358-359.
- Dobranszki, J., Abdul-Kader, A., Magyar-Tabori, K., Jambor-Benczur, E., Buban, T. and Szalai, J. et al. 2000. *In vitro* shoot multiplication of apple: comparative response of three rootstocks to cytokinins and auxin. Int. J. Hort. Sci 6: 36-39.
- Dobranszki, J. and Texeira da Silva, J.A. 2010. Micropropagation of apple - A review. Biotechnology Advances 28: 462-488.
- Martini, A.N. and Papafotiou, M. 2013. Micropropagation as means for the conservation of the rare and endangered *Malosorbus florentina* Zucc. (Rosaceae). Acta Hort. 990: 409-414.
- Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant 15:473-497
- Papafotiou, M. and Martini, A.N. 2009a. Effect of growth medium on *in vitro* regeneration of *Malosorbus florentina* Zucc. Acta Hort., 813: 497-501.
- Papafotiou, M. and Martini, A.N. 2009b. Effect of season and sterilization method on response of *Malosorbus florentina* (Zucc.) Browicz (Rosaceae) buds to *in vitro* culture. Acta Hort., 813: 503-508.
- Roussos, P.A. and Pontikis, C.A. 2001. Oxidative browning in 'Koroneiki' olive explants as influenced by oxidative enzyme activities and endogenous phenolic compounds. J. Hort. Sci. Biotech 76(4): 441-446.
- Skotti, E., Kountouri, S., Bouchagier, P., Tsitsigiannis, D.I., Polissiou, M., and Tarantilis, P.A. 2014. FTIR spectroscopic evaluation of changes in the cellular biochemical composition of the phytopathogenic fungus *Alternaria alternata* induced by extracts of some Greek medicinal and aromatic plants. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 127: 463-472.
- Waterman, P.G. and Mole, S. 1994. Analysis of phenolic plant metabolites. Bluckwell Scientific Publications, Oxford, London, 238.
- Webster, C.A. and Jones, O.P. 1989. Micropropagation of the apple rootstock M.9: effect of sustained subculture on apparent rejuvenation *in vitro*. Journal of Horticultural Science 64(4): 421-428.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Α.Ν. Μαρτίνη
Λάμπρας (προεδρεύων). Ευχαριστούμε την κα Μαρτίνη για την παρουσίασή της. Να περάσουμε σε ερωτήσεις.

Σύνεδρος. Πολύ εντοπωσιακή δουλειά και πρέπει να ήταν και πάρα πολύ δύσκολη.

Μαρτίνη. Κράτησε πάρα πολύ.

Σύνεδρος (ο ίδιος). Και καλός ο συνδυασμός με τις άλλες ειδικότητες. Εγώ θα ήθελα να ρωτήσω κάτι πολύ απλό, αν όλες αυτές οι μετρήσεις που έγιναν σε επίπεδο λιγνίνης, έγιναν γιατί είναι ένα δασικό είδος; Ή πιστεύετε, ότι αυτό θα μπορούσε να γίνεται και σε πολυετή ποώδη τα οποία εμφανίζουν *in vitro* δυσκολίες στην αναπαραγωγή τους. Αν έγινε, επειδή είναι δασικό φυτό ή θα μπορούσε να γίνει και σε .. αναπαραγωγή τους.

Μαρτίνη. Η λιγνίνη πιστεύω ότι σχετίζεται με τα ξυλώδη είδη. Σε ένα άλλο φυτό ίσως να μην έχει τόσο μεγάλες διαφορές. Κι εγώ τέτοιες μεγάλες διαφορές στη λιγνίνη δεν βρήκα. Μόνο η επάκρια περιοχή που είναι τρυφερή και πιο φρέσκια σε σχέση με τους υπόλοιπους οφθαλμούς. Διαφορές ιδιαίτερες δεν βρήκα στη λιγνίνη. Οπότε και σε ένα ετήσιο φυτό, ίσως να μην υπάρχει.

Σύνεδρος (ο ίδιος). Ερώτηση εκτός μικροφώνου.

Μαρτίνη. Λογικά θα μπορούσε να δοκιμαστεί. Ναι, του ιστού, του ξυλώδους ιστού.

Σύνεδρος (ο ίδιος). ...της λιγνίνης και τις απορροφήσεις φάσματος. Έχετε επιβεβαιώσει τα αποτελέσματα με τον κλασικό υπολογισμό λιγνίνης με την αναλυτική μέθοδο;

Μαρτίνη. Όχι, όχι μόνο την IR χρησιμοποιήσαμε. Ο στόχος κυρίως ήταν να συσχετίσουμε τα φαινολικά. Δηλαδή μήπως μπορούσαμε να κάνουμε μια ποιοτική εκτίμηση των φαινολικών με την IR, απλά επιπροσθέτως κάναμε και τη λιγνίνη. Κυρίως τα φαινολικά μας ενδιέφεραν, σε αυτή την εργασία.

Σύνεδρος (ο ίδιος). Συσχετίζονται όμως αυτά τα δύο μετά;

Μαρτίνου. Τα φαινολικά και οι λιγνίνες αν συσχετίζονται; Όχι η λιγνίνη είναι ξεχωριστή μέτρηση από ότι τα φαινολικά. Δεν το κάναμε γι' αυτό. Ο στόχος μας κυρίως ήταν να βρούμε μια εναλλακτική μέθοδο, εκτός από το χημικό προσδιορισμό με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu να έχουμε και μια εναλλακτική μέθοδο με την IR. Αλλά κάναμε και τη μέθοδο της λιγνίνης. Δεν έχουν σχέση τα φαινολικά με τη λιγνίνη.

Σύνεδρος (ο ίδιος). Αυτό λέω. Μήπως θα έπρεπε να επιβεβαιώσετε τα αποτελέσματα της λιγνίνης με κάποια βιοχημική μέθοδο.

Μαρτίνη. Ναι πιθανόν θα έπρεπε. Αλλά αυτό σας λέω, ο στόχος δεν ήταν η λιγνίνη.

Ήταν μια παράπλευρη μέτρηση. Ο στόχος είναι κυρίως, επειδή δημιουργούν πρόβλημα στην εγκατάσταση της καλλιέργειας. Αλλά σίγουρα. Δηλαδή, εάν κάναμε και μέτρηση ποσοτική, θα είχαμε μια σύγκριση των δύο. Αλλά ο στόχος μας ήταν κυρίως τα φαινολικά συστατικά

Σύνεδρος (ο ίδιος). Εντάξει, ευχαριστώ.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟ-ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΕΠΙΓΕΙΑΣ ΟΡΧΙΔΕΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΧΡΩΣΗΣ ΤΟΥΣ ΜΕ TTC

Χ. Λύκας

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, Εργ. Ανθοκομίας, Οδός Φυτόκου, 38446, Ν. Ιωνία, Μαγνησία

Περίληψη

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης της τεχνικής προ-μεταχείρισης των σπόρων επίγειας ορχιδέας, στην αποτελεσματικότητα της χρώσης τους με τη μέθοδο του τετραζολίου (TTC). Για την πραγματοποίηση της εργασίας σπόροι της επίγειας ορχιδέας *Orchis papilionace* τοποθετήθηκαν σε: α) λουτρό υπερήχων για 20, 30 και 40 min, β) διάλυμα 1% NaOCl για 10 και 15 min, γ) διάλυμα 2% Ca(OCl)₂ για 10 και 15 min, δ) διάλυμα 20% Tween 20 για 36 h και ε) διάλυμα 30% Savona για 48 h. Σε όλες τις μεταχειρίσεις οι καταβυθισμένοι και οι επιπλέοντες σπόροι συλλέχθηκαν χωριστά και τοποθετήθηκαν για 48 h σε τρυβλία που περιείχαν διάλυμα 2% TTC, ώστε να γίνει η χρώση των ζωντανών εμβρύων. Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι η εμβάπτιση των σπόρων σε λουτρό υπερήχων για 30 min διευκόλυνε σημαντικά τη χρώση τους με TTC, αφού το 61% του συνολικού αριθμού των εμβρύων απέκτησαν τελικά ερυθρό χρώμα. Αντίθετα, η προ-μεταχείριση με διάλυμα NaOCl, Ca(OCl)₂, Tween και Savona δε προήγαγε τη χρώση των ζωντανών εμβρύων, αφού τα αντίστοιχα ποσοστά ήταν 31,2%, 32,7%, 6,7% και 5,2%. Σε όλες τις μεταχειρίσεις οι καταβυθισμένοι σπόροι χρωματίστηκαν σε μεγαλύτερο ποσοστό.

Λέξεις κλειδιά: *Orchis papilionace*, τετραζόλιο, *in vitro*, ζωτικότητα εμβρύων

Εισαγωγή

Η σημαντικότερη δυσκολία στην ανάπτυξη σποροφύτων επίγειας ορχιδέας έγκειται στην έλλειψη θρεπτικών στοιχείων (δηλαδή ενδοσπερμίου) που είναι απαραίτητα στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του εμβρύου. Για το λόγο αυτό συμβιωτικές και μη συμβιωτικές μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για την *in vitro* ανάπτυξη των σπόρων διαφόρων ειδών επίγειας ορχιδέας. Παρ' ότι τα φυτά επίγειας ορχιδέας μπορούν να παράγουν ένα πολύ μεγάλο αριθμό σπόρων, πολλοί από αυτούς αποτυγχάνουν να βλαστήσουν ακόμη και αν τοποθετηθούν σε ευνοϊκές για το λόγο αυτό συνθήκες, λόγω ενδογενών κυρίως αιτιών (Schwallier, κ.ά., 2011), ενώ η ζωτικότητά τους μπορεί να μειωθεί σημαντικά από έτος σε έτος. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η χρώση των εμβρύων και η εξακρίβωση του ποσοστού των ζωντανών σπόρων, πριν αυτοί τοποθετηθούν σε υποστρώματα για *in vitro* καλλιέργεια.

Παρότι η χρώση με TTC αποτελεί την επίσημη μέθοδο χρώσης ζωντανών εμβρύων σύμφωνα με το Seed Testing Association (Hartman & Kester, 1983), έχουν αναπτυχθεί και πολλές άλλες μέθοδοι εξαιτίας της δυσκολίας με την οποία μπορεί το διάλυμα TTC να διαπεράσει το περίβλημα του σπόρου και να χρωματίσει το ζωντανό έμβρυο. Αυτό οφείλεται κυρίως στη δομή και τη χημική σύσταση του περιβλήματος του σπόρου, το οποίο αποτελείται από στρώσεις λιγνίνης και κελουλόζης (Withner, 1955). Διάφορες τεχνικές προ-μεταχείρισης των σπόρων επίγειας ορχιδέας έχουν εφαρμοστεί για τη ρήξη της συνέχειας του περιβλήματος και τη διείσδυση του TTC στους ιστούς του

εμβρύου (Mendonça κ.ά., 2001). Ωστόσο το είδος των διαλυμάτων, η συγκέντρωση των χημικών ουσιών και ο χρόνος εφαρμογής κατά την προ-μεταχείριση των σπόρων μπορεί να επηρεάσει τη ζωτικότητα του σπόρου (Zeng κ.ά., 2012).

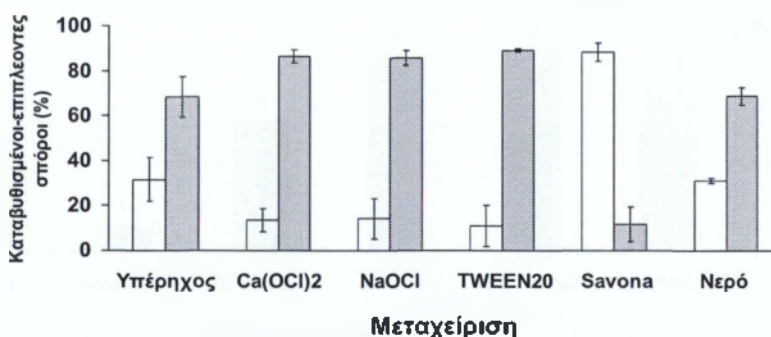
Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης της τεχνικής προ-μεταχείρισης των σπόρων της επίγειας ορχιδέας *Orchis papilionace* με διαλύματα $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, NaOCl , Tween-20 και Savona καθώς και με χρήση υπερήχων στην αποτελεσματικότητα της χρώσης τους με τη μέθοδο του τετραζολίου (TTC).

Υλικά και Μέθοδοι

Οι σπόροι των φυτών προήλθαν από 30 αυτοφυή φυτά *Orchis papilionace*. Από κάθε φυτό συλλέχτηκαν τον Μάιο του 2012 τρεις ώριμες κάψες, οι οποίες παρέμειναν για 15 ημέρες σε χώρο με θερμοκρασία από 27 έως 30°C και σχετική υγρασία 45% μέχρι να διαρρηχτούν. Πριν την έναρξη των μεταχειρίσεων οι σπόροι από όλες τις κάψες αναμειχθηκαν και διαβρέχτηκαν με αποσταγμένο νερό για 48 ώρες. Τυχαία δείγματα 700 έως 1000 σπόρων τοποθετήθηκαν μετά τη διαβροχή τους σε: α) λουτρό υπερήχων για 20, 30 και 40 min, β) διάλυμα 1% NaOCl για 10 και 15 min, γ) διάλυμα 2% $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ για 10 και 15 min, δ) διάλυμα 20% Tween 20 για 36 h και ε) διάλυμα 30% Savona για 48 h. Σε όλες τις μεταχειρίσεις, κατά τις οποίες έγιναν τέσσερις επαναλήψεις, οι καταβυθισμένοι και οι επιπλέοντες σπόροι συλλέχθηκαν χωριστά και τοποθετήθηκαν για 48 h σε τρυβλία που περιείχαν 15 mL διαλύματος 2% TTC με pH 6.5, προκειμένου να γίνει η χρώση των ζωντανών εμβρύων. Τα τρυβλία παρέμειναν στο σκοτάδι για 48 h και σε θερμοκρασία $24 \pm 2^\circ\text{C}$. Στη συνέχεια με τη χρήση στερεοσκοπίου καταμετρήθηκαν τα ερυθρά χρωματισμένα έμβρυα, τα οποία θεωρήθηκαν ζωντανά.

Αποτελέσματα & Συζήτηση

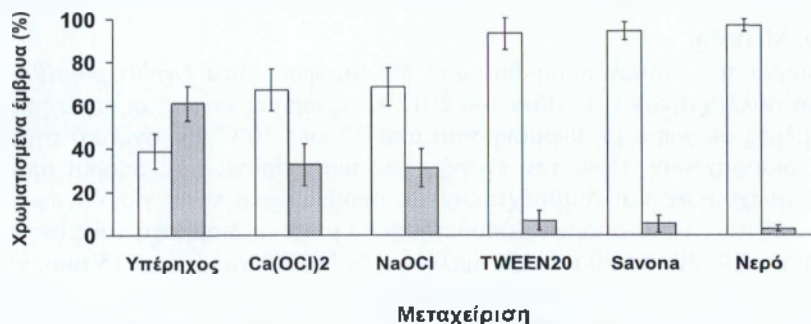
Μεγάλα ποσοστά καταβυθισμένων σπόρων (85.7% έως 89%) παρατηρήθηκαν στις μεταχειρίσεις με διαλύματα $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, NaOCl και Tween. Σημαντικά λιγότεροι καταβυθισμένοι σπόροι παρατηρήθηκαν μετά από την εμβάπτισή τους σε λουτρό υπερήχων και σε αποσταγμένο νερό (68.4% και 68.8% αντίστοιχα), ενώ η μεταχείριση με διάλυμα Savona περιόρισε σημαντικά την καταβύθισή τους (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Ποσοστό καταβυθισμένων ■ και επιπλέοντων □ σπόρων μετά την εφαρμογή των τεσσάρων τεχνικών προ-μεταχείρισης (οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν την τυπική απόκλιση (SD)).

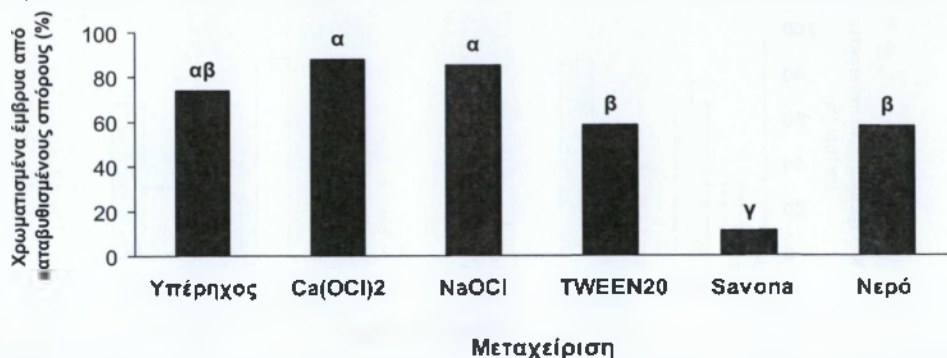
Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με την παρατήρηση ότι εμβάπτιση των σπόρων σε διάλυμα $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ και NaOCl μπορεί να προκαλέσει, πολλές μικρές ή μεγαλύτερες οπές στο περιβλήμα τους (van Waes & Bebergh, 1986), διευκολύνοντας τη διείσδυση του διαλύματος. Αντίθετα με τη χρήση του λουτρού υπερήχων πολλοί σπόροι

δε καταβυθίστηκαν είτε γιατί καταστράφηκε εντελώς το περίβλημά τους και τα έμβρυα παρέμειναν ελεύθερα στο διάλυμα, είτε γιατί παρέμειναν κολλημένοι στα τοιχώματα του φιαλιδίου χωρίς να δέχονται τη δράση των υπερήχων. Ωστόσο το μεγαλύτερο ποσοστό χρωματισμένων εμβρύων (61%) από καταβυθισμένους και επιπλέοντες σπόρους προήλθε μετά από τη προ-μεταχείριση με υπέρηχο (Σχήμα 2), ενώ σημαντικά λιγότερα έμβρυα χρωματίστηκαν τελικά με προ-μεταχείριση με $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ και NaOCl (32.7% και 31.2% αντίστοιχα).



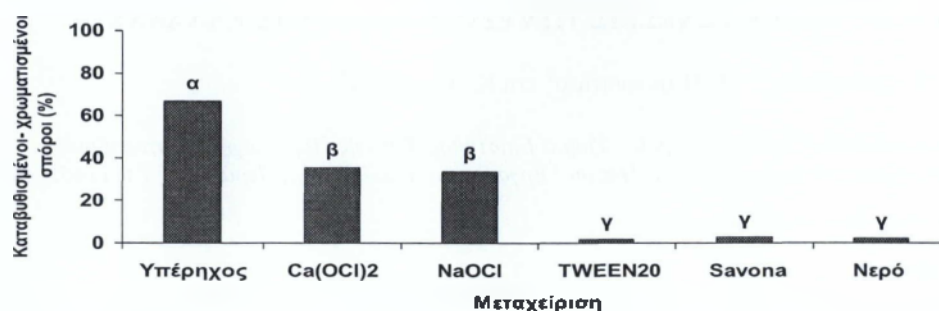
Σχήμα 2. Ποσοστό χρωματισμένων ■ και μη χρωματισμένων □ εμβρύων από το σύνολο των καταβυθισμένων και επιπλέοντων σπόρων της κάθε μεταχείρισης, μετά την εφαρμογή των τεσσάρων τεχνικών προ-μεταχείρισης (οι κάθετες μπάρες απεικονίζουν την τυπική απόκλιση (SD)).

Η μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα χρώσης εμβρύων με προ-μεταχείριση των σπόρων σε λουτρό υπερήχων πιθανώς να οφείλεται: i) στη διείσδυση μεγαλύτερης ποσότητας διαλύματος TTC στο εσωτερικό των σπόρων και ii) στη δημιουργία μεγάλου αριθμού εμβρύων χωρίς περίβλημα, πλήρως εκτεθειμένων στο διάλυμα TTC. Μεταχείριση των σπόρων με Tween 20, Savona και νερό έδωσε το μικρότερο ποσοστό ερυθρά χρωματισμένων εμβρύων (6.7%, 5.2% και 2.3% αντίστοιχα). Σε όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από αυτή που έγινε με χρήση Savona, το μεγαλύτερο ποσοστό των χρωματισμένων εμβρύων προέρχονταν από εκείνους που είχαν καταβυθιστεί (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Ποσοστό των χρωματισμένων εμβρύων που προήλθαν από καταβυθισμένους σπόρους μετά την εφαρμογή των τεσσάρων τεχνικών προ-μεταχείρισης (όμοια γράμματα υποδηλώνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων, $p < 0.05$).

Ωστόσο μόνο στην περίπτωση της προ-μεταχείρισης με λουτρό υπερήχων το ποσοστό των χρωματισμένων εμβρύων στο σύνολο των καταβυθισμένων σπόρων της κάθε μεταχείρισης ήταν σημαντικά υψηλό (μεγαλύτερο από 66%) (Σχήμα 4).



Σχήμα 4. Ποσοστό των καταβυθισμένων σπόρων της επίγειας ορχιδέας *O. papilionace* που είχαν χρωματισμένα έμβρυα μετά την εφαρμογή των τεσσάρων τεχνικών προ-μεταχείρισης (όμοια γράμματα υποδηλώνουν ότι δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων, $p < 0.05$).

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι: α) η χρήση υπερήχων ήταν περισσότερο αποτελεσματική στη διάρρηξη του περιβλήματος του σπόρου αφού και ένας μεγάλος αριθμός μη καταβυθισμένων σπόρων που είχαν υποστεί αυτή την μεταχείριση τελικά έφερε χρωματισμένα έμβρυα και β) η λήψη καταβυθισμένων σπόρων που έχουν υποστεί προ-μεταχείριση με λουτρό υπερήχων, διάλυμα 2% $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ και 1% NaOCl για *in vitro* καλλιέργεια, αυξάνει την πιθανότητα επιλογής ζωντανών εμβρύων. Σημαντικό επίσης κριτήριο για την αποτελεσματικότητα της προ-μεταχείρισης φαίνεται να αποτελεί ο χρόνος εφαρμογής της κάθε τεχνικής. Συγκεκριμένα για τις τρεις τεχνικές προ-μεταχείρισης που επηρέασαν σημαντικότερα τη χρώση, παρατηρήθηκε ότι εφαρμογή υπερήχων για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 30 min καθώς και εμβάπτιση των σπόρων για περισσότερο από 10 min σε διάλυμα 2% $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ και 1% NaOCl , δεν αύξησε σημαντικά το ποσοστό των χρωματισμένων εμβρύων.

Βιβλιογραφία

- Hartmann, H.T. and Kester, D.E. 1983. Plant propagation. Principles and practices. Engelwood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall.
- Mendonça, E. A. F., Ramos, N. P. and Paula, R. C. 2001. Viabilidade de sementes de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel (louopardo) pelo teste de tetrazólio. *Rev Bras Sementes* 23: 64–71.
- Schwallier, R., Bhoopalan, V. and Blackman, S. 2011. The influence of seed maturation on desiccation tolerance in *Phalaenopsis amabilis* hybrids *Scientia Horticulturae*, Volume 128 (2): 136-140.
- Van Waes, J. M. and Bebergh, P. C. 1986. Adaptation of the tetrazolium method for testing the seed viability, and scanning electron microscopy study of some Western European orchids. *Phys. Plant.* 435-442.
- Withner, C. L. 1955. Ovule culture and growth of vanilla seedlings. *Amer. Orchid. Soc. Bull.* 24:381-392.
- Zeng, S., Wu, K., Jaime A. Teixeira da Silva, J.A.T., Zhang, J., Chen, Z., Xia, N., Duan, J. 2012. Asymbiotic seed germination, seedling development and reintroduction of *Paphiopedilum wardii* Sumerh., an endangered terrestrial orchid. *Scientia Horticulturae* 138:198–209.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Χ. Λύκα
(δεν υποβλήθηκαν ερωτήσεις)

ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ *Arbutus* ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Κ. Μπερτσουκλής¹, Μ. Παπαφωτίου¹ και Κ. Μπινιάρη²

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, ¹Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ²Εργαστήριο Αμπελολογίας, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

Περίληψη

Για τη μελέτη των φυλογενετικών σχέσεων των ειδών *Arbutus* που απαντώνται στην Ελλάδα, *A. unedo*, *A. andrachne* και του φυσικού τους υβριδίου *A. x andrachnoides* με ενδιάμεσα μορφολογικά χαρακτηριστικά, χρησιμοποιήθηκαν μορφολογικοί χαρακτήρες σε συνδυασμό με μοριακή ανάλυση. Κατασκευάστηκε το δενδρόγραμμα των μορφολογικών χαρακτηριστικών που προέκυψε με τον συντελεστή Ευκλείδειας απόστασης, το οποίο ομαδοποίησε τα μελετηθέντα άτομα σε τρεις ομάδες: την ομάδα με άτομα *A. andrachne*, την ομάδα με άτομα με ενδιάμεσα μορφολογικά χαρακτηριστικά και την ομάδα με άτομα *A. unedo*. Μικρότερη φαινοτυπική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ ατόμων *A. unedo* και *A. andrachne*. Για την μοριακή ανάλυση χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος RAPD (Τυχαία Ενίσχυση Πολυμορφικού DNA) και το δενδρόγραμμα όπως προέκυψε με τον συντελεστή SM, διαχώρισε επίσης τρεις μεγάλες ομάδες. Η ομάδα των ατόμων *A. unedo* έχει μικρότερο βαθμό γενετικής ομοιότητας με τις άλλες δύο ομάδες που περιλαμβάνουν τα άτομα *A. andrachne* και αυτά με τα ενδιάμεσα μορφολογικά χαρακτηριστικά που έχουν υψηλότερο βαθμό γενετικής ομοιότητας μεταξύ τους. Η διερεύνηση των φυλογενετικών σχέσεων, υπέδειξε για πρώτη φορά κατάλληλους μορφολογικούς χαρακτήρες και μοριακούς δείκτες RAPDs για τη γενετική μελέτη του γένους, που θεμελίωσαν σε γενετικό υπόβαθρο τη φαινοτυπική διαφορά του φυσικού υβριδίου.

Λέξεις κλειδιά: Μορφολογικοί χαρακτήρες, μοριακοί δείκτες, RAPDs

Εισαγωγή

Οι μορφολογικοί χαρακτήρες χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε συνδυασμό με μοριακούς για την φυλογενετική διερεύνηση σε διάφορα ξυλώδη είδη, όπως το *Olea europaea* L. (Hagidimitriou *et al.*, 2005), *Punica granatum* L. (Sarkhosh *et al.*, 2009), *Acacia* sp., (Pometti *et al.*, 2010), καθώς και σε υβρίδια του γένους *Quercus* (Samuel, 1999), *Salix* (Triest *et al.*, 2000) κ.α. Το φυσικό διειδικό υβρίδιο *A. x andrachnoides* απαντά στις περιοχές που φύονται τα μητρικά *A. andrachne* και *A. unedo*, και έχει ενδιάμεσα μορφολογικά χαρακτηριστικά (The European Garden Flora, 1997). Για πρώτη φορά μελετήθηκαν οι φυλογενετικές σχέσεις μεταξύ ατόμων του υβριδίου αυτού και των μητρικών ειδών *A. andrachne* και *A. unedo*.

Υλικά και Μέθοδοι

Τα επιλεγμένα άτομα *Arbutus* φύονταν στον Κάλαμο (38°16'3 N, 23°51'55 E) και στη Βαρυμπόμπη (38°8'19 N, 23°47'44 E). Τα άτομα *A. andrachne* κωδικοποιήθηκαν ως (Α), τα *A. unedo* ως (U) και τα άτομα *Arbutus* sp. με ενδιάμεσα μορφολογικά χαρακτηριστικά που θεωρήθηκαν άτομα του φυσικού υβριδίου, ως (H). Με (Κ) κωδικοποιήθηκαν τα άτομα από τον Κάλαμο και με (Β) τα άτομα από Βαρυμπόμπη. Χρησιμοποιήθηκαν 27 μορφολογικοί χαρακτήρες (Πίν. 1), ποιοτικοί (1-23) και ποσοτικοί (24-27). Για τη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας επιλέχθηκαν ώριμα φύλλα των κόμβων 6-9, από ημιξυλοποιημένους βλαστούς 15 cm (1 έτους), από την Α-ΝΑ

Πίνακας 1. Μορφολογικοί χαρακτήρες που μελετήθηκαν και κατηγορίες χαρακτήρων.

α/α	Χαρακτήρας	Κατηγορία χαρακτήρα		
1	Μορφή σκελετικών στοιχείων	1: Θάμνος	2: Δένδρο	
2	Πυκνότητα βλάστησης	1: Μέτρια	2: Δυνατή	
3	Ικανότητα αναβλάστησης μετά από κλάδευση	1: Μεγάλη	2: Μικρή	
4	Πυκνότητα πλευρικών κλάδων βάσης	1: Μέτρια	2: Δυνατή	3: Πολύ δυνατή
5	Επιφάνεια φλοιού	1: Λείος	2: Τραχύς	
6	Χρώμα φλοιού	1: Κανέλι-ερυθρό	2: Τεφρό	
7	Απολέπιση φλοιού	1: Μεγάλες επιμήκεις λωρίδες	2: Μικρές επιμήκεις λωρίδες	3: Μικρές "νιφάδες"
8	Συχνότητα απολέπισης	1: Κάθε χρόνο	2: Όχι σταθερά	
9	Ένταση απολέπισης	1: Μεγάλη	2: Μέτρια	
10	Εσωτερικό χρώμα φλοιού	1: Γκρι-πράσινο	2: Σταχτί	
11	Αειθαλές φύλλωμα	1: Ναι	2: Όχι	
12	Υφή επιφάνειας φύλλου	1: Δερματοειδής-ελαστική	2: Μεμβρανώδης-σκληρή	
13	Σκαφοειδές φύλλο	1: Ναι	2: Όχι	
14	Σχήμα ελάσματος	1: Ελλειπτικό/επίμηκες/λογχοειδές	2: Ελλειπτικό/ανεστραμμένο ωοειδές	3: Ενδιάμεσο
15	Περιφέρεια φύλλου (περίγραμμα)	1: Λεία	2: Οδοντωτή	3: Ελαφρά οδ/τωτή
16	Χρώμα κάτω επιφάνειας φύλλου	1: Πράσινο	2: Πράσινο φωτεινό	
17	Εποχή ανθοφορίας	1: Οκτώβριος-Ιανουάριος	2: Ιαν/ριος-Απρίλιος	
18	Χρώμα ανθέων	1: Λευκό-υποπράσινο	2: Άλλο	
19	Εποχή καρποφορία	1: Οκτώβριος-Ιανουάριος	2: Άλλο	
20	Σχήμα καρπών	1: Σφαιρικό	2: Ελλειπτικό	
21	Επιφάνεια καρπών	1: Κοκκώδης	3: Ελαφρά κοκκώδης	
22	Χρώμα καρπών	1: Κόκκινο-πορτοκαλί	2: Άλλο	
23	Γεύση καρπών	1: Γλυκιά	2: Στυφή	
24	Μήκος/πλάτος φύλλου (cm)	1: 1,32-1,78	2: 1,78-2,24	3: 2,24-2,70
25	Επιφάνεια 10 φύλλων (cm ²)	1: 10,30-15,00	2: 15,10-19,80	3: 19,90-24,60
26	Μήκος μίσχου (cm)	1: 0-1	2: 1-2	3: 2-3
27	Διάμετρος καρπών (cm)	1: 1,10-1,40	2: 1,40-1,90	3: 1,90-2,90

πλευρά των δένδρων και χρησιμοποιήθηκε ο σαρωτής LI-3100 (LI-COR Biosciences, USA). Για την μέτρηση του λόγου μήκους/πλάτους και της φυλλικής επιφάνειας ελήφθησαν 100 φύλλα από κάθε άτομο (10 επαναλήψεις, 10 φύλλα/επανάληψη). Για τη διάμετρο του καρπού ελήφθησαν 100 καρποί από κάθε άτομο. Για τους χαρακτήρες 24-27 έγινε παραμετροποίηση των χαρακτηριστικών (τιμές 1, 2, 3). Η απομόνωση του DNA έγινε με το DNeasy Plant Mini kit της Qiagen. Οι εκκινητές ήταν τυχαία 10μερή oligονουκλεοτίδια: (ITE-IMBB-Κρήτη, Operon Technologies-USA). Επιλέχθηκαν 12 εκκινητές, που οδήγησαν σε πολυμορφισμό (Πίν. 2). Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με το πρόγραμμα NTSYS-pc version 2.11f (Rohlf, 1992). Για τον υπολογισμό της απόστασης των ατόμων μεταξύ τους, με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος UPGMA με τον συντελεστή της Ευκλείδειας Απόστασης (Greenacre and Underhill, 1982). Για τον προσδιορισμό της γενετικής σχέσης των ατόμων με χρήση μοριακών δεικτών, χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές ομοιότητας Simple Matching (SM) και Jaccard (JAC) (Sokal and Sneath, 1963), που υπολογίζουν το βαθμό γενετικής ομοιότητας (β.γ.ο) κάθε δυνατού ζεύγους των ατόμων που μελετήθηκαν. Ο συντελεστής Mantel (1967) χρησιμοποιήθηκε για τη σύγκριση μορφολογικής και μοριακής ανάλυσης.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

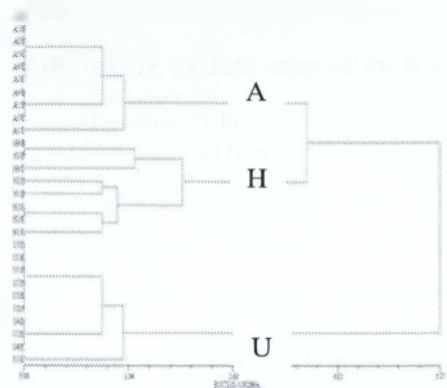
Το δενδρογράμμα των 28 ατόμων που προέκυψε με τον συντελεστή Ευκλείδειας απόστασης (Σχ. 1), παρουσιάζει την ομαδοποίηση των ατόμων που μελετήθηκαν σε τρεις μεγάλες ομάδες. Η ομάδα Α περιέχει τα άτομα *A. andrachne*, και έχει μικρότερη απόσταση με την ομάδα Η στην οποία εντάχθηκαν όλα τα άτομα με ενδιάμεσα μορφολογικά χαρακτηριστικά. Με τις δύο αυτές ομάδες συνδέεται εξωτερικά η ομάδα Υ που περιλαμβάνει τα άτομα *A. unedo*. Μεγαλύτερη απόσταση βρέθηκε μεταξύ ατόμων *A. unedo* και *A. andrachne* και ο συντελεστής Mantel που αξιολογεί την αντιπροσωπευτικότητα του δενδρογράμματος είναι πολύ υψηλός ($r=0,96540$).

Πίνακας 2. Εκκινητές, αλληλουχία των βάσεων, αριθμός των ενισχυμένων προϊόντων, αριθμός πολυμορφικών ζωνών και ποσοστό πολυμορφισμού (%).

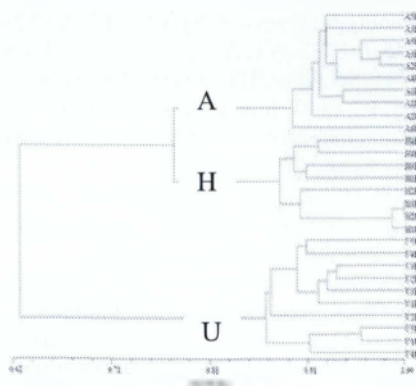
Κωδικός	Αλληλουχία 5' → 3'	Αριθμός Ενισχυμένων Προϊόντων	Αριθμός Πολυμορφικών Ζωνών	Ποσοστό Πολυμορφισμού (%)
1224	CAGGCCCTTC	15	10	66,67
1225	AGGTGACCGT	9	6	66,67
1226	CGCAGGATGG	8	4	50,00
1227	GTGTGCCCCA	11	4	36,36
OPF-01	ACGGATCCTG	21	12	57,14
OPF-02	GAGGATCCCT	17	12	70,58
OPF-03	CCTGATCACC	16	10	62,50
OPF-04	GGTGATCAGG	16	11	68,75
OPF-06	GGGAATTCGG	13	9	69,23
OPM-11	GTCCACTGTG	12	6	50,00
OPM-14	AGGGTCGTTC	7	5	71,43
OPM-18	CACCATCCGT	21	16	76,19
Σύνολο:		166	105	63,25

Στην παρούσα μελέτη ο αριθμός των ενισχυμένων προϊόντων των εκκινητών κυμάνθηκε από 7-21, αριθμός υψηλότερος από τον αριθμό στη μελέτη των Takrouni and Boussaid (2010) που κυμάνθηκε από 8-13 και των Gomez *et al.* (2013) που κυμάνθηκε από 4-13. Ο συνολικός αριθμός επίσης των ενισχυμένων προϊόντων της παρούσας μελέτης (166 ηλεκτροφορητικές ζώνες, από 12 εκκινητές), ήταν υψηλότερος από τον αριθμό που αναφέρουν οι Takrouni and Boussaid (2010) οι οποίοι πήραν 88 ζώνες από 9 εκκινητές και οι Gomez *et al.* (2013) που πήραν 124 ζώνες από 20 εκκινητές. Ο αριθμός των ηλεκτροφορητικών ζωνών ήταν μικρότερος από τον αριθμό ζωνών της παρούσας μελέτης, αν και οι προηγούμενοι ερευνητές χρησιμοποίησαν την θερμοκρασία των 35 °C στην PCR στη φάση υβριδισμού, χαμηλότερη δηλαδή θερμοκρασία από τους 44 °C που χρησιμοποιήσαμε στη φάση του υβριδισμού. Το ποσοστό πολυμορφισμού (63,25 %) για τους εκκινητές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη ήταν υψηλό, ανάμεσα στις τιμές (73,86% και 57,3%) που αναφέρουν οι Takrouni and Boussaid (2010) και οι Gomez *et al.* (2013) αντίστοιχα. Στην παρούσα μελέτη ο βαθμός πολυμορφισμού για κάθε εκκινητή κυμάνθηκε από 36,36 έως 76,19%, σε σχέση με το ποσοστό (50,00-90,91%) που αναφέρουν οι Takrouni and Boussaid (2010) και το ποσοστό (33,30-92,30 %) που αναφέρει η Gomez (2011).

Στο δενδρόγραμμα των 28 ατόμων όπως προέκυψε με τον συντελεστή SM (Σχ. 2) και JAC (δεν παρουσιάζονται δεδομένα) υπάρχουν τρεις μεγάλες ομάδες (A, H, U). Η U περιλαμβάνει τα άτομα *A. unedo*, και έχει μικρότερο β.γ.ο. με τις A και H, που περιλαμβάνουν αντίστοιχα τα άτομα *A. andrachne* και τα άτομα με τα ενδιάμεσα μορφολογικά χαρακτηριστικά. Οι A και H έχουν υψηλότερο β.γ.ο. Ο συντελεστής του Mantel που αξιολογεί την αντιπροσωπευτικότητα των δενδρογραμμάτων είναι πολύ υψηλός (0,954 για τον SM και 0,960 για τον JAC).



Σχήμα 1. Δενδρόγραμμα των 28 ατόμων *Arbutus* με την χρήση μορφολογικών χαρακτήρων, όπως προέκυψε με την μέθοδο UPGMA για τον συντελεστή Ευκλείδειας απόστασης.



Σχήμα 2. Δενδρόγραμμα των 28 ατόμων *Arbutus* με τη χρήση των RAPDs δεικτών, όπως προέκυψε με την χρήση της μεθόδου UPGMA για τον συντελεστή SM.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας προκύπτει ότι η χρησιμοποίηση των επιλεγθέντων μορφολογικών χαρακτήρων σε συνδυασμό με την μοριακή μέθοδο RAPD, ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματική για τον προσδιορισμό μιας ομάδας ατόμων με ενδιάμεσα μορφολογικά χαρακτηριστικά και μεγαλύτερη φαινοτυπική ομοιότητα και γενετική συγγένεια με τα άτομα *A. andrachne*. Πιθανά πρόκειται για το φυσικό υβρίδιο *A. x andrachnoides*, συμπέρασμα που ενισχύεται λόγω της υψηλής συσχέτισης των μορφολογικών χαρακτήρων και των εκκινητών, καθώς και του μεγάλου βαθμού

πολυμορφισμού που έδωσαν οι εκκινητές που χρησιμοποιήθηκαν. Για την διάκριση και τον ακριβή προσδιορισμό του φυσικού υβριδίου είναι απαραίτητη η χρήση και άλλων μορφολογικών χαρακτήρων, ώστε να προκύψει ένα πρότυπο για κάθε άτομο που μελετάται. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα έρευνα θέτει την βάση για την ταυτοποίηση ατόμων *Arbutus* από διαφορετικές περιοχές και τη μελέτη των φυλογενετικών σχέσεων μεταξύ τους. Περαιτέρω έρευνα είναι απαραίτητη και για τον έλεγχο των πληθυσμών με τα ενδιάμεσα χαρακτηριστικά, του θεωρούμενου με βάση τα αποτελέσματα φυσικού υβριδίου, *A. x andrachnoides*, ώστε να διαπιστωθεί αν υπάρχει η πιθανότητα να τελεί υπό εξαράνιση, με δεδομένη τη μικρή του εξάπλωση στις περιοχές μελέτης

Βιβλιογραφία

- Gomes, F., Costa, R., Ribeiro, M.M., Figueiredo, E. and Canhoto, J.M. 2013. Analysis of genetic relationship among *Arbutus unedo* L. genotypes using RAPD and SSR markers. *J For Res* 24: 227-236.
- Gomez, M.P. and Segura, J. 1995. Axillary shoot proliferation in cultures of explants from mature *Juniperus oxycedrus* trees. *Tree Physiol* 15: 625-628.
- Greenacre, M.J. and Underhill, L.G. 1982. Scaling a data matrix in a low-dimensional Euclidean space. In Hawkins, D.M. (ed). *Topics in applied multivariate analysis*. Cambridge Univ. press. New York. pp. 183-268. Applied Biostatistics, Inc.
- Hagidimitriou, M., Katsiotis, A., Menexes, G., Pontikis, C. and Loukas, M. 2005. Genetic diversity of major Greek olive cultivars using molecular (AFLPs and RAPDs) markers and morphological traits. *J Amer Soc Hort Sci* 130(2): 211-217.
- Mantel, N.A. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Res* 27: 209-220.
- Pometti, C.L., Vilardi, J.C., Cialdella, A.M. and Saidman, B.O. 2010. Genetic diversity among the six varieties of *Acacia caven* (Leguminosae, Mimosoideae) evaluated at molecular and phenotypic levels. *Pl Syst Evol* 284:187-199
- Rohlf, F.J, 1992. NTSYS-pc. Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Release 2.11f. Setauket, NY: Exeter Software.
- Samuel, R. 1999. Identification of hybrids between *Quercus petraea* and *Q. robur* (Fagaceae): results obtained with RAPD markers confirm allozyme studies based on the *Got-2* locus. *Pl Syst Evol* 217: 137-146.
- Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fatahi, R. and Ranjbar, H. 2009. Evaluation of genetic diversity among Iranian soft-seed pomegranate accessions by fruit characteristics and RAPD markers. *Sci Hort* 121: 313-319.
- Sokal, R.R and Sneath, P.H. 1963. *Principles of Numerical Taxonomy*. Freeman W.H and Company, San Francisco and London.
- Takrouni, M.M., and Boussaid, M. 2010. Genetic diversity and population' s structure in Tunisian strawberry tree (*Arbutus unedo* L.). *Sci Hort* 126: 330-337.
- The European Garden Flora 1997. Vol V, p.485-486, Cambridge University Press.
- Triest, L. 2001. Hybridization in staminate and pistillate *Salix alba* and *S. fragilis* (Salicaceae): morphology versus RAPDs.

Ευχαριστίες:

Ευχαριστούμε τον Δρ. Αθ. Λίνο, Γεωπόνο ΓΠΑ, για τη βοήθειά του στη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Κ. Μπερτσουκλή
(δεν υποβλήθηκαν ερωτήσεις)

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΒΛΑΒΩΝ ΚΑΙ ΩΦΕΛΙΜΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΣΕ ΑΥΤΟΦΥΗ ΚΑΛΛΩΠΙΣΤΙΚΑ ΦΥΤΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Γ.Ι. Σταθάς¹ και Ε.Δ. Κάρτσωνας²

Γ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής,
Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων,

¹Εργαστήριο Γεωργικής Εντομολογίας και Ζωολογίας,

²Εργαστήριο Ανθοκομίας - Κηποτεχνίας, 24 100 Αντικάλαμος Μεσσηνίας

Περίληψη

Γίνεται καταγραφή επιβλαβών και ωφελίμων εντόμων που βρέθηκαν σε αυτοφυή καλλωπιστικά φυτά, στην ευρύτερη περιοχή της Μεσσηνίας. Τα επιβλαβή έντομα που καταγράφονται, είναι είδη της υποτάξης Ομόπτερα της τάξης Ημίπτερα. Τα είδη αυτά διαθέτουν συνήθως αξιόλογους φυσικούς εχθρούς, με αποτέλεσμα να μπορεί να εφαρμόζεται βιολογική καταπολέμηση των επιβλαβών ειδών και να αποφεύγεται η χρήση τοξικών εντομοκτόνων σε χώρους του αστικού και περιαστικού πρασίνου. Τα κυριότερα είδη που καταγράφηκαν είναι τα *Protopulvinaria pyriformis* (Cockerell), σε φυτά δάφνης, νεραντζιάς και κισσού, τα *Nemolecanium graniformis* (Wünn), *Physokermes hemicryphus* (Dalman), *Dynaspidiotus abietis* (Schrank), *Physokermes inopinatus* Danzig & Kozár, *Dynaspidiotus abieticola* (Koroneos) και *Cinara confinis* (Koch) σε έλατα, το *Chrysomphalus aonidum* (L.) σε φυτά νεραντζιάς και πικροδάφνης, το *Kermes echinatus* Balachowsky σε αριές και το *Diaspis echinocacti* (Bouché) σε φραγκοσυκιές. Επί των ειδών αυτών, καταγράφηκαν παρασιτοειδή και αρπακτικά έντομα που δρουν εναντίον τους ως φυσικοί εχθροί.

Λέξεις κλειδιά: αρπακτικά, βιολογική καταπολέμηση, παρασιτοειδή, εντομολογικοί εχθροί.

Εισαγωγή

Στην ευρύτερη περιοχή της Μεσσηνίας γίνονται επί σειρά ετών επισκοπήσεις σε αυτοφυή καλλωπιστικά φυτά, που αποσκοπούν αφενός στην καταγραφή και διασπορά των διαφόρων φυτικών ειδών στη περιοχή και αφετέρου στον εντοπισμό προβλημάτων φυτοϋγείας και στη μελέτη των ενδεδειγμένων τρόπων αντιμετώπισής τους, καθώς συχνά, αρκετά είδη προσβολών και ασθeneιών απειλούν σοβαρά την επιβίωση αυτού του φυτικού κεφαλαίου. Στα πλαίσια της προσπάθειας αυτής, περιλαμβάνονται και καταγραφές προσβολών των φυτών από επιβλαβή έντομα και η διερεύνηση της δυνατότητας αντιμετώπισής τους με βιολογικά κυρίως μέσα, που αφορούν στη δράση των φυσικών εχθρών τους, αφού η χημική καταπολέμησή τους αποφεύγεται σε κατοικημένες περιοχές, λόγω των δυσμενών συνεπειών της χρήσης τοξικών εντομοκτόνων μέσα ή γύρω από κατοικημένες περιοχές. Μεταξύ των επιβλαβών και ωφελίμων εντόμων που καταγράφονται στη Μεσσηνία και αναφέρονται στην εργασία αυτή, περιλαμβάνονται και περιπτώσεις που αποτελούν πρώτη καταγραφή για την Ελλάδα και την Ευρώπη. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην καταγραφή Ημιπτέρων Ομοπτέρων εντόμων, επειδή αυτά αφενός προξενούν σημαντικές άμεσες και έμμεσες ζημιές στα φυτά, αλλά και επειδή τα έντομα αυτά, συνήθως διαθέτουν ένα πυκνό πλέγμα φυσικών εχθρών, οι οποίοι δρουν αποτελεσματικά εναντίον τους, κατά τις εφαρμογές μεθόδων βιολογικής καταπολέμησης, αποτελώντας ένα πολύ σημαντικό βιολογικό κεφάλαιο ωφελίμων οργανισμών.

Αυτοφυή καλλωπιστικά φυτά – καταγραφή ειδών

Αριά (*Quercus ilex*)

Το κοκκοειδές έντομο *Kermes echinatus* Balachowsky (Hemiptera, Coccoidea, Kermesidae) βρέθηκε σε *Quercus ilex* στην Καλαμάτα, το Νοέμβριο του έτους 2011. Το έντομο αυτό καταγράφεται για πρώτη φορά στην Ηπειρωτική Ελλάδα. Το *Quercus ilex* καταγράφεται για πρώτη φορά ως ξενιστής του κοκκοειδούς αυτού. Ο πληθυσμός των ζώντων ατόμων του εντόμου που βρέθηκαν στην Καλαμάτα, αποτελείτο κυρίως από νέμφες πρώτης ηλικίας, ενώ παρατηρήθηκαν και μεμονωμένα άτομα προχωρημένης ηλικίας. Από προκαταρκτικές παρατηρήσεις που έγιναν μέχρι τον Ιανουάριο του έτους 2013, φαίνεται το *K. echinatus* να έχει φυσικούς εχθρούς. Βρέθηκαν εκδύσεις προνυμφών, νέμφες και ακμαία του αρπακτικού εντόμου *Chilocorus bipustulatus* L. (Coleoptera, Coccinellidae) στις αποικίες του κοκκοειδούς. Επίσης, παρατηρήθηκαν ακμαία θήλεα άτομα του κοκκοειδούς τα οποία έφεραν οπές εξόδου παρασιτοειδούς. Σε δένδρα του ίδιου είδους που εξετάστηκαν στα πλαίσια παράλληλης συγκριτικής μελέτης στον Εθνικό κήπο της Αθήνας, με σκοπό να διαπιστωθεί αν πρόκειται για το ίδιο είδος που προσβάλλει την αριά, ή για το είδος *Kermes vermilio* Planchon, το οποίο αναφέρεται στην ελληνική βιβλιογραφία (Argyriou, 1983), βρέθηκαν στην Αθήνα εκτός του *K. echinatus* και τα είδη *Asterodiaspis ilicicola* (Targioni Tozzetti) (πρώτη καταγραφή στην Ελλάδα) και *Gonaspidiotus minimus* (Leonardi) (Stathas κ.α., 2013a). Εναντίον του *K. echinatus*, βρέθηκαν να δρουν στην Καλαμάτα το αρπακτικό έντομο *Chilocorus bipustulatus* L. (Coleoptera, Coccinellidae) και παρατηρήθηκαν στις αποικίες του εντόμου οπές εξόδου παρασιτοειδούς εντόμου, το οποίο όμως δεν κατέστη δυνατόν να προσδιοριστεί (Stathas κ.α, 2013b).

Γιουνίπερος η οξύκεδρος (*Juniperus oxycedrus*)

Επί του είδους αυτού καταγράφηκαν τα κοκκοειδή έντομα *Lineaspis striata* (Newstead) (Hemiptera: Diaspididae) και *Planococcus novae* (Nasonov) (Hemiptera: Pseudococcidae) (Stathas κ.α, 2011).

Δάφνη (*Laurus nobilis*)

Τον Οκτώβριο του έτους 2003 καταγράφηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα το κοκκοειδές έντομο *Protopulvinaria pyriformis* (Cockerell), να προσβάλλει φυτά Δάφνης στην πόλη της Καλαμάτας (Ben-Dov κ.α, 2003). Το έντομο αυτό, αναπαράγεται παρθενογενετικά και είναι ωτοκόκο. Εγκαθίσταται κυρίως στην κάτω φυλλική επιφάνεια και εκκρίνει μελιτώδεις ουσίες καθόλη τη διάρκεια του έτους. Διαχειμάζει ως ωό, νέμφο 1^{ου} και 2^{ου} σταδίου και ακμαίο και συμπληρώνει αλληπάλληλες επικαλυπτόμενες γενεές ανά έτος. Ο βιολογικός του κύκλος στη Μεσσηνία διαρκεί περί τις 52 ημέρες κατά τη χειμερινή περίοδο και 29-33 ημέρες κατά τους θερμούς μήνες του έτους. Η πυκνότητα προσβολής κυμάνθηκε μεταξύ 0,3 και 2,8 ζώντα άτομα του κοκκοειδούς ανά cm² της φυλλικής επιφάνειας. Το *P. pyriformis* προσβάλλεται από το παρασιτοειδές *Metaphycus helvolus* (Compere) (Hymenoptera: Encyrtidae) και το ποσοστό παρασιτισμού κατά το δεύτερο έτος της μελέτης έφτασε το 31,2%. Το κοκκοειδές περιόρισε την προσβολή από το παρασιτοειδές αναπτύσσοντας το φαινόμενο της εγκύστωσης των ωών του. Εγκυστωμένα ωά του παρασιτοειδούς παρατηρήθηκαν σε ακμαία άτομα του *P. pyriformis* (1-5 ωά / ακμαίο). Το ποσοστό των ακμαίων του κοκκοειδούς που περιείχαν εγκυστώσεις έφτασε το 23%. Εναντίον του κοκκοειδούς έδρασε και το αρπακτικό έντομο *Chilocorus bipustulatus* L. (Coleoptera: Coccinellidae). Το ποσοστό των φαγωμένων ατόμων του κοκκοειδούς έφτασε το 7% των ζώντων ατόμων (Stathas κ.α, 2009).

Έλατο (*Abies cephalonica*)

Στον Ταΰγετο, κατά τα έτη 2004-2008, καταγράφηκαν τα κοκκοειδή έντομα *Eulecanium sericeum* (Lindinger) (Hemiptera: Coccidae), *Nemolecanium graniformis* (Wünn) (Hemiptera: Coccidae), *Physokermes hemicryphus* (Dalman) (Hemiptera: Coccidae), *Physokermes inopinatus* Danzig & Kozár (Hemiptera: Coccidae), *Dynaspidiotus abietis* (Schrank) (Hemiptera: Diaspididae) και η αφίδα *Cinara confinis* (Koch) (Hemiptera: Aphididae), βρέθηκαν να προσβάλλουν έλατα *Abies cephalonica* (Pinaceae). Τα κοκκοειδή έντομα της οικογένειας Coccidae *P. hemicryphus*, *P. inopinatus*, *N. graniformis* και το κοκκοειδές *D. abietis* της οικογένειας Diaspididae, συμπλήρωσαν 1 γενεά το έτος κατά τη διάρκεια της μελέτης. Τα αρπακτικά έντομα *Chilocorus bipustulatus* (L.), *Exochomus quadripustulatus* (L.), *Ceratomegilla undecimnotata* (Schneider), *Coccinella septempunctata* L. και *Scymnus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae), βρέθηκαν επί των προσβεβλημένων φυτών. Το παρασιτοειδές έντομο *Pseudorhopus testaceus* (Ratzeburg) (Hymenoptera: Encyrtidae) βρέθηκε να παρασιτεί το κοκκοειδές *P. hemicryphus*, σε ποσοστό παρασιτισμού που ανήλθε σε 47.8% κατά τον Ιούλιο του 2006 (Stathas κ.α., 2011).

Εσπεριδοειδή (*Citrus*)

Καταγράφηκε η παρουσία του κοκκοειδούς εντόμου *Chrysomphalus aonidum* (L.) (Hemiptera: Diaspididae) στη Μεσσηνία. Τον Ιανουάριο του έτους 2007 το *C. aonidum* βρέθηκε σε σοβαρά προσβεβλημένα δένδρα *Citrus limon* και *Citrus sinensis*. Κατά το παρελθόν είχε αναφερθεί η παρουσία του *C. aonidum* στην Ελλάδα, αλλά θεωρήθηκε περιστασιακή η παρουσία του στα εσπεριδοειδή λόγω της αδυναμίας εγκλιματισμού του στη χώρα μας. Σήμερα αυτό θεωρείται ότι αποτελεί απειλή για πολλά φυτικά είδη, λόγω της γρήγορης εξάπλωσής του σε πολλές περιοχές της Ελλάδος.

Το ανωτέρω αναφερθέν κοκκοειδές έντομο *Protopulvinaria pyriformis*, βρέθηκε στις ανασκοπήσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, κατά τον Απρίλιο του έτους 2007 να προσβάλλει δένδρα *Citrus aurantium* (Stathas κ.α., 2008).

Κισσός (*Hedera helix*)

Το ανωτέρω αναφερθέν έντομο *Protopulvinaria pyriformis* βρέθηκε μετά από επισκόπηση που έγινε σε 17 φυτικά είδη της περιοχής της Μεσσηνίας, τα οποία ανήκουν σε 8 οικογένειες να προσβάλλει τον Ιούνιο του 2006 φυτά *Hedera helix* στην παραθαλάσσια περιοχή Αλμυρού (Stathas κ.α., 2008).

Λιγούστρο (*Ligustrum japonicum*)

Κατά το έτος 2007, καταγράφηκε επί φυτών *L. japonicum* το ανωτέρω αναφερθέν είδος *Chrysomphalus aonidum* (Stathas & Kozár, 2008).

Πικροδάφνη (*Nerium oleander*)

Κατά το έτος 2007, καταγράφηκε επί φυτών *N. oleander* το ανωτέρω αναφερθέν είδος *Chrysomphalus aonidum* (Γ. Σταθάς, αδημοσίευτα στοιχεία).

Φίκος (*Ficus benjamina*)

Κατά το έτος 2007, καταγράφηκε επί φυτών *F. benjamina*, το ανωτέρω αναφερθέν είδος *Chrysomphalus aonidum* (Stathas & Kozár, 2008). Σημειώνεται ότι το φυτό αυτό δεν είναι αυτοφυές στη Μεσσηνία αλλά εισαχθέν είδος. Εντούτοις, έχει εγκατασταθεί επιτυχώς στην περιοχή και χρησιμοποιείται ευρέως ως καλλωπιστικό φυτό.

Φραγκοσυκιά (*Opuntia ficus-indica*)

Σε φυσικούς φράκτες από συστάδες φυτών φραγκοσυκιάς (*Opuntia ficus-indica*) σε διάφορα σημεία της Μεσσηνίας, καταγράφηκε το έντομο *Diaspis echinocacti* (Bouché), το οποίο ελέγχεται ικανοποιητικά από τα παρασιτοειδή έντομα *Aphytis debachi* Azim, (πρώτη καταγραφή του παρασιτοειδούς αυτού στην Ευρώπη), και *Plagiomerus diaspidilis* Crawford, (πρώτη καταγραφή στην Ελλάδα) (Japoshvili κ.α, 2010).

Βιβλιογραφία

- Argyriou, L.C. 1983. Faunal analysis of some scale insects in Greece. Proceedings of the 10th International Symposium of Central European Entomofaunistics, Budapest, 15-20 August, 364-367.
- Ben-Dov, Y., Σταθάς, Γ.Ι. & Μαλλιάρου, Ι.Σ. 2003. Η απειοειδής ψώρα, *Protopulvinaria pyriformis* (Cockerell) (Hemiptera: Coccidae) στην Ελλάδα. Αγροτική Έρευνα, 26: 89-91.
- Japoshvili, G.O., Stathas, G.J. & Kampouris, S.G. 2010. Natural enemies of *Diaspis echinocacti* in Greece and first records of *Aphytis debachi* and *Plagiomerus diaspidis*. *Phytoparasitica*, 38: 121-123.
- Stathas, G.J., Kartsonas, E.D. & D.C. Kontodimas, 2008. New hosts for the pyriform scale *Protopulvinaria pyriformis* (Cockerell) (Hemiptera: Coccidae) in Greece. *Entomologia Hellenica*, 17: 56-59.
- Stathas, G.J. and Kozár, F. 2008. *Chrysomphalus aonidum* as a pest of citrus in Greece. *Entomologia Hellenica*, 16 (2005-2006): 16-21.
- Stathas, G.J., Eliopoulos, P.A. Japoshvili, G & D.C., Kontodimas, 2009. Phenological and ecological aspects of *Protopulvinaria pyriformis* (Cockerell) (Hemiptera: Coccidae) in Greece. *J. Pest Sci.*, 82: 33-39.
- Stathas, G. J., Eliopoulos, P. A. Salmas, I. C. & Kozár, F. 2011. Data on ecology of some Hemiptera species recorded in the forest of Taygetus Mountain, Peloponnesus, Greece. *Phytoparasitica*, 39:377–383.
- Stathas, G.J., Kartsonas, E.D. & Skouras, P.J. 2013a. First record of the scale insect *Asterodiaspis ilicicola* in Greece and additional data about the scale *Gonaspidiotus minimus* on *Quercus ilex*. *Hellenic Plant Protection Journal* 6: 55-57.
- Stathas, G.J., Kartsonas, E.D. & Skouras, P.J. 2013b. First record of *Kermes echinatus* Balachowsky (Hemiptera, Coccoidea, Kermesidae) on *Quercus ilex*. *Entomologia Hellenica*, 1: 19-22.

STUDY OF HARMFUL AND BENEFICIAL INSECTS RECORDED ON NATIVE ORNAMENTAL PLANTS OF MESSINIAN REGION

G.J., Σταθάς¹ and E.D., Kartsonas²

¹ Laboratory of Agricultural Entomology and Zoology,

² Laboratory of Floriculture Garden Design

T.E.I. of Peloponnese, Department of Agricultural Technologists, 24 100 Antikalamos, Messinia

Abstract

Insect pests of native ornamental plants and the natural enemies of the recorded harmful insects are recorded in region of Messinia. The recorded harmful insects belong in suborder Homoptera of Order Hemiptera. Effective natural enemies are active against the above harmful insects, in the frame of biological control applications. These applications, are indicated, so to avoid the use of toxic insecticides near inhabited areas. The main recorded species are *Protopulvinaria pyriformis* (Cockerell), on *Laurus nobilis*, *Citrus* and *Hedera helix*, the species *Nemolecanium graniformis* (Wünn), *Physokermes hemicryphus* (Dalman), *Dynaspidiotus abietis* (Schrank), *Physokermes inopinatus* Danzig & Kozár, *Dynaspidiotus abieticola* (Koroneos) and *Cinara confinis* (Koch) on *Abies cephalonica*, the species *Chrysomphalus aonidum* (Linnaeus) on *Citrus* and *Nerium oleander*, the species *Kermes echinatus* Balachowsky on *Quercus ilex* and the species *Diaspis echinocacti* (Bouché) on *Opuntia ficus-indica*. Against the above harmful insects, parasitoids and predators species were recorded to be active as their effective natural enemies.

Key words

biological control, insect pests, parasitoids, predators

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης του Γ. Σταθά
(δεν υποβλήθηκαν ερωτήσεις)

**ΑΝΘΟΚΟΜΙΑ - ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΠΙΟΥ
Β' ΜΕΡΟΣ ΓΡΑΠΤΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ
(POSTERS)**

ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΟΥ ΚΗΠΟΥ ΣΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ ΘΩΡΑΚΟΣ ΑΘΗΝΩΝ “Η ΣΩΤΗΡΙΑ”

Ε. Καμπέρη και Α. Παρασκευοπούλου

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Στο σχεδιασμό του περιβάλλοντα χώρου των περισσότερων νοσοκομείων και κλινικών στην Ελλάδα δεν έχει γίνει μέριμνα για την δημιουργία θεραπευτικών κήπων. Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζεται η σχεδιαστική πρόταση δημιουργίας θεραπευτικού κήπου στον περιβάλλοντα χώρο του Γενικού Νοσοκομείου Νοσημάτων Θώρακος Αθηνών “Η Σωτηρία”, η οποία βασίστηκε στην ανάλυση της υπό μελέτη περιοχής καθώς και στη διεξαγωγή έρευνας μέσω ερωτηματολογίων υπό τη μορφή συνεντεύξεων των νοσηλευόμενων και του ιατρικού-νοσηλευτικού προσωπικού προκειμένου να διερευνηθούν οι απόψεις τους για την υφιστάμενη κατάσταση καθώς και την βελτίωση του περιβάλλοντα χώρου του νοσοκομείου. Συνολικά συμμετείχαν 110 νοσηλευόμενοι και 60 ιατροί-νοσηλευτές. Τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων αφού αξιολογήθηκαν συμπεριλήφθηκαν στη σχεδιαστική πρόταση δημιουργίας θεραπευτικού κήπου σε δύο επιλεγμένες θέσεις του περιβάλλοντος χώρου του νοσοκομείου.

Λέξεις κλειδιά: θεραπευτική κηπουρική, εξωτερικός περιβάλλοντος χώρος, νοσηλευτικό ίδρυμα

Εισαγωγή

Οι θεραπευτικοί κήποι πέραν της αισθητικής βελτίωσης του νοσοκομειακού περιβάλλοντος που προσφέρουν στηρίζουν σωματικά, ψυχικά και κοινωνικά τους ασθενείς αποσκοπώντας στη θεραπεία τους. Ειδικότερα στοχεύουν στην επαναφορά της ψυχικής, σωματικής και συναισθηματικής υγείας του ατόμου, μέσω της δημιουργίας χώρων που έχουν την ικανότητα να ηρεμούν, να ανανεώνουν, να αναζωογονούν και να παρέχουν καταφύγιο ή να προτρέπουν στην περίσκεψη (Cooper Marcus and Barnes, 1995). Παρά τα οφέλη που προκύπτουν από τη δημιουργία θεραπευτικών κήπων σε νοσοκομεία και κλινικές (Ulrich et al., 2012), στην Ελλάδα η δημιουργία θεραπευτικών κήπων στον εξωτερικού περιβάλλοντα χώρο ενός νοσοκομείου ή μιας κλινικής είναι περιορισμένη (Γιδαράκου, 2008).

Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζεται η σχεδιαστική πρόταση δημιουργίας θεραπευτικού κήπου στον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο του Γενικού Νοσοκομείου Νοσημάτων Θώρακος Αθηνών «Η Σωτηρία», το οποίο αποτελεί το μεγαλύτερο πνευμονολογικό κέντρο στην Ελλάδα και ένα από τα μεγαλύτερα στην Ευρώπη. Ιδρύθηκε το 1902 από τη Σοφία Σλήμαν και η ιστορία του είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη νόσο της φυματίωσης. Καταλαμβάνει έκταση μεγαλύτερη των 300 στρεμμάτων και είναι ανεπτυγμένο σε μια σειρά από αυτόνομα περίπτερα και κτίρια διάσπαρτα μέσα στο χώρο. Ο εξωτερικός περιβάλλοντα χώρος του νοσοκομείου είναι δασικός και χαρακτηρίζεται ως εξαιρετικής ποιότητας τοπίο που έχει προκύψει ύστερα από τεχνητή διαμόρφωση. Το συγκεκριμένο νοσοκομείο χαρακτηρίζεται ως μοναδική σε εθνικό επίπεδο περίπτωση νοσοκομείου, που διατηρεί αναλλοίωτο ολόκληρο το φάσμα των

κτιρίων της νοσοκομειακής αρχιτεκτονικής της περιόδου 1903 – 1964. Σήμερα διαθέτει 750 κλίνες και απασχολεί 1.950 εργαζόμενους (Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας, 1998).

Στη συγκεκριμένη εργασία έγινε ανάλυση του εξωτερικού περιβάλλοντος χώρου του Γενικού Νοσοκομείου Νοσημάτων Θώρακος Αθηνών «Η Σωτηρία» και διεξήχθη έρευνα μέσω ερωτηματολογίων υπό τη μορφή συνεντεύξεων σε νοσηλευόμενους, ιατρούς και νοσηλευτικό προσωπικό, τα αποτελέσματα των οποίων αφού αξιολογήθηκαν συμπεριλήφθηκαν στη σχεδιαστική πρόταση δημιουργίας θεραπευτικού κήπου σε δύο επιλεγμένες θέσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος χώρου του νοσοκομείου.

Υλικά και Μέθοδοι

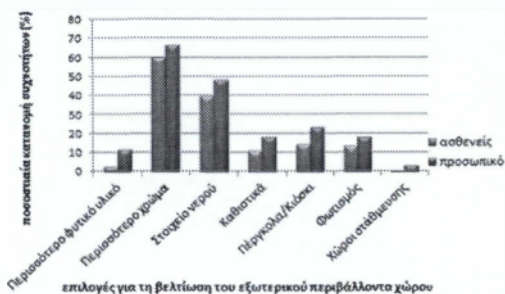
Συντάχθηκαν δύο ερωτηματολόγια στα οποία διερευνήθηκαν οι απόψεις των νοσηλευόμενων και του ιατρικού-νοσηλευτικού προσωπικού για την υφιστάμενη κατάσταση και βελτίωση του εξωτερικού περιβάλλοντος χώρου του νοσοκομείου. Τα ερωτηματολόγια αποτελούνταν από ερωτήσεις κλειστού, ανοικτού και ημίκλειστου ή ημι-ανοικτού τύπου καθώς και φίλτρα προς αποφυγή διεξαγωγής περιττών ερωτήσεων στους ερωτώμενους και περιελάμβαναν τέσσερις θεματικές ενότητες: α) προσωπικά στοιχεία ερωτηθέντων, β) υφιστάμενη κατάσταση του εξωτερικού περιβάλλοντα χώρου του νοσοκομείου, γ) προτάσεις βελτίωσης του εξωτερικού περιβάλλοντα χώρου του νοσοκομείου και δ) θέα από το παράθυρο. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων διεξήχθη σε συγκεκριμένες κλινικές εντός του υπό μελέτη χώρου το φθινόπωρο-χειμώνα του 2012-2013. Το ερωτηματολόγιο των ασθενών αποτελούνταν από 28 ερωτήσεις και συμπληρώθηκαν συνολικά 110 ερωτηματολόγια. ενώ το ερωτηματολόγιο του ιατρικού-νοσηλευτικού προσωπικού αποτελούνταν από 24 ερωτήσεις και συμπληρώθηκαν συνολικά 60 ερωτηματολόγια.

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων των ερωτηματολογίων έγινε με το λογισμικό πρόγραμμα SPSS Statistical Software v.17.0, (SPSS INC, Chicago, USA). Έγινε ποσοστιαία καταγραφή των κατανομών συχνοτήτων (frequency distribution) των δεδομένων των ερωτηματολογίων (μεταβλητών) υπό τη μορφή πινάκων συχνοτήτων και ραβδογραμμάτων. Στη συνέχεια διερευνήθηκε η ύπαρξη σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών με τη δημιουργία πινάκων διπλής εισόδου (cross tabulations ή crosstabs). Ο προσδιορισμός της στατιστικής σημαντικότητας της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών πραγματοποιήθηκε με το chi-square (χ^2) σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0.05$.

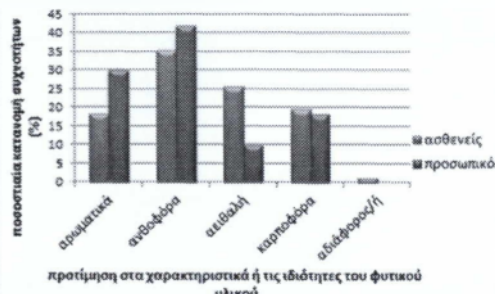
Αποτελέσματα

Στην υφιστάμενη κατάσταση του ο εξωτερικός περιβάλλοντος χώρος του νοσοκομείου χρησιμοποιείται από τους νοσηλευόμενους και ιατρούς-νοσηλευτές κυρίως τις πρωινές (35,8% και 53,6% αντίστοιχα) και τις μεσημεριανές (30,9% και 44,6% αντίστοιχα) ώρες. Η διάρκεια παραμονής στον περιβάλλοντα χώρο είναι περίπου μια ώρα (45,7%) ή 15-30' (42,0%) για τους νοσηλευόμενους και κυρίως 15-30' για το ιατρικό-νοσηλευτικό προσωπικό (64,3%). Η πλειοψηφία του ιατρικού-νοσηλευτικού προσωπικού (70,0%) δεν επιθυμεί τη δημιουργία ξεχωριστού χώρου-καθιστικού για το προσωπικό της κλινικής. Το 92,0% του ιατρικού-νοσηλευτικού προσωπικού επιτρέπει στους νοσηλευόμενους τη συμμετοχή τους σε ήπιες δραστηριότητες όπως το περπάτημα, την κηπουρική και την ήπια σωματική άσκηση στον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο της κλινικής. Επίσης το 59,8% των νοσηλευόμενων επιθυμούν εφόσον επιτρέπεται να περιποιούνται τα φυτά κατά τη διάρκεια νοσηλείας τους στο νοσοκομείο. Σχετικά με τις προτάσεις βελτίωσης του περιβάλλοντος χώρου η πλειοψηφία των νοσηλευόμενων επιθυμεί την παρουσία περισσότερου χρώματος

(60,0%), και υδάτινου στοιχείου (40,0%) στον περιβάλλοντα χώρο του νοσοκομείου (Σχήμα 1). Ως προς το φυτικό υλικό οι νοσηλεύόμενοι και το ιατρικό-νοσηλευτικό προσωπικό επιθυμούν κυρίως φυτά για τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά (πχ. άρωμα, άνθη) (Σχήμα 2). Τέλος η πλειοψηφία των ερωτηθέντων προτιμούν να ακούν ήχους της φύσης στον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο του νοσοκομείου.



Σχήμα 1. Ποσοστιαία κατανομή συχνότητας (%) ερωτηθέντων σχετικά με τις προτάσεις βελτίωσης του περιβάλλοντος χώρου του νοσοκομείου



Σχήμα 2. Ποσοστιαία κατανομή συχνότητας (%) ερωτηθέντων σχετικά με τα προτιμώμενα είδη φυτών

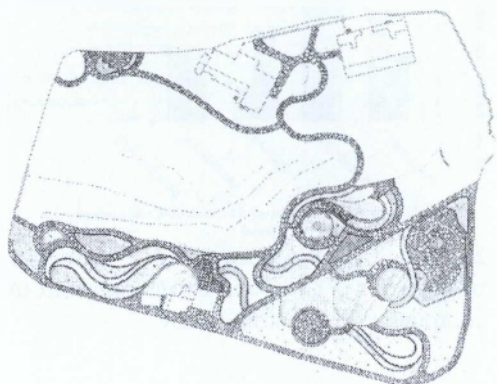
Συζήτηση - Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων έδειξαν ότι η διάρκεια επίσκεψης του περιβάλλοντος χώρου του νοσοκομείου είναι σχετικά περιορισμένη. Η έλλειψη κατάλληλα διαμορφωμένων χώρων για τους ασθενείς και το ιατρικό-νοσηλευτικό προσωπικό καθώς και η έλλειψη επαρκούς και κατάλληλου υπαίθριου εξοπλισμού συμβάλλουν στη μειωμένη χρήση του χώρου και την ανάγκη δημιουργίας «θεραπευτικού κήπου».

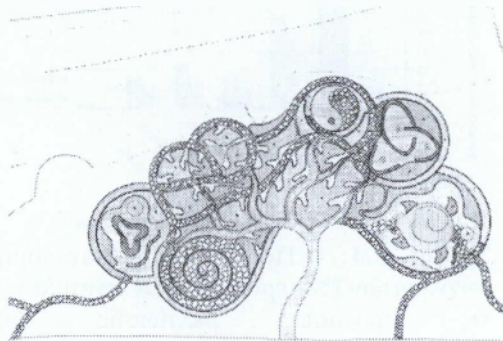
Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκαν δύο χώροι για τη δημιουργία θεραπευτικού κήπου (οι κήποι “το δένδρο της ζωής” και “ο κεντρικός κήπος”) που απευθύνονται σε γενικούς χρήστες δηλαδή ασθενείς που δεν ανήκουν σε κάποια κατηγορία που χρήζει ιδιαίτερης μεταχείρισης (π.χ. ασθενείς που αντιμετωπίζουν ψυχιατρικά προβλήματα), δεν είναι συνδεδεμένοι με κάποιο μηχάνημα και μπορούν να μετακινούνται, το προσωπικό του νοσοκομείου και τους επισκέπτες των ασθενών. Το τοπίο είναι έντονα δασώδες, με πυκνή σκιά στο μεγαλύτερο μέρος του και αποτελεί προστατευόμενη περιοχή του Υμηττού για αυτό το λόγο έχουν προταθεί ήπιες επεμβάσεις οι οποίες συμβάλλουν όχι μόνο στην προστασία και ανάδειξή του, αλλά και στη διατήρηση ή ενίσχυση των ακουσμάτων της φύσης. Στις προτάσεις που ακολουθούν ενσωματώθηκε η επιθυμία των ερωτηθέντων για περισσότερο χρώμα στο χώρο, την παρουσία υδάτινου στοιχείου και τη χρήση ανθοφόρων και αρωματικών φυτικών ειδών. Ο προτεινόμενος υπαίθριος εξοπλισμός (τραπεζοκαθίσματα, παγκάκια, κίосκι) εναρμονίζεται με το φυσικό περιβάλλον, οι σκληρές επιφάνειες αποτελούνται από φυσικά δομικά υλικά (ξύλο και πέτρα) χωρίς υπόβαση και για τα ρείθρα προτείνονται υλικά όπως το ξύλο, η πέτρα και το σίδηρο.

Ο “Κεντρικός κήπος” (Εικ. 1): Σκοπός είναι η εξυπηρέτηση των αναγκών ποικίλων χρηστών (ασθενών, προσωπικού και επισκεπτών) μέσω της δημιουργίας διαδρομών και υπαίθριων δωματίων αρμονικά συνδεδεμένων μεταξύ τους και ενταγμένων στο υπάρχον “φυσικό τοπίο”. Η συγκεκριμένη πρόταση έχει ως αντικείμενο τη δημιουργία: κήπου θεραπευτικής κηπουρικής (αποκλειστική χρήση από τους ασθενείς), πολυσύχναστου καθιστικού χώρου, απομονωμένου καθιστικού χώρου, κήπου “χρωμάτων” και διαδρομής περιπάτου.

Κήπος “Το δέντρο της ζωής” (Εικ. 2): Σκοπός είναι η βιωματική απόδοση στο χώρο της θεωρίας του John Hagelin σύμφωνα με την οποία “το σώμα μας είναι το προϊόν των σκέψεών μας... η φύση των σκέψεων και των συναισθημάτων μας καθορίζουν την φυσική υπόσταση, δομή και λειτουργία του οργανισμού μας”. Η συγκεκριμένη πρόταση έχει ως αντικείμενο τη δημιουργία 5 θεματικών κήπων: α) γνώσης, β) αισιοδοξίας, γ) ισορροπίας, δ) πίστης και ε) θεραπείας, συνδεδεμένοι μεταξύ τους υπό τη μορφή δέντρου.



Εικ. 1. Προτεινόμενο σχέδιο γενικής διάταξης, ο «Κεντρικός Κήπος»



Εικ. 2. Προτεινόμενο σχέδιο γενικής διάταξης «Το δέντρο της ζωής»

Ευχαριστίες: Ευχαριστούμε τον κ. Ιωάννη Αλεξόπουλο, Διευθυντή του Ακτινολογικού Τμήματος, και κ. Άρη Στρατάκο, γεωπόνο, του Γενικού Νοσοκομείου Νοσημάτων Θώρακος Αθηνών «Η Σωτηρία» για τη βοήθεια που παρείχαν στην έρευνά μας καθώς και τους νοσηλευόμενους και το ιατρικό-νοσηλευτικό προσωπικό που συμμετείχαν στη διεξαγωγή των ερωτηματολογίων.

Βιβλιογραφία

- Γιδαράκου, Μ.Κ. 2008. Αρχιτεκτονική τοπίου θεραπευτικών – νοσηλευτικών κήπων: ρόλος, λειτουργίες και αρχές σχεδιασμού. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεωπονική Σχολή, Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών και Αμπέλου, Θεσσαλονίκη.
- Cooper Marcus, C. and Barnes, M. 1995. Gardens in Healthcare Facilities: Uses, Therapeutic Benefits, and Design Recommendations. University of California, Berkeley, USA.
- Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας, 1998. Ερευνητικό Πρόγραμμα για το Μητροπολιτικό Πάρκο Γουδί – Ιλισός. Α' Φάση. Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας, ΕΜΠ- Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Τομέας Πολεοδομίας και Χωροταξίας Εργαστήριο Αστικού Περιβάλλοντος. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: [http://www.organismosathinas.gr/userfiles/file/Teuxoi/Goudi/Goudi%20A%20fasi\[1\].pdf](http://www.organismosathinas.gr/userfiles/file/Teuxoi/Goudi/Goudi%20A%20fasi[1].pdf) (20.2.2014).
- Ulrich, S. Bogren, L. and Lundin, S. 2012. Toward a design theory for reducing aggression in psychiatric facilities. Paper submitted to the conference ARCH12: Architecture/Research/Care/Health, Chalmers, Gothenburg, November 12-14, 2012.

ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΟΥ ΚΗΠΟΥ ΤΗΣ ΚΛΙΝΙΚΗΣ «ΑΓΙΟΣ ΛΟΥΚΑΣ» ΣΤΟ ΠΑΝΟΡΑΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Α. Παπαδοπούλου¹, Α. Παρασκευοπούλου¹, Α. Κανταρτζής² και Α. Παπαδοπούλου³

¹ Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, Αθήνα 118 55

² Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Ανθοκομίας – Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Κωστακιοί Άρτας, Άρτα 47100

³ Via dei Marsi 2, Ascoli Piceno, 63100, Ιταλία

Περίληψη

Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζεται η σχεδιαστική πρόταση δημιουργίας Θεραπευτικού κήπου της Κλινικής «Άγιος Λουκάς» στο Πανόραμα Θεσσαλονίκης. Στα πλαίσια δημιουργίας της συγκεκριμένης εργασίας πραγματοποιήθηκε, ανάλυση του περιβάλλοντος χώρου της κλινικής και εξετάστηκαν οι απόψεις των νοσηλευόμενων και του ιατρικού-νοσηλευτικού προσωπικού της κλινικής σχετικά με, τη δημιουργία θεραπευτικού κήπου στον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο της κλινικής, μέσω ερωτηματολογίων που διενεργήθηκαν υπό τη μορφή συνέντευξης. Συνολικά συμμετείχαν 80 νοσηλευόμενοι και 50 ιατροί-νοσηλευτές. Η σχεδιαστική πρόταση που αφορά τη δημιουργία θεραπευτικού κήπου σε ένα τμήμα του εξωτερικού περιβάλλοντα χώρου της κλινικής «Άγιος Λουκάς» βασίστηκε στα αποτελέσματα που προέκυψαν ύστερα από την στατιστική ανάλυση των ερωτηματολογίων.

Λέξεις κλειδιά

κηπουρική θεραπεία, εξωτερικός περιβάλλοντας χώρος νοσηλευτικών ιδρυμάτων, ίαση ασθενών

Εισαγωγή

Ο θεραπευτικός κήπος μπορεί να παρέχει ευεργετικές ιδιότητες σε ότι αφορά τη διαδικασία ίασης των νοσηλευόμενων. Παρέχεται η αίσθηση ασφάλειας και η δυνατότητα κίνησης και άσκησης σε υπαίθριο χώρο. Μειώνεται το στρες και τα περιστατικά κατάθλιψης και παρέχεται καλύτερη ποιότητα ζωής, τόσο σε νοσηλευόμενους, όσο και σε ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό (Cooper-Marcus & Barnes, 1999). Η κηπουρική εντός του θεραπευτικού κήπου προσφέρει επιπλέον την αίσθηση δημιουργίας και ικανοποίησης των νοσηλευόμενων βελτιώνοντας τη διάθεσή τους και λειτουργώντας ως καταπραυντικό μέσο (Simon & Straus, 2003). Ο σχεδιασμός των θεραπευτικών κήπων θα πρέπει να προσαρμόζεται στις ανάγκες και τον περιβάλλοντα χώρο του εκάστοτε νοσοκομείου ή κλινικής, ώστε να παρέχει στο βέλτιστο βαθμό τα οφέλη του.

Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζεται η σχεδιαστική πρόταση δημιουργίας θεραπευτικού κήπου στον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο της ιδιωτικής Κλινικής «Άγιος Λουκάς» στην περιοχή του Πανοράματος, Θεσσαλονίκης. Η Κλινική «Άγιος Λουκάς» ιδρύθηκε το 1975, αποτελεί ιδιωτικό νοσηλευτικό ίδρυμα το οποίο καλύπτει σχεδόν όλες τις ειδικότητες της ιατρικής και διαθέτει 278 κλίνες (Κλινική «Άγιος Λουκάς», χ.χ.). Η κλινική βρίσκεται σε ένα από τα ψηλότερα σημεία της πόλης και περιβάλλεται από δασική έκταση. Ο εξωτερικός περιβάλλοντας χώρος έκτασης 5.500

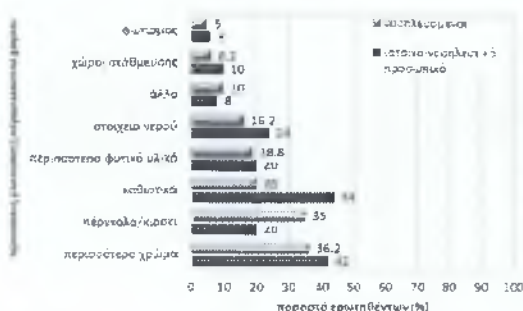
m² είναι φυτεμένος, ωστόσο ο ρόλος του είναι περισσότερο αισθητικός καθώς ο σχεδιασμός του προσφέρει περιορισμένες δυνατότητες χρήσης του χώρου ως θεραπευτικού κήπου. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση τοπίου του περιβάλλοντος χώρου της κλινικής και διερευνήθηκαν οι απόψεις των νοσηλευόμενων και του ιατρικού-νοσηλευτικού προσωπικού της κλινικής μέσω ερωτηματολογίων υπό τη μορφή συνεντεύξεων τα αποτελέσματα των οποίων βρήκαν εφαρμογή στη σχεδιαστική πρόταση δημιουργίας θεραπευτικού κήπου της Κλινικής “Άγιος Λουκάς”.

Υλικά και Μέθοδοι

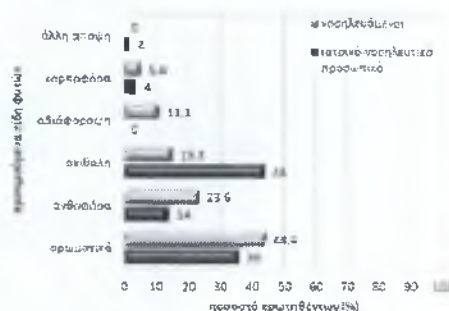
Συντάχθηκαν ξεχωριστά ερωτηματολόγια για τους νοσηλευόμενους και το νοσηλευτικό-προσωπικό, τα οποία περιελάμβαναν 28 και 24 ερωτήσεις αντίστοιχα, χωρισμένα σε 4 θεματικές ενότητες: α) προσωπικά στοιχεία ερωτηθέντων, β) υφιστάμενη κατάσταση του εξωτερικού περιβάλλοντα χώρου της κλινικής, γ) προτάσεις βελτίωσης αυτού και δ) υφιστάμενη θέα από τα παράθυρα της κλινικής προς τον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο. Συνολικά συμμετείχαν 80 νοσηλευόμενοι και 50 ιατροί-νοσηλευτές. Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος SPSS Statistical Software v16.0 (SPSS Inc. Chicago, USA). Στα δεδομένα των ερωτηματολογίων έγινε ποσοστιαία κατανομή των συχνοτήτων προκειμένου να υπολογιστούν σε κάθε ερώτηση χωριστά τα πιο συχνά είδη απαντήσεων. Στη συνέχεια διερευνήθηκε η ύπαρξη σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών με τη δημιουργία πινάκων διπλής εισόδου. Ο προσδιορισμός της στατιστικής σημαντικότητας της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών πραγματοποιήθηκε με το chi-square (χ^2) σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0.05$.

Αποτελέσματα

Οι νοσηλευόμενοι επισκέπτονται τον περιβάλλοντα χώρο της κλινικής κυρίως τις πρωινές (43,9%) και μεσημεριανές (30,3%) ώρες, ενώ το ιατρικό-νοσηλευτικό προσωπικό τις μεσημεριανές (35,5%) και απογευματινές (29,0%) ώρες. Η διάρκεια παραμονής στον περιβάλλοντα χώρο είναι περίπου 15-30' και μέχρι 15' αντίστοιχα για τους νοσηλευόμενους (42,4%) και το ιατρικό-νοσηλευτικό προσωπικό (64,5%). Η πλειοψηφία των νοσηλευόμενων που δεν επισκέπτονται τον περιβάλλοντα χώρο δεν μπορούν να μετακινηθούν (69,2%). Η πλειοψηφία του ιατρικού-νοσηλευτικού προσωπικού (68,0%) επιθυμεί τη δημιουργία ξεχωριστού χώρου-καθιστικού για το προσωπικό της κλινικής. Το 98,0% του ιατρικού-νοσηλευτικού προσωπικού επιτρέπει στους νοσηλευόμενους τη συμμετοχή τους σε ήπιες δραστηριότητες όπως το περπάτημα, την κηπουρική και την ήπια σωματική άσκηση στον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο της κλινικής. Το 64,0% των νοσηλευόμενων επιθυμούν να συμμετάσχουν στη φροντίδα των φυτών του περιβάλλοντα χώρου της κλινικής εφόσον επιτρέπεται. Η πλειοψηφία των νοσηλευόμενων επιθυμεί την παρουσία χρώματος (36,2%) και πέργκολας/κιάσκι (35,0%) στον περιβάλλοντα χώρο της κλινικής, ενώ το ιατρικό προσωπικό προτιμά καθιστικά (44%) και περισσότερο χρώμα (42%) (Σχ. 1). Ως προς το φυτικό υλικό οι νοσηλευόμενοι επιθυμούν κυρίως φυτά για τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά, ενώ το ιατρικό-νοσηλευτικό προσωπικό φυτά για τη δημιουργία σκιάς (Σχ. 2). Το 63,8% των νοσηλευόμενων και το 74% του ιατρικού-νοσηλευτικού προσωπικού επιθυμεί να ακούει στον περιβάλλοντα χώρο της κλινικής “ήχους της φύσης”, όπως τιτίβισμα πουλιών, τρεχούμενο νερό, θρόισμα φύλλων κ.α.



Σχήμα 1. Ποσοστιαία κατανομή συχνοτήτων (%) ερωτηθέντων σχετικά με τις προτάσεις βελτίωσης του περιβάλλοντος χώρου της κλινικής.



Σχήμα 2. Ποσοστιαία κατανομή συχνοτήτων (%) ερωτηθέντων σχετικά με τα προτιμώμενα είδη φυτών.

Συμπεράσματα

Τα οφέλη των θεραπευτικών κήπων είναι ποικίλα, και ο τρόπος που τέτοια περιβάλλοντα έχουν τη δυνατότητα να επιταχύνουν το χρόνο ίασης των ασθενών, επιστημονικά αποδεδειγμένος (Ulrich et al., 2012). Παρόλα αυτά ακόμη και σήμερα περιβάλλοντα σαν και αυτά δε βρίσκουν εφαρμογή σε νοσηλευτικά ιδρύματα, κυρίως της Ελλάδας (Γιδαράκου, 2008). Τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων έδειξαν ότι οι ανάγκες των νοσηλευόμενων και του νοσηλευτικού προσωπικού είναι ιδιαίτερες. Η ιδιαιτερότητα των αναγκών τους εκφράζεται μέσα από τη δημιουργία χώρων κατάλληλα διαμορφωμένων για να παρέχουν ηρεμία, ασφάλεια, ξεκούραση και να συντελούν στην ταχύτερη ανάρρωση. Ο χώροι αυτοί χαρακτηρίζονται από την παρουσία χρώματος, την δυνατότητα ανάπτυξης ήπιων δραστηριοτήτων όπως το περπάτημα, την κηπουρική και την ήπια σωματική άσκηση, κατάλληλου επιλεγμένου φυτικού υλικού και την παροχή ακουσμάτων φυσικών πηγών ήχου.

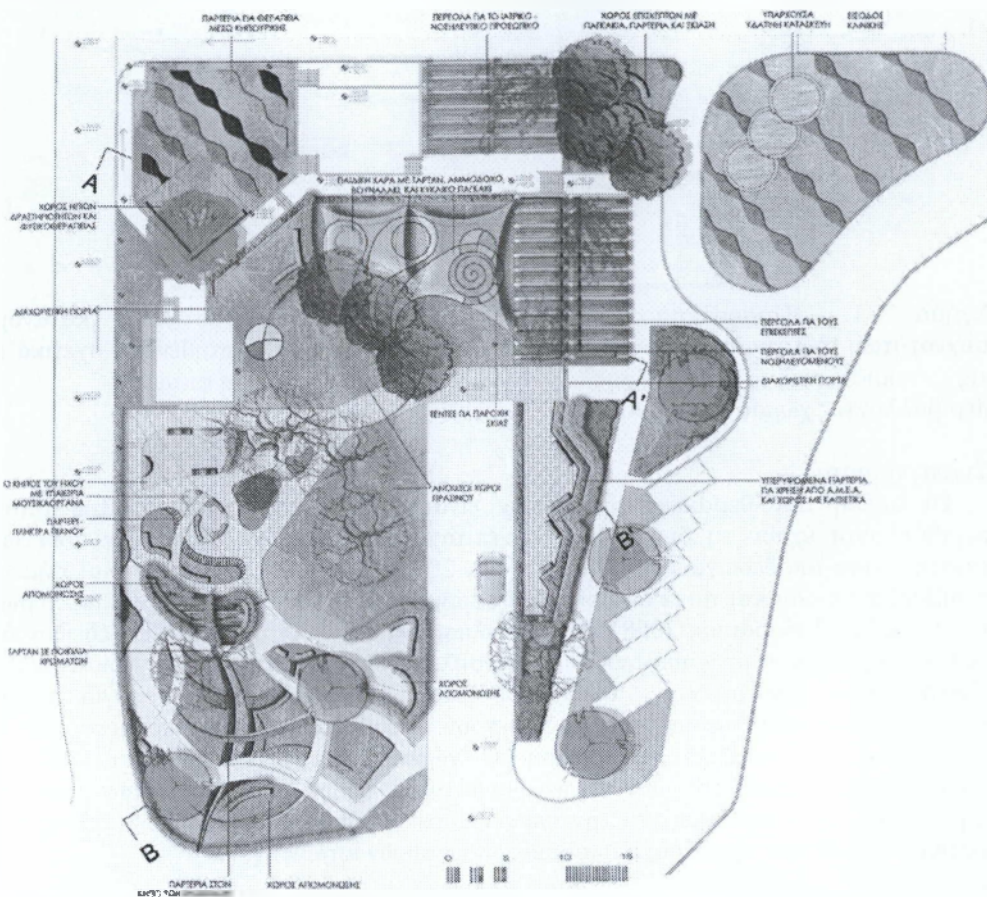
Σχεδιαστική Πρόταση

Στην παρούσα εργασία προτείνεται η δημιουργία θεραπευτικού κήπου (Εικ. 1) υπό τη μορφή “υπαίθριων δωματίων” με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία θα επιτρέπουν τη φιλοξενία συγκεκριμένων δραστηριοτήτων και την ταυτόχρονη εξυπηρέτηση πολλών ατόμων σε ένα ευχάριστο περιβάλλον. Μεταξύ των άλλων το αντικείμενο σχεδιασμού περιλαμβάνει:

- Προσπελάσιμες διαδρομές κατάλληλου πλάτους, για εξυπηρέτηση ΑΜΕΑ.
- Ανεξάρτητους χώρους για επισκέπτες, ασθενείς και ιατρικό-νοσηλευτικό προσωπικό.
- Κατάλληλα διαμορφωμένους χώρους για ήπιες δραστηριότητες, φυσικοθεραπεία και κηπουρική.
- Θεματικούς κήπους του “ήχου”, των “χρωμάτων” και της “παιδικής χαράς”.
- Κατάλληλα διαμορφωμένους χώρους για απομόνωση και καθιστικών στοιχείων.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τον κ. Δημοσθένη Κατσάρκα, Διευθυντή της Κλινικής «Άγιος Λουκάς» και τη σύζυγό του κα Ευνίκη Κατσάρκα, την κα Άννα Αγαπίδου προϊστάμενη της νοσηλευτικής υπηρεσίας καθώς και τον αρχιτέκτονα κ. Ηρακλή Γερόλυμο για τη βοήθεια που παρείχαν στην έρευνα καθώς και τους νοσηλευόμενους και το ιατρικό-νοσηλευτικό προσωπικό που συμμετείχαν στη διεξαγωγή των ερωτηματολογίων.



Εικ. 1. Το προτεινόμενο σχέδιο γενικής διάταξης του περιβάλλοντα χώρου της Κλινικής “Άγιος Λουκάς” στο Πανόραμα, Θεσσαλονίκης.

Βιβλιογραφία

- Cooper-Marcus, C., & Barnes, M. (1999). Healing gardens: Therapeutic benefits and design recommendations. New York: John Wiley, 27-86.
- Γιδαράκου, Μ.Κ. 2008. Αρχιτεκτονική τοπίου θεραπευτικών – νοσηλευτικών κήπων: ρόλος, λειτουργίες και αρχές σχεδιασμού. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεωπονική Σχολή, Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών και Αμπέλου, Θεσσαλονίκη.
- Κλινική «Άγιος Λουκάς», (χ.χ.) <http://www.klinikiagiosloukas.gr/kliniki.asp>, τελευταία επίσκεψη 31/01/2013.
- Simon, S., & Straus, M. (2003). Horticulture as therapy: principles and practice. New York: The Haworth Press, Inc.
- Ulrich, S. Bogren, L. and Lundin, S. 2012. Toward a design theory for reducing aggression in psychiatric facilities. Paper submitted to the conference ARCH12: Architecture/Research/Care/Health, Chalmers, Gothenburg, November 12-14, 2012.

Η ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΚΟΙΜΗΤΗΡΙΑΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

Ολ. Μπακιρτζή¹, Χ. Γεωργακοπούλου-Βογιατζή² και Δ. Βογιατζής²

¹ΥΠ.ΠΟΛ.ΑΘΑ., 9η Εφορεία Βυζαντινών Αρχαιοτήτων Θεσσαλονίκης,

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Οπωροκηπευτικών & Αμπέλου, 541 24 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Η συμβολική διάσταση της βλάστησης σε κοιμητηριακούς χώρους και η αναγωγή της παρουσίας της σε θρησκευτικές δοξασίες και λειτουργικές ανάγκες καθιστά τον φυτικό διάκοσμο αναπόσπαστο στοιχείο των χώρων ταφής. Με την καταγραφή των ειδών και της διάρθρωσης της βλάστησης σε οκτώ νεκροταφεία της ευρύτερης περιοχής του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης επιχειρείται η ανάδειξη της σχέσης μεταξύ του είδους της βλάστησης, των χώρων ταφής και της πολυκύμαντης ιστορίας ενός αστικού κέντρου του Ελλαδικού χώρου, όπως αυτό της Θεσσαλονίκης.



Χάρτης του 1822. Τα κοιμητήρια βρίσκονταν περίξ των τειχών (Ε.Κ.Ε.Π.Π., 2008).

Έμφαση δόθηκε στο γεγονός ότι η βλάστηση αποτελεί κείμερο στοιχείο του χαρακτήρα των υπό μελέτη χώρων και στην παρουσία φυτικών ειδών τα οποία διαχρονικά έχουν συσχετιστεί με τη μεταθανάτια ζωή, ενώ οι όποιες διαφοροποιήσεις στη διάταξη των κοιμητηρίων, τον χαρακτήρα των φυτικών ειδών και την έκταση των φυτεύσεων αντικατοπτρίζονται ως αποτύπωμα ιστορικών συγκυριών στο πολιτισμικό τοπίο.

Λέξεις κλειδιά: Πολιτισμικό τοπίο, ιστορικοί κήποι, ταφικοί χώροι, κοιμητήρια

Εισαγωγή

Η διαχρονική παρουσία της βλάστησης σε κοιμητηριακούς χώρους όχι μόνο στον Ελλαδικό χώρο αλλά και παγκοσμίως, περιγράφεται σε τοπικές παραδόσεις, γραπτές πηγές και φωτογραφικές μαρτυρίες. Στον αρχαιοελλαδικό χώρο η λατρεία των νεκρών γινόταν σε κατάφυτους ταφικούς χώρους με την παρουσία φυτικών ειδών που σχετίζονταν με τη μεταθανάτια ζωή και είχαν συμβολική αξία (Χρυσουλάκη, 2009). Σε πάπυρους του 1ου μ.Χ. αι. γίνεται αναφορά στα «κηποτάφεια», κήπους σε χώρους νεκροταφείων με φρούτα και λαχανικά, και σε έσοδα από την ενοικίαση τους για την περιποίηση των τάφων.

Κατά την παλαιοχριστιανική εποχή, οι κάτοικοι του «ελληνικά» σκεπτόμενου μεσογειακού χώρου δεν απέρριψαν τις μυθολογικές παγανιστικές δοξασίες που αφορούσαν τον έντονο συμβολισμό των δένδρων και των φυτών γενικότερα. Τις υιοθέτησαν τοποθετώντας τις μέσα σε χριστιανικά αποδεκτά πλαίσια (Davies, 1988). Αυτό συνέβαλλε στην επιβίωση τους έως σήμερα μέσα από την ορθόδοξη χριστιανική παράδοση.

Έως και σήμερα, η συμβολική διάσταση της βλάστησης, η αναγωγή της παρουσίας της σε θρησκευτικές δοξασίες και λειτουργικές ανάγκες καθιστά τον φυτικό διάκοσμο αναπόσπαστο στοιχείο των χώρων ταφής. Το κυπαρίσσι που αναφέρεται ότι φύτευται σε

χώρους αρχαίων ιερών και τάφων, διότι συνδέεται με την μεταθανάτια ζωή και την ανάσταση, αποτελεί το κατεξοχήν φυτικό είδος που συναντάται σε τέτοιους χώρους. Αναφέρεται να φύτευα διαχρονικά σε κοιμητήρια της Θεσσαλονίκης (Γρηγορίου και Χεκίμογλου, 2008.), τα οποία χαρακτηρίζονταν διαχρονικά από την έντονη παρουσία βλάστησης και ιδιαίτερα δενδροστοιχιών (Παπαμίχου, 2007). Η ροδιά, ιερό φυτό της Θεάς Δήμητρας και της Αφροδίτης, συμβόλιζε από την αρχαιότητα, τη ζωή και τη γονιμότητα αλλά και τη μετάβαση στον Κάτω Κόσμο. Η θείκη αγγελιοφόρος Ίριδα συνόδευε τις ψυχές στους τόπους της αιώνιας ειρήνης σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία (Μπάουμαν, 1999). Το ομώνυμο άνθος αναφέρεται ότι συναντάται σε χώρους ταφής στον ελλαδικό χώρο από την αρχαιότητα.

Με την καταγραφή των ειδών και της διάρθρωσης της βλάστησης σε οκτώ νεκροταφεία της ευρύτερης περιοχής του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης επιχειρείται η ανάδειξη της σχέσης μεταξύ του είδους της βλάστησης, των χώρων ταφής και της πολυκύμαντης ιστορίας ενός αστικού κέντρου του Ελλαδικού χώρου, όπως αυτό της Θεσσαλονίκης.

Υλικά και Μέθοδοι

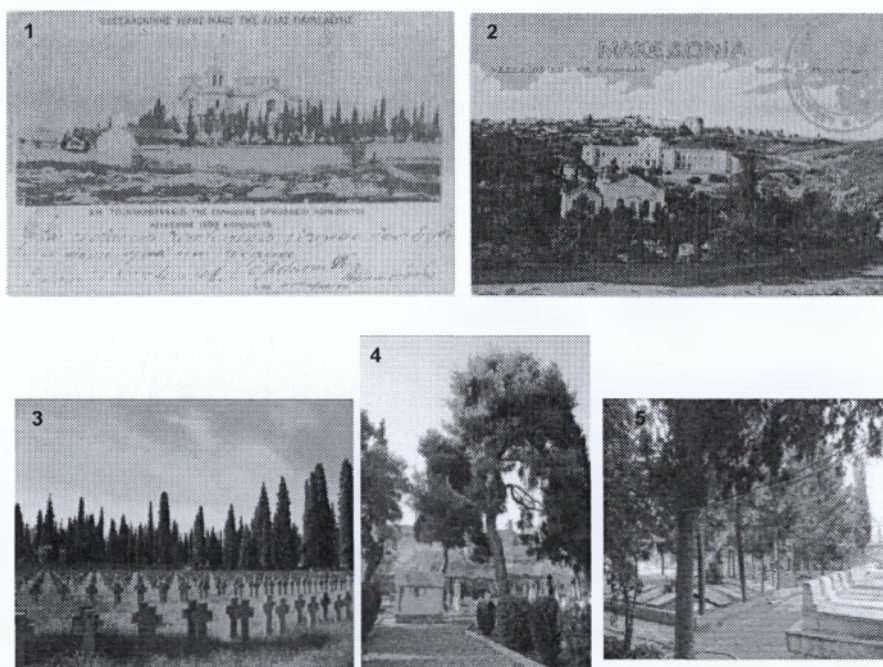
Έγινε καταγραφή της βλάστησης και φωτογράφιση οκτώ κοιμητηρίων στην ευρύτερη περιοχή του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης. Σε ορισμένες περιπτώσεις (Κ. Αγ. Παρασκευής και Ευαγγελίστριας) χρησιμοποιήθηκαν επικουρικά φωτογραφικές και γραπτές ιστορικές μαρτυρίες.

Αποτελέσματα

1. Κοιμητήρια Αγίας Παρασκευής. (Εικ.1.1). Ιδρύθηκαν από την Φιλόπτωχο Αδελφότητα Γυναικών Θεσσαλονίκης το 1900 έξω από τα ανατολικά τείχη (www.imnst.gr). Το νεκροταφείο αυτό της ελληνορθόδοξης κοινότητας της πόλης λειτούργησε έως την δεκαετία του 1980. Έκτοτε συρρικνώθηκε σημαντικά καθώς τμήμα του μετατράπηκε σε χώρο πρασίνου.
2. Κοιμητήρια Ευαγγελίστριας. (Εικ. 1.2). Ιδρύθηκαν από την Φιλόπτωχο Αδελφότητα Ανδρών Θεσσαλονίκης περί το 1875 (Ζαφείρης, 1997). Το νεκροταφείο της ελληνορθόδοξης κοινότητας της πόλης, αναπτύχθηκε έξω από τα ανατολικά τείχη σε περιοχή παλαιών λατομείων πέτρας (Ζαχαρόπουλος, 1995). Λειτούργησαν κανονικά έως το 1973, ενώ για ταφές στους ήδη υπάρχοντες οικογενειακούς τάφους έως το 1983. Σήμερα αποτελεί σημείο αναφοράς για τους Θεσσαλονικείς και συχνό τόπο επίσκεψης.
3. Κοιμητήρια Καθολικών. (Εικ. 1.3). Ιδρύθηκαν στην δεκαετία του 1870 (<http://kiath.blogspot.com>). Στα όμορα Συμμαχικά νεκροταφεία του Zeitenlik με τις 2.500 ταφές στρατιωτών των συμμαχικών δυνάμεων της Αντάντ που έπεσαν κατά τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο (Ζαφείρης, 1997), τα τμήματά τους (ανάλογα με την εθνικότητα των νεκρών) έχουν διαφορετικό χαρακτήρα φυτεύσεων με συνδυαστικό στοιχείο τις επιβλητικές δενδροστοιχίες από κυπαρίσσια.
4. Κοιμητήρια Προτεσταντών. (Εικ. 1.4). Η ίδρυση τους τοποθετείται στα τέλη του 19ου αι. όπως και των ομόρων κοιμητηρίων της Αρμενικής και Ορθόδοξης κοινότητας (Ευαγγελίστριας). Και τα τρία κοιμητήρια έχουν κηρυχθεί διατηρητέα (<http://listedmonuments.culture.gr>). Με φόντο τα ανατολικά τείχη και αρχαίες σαρκοφάγους, βρίσκονται σήμερα σε ιδιαίτερη καλή κατάσταση με φροντισμένη βλάστηση, αιωνόβια πεύκα και κυπαρίσσια, κλαδεμένους θάμνους και ανθοφόρα φυτά.
5. Κοιμητήρια Ισραηλιτικής Κοινότητας. (Εικ. 1.5). Ιδρύθηκαν μεταπολεμικά σε έκταση που είχε ήδη παραχωρηθεί στην Κοινότητα το 1938 (www.jet.gr). Εκτός από τις νέες ταφές μελών της ολιγάριθμης πλέον κοινότητας, συγκεντρώθηκαν εκεί και πολλές διάσπαρτες στην πόλη ταφόπλακες από το παλαιό εκτενές εβραϊκό νεκροταφείο το

οποίο βρισκόταν έξω από τα ανατολικά τείχη και καταστράφηκε ολοσχερώς κατά τον 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο (Ζαφειρίς, 1997).

6. Κοιμητήρια Αρμενίων. (Εικ. 2.1). Το τρίτο από τα νεκροταφεία δίπλα στα ανατολικά τείχη, ένδειξη της πολυπολιτισμικότητας που χαρακτήρισε για αιώνες την Θεσσαλονίκη και καθόρισε και το σημερινό της πρόσωπο. Η παρουσία της Αρμενικής κοινότητας έως και σήμερα στην πόλη αντικατοπτρίζεται στους φροντισμένους τάφους και στις προσεγμένες αν και λιτές φυτεύσεις.



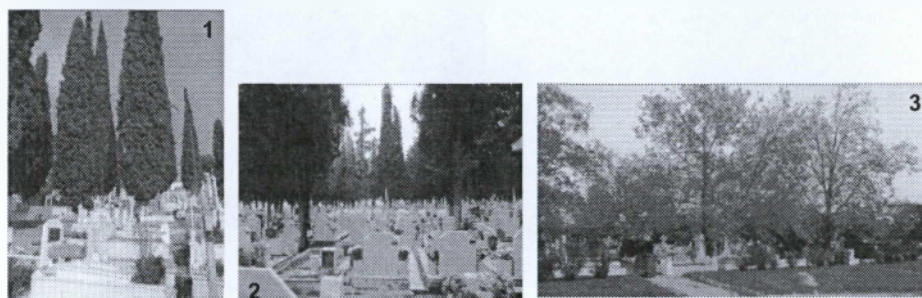
Εικόνα 1. (1) Κοιμητήρια Αγ. Παρασκευής (παλαιά καρτ-ποστάλ του 1908), (2) Κ. Ευαγγελίστριας (παλαιά καρτ-ποστάλ), (3) Κ. Zeitenlik, (4) Κ. Προτεσταντών, (5) Κ. Ισραηλιτών. (Οι εικόνες 1.1) και 1.2 από: <http://culture.thessaloniki.gr>.

7. Κοιμητήρια Δήμου Καλαμαριάς. (Εικ. 2.2). Χωροθετήθηκαν μαζί με τον ομώνυμο συνοικισμό την δεκαετία του 1920 (Β. Ζαμπέτογλου, προσωπική επικοινωνία). Σήμερα εμφανίζουν φανερή έλλειψη χώρου με αποτέλεσμα οι πυκνοί τάφοι να μην επιτρέπουν την ανάπτυξη φυτών στο έδαφος πέρα από τα ψηλά παλαιά κυπαρίσσια. Η απουσία υψηλής βλάστησης αναπληρώνεται από την πολύχρωμη παρουσία δρεπτών αλλά και πλαστικών λουλουδιών σε ανθοδοχεία.

8. Κοιμητήρια Αναστάσεως του Κυρίου. (Εικ. 2.3). Το νέο κοιμητήριο της Θεσσαλονίκης λειτουργεί από το 1972 (Τμήμα διαχείρισης κοιμητηρίων Δήμου Θεσσαλονίκης, προσωπική επικοινωνία). Η διαμόρφωση του, έντονα διαφοροποιημένη από αυτές παλαιότερων νεκροταφείων της πόλης, με λιτές, νατουραλιστικές φυτεύσεις και μοντερνιστικά αρχιτεκτονικά στοιχεία, επιχειρεί να προσδώσει μια αισθητικά αναβαθμισμένη εικόνα και ένα πιο ειδυλλιακό τοπίο στον χώρο ταφής της πόλης.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Επισημάνθηκαν εμφανείς διαφορές στη διάρθρωση της βλάστησης όπως αυτές μεταξύ των παλαιότερων, ιδρυθέντων προ της Απελευθέρωσης (1912), κοιμητηρίων, και του μεταγενέστερου νεκροταφείου της πόλης (Αναστάσεως του Κυρίου). Στα πρώτα η διάρθρωση της βλάστησης ακολουθεί αυστηρές, κλασικές φόρμες με κυρίαρχες τις ευθείες γραμμές και τις πυκνές δένδροστοιχίες από κυπαρίσσια οι οποίες προσδίδουν έντονη εσωστρέφεια στον χώρο. Στο δεύτερο, οι περισσότερο νατουραλιστικές φυτεύσεις και οι ανοικτές εκτάσεις προσεγγίζουν τα νεκροταφειακήπους (garden cemetery) που συναντά κανείς στις ΗΠΑ και την βόρεια Ευρώπη. Τέτοιοι χώροι, ήδη από τον 19ο αι., εισήγαγαν μια νέα περισσότερο συμφιλωτική αντιμετώπιση του θανάτου ομοιάζοντας έντονα με δημόσια πάρκα. Και στις δύο περιπτώσεις συναντάμε πέρα από στοιχεία και μοτίβα που παραπέμπουν στις αρχιτεκτονικά ρεύματα της εποχής ίδρυσης τους και αναφορές στις κηποτεχνικές τάσεις που κυριαρχούσαν τότε.



Εικόνα 2. (1) Κοιμητήρια Αρμενίων, (2) Κ. Καλαμαριάς, (3) Κ. Αναστάσεως του Κυρίου.

Αξιοσημείωτες είναι και οι ομοιότητες στην επιλογή του φυτικού υλικού, μεταξύ παλαιότερων και νεότερων κοιμητηρίων της πόλης όσο και μεταξύ των κοιμητηρίων των διαφορετικών κοινοτήτων της πόλης. Στην πλειονότητα των χώρων φύονται φυτικά είδη (μυρτιά, βελανιδιά, ίριδα, ροδιά, κυπαρίσσι), τα οποία διαχρονικά έχουν συσχετιστεί με τη μεταθανάτια ζωή και απεικονίζονται σε αρχαία και βυζαντινά ταφικά μικροτεχνουργήματα, σε ταφικά μνημεία και παραστάσεις μαρτυρώντας μια συνέχεια στη λατρεία των νεκρών. Ιδιαίτερα το κυπαρίσσι αποτελεί το απαραίτητο και κυρίαρχο φυτικό είδος που καθορίζει τόσο την διάρθρωση, ορίζοντας τις πορείες και την έκταση των τάφων όσο και την αντίληψη του χώρου προσδίδοντάς του δραματικότητα και συγκεκριμένες οπτικές φυγές.

Η βλάστηση, καίριο στοιχείο των υπό μελέτη χώρων ακόμα και σε περιπτώσεις όπου παρατηρείται έλλειψη χώρου, έχει ρόλο τόσο λειτουργικό όσο και καλλωπιστικό. Στο νεκροταφείο της κοινότητας των Ισραηλιτών η μικρή ποικιλία φυτικών ειδών, η γραμμική διάρθρωση, η ομοιομορφία και η έλλειψη ανθοφόρων φυτών αποπνέει εσωστρέφεια και αυστηρότητα αντικατοπτρίζοντας την περιπετειώδη ιστορία της κοινότητας αυτής. Έρχεται σε έντονη αντίθεση με τα άλλα νεκροταφεία, ιδιαίτερα με αυτά της ορθόδοξης κοινότητας, όπου οι ποικίλες διαφορετικές ανά τάφο φυτεύσεις προσδίδουν προσωπικότητα σε κάθε τάφο, και με τα καλλωπιστικά τους χαρακτηριστικά έναν ανάλαφρο τόνο σε όλο το κοιμητήριο.

Συμπερασματικά, μια προσεκτική ανάγνωση της βλάστησης, των διαχρονικά ιερών χώρων ταφής της Θεσσαλονίκης, αποτελεί μια νοητή αναδρομή στην ιστορία της πόλης.

Βιβλιογραφία

- Γρηγορίου Α. και Χεκίμογλου Ε. 2008. Η Θεσσαλονίκη των περιηγητών 1430-1930. Εταιρεία Μακεδονικών Σπουδών και Εκδόσεις Μίλητος, Θεσσαλονίκη.
- Davies D. 1988. The evocative symbolism of trees. In: Denis Cosgrove Denis & Daniels Stephen (eds), The iconography of landscape. Cambridge Studies in Historical Geography 9, Cambridge. pp. 32-42.
- Ζαχαρόπουλος Ν. 1995. Θεσσαλονίκη - Ιστορική προσέγγιση 1900-1920. Εκδόσεις Πουρναρά, Θεσσαλονίκη.
- Ζαφείρης Χ. 1997. Θεσσαλονίκης εγκόλπιον. Εκδόσεις Εξάντας, Θεσσαλονίκη.
- Μπάουμαν Έλ. 1999. Η ελληνική χλωρίδα στο μύθο, στην τέχνη, στη λογοτεχνία. Έκδοση της Ελληνικής Εταιρίας Προστασίας της Φύσεως, Αθήνα.
- Παλαμίχον Ηλ. 2007. Ιδιωτικοί και δημόσιοι χώροι και πράσινο στη Θεσσαλονίκη από τα μέσα του 19^{ου} έως τα μέσα του 20^{ου} αιώνα. Ιστορική εξέλιξη - Κριτική. Μεταπτυχιακή διατριβή, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Αρχιτεκτονική Τοπίου, ΑΠΘ.
- Χρυσουλάκη Στ. 2009. (γενική επιμ.). Το δέντρο της ζωής σε τέσσερις εποχές. Πανελλαδική εκστρατεία «Περιβάλλον και Πολιτισμός 2008/9». Έκδοση Υπουργείου Πολιτισμού και Τουρισμού, Αθήνα.
- Διαρκής κατάλογος των κηρυγμένων αρχαιολογικών χώρων και μνημείων της Ελλάδος: <http://listedmonuments.culture.gr/> (15/1/2014).
- Δήμος Θεσσαλονίκης. Ψηφιοποίηση-Τεκμηρίωση Πολιτιστικών Τεκμηρίων: <http://culture.thessaloniki.gr> (15/1/2014).
- Ευρωπαϊκό Κέντρο Ενημέρωσης, Πληροφόρησης & Πολιτισμού (Ε.Κ.Ε.Π.Π.) Κατάλογος Έκθεσης: Θεσσαλονίκης Ανάδειξις – Χαρτών Αναμνήσεις. 2008.
- Ιερά Μητρόπολις Νεαπόλεως και Σταυρουπόλεως: www.imnst.gr (15/1/2014).
- Ισραηλιτική Κοινότητα Θεσσαλονίκης: www.ict.gr (15/1/2014).
- Κέντρο Ιστορίας Αμπελοκήπων Θεσσαλονίκης: <http://kiath.blogspot.com> (15/1/2014).

THE TIMELESS PRESENCE OF VEGETATION IN CEMETERIES – EXAMPLES FROM THE CITY OF THESSALONIKI

O. Bakirtzi¹, C. Georgakopoulou-Voyiatzi² and D. Voyiatzis²

¹Hellenic Ministry of Culture and Athletics, 9th Ephorate of Byzantine Antiquities, Thessaloniki

²Aristotle University of Thessaloniki, School of Agriculture, Department of Horticulture, 541 24 Thessaloniki

Abstract

The timeless presence of vegetation in cemeteries and burial sites, in Greece and worldwide, has always been an integral part of the local folklore and has been recorded in written documents and photographic sources. The symbolic aspect of plants in religious perceptions and ceremonial practices related to death and the passage to the afterlife renders vegetation an integral part of burial sites. In this work a record of plant species and planting designs in eight cemeteries of different religions and communities, in Thessaloniki and its environs – some of them remnants but proof of the multicultural society thriving in the city during the last two and a half centuries – has been attempted. The emphasis is on plant species related to death and afterlife and to differences in planting designs among the various communities (Greek Orthodox, Catholics, Protestants, Armenians and Jews).

Key words: Cultural landscape, historic gardens, burial sites.

ΕΝΤΑΞΗ ΑΝΟΙΧΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΟ ΙΣΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΚΩΜΟΠΟΛΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΝΙΓΡΙΤΑΣ

Α. Κανταρτζής¹, Α. Παπαδοπούλου², Α. Παπαδοπούλου³ και Π. Δημάκης⁴

¹ΤΕΙ Ηπείρου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Κωστακιοί Άρτας, ²Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, Αθήνα, ³Universita di Camerino, Scuola di Architettura e Design, Ascoli Piceno, ⁴Αγίου Αθανασίου 41, Νιγρίτα Σερρών.

Περίληψη

Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η σύνδεση ανοιχτών χώρων πρασίνου στον αστικό και περιαστικό ιστό ελληνικών κωμοπόλεων, χρησιμοποιώντας ως πεδίο εφαρμογής Αρχιτεκτονικής Τοπίου την περίπτωση του Δήμου Νιγρίτας. Επιχειρείται διεξαγωγή έρευνας για την επίτευξη ουσιαστικής ενσωμάτωσης των ανοιχτών χώρων πρασίνου στο αστικό/περιαστικό ιστό της Νιγρίτας με ταυτόχρονη διατήρηση και αναβάθμιση των οργανικών και περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών τους. Στόχος της εργασίας αποτελεί η εφαρμογή της αρχής της αειφορίας, μέσα από την αρμονική συνύπαρξη του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος. Η μεθοδολογία προσέγγισης απαρτίζεται από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση (τυπολογία ανοιχτών χώρων, τεχνητά διαμορφωμένων υπαίθριων χώρων, δικτύων πράσινων διαδρομών, αλληλεπιδράσεις ανθρώπων/πράσινων διαδρομών, οικολογικές ιδιαιτερότητες τους, κατευθύνσεις σχεδιασμού αστικών/περιαστικών ανοιχτών χώρων), τη διερεύνηση μελετών περίπτωσης, την επιτόπια έρευνα πεδίου και τη σχεδιαστική πρόταση Αρχιτεκτονικής Τοπίου μέσα από αειφόρο ένταξη, σύνδεση και ανάδειξη των ανοιχτών χώρων της πόλης της Νιγρίτας. Κύρια χωρικά ζητήματα αποτελούν: τα προβλήματα θερμικής άνεσης, η απουσία ηχοπροστασίας, οι επιστρώσεις διαφόρων τμημάτων με υλικά μη υδατοδιαπερατά και με μεγάλη ανακλαστικότητα, τα προβλήματα ασφάλειας, οι ελλείψεις σε αστικό εξοπλισμό, η απουσία βλάστησης, οι χωρίς μελέτη και διαμόρφωση-σχεδόν εγκαταλεημένοι και ελάχιστα λειτουργικοί ανοιχτοί χώροι, και η απουσία σύνδεσης τους. Οι σχεδιαστικές προτάσεις εστιάζουν στο οδικό δίκτυο και στους ανοιχτούς χώρους.

Λέξεις κλειδιά: Αρχιτεκτονική Τοπίου, αστικός σχεδιασμός υπαίθριων χώρων, δίκτυα πράσινων διαδρομών, θερμική άνεση.

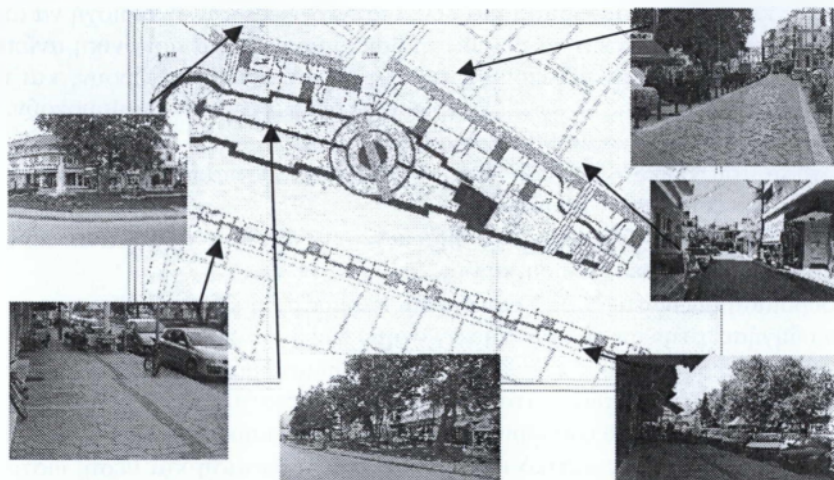
Εισαγωγή

Η εργασία διαπραγματεύεται την ανάπλαση και ένταξη ανοιχτών χώρων πρασίνου στον αστικό και περιαστικό ιστό ελληνικών κωμοπόλεων και τη σύνδεσή τους σε ενιαίο δίκτυο με την εφαρμογή δικτύων πράσινων διαδρομών. Καταλύτης για την εν λόγω εργασία αποτέλεσε ο Δήμος Νιγρίτας απαρτιζόμενος από τα δημοτικά διαμερίσματα Νιγρίτας, Τερπνής, Θερμών Ανθής, Φλάμπουρου καθώς και την ορεινή περιοχή του Δήμου. Μελετήθηκαν οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και του σχεδιασμού Δικτύων Πράσινων διαδρομών όπως η ηλιοπροστασία, ο φυσικός φωτισμός και ο αερισμός, ο δροσισμός, η ανεμοπροστασία, η ανακλαστικότητα, η θερμική άνεση, τα φιλικά προς το περιβάλλον υλικά, η δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος, και οι αρχές σχεδιασμού χώρων αναψυχής και Αρχιτεκτονικής Τοπίου όπως η αναψυχή για όλους, η

ποικιλία δραστηριοτήτων, η εξυπηρέτηση διαφορετικών χρήσεων, η ισορροπημένη κατανομή χώρων, οι προδιαγραφές και ο εξοπλισμός, ασφάλειας, η συντήρηση, κα) (European Greenways Association 2000, Harkey & Zegeer 2004, Zegeer et al 2006).

Μεθοδολογία

Αρχικά πραγματοποιήθηκε καταγραφή και ανάλυση όλων των δεδομένων της υπάρχουσας κατάστασης της ευρύτερης περιοχής μελέτης του Δήμου Νιγρίτας, όπως: λεκάνες απορροής της άμεσης και ευρύτερης περιοχής, ανάγλυφο και εδαφικές κλίσεις, προσανατολισμός και ηλιασμός, άνεμοι, βροχοπτώσεις, ποιότητα εδάφους, υψόμετρο, υπόγειος υδάτινος ορίζοντας, οικολογία περιοχής, ιστορικό πλαίσιο εξέλιξης πόλης, πολεοδομικό και λειτουργικό πλαίσιο αστικών και περιαστικών χρήσεων γης, οδικό δίκτυο. Κατόπιν μελετήθηκαν διεξοδικά και ιδιαίτερα ως προς τη βιοκλιματική τους επάρκεια έξι υπαίθριοι αστικοί και περιαστικοί χώροι και διατυπώθηκαν προτάσεις επέμβασης. Τέλος διατυπώθηκαν και οργανώθηκαν ολοκληρωμένες προτάσεις ανάπτυξης τεσσάρων Δικτύων Πράσινων Διαδρομών τόσο για την βέλτιστη ένταξη των ανοιχτών χώρων πρασίνου στον αστικό και περιαστικό ιστό του Δήμου Νιγρίτας όσο και για την περιβαλλοντική ανάδειξη των: α) Διαδρομή λιτανειάς εικόνων κατά τον εορτασμό της Ζωοδόχου Πηγής, β) Δίκτυο Πράσινων Διαδρομών στην Αγροτική περιοχή, γ) Δίκτυο Πράσινων Διαδρομών στην Ορεινή περιοχή, δ) Δίκτυο Πράσινων Διαδρομών στον Αστικό χώρο Νιγρίτας (Σχ. 1), Τερπνής, Ανθής, Φλάμπουρου (Σχ. 2), Θερμών (Σχ. 3), όπου περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα και οι αρχές σχεδιασμού, οι κατάλληλες προϋποθέσεις, οι φυσικές χαράξεις και η δομή των δικτύων (κέντρα, ακτίνες, πεζόδρομοι, ποδηλατόδρομοι), οι απαραίτητες πεζοδρομήσεις, η ρύθμιση της ροής κίνησης των οχημάτων και άλλες ενδεδειγμένες ενέργειες, και οι προδιαγραφές τους.



Σχήμα 1: Κεντρική Πλατεία Νιγρίτας, Κάτοψη και φωτογραφική αποτύπωση.

Αποτελέσματα

Ο Δήμος Νιγρίτας αποτελείται από τα δημοτικά διαμερίσματα (υπαίθριοι και περιαστικοί χώροι): Νιγρίτας, Τερπνής, Θερμών, Ανθής, Φλάμπουρου και την ορεινή περιοχή του Δήμου. Τα θετικά χαρακτηριστικά της περιοχής είναι το δίκτυο αρδευτικών – αντιπλημμυρικών καναλιών, τα καταφύγια άγριας ζωής, η επικείμενη σύνδεση με την Εγνατία οδό, η κοντινή απόσταση με την παραθαλάσσια περιοχή, τον ποταμό Στρυμόνα και τη λίμνη Κερκίνη, οι υπάρχοντες διαμορφωμένοι χώροι

αναφυχής και χώροι με θρησκευτική, πολιτιστική, ιστορική και αρχαιολογική σημασία, οι θρησκευτικές και πολιτιστικές εκδηλώσεις, οι αθλητικοί σύλλογοι και ο ιππικός όμιλος, η ύπαρξη δικτύων πράσινων διαδρομών σε γειτονικές περιοχές (Κερκίνη, Βόλβη) κ.α. Σε ότι αφορά τις μετακινήσεις, δεν παρατηρείται καλά οργανωμένη κίνηση και ιεράρχηση του οδικού δικτύου. Υψηλός συντελεστής δόμησης παρατηρείται μόνο στο κέντρο της Νιγρίτας, ο οποίος μειώνεται σταδιακά προς την περιφέρεια, με την επικράτηση αρκετά μεγάλων αύλειων χώρων. Επίσης στο πολεοδομικό συγκρότημα Νιγρίτας διαπιστώνονται: α) απουσία προκηπίων και ύπαρξη τμημάτων του οδικού δικτύου με μικρό πλάτος, β) ελεύθεροι χώροι, ελάχιστα διαμορφωμένοι ή αναξιοποίητοι, χωρίς σύνδεση μεταξύ τους, με σκληρές επιφάνειες, και χωρίς οφέλη τόσο στο μικροπεριβάλλον όσο και στην ποιότητα ζωής των κατοίκων. Θετική επίδραση δημιουργεί η μεταβολή του ύψους των κτηρίων από την περιφέρεια προς το κέντρο, προκαλώντας την κίνηση των αέριων μαζών από την περιφέρεια και την ύπαιθρο προς το εσωτερικό του, συμβάλλοντας στο δροσισμό και καλό αερισμό, γεγονός που δεν ισχύει για τα υπόλοιπα δημοτικά διαμερίσματα. Η θερμική άνεση παρουσιάζει προβλήματα έντονου ηλιασμού τη θερμή περίοδο και απουσία προστασίας από τους ανέμους, κατά την ψυχρή, και ηχοπροστασία δεν ενεργείται στους χώρους που το απαιτούν. Οι επιστρώσεις των διαφόρων τμημάτων γίνονται κυρίως με υλικά που δεν είναι υδατοδιαπερατά, έχουν μεγάλη ανακλαστικότητα και δεν είναι ανακυκλώσιμα, και η βλάστηση σε πολλούς χώρους παρουσιάζει τρομερές ελλείψεις ή απουσιάζει εντελώς.

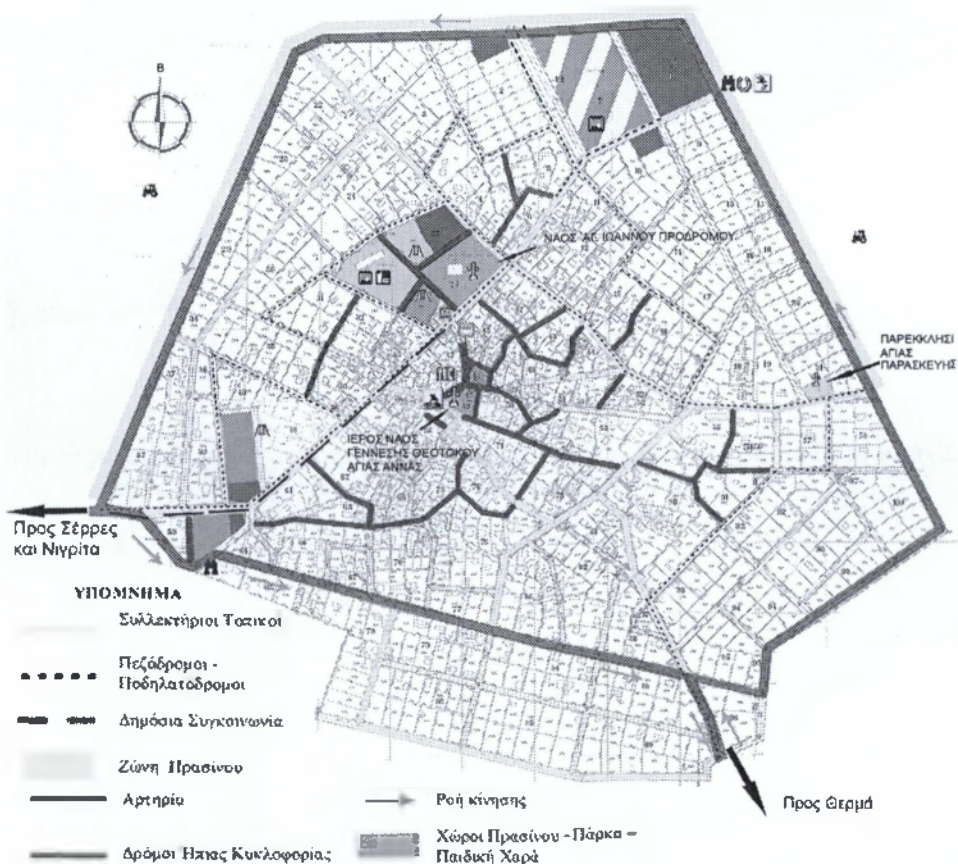
Σχεδιαστική Πρόταση

Με στόχο την ανάπτυξη ενός δικτύου πράσινων διαδρομών, που θα συνδέει βιοκλιματικά αναβαθμισμένους και χρηστικούς ανοικτούς χώρους και θα καλύψει τις ανάγκες της περιοχής, προτείνονται κατάλληλες ενέργειες ώστε η περιοχή να αποκτήσει ιδιαίτερα και ξεχωριστά στοιχεία που θα τη βοηθήσουν σε μια αρμονική ανάπτυξη και βιωσιμότητα μέσα από την αξιοποίηση των ωφελειών που προσφέρουν, και ιδιαίτερα της οικονομικής βελτίωσης λόγω της τουριστικής ανάπτυξης που δημιουργούν. Μεταξύ άλλων, το αντικείμενο σχεδιασμού περιλαμβάνει:

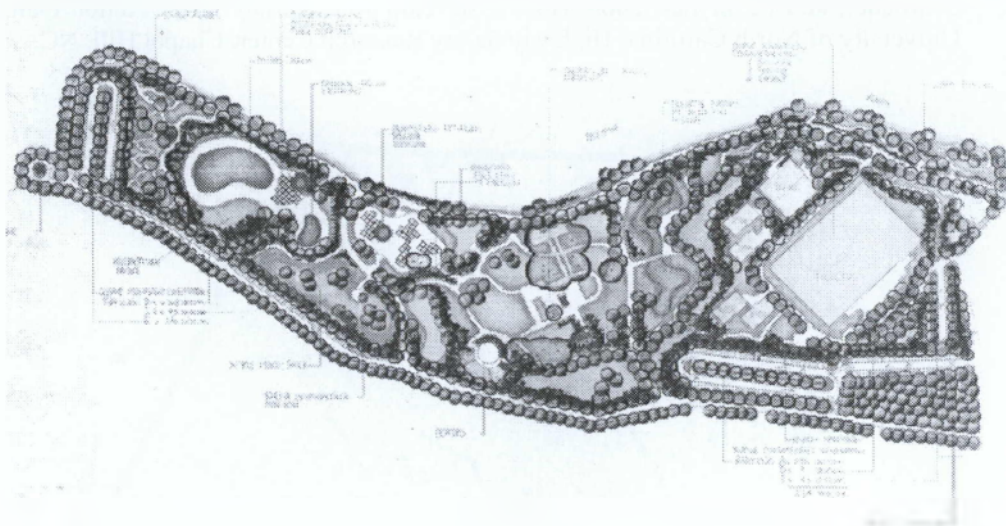
- Ιεράρχηση του οδικού δικτύου ώστε να παρέχει ασφαλή σημεία σύνδεσης και ασφάλεια σε πεζούς και ποδηλάτες.
- Κατασκευή χώρων στάθμευσης, σε σημεία όπου υπάρχουν σημαντικοί πόλοι έλξης, αλλά και στην περιφέρεια του οικισμού.
- Μονοδρόμηση οδών στο Δ.Δ. Νιγρίτας και περιμετρική κίνηση γύρω από το κέντρο, που θα οδηγήσει στην απομάκρυνση των οχημάτων από το κεντρικό τμήμα.
- Κατασκευή περιμετρικού πεζόδρομου - ποδηλατόδρομου, για την εύκολη και ασφαλή σύνδεση όλων των γειτονιών μεταξύ τους στο Δ.Δ. Νιγρίτας, καθώς και μεταξύ των τμημάτων στο εσωτερικό των υπόλοιπων διαμερισμάτων.
- Δημιουργία χώρων στον αστικό ιστό με κατάλληλη έκταση και θέση, ώστε να είναι πλήρως λειτουργικοί, ασφαλείς, και αξιοποιήσιμοι όλο το χρόνο, παρέχοντας θερμική άνεση, ασφαλή και λειτουργικό εξοπλισμό.
- Φύτευση με κατάλληλο σχεδιασμό και επιλογή κατά κύριο λόγο αυτοχθόνων ειδών, με σεβασμό στα στοιχεία του Ελληνικού τοπίου και πολιτισμού.
- Επιλογή χώρων με θρησκευτική, ιστορική και πολιτιστική σημασία για την αξιοποίησή τους ως πόλους έλξης δικτύων με ιδιαίτερη σημασία για την περιοχή, και σύνδεσή τους μέσω ενός Δικτύου Πράσινων Διαδρομών.

Βιβλιογραφία

- European Greenways Association, 2000. The European Greenways Good Practice Guide: Examples of Actions undertaken in Cities and the periphery.
- Harkey D. L. and Zegeer C. V., 2004. PEDSAFE: Pedestrian Safety Guide and Countermeasure Selection System. University of North Carolina, Highway Safety Research Center, Chapel Hill, NC.
- Zegeer C. V., Sandt, M. Scully, M. Ronkin, P. Lagerwey, M. Cynecki, H. Chaney, B. Schroeder, and E. Snyder, 2006. How to develop a Pedestrian Safety Action Plan. University of North Carolina, Highway Safety Research Center, Chapel Hill, NC.



Σχήμα 2: Γενικό σχέδιο πόλων έλξης - διαδρομών - δραστηριοτήτων. Δημοτικό Διαμέρισμα Φλάμπουρου



Σχήμα 3: Λεπτομέρεια σχεδίου δραστηριοτήτων Δημοτικού Διαμερίσματος Θερμών - Προτεινόμενη μελέτη χώρου αναψυχής.

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΝΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΑΣΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΩΝ ΣΕΡΡΩΝ

Α. Κανταρτζής¹, Α. Παπαδοπούλου², Α. Παπαδοπούλου³ και Π. Χατζητόλιος⁴

¹Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Κωστακιοί Άρτας, ²Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, Αθήνα, ³Università di Camerino, Scuola di Architettura e Design, Ascoli Piceno, ⁴Δήμος Σερρών, Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών, Τμήμα Πρασίνου, Σέρρες

Περίληψη

Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η μελέτη των δυνατοτήτων εφαρμογής ενός ολοκληρωμένου δικτύου πράσινων διαδρομών στην πόλη των Σερρών καθώς και η μελέτη της σημασίας του για την αειφορική πορεία της πόλης και την ποιότητα ζωής των κατοίκων της. Η μεθοδολογία προσέγγισης της εργασίας απαρτίζεται από: α) την βιβλιογραφική ανασκόπηση της θεωρητικής μελέτης των πράσινων διαδρομών και τη μελέτη περιπτώσεων παγκοσμίως, καταδεικνύοντας τη χρησιμότητα των δικτύων πράσινων διαδρομών ως εργαλείο σχεδιασμού και σύνδεσης ανοιχτών αστικών και περιαστικών χώρων, β) την επιτόπια έρευνα πεδίου και γ) τη σχεδιαστική πρόταση Αρχιτεκτονικής Τοπίου. Αναλυτικότερα παρουσιάζονται: α) οι λειτουργίες, οι ρόλοι και η τυπολογία των ανοιχτών χώρων, β) τα δίκτυα πράσινων διαδρομών ως πρακτικές διεισδυσής πρασίνου στον αστικό ιστό, γ) η σχεδίαση παράλληλων δράσεων με τις πράσινες διαδρομές «προς μια αειφόρο ελληνική πόλη», δ) η συστηματική και αναλυτική μελέτη και κατανόηση των ζητημάτων της πόλης, των επί μέρους προβλημάτων και προοπτικών της, ε) η σημασία της Αρχιτεκτονικής Τοπίου στον αειφόρο σχεδιασμό και διαχείριση θεμάτων της ελληνικής πολεοδομίας και στ) η δημιουργία σχεδιαστικής πρότασης εφαρμογής δικτύου πράσινων διαδρομών στην πόλη των Σερρών. Καθορίζονται σχεδιαστικά κριτήρια με σκοπό: α) τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, β) την καλύτερη προβολή των κοινωνικοπολιτιστικών δραστηριοτήτων και γ) την αναβάθμιση των οικολογικών διεργασιών της πόλης των Σερρών. Διατυπώνονται συμπεράσματα όπως: α) η απουσία υπαρχόντων απαραίτητων γραμμικών στοιχείων εντός της πόλης, β) η ύπαρξή τους στον περιαστικό χώρο (φυσικά και τεχνητά στοιχεία), γ) η χρήση υφιστάμενων οδών με ιδιαίτερα μεγάλο πλάτος, ιδιαίτερα στο νότιο τμήμα της πόλης. Τέλος, τα προσδοκώμενα αποτελέσματα που αναμένονται είναι: α) ο περιορισμός των μηχανοκίνητων μετακινήσεων, β) η αύξηση των μη μηχανοκίνητων μετακινήσεων (πεζοί, ποδήλατο), γ) η σύνδεση της πόλης με τους περιαστικούς οικισμούς της, δ) η αύξηση δυνατοτήτων για ενεργητική αναψυχή και επαφή με τη φύση, ε) η ενοποίηση και αναβάθμιση υφιστάμενων χώρων αστικού πρασίνου και στ) η δημιουργία και ανάπτυξη βιώσιμων νέων οικοσυστημάτων.

Λέξεις κλειδιά: Αειφορία, πράσινες διαδρομές, αστικός σχεδιασμός, αστικοί υπαίθριοι χώροι

Εισαγωγή

Οι πόλεις, οι οποίες συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο και συνεχώς αυξανόμενο ποσοστό του ανθρώπινου πληθυσμού είναι σημαντικοί και πολύπλευρα επιβαρυντικοί παράγοντες για το περιβάλλον. Κοινά αποδεκτή προσέγγιση στο πρόβλημα είναι η στροφή σε πόλεις αειφορικές, ενώ οι υπαίθριοι χώροι και ιδιαίτερα το αστικό πράσινο

επιτελεί διεθνώς ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο ως πολυλειτουργικός παράγοντας της αειφορικής προοπτικής. Η πόλη των Σερρών παρουσιάζει κατακερματισμό και διάσπαση των ανοιχτών αστικών δημόσιων χώρων της και απουσία ενιαίας προσέγγισης και στρατηγικής στο σχεδιασμό τους. Οι Πράσινες Διαδρομές που γίνονται ολοένα και πιο δημοφιλείς, έχοντας κερδίσει το ερευνητικό ενδιαφέρον της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας (Fabos, 1995), αποτελούν μοναδικό τύπο υπαίθριων χώρων (Searns, 1995; Turner, 2006), και παράλληλα ολοκληρωμένη πρόταση για τη γενικότερη αναβάθμιση της πόλης των Σερρών.

Μεθοδολογία

Μελετώνται οι δυνατότητες εφαρμογής ενός ολοκληρωμένου Δικτύου Πράσινων Διαδρομών στην πόλη των Σερρών, η σημασία του για την αειφορική πορεία της πόλης και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων της, και παρατίθενται προτάσεις για τη διαμόρφωση Αστικού και Περιαστικού Δικτύου Πράσινων Διαδρομών σε αυτήν. Με την α) βιβλιογραφική έρευνα αναφορικά με την πόλη, τους υπαίθριους χώρους και τις Πράσινες Διαδρομές, και β) αναλυτική και συστηματική μελέτη, επιτόπια έρευνα, χαρτογραφική και φωτογραφική αποτύπωση, καταγραφή και ανάλυση των στοιχείων για το περιβάλλον των υπαίθριων χώρων της πόλης και του Δήμου Σερρών, εξάγονται συμπεράσματα για την εφαρμογή Δικτύου ΠΔ στην πόλη, και για την αξία δημιουργίας και τις δυνατότητες εφαρμογής ΠΔ σε ελληνικές πόλεις λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιόμορφες συνθήκες που συναντώνται στη χώρα μας. Ειδικότερα μελετάται η συμβολή και οι δυνατότητες που παρέχουν οι ΠΔ: α) για την επέκταση/αναβάθμιση/ενοποίηση των αστικών υπαίθριων χώρων πρασίνου στην πόλη των Σερρών, και β) για τον εμπλουτισμό του περιαστικού πρασίνου, την ενίσχυσή και διεύρυσή του στον αστικό ιστό και την ενοποίησή του λειτουργικά και οργανικά.

Αποτελέσματα – Σχεδιαστική Πρόταση

Στις περιπτώσεις ήδη διαμορφωμένων αστικών περιοχών που συνήθως απατώνται εντός του εγκεκριμένου σχεδίου, οι επεμβάσεις για την οργάνωση ενός δικτύου υπαίθριων χώρων παρουσιάζουν μεγάλες δυσκολίες λόγω του ήδη εγκατεστημένου οικοδομικού συστήματος, και της έλλειψης ελευθέρων χώρων. Έτσι οι παρεμβάσεις μπορούν: α) να περιορισθούν στο δημόσιο χώρο, β) να ενισχυθούν από τον ιδιωτικό (προκήπια), γ) να επεκταθούν με την διεύρυνση του δημόσιου χώρου (διαπλατύνσεις οδών, επαυξήσεις διαστάσεων πλατειών ή δημιουργία νέων). Οι Πράσινες Διαδρομές είναι δίκτυα που περιέχουν γραμμικά στοιχεία σχεδιασμένα και διαχειριζόμενα έτσι ώστε να εξυπηρετούν πολλαπλούς σκοπούς, όπως οικολογικούς, αναψυχής, πολιτιστικούς, αισθητικούς, ή και άλλους συμβατούς με την έννοια της αειφορικής διαχείρισης (Ahern, 1995). Ενώ η μορφή και ο χαρακτήρας τους μπορεί να ποικίλουν, τα κύρια σταθερά χαρακτηριστικά τους είναι η γραμμικότητα, η συνενωτική τους δράση, η πολυχρηστικότητα και η πολυλειτουργικότητα (Fabos, 1995, Walmsey, 1995). Οι στόχοι των Πράσινων Διαδρομών επικεντρώνονται: α) στη διατήρηση της βιοποικιλότητας με την προστασία, δημιουργία, διασύνδεση, ή διαχείριση των ενδιατημάτων, β) στα υδάτινα στοιχεία με τη προστασία, διαμόρφωση και διαχείριση των υδάτινων πόρων, γ) στην αναψυχή, δ) στη σύνδεση ιστορικών και πολιτισμικών στοιχείων, ε) στον έλεγχο της ανάπτυξης αξιοποιώντας μια στρατηγική χρήση γης για τον ορισμό των ορίων μεταξύ αστικών και αγροτικών εκτάσεων. Η διατύπωση της πρότασης αποτελείται από τη σύνθεση του αστικού και περιαστικού Δικτύου Πράσινων Διαδρομών συνοδευόμενα από τις παράλληλες δράσεις τους:

α) Δίκτυο Αστικών Πράσινων Διαδρομών (Σχ. 1) που αποτελείται από τις:

> Κύριες Πράσινες Διαδρομές: αποτελούν το κύριο αστικό δίκτυο των Πράσινων Διαδρομών. Συνδέουν τις γειτονιές της πόλης με το κέντρο και μεταξύ τους. Επίσης συνδέουν την πόλη με τις περιαστικές ενότητες και γενικότερα με την ύπαιθρο που την περιβάλλει.

> Δευτερεύουσες Πράσινες Διαδρομές: Συμπληρωματικές ΠΔ για συνένωση των κύριων. Είναι μικρότερες σε μήκος ΠΔ που κυρίως έχουν το ρόλο της συνένωσης των κύριων μεταξύ τους, ώστε το Δίκτυο να είναι περισσότερο λειτουργικό.

> Συμπληρωματικές Πράσινες Διαδρομές για αύξηση του πρασίνου: Έχουν κυρίως ρόλο επαύξησης του αστικού πρασίνου και των υπαίθριων χώρων (χώροι παιχνιδιού, πάρκα, κλπ) σε περιοχές της πόλης όπου παρατηρείται σοβαρή έλλειψη. Ιδιαίτερα διασυνδέουν απομονωμένους και μικρούς χώρους πρασίνου με το κυρίως δίκτυο.

> Πράσινες Διαδρομές Γειτονιών: προσφέρουν ασφαλείς μετακινήσεις σε κοινόχρηστους χώρους της γειτονιάς (παιδικές χαρές, σχολεία, χώροι άθλησης, εκκλησίες, πάρκα), και προσφέρουν χώρους εκτόνωσης της παιδικής δραστηριότητας και των καθημερινών αναγκών των υπόλοιπων ηλικιακών και κοινωνικών ομάδων.

β) Το Δίκτυο Περιαστικών Πράσινων Διαδρομών αποτελείται από τον Κύριο περιαστικό δακτύλιο (Σχ. 2), την Δυτική προέκταση του περιαστικού δακτυλίου, την Ανατολική προέκταση του περιαστικού δακτυλίου, το Δίκτυο βόρειας λοφώδους περιοχής, και το Δίκτυο νότιας και πεδινής περιοχής.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Τα προβλήματα που απασχολούν την πόλη των Σερρών είναι τα συνήθη των ελληνικών πόλεων (περιβαλλοντικά, κυκλοφοριακά, πολεοδομικά, έλλειψη υπαίθριων χώρων και χώρων πρασίνου). Ευνοϊκοί παράγοντες είναι το μέγεθος και η μορφή της πόλης, και η σχεδιαζόμενη μετεγκατάσταση διαφόρων υπηρεσιών (αποσυμφορίζει την πόλη, δίνει την ευκαιρία για γενικότερες μεταβολές). Προσδοκώμενα αποτελέσματα από το Δίκτυο των Πράσινων Διαδρομών είναι: ο περιορισμός των μηχανοκίνητων μετακινήσεων και μείωση των αρνητικών επιπτώσεών τους, η αύξηση των μη μηχανοκίνητων μετακινήσεων, η λειτουργική διασύνδεση της πόλης με τους περιαστικούς οικισμούς, η αύξηση των δυνατοτήτων για ενεργητική αναψυχή και για έκφραση, η επαφή με την ύπαιθρο και τη φύση, η ποσοτική επαύξηση, ποιοτική αναβάθμιση και ενοποίηση των υφιστάμενων χώρων αστικού πρασίνου κα. Το Δίκτυο Περιαστικού Πρασίνου θα αγκαλιάζει συνολικά την πόλη, θα έχει σημαντικό οικολογικό ρόλο με τη δημιουργία ευρύτερων ενδιατημάτων για την πανίδα, θα διαχέει τα οφέλη του περιαστικού πρασίνου εντός του αστικού ιστού μέσω του αστικού δικτύου Πράσινων Διαδρομών, και θα είναι τέτοιας έκτασης που θα μπορεί ενδεχομένως να ξαναδώσει στην πόλη των Σερρών τον χαρακτήρα της «πράσινης πόλης» που είχε παλαιότερα (Πέννας, 2007 Δοξιάδης, κ.ά. 1970).

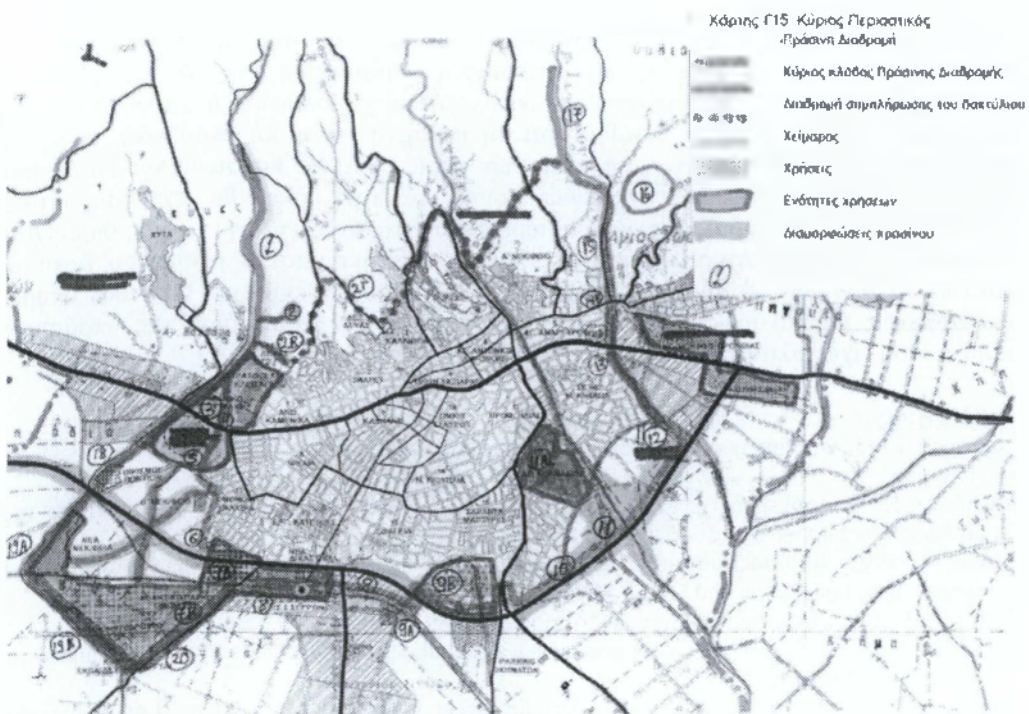
Βιβλιογραφία

- Ahern, J.,1995. Greenways as a planning strategy. *Landscape and Urban Planning*, 33 (1-3), 131-155
- Δοξιάδης, Κ., και συνεργάτες, 1970. Ρυθμιστικό σχέδιον και πρόγραμμα δια την ανάπτυξιν της πόλεως των Σερρών. Δήμος Σερρών, Σέρρες
- Fabos, J., 1995. Introduction and overview: the greenway movement, uses and potentials of greenways, *Landscape and Urban Planning*, 33, 401-413
- Πέννας, Π., 2007. Ιστορία των Σερρών. Δήμος Σερρών, Σέρρες
- Seams, R.M.,1995.The evolution of greenways as an adaptive urban landscape form. *Landscape and Urban Planning*, 33, 65-80
- Turner, T., 2006.Greenwayplanning in Britain:recent work and future plans. *Landscape and Urban Planning*, 76, 240-251

Walmsley, A., 1995. Greenways and the making of urban form. *Landscape and Urban Planning*, 33, 81-127



Σχ.1: Προτεινόμενο Δίκτυο Αστικών Πράσινων Διαδρομών



Σχ. 2: Ο Κύριος Περιαστικός Δακτύλιος

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ & ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΑΕΙΦΟΡΩΝ ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΣΕ ΕΠΑΡΧΙΑΚΑ ΑΣΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΕΛΑΣΣΟΝΙΤΗ ΠΟΤΑΜΟΥ

Α. Κανταρτζής¹, Α. Παπαδοπούλου², Α. Παπαδοπούλου³ και Ν. Αλέτρας⁴

¹Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Κωστακιοί Άρτας, ²Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, Αθήνα, ³Università di Camerino, Scuola di Architettura e Design, Ascoli Piceno, ⁴Δωροθέου 1α, Λάρισα.

Περίληψη

Αντικείμενο αλλά ταυτόχρονα και σκοπό της εργασίας αποτελεί η περιβαλλοντική προστασία και ανάδειξη παραποτάμιων περιοχών σε επαρχιακά αστικά κέντρα, χρησιμοποιώντας ως πεδίο εφαρμογής Αρχιτεκτονικής Τοπίου την περίπτωση του Ελασσονίτη ποταμού. Επιχειρείται διεξαγωγή έρευνας για την επίτευξη ουσιαστικής ένταξης του Ελασσονίτη ποταμού στον αστικό ιστό της Ελασσόνας με ταυτόχρονη διατήρηση και αναβάθμιση των οργανικών και περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών του. Τελικός στόχος είναι η εφαρμογή της αρχής της αειφορίας επιφέροντας αρμονική συνύπαρξη ανάμεσα στο φυσικό (Ελασσονίτης ποταμός) και ανθρωπογενές περιβάλλον (πόλη της Ελασσόνας) όχι μόνον σήμερα, αλλά και για τις γενιές που ακολουθούν. Η μεθοδολογία προσέγγισης της εργασίας απαρτίζεται από βιβλιογραφική έρευνα σε συνδυασμό με επιτόπου έρευνα πεδίου και σχεδιαστική πρόταση Αρχιτεκτονικής Τοπίου. Εξετάζονται: α) η διαχρονική σχέση Ποταμών-Πόλεων και η ιστορική εξέλιξή τους, β) το αειφόρο πλαίσιο διαχείρισης υδατικών πόρων γ) οι εναλλακτικές πρακτικές παρέμβασης στα ρέματα, δ) η αποκατάσταση και περιβαλλοντική διαχείριση των ποταμών σε παγκόσμια κλίμακα μέσα από παραδείγματα. Επιχειρείται σχεδιαστική πρόταση αειφόρου διαχείρισης, προστασίας και ανάδειξης του Ελασσονίτη Ποταμού στην πόλη της Ελασσόνας και διατυπώνονται συμπεράσματα που προκύπτουν ή απορρέουν από τις παρακάτω σχεδιαστικές παρεμβάσεις: α) η συνολική ενιαία αντιμετώπιση του ποταμού ως οργανωτικού στοιχείου της πόλης και η επανένταξή του στη ζωή της, β) η αποκατάσταση και αναθεώρηση της λειτουργικής και ζωτικής σχέσης του αστικού ιστού με τον υδάτινο άξονα και το φυσικό περιβάλλον και γ) η ανάδειξη του φυσικού υδάτινου άξονα μέσα στο ευρύτερο αστικό περιβάλλον σε όλα τα επίπεδα του σχεδιασμού.

Λέξεις κλειδιά

Αειφορία, φυσικό και ανθρωπογενές, περιβάλλον, διαχείριση υδατικών πόρων, παρέμβαση σε ρέματα, αποκατάσταση ποταμών,

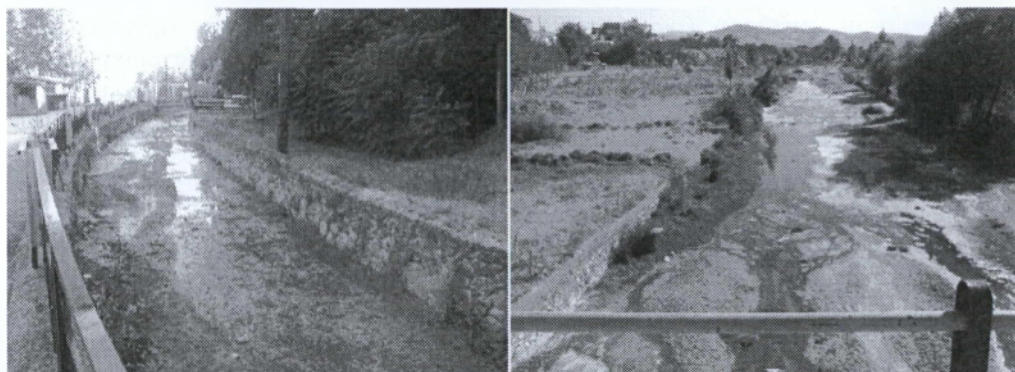
Εισαγωγή

Ανά τους αιώνες κάποιοι από τους μεγάλους πολιτισμούς στον κόσμο ιδρύθηκαν και άνθισαν δίπλα σε ποταμούς. Οι πρώτες αναφορές συναντώνται στην Παλαιά Διαθήκη, καθώς στην αρχαιότητα οι ποταμοί θεωρούνταν χώροι ιεροί, με έντονο θρησκευτικό χαρακτήρα (Ιλισσός, Κηφισός). Ταυτόχρονα, τα ρέματα αποτελούσαν κυρίως χώρους περιπάτου και αναψυχής. Από τα αρχαία χρόνια είναι αναγνωρισμένες οι οικονομικές αξίες τους: υδρευτική, αρδευτική, μεταφορική. Επαγωγικά, οι ανθρώπινες παρεμβάσεις που δέχθηκαν ήταν εντονότερες: μετατόπιση κοίτης, εκβαθύνσεις, εγκλιβωτισμός κοίτης, φράγματα, λιμάνια, εισροή λυμάτων. Ίσως, κανένα άλλο οικοσύστημα δεν έχει τροποποιηθεί περισσότερο από τις ανθρώπινες δραστηριότητες όσο οι ποταμοί, με

αποτέλεσμα την υποβάθμιση των οικοσυστημάτων τους και την ευρύτερη περιβαλλοντική υποβάθμιση σε επίπεδο πολεοδομικών συγκροτημάτων (Petts 1984).

Μεθοδολογία

Ως υπόθεση εργασίας διατυπώθηκε η διεξαγωγή έρευνας για την επίτευξη ουσιαστικής ένταξης του Ελασσονίτη ποταμού στον αστικό ιστό της Ελασσόνας με ταυτόχρονη διατήρηση και αναβάθμιση των οργανικών και περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών του. Στόχος είναι η εφαρμογή της αρχής της αειφορίας επιφέροντας αρμονική συνύπαρξη ανάμεσα στο φυσικό (Ελασσονίτης ποταμός) και ανθρωπογενές περιβάλλον (πόλη της Ελασσόνας) όχι μόνο σήμερα, αλλά και για τις γενιές που ακολουθούν. Η μεθοδολογία της εργασίας τεκμηριώνεται θεωρητικά με ανασκόπηση σχετικής βιβλιογραφικής έρευνας σχετικά με το νομικό και διοικητικό πλαίσιο διαχείρισης υδατικών πόρων σε ΕΕ, ΗΠΑ και Ελλάδα (Classer-Bauer 1993, Hynes 1970, Καραλή 2000) και αναζήτηση σχετικών μελετών περίπτωσης και συναφών θεμάτων μέσα από τη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία. Η βιβλιογραφική έρευνα συνδυάστηκε με επιτόπια έρευνα πεδίου προκειμένου να συγκεντρωθούν τεκμήρια για την καταγραφή, ανάλυση και σύνθεση της υπάρχουσας κατάστασης. Αξιολογήθηκε η περιβαλλοντική κατάσταση της περιοχής μελέτης (αστικοί και βιομηχανικοί ρυπαντές (Εικ. 1, 2), υδατικό δυναμικό, φυτεύσεις, κ.λ.π.) και επιχειρήθηκε παράθεση προτάσεων διαχείρισης και περιβαλλοντικής αποκατάστασης του Ελασσονίτη ποταμού (Σχ. 1).

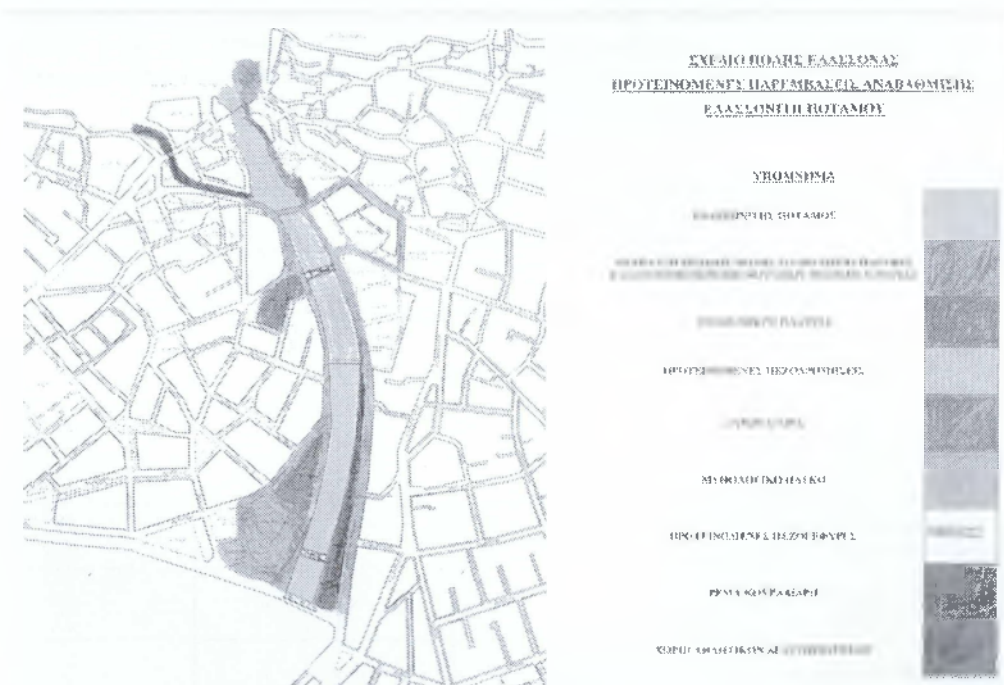


Εικόνες 1, 2: Προβλήματα ρύπανσης του ποταμού.

Αποτελέσματα

Η περιβαλλοντική αποκατάσταση και η ολοκληρωμένη αειφορική διαχείριση του Ελασσονίτη ποταμού μπορεί να επιτευχθεί όταν: α) αυτή γίνει σε επίπεδο λεκάνης απορροής και όχι μόνο για το τμήμα του ποταμού που διαρρέει τον αστικό ιστό, β) υπάρξει πολιτική βούληση και κοινωνική συναίνεση για την επίλυση των προβλημάτων με όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, γ) υπάρξει λήψη δραστικών μέτρων (αποχετευτικά συστήματα, βιολογικοί καθαρισμοί, αυστηρές ποινικές κυρώσεις για βιομηχανικά απόβλητα) για την υποχώρηση της ρύπανσης, δ) υπάρξει εκπόνηση άρτιων επιστημονικών μελετών των οποίων η τελική μορφή αποκατάστασης μπορεί να συνδυάζει φυσικά και τεχνητά τμήματα για την αποτροπή πλημμυρικών φαινομένων, την προστασία από φερτά υλικά και τη διάβρωση σε συνδυασμό με την αποκατάσταση του φυσικού τοπίου και τις κατά μήκος και εγκάρσιες συνδέσεις με το δίκτυο κυκλοφορίας των πεζών, προκειμένου το ποτάμι να λειτουργεί ως ενοποιητικό στοιχείο των περιοχών που διασχίζει. Προτείνεται η σύσταση Επιτροπής Εκπροσώπων Ολοκληρωμένης Αειφορικής Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ελασσονίτη Ποταμού

(Επαρχείο Ελασσόνας, Δήμοι Ολύμπου, Ελασσόνας & Ποταμιάς, Περιφέρεια Θεσσαλίας, ΥΠΕΚΑ,ΥΓΦΠΠ) που σε συνεργασία με ειδικές επιστημονικές ομάδες και με αντιπροσωπευτικές ομάδες δημοτών μπορούν να καθορίζουν το χαρακτήρα και το περιεχόμενο των παρεμβάσεων, όπως αυτές διαφαίνονται στο παρακάτω σχήμα 1.



Σχήμα 1: Προτεινόμενες παρεμβάσεις αναβάθμισης Ελασσονίτη ποταμού.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Το εναλλακτικό σενάριο με τίτλο “Ολοκληρωμένη αειφορική διαχείριση λεκάνης απορροής Ελασσονίτη ποταμού” (Πιν. 1) θα δημιουργήσει μια σειρά ζητημάτων περιβαλλοντικής αξιολόγησης για τις επιπτώσεις στην κοινωνία της περιοχής, αφού πολίτες με κριτήριο το οικονομικό συμφέρον, θα προτιμούσαν να συνεχιστεί το σενάριο της υπάρχουσας κατάστασης. Στον πίνακα συμβολίζεται η θετική, αρνητική και μάλλον θετική επίδραση του σεναρίου διαχείρισης. Σε αυτό το σενάριο (Πιν. 1), οι επιχειρηματίες και οι αγρότες αναμένεται να αντιμετωπίσουν αρνητικά την εφαρμογή της προτεινόμενης λύσης για διαχείριση του ποταμού, επειδή η υφιστάμενη κατάσταση επιτρέπει σ’ αυτές τις δύο ομάδες να ακολουθούν μέχρι τώρα μια πολιτική η οποία δεν ελάμβανε καθόλου υπόψη το φυσικό περιβάλλον με αποτέλεσμα κάθε λογής απόβλητα να καταλήγουν στον ποταμό και να δημιουργούν μια αφόρητη κατάσταση. Εάν εφαρμοστεί η προτεινόμενη λύση τότε οι βιομηχανίες επεξεργασίας γάλακτος θα αναγκαστούν να σχεδιάσουν λύσεις μεταφοράς των αποβλήτων, που μεταφράζεται σε αύξηση των εξόδων τους. Οι αυστηροί έλεγχοι στη ρίψη των φυτοφαρμάκων και κτηνοτροφικών αποβλήτων θα οδηγήσουν σε μια ορθολογική και με περιβαλλοντικές προοπτικές, εφαρμογή αγροτικών εργασιών. Σε ότι αφορά τους δημότες, τους ξενοδόχους και γενικότερα τους δήμους που καλύπτονται από την επιφάνεια λεκάνης απορροής του Ελασσονίτη ποταμού, τα προτεινόμενα μέτρα αναμένεται, σε γενικές γραμμές, να τους επηρεάσουν θετικά. Η σταδιακή μείωση της μόλυνσης του ποταμού, η επαναφορά της οικολογικής ισορροπίας, η αισθητική ανάπτυξη της περιοχής, η

ενδεχόμενη αύξηση του τουρισμού και η δημιουργία βασικών δικτύων υποδομής είναι σίγουρο ότι θα ανεβάσουν το επίπεδο ζωής και τις οικονομικές απολαβές της πόλης. Τα αυστηρότερα μέτρα ελέγχου οικιστικής ανάπτυξης και η αύξηση των τιμών του νερού είναι προφανές ότι θα αντιμετωπιστούν με δυσαρέσκεια από όλους τους αποδέκτες. Στην περίπτωση που συνεχιστεί η υφιστάμενη κατάσταση είναι σαφές ότι οι βιομηχανίες και οι αγρότες θα μείνουν ικανοποιημένοι αφού θα συνεχίσουν να ρυπαίνουν ανεξέλεγκτα τον Ελασσονίτικο ποταμό σε αντίθεση με τους άλλους αποδέκτες (δημότες, ξενοδόχοι, υπόλοιποι δήμοι) οι οποίοι θα υποστούν τις αρνητικές επιπτώσεις της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος.

Πίνακας 1: Ολοκληρωμένη αιεφορική διαχείριση λεκάνης απορροής Ελασσονίτη ποταμού.

ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ/ ΕΠΗΠΤΩΣΕΙΣ	Επιχειρηματίες ταρρακομικών και γαλακτοκομικών προϊόντων	Αγρότες και κτηνοτρόφοι	Δημότες	Ξενοδόχοι και τουριστικές επιχειρήσεις	Δήμοι που καλύπτονται από τη λεκάνη απορροής Ελασσονίτικου ποταμού
Στοδιακή μείωση της μόλυνσης και βελτίωση της ποιότητας ζωής με την απαγόρευση ρύπανσης στερωών και υγρών αποβλήτων στην λεκάνη απορροής του ποταμού (βιομηχανικά και αστικά λύματα, υπόβλητα ζώων, φυτοφάρμακα, κ.λπ.)	-	-	+	+	+
Επαναφορά οικολογικής ισορροπίας	-	-	+(?)	+(?)	+(?)
Αισθητική ανάπτυξη της περιοχής	-	-	+	+	+
Αύξηση του τουρισμού	-	-	+	+	+
Αυστηρότερα μέτρα ελέγχου της οικιστικής ανάπτυξης	-	-	-	-	+
Αύξηση των τιμών του νερού	-	-	-	-	+
Δημιουργία δικτύων υποδομής (βιολογικός καθαρισμός, ΧΥΤΑ, σύγχρονα δίκτυα αποχέτευσης, κ.λπ.)	-	-	+	+	+

Βιβλιογραφία

- Classer-Bauer, I. 1993. Different approaches to water: The «Reductionism» and the «Holistic» Approach. UNESCO, UNEP, VWB, Berlin
- Hynes, H.B.N. 1970. Ecology of Running Waters. University of Toronto Press, Toronto
- Petts, G.E., 1984. Impounded Rivers, John Wiley, Chichester
- Καραλή, Μ., 2000. Παρεμβάσεις στα ρέματα. Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ *Felicia amelloides* L. ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΕΚΤΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΦΥΤΟΔΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Α. Τασούλα και Μ. Παπαφωτίου

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, ¹Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ²Εργαστήριο Φυσιολογίας & Μορφολογίας Φυτών, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

Περίληψη

Έχοντας ως στόχο τη μείωση του βάρους ενός φυτοδώματος και της ποσότητας του απαιτούμενου νερού άρδευσης, μελετήθηκε η καταλληλότητα της *Felicia amelloides* L. (φελίτσια) για χρήση σε εκτατικού ή ημικτατικού τύπου φυτοδώματα της Αττικής. Έρριζα μοσχεύματα φυτεύτηκαν Ιούλιο σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών σε δύο υποστρώματα ανάπτυξης βάρους 10 cm, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v) ή όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, κάθε 5 ημέρες (κανονική) και κάθε 7 ημέρες (αραιή). Εννέα μήνες μετά, διαπιστώθηκε ότι η ανάπτυξη των φυτών ήταν μεγαλύτερη στο εδαφικό υπόστρωμα, ενώ περισσότερα άνθη σχηματίστηκαν στο υπόστρωμα χωρίς έδαφος. Αξιοσημείωτο είναι ότι η καλλιέργεια σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος (ελαφρύτερο υπόστρωμα) και αραιή άρδευση έδωσε παρόμοια τελική διάμετρο φυτού με την καλλιέργεια σε υπόστρωμα με έδαφος και κανονική άρδευση. Επίσης τα δύο είδη υποστρώματος έδωσαν παρόμοιο αριθμό βλαστών, όταν αρδεύονταν αραιά. Επομένως, η φελίτσια μπορεί να φυτευτεί σε εκτατικού ή ημικτατικού τύπου φυτοδώματα στις ξηροθερμικές συνθήκες της Αττικής, σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και με αραιή άρδευση, μειώνοντας τοιούτοτρόπως το βάρος της κατασκευής και την υδατοκατανάλωση.

Λέξεις κλειδιά: Φελίτσια, ταρατσόκηποι, υπόστρωμα καλλιέργειας, κομπόστα στεμφύλων, ελαφρόπετρα, μειωμένη άρδευση.

Εισαγωγή

Η Αθήνα όπως και οι περισσότερες μεσογειακές πόλεις, επεκτάθηκε γύρω από το ιστορικό της κέντρο, με αποτέλεσμα να στερείται αστικού πρασίνου. Η εγκατάσταση φυτοδωμάτων θα μπορούσε να αλλάξει το σκηνικό, αλλά και να επιφέρει πλήθος ωφέλιμων αλλαγών για τους πολίτες (Benvenuti & Bacci, 2010, Fioretti κ.ά., 2010, Savi κ.ά., 2013). Η ιδέα των φυτεμένων δωμάτων ως φίλτρα και πνεύμονες πρασίνου μέσα στον αστικό ιστό (Getter κ.ά., 2009, Li κ.ά., 2010), κερδίζει συνεχώς έδαφος και στην Αττική (Spala κ.ά., 2008), όπως άλλωστε και σε πολλά μέρη στον κόσμο (Peck, 2012).

Οι πράσινες στέγες αποτελούν πολύτιμη τεχνολογία για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της αστικοποίησης (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Το φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας λειτουργώντας ως παγίδα για τους ατμοσφαιρικούς ρύπους, υπονομεύει την ποιότητα της ζωής κι έχει κοινωνικοοικονομικό αντίκτυπο στις αστικές περιοχές. Για το λόγο αυτό αποτελεί δημοφιλές πεδίο έρευνας, ιδίως την τελευταία δεκαετία (Santamouris, 2007, Ouldboukhitine κ.ά., 2014, Schweitzer & Erell, 2014). Πολλοί ερευνητές ασχολούνται με την εύρεση κατάλληλων φυτικών ειδών που θα ενισχύσουν τα φυτοδώματα με την αντοχή τους στις αντίξοες συνθήκες ανάπτυξης που υπάρχουν σε αυτά, την

καλλωπιστική τους αξία και την προσφορά τους στη βιοποικιλότητα (Monterusso κ.ά., 2005, Nektarios κ.ά., 2011, Parafotiou κ.ά., 2012, 2013).

Η *Felicia amelloides* L. (φελίτσια, ή μπλε μαργαρίτα), της οικογένειας Asteraceae (Compositae), κατάγεται από τη Νότια Αφρική (Grau, 1973), είναι μια πανέμορφη πόα παράκτιων περιοχών (Cullen, 2000), που επιβιώνει στις αμμώδεις εκτάσεις και ως εκ τούτου χρησιμοποιείται ως σταθεροποιητής των αμμόλοφων (Batten & Bokelman, 1966). Είναι αγαπητή στην εντομοπανίδα όπως μέλισσες, σφήκες, πεταλούδες, θρίπες κ.ά. (Cullen, 2000), άρα υποστηρίζει και ενισχύει τη βιοποικιλότητα. Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η δυνατότητα χρήσης της φελίτσias σε εκτατικού ή ημικτατικού τύπου φυτοδώματα, λόγω της αντοχής της σε ξηροθερμικές συνθήκες, αλλά και της μεγάλης καλλωπιστικής και οικολογικής της αξίας με ταυτόχρονη μείωση του βάρους του φυτοδώματος και της ποσότητας του απαιτούμενου νερού άρδευσης.

Υλικά και Μέθοδοι

Έρριζα μοσχεύματα *F. amelloiodes* L. (Marigold plants A.E.) φυτεύτηκαν το 1^ο δεκαήμερο του Ιουλίου 2011 σε πλαστικά κιβώτια 40 cm x 60 cm (δύο φυτά ανά κιβώτιο, τέσσερα κιβώτια ανά επέμβαση), με σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος ήτοι υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης, αποστραγγιστικό στοιχείο και διηθητικό φύλλο (ZipCo S.A.). Χρησιμοποιήθηκαν δύο υποστρώματα ανάπτυξης, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v, μάρτυρας) ή όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Το βάθος του υποστρώματος ήταν 10 cm. Οι μεταχειρίσεις του πειράματος περιελάμβαναν τα δύο είδη υποστρώματος και δύο συχνότητες άρδευσης κατά τη θερινή περίοδο, ήτοι κάθε 5 ημέρες η κανονική και κάθε 7 ημέρες η αραιή. Η άρδευση γινόταν μέχρι απορροής, με αυτόματο σύστημα, με δύο επιφανειακούς σταλάκτες ανά κιβώτιο. Έγινε μία εφαρμογή λίπανσης δύο εβδομάδες μετά την εγκατάσταση του πειράματος με πλήρες λίπασμα (Nutrileaf 60, 20-20-20; Miller Chemical and Fertilizer Corp., Hanover, PA, USA). Τα κιβώτια τοποθετήθηκαν σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του 1^{ου} ορόφου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Το πείραμα διήρκεσε 9 μήνες.

Στο τέλος του πειράματος (Απρίλιος 2012) αξιολογήθηκε η ανάπτυξη του ύψους και της διαμέτρου (μέσος όρος της μεγαλύτερης διαμέτρου κόμης και της κάθετης σε αυτή) των φυτών, ενώ μετρήθηκαν επίσης ο αριθμός των πλάγιων βλαστών και των ανθέων.

Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με μονοπαραγοντική ή διπαραγοντική ανάλυση της διασποράς και οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με το Student's *t*, σε $P < 0,05$.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Βάσει των διπαραγοντικών αναλύσεων των αποτελεσμάτων, το ύψος, η διάμετρος και ο αριθμός των βλαστών των φυτών στο τέλος του πειράματος ήταν μεγαλύτερα στο υπόστρωμα με έδαφος, ενώ περισσότερα άνθη σχηματίστηκαν στο υπόστρωμα χωρίς έδαφος (Πίν.1). Η συχνότητα άρδευσης δεν επηρέασε την ανάπτυξη των φυτών, όπως έχει δείχθει και για άλλα ανθεκτικά στην ξηρασία είδη φυτών (Nektarios κ.ά., 2011, Parafotiou κ.ά., 2013).

Τα δύο είδη υποστρώματος έδωσαν παρόμοιο αριθμό βλαστών, όταν αρδεύονταν αραιά, ενώ αξιοσημείωτο είναι ότι η καλλιέργεια σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος (ελαφρύτερο υπόστρωμα) και αραιή άρδευση έδωσε παρόμοια τελική διάμετρο φυτού με την καλλιέργεια σε υπόστρωμα με έδαφος και κανονική άρδευση (Πίν. 2). Η χρήση κομπόστας στεμφύλων πιθανόν να συνετέλεσε σε αυτό το αποτέλεσμα, καθώς έχει δείχθει σε προηγούμενα πειράματα, ότι αραιή άρδευση σε συνδυασμό με τη χρήση αυτή

της κομπόστας έδωσε ικανοποιητική ανάπτυξη σε ξηροφυτικά Μεσογειακά είδη που αναπτύσσονται σε εκτατικού τύπου φυτοδώμα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Ραφαφοτίου κ.ά., 2012, 2013). Η υψηλή περιεκτικότητα σε Κ της κομπόστας στεμφύλων (Ραφαφοτίου κ.ά., 2013) πιθανώς ήταν καθοριστική για την ανάπτυξη των φυτών, συντελώντας στο να ανταπεξέλθουν στις αντίξοες ξηροθερμικές συνθήκες του φυτοδώματος (Cakmak, 2005).

Σε όλες τις επεμβάσεις η φελίτσια ανέπτυξε ομοιόμορφη σφαιρική κόμη (όχι ιδιαίτερα μεγάλου ύψους) και μεγάλης διάρκειας ανθοφορία με μεγάλη επισκεψιμότητα από έντομα (δεν δίνονται δεδομένα). Άρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εκτατικού ή ημικεκτατικού τύπου φυτοδώματα στις ξηροθερμικές συνθήκες της Αττικής, με υπόστρωμα μικρού βάθους, χωρίς έδαφος, και υπό αραιή άρδευση, συντελώντας σε ελαφρύτερη κατασκευή του φυτεμένου δώματος και χαμηλή υδατοκατανάλωση.

Πίνακας 1. Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) στην υπέργεια ανάπτυξη των φυτών στο τέλος του πειράματος (Απρίλιος 2012).

Επεμβάσεις	Αριθμός βλαστών	Αριθμός ανθέων	Τελικό ύψος (cm)	Τελική διάμετρος (cm)
Φυποστρ.	*	*	*	*
Άρδ.	NS	NS	NS	NS
Φυπ. Χ άρδ.	NS	NS	NS	NS
ε	36,1 a	24,1 b	21,9 a	21,0 a
χε	26,3 b	62,7 a	16,1 b	18,0 b
α	31,2 a	43,5 a	19,6 a	20,2 a
κ	31,2 a	43,3 a	18,4 a	18,7 a

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες ανά παράγοντα με LSD, $P \leq 0,05$.

Πίνακας 2. Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος στην τελική διάμετρο των φυτών, καθώς και στον αριθμό των βλαστών (Απρίλιος 2012).

Επέμβαση	Τελική διάμετρος (cm)	Αριθμός βλαστών
ε/α	22,1 a	35,4 ab
ε/κ	19,9 ab	36,9 a
χε/α	18,3 b	27,0 b
χε/κ	17,6 b	25,6 b

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες με LSD, $P \leq 0,05$.

Βιβλιογραφία

Batten, A. and Bokelman, H. 1966. Wild flowers of the eastern Cape Province. Books of Africa. Cape Town.

- Benvenuti, S. and Bacci, D. 2010. Initial agronomic performances of Mediterranean xerophytes in simulated dry green roofs. *Urban Ecosyst.* 13: 349-363.
- Cullen, J. 2000. *Felicia*. European Garden Flora – v 6, Cambridge University Press. pp: 583-585.
- Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168: 521-530.
- Fioretti, R., Palla, A., Lanza, L. G. and Principi, P. 2010. Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate. *Build. Environ.* 45: 1890-1904.
- Grau, J. 1973. *Felicia amelloides*. The flowering plants of Africa 42: 1645.
- Getter, K.L., Rowe, D.B., Robertson, G.P., Cregg, B.M. and Andersen, J.A. 2009. Carbon sequestration potential of extensive green roofs. *Environ. Sci. Technol.* 43: 7564-7570.
- Li, J., Wai, O.H.W., Li, Y.S., Zhan, J., Ho, Y.A., Li, J. and Lamn, E. 2010. Effect of green roof on ambient CO₂ concentration. *Build. Environ.* 45: 2644-2651.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*. Washington, D.C.: World Resources Institute.
- Monterusso, M.A., Rowe, D.B. and Rugh, C.L. 2005. Establishment and persistence of *Sedum* spp. and native taxa for green roof applications. *Hortscience* 40: 391-396.
- Nektarios, P.A., Amountzias, I., Kokkinou, I., and Ntoulas, N. 2011. Green roofs substrate type and depth affect the growth of native species *Dianthus fruticosus* under reduced irrigation regimens. *Hortscience* 46(8): 1208-1216.
- Ouldboukhitine, S.E., Belarbi, R. and Sailor, D.J. 2014. Experimental and numerical investigation of urban street canyons to evaluate the impact of green roof inside and outside buildings. *Appl. Energ.* 114: 273-282.
- Papafotiou, M., Pergialioti, N., Papanastassatos, E.A., Tassoula, L., Massas, I., and Kargas, G. 2012. Effect of Substrate Type and Depth and the Irrigation Frequency on Growth of Semiwoody Mediterranean species in Green Roofs. *Acta Hort.* 990: 481-486.
- Papafotiou, M., Pergialioti, N., Tassoula, L., Massas, I. and Kargas, G. 2013. Growth of native aromatic xerophytes in an extensive Mediterranean green roof, as affected by substrate type and depth and irrigation frequency. *Hortscience* 48(10): 1327-1333.
- Scrivens, S. 1990. Urban landscape and roof gardens. In: Clouston, B. (ed.), *Landscape design with plants*. 2nd Ed. Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford, U.K., p. 131-151.
- Peck, S.W. 2012. Green roof industry begins era of triple digit growth! Toronto: Living Architecture Monitor. *Green roofs for Healthy Cities*.
- Santamouris, M. 2007. Heat island research in Europe - the state of the art. *ADV Build. Energy Res.* 1(1): 123-150.
- Savi, T., Andri, S. and Nardini, A. 2013. Impact of different green roof layering on plant water status and drought survival. *Ecol. Eng.* 57: 188-196.
- Schweitzer, O., and Erell, E. 2014. Evaluation of the energy performance and irrigation requirements of extensive greenroofs in a water-scarce Mediterranean climate. *Energy. Buildings* 68(A): 25-32.
- Spala, A., Bagiorgas, H.S., Assimakopoulos, M.N., Kalavrouziotis, J., Matthiopoulos, D. and Mihalakakou, G. 2008. On the green roof system. Selection, state of the art and energy potential investigation of a system installed in an office building in Athens, Greece. *Renew. Energ.* 33(1): 173-177.

ΤΟ ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΩΣ ΜΕΣΟΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕΓΑΡΩΝ

Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου και Α. Σάλτα

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Οι ανενεργοί σιδηροδρομικοί σταθμοί της Ελλάδας, διάσπαρτοι σε όλη αποτελούν «μνημεία» της σύγχρονης πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας μας. Ο σιδηροδρομικός σταθμός των Μεγάρων κατασκευάστηκε το 1886 ως ενδιάμεσος σταθμός των Σιδηροδρόμων Πελοποννήσου (ΣΠΑΠ) που συνέδεαν τον Πειραιά και την Αθήνα με την Ν. Ελλάδα και διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στο εμπόριο και τις μετακινήσεις μέχρι το 2005 οπότε και διεκόπη η λειτουργία του. Ο παλιός σιδηροδρομικός σταθμός των Μεγάρων περιβάλλεται από χώρο 13^{ου} περίπου στρεμμάτων και βρίσκεται στο κέντρο της πόλης σε επαφή στη κεντρική πλατεία όπου πιθανολογείται η ύπαρξη ναού του Απόλλωνα. Σκοπός της μελέτης είναι η ανάπλαση του χώρου ώστε να ενταχθεί στη ζωή της πόλης και να αξιοποιηθεί από τους κατοίκους της. Μετά από αποτύπωση του εν λόγω χώρου την καταγραφή και αξιολόγηση του φυτικού υλικού, προτείνεται η ενίσχυση της υπάρχουσας βλάστησης, η οποία είναι τυχαία και διάσπαρτη, με σκοπό την ανάδειξή του. Ο σχεδιασμός και η σύνθεση του φυτικού υλικού, έγινε λαμβάνοντας υπόψη την ιστορικότητα του χώρου, επιλέγοντας φυτά συνδεδεμένα με τους αρχαίους χρόνους και με είδη ως επί το πλείστον ιθαγενή. Επίσης προτείνεται η αξιοποίηση του κτίσματος του σιδηροδρομικού σταθμού, για τη δημιουργία ιστορικού θεματικού μουσείου, καθώς και παλαιών τμημάτων συρμών, ως μουσειακό υλικό, ενσωματωμένο σε ένα είδος υπαίθριου θεματικού πάρκου, με στόχο την αναβίωση του χώρου.

Λέξεις κλειδιά: γραμμικά πάρκα, πολιτισμικά τοπία, σχεδιασμός χώρου, βοτανικός κήπος.

Εισαγωγή

Οι παλαιοί σιδηροδρομικοί σταθμοί εντός αστικών και περιαστικών περιοχών, είναι κτίρια με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τυπολογία αποτελούν χαρακτηριστικά δείγματα σύγχρονης πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας μας που αποτυπώνουν την ιστορική, πολιτιστική, κοινωνική και οικονομική εξέλιξη της Ελλάδας (Πιπίνης 2005). Ιδιαίτερη σημασία έχουν οι παλαιοί σιδηροδρομικοί σταθμοί, που βρίσκονται εντός του αστικού ιστού, οι οποίοι θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για δημιουργία χώρων πρασίνου με πολλαπλά οφέλη για το κοινωνικό σύνολο. Τα τελευταία χρόνια η φιλοσοφία της αξιοποίησης εγκαταλελειμμένων σιδηροδρομικών γραμμών και εγκαταστάσεων και η αναμόρφωσή τους σε θεματικά πάρκα έχει εκφραστεί διεθνώς, με ενδεικτικές αναφορές την Promenade Plantée στο Παρίσι, ως το πρώτο γραμμικό πάρκο μήκους 4,67 km, που κατασκευάστηκε σε εγκαταλελειμένο δίκτυο σιδηροδρομικών γραμμών και εγκαινιάστηκε το 1993 (Δ1) και μεταγενέστερα το 2009, το υπερυψωμένο γραμμικό πάρκο High Line που κατασκευάστηκε επίσης σε γραμμές πρώην εμπορικού σιδηροδρόμου στο Μανχάταν στη Νέα Υόρκη (Δ2). Στην Ελλάδα το δημοτικό πάρκο σιδηροδρόμων Καλαμάτας είναι το μοναδικό παράδειγμα που αποτελεί υπαίθριο μουσείο για τους σιδηρόδρομους ενώ γίνονται προσπάθειες ανάπλασης και αξιοποίησης

του παλαιού σιδηροδρομικού σταθμού Αγ. Διονυσίου στο Πειραιά χαρακτηριστικό δείγμα της κομψής Γαλλικής σιδηροδρομικής αρχιτεκτονικής με το ρολόι στη σοφίτα, με σκοπό την ανάδειξη της μεγάλης πολιτιστικής κληρονομιάς και της διαδρομής του σιδηροδρόμου στη περιοχή (Σκουλάς 1997; Δ3; Δ4). Ο σιδηροδρομικός σταθμός των Μεγάρων κατασκευάστηκε το 1886 ως ενδιάμεσος σταθμός μετά την Ελευσίνα, της επέκτασης της σιδηροδρομικής γραμμής που συνέδεε τον Πειραιά και την Αθήνα με την Ν. Ελλάδα (ΣΠΑΠ), υπήρξε τοπόσημο της πόλης όπως άλλωστε όλοι οι σιδηροδρομικοί σταθμοί και διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στο εμπόριο και την τοπική κοινωνία συμβάλλοντας στις μετακινήσεις, τις συναντήσεις και τις συναλλαγές των πολιτών. Το κτίριο του σιδηροδρομικού σταθμού των Μεγάρων είναι απλό, συμπαγές, με λιτό νεοκλασικό ύψος, αναγνωρίσιμο, αναπτύσσεται σε δύο κτίρια στο ισόγειο, σε έκταση ανάλογο του πληθυσμού που εξυπηρετούσε και αποτελεί χαρακτηριστικό δείγμα των σιδηροδρομικών σταθμών Πελοποννήσου (ΣΠΑΠ), οι οποίοι καθιέρωσαν ένα δικό τους ιδιαίτερο τύπο που εντάχτηκε με επιτυχία στο φυσικό χώρο (Σκουλάς 1997; Πιπίνης 2005). Κοντά στην αποβάθρα δε διατηρείται ο υδατόπυργος, χαρακτηριστικό κτίσμα των περισσότερων σιδηροδρομικών σταθμών. Η λειτουργία του διεκόπη το 2005, με την έναρξη λειτουργίας του προαστιακού Σιδηροδρόμου και τη μεταφορά του σταθμού εκτός πόλης, οπότε ο χώρος αδρανοποιήθηκε και σταδιακά μετατράπηκε σε υπαίθριο χώρο αποθήκευσης παλαιών τμημάτων αμαξοστοιχιών δίδοντας εικόνα εγκατάλειψης και ερήμωσης. Ο υπό μελέτη χώρος βρίσκεται στο κέντρο της πόλης, το οποίο χαρακτηρίζεται από πυκνή δόμηση και απουσία πρασίνου, εφάπτεται δε της κεντρικής πλατείας των Μεγάρων. Από περιγραφές του Πανσανία (Αττικά) πιθανολογείται η ύπαρξη Ναού του Απόλλωνα στο Βορειοδυτικό όριο του Σιδηροδρομικού σταθμού που αποτελεί και σύνορο με την πλατεία.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην ανάδειξη και αξιοποίηση του χώρου του παλαιού σιδηροδρομικού Μεγάρων σε ένα δημόσιο θεματικό πάρκο, την ενοποίησή του με την κεντρική πλατεία, την αναβίωση του χώρου και την ένταξή του στη ζωή του πόλης. Η ανάπλαση του σιδηροδρομικού σταθμού μεγάρων θα συμβάλλει επίσης στην αύξηση του δημοτικού πρασίνου δεδομένου ότι η πόλη αν και διαθέτει αξιόλογη επιφάνεια κοινόχρηστων χώρων σε αυτούς επικρατούν τα δομικά υλικά και το πράσινο είναι πολύ περιορισμένο με χαμηλές φυτεύσεις.

Μεθοδολογία

Ο περιβάλλον χώρος του Σιδηροδρομικού Σταθμού Μεγάρων, έχει μήκος 300 m, πλάτος περίπου 45m και εμβαδόν 13.000 m² και περιβάλλεται Νότια, Δυτικά και Βόρεια, από βασικές κυκλοφοριακές αρτηρίες των Μεγάρων ενώ Βορειοανατολικά συνορεύει με την κεντρική πλατεία της πόλης. Στο χώρο μετά τον τερματισμό λειτουργίας του σιδηροδρομικού σταθμού, έχουν παραμείνει οι σιδηροδρομικές γραμμές (μία κεντρική και τρεις βοηθητικές), οι αποβάθρες, τμήματα εμπορικών αμαξοστοιχιών (14 συνολικά βαγόνια τύπου φορτάμαξας), μία παλαιά ατμομηχανή που χρονολογείται στο 1910 και αποτελεί μουσειακό υλικό (ανήκει στο Μουσείο Σιδηροδρόμων της Αθήνας) και τα κτίρια του σταθμού (συνολικού εμβαδού 125 m²). Ο υπό μελέτη χώρος χρησιμοποιείται σπάνια και μόνο για την διέλευση πεζών προς τη παρακείμενη κεντρική πλατεία μολονότι βρίσκεται στο κέντρο της πόλης. Η σταδιακή εγκατάλειψη του χώρου έχει ως συνέπεια την διαμόρφωση εικόνας ερήμωσης η οποία σε συνδυασμό με την απουσία οριοθέτησης του χώρου και φωτισμού αποτρέπει τη χρήση του χώρου από τους περιοίκους ιδιαίτερα τις απογευματινές και βραδινές ώρες.

Στο μελετώμενο χώρο έγινε λεπτομερής καταγραφή του υφιστάμενου πρασίνου, το οποίο αποτελείται αποκλειστικά από δένδρα μεγάλης ηλικίας (πιθανώς τα περισσότερα από φυτεύσεις την περίοδο του μεσοπολέμου), τοποθετημένα με τυχαίο τρόπο, κοντά

στα όρια του οικοπέδου. Τα δένδρα είναι μη αρδευόμενα, και πολύ καλά προσαρμοσμένα στις τοπικές συνθήκες. Καταγράφηκαν συνολικά 88 δένδρα τα περισσότερα *Cupressus sempervirens*, *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus rostrata* και *Pinus halepensis*, οι ακριβείς θέσεις των οποίων για κάθε είδος αποτυπώνεται στο σχέδιο υφιστάμενης κατάστασης (Εικ.1).

Για τη διαμόρφωση του χώρου υιοθετήθηκε ο γραμμικός σχεδιασμός όπως αυτός απαγορεύεται από τη μορφή του χώρου και καθορίστηκαν οι άξονες σχεδίασης λαμβάνοντας υπόψη την ενοποίησή του με την παρακείμενη πλατεία (Εικ.1).

Πρόταση

Βασική ιδέα της διαμόρφωσης του χώρου ήταν αυτός να λειτουργήσει ως πόλος έλξης των κατοίκων της πόλης ώστε να επιτευχθεί η αξιοποίησή του και η ένταξή του στη ζωή της πόλης. Για το λόγο αυτό η διαμόρφωση του χώρου είναι θεματική με κεντρικά σημεία την εκατονταετή χρήση του Σιδηροδρομικού σταθμού και την ανάδειξη της ιστορικότητας του χώρου, η οποία αποτυπώθηκε στη παρακείμενη πλατεία με αναπαράσταση τμήματος των κιόνων του αρχαίου ναού του Απόλλωνα.

Ο γραμμικός σχεδιασμός ως βασική αρχή και η διατηρούμενη βασική σιδηροδρομική γραμμή συμβάλλει στη διατήρηση του χαρακτήρα του χώρου και της προηγούμενης χρήσης του, ενώ λειτουργεί ως ένα ισχυρό οπτικό μέσο προσανατολισμού και κίνησης για τον επισκέπτη. Η σιδηροδρομική γραμμή διατηρήθηκε ως βασικό θεματικό στοιχείο και ως κύριος άξονας σχεδίασης και γύρω από αυτόν διάφορες θεματικές διαμορφώσεις όπου τονίζεται ο χαρακτήρας και χρήσεις του χώρου (αναψυχή, ιστορικές μνήμες από τραίνο, περίπατος, ξεκούραση, περίσκεψη, αναψυκτήριο, λίμνες νερού, μουσείο, παιδότοπος κ.λ.π.). Η σύνδεση με την παρακείμενη πλατεία επιτυγχάνεται με τη διατήρηση δυο βασικών αξόνων βορρά – νότου και δύσης – ανατολής οι οποίοι επεκτείνονται, διεισδύουν μέσα στον υπό μελέτη χώρο, 'ανακαλύπτουν' τις διαμορφώσεις του και τον διαπερνούν τελικά πέρα από τα όρια του διασφαλίζοντας και τις προσπελάσεις με το εγγύς αστικό περιβάλλον (Εικ. 1).

Το φυτικό υλικό παίζει σημαντικό ρόλο στην υλοποίηση της πρότασης. Επιλέχθηκαν φυτικά είδη ως επί το πλείστον ιθαγενή αλλά και επιγενή με καλή προσαρμογή στις τοπικές συνθήκες. Ιδιαίτερη δε έμφαση δόθηκε στη σύνθεση του φυτικού υλικού έτσι ώστε μέσω αυτού να επιτευχθεί όχι μόνο αισθητικό αλλά και λειτουργικό αποτέλεσμα. Γενικά μέσω του φυτικού υλικού επιτυγχάνεται:

Η προβολή ανάδειξη του χαρακτήρα του χώρου και του κτηρίου του σιδηροδρομικού σταθμού και άλλων χαρακτηριστικών στοιχείων, με επιλογή κυρίως υψηλών αειθαλών ειδών (δένδρων και θάμνων) που λειτουργούν ως φόντο.

Η ανάδειξη της ιστορικότητας του χώρου η οποία ενισχύεται με την επιλογή και σύνθεση φυτικών ειδών με συμβολική και ιστορική σημασία (δάφνη Απόλλωνος, ελιά κ.ά) και ως επί το πλείστον ιθαγενών

Η ανάδειξη ή η απομόνωση στοιχείων και επί μέρους χώρων της περιοχής

Η οριοθέτηση διαδρομών, μέσω επιλογής και σύνθεσης κατάλληλου φυτικού υλικού αρωματικών φυτών καθώς επίσης ειδών που να παραπέμπουν ή να συνδέονται με την ιστορικότητα του χώρου

Η δημιουργία ευχάριστου και φιλικού περιβάλλοντος στους χρήστες (σκίαση περιοχών στάσης)

Οι χρήσεις των φυτών στο χώρο δίνονται σε αναλυτικό σχέδιο φύτευσης ενώ ενδεικτικά αναφέρονται μερικά από τα είδη που προτείνονται: *Cupressus sempervirens*, *Olea europea*, *Cercis siliquastrum*, *Punica granatum*, *Laurus nobilis*, *Prunus laurocerasus*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Buxus sempervirens*, *Teucrium fruticans*, *Vitex agnus-castus*, *Pyracanthus coccinea*, *Arbutus unedo*.

Η μελέτη περιλαμβάνει έξι λειτουργικές ενότητες:

Δίκτυο περιπάτου και ποδηλασίας

Μουσειακό χώρο με αξιοποίηση των κτιρίων του σιδηροδρομικού σταθμού για προβολή ανάλογων θεματικών εκθεμάτων και οπτικοακουστικού υλικού.

Αναψυκτήριο, όπου για τη λειτουργία αυτή προτείνεται η αξιοποίηση παλαιάς ατμομηχανής και τεσσάρων βαγονιών, η μεταφορά τους απέναντι του σταθμού με δημιουργία εντός αυτών χώρων τραπεζαρίας ανάλογων των αμαξοστοιχιών της εποχής

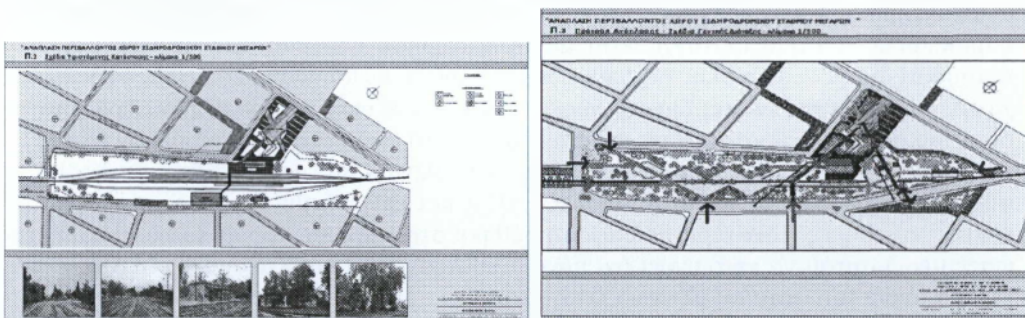
Πολιτιστική δραστηριότητα: Αναπτύσσεται στο δυτικό τμήμα εντός και γύρω από τα πέντε βαγόνια που τοποθετούνται στη σιδηροδρομική γραμμή. Εσωτερικά προτείνεται χρήση και δραστηριότητες εκπαιδευτικού υλικού που αφορούν στη εξοικείωση και γνώση του φυτικού υλικού, που έχει επιλεγεί, ενώ στον εξωτερικό χώρο, δίνεται δυνατότητα χρήσης για υπαίθριες πολιτιστικές εκδηλώσεις του Δήμου.

Παιδική ψυχαγωγία: προτείνεται σε ασφαλές τμήμα του χώρου (περιβάλλεται από δύο πεζόδρομους) με βασική πρόσβαση από πεζογέφυρα η οποία περιφερειακά οριοθετείται από θαμνώδη βλάστηση.

Βοτανικός περίπατος: κατά μήκος διαδρομής από τη δυτική είσοδο με συστάδες αρωματικών και ιθαγενών φυτών.

Κατασκευαστικές λεπτομέρειες: πέργολες, καθιστικά, κάδοι απορριμμάτων με ανάλογη σχεδίαση και υλικά προς το χαρακτήρα του χώρου.

Ευελπιστούμε ότι η συγκεκριμένη μελέτη ανάπλασης του σιδηροδρομικού σταθμού Μεγάρων ο οποίος αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του πολεοδομικού ιστού της πόλης, να αποτελέσει ερέθισμα για την αξιοποίηση του χώρου, αλλά και άλλων υπαίθριων χώρων με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, με πολλαπλά οφέλη για την τοπική κοινωνία.



Εικόνα 1. Σχέδια υφιστάμενης κατάστασης αριστερά και γενικής διάταξης (δεξιά), όπου διακρίνονται οι άξονες σχεδιασμού, και τονισμένες οι δευτερεύουσες προσβάσεις στο μελετώμενο χώρο.

Βιβλιογραφία

Σκουλάς Γιάννης 1997. Σταθμοί. Τραίνα και ορίζοντες. Εκδόσεις Θεμέλιο. Αθήνα
Πιπίνης Κ. (2005). Οδοιπορικό στους ελληνικούς σιδηροδρομικούς σταθμούς. «Αρχιτέκτονες»: περιοδικό Συλλόγου Αρχιτεκτόνων, τεύχος 51:46-59.

Δ1 http://en.wikipedia.org/wiki/Promenade_plant%C3%A9e

Δ2 <http://www.archisearch.gr/> άρθρο του Δημήτρη Χατζηπαναγιώτου, High Line Park: Αειφορική εκμετάλλευση κενών αστικών χώρων

Δ3. http://www.olp.gr/GR_PDF/Deltia_Typou/2010/pinakes_anapt_2.pdf

Δ4 http://drapetsonavolley.blogspot.gr/2011/10/blog-post_2661.html

Ο ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΣ, ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ «ΑΝΤΩΝΗΣ ΤΡΙΤΣΗΣ»: ΟΙ ΑΠΟΦΕΙΣ ΤΩΝ ΕΠΙΣΚΕΠΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΟΥ

Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου¹ Μ. Αγραφιώτη¹ και Α. Κουτσούρης²

¹ Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

² Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Τροφίμων, Βιοτεχνολογίας και Ανάπτυξης, Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης, Εργαστήριο Γεωργικών Εφαρμογών, Αγροτικών Συστημάτων & Αγροτικής Κοινωνιολογίας Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

Περίληψη

Το Πάρκο Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης «Αντώνης Τρίτσης» (ΠΠΕΑΤ) έκτασης 1150 στρ. βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του Νομού Αττικής, μεταξύ των όμορων δήμων Αγίων Αναργύρων, Καματερού και Ιλίου και αποτελεί το μεγαλύτερο ανοικτό χώρο και πολύ σημαντικό πνεύμονα πρασίνου στο Λεκανοπέδιο της Αττικής, με πολλαπλή συνεισφορά στην ευρύτερη περιοχή. Ο υπερτοπικός του χαρακτήρας, η μεγάλη περιβαλλοντική και κοινωνική του αξία και η ιστορική εξέλιξη του χώρου, καθιστούν αναγκαία την προστασία και τη διατήρησή του, ως ενιαίου ανοικτού δημόσιου χώρου πρασίνου και εντείνουν τις προσπάθειες για σύνθεση προτάσεων και υιοθέτηση πρακτικών, ορθολογικής ανάπλασης και διαχείρισης του χώρου. Το πάρκο λόγω της έκτασης, της ποικιλομορφίας του και λοιπών παραγόντων παρουσιάζει έντονα σημάδια υποβάθμισης. Στο πλαίσιο αυτού του προβληματισμού διενεργήθηκε έρευνα με τη χρήση ερωτηματολογίου για την καταγραφή των απόψεων των επισκεπτών, προκειμένου να υπάρξει μία σαφής εικόνα αισθητικής και λειτουργικής χρήσης του χώρου, της κοινωνικής και περιβαλλοντικής του συνεισφοράς, καθώς και πιθανών ελλείψεών του. Διερευνήθηκε η επισκεψιμότητα του χώρου, οι προτιμήσεις και οι η ποιότητα των εγκαταστάσεων, η λειτουργικότητά του και η επιρροή που ασκεί η ύπαρξή του στην κοινωνική ζωή των περίοικων και των επισκεπτών. Με βάση την ανάλυση των δεδομένων, συντάχθηκαν προτάσεις για την καλύτερη λειτουργία του, καθώς και την ενίσχυση της αισθητικής, κοινωνικής και περιβαλλοντικής συνεισφοράς του.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, διαχείριση, βιώσιμη ανάπτυξη, πάρκα.

Εισαγωγή

Το Πάρκο Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης «Αντώνης Τρίτσης» βρίσκεται στη δυτική Αττική στη θέση με το τοπωνύμιο «Πύργος της Βασιλίσσης», μεταξύ των δήμων Αγίων Αναργύρων, Καματερού και Ιλίου, και καταλαμβάνει έκταση 1150 στρεμμάτων (βλ. Δ1, Δ2). Αποτελεί το μεγαλύτερο πνεύμονα πρασίνου στο λεκανοπέδιο Αττικής με σημαντική βιοκλιματική επίδραση στην ευρύτερη περιοχή. Η πλούσια χλωρίδα και πανίδα, οι λίμνες και το υγρό στοιχείο που υπάρχει σε μεγάλη έκταση, σε συνδυασμό με το ανάγλυφο της περιοχής, καθιστούν το πάρκο ένα από τους σημαντικότερους υδροβιότοπους στην Αττική και συνθέτουν ένα οικοσύστημα ιδιαίτερου φυσικού κάλους. Οι καλλιέργειες οπωροφόρων δένδρων, οι δασικές εκτάσεις και το οργανωμένο πράσινο, με το οποίο ενισχύθηκε ο χώρος στην εξέλιξή του, δίνουν τη δυνατότητα ανάπτυξης πολλών χρήσεων και λειτουργιών στο χώρο (κοινωνικών- πολιτιστικών, περιβαλλοντικών και εκπαιδευτικών). Στο πάρκο σώζονται

επίσης ο νεογοτθικής μορφής πύργος που αποτέλεσε έπαυλη της βασίλισσας Αμαλίας, καθώς και άλλα κτίσματα ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής, χαρακτηριστικά δείγματα της ιστορικής εξέλιξης του χώρου, που χρονολογείται από το 1836, αλλάζοντας πολλούς ιδιοκτήτες στη πορεία μέχρι τη σημερινή κατάσταση, όπου λειτουργεί ως δημόσιος ενιαίος χώρος πρασίνου (βλ. Δ2). Ο υπερτοπικός χαρακτήρας και η θέση του, η ενιαία έκταση, η ποικιλομορφία του χώρου και το ιστορικό του υπόβαθρο το καθιστούν ιδιαίτερα σημαντικό χώρο πρασίνου, που απαιτεί ιδιαίτερης προστασίας και προβολής. Ο περιορισμένος αριθμός ελεύθερων χώρων πρασίνου στην Αττική, καθώς επίσης, γενικότερα τα διεθνώς αναγνωρισμένα πολλαπλά οφέλη των πάρκων στα αστικά κέντρα (οικονομικά, κοινωνικά, πολιτιστικά), καθιστούν αναγκαία την προστασία και τη διατήρησή του ως ενιαίου ανοικτού δημόσιου χώρου πρασίνου και εντείνουν τις προσπάθειες για σύνθεση προτάσεων και υιοθέτηση πρακτικών ορθολογικής ανάπλασης και διαχείρισης του χώρου. Τελευταία και κατά τη διεξαγωγή της παρούσας εργασίας η κατάσταση του πάρκου παρουσιάζει έντονα σημάδια υποβάθμισης με απώλεια σημαντικού αριθμού φυτών και αλλοίωση της βλάστησης, με κίνδυνο διατάραξης του οικοσυστήματος και υποβάθμιση της αισθητικής εικόνας της φύτευσης, ενώ παρατηρούνται μεγάλες φθορές σε υποδομές και εγκαταστάσεις του χώρου, που δεν ανταποκρίνονται στις ανάγκες των πολιτών και στις απαιτήσεις ενός σύγχρονου μητροπολιτικού πάρκου.

Λόγω της ιδιαίτερα σημαντικής οικολογικής και κοινωνικής αξίας του Π.Π.Ε.Α.Τ. για το Αττικό τοπίο, διεξήχθη η παρούσα εργασία κατά την οποία καταγράφηκαν οι απόψεις των επισκεπτών του χώρου σχετικά με τη περιβαλλοντική, κοινωνική, οικονομική συνεισφορά του πάρκου, τις χρήσεις του και το βαθμό κάλυψης των αναγκών των επισκεπτών καθώς επίσης τη λειτουργική και αισθητική κατάσταση των διαφόρων κατασκευών και εγκαταστάσεων του χώρου. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη καταγραφή των απόψεών τους σχετικά με την ποιοτική, ποσοτική, λειτουργική και αισθητική εικόνα της φύτευσης. Η έρευνα μέσω της αξιολόγησης της υφιστάμενης κατάστασης και της αξιοποίησης των απόψεων των επισκεπτών, αποσκοπούσε στη σύνταξη προτάσεων που θα συνέβαλαν σε μια πρώτη προσέγγιση στην ανάπλαση και την επίλυση προβλημάτων που αφορούν το χώρο.

Μεθοδολογία της έρευνας

Η έρευνα διεξήχθη μέσω προσωπικών συνεντεύξεων με επισκέπτες του ΠΠΕΑΤ, με βάση ειδικά σχεδιασμένο ερωτηματολόγιο, στο χώρο του πάρκου. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε 45 ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου οργανωμένες σε ενότητες που αφορούσαν: σε προσωπικά στοιχεία, την επισκεψιμότητα (τρόπος, συχνότητα, εποχή), τις χρήσεις του πάρκου, τον περιβαλλοντικό, κοινωνικό και πολιτιστικό ρόλο του στην ευρύτερη περιοχή, καθώς και στην κατάδειξη τυχόν προβλημάτων ασφάλειας ή υποδομών και γενικότερα της ικανοποίησης των επισκεπτών. Η συλλογή των στοιχείων έγινε την άνοιξη του 2010, σε διάστημα τριών μηνών από το Μάρτιο έως το Μάιο, με τη συμπλήρωση 200 ερωτηματολογίων. Η επεξεργασία των στοιχείων έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, 18.0 for Windows).

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Από το σύνολο των ερωτηθέντων διαπιστώθηκε ότι η επισκεψιμότητα του ΠΠΕΑΤ ήταν ισομερής ανάμεσα στα δυο φύλλα των επισκεπτών, με τις γυναίκες να υπερτερούν των ανδρών κατά 4% (άρρενα 48%, θήλεα 52%). Το πάρκο επισκέπτονται άτομα όλων των ηλικιών, περισσότερο άτομα ηλικίας μεγαλύτερης των 41 ετών (39%), ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των μικρότερων ηλικιακών ομάδων (ηλικίες

0-27: 30,5%, ηλικίες 28-40: 30,5%). Η πλειοψηφία των επισκεπτών ήταν έγγαμοι με παιδιά (51,5%). Για τη μετάβασή τους στο πάρκο οι περισσότεροι χρησιμοποίησαν Ι.Χ. (59,5%), αρκετοί μετέβησαν σε αυτό πεζοί (29,5%), μικρός αριθμός (7%) προτίμησε άλλο μέσο μετακίνησης (ποδήλατο, μηχανάκι), ενώ ελάχιστος αριθμός (4,5%) χρησιμοποίησε τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Η πλειοψηφία των επισκεπτών (59%) ήταν κάτοικοι όμορων δήμων (Ιλίου, Αγίων Αναργύρων και Καματερού), ενώ μεγάλο ποσοστό (41%) είναι κάτοικοι περιοχών που καλύπτουν μεγάλη έκταση του λεκανοπεδίου (βόρεια, νότια προάστια και το κέντρο της Αθήνας). Οι περισσότεροι (36%) των ερωτηθέντων επισκέπτονται το πάρκο μία φορά την εβδομάδα ή μία φορά στις 15 ημέρες, 32,5% μία φορά το μήνα ή σπανιότερα και μικρό ποσοστό (14,5%) καθημερινά. Σημειώνεται δε πως αρκετοί (17%) επισκέπτονταν το πάρκο για πρώτη φορά. Η εποχή που συγκεντρώνει τη μεγαλύτερη επιθυμία επίσκεψης είναι η Άνοιξη (63%) και ακολουθούν το Καλοκαίρι (35%), το Φθινόπωρο (31%) και ο Χειμώνας (22,5%). Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων επισκέπτεται το πάρκο για αναψυχή (65,5%), ενώ βρέθηκε ότι σημαντικό κίνητρο επισκεψιμότητας είναι τα παιδιά, δεδομένου ότι ένα ποσοστό 30,5% επισκέπτεται το πάρκο για ψυχαγωγία των παιδιών σε χώρους παιχνιδιού και την επαφή τους με τη φύση, ή για να συμμετέχουν αυτά σε δραστηριότητες εθελοντισμού και γενικότερα για την περιβαλλοντική τους εκπαίδευση. Μικρό ποσοστό (12,5%) επισκέπτεται το πάρκο για αθλητισμό, ενώ μόνο το 3% των ερωτηθέντων επισκέπτεται το πάρκο για χαλάρωση ή κοινωνική επαφή.

Στο ΠΠΕΑΤ λαμβάνουν χώρα διάφορες δράσεις και εκδηλώσεις. Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (54%) δεν είχε παρακολουθήσει καμία από αυτές, ενώ το 42,5% είχε παρακολουθήσει, με προτίμηση στις πολιτιστικές (38,5%) και λιγότερο στις περιβαλλοντικές και αθλητικές εκδηλώσεις (4%). Η πλειοψηφία δε των ερωτηθέντων (90,5%) πιστεύει πως η διενέργεια περισσότερων δράσεων και εκδηλώσεων στο χώρο του Πάρκου, θα συνέβαλε στην ενίσχυση της επισκεψιμότητάς του. Η ιστορία της δημιουργίας και η εξέλιξη του χώρου δεν είναι ευρέως γνωστή, δεδομένου ότι οι περισσότεροι (72,5%) δήλωσαν άγνοια. Ωστόσο στην πλειοψηφία τους (69,5%), θα ήθελαν να έχουν σχετική ενημέρωση κατά την περιήγησή τους στο πάρκο. Κατά την επίσκεψή τους στο πάρκο οι περισσότεροι (34,5%) ακολούθησαν κάποια από τις προτεινόμενες διαδρομές (π.χ. περιήγηση γύρω από τις λίμνες ή το δάσος), λιγότεροι (15%) επισκέφτηκαν κάποιο περίπτερο και μικρό ποσοστό, μόλις 8%, χρησιμοποίησε το ποδηλατόδρομο. Μικρότερη προτίμηση εκφράστηκε για επίσκεψη κάποιας έκθεσης (7,5%), ή συμμετοχή σε εθελοντικές δραστηριότητες (5,5%). Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (78%) δεν αντιμετώπισε κάποιο πρόβλημα κατά τη διάρκεια της παραμονής του στο χώρο, ενώ το 22% προέβαλε προβλήματα, κυρίως ασφάλειας (13%). Η αυτοχρηματοδότηση των πάρκων εμπεριέχει σε κάποιες περιπτώσεις την καταβολή αντιτίμου εισόδου. Σε αυτή την κατεύθυνση στη πλειοψηφία τους οι ερωτηθέντες (61%) αρνήθηκαν την καταβολή μικρού αντίτιμου εισόδου για την προστασία, διαχείριση και ανάδειξη του Πάρκου, μικρό ποσοστό (23,5%) ήταν θετικό, ενώ 15,5% των ερωτηθέντων δεν τοποθετήθηκε. Η χαμηλή σχετικά επισκεψιμότητα του πάρκου αποδίδεται κυρίως στην έλλειψη πληροφόρησης σύμφωνα με το 71% των ερωτηθέντων, στην εικόνα εγκατάλειψης που παρουσιάζει το πάρκο (άποψη του 63%), και λιγότερο στην θέση του και την απόστασή του από το κέντρο (29%) ή την έλλειψη σύνδεσής του με σταθμό ΜΕΤΡΟ (39%).

Στο πλαίσιο της τρίτης ενότητας ερωτήσεων, που αφορούσαν στη διερεύνηση των απόψεων σχετικά με το ρόλο του πάρκου ως μέσον αισθητικής και περιβαλλοντικής αναβάθμισης και ευαισθητοποίησης των πολιτών, επισημάνθηκε η μεγάλη συμβολή του Πάρκου στην αναπτυξιακή προοπτική της περιοχής από το 77,5%, καθώς και στην ανάπτυξη κοινωνικών-πολιτιστικών δράσεων της περιοχής (80,5%), ενώ στο σύνολο

τους σχεδόν οι ερωτηθέντες (95%), πιστεύουν στη σημαντική επίδραση που ασκεί το πάρκο στο φυσικό περιβάλλον. Η αισθητική εικόνα της φύτευσης κρίθηκε ικανοποιητική έως πολύ καλή από το 54,5% των επισκεπτών και αδιάφορη έως πολύ κακή από το υπόλοιπο 45,5%. Ωστόσο το 80,5% των επισκεπτών επεσήμανε ελλείψεις σε εγκαταστάσεις και υποδομές. Οι ελλείψεις αφορούσαν κυρίως υποδομές και εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης των επισκεπτών (φωτισμός, βρύσες, δημόσιες τουαλέτες κ.ά.) (άποψη του 46.5%), σε ελλείψεις ειδικών κατασκευών (καθιστικά, δοχεία απορριμμάτων κ.ά.), (41%), ενώ αξιοσημείωτο είναι πως μόλις 9.5% των ερωτηθέντων επεσήμανε ελλείψεις σε φυτικό υλικό. Οι ερωτηθέντες πρότειναν αύξηση των χώρων σκίασης και ανάπαυσης (στέγαστρα 71,5%, παγκάκια 51,5%, πέργκολες 49,5%) και εξέφρασαν επιθυμία κατά σειρά προτίμησης για την ύπαρξη ποδηλατοδρόμου, παιδικής χαράς και υπαίθριων οργάνων γυμναστικής. Η γενικότερη κατάσταση του πάρκου (λειτουργία, ασφάλεια, παροχές, καθαριότητα κ.ά.) δεν κρίνεται ικανοποιητική από το 86,5% των ερωτηθέντων. Μία εκ νέου ανάπλασης του χώρου θα συνέβαλε στη λειτουργική και αισθητική αναβάθμιση του Πάρκου σύμφωνα με το 78,5% των επισκεπτών. Ενώ 71% των ερωτηθέντων πιστεύει ότι βελτίωση γενικά των υποδομών θα συνέβαλε ουσιαστικά στην αύξηση της επισκεψιμότητας του χώρου.

Από την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης και τα αποτελέσματα της έρευνας, προβάλλεται η αναγκαιότητα ανάπλασης του χώρου μέσω ολοκληρωμένου σχεδιασμού, έτσι ώστε να ενισχυθεί ο ρόλος του ως μέσον περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και ταυτόχρονα να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες ανάγκες των πολιτών. Την αναμόρφωση του ΠΠΕΑΤ με ένταξη της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης όλων των ηλικιών προτείνουν και οι Γκατσόπουλος κ.ά. (2010). Οι κατά τόπους αποσπασματικές επεμβάσεις με τυχαίες φυτεύσεις και επεμβάσεις, δημιουργούν ασυνέχεια στη λειτουργία, την αισθητική και βιοκλιματική συνεισφορά του πάρκου, ενώ διαταράσσουν το φυσικό περιβάλλον και δεν συμβάλλουν στην αειφορική διαχείρισή του. Τα αποτελέσματα της έρευνας και οι προτιμήσεις των ερωτηθέντων-χρηστών του πάρκου θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν σε προτάσεις ανάπλασης του πάρκου προς τρεις κατευθύνσεις: α) ενίσχυσης υποδομών και εγκαταστάσεων όπως υπαίθριων κατασκευών στάσης και ανάπαυσης (παγκάκια και κιάσκια), τη δημιουργία εγκαταστάσεων παροχής πρώτων βοηθειών, χώρων υγιεινής, την τοποθέτηση κρουνών πόσιμου νερού, την εξασφάλιση συνθηκών πρόσβασης ΑΜΕΑ. β) Σχεδιασμού και φυτεύσεων με ενίσχυση και εμπλουτισμό της βλάστησης με επιλογή κατάλληλων φυτών, καθώς και την δημιουργία δικτύου θεματικών διαδρομών εκπαιδευτικού χαρακτήρα, αναψυχής και πορείας πεζών και γ) Ανάπτυξης της κοινωνικής συμβολής του πάρκου στην περιοχή με αύξηση εκδηλώσεων πολιτιστικού, περιβαλλοντικού και εκπαιδευτικού χαρακτήρα, οι οποίες σύμφωνα με τις απόψεις των ερωτηθέντων θα συνέβαλαν στην αύξηση της επισκεψιμότητας και την καλλιέργεια δεσμών ανθρώπων και φυσικού περιβάλλοντος. Η δε κατάρτιση και η υλοποίηση ολοκληρωμένου σχεδίου περιβαλλοντικής διαχείρισης με σαφείς κατευθύνσεις και στόχους θα συνέβαλε ουσιαστικά στη αειφορική διαχείριση του πάρκου.

Βιβλιογραφία

Γκατσόπουλος Π., Διακάκης Μ., Τσαντές Α., 2010. Τα πάρκα ως εργαλείο Π.Ε. Πρόταση αναδιαμόρφωσης του Πάρκου Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης «Αντώνης Τρίτσης» στο Ίλιον Αττικής. Πρακτικά 5^{ου} Συνεδρίου ΠΕΕΚΠΕ. 105.

Δ1: www.parkotritsi.gr

Δ2: <http://steliosilion.blogspot.gr/>

Η ΑΥΤΟΦΥΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΑΙΑΣ ΜΕΣΣΗΝΗΣ

Η. Κανέλλου¹, Μ. Παπαφωτίου¹, Φ. Οικονόμου² και Δ. Λύρα²

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, ¹Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ²Εργαστήριο Γεωργίας, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

Περίληψη

Η εργασία αποτελεί τμήμα ερευνητικού προγράμματος με στόχο τη διερεύνηση μεθόδων ελέγχου της αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, οι οποίες θα είναι ήπιες προς το μνημείο και φιλικές προς το περιβάλλον. Της ανάπτυξης μεθόδων ελέγχου της βλάστησης, προηγείται η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης, που αποτελεί σημαντικό εργαλείο για τα επόμενα στάδια. Την Άνοιξη 2012 ελήφθησαν 20 δείγματα-*quadrat* όπου καταγράφηκαν 50 διαφορετικά *taxa*, από τα οποία 46 ταυτοποιήθηκαν. Τα δείγματα ανήκουν σε 19 οικογένειες οι οποίες κατά φθίνουσα σειρά συμμετοχής στο σύνολο είναι: *Fabaceae* (26%), *Poaceae* (26%), *Asteraceae* (18%), *Apiaceae* (6%) και λοιπές οικογένειες (24%) με συμμετοχή έως 5%. Το Φθινόπωρο 2012 ελήφθησαν 20 δείγματα-*quadrat* όπου καταγράφηκαν 34 *taxa*, από τα οποία 26 ταυτοποιήθηκαν. Τα είδη ανήκουν σε 11 οικογένειες, οι πλουσιότερες των οποίων είναι: *Poaceae* (27%) και *Euphorbiaceae* (8%), ενώ οι λοιπές οικογένειες είχαν κάτω από 5% συμμετοχή στο σύνολο. Την περίοδο της Άνοιξης, η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 100%, με μέσο αριθμό ειδών ανά *quadrat*, εννιά. Τα είδη που συμμετείχαν κατά κυριότητα στην κάλυψη του χώρου ήταν: *Medicago polymorpha* (29%), *Avena sterilis* (10%), *Trifolium repens* (6%), *Trifolium palidum* (4%), *Securigera securidata* (4%) και λοιπά είδη (47%) με έως 3% συμμετοχή στο σύνολο. Αναλόγως, την περίοδο του Φθινοπώρου, η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 71%, με μέσο αριθμό ειδών ανά *quadrat*, δύο. Τα είδη που συμμετείχαν σε υψηλό ποσοστό στην κάλυψη του χώρου ήταν: *Cynodon dactylon* (25%), *Heliotropium europium* (9%), *Convolvulus arvensis* (9%), ενώ τα λοιπά είδη είχαν κάτω από 6% συμμετοχή στο σύνολο.

Λέξεις κλειδιά: καταγραφή ζιζανίων, Braun-Blanquet, Θαλής ARCHAEOSCAPE

Εισαγωγή

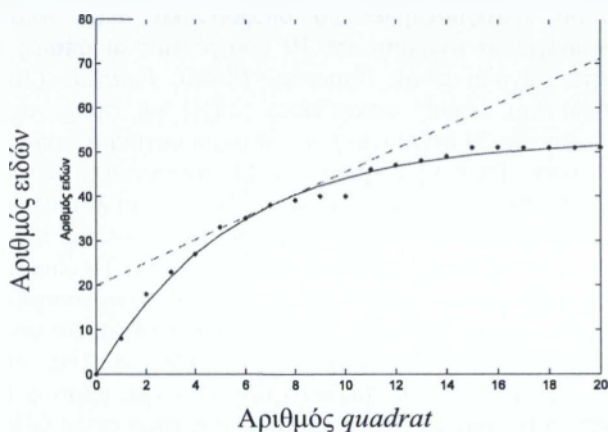
Η βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων και μνημείων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι των χώρων αυτών και θα πρέπει να είναι εναρμονισμένη με το χαρακτήρα, τη σημασία και την ιστορικότητα του τόπου. Είναι δύσκολο να φανταστούμε αρχαία ή άλλα μνημεία έξω από το φυτικό πλαίσιο που αναπτύσσεται γύρω από αυτά μετά την εγκατάλειψη της αρχικής χρήσης των χώρων αυτών. Καθώς όμως «η φύση απεχθάνεται το κενό», αν αφεθεί ανεξέλεγκτη προκαλεί πολλά και σημαντικά προβλήματα στο μνημείο (Οικονόμου 1998, Παπαφωτίου κ.ά., 2007, Papafotiou *et al.*, 2010).

Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος του ερευνητικού προγράμματος «Θαλής»: «Ολοκληρωμένη διαχείριση της βλάστησης αρχαιολογικών χώρων για την προστασία του μνημείου και την ανάδειξη του ιστορικού τοπίου». Σκοπός του προγράμματος είναι αφ' ενός η ανάπτυξη μεθόδων αντιμετώπισης της ανεπιθύμητης βλάστησης των αρχαιολογικών χώρων φιλικών προς το μνημείο και το περιβάλλον, και αφ' ετέρου η ενσωμάτωση αυτών των μεθόδων στο σχεδιασμό της φυτικής κάλυψης των χώρων. Στην εργασία που αποτελεί τμήμα του πρώτου σταδίου του προγράμματος, που αφορά

στην καταγραφή των φυτικών ειδών σε επτά αρχαιολογικούς χώρους της χώρας, παρουσιάζονται τα αυτοφυή είδη που αναγνωρίστηκαν στην Αρχαία Μεσσήνη.

Υλικά και Μέθοδοι

Οι παρατηρήσεις έλαβαν χώρα την Άνοιξη και το Φθινόπωρο του 2012 με σκοπό να καταγραφούν τα ποώδη χειμερινοεαρινά και θερινοφθινοπωρινά είδη αντίστοιχα, που αυτοφύονται στην Αρχαία Μεσσήνη. Για την καταγραφή των αυτοφυών ειδών στις ελεύθερες επιφάνειες του χώρου, ελήφθησαν δείγματα, με *quadrat* 50 X 50 cm. Για την τυχαιοποίηση των *quadrat* στο χώρο, χρησιμοποιήθηκε γεννήτρια τυχαίων αριθμών, με βάση το πρωτόκολλο του Δικτύου Οικολογικής Καταγραφής και Εκτίμησης, του Καναδά (EMAN, 1999, Caneva *et al.*, 2008). Για τον καθορισμό του αριθμού των *quadrat* σχεδιάστηκε καμπύλη κορεσμού των ανευρισκόμενων ειδών, η οποία σχηματίστηκε από τη σχέση δύο παραμέτρων, τον αριθμό των *quadrat* και τον αριθμό των ειδών που προστίθενται σε κάθε μέτρηση. Η καμπύλη έχει εκθετική μορφή και όταν κορεσθεί σε είδη, σταματάει η λήψη μετρήσεων (Σχ. 1) (EMAN, 1999).



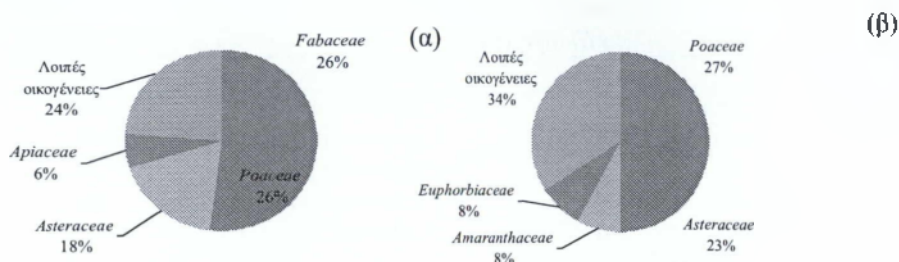
Σχήμα 1: Καμπύλη κορεσμού εμφανιζόμενων ποωδών φυτικών ειδών στο χώρο της Αρχαίας Μεσσήνης.

Σε κάθε *quadrat*, έγινε οπτική εκτίμηση της κάλυψης και της αφθονίας κάθε είδους, με χρήση της κλίμακας Braun-Blanquet (Westhoff, 1973, Caneva *et al.*, 2008). Αυτή περιλαμβάνει επτά κλάσεις για την κάλυψη του κάθε είδους. Σε κάθε *quadrat* καταγράφηκαν ακόμη, οι συντεταγμένες του σημείου, η κλίση, ο προσανατολισμός, η ύπαρξη σκιάς, υγρασίας ή όχλησης και το μέγιστο ύψος των φυτικών ειδών. Παράλληλα συλλέγονταν δείγματα από κάθε είδος με σκοπό την ταυτοποίησή του, με βάση τη *Flora Europea*. Από τα δείγματα στοιχειοθετήθηκε *herbarium* αλλά και ηλεκτρονικό *herbarium* με σάρωση των δειγμάτων.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Στην Αρχαία Μεσσήνη κατά την περίοδο της Άνοιξης, ελήφθησαν συνολικά 20 δείγματα-*quadrat*. Σε αυτά καταγράφηκαν 50 διαφορετικά *taxa*, από τα οποία 46 έχουν ταυτοποιηθεί. Τα δείγματα ανήκουν σε 19 οικογένειες, στις οποίες κατά κυριότητα συμμετέχουν οι *Fabaceae*, *Poaceae* και *Asteraceae* (Σχ. 2α), όπως έχει δειχθεί και για άλλους αρχαιολογικούς χώρους της χώρας, με διαφορετικό κλίμα (Κανέλλου κ.ά., 2012α, β, γ). Αντίστοιχα την περίοδο του Φθινοπώρου, ελήφθησαν είκοσι δείγματα-*quadrat*. Σε αυτά καταγράφηκαν 34 *taxa*, από τα οποία 26 έχουν ταυτοποιηθεί. Τα είδη

ανήκουν σε 11 οικογένειες, οι πλουσιότερες των οποίων είναι: *Poaceae* και *Asteraceae* (Σχ. 2β).



Σχήμα 2: Κατανομή των ειδών σε βοτανικές οικογένειες την περίοδο της Άνοιξης (α) και του Φθινοπώρου (β) στην Αρχαία Μεσσήνη

Την περίοδο της Άνοιξης, η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 100%, με μέσο αριθμό ειδών ανά *quadrat*, εννέα. Τα είδη που συμμετείχαν κατά κυριότητα στην κάλυψη του χώρου και η συχνότητα εμφάνισής τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Αναλόγως, την περίοδο του Φθινοπώρου, η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 71%, με μέσο αριθμό ειδών ανά *quadrat*, δύο. Τα είδη που συμμετείχαν κατά κυριότητα στην κάλυψη του χώρου και η συχνότητα εμφάνισής τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Η εφαρμογή του πρωτοκόλλου καταγραφής, έδειξε ότι είναι ένα απλό και εύχρηστο εργαλείο για την κατανόηση της γενικής εικόνας της αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικό χώρο. Η κλίμακα Braun-Blanquet με επτά κλάσεις, είναι επαρκής για την αποτύπωση της εικόνας της βλάστησης και προτείνεται για τέτοιου είδους καταγραφές.

Πίνακας 1. Ποσοστό συμμετοχής των φυτικών ειδών στην κάλυψη του αρχαιολογικού χώρου της Αρχαίας Μεσσήνης και συχνότητα εμφάνισης φυτικών ειδών στο χώρο, την Άνοιξη.

Είδος	Συμμετοχή στην κάλυψη (%)	Είδος	Συχνότητα εμφάνισης (%)
<i>Medicago polymorpha</i>	29	<i>Avena sterilis</i>	80
<i>Avena sterilis</i>	10	<i>Medicago polymorpha</i>	70
<i>Trifolium repens</i>	6	<i>Lolium rigidum</i>	50
<i>Trifolium palidum</i>	4	<i>Lolium sp.</i>	50
<i>Securigera securidata</i>	4	<i>Hordeum murinum</i>	40
Λοιπά είδη (≤3% κάλυψη)	47	<i>Vicia villosa</i>	30
		<i>Bromus rigidus</i>	30
		<i>Lolium multiflorum</i>	30
		Λοιπά είδη	<25

Πίνακας 2. Ποσοστό συμμετοχής των φυτικών ειδών στην κάλυψη του αρχαιολογικού χώρου της Αρχαίας Μεσσήνης και συχνότητα εμφάνισης φυτικών ειδών στο χώρο, το Φθινόπωρο

Είδος	Συμμετοχή στην κάλυψη (%)	Είδος	Συχνότητα εμφάνισης (%)
<i>Cynodon dactylon</i>	25	<i>Cynodon dactylon</i>	55
<i>Heliotropium europium</i>	9	<i>Convolvulus arvensis</i>	45
<i>Convolvulus arvensis</i>	9	<i>Cyperus rotundus</i>	40
<i>Cyperus rotundus</i>	6	<i>Euphorbia prostrata</i>	20
<i>Euphorbia prostrata</i>	4	<i>Heliotropium europium</i>	20
<i>Digitaria sanguinalis</i>	4	Λοιπά είδη	≤ 15
Λοιπά είδη (≤ 3% κάλυψη)	43		

Βιβλιογραφία

- Caneva, G., Nugari, M. P. and Salvadori, O. 2008. Plant Biology for Cultural Heritage, Biodeterioration and Conservation. The Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- EMAN 1999. Ecological Monitoring and Assessment Network, Terrestrial Vegetation Monitoring Protocols, EMAN Occasional Paper Series, Report No.9, EMAN Coordinating Office, Canada.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου, Μ., Οικονόμου Φ. και Λύρα, Δ. 2012α. Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση του Αμφιάρειου Ωρωπού. Πρακτικά 17^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, 114-117.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου, Μ., Οικονόμου Φ. και Λύρα, Δ. 2012β. Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση της Αρχαίας Αγοράς Αθήνας. Πρακτικά 17^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, 117-119.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου, Μ., Οικονόμου Φ. και Λύρα, Δ. 2012γ. Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση της Κολώνας Αίγινας. Πρακτικά 17^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, 120-122.
- Οικονόμου, Γ. 1998. Προβλήματα που Ανακύπτουν από την Παρουσία της Αυτοφυούς Βλάστησης στους Αρχαιολογικούς Χώρους. Πρακτικά Δημερίδας: «Αυτοφυής Βλάστηση στους Αρχαιολογικούς Χώρους», 22-23 Μαΐου, Αθήνα, Έκδοση της Ενώσεως Φύλων Ακροπόλεως, 65-67.
- Parafotiu M, Kanellou, E. and Economou, G. 2010. Alternative practices for vegetation management in archaeological sites – The case of Eleusis. Acta Hort. 881: 879-883.
- Παπαφωτίου Μ., Κανέλλου Η. και Οικονόμου Γ., 2007. Διαχείριση της βλάστησης στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας και μελέτη εγκατάστασης πρασίνου σε Ρωμαϊκή Βίλλα του χώρου. Πρακτικά 23^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 13(β), 140-142.
- Westhoff, V., and van der Maarel, E. 1973. The Braun-Blanquet approach. Floristic Analysis. In: Tfixen, R. (ed), Handbook of Vegetation Science. p. 308-312.

Η ΑΥΤΟΦΥΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΑΙΑΣ ΑΓΟΡΑΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Η. Κανέλλου¹, Μ. Παπαφωτίου¹, Φ. Οικονόμου² και Δ. Λύρα²

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, ¹Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ²Εργαστήριο Γεωργίας, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Στην εργασία παρουσιάζονται αποτελέσματα της καταγραφής των ποωδών αυτοφυών ειδών βλάστησης στον αρχαιολογικό χώρο της Αρχαίας Αγοράς Θεσσαλονίκης, στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος σκοπός του οποίου είναι αφενός η διερεύνηση μεθόδων ελέγχου της αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, οι οποίες να είναι ήπιες προς το μνημείο και φιλικές προς το περιβάλλον, και αφετέρου η ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων στην ανάπτυξη μεθοδολογίας σχεδιασμού της βλάστησης αρχαιολογικών χώρων. Η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης αποτελεί σημαντικό εργαλείο για τα επόμενα στάδια. Η καταγραφή της βλάστησης στην Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης, έγινε Άνοιξη και Φθινόπωρο του 2012. Την Άνοιξη καταγράφηκαν 26 *taxa*, από τα οποία 24 έχουν ταυτοποιηθεί, και ανήκουν σε 8 οικογένειες, οι οποίες κατά φθίνουσα σειρά συμμετοχής στο σύνολο είναι οι *Astreaeae* (26%), *Fabaceae* (20%), *Poaceae* (17%), *Plantaginaceae* (13%) και λοιπές με συμμετοχή έως 5% (24%). Αντίστοιχα το Φθινόπωρο καταγράφηκαν και ταυτοποιήθηκαν 10 *taxa*, που ανήκουν σε οκτώ οικογένειες, ανάμεσα στις οποίες πλειοψηφούν οι *Asteraceae* (20%) και *Poaceae* (20%), ενώ οι λοιπές είχαν 10% συμμετοχή στο σύνολο. Την Άνοιξη η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 100%, με κυρίαρχο είδος το *Medicago minima* (49%), ενώ το Φθινόπωρο η φυτοκάλυψη ήταν 48%, με κυρίαρχα είδη τα *Tribulus terrestris* (17%) και *Portulaca oleraceae* (16%).

Λέξεις κλειδιά: καταγραφή ζιζανίων, *quadrat*, Braun-Blanquet, Θαλής ARCHAEOSCAPE.

Εισαγωγή

Η βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων και μνημείων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι των χώρων αυτών και θα πρέπει να είναι εναρμονισμένη με το χαρακτήρα, τη σημασία και την ιστορικότητα του τόπου. Είναι δύσκολο να φανταστούμε αρχαία ή άλλα μνημεία έξω από το φυτικό πλαίσιο που αναπτύσσεται γύρω από αυτά μετά την εγκατάλειψη της αρχικής χρήσης των χώρων αυτών. Καθώς όμως «η φύση απεχθάνεται το κενό», αν αφηθεί ανεξέλεγκτη προκαλεί πολλά και σημαντικά προβλήματα στο μνημείο (Ζάχος, 1998, Οικονόμου, 1998, Παπαφωτίου κ. ά., 2007, Papafotiou *et al.*, 2010).

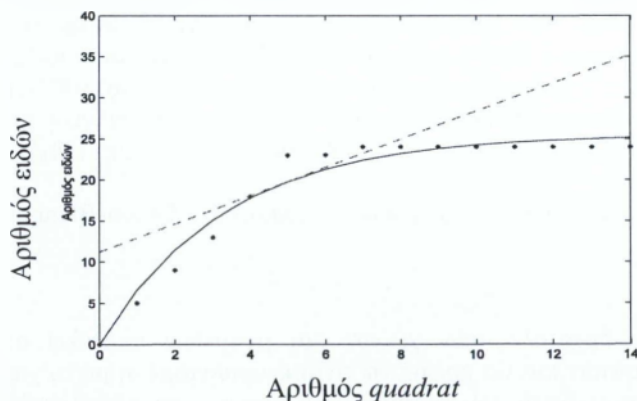
Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος του ερευνητικού προγράμματος «Θαλής»: «Ολοκληρωμένη διαχείριση της βλάστησης αρχαιολογικών χώρων για την προστασία του μνημείου και την ανάδειξη του ιστορικού τοπίου». Σκοπός του προγράμματος είναι αφ' ενός η ανάπτυξη μεθόδων αντιμετώπισης της ανεπιθύμητης βλάστησης των αρχαιολογικών χώρων φιλικών προς το μνημείο και το περιβάλλον και αφ' ετέρου η ενσωμάτωση αυτών των μεθόδων στο σχεδιασμό της φυτικής κάλυψης των χώρων. Στην εργασία παρουσιάζονται αποτελέσματα από το πρώτο στάδιο του προγράμματος, που αφορά στην καταγραφή των φυτικών ειδών σε επτά αρχαιολογικούς χώρους, της

χώρας και παρουσιάζει τα αυτοφυή είδη που αναγνωρίστηκαν στην Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης.

Υλικά και Μέθοδοι

Οι παρατηρήσεις έλαβαν χώρα την Άνοιξη και το Φθινόπωρο του 2012 με σκοπό να καταγραφούν τα πώδη χειμερινοεαρινά και θερινοφθινοπωρινά είδη αντίστοιχα, που αυτοφύονται στην Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης.

Για την καταγραφή των αυτοφυών ειδών στις ελεύθερες επιφάνειες του χώρου, ελήφθησαν δείγματα, με *quadrat* 50 X 50 cm. Για την τυχαιοποίηση των *quadrat* στο χώρο, χρησιμοποιήθηκε γεννήτρια τυχαίων αριθμών, με βάση το πρωτόκολλο του Δικτύου Οικολογικής Καταγραφής και Εκτίμησης, του Καναδά (EMAN, 1999, Canena *et al.*, 2008). Για τον καθορισμό του αριθμού των *quadrat* σχεδιάστηκε καμπύλη κορεσμού των ανευρισκόμενων ειδών, η οποία σχηματίστηκε από τη σχέση δύο παραμέτρων, τον αριθμό των *quadrat* και τον αριθμό των ειδών που προστίθενται σε κάθε μέτρηση. Η καμπύλη έχει εκθετική μορφή και όταν κορεσθεί σε είδη, σταματάει η λήψη μετρήσεων (Σχ. 1) (EMAN, 1999). Σε κάθε *quadrat*, έγινε οπτική εκτίμηση της κάλυψης και της αφθονίας κάθε είδους, με χρήση της κλίμακας Braun-Blanquet (Westhoff, 1973). Αυτή περιλαμβάνει επτά κλάσεις για την κάλυψη του κάθε είδους. Σε κάθε *quadrat* καταγράφηκαν ακόμη, οι συντεταγμένες του σημείου, η κλίση, ο προσανατολισμός, η ύπαρξη σκιάς, υγρασίας ή όχλησης και το μέγιστο ύψος των φυτικών ειδών. Παράλληλα συλλέγονταν δείγματα από κάθε είδος με σκοπό την ταυτοποίησή του, με βάση τη *Flora Europea*. Από τα δείγματα στοιχειοθετήθηκε *herbarium* αλλά και ηλεκτρονικό *herbarium* με σάρωση των δειγμάτων.



Σχήμα 1: Καμπύλη κορεσμού των εμφανιζόμενων ειδών στο χώρο της Αρχαίας Αγοράς Θεσσαλονίκης

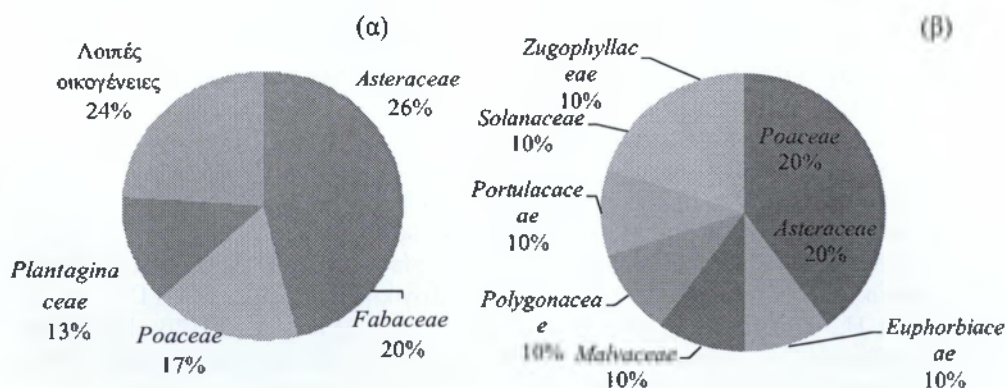
Αποτελέσματα και Συζήτηση

Στην Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης κατά την περίοδο της Άνοιξης, ελήφθησαν συνολικά 14 δείγματα-*quadrat*. Σε αυτά καταγράφηκαν 26 διαφορετικά *taxa*, από τα οποία 24 έχουν ταυτοποιηθεί. Τα δείγματα ανήκουν σε 8 οικογένειες, στις οποίες κατά κυριότητα συμμετέχουν οι *Asteraceae*, *Poaceae* και *Fabaceae* (Σχ. 2α), όπως έχει δείχθει και για άλλους αρχαιολογικούς χώρους της χώρας, με διαφορετικό κλίμα (Κανέλλου κ. ά., 2012α, β, γ).

Αντίστοιχα την περίοδο του Φθινοπώρου, ελήφθησαν 14 δείγματα-*quadrat*. Σε αυτά καταγράφηκαν 10 *taxa*, τα οποία όλα έχουν ταυτοποιηθεί. Τα είδη ανήκουν σε οκτώ οικογένειες, οι πλουσιότερες των οποίων είναι: *Asteraceae* και *Poaceae* (Σχ. 2β).

Την περίοδο της Άνοιξης, η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 100%, με μέσο αριθμό ειδών ανά *quadrat*, έξι. Τα είδη που συμμετείχαν κατά κυριότητα στην κάλυψη του χώρου και η συχνότητα εμφάνισής τους, παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Αναλόγως, την περίοδο του Φθινοπώρου, η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 48%, με μέσο αριθμό ειδών ανά *quadrat*, τρία. Τα είδη που συμμετείχαν κατά κυριότητα στην κάλυψη του χώρου και η συχνότητα εμφάνισής τους, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Από την εφαρμογή του πρωτοκόλλου καταγραφής, φάνηκε ότι αυτό είναι ένα απλό και εύχρηστο εργαλείο για την κατανόηση της γενικής εικόνας της αυτοφυούς βλάστησης, σε αρχαιολογικό χώρο. Η κλίμακα Braun-Blanquet με επτά κλάσεις, είναι επαρκής για την αποτύπωση της εικόνας της βλάστησης και προτείνεται για τέτοιου είδους καταγραφές.



Σχήμα 2: Κατανομή των φυτικών ειδών σε βοτανικές οικογένειες την περίοδο της Άνοιξης (α) και του Φθινοπώρου (β) στον αρχαιολογικό χώρο της Αρχαίας Αγοράς Θεσσαλονίκης

Πίνακας 1. Ποσοστό συμμετοχής των φυτικών ειδών στην κάλυψη του αρχαιολογικού χώρου της Αρχαίας Αγοράς Θεσσαλονίκης και συχνότητα εμφάνισης φυτικών ειδών στο χώρο, την Άνοιξη

Είδος	Συμμετοχή στην κάλυψη (%)	Είδος	Συχνότητα εμφάνισης (%)
<i>Medicago minima</i>	49	<i>Erodium malachoides</i>	86
<i>Malva sylvestris</i>	13	<i>Medicago minima</i>	79
<i>Erodium malachoides</i>	10	<i>Malva sylvestris</i>	64
<i>Melilotus officinalis</i>	7	<i>Melilotus officinalis</i>	57
Λοιπά είδη (< 3% κάλυψη)	34	<i>Sonchus oleraceus</i>	50
		<i>Bromus tectorum</i>	50
		<i>Anthoxanthum spp.</i>	43
		Λοιπά είδη	< 30

Πίνακας 2. Ποσοστό συμμετοχής των φυτικών ειδών στην κάλυψη του αρχαιολογικού χώρου της Αρχαίας Αγοράς Θεσσαλονίκης και συχνότητα εμφάνισης φυτικών ειδών στο χώρο, το Φθινόπωρο

Είδος	Συμμετοχή στην κάλυψη (%)	Είδος	Συχνότητα εμφάνισης (%)
<i>Tribulus terrestris</i>	17	<i>Tribulus terrestris</i>	86
<i>Portulaca oleraceae</i>	16	<i>Malva sylvestris</i>	50
<i>Malva sylvestris</i>	6	<i>Portulaca oleraceae</i>	50
<i>Euphorbia prostrata</i>	4	<i>Euphorbia prostrata</i>	36
<i>Crepis spp.</i>	3	<i>Crepis spp.</i>	36
Λοιπά είδη (≤ 1% κάλυψη)	2	Λοιπά είδη	≤ 30

Βιβλιογραφία

- Caneva, G., Nugari, M. P. and Salvadori, O. 2008. Plant Biology for Cultural Heritage, Biodeterioration and Conservation. The Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- EMAN 1999. Ecological Monitoring and Assessment Network, Terrestrial Vegetation Monitoring Protocols, EMAN Occasional Paper Series, Report No.9, EMAN Coordinating Office, Canada.
- Ζάχος, Κ. 1998. Φύση στους Αρχαιολογικούς Χώρους. Πρακτικά Δημερίδας: «Αυτοφυής Βλάστηση στους Αρχαιολογικούς Χώρους», 22-23 Μαΐου, Αθήνα, Έκδοση της Ενώσεως Φίλων Ακροπόλεως, 9-17.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου, Μ, Οικονόμου Φ. και Λύρα, Δ. 2012α. Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση του Αμφιάρειου Ωρωπού. Πρακτικά 17^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, 114-117.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου, Μ, Οικονόμου Φ. και Λύρα, Δ. 2012β. Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση της Αρχαίας Αγοράς Αθήνας. Πρακτικά 17^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, 117-119.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου, Μ, Οικονόμου Φ. και Λύρα, Δ. 2012γ. Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση της Κολώνας Αίγινας. Πρακτικά 17^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, 120-122.
- Οικονόμου, Γ. 1998. Προβλήματα που Ανακύπτουν από την Παρουσία της Αυτοφυούς Βλάστησης στους Αρχαιολογικούς Χώρους. Πρακτικά Δημερίδας: «Αυτοφυής Βλάστηση στους Αρχαιολογικούς Χώρους», 22-23 Μαΐου, Αθήνα, Έκδοση της Ενώσεως Φίλων Ακροπόλεως, 65-67.
- Parafotiu M, Kanellou, E. and Economou, G. 2010. Alternative practices for vegetation management in archaeological sites – The case of Eleusis. Acta Hort. 881: 879-883.
- Παπαφωτίου Μ., Κανέλλου Η. και Οικονόμου Γ., 2007. Διαχείριση της βλάστησης στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας και μελέτη εγκατάστασης πρασίνου σε Ρωμαϊκή Βύλα του χώρου. Πρακτικά 23^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 13(β), 140-142.
- Westhoff, V., and van der Maarel, E. 1973. The Braun-Blanquet approach. Floristic Analysis. In: Tfiixen, R. (ed), Handbook of Vegetation Science, p. 308-312.

Η ΑΥΤΟΦΥΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΝΕΚΡΟΜΑΝΤΕΙΟΥ ΑΧΕΡΩΝΤΑ

Η. Κανέλλου¹, Μ. Παπαφωτίου¹, Φ. Οικονόμου² και Δ. Λύρα²

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, ¹Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ²Εργαστήριο Γεωργίας, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Η εργασία αποτελεί τμήμα ερευνητικού προγράμματος σκοπός του οποίου είναι η διερεύνηση μεθόδων ελέγχου της αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, οι οποίες θα είναι ήπιες προς το μνημείο και φιλικές προς το περιβάλλον. Της ανάπτυξης μεθόδων ελέγχου της βλάστησης, προηγείται η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης, που αποτελεί σημαντικό εργαλείο για τα επόμενα στάδια. Η καταγραφή της βλάστησης στο Νεκρομαντείο Αχέρωντα έγινε Άνοιξη και Φθινόπωρο του 2012. Την Άνοιξη καταγράφηκαν 55 διαφορετικά *taxa*, από τα οποία 47 ταυτοποιήθηκαν. Τα *taxa* που ταυτοποιήθηκαν ανήκουν σε 18 οικογένειες οι οποίες κατά φθίνουσα σειρά συμμετοχής στο σύνολο είναι: *Poaceae* (22%), *Asteraceae* (22%), *Fabaceae* (10%) και λοιπές οικογένειες (46%) με συμμετοχή έως 6%. Αντίστοιχα το Φθινόπωρο εντοπίστηκαν 44 *taxa*, εκ των οποίων 33 έχουν ταυτοποιηθεί. Τα ταυτοποιημένα είδη ανήκουν σε 18 οικογένειες, στις οποίες πλειοψηφούν οι *Asteraceae* (21%), *Brassicaceae* (12%) και *Poaceae* (9%), ενώ οι λοιπές οικογένειες έχουν συμμετοχή κάτω από 6%. Την Άνοιξη η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 100% και τα είδη που συμμετείχαν κατά κυριότητα στην κάλυψη του χώρου ήταν *Crepis* sp. (25%), *Plantago lanceolata* (8%), *Sonchus asper* (7%) και λοιπά είδη (60%) με έως 4% συμμετοχή στο σύνολο. Αναλόγως, το Φθινόπωρο η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 100%, και τα είδη που συμμετείχαν κατά κυριότητα στην κάλυψη του χώρου ήταν *Hypochoeris redicata* (17%), *Cyperus* spp. (10%), *Trifolium repens* (5%), *Digitaria* spp. (5%) και λοιπά είδη με κάτω από 5% συμμετοχή στο σύνολο.

Λέξεις κλειδιά: καταγραφή βλάστησης, Braun-Blanquet, Θαλής ARCHAEOSCAPE.

Εισαγωγή

Η βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων και μνημείων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι τους, και θα πρέπει να είναι εναρμονισμένη με το χαρακτήρα, τη σημασία και την ιστορικότητα του τόπου. Είναι δύσκολο να φανταστούμε αρχαία ή άλλα μνημεία έξω από το φυτικό πλαίσιο που αναπτύσσεται γύρω από αυτά μετά την εγκατάλειψη της αρχικής τους χρήσης. Καθώς όμως «η φύση απεχθάνεται το κενό», αν αφαιρεθεί ανεξέλεγκτη προκαλεί πολλά και σημαντικά προβλήματα στο μνημείο (Ζάχος, 1998, Οικονόμου 1998, Παπαφωτίου κ.ά., 2007, Parafotiou *et al.*, 2010).

Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος του ερευνητικού προγράμματος «Θαλής»: «Ολοκληρωμένη διαχείριση της βλάστησης αρχαιολογικών χώρων για την προστασία του μνημείου και την ανάδειξη του ιστορικού τοπίου». Σκοπός του προγράμματος είναι αφ' ενός η ανάπτυξη μεθόδων αντιμετώπισης της ανεπιθύμητης βλάστησης των αρχαιολογικών χώρων φιλικών προς το μνημείο και το περιβάλλον και αφ' ετέρου η ενσωμάτωση αυτών των μεθόδων στο σχεδιασμό της φυτικής κάλυψης των χώρων. Στην εργασία παρουσιάζονται τα αυτοφυή είδη που αναγνωρίστηκαν στο Νεκρομαντείο

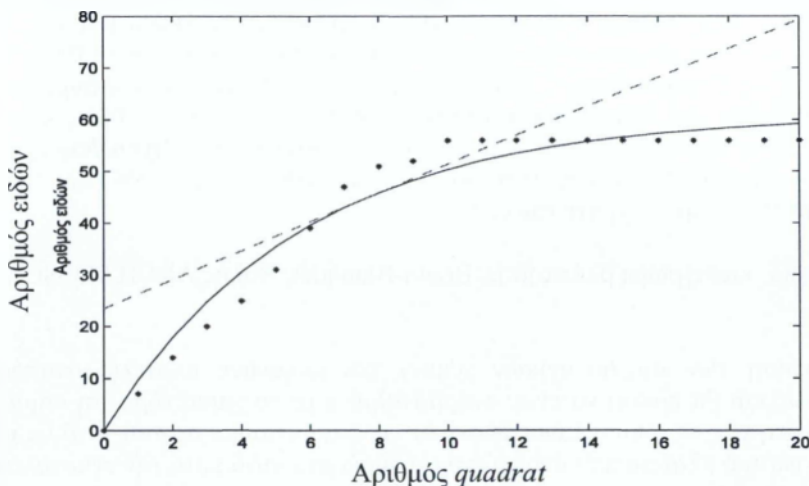
Αχέρωντα και αποτελεί μέρος του πρώτου σταδίου του προγράμματος, που αφορά στην καταγραφή των φυτικών ειδών σε επτά αρχαιολογικούς χώρους της χώρας.

Υλικά και Μέθοδοι

Οι παρατηρήσεις έλαβαν χώρα την Άνοιξη και το Φθινόπωρο του 2012 με σκοπό να καταγραφούν τα χειμερινοεαρινά και θερινοφθινοπωρινά ποώδη είδη αντίστοιχα, που αυτοφύονται στο Νεκρομαντείο Αχέρωντα. Για την καταγραφή των αυτοφυών ειδών στις ελεύθερες επιφάνειες του χώρου, ελήφθησαν δείγματα, με *quadrat* 50 X 50 cm. Για την τυχαίοποίηση των *quadrat* στο χώρο, χρησιμοποιήθηκε γεννήτρια τυχαίων αριθμών, με βάση το πρωτόκολλο του Δικτύου Οικολογικής Καταγραφής και Εκτίμησης, του Καναδά (EMAN, 1999, Caneva *et al.*, 2008). Για τον καθορισμό του αριθμού των *quadrat* σχεδιάστηκε καμπύλη κορεσμού των ανευρισκόμενων ειδών, η οποία σχηματίστηκε από τη σχέση δύο παραμέτρων, τον αριθμό των *quadrat* και τον αριθμό των ειδών που προστίθενται σε κάθε μέτρηση. Η καμπύλη έχει εκθετική μορφή και όταν κορεσθεί σε είδη, σταματάει η λήψη μετρήσεων (Σχ. 1) (EMAN, 1999).

Σε κάθε *quadrat*, έγινε οπτική εκτίμηση της κάλυψης και της αφθονίας κάθε είδους, με χρήση της κλίμακας Braun-Blanquet (Westhoff, 1973). Αυτή περιλαμβάνει επτά κλάσεις για την κάλυψη του κάθε είδους. Σε κάθε *quadrat* καταγράφηκαν ακόμη, οι συντεταγμένες του σημείου, η κλίση, ο προσανατολισμός, η ύπαρξη σκιάς, υγρασίας ή όχλησης και το μέγιστο ύψος των φυτικών ειδών.

Παράλληλα συλλέγονταν δείγματα από κάθε είδος με σκοπό την ταυτοποίησή του, με βάση τη *Flora Europea*. Από τα δείγματα στοιχειοθετήθηκε *herbarium* αλλά και ηλεκτρονικό *herbarium* με σάρωση των δειγμάτων.



Σχήμα 1: Καμπύλη κορεσμού εμφανιζόμενων ειδών στο χώρο του Νεκρομαντείου Αχέρωντα

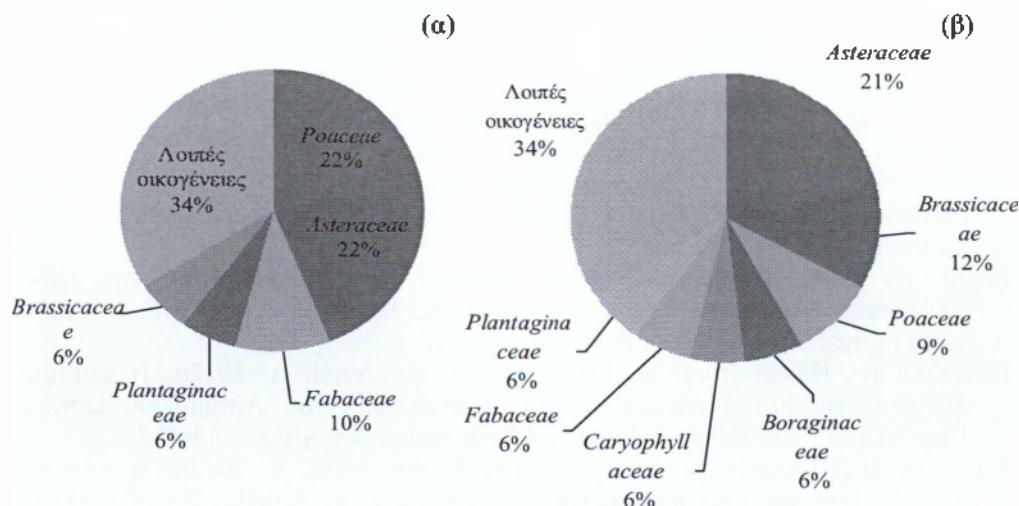
Αποτελέσματα και Συζήτηση

Στο Νεκρομαντείο Αχέρωντα κατά την περίοδο της Άνοιξης, ελήφθησαν συνολικά 20 δείγματα-*quadrat*. Σε αυτά καταγράφηκαν 55 διαφορετικά *taxa*, από τα οποία 47 έχουν ταυτοποιηθεί. Τα δείγματα ανήκουν σε 18 οικογένειες, στις οποίες κατά κυριότητα συμμετέχουν οι *Poaceae*, *Asteraceae* και *Fabaceae* (Σχ. 2α), όπως είχε βρεθεί και για την Αρχαία Αγορά Αθηνών, το Αμφιάρειο Ωρωπού και Κολώνα Αίγινας (Κανέλλου κ.ά, 2012α, β, γ). Αντίστοιχα την περίοδο του Φθινοπώρου, ελήφθησαν

είκοσι δείγματα-*quadrat*. Σε αυτά καταγράφηκαν 44 *taxa*, από τα οποία 33 έχουν ταυτοποιηθεί. Τα είδη ανήκουν σε 18 οικογένειες, οι πλουσιότερες των οποίων είναι οι *Asteraceae*, *Brassicaceae* και *Poaceae* (Σχ. 2β).

Την περίοδο της Άνοιξης, η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 100%, με μέσο αριθμό ειδών ανά *quadrat*, οχτώ. Τα είδη που συμμετείχαν κατά κυριότητα στην κάλυψη του χώρου και η συχνότητα εμφάνισής το παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Αναλόγως, την περίοδο του Φθινοπώρου, η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 100%, με μέσο αριθμό ειδών ανά *quadrat*, εννέα. Τα είδη που συμμετείχαν κατά κυριότητα στην κάλυψη του χώρου και η συχνότητα εμφάνισής τους, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Από την εφαρμογή του πρωτοκόλλου καταγραφής, φάνηκε ότι αυτό είναι ένα απλό και εύχρηστο εργαλείο για την κατανόηση της γενικής εικόνας της αυτοφυούς βλάστησης, σε αρχαιολογικό χώρο. Η κλίμακα Braun-Blanquet με επτά κλάσεις, είναι επαρκής για την αποτύπωση της εικόνας της βλάστησης και προτείνεται για αυτού του είδους τις καταγραφές.



Σχήμα 2: Κατανομή των φυτικών ειδών σε βοτανικές οικογένειες την περίοδο της Άνοιξης (α) και του Φθινοπώρου (β) στο Νεκρομαντείο Αχέρωντα

Πίνακας 1. Ποσοστό συμμετοχής των φυτικών ειδών στην κάλυψη του αρχαιολογικού χώρου του Νεκρομαντείου Αχέρωντα και συχνότητα εμφάνισης φυτικών ειδών στο χώρο, την Άνοιξη

Είδος	Συμμετοχή στην κάλυψη (%)	Είδος	Συχνότητα εμφάνισης (%)
<i>Crepis sp.</i>	25	<i>Crepis sp.</i>	65
<i>Plantago lanceolata</i>	8	<i>Hordeum murinum</i>	45
<i>Sonchus asper</i>	7	<i>Avena sterilis</i>	40
<i>Hordeum murinum</i>	5	<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	35
<i>Cynodon dactylon</i>	4	<i>Sonchus asper</i>	35
Λοιπά είδη ($\leq 3\%$ κάλυψη)	51	<i>Berteroa incana</i>	30
		<i>Capsella bursa-pastoris</i>	30
		Λοιπά είδη	≤ 25

Πίνακας 2. Ποσοστό συμμετοχής των φυτικών ειδών στην κάλυψη του αρχαιολογικού χώρου της Χριστιανικής Αμφίπολης και συχνότητα εμφάνισης φυτικών ειδών στο χώρο, το Φθινόπωρο

Είδος	Συμμετοχή στην κάλυψη (%)	Είδος	Συχνότητα εμφάνισης (%)
<i>Hypochoeris radicata</i>	17	<i>Hypochoeris radicata</i>	70
<i>Cyperus spp.</i>	10	<i>Cyperus spp.</i>	60
<i>Trifolium repens</i>	5	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	55
<i>Digitaria spp.</i>	5	<i>Euphorbia peplus</i>	50
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	4	<i>Anthemis spp.</i>	45
Λοιπά είδη (≤ 3% κάλυψη)	59	<i>Geranium spp.</i>	40
		Λοιπά είδη	≤ 30

Βιβλιογραφία

- Caneva, G., Nugari, M. P. and Salvadori, O. 2008. Plant Biology for Cultural Heritage, Biodeterioration and Conservation. The Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- EMAN 1999. Ecological Monitoring and Assessment Network, Terrestrial Vegetation Monitoring Protocols, EMAN Occasional Paper Series, Report No.9, EMAN Coordinating Office, Canada.
- Ζάχος, Κ. 1998. Φύση στους Αρχαιολογικούς Χώρους. Πρακτικά Διημερίδας: «Αυτοφυής Βλάστηση στους Αρχαιολογικούς Χώρους», 22-23 Μαΐου, Αθήνα, Έκδοση της Ενώσεως Φύλων Ακροπόλεως, 9-17.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου, Μ, Οικονόμου Φ. και Λύρα, Δ. 2012α. Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση του Αμφιάρειου Ωρωπού. Πρακτικά 17^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, 114-117.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου, Μ, Οικονόμου Φ. και Λύρα, Δ. 2012β. Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση της Αρχαίας Αγοράς Αθήνας. Πρακτικά 17^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, 117-119.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου, Μ, Οικονόμου Φ. και Λύρα, Δ. 2012γ. Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση της Κολώνας Αίγινας. Πρακτικά 17^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, 120-122.
- Οικονόμου, Γ. 1998. Προβλήματα που Ανακύπτουν από την Παρουσία της Αυτοφυούς Βλάστησης στους Αρχαιολογικούς Χώρους. Πρακτικά Διημερίδας: «Αυτοφυής Βλάστηση στους Αρχαιολογικούς Χώρους», 22-23 Μαΐου, Αθήνα, Έκδοση της Ενώσεως Φύλων Ακροπόλεως, 65-67.
- Parafotiu M, Kanellou, E. and Economou, G. 2010. Alternative practices for vegetation management in archaeological sites – The case of Eleusis. Acta Hort. 881: 879-883.
- Παπαφωτίου Μ., Κανέλλου Η. και Οικονόμου Γ., 2007. Διαχείριση της βλάστησης στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας και μελέτη εγκατάστασης πρασίνου σε Ρωμαϊκή Βίλλα του χώρου. Πρακτικά 23^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 13(β), 140-142.
- Westhoff, V., and van der Maarel, E. 1973. The Braun-Blanquet approach. Floristic Analysis. In: Tfixen, R. (ed), Handbook of Vegetation Science. p. 308-312.

Η ΑΥΤΟΦΥΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΧΡΙΣΤΙΑΝΙΚΗΣ ΑΜΦΙΠΟΛΗΣ

Η. Κανέλλου¹, Μ. Παπαφωτίου¹, Φ. Οικονόμου² και Δ. Λύρα²

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής. ¹Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ²Εργαστήριο Γεωργίας, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Στην εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της καταγραφής των ετήσιων, αυτοφυών ειδών βλάστησης, στον αρχαιολογικό χώρο της Χριστιανικής Αμφίπολης, Σερρών. Η εργασία αποτελεί τμήμα ερευνητικού προγράμματος σκοπός του οποίου είναι αφενός η διερεύνηση μεθόδων ελέγχου της αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, οι οποίες θα είναι ήπιες προς το μνημείο και φιλικές προς το περιβάλλον, και αφετέρου η αξιοποίηση των αποτελεσμάτων στην ανάπτυξη μεθοδολογίας σχεδιασμού της βλάστησης αρχαιολογικών χώρων. Της ανάπτυξης μεθόδων ελέγχου της βλάστησης, προηγείται η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης. Στη Χριστιανική Αμφίπολη την Άνοιξη 2012 καταγράφηκαν 41 *taxa*, από τα οποία 35 έχουν ταυτοποιηθεί, και ανήκουν σε 12 οικογένειες οι, οποίες κατά φθίνουσα σειρά συμμετοχής στο σύνολο είναι οι *Fabaceae* (34%), *Poaceae* (17%), *Asteraceae* (14%), *Paraveraceae* (6%), *Euphorbiaceae* (6%), *Geraniaceae* (6%) και λοιπές οικογένειες (17%) με συμμετοχή έως 3%. Αντίστοιχα την περίοδο του Φθινοπώρου 2012 καταγράφηκαν συνολικά 31 *taxa*, από τα οποία ταυτοποιήθηκαν 25. Τα δείγματα ανήκουν σε 14 οικογένειες, οι πλουσιότερες των οποίων είναι οι *Poaceae* (20%) και *Asteraceae* (20%), ενώ οι λοιπές οικογένειες είχαν κάτω από 10% συμμετοχή στο σύνολο. Την περίοδο της Άνοιξης, η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 100%, ενώ την περίοδο του Φθινοπώρου, η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 42%.

Λέξεις κλειδιά: καταγραφή βλάστησης, Braun-Blanquet, Θαλής ARCHAEOSCAPE.

Εισαγωγή

Η βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων και μνημείων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι των χώρων αυτών και θα πρέπει να είναι εναρμονισμένη με το χαρακτήρα, τη σημασία και την ιστορικότητα του τόπου. Είναι δύσκολο να φανταστούμε αρχαία ή άλλα μνημεία έξω από το φυτικό πλαίσιο που αναπτύσσεται γύρω από αυτά μετά την εγκατάλειψη της αρχικής χρήσης των χώρων αυτών. Καθώς όμως «η φύση απεχθάνεται το κενό», αν αφεθεί ανεξέλεγκτη προκαλεί πολλά και σημαντικά προβλήματα στο μνημείο (Ζάχος, 1998, Οικονόμου, 1998, Παπαφωτίου κ. ά., 2007, Papafotiou *et al.*, 2010).

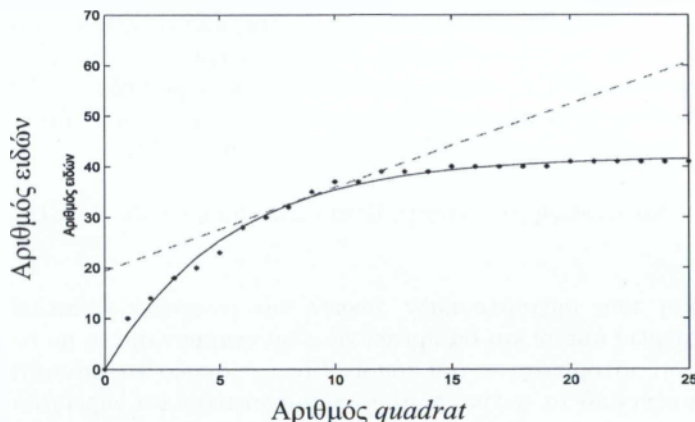
Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος του ερευνητικού προγράμματος «Θαλής»: «Ολοκληρωμένη διαχείριση της βλάστησης αρχαιολογικών χώρων για την προστασία του μνημείου και την ανάδειξη του ιστορικού τοπίου». Σκοπός του προγράμματος είναι αφ' ενός η ανάπτυξη μεθόδων αντιμετώπισης της ανεπιθύμητης βλάστησης των αρχαιολογικών χώρων φιλικών προς το μνημείο και το περιβάλλον και αφ' ετέρου η ενσωμάτωση αυτών των μεθόδων στο σχεδιασμό της φυτικής κάλυψης των χώρων. Στην εργασία που αποτελεί τμήμα του πρώτου σταδίου του προγράμματος, που αφορά στην καταγραφή των φυτικών ειδών σε επτά αρχαιολογικούς χώρους της χώρας,

παρουσιάζονται τα αυτοφυή είδη που αναγνωρίστηκαν στην Χριστιανική Αμφίπολη, Σερρών.

Υλικά και Μέθοδοι

Οι παρατηρήσεις έλαβαν χώρα την Άνοιξη και το Φθινόπωρο του 2012 με σκοπό να καταγραφούν τα ποώδη (χειμερινοεαρινά και θερινοφθινοπωρινά είδη αντίστοιχα, που αυτοφύονται στη Χριστιανική Αμφίπολη.

Για την καταγραφή των αυτοφυών ειδών στις ελεύθερες επιφάνειες του χώρου, ελήφθησαν δείγματα, με *quadrat* 50 X 50 cm. Για την τυχαιοποίηση των *quadrat* στο χώρο, χρησιμοποιήθηκε γεννήτρια τυχαίων αριθμών, με βάση το πρωτόκολλο του Δικτύου Οικολογικής Καταγραφής και Εκτίμησης, του Καναδά (EMAN, 1999, Canena *et al.*, 2008). Για τον καθορισμό του αριθμού των *quadrat* σχεδιάστηκε καμπύλη κορεσμού των ανευρισκόμενων ειδών, η οποία σχηματίστηκε από τη σχέση δύο παραμέτρων, τον αριθμό των *quadrat* και τον αριθμό των ειδών που προστίθενται σε κάθε μέτρηση. Η καμπύλη έχει εκθετική μορφή και όταν κορεσθεί σε είδη, σταματάει η λήψη μετρήσεων (Σχ. 1) (EMAN, 1999). Σε κάθε *quadrat*, έγινε οπτική εκτίμηση της κάλυψης και της αφθονίας κάθε είδους, με χρήση της κλίμακας Braun-Blanquet (Westhoff, 1973). Αυτή περιλαμβάνει επτά κλάσεις για την κάλυψη του κάθε είδους. Σε κάθε *quadrat* καταγράφηκαν ακόμη, οι συντεταγμένες του σημείου, η κλίση, ο προσανατολισμός, η ύπαρξη σκιάς, υγρασίας ή όχλησης και το μέγιστο ύψος των φυτικών ειδών. Παράλληλα συλλέγονταν δείγματα από κάθε είδος με σκοπό την ταυτοποίησή του, με βάση τη *Flora Europea*. Από τα δείγματα στοιχειοθετήθηκε *herbarium* αλλά και ηλεκτρονικό *herbarium* με σάρωση των δειγμάτων.

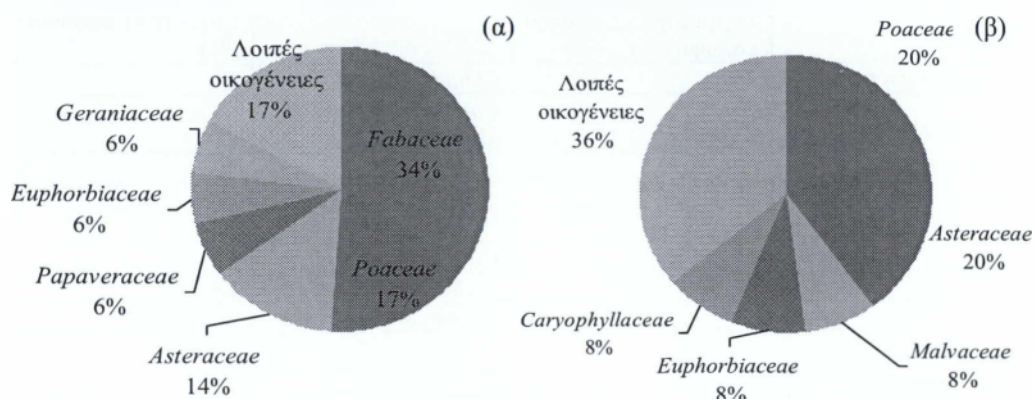


Σχήμα 1: Καμπύλη κορεσμού εμφανιζόμενων ποωδών φυτικών ειδών στο χώρο της Χριστιανικής Αμφίπολης

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Στην Χριστιανική Αμφίπολη κατά την περίοδο της Άνοιξης, ελήφθησαν συνολικά 25 δείγματα-*quadrat*. Σε αυτά καταγράφηκαν 41 διαφορετικά *taxa*, από τα οποία 35 έχουν ταυτοποιηθεί. Τα δείγματα ανήκουν σε 12 οικογένειες, στις οποίες κατά κυριότητα συμμετέχουν οι *Fabaceae*, *Poaceae* και *Asteraceae* (Σχ. 2α), όπως έχει δειχθεί και για άλλους αρχαιολογικούς χώρους της χώρας, με διαφορετικό κλίμα (Κανέλλου κ.ά., 2012α, β, γ). Αντίστοιχα την περίοδο του Φθινοπώρου, ελήφθησαν 30 δείγματα-*quadrat*. Σε αυτά καταγράφηκαν 31 *taxa*, από τα οποία 25 έχουν ταυτοποιηθεί. Τα είδη

ανήκουν σε 14 οικογένειες, οι πλουσιότερες των οποίων είναι οι *Poaceae* και *Asteraceae* (Σχ. 2β).



Σχήμα 2: Κατανομή των φυτικών ειδών σε βοτανικές οικογένειες την περίοδο της Άνοιξης (α) και του φθινοπώρου (β) στον αρχαιολογικό χώρο της Χριστιανικής Αμφίπολης

Την περίοδο της Άνοιξης, η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 100%, με μέσο αριθμό ειδών ανά *quadrat*, εννέα. Τα είδη που συμμετείχαν κατά κυριότητα στην κάλυψη του χώρου και η συχνότητα εμφάνισής τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Αναλόγως, την περίοδο του Φθινοπώρου, η φυτοκάλυψη του χώρου ήταν 42 %, με μέσο αριθμό ειδών ανά *quadrat*, τρία. Τα είδη που συμμετείχαν κατά κυριότητα στην κάλυψη του χώρου και η συχνότητα εμφάνισής τους, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Από την εφαρμογή του πρωτοκόλλου καταγραφής, φάνηκε ότι αυτό είναι ένα απλό και εύχρηστο εργαλείο για την κατανόηση της γενικής εικόνας της αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικό χώρο. Η κλίμακα Braun-Blanquet με επτά κλάσεις, είναι επαρκής για την αποτύπωση της εικόνας της βλάστησης και προτείνεται για τέτοιου είδους καταγραφές.

Πίνακας 1. Ποσοστό συμμετοχής των φυτικών ειδών στην κάλυψη του αρχαιολογικού χώρου της Χριστιανικής Αμφίπολης και συχνότητα εμφάνισης φυτικών ειδών στο χώρο, την Άνοιξη

Είδος	Συμμετοχή στην κάλυψη (%)	Είδος	Συχνότητα εμφάνισης (%)
<i>Vicia villosa</i>	13	<i>Avena sterilis</i>	80
<i>Medicago spp.</i>	9	<i>Hymenocarpus circinatus</i>	44
<i>Coronilla spp.</i>	9	<i>Astragalus hamosus</i>	40
<i>Hordeum murinum</i>	8	<i>Gallium aparine</i>	40
<i>Astragalus hamosus</i>	7	<i>Hordeum murinum</i>	40
<i>Avena sterilis</i>	6	<i>Vicia lutea</i>	40
Λοιπά είδη (< 4% κάλυψη)	48	<i>Coronilla spp.</i>	36
		Λοιπά είδη	< 32

Πίνακας 2. Ποσοστό συμμετοχής των φυτικών ειδών στην κάλυψη του αρχαιολογικού χώρου της Χριστιανικής Αμφίπολης και συχνότητα εμφάνισης φυτικών ειδών στο χώρο, το Φθινόπωρο

Είδος	Συμμετοχή κάλυψη (%)	στην	Είδος	Συχνότητα εμφάνισης (%)
<i>Cynodon dactylon</i>	24		<i>Cynodon dactylon</i>	63
<i>Malva sylvestris</i>	5		<i>Convolvulus altheoides</i>	23
<i>Cyperus spp.</i>	2		<i>Malva sylvestris</i>	20
Λοιπά είδη (≤ 1% κάλυψη)	11		<i>Tribulus terrestris</i>	20
			<i>Cyperus spp.</i>	17
			<i>Cichorium intibus</i>	17
			Λοιπά είδη	≤ 15

Βιβλιογραφία

- Caneva, G., Nugari, M. P. and Salvadori, O. 2008. Plant Biology for Cultural Heritage, Biodeterioration and Conservation. The Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- EMAN 1999. Ecological Monitoring and Assessment Network, Terrestrial Vegetation Monitoring Protocols, EMAN Occasional Paper Series, Report No.9, EMAN Coordinating Office, Canada.
- Ζάχος, Κ. 1998. Φύση στους Αρχαιολογικούς Χώρους. Πρακτικά Δημερίδας: «Αυτοφυής Βλάστηση στους Αρχαιολογικούς Χώρους», 22-23 Μάιου, Αθήνα, Έκδοση της Ενώσεως Φύλων Ακροπόλεως, 9-17.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου, Μ, Οικονόμου Φ. και Λύρα, Δ. 2012α. Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση του Αμφιάρειου Ωρωπού. Πρακτικά 17^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, 114-117.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου, Μ, Οικονόμου Φ. και Λύρα, Δ. 2012β. Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση της Αρχαίας Αγοράς Αθήνας. Πρακτικά 17^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, 117-119.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου, Μ, Οικονόμου Φ. και Λύρα, Δ. 2012γ. Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση της Κολώνας Αίγινας. Πρακτικά 17^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, 120-122.
- Οικονόμου, Γ. 1998. Προβλήματα που Ανακύπτουν από την Παρουσία της Αυτοφυούς Βλάστησης στους Αρχαιολογικούς Χώρους. Πρακτικά Δημερίδας: «Αυτοφυής Βλάστηση στους Αρχαιολογικούς Χώρους», 22-23 Μάιου, Αθήνα, Έκδοση της Ενώσεως Φύλων Ακροπόλεως, 65-67.
- Parafotiu M, Kanellou, E. and Economou, G. 2010. Alternative practices for vegetation management in archaeological sites – The case of Eleusis. Acta Hort. 881: 879-883.
- Παπαφωτίου Μ., Κανέλλου Η. και Οικονόμου Γ., 2007. Διαχείριση της βλάστησης στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας και μελέτη εγκατάστασης πρασίνου σε Ρωμαϊκή Βύλα του χώρου. Πρακτικά 23^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 13(β), 140-142.
- Westhoff, V., and van der Maarel, E. 1973. The Braun-Blanquet approach. Floristic Analysis. In: Tfixen, R. (ed), Handbook of Vegetation Science. p. 308-312.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΓΙΑ ΕΚΤΑΤΙΚΑ ΦΥΤΟΔΩΜΑΤΑ

Θ. Καψάλη, Ν. Ντούλας και Π.Α. Νεκτάριος

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη είχε ως σκοπό τη διερεύνηση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων υποστρωμάτων προκειμένου να δημιουργηθεί υπόστρωμα κατάλληλο για εκτατικά φυτοδώματα. Τα υλικά που μελετήθηκαν ήταν ανόργανα και οργανικά. Τα ανόργανα υλικά περιελάμβαναν, θραυστό κεραμίδι Τρικάλων λεπτόκοκκο και χονδρόκοκκο, θραυστό κεραμίδι Χαλκίδας κοκκομετρίας 1-2 mm, 2-4 mm, 5-8 mm και 5-16 mm, θραυστό τούβλο κοκκομετρίας 2-4 mm και 5-8 mm, θερμικώς κατεργασμένη άργιλο, ζεόλιθο και ελαφρόπετρα, ενώ τα οργανικά υλικά ήταν τρία είδη compost (ελαιουργίας, στεμφύλων, φυτικών υπολειμμάτων αναμειγμένα με κοπριά αλόγου και βοοειδών) και τύρφη. Διενεργήθηκαν εργαστηριακές αναλύσεις προκειμένου να προσδιοριστούν οι φυσικές και χημικές ιδιότητες των υλικών και των αναμίξεων αυτών, οι οποίες περιελάμβαναν τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους, του πορώδους, της χαρακτηριστικής καμπύλης υγρασίας, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και του pH. Για τη δημιουργία του υποστρώματος επιλέχθηκε ως κύριο υλικό η ελαφρόπετρα κοκκομετρίας 0-8 mm λόγω των θετικών χαρακτηριστικών όσον αφορά το ειδικό βάρος, το πορώδες και τη συγκράτηση της υγρασίας σε σύγκριση με τα υπόλοιπα ανόργανα συστατικά. Αν και η ελαφρόπετρα εμφάνισε υψηλό pH, ωστόσο αυτό δεν επέδρασε αρνητικά στις μελέτες φυτοτοξικότητας, καθώς βρέθηκε ότι το pH μειώνεται από 9.04 σε 8.3 εντός 19 ωρών. Από τα διάφορα οργανικά βελτιωτικά υποστρώματος επιλέχθηκε το compost στεμφύλων λόγω του μικρού του ειδικού βάρους και της μειωμένης περιεκτικότητας σε άζωτο σε σύγκριση με τα υπόλοιπα compost.

Λέξεις Κλειδιά: ελαφρόπετρα, θραυστό κεραμίδι, compost

Εισαγωγή

Τα φυτοδώματα αποτελούν μια τεχνική ανάπτυξης του πράσινου στις μεγαλουπόλεις. Τα τελευταία χρόνια πολλοί ερευνητές έχουν στρέψει την προσοχή τους στη δημιουργία υποστρωμάτων με όσο το δυνατόν μικρότερο βάρος, το οποίο θα επιτρέπει τη βιώσιμη ανάπτυξη των φυτών ακόμα και σε περιορισμένα βάθη. Σκοπός της μελέτης αποτελεί η διερεύνηση της καταλληλότητας διαφόρων τοπικά διαθέσιμων ανόργανων και οργανικών υλικών ως συστατικών σε υποστρώματα εκτατικών φυτοδωμάτων.

Υλικά και Μέθοδοι

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Τα ανόργανα υλικά που μελετήθηκαν ήταν το θραυστό κεραμίδι Τρικάλων, λεπτόκοκκο και χονδρόκοκκο, το θραυστό κεραμίδι Χαλκίδας κοκκομετρίας 1-2 mm, 2-4 mm, 5-8 mm και 5-16 mm, το θραυστό τούβλο κοκκομετρίας: 2-4 mm και 5-8 mm, η κατεργασμένη άργιλος και η ελαφρόπετρα, ενώ τα οργανικά υλικά ήταν τρία είδη compost

(ελαιουργίας, στέμφυλων, φντικών υπολειμμάτων αναμειγμένα με κοπριά αλόγου και βοοειδών) και η τύρφη η οποία χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας.

Στα ανόργανα υλικά πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις: α) προσδιορισμός του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC), β) δυαδική σύγκριση των ανόργανων υλικών με βάση το pH και το EC που παρουσίασαν, γ) κοκκομετρική ανάλυση και δ) προσδιορισμός της χαρακτηριστικής καμπύλης υγρασίας. Αντίστοιχα, στα οργανικά υλικά έγινε προσδιορισμός της ικανότητας συγκράτησης της υγρασίας, του pH και του EC, ενώ πραγματοποιήθηκαν και χημικές αναλύσεις για την περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά συστατικά, και ιχνοστοιχεία.

Τέλος, στα υποστρώματα που δημιουργήθηκαν έπειτα από τη μελέτη του κάθε υλικού ξεχωριστά, μελετήθηκαν εκ νέου ως προς το pH και το EC τους, τη χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας τους, την υδραυλική αγωγιμότητα και την κοκκομετρία τους, ώστε να προσδιοριστεί το καταλληλότερο υπόστρωμα για το σκοπό της παρούσας μελέτης.

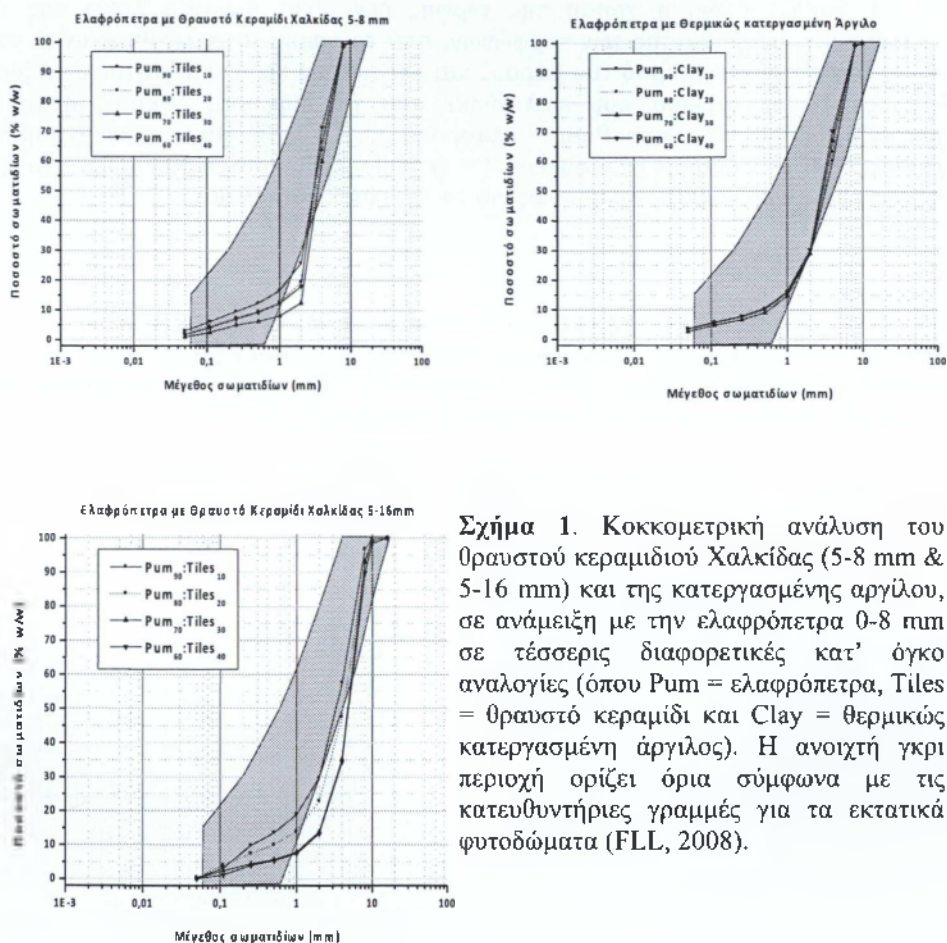
Αποτελέσματα

Για τη δημιουργία του υποστρώματος επιλέχτηκε ως κύριο υλικό η ελαφρόπετρα 0-8 mm, λόγω των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων της (Πίν. 1). Λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες της ελαφρόπετρας βρέθηκε ότι η καλύτερη επιλογή θα ήταν το θραυστό κεραμίδι Χαλκίδας ή η θερμικώς κατεργασμένη άργιλος λόγω μειωμένου pH (Πίν. 1). Όσον αφορά την ηλεκτρική αγωγιμότητα, τα θραυστά τούβλα εμφάνισαν αυξημένες τιμές και κατά συνέπεια αποκλείστηκαν από περαιτέρω αναλύσεις (Πίν. 1). Ως προς την κοκκομετρική ανάλυση βρέθηκε ότι τα μείγματα της ελαφρόπετρας με τα δύο μεγέθη θραυστού κεραμιδιού Χαλκίδας (5-8 mm & 5-16 mm) δεν πληρούσαν τις προϋποθέσεις της κοκκομετρικής ανάλυσης όπως αυτές αναφέρονται στο FLL (2008) και στις τέσσερις αναλογίες ανάμειξης που ελέγχθηκαν (Σχ. 1). Αντίθετα η μηχανική ανάλυση των μειγμάτων που περιείχαν ελαφρόπετρα και θερμικώς κατεργασμένη άργιλο βρίσκονταν μέσα στα επιτρεπτά όρια του FLL (2008) (Σχ. 2).

Πίνακας 1: Τιμές του pH και του EC του αποστραγγιζόμενου όγκου για τους διάφορους τύπους θραυστού κεραμιδιού και τούβλου καθώς και για την θερμικώς κατεργασμένη άργιλο (όπου: Κ. Τρ. = Κεραμίδι Τρικάλων και Κ. Χ. = Κεραμίδι Χαλκίδας).

	Κ. Τρ. Χονδ/κο	Κ. Τρ. Λεπτ/κο	Κ.Χ. 1-2mm	Κ.Χ. 2-4mm	Κ.Χ. 5-8mm	Κ.Χ.5- 16 mm	Τούβλο 2-4mm	Τούβλο mm5-8	Άργιλος
pH	8.85	8.49	8.25	8.22	8.18	7.92	10.2	10.42	7.75
EC ($\mu\text{S m}^{-1}$)	54.4	128.5	874	894	813	522	1618	1071	435

Για να διερευνηθεί πλήρως η καταλληλότητα των ανόργανων μειγμάτων ελέγχθηκαν όλα ως προς την ικανότητα συγκράτησης υγρασίας. Βρέθηκε ότι το θραυστό κεραμίδι Χαλκίδας και στις δύο κοκκομετρίες (5-8 mm και 5-16 mm) έχει μειωμένη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, ενώ οι διαφορετικές κατ' όγκο αναλογίες (10%, 20% και 30%) αυτού στο υπόστρωμα παρουσίασαν αμελητέες διαφορές στη συγκράτηση υγρασίας (Διάγρ. 3). Αντίθετα, η θερμικώς κατεργασμένη άργιλος βελτίωσε σημαντικά την ποσότητα συγκράτησης υγρασίας του υποστρώματος.



Σχήμα 1. Κοκκομετρική ανάλυση του θραυστού κεραμιδιού Χαλκίδας (5-8 mm & 5-16 mm) και της κατεργασμένης αργίλου, σε ανάμειξη με την ελαφρόπετρα 0-8 mm σε τέσσερις διαφορετικές κατ' όγκο αναλογίες (όπου Pum = ελαφρόπετρα, Tiles = θραυστό κεραμίδι και Clay = θερμικώς κατεργασμένη αργίλος). Η ανοιχτή γκρι περιοχή ορίζει όρια σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές για τα εκτακτικά φυτοδώματα (FLL, 2008).

Πίνακας 2. Οι τιμές του pH και του EC για κάθε ένα από τα τέσσερα υποστρώματα με διαφορετικά οργανικά συστατικά (όπου Pum= Ελαφρόπετρα; Cl=Θερμικώς κατεργασμένη αργίλος, GWC= Κομποστ φυτικών υπολειμμάτων αναμειγμένα με κοπριά αλόγου και βοοειδών, OMWC= Κομποστ ελαιουργίας, GMC= Κομποστ στέμφυλων, Z=Ζεόλιθος) σε κατ' όγκο αναλογίες που υποδεικνύονται από τους δείκτες.

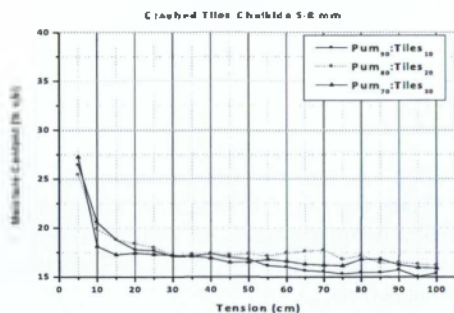
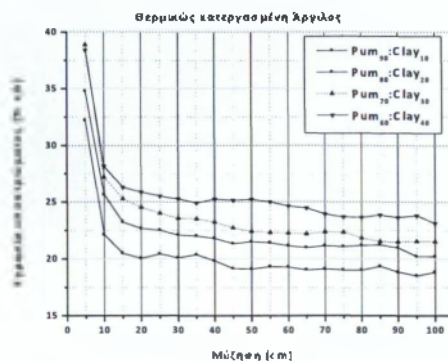
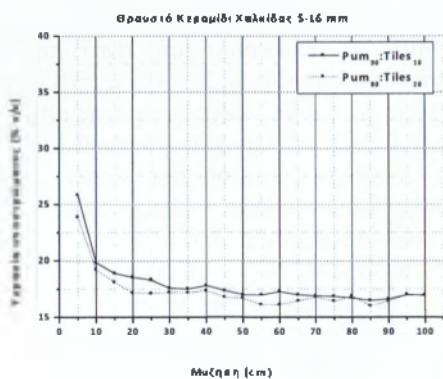
Είδος Υποστρώματος	pH	EC ($\mu\text{S m}^{-1}$)	Υδραυλική αγωγιμότητα (mm min^{-1})	Βάρος (kg m^{-3})	
				Κορεσμένο	Ξηρό
Pum ₆₅ :Cl ₁₅ :Peat ₁₅ :Z ₅	6.16	207	---		
Pum ₆₅ :Cl ₁₅ : GWC ₁₅ :Z ₅	8.35	680	7.42	1.234,1	692,4
Pum ₆₅ :Cl ₁₅ : OMWC ₁₅ :Z ₅	7.95	467	7.84	1.218,2	733.1
Pum ₆₅ :Cl ₁₅ : GMC ₁₅ :Z ₅	8.18	280	7.42	1.092,0	676.9

Το φαινόμενο αυτό αυξανόταν σύμφωνα με την αύξηση της ποσότητας της διογκωμένης αργίλου στο μείγμα (Σχ. 3). Από τα οργανικά βελτιωτικά που δοκιμάστηκαν, η τύρφη επέδειξε τη μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας

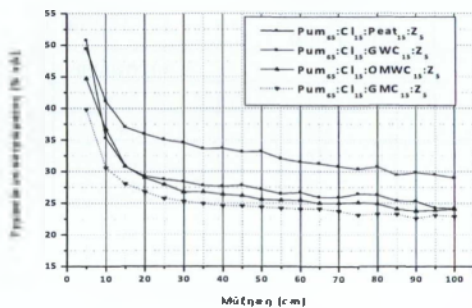
(Σχ. 4). Καθώς όμως η χρήση της τύρφης δεν είναι βιώσιμη λόγω της μη αναστρέψιμης υποβάθμισης των τυρφώνων, από τα compost επιλέχθηκε αυτό των στέμφυλων λόγω του μικρού του βάρους και της μικρής περιεκτικότητας σε άζωτο (Πίν. 2). Το υπόστρωμα που επιλέχθηκε από τις διάφορες δοκιμές ήταν το Pum₆₅:Cl₁₅:GMC₁₅:Z₅ (όπου Pum = ελαφρόπετρα, Cl = θερμικώς κατεργασμένη άργιλος, GMC = Compost στέμφυλων, Z = ζεόλιθος). Το προτεινόμενο υπόστρωμα ακολουθεί τις κατευθυντήριες οδηγίες για τα εκτατικά φυτοδώματα.

Βιβλιογραφία

FLL. 2008. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau. Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen. Richtlinien für Dachbegrünungen (Guideline for the planning, execution and upkeep of green-roof sites). Selbstverlag, Troisdorf.



Σχήμα 2. Χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας για την ελαφρόπετρα 0-8 mm αναμεμιγμένη με θραυστό κεραμίδι Χαλκίδας (5-8 mm & 5-16 mm) και θερμικώς κατεργασμένη άργιλο, σε διάφορες κατ' όγκο αναλογίες (Pum = ελαφρόπετρα, Tiles = θραυστό κεραμίδι και Clay = θερμικώς κατεργασμένη άργιλος)



Σχήμα 3. Χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας του μείγματος με βάση την ελαφρόπετρα 0-8 mm με διάφορα οργανικά συστατικά (όπου Pum= Ελαφρόπετρα, Cl=Θερμικώς κατεργασμένη άργιλος, GWC= Compost φυτικών υπολειμμάτων αναμεμιγμένα με κοπριά αλόγου και βοοειδών, OMWC= Compost ελαιουργίας, GMC= Compost στέμφυλων, Z=Ζεόλιθος) σε κατ' όγκο αναλογίες που υποδεικνύονται από τους δείκτες.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΥΤΟΦΥΟΥΣ *Atriplex halimus* L. ΣΕ ΕΚΤΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΦΥΤΟΔΩΜΑΤΑ

Μ. Παπαφωτίου, Μ. Φουσκάκη και Λ. Τασούλα

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος,
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, ¹Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου,
²Εργαστήριο Γεωργίας, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Έχοντας ως στόχο τη χρήση αυτοφυών ειδών σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα με σύγχρονη μείωση του βάρους του φυτοδώματος και της ποσότητας του απαιτούμενου νερού άρδευσης, διερευνήθηκε η δυνατότητα αξιοποίησης του *Atriplex halimus* L. σε δύο τύπους υποστρώματος και υπό δύο συχνότητες άρδευσης. Έρριζα μοσχεύματα φυτεύτηκαν Δεκέμβριο σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών σε δύο υποστρώματα ανάπτυξης βάθους 10 cm, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v) ή όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, κάθε 5 ημέρες (κανονική) και κάθε 9 ημέρες (αραιή). Πριν τη θερινή περίοδο, τα φυτά είχαν αναπτύξει μεγαλύτερο ύψος στο εδαφικό υπόστρωμα, ενώ ο αριθμός των βλαστών ήταν παρόμοιος στα δύο υποστρώματα. Κατά τη θερινή περίοδο, το ύψος των φυτών αναπτύχθηκε περισσότερο στο μη εδαφικό υπόστρωμα, ενώ ο αριθμός των βλαστών δεν επηρεάστηκε από το είδος του υποστρώματος. Η κανονική άρδευση έδωσε ψηλότερα φυτά, με περισσότερους πλάγιους βλαστούς. Όμως και υπό αραιή άρδευση, το *A. halimus* έδωσε πολύ ικανοποιητική ανάπτυξη και ως εκ τούτου θεωρείται ιδιαίτερα κατάλληλο είδος για χρήση σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα με ελαφρύ υπόστρωμα (το υπόστρωμα χωρίς έδαφος) και περιορισμένη άρδευση.

Λέξεις κλειδιά: αλιμιά, ξηροφυτικά, αλόφυτα, ταρατσόκηποι, υδατική καταπόνηση.

Εισαγωγή

Τα φυτοδώματα, αυξάνοντας το πράσινο στις πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές, χαρίζουν πολλαπλά περιβαλλοντικά και ενεργειακά οφέλη. Η διαχείριση και συγκράτηση των κατακρημνισμάτων (Fioretti κ.ά., 2010, Nagase & Dunnnett, 2012), η βελτίωση της ποιότητας του αέρα, (Currie & Bass, 2008, Getter κ.ά., 2009, Li κ.ά., 2010), η αύξηση της θερμομόνωσης και η εξοικονόμηση ενέργειας (Jaffal κ.ά., 2012), είναι μερικά από αυτά. Τα τελευταία χρόνια η έρευνα έχει στραφεί σε πλήθος φυτικών ειδών ικανών να διαμορφώσουν έναν εκτατικό ταρατσόκηπο σε μορφή λιβαδιού (Dvorak & Volder, 2010, MacIvor & Lundholmb, 2011, Nagase & Dunnnett, 2010, 2013), αλλά και στη χρήση αυτοφυούς βλάστησης, η οποία απαιτεί ελάχιστη άρδευση, εγκλιματίζεται γρήγορα και συμβάλει στη βιοποικιλότητα και στη διατήρηση του τοπικού χαρακτήρα (Baumann, 2006, Benvenuti, 2010, Nektarios, κ.ά., 2011, Parafotiou κ.ά., 2012, 2013).

Το *Atriplex halimus* L. είναι ένας Μεσογειακός θάμνος της οικογένειας Amaranthaceae (Polunin, 1988), με μεγάλη αντοχή στην ξηρασία, καθώς και στην αλατότητα των εδαφών, που καλλιεργείται ως κτηνοτροφικό φυτό και λόγω των χαρακτηριστικών του μπορεί να αξιοποιηθεί για τη βελτίωση υποβαθμισμένων και ερημοποιημένων περιοχών (Nedjimi & Daoud, 2009).

Στόχος του πειράματος ήταν η διερεύνηση της δυνατότητας χρήσης του *A. halimus* σε εκτακτικού τύπου αστικά φυτοδώματα, με σύγχρονη μείωση του βάρους του φυτοδώματος και της ποσότητας του απαιτούμενου νερού άρδευσης.

Υλικά και Μέθοδοι

Έρριζα μοσχεύματα *A. halimus* L (προσφορά της Φιλοδοσικής Ένωσης Αθηνών) φυτεύτηκαν το 2^ο δεκαήμερο του Δεκεμβρίου 2012, σε πλαστικά κιβώτια 40 x 60 cm σε πλήρως εκτεθειμένο δάμα του 1^{ου} ορόφου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Φυτεύτηκαν δύο φυτά ανά κιβώτιο και κάθε επέμβαση είχε έξι κιβώτια, τα οποία έφεραν υποδομή φυτεμένου δώματος, ήτοι στρώμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης, αποστραγγιστικό στοιχείο και διηθητικό φύλλο (ZinCo S.A.).

Χρησιμοποιήθηκαν δύο υποστρώματα ανάπτυξης, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v) ή όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Το βάθος του υποστρώματος ήταν 10 cm. Οι επεμβάσεις του πειράματος περιελάμβαναν τα δύο είδη υποστρώματος και δύο συχνότητες άρδευσης κατά τη θερινή περίοδο, ήτοι κάθε 5 ημέρες η κανονική και κάθε 9 ημέρες η αραιή. Οι επεμβάσεις άρδευσης εφαρμόστηκαν από 15 Μαΐου έως 31 Αυγούστου 2013. Η άρδευση γινόταν μέχρι απορροής, με αυτόματο σύστημα, με δύο επιφανειακούς σταλάκτες ανά κιβώτιο. Έγινε μία εφαρμογή λίπανσης δύο εβδομάδες μετά την εγκατάσταση του πειράματος με πλήρες λίπασμα 20:20:20 (Nutrileaf 60), 2 g/l, 50 ml ανά φυτό.

Αρχές Φεβρουαρίου 2013 τα φυτά όλων των επεμβάσεων κλαδεύτηκαν στα 10 cm. Κατά το χρονικό διάστημα Φεβρουάριος - Μάιος 2013, πριν την έναρξη της θερινής περιόδου, αξιολογήθηκαν η μεταβολή του ύψους και ο αριθμός των βλαστών ανά φυτό. Οι ίδιες μετρήσεις πάρθηκαν και κατά τη θερινή περίοδο (τέλη Μαΐου - τέλη Αυγούστου 2013), την περίοδο δηλαδή της υδατικής καταπόνησης.

Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με μονοπαραγοντική ή διπαραγοντική ανάλυση της διασποράς και οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με Student's *t*, σε $P < 0,05$.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Πριν τη θερινή περίοδο, από το Φεβρουάριο μέχρι το Μάιο 2013, το εδαφικό υπόστρωμα επέφερε μεγαλύτερο ύψος φυτών, ενώ ο αριθμός των βλαστών ήταν παρόμοιος στα δύο υποστρώματα (Πίν. 1). Ο παράγοντας άρδευση δε λήφθηκε υπόψη εφόσον όλα τα φυτά αρδεύονταν με την ίδια συχνότητα κατά την περίοδο αυτή.

Κατά τη θερινή περίοδο, τέλη Μαΐου - τέλη Αυγούστου 2013, βάσει των διπαραγοντικών αναλύσεων των δεδομένων, το υπόστρωμα χωρίς έδαφος έδωσε μεγαλύτερο ύψος φυτών, χωρίς να επιδράσει στον αριθμό των βλαστών, ενώ η κανονική άρδευση επέφερε αύξηση του ύψους και του αριθμού των βλαστών των φυτών (Πίν. 2).

Αξιοσημείωτο αποτέλεσμα που προέκυψε από τις μονοπαραγοντικές αναλύσεις των δεδομένων ήταν ότι η καλλιέργεια σε υπόστρωμα με έδαφος και κανονική άρδευση έδωσε παρόμοιο ύψος φυτών με το μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση. Ο αριθμός των βλαστών υπό κανονική άρδευση ήταν όμοιος στα δύο υποστρώματα (Πίν. 3). Η συμμετοχή της κομπόστας στεμφύλων στα υποστρώματα πιθανώς να επηρέασε θετικά την ανάπτυξη των φυτών, όχι μόνο μέσω της παροχής N, αλλά και λόγω της υψηλής παροχής K (Parafiotiou κ.ά., 2013). Η υψηλή συγκέντρωση K πιθανώς να βοήθησε τα φυτά στο να ανταπεξέλθουν στις αντίξοες συνθήκες του φυτοδώματος, όπως η ξηρασία, οι υψηλές θερμοκρασίες και ο άνεμος (Cakmak 2005, Egilla κ.ά., 2001).

Όμως, και υπό αραιή άρδευση (ανά εννέα ημέρες), το *Atriplex halimus* έδωσε πολύ ικανοποιητική ανάπτυξη και ως εκ τούτου θεωρείται ιδιαίτερα κατάλληλο είδος για χρήση σε εκτατικού τύπου φυτοδάματα με ελαφρύ υπόστρωμα (το υπόστρωμα χωρίς έδαφος) και περιορισμένη άρδευση.

Συμπερασματικά, το *Atriplex halimus* L. αναπτύχθηκε ικανοποιητικά και υπό αραιή άρδευση, ιδίως στο υπόστρωμα που δεν περιείχε έδαφος, άρα μπορεί να καλλιεργηθεί σε ρηχό υπόστρωμα 10 cm, που σημαίνει εκτατικού τύπου φυτοδάματα και μάλιστα σε ελαφρού τύπου υπόστρωμα χωρίς έδαφος, με εφαρμογή αραιών αρδεύσεων κατά τη θερινή περίοδο. Επομένως, όπως και άλλα μεσογειακά ξηροφυτικά είδη φυτών (Ραφαηλίου κ.ά., 2012, 2013) προτείνεται για καλλιέργεια σε αστικά φυτοδάματα εκτατικού τύπου της Ν. Ελλάδας,.

Πίνακας 1. Επίδραση του είδους του υποστρώματος, στο ύψος και τον αριθμό των βλαστών των φυτών πριν τη θερινή περίοδο (Φεβρουάριος 2013- Μάιος 2013).

Επέμβαση	Ύψος (cm)	Αριθμός βλαστών
ε	41,3 a	37,6 a
χε	31,5 b	36,5 a
F	*	NS

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες με LSD, $p < 0,05$, *: σημαντικό και NS μη σημαντικό σε $p < 0,05$.

Πίνακας 2. Επίδραση των κύριων παραγόντων (συχνότητας άρδευσης και είδους υποστρώματος) στο ύψος και στον αριθμό των βλαστών των φυτών στο τέλος της θερινής περιόδου (Αύγουστος 2013).

Παράγοντας	Ύψος (cm)	Αριθμός βλαστών
ε	43,9 b	36,3 a
χε	59,4 a	37,7 a
α	44,2 b	20,9 b
κ	59,2 a	53,1 a
Φυτόστρωμα	*	NS
Γάρδευση	*	*
Φυτ. Χ άρδ.	NS	NS

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες ανά παράγοντα με LSD, $P < 0,05$.

Πίνακας 3. Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος στο ύψος και στον αριθμό των βλαστών των φυτών στο τέλος της θερινής περιόδου (Αύγουστος 2013).

Επέμβαση	Ύψος (cm)	Αριθμός βλαστών
ε/α	32,9 b	17,83 b
ε/κ	54,9 a	54,83 a
χε/α	55,5 a	24,0 b
χε/κ	63,4 a	51,4 a

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες με LSD, $P < 0,05$.

Βιβλιογραφία

- Baumann, N. 2006. Ground-nesting birds on green roofs in Switzerland: preliminary observations. *Urban Habitats*. 4: 37-50.
- Benvenuti, S. and Bacci, D. 2010. Initial agronomic performances of Mediterranean xerophytes in simulated dry green roofs. *Urban Ecosyst*. 13: 349-363.
- Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci*. 168: 521-530.
- Currie, B.A. and Bass, A.C. 2008. Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE model. *Urban Ecosyst*. 11: 409-422.
- Dvorak, B. and Volder, A. 2010. Green roof vegetation for North American ecoregions: A literature review. *Landsc. Urban Plan*. 96:197-213.
- Egilla, J.N., Davies, F.T. and Drew, M.C. 2001. Effect of potassium on drought resistance of *Hibiscus rosa-sinensis* cv. Leprechaun: Plant growth, leaf macro- and micronutrient content and root longevity. *Plant Soil* 229: 213-224.
- Fioretti, R., Palla, A., Lanza, L. G. and Principi, P. 2010. Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate. *Build. Environ*. 45: 1890-1904.
- Getter, K.L., Rowe, D.B., Robertson, G.P., Cregg, B.M. and Andersen, J.A. 2009. Carbon sequestration potential of extensive green roofs. *Environ. Sci. Technol*. 43: 7564-7570.
- Jaffal, I., Ouldboukhitine, S.E., and Belarbi, R. 2012. A comprehensive study of the impact of green roofs on building energy performance. *Renew. Energ*. 43: 157-164.
- Li, J., Wai, O.H.W., Li, Y.S., Zhan, J., Ho, Y.A., Li, J. and Lamm, E. 2010. Effect of green roof on ambient CO₂ concentration. *Build. Environ*. 45: 2644-2651.
- MacIvor, J.S. and Lundholmb, J. 2011. Performance evaluation of native plants suited to extensive green roof conditions in a maritime climate. *Ecol. Engin*. 37:407-417.
- Nagase, A. and Dunnett, N. 2010. Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs: Effects of watering and diversity. *Landsc. Urban Plan*. 97:318-327.
- Nagase, A. and Dunnett, N. 2013. Establishment of an annual meadow on extensive green roofs in the UK. *Landscape Urban Plan*. 112:50-62.
- Nagase, A. and Dunnett, N. 2012. Amount of water runoff from different vegetation types on extensive green roofs: Effects of plant species, diversity and plant structure. *Landsc. Urban Plan*. 104: 356-363.
- Nedjimi, B. and Daoud, Y. 2009. Ameliorative effect of CaCl₂ on growth, membrane permeability and nutrient uptake in *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* grown at high (NaCl) salinity. *Desalination* 249: 163–166.
- Nektarios, P.A., Amountzias, I., Kokkinou, I Ntoulas, N. 2011. Green roof substrate type and depth affect the growth of the native species *Dianthus fruticosus* under reduced irrigation regimens. *Hortscience* 46: 1208-1216.
- Papafotiou, M., Pergialioti, N., Papanastassatos, E.A., Tassoula, L., Massas, I., and Kargas, G. 2012. Effect of Substrate Type and Depth and the Irrigation Frequency on Growth of Semiwoody Mediterranean species in Green Roofs. *Acta Hortic*. 990: 481-486.
- Papafotiou, M., Pergialioti, N., Tassoula, L., Massas, I. and Kargas, G. 2013. Growth of native aromatic xerophytes in an extensive Mediterranean green roof, as affected by substrate type and depth, and irrigation frequency. *Hortscience* 48(10): 1327-1333.
- Polunin, O. 1988. *Flowers of Greece and The Balkans-A Field Guide*. Oxford University Press, New York.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ *Lomelosia cretica* L. ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΕΚΤΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΦΥΤΟΔΩΜΑΤΑ

Μ. Παπαφωτίου, Δ. Γαλάνης και Α. Τασούλα

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Με στόχο τη χρήση ειδών της Ελληνικής χλωρίδας στα φυτοδώματα, τη μείωση του βάρους της κατασκευής τους αλλά και της ποσότητας του απαιτούμενου νερού άρδευσης, διερευνήθηκε η καταλληλότητα του είδους *Lomelosia cretica* L. για χρήση σε εκτατικού τύπου φυτοδώμα στην Αθήνα. Έρριζα μοσχεύματα φυτεύτηκαν Δεκέμβριο σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών σε δύο υποστρώματα ανάπτυξης βάθους 10 cm, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v) ή όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, κάθε 3 ημέρες (κανονική) και κάθε 5 ημέρες (αραιή). Με βάση τις διπαραγοντικές αναλύσεις των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε επίδραση του είδους του υποστρώματος στην ανάπτυξη των φυτών. Η αραιή συχνότητα άρδευσης περιορίσε την ανάπτυξη, κυρίως τη διάμετρο των φυτών, χωρίς όμως το αποτέλεσμα να είναι ιδιαίτερα αισθητό. Σημαντική διαπίστωση ήταν ότι το υπόστρωμα χωρίς έδαφος (ελαφρύ) υπό αραιή άρδευση, επέφερε παρόμοια ανάπτυξη της διαμέτρου των φυτών με το εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση. Επομένως η *L. cretica* ενδείκνυται για χρήση σε εκτατικού τύπου αστικά φυτοδώματα, με ελαφρύ υπόστρωμα και περιορισμένη άρδευση, μειώνοντας το βάρος της κατασκευής του φυτοδώματος και την υδατοκατανάλωση.

Εισαγωγή

Η προσφορά των φυτοδωμάτων στο οικοσύστημα αστικών περιοχών έχει να κάνει με διάφορους παράγοντες όπως η διαχείριση των όμβριων υδάτων (Fioretti κ.ά., 2010), η θερμομόνωση των κτηρίων και η εξοικονόμηση ενέργειας (Castleton κ.ά., 2010, Jaffal κ.ά., 2012), η μείωση του φαινομένου της αστικής νησίδας (Mackey κ.ά., 2012), ο περιορισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Currie & Bass, 2008), η δέσμευση του CO₂ (Li κ.ά., 2010), η αύξηση της βιοποικιλότητας (MacIvor & Lundholm, 2011) καθώς και η αύξηση της αισθητικής αξίας των κτηρίων και της πόλης στο σύνολό της.

Στις Μεσογειακές πόλεις, ιδίως των ξηροθερμικών περιοχών της Ανατολικής Μεσογείου, παράγοντες που θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη πριν την εγκατάσταση ενός φυτοδώματος είναι η επάρκεια νερού, καθώς και η διατήρηση του τοπικού χαρακτήρα και της βιοποικιλότητας. Η χρήση αυτοφυών ξηροφυτικών ειδών, ενδείκνυται σε αυτές τις περιπτώσεις (Benvenuti & Bacci, 2010). Πολλοί μελετητές ασχολήθηκαν με την ικανότητα συγκεκριμένων φυτικών ειδών να ανταπεξέλθουν στην υδατική καταπόνηση σε συνθήκες φυτοδώματος (Benvenuti & Bacci, 2010, Nagase & Dunnett, 2010, Thuring κ.ά., 2010, Nektarios κ.ά., 2011, Kotsiris κ.ά., 2012, Papafotiou κ.ά., 2012, 2013).

Η *Lomelosia cretica* L. (συν. *Scabiosa cretica*, λομελόζια), είναι ένα ιδιαίτερα ανθεκτικό Μεσογειακό φυτό με μωβ άνθη σε σφαιρικές ταξιανθίες και γκριζοπράσινο φύλλωμα, που συναντάται σε βραχώδεις πλαγιές και γκρεμούς (Blamey & Grey-

Wilson, 1988). Ανήκει στην οικογένεια Caprifoliaceae και έχει φαρμακευτικές ιδιότητες (Perdetzoglou κ.ά., 1996). Έχοντας ως στόχο τη διερεύνηση της δυνατότητας χρήσης της *L. cretica* σε εκτατικού τύπου αστικά φυτοδώματα της Ν. Ελλάδας, με ταυτόχρονη μείωση του βάρους του φυτοδώματος και της ποσότητας του απαιτούμενου νερού άρδευσης, διερευνήθηκε η ανάπτυξη του είδους σε δύο τύπους υποστρώματος και υπό δύο συχνότητες άρδευσης.

Λέξεις κλειδιά: Λομελόζια, ξηροφυτικά, φυτοδώματα, εκτατικοί ταρατσόκηποι, υδατική καταπόνηση, κομπόστα στεμφύλων, ελαφρόπετρα.

Υλικά και Μέθοδοι

Έρριζα μοσχεύματα *L. cretica* L. (Βοτανικός κήπος Φιλοδασικής Ένωσης Αθηνών) φυτεύτηκαν το 2^ο δεκαήμερο του Δεκεμβρίου του 2012 σε πλαστικά κιβώτια 40 cm x 60 cm σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του 1^{ου} ορόφου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Σε κάθε κιβώτιο φυτεύτηκαν δύο φυτά και κάθε επέμβαση είχε έξι κιβώτια, τα οποία έφεραν σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος ήτοι υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης, αποστραγγιστικό στοιχείο και διηθητικό φύλλο (ZinCo S.A.).

Χρησιμοποιήθηκαν δύο υποστρώματα ανάπτυξης, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περγλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v, μάρτυρας) ή όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Το βάθος του υποστρώματος ήταν 10 cm. Οι επεμβάσεις του πειράματος περιελάμβαναν τα δύο είδη υποστρώματος και δύο συχνότητες άρδευσης κατά τη θερινή περίοδο, ήτοι κάθε 3 ημέρες η κανονική και κάθε 5 ημέρες η αραιή. Οι επεμβάσεις άρδευσης εφαρμόστηκαν από 15 Μαΐου έως 31 Αυγούστου 2013. Η άρδευση γινόταν μέχρι απορροής, με αυτόματο σύστημα, με δύο επιφανειακούς σταλάκτες ανά πειραματικό τεμάχιο. Έγινε μία εφαρμογή λίπανσης δύο εβδομάδες μετά την εγκατάσταση του πειράματος με πλήρες λίπασμα 20:20:20 (Nutrilcaf 60). Το πείραμα διήρκεσε 9 μήνες.

Το Φεβρουάριο του 2013 τα φυτά όλων των επεμβάσεων κλαδεύτηκαν στα 10 cm. Η επίδραση των επεμβάσεων στην ανάπτυξη των φυτών αξιολογήθηκε με καταγραφή της μεταβολής του ύψους και της διαμέτρου (μέσος όρος της μεγαλύτερης διαμέτρου της κόμης και της καλέτου προς αυτή) κατά τη θερινή περίοδο που εφαρμόστηκε η υδατική καταπόνηση, δηλαδή κατά το διάστημα Μάιος 2013 – τέλη Αυγούστου 2013.

Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με μονοπαραγοντική ή διπαραγοντική ανάλυση της διασποράς και οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με Student's *t*, σε $P < 0,05$.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Οι διπαραγοντικές αναλύσεις των αποτελεσμάτων έδειξαν ότι το είδος του υποστρώματος δεν επέδρασε στην ανάπτυξη των φυτών, κατά τη θερινή περίοδο. Παρομοίως η συχνότητα άρδευσης δεν επέδρασε στην ανάπτυξη του ύψους των φυτών, επηρέασε όμως την ανάπτυξη της διαμέτρου τους, η οποία ήταν μικρότερη υπό καθεστώς αραιών αρδεύσεων (Πίν. 1).

Σε ότι αφορά στην επίδραση των επεμβάσεων, διαπιστώθηκε ότι η μεταβολή του ύψους κατά τη θερινή περίοδο δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διάφορες επεμβάσεις (Πίν. 2). Αξιοσημείωτο είναι ότι το υπόστρωμα χωρίς έδαφος (ελαφρύ) σε συνδυασμό με αραιή άρδευση, επέφερε παρόμοια μεταβολή της διαμέτρου των φυτών με το εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση (Πίν. 2). Η μεγαλύτερη μείωση της ανάπτυξης της διαμέτρου των φυτών παρατηρήθηκε στο εδαφικό

υπόστρωμα υπό συνθήκες αραιής άρδευσης, χωρίς όμως να διαφέρει σημαντικά από την ανάπτυξη της διαμέτρου στο μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση (Πίν. 2). Γενικώς, η εικόνα που παρουσίαζαν τα φυτά στο τέλος της θερινής περιόδου ήταν παρόμοια σε όλες τις επεμβάσεις. Η υδατική καταπόνηση δεν επηρέασε αισθητά την ανάπτυξη των φυτών. Η συμμετοχή της κομπόστας στεμφύλων στα υποστρώματα πιθανώς να επηρέασε θετικά την ανάπτυξη των φυτών, όχι μόνο μέσω της παροχής Ν, αλλά και λόγω της υψηλής παροχής Κ (Τασούλα κ.ά., 2013). Το Κ πιθανώς ήταν καθοριστικό για την ανάπτυξη των φυτών, συντελώντας στο να ανταπεξέλθουν στις αντίξοες συνθήκες του φυτοδώματος, όπως η ξηρασία, η υψηλές θερμοκρασίες και ο άνεμος (Cakmak 2005, Egilla κ.ά., 2001).

Συμπερασματικά, η *L. cretica* L. είναι ένα αυτοφυές Ελληνικό είδος που ενδείκνυται για χρήση σε εκτατικού τύπου αστικά φυτοδώματα. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ελαφρύ υπόστρωμα Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περγλίτης (Π): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:4, v/v,) σε βάθος 10 cm, με αραιή άρδευση κάθε 5 ημέρες, συμβάλλοντας στη μείωση του βάρους της κατασκευής του φυτοδώματος και στην υδατοκατανάλωση.

Πίνακας 1. Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) στη μεταβολή του ύψους και στη μεταβολή της διαμέτρου των φυτών κατά τη θερινή περίοδο (Μάιος 2013-Αυγ. 2013).

Επεμβάσεις	Μεταβολή ύψους (cm)	Μεταβολή διαμέτρου (cm)
Φυποστρ.	NS	NS
Φάρδ.	NS	*
Φυλ. x φάρδ.	NS	NS
ε	1,2 a	1,3 a
χε	1,2 a	1,9 a
α	1,3 a	1,0 b
κ	1,1 a	2,2 a

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες ανά παράγοντα με LSD, $P < 0,05$.

Πίνακας 2. Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος στη μεταβολή του ύψους και στη μεταβολή της διαμέτρου των φυτών κατά τη θερινή περίοδο (Μάιος 2013-Αυγ. 2013).

Επέμβαση	Μεταβολή ύψους (cm)	Μεταβολή διαμέτρου (cm)
ε/α	1,0 a	0,6 b
ε/κ	1,5 a	2,1 a
χε/α	1,3 a	1,4 ab
χε/κ	1,1 a	2,4 a

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες με LSD, $P < 0,05$.

Βιβλιογραφία

- Benvenuti, S. and Bacci, D. 2010. Initial agronomic performances of Mediterranean xerophytes in simulated dry green roofs. *Urban Ecosyst.* 13: 349-363.
- Blamey, M. and Grey-Wilson, C. 1988. *Wild Flowers of the Mediterranean*. Domino Books Ltd., London. p. 427.

- Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168: 521-530.
- Castleton, H. F., Stovin, V., Beck, S.B.M. and Davison, J.B. 2010. Green roofs; Building energy savings and the potential for retrofit. *Energ. Buildings* 42(10): 1582-1591.
- Currie, B.A. and Bass, A.C. 2008. Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE model. *Urban Ecosyst.* 11:409-422.
- Egilla, J.N., Davies, F.T. and Drew, M.C. 2001. Effect of potassium on drought resistance of *Hibiscus rosa-sinensis* cv. Leprechaun: Plant growth, leaf macro- and micronutrient content and root longevity. *Plant Soil* 229: 213-224.
- Fioretti, R., Palla, A., Lanza, L. G. and Principi, P. 2010. Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate. *Build. Environ.* 45:1890-1904.
- Jaffal, I., Ouldboukhite, S.E., and Belarbi, R. 2012. A comprehensive study of the impact of green roofs on building energy performance. *Renew. Energy* 43:157-164.
- Li, J., Wai, O.H.W., Li, Y.S., Zhan, J., Ho, Y.A., Li, J. and Lamm, E. 2010. Effect of green roof on ambient CO₂ concentration. *Build. Environ.* 45:2644-2651.
- Mackey, C.W., Lee, X. and Smith, R.B. 2012. Remotely sensing the cooling effects of city scale efforts to reduce urban heat island. *Build. Environ.* 49:348-358.
- MacIvor, J.S. and Lundholm, J. 2011. Performance evaluation of native plants suited to extensive green roof conditions in a maritime climate. *Ecol. Engin.* 37:407-417.
- Nektarios, P.A., Amountzias, I., Kokkinou, I. and Ntoulas, N. 2011. Green roof substrate type and depth affect the growth of the native species *Dianthus fruticosus* under reduced irrigation regimens. *Hortscience* 46: 1208-1216.
- Nagase, A. and Dunnett, N. 2010. Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs: Effects of watering and diversity. *Landsc. Urban Plan.* 97: 318-327.
- Papafotiou, M., Pergialioti, N., Papanastassatos, E.A., Tassoula, L., Massas, I., and Kargas, G. 2012. Effect of Substrate Type and Depth and the Irrigation Frequency on Growth of Semiwoody Mediterranean species in Green Roofs. *Acta Hort.* 990: 481-486.
- Papafotiou, M., Pergialioti, N., Tassoula, L., Massas, I. and Kargas, G. 2013. Growth of native aromatic xerophytes in an extensive Mediterranean green roof, as affected by substrate type and depth, and irrigation frequency. *Hortscience* 48(10): 1327-1333.
- Perdetzoglou, D., Kofinas, C., Chinou, I., Loukis, A. and Gally, A. 1996. A comparative study of eight taxa of *Lomelosia* RAF. (Dipsacaceae) from Greece, according to their fatty acid and sterol composition and antibacterial activity. *107(1-2):* 37-42.
- Scrivens, S. 1990. Urban landscape and roof gardens. In: Clouston, B. (ed.). *Landscape design with plants*. 2nd Ed. Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford, U.K., p. 131-151.
- Τασούλα, Α., Παπαφωτίου, Μ., Μάσσας, Ι. και Κάργας, Γ. 2013. Επίδραση του είδους και του βάθους του υποστρώματος και της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη της *Artemisia absinthium* L. σε συνθήκες φυτοδώματος. Πρακτικά 25^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 15(β): 80-82.
- Thuring, C.E., Berghage, R.D. and Bettie, D.J. 2010. Green roof plant responses to different substrate types and depths under various drought conditions. *Horttechnology* 20: 395-401.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ *Asteriscus maritimus* L. ΣΕ ΕΚΤΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΦΥΤΟΔΩΜΑ

Μ. Παπαφωτίου, Ρ. Κεφαλοπούλου και Α.Τασούλα

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Έχοντας ως στόχο τη διερεύνηση της δυνατότητας χρήσης του *Asteriscus maritimus* L. σε εκτατικού ή ημικτατικού τύπου φυτοδώματα, με σύγχρονη μείωση του βάρους του φυτοδώματος και της ποσότητας του απαιτούμενου νερού άρδευσης, μελετήθηκε η ανάπτυξη και η φυσιολογία του είδους σε δύο τύπους υποστρώματος και υπό δύο συχνότητες άρδευσης. Έρριζα μοσχεύματα φυτεύτηκαν το 2^ο δεκαήμερο του Νοεμβρίου του 2012 σε πλαστικά κιβώτια 40 cm x 60 cm (δύο φυτά ανά κιβώτιο, έξι κιβώτια ανά επέμβαση), με σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος (στρώμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης, αποστραγγιστικό στοιχείο και διηθητικό φύλλο, της εταιρείας ZinCo S.A.). Χρησιμοποιήθηκαν δύο υποστρώματα ανάπτυξης, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v, μάρτυρας) ή όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Το βάθος του υποστρώματος ήταν 10 cm. Τα κιβώτια τοποθετήθηκαν σε πλήρως εκθεθειμένο δώμα του 1^{ου} ορόφου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Οι μεταχειρίσεις του πειράματος περιελάμβαναν τα δύο είδη υποστρώματος και δύο συχνότητες άρδευσης κατά τους θερινούς μήνες, κανονική (ανά τρεις ημέρες) και αραιή (ανά πέντε ημέρες). Αξιολογήθηκε η ανάπτυξη των φυτών με καταγραφή του ύψους και της διαμέτρου της κόμης των, πριν τη θερινή περίοδο και στο τέλος της θερινής περιόδου. Δεν παρατηρήθηκε επίδραση του είδους του υποστρώματος στην ανάπτυξη των φυτών, ενώ η αραιή συχνότητα άρδευσης περιόρισε τη διάμετρο των φυτών, χωρίς όμως το αποτέλεσμα να είναι ιδιαίτερα αισθητό. Επομένως ο *A. maritimus* μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα με ελαφρύ υπόστρωμα (το υπόστρωμα χωρίς έδαφος) και μικρή συχνότητα άρδευσης.

Λέξεις κλειδιά: Αστερίσκος, υδατική καταπόνηση, αυτοφυή ξηροφυτικά φυτά, κομπόστα στεμφύλων.

Εισαγωγή

Τα φυτοδώματα αποτελούν έναν τρόπο αύξησης του αστικού πρασίνου των πυκνά δομημένων μεγαλουπόλεων, με ποικίλα οικολογικά, ενεργειακά και οικονομικά οφέλη, όπως περιορισμός του φαινομένου της θερμικής αστικής νησίδας (Bowler κ.ά., 2010, Mackey κ.ά., 2012), μείωση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα (Getter κ.ά., 2009; Li κ.ά., 2010), θερμομόνωση των κτηρίων (Castleton κ.ά., 2010), ενίσχυση της βιοποικιλότητας (MacInvor & Lundholm, 2011), ενώ ταυτόχρονα βελτιώνουν την αισθητική των κτηρίων και αυξάνουν την αξία τους. Επιπλέον βοηθούν στην κοινωνικοποίηση των ενοίκων ενός κτηρίου, ενθαρρύνοντας ταυτόχρονα τον εθελοντισμό μικρών και μεγάλων σε ηλικία ατόμων, υποστηρίζοντας την ψυχοσωματική υγεία τους και παρέχοντάς τους περιβαλλοντική εκπαίδευση (Kweon κ.ά., 1998).

Στις Μεσογειακές μεγαλουπόλεις τα φυτοδώματα έχουν περιορισμένη έκταση. Παράγοντες που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη πριν την εγκατάσταση φυτοδωμάτων σε Μεσογειακές πόλεις, ιδίως των ξηροθερμικών περιοχών της Ανατολικής Μεσογείου, είναι η επάρκεια νερού, καθώς και η διατήρηση του τοπικού χαρακτήρα και της βιοποικιλότητας. Η χρήση αυτοφυών ξηροφυτικών ειδών, ενδείκνυται σε αυτές τις περιπτώσεις (Benvenuti & Bacci, 2010). Πολλοί μελετητές ασχολήθηκαν με την ικανότητα συγκεκριμένων φυτικών ειδών να ανταπεξέλθουν στην υδατική καταπόνηση σε συνθήκες φυτοδωματος (Benvenuti & Bacci, 2010, Fioretti κ.ά., 2010, Nagase & Dunnett, 2010, Thuring κ.ά., 2010, Nektarios κ.ά., 2011, Kotsiris κ.ά., 2012, Parafiotiu κ.ά., 2013 a,b, Savi κ.ά., 2013).

Ο *Asteriscus maritimus* L. (αστερίσκος), είναι ένα αυτοφύες πολυετές ποώδες είδος, της Ελληνικής χλωρίδας, της οικογένειας Asteraceae (Compositae), με έρπουσα ανάπτυξη και εντυπωσιακά κίτρινα άνθη, το οποίο συναντάται σε παράκτιες, βραχώδεις και νησιωτικές περιοχές, όπου και δημιουργεί ομοιόμορφη εδαφοκάλυψη (Blamey & Grey-Wilson, 1988).

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η ανάπτυξη του αστερίσκου σε δύο τύπους υποστρώματος μικρού βάθους και υπό δύο συχνότητες άρδευσης, σε αστικό φυτοδώμα, με στόχο τη διερεύνηση της δυνατότητας χρήσης του είδους σε εκτατικού ή ημικτατικού τύπου φυτοδώματα με σύγχρονη μείωση του βάρους του φυτοδωματος και της ποσότητας του απαιτούμενου νερού άρδευσης.

Υλικά και Μέθοδοι

Έρριζα μοσχεύματα *A. maritimus* L. φυτεύτηκαν το 2^ο δεκαήμερο του Δεκεμβρίου του 2012 σε πλαστικά κιβώτια 40 cm x 60 cm σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του 1^{ου} ορόφου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Σε κάθε κιβώτιο φυτεύτηκαν δύο φυτά και κάθε επέμβαση είχε έξι κιβώτια, τα οποία έφεραν σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος ήτοι υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης, αποστραγγιστικό στοιχείο και διηθητικό φύλλο (ZinCo S.A.).

Χρησιμοποιήθηκαν δύο υποστρώματα ανάπτυξης, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περίλιθς (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v, μάρτυρας) ή όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Το βάθος του υποστρώματος ήταν 10 cm. Οι επεμβάσεις του πειράματος περιελάμβαναν τα δύο είδη υποστρώματος και δύο συχνότητες άρδευσης κατά τη θερινή περίοδο, ήτοι κάθε 3 ημέρες η κανονική και κάθε 5 ημέρες η αραιή. Οι επεμβάσεις άρδευσης εφαρμόστηκαν από 15 Μαΐου έως 31 Αυγούστου 2013. Η άρδευση γινόταν μέχρι απορροής, με αυτόματο σύστημα, με δύο επιφανειακούς σταλάκτες ανά πειραματικό τεμάχιο. Έγινε μία εφαρμογή λίπανσης δύο εβδομάδες μετά την εγκατάσταση του πειράματος με πλήρες λίπασμα 20:20:20 (Nutrileaf 60). Το πείραμα διήρκησε 9 μήνες.

Η επίδραση των επεμβάσεων στην ανάπτυξη των φυτών αξιολογήθηκε με καταγραφή της μεταβολής του ύψους και της διαμέτρου (μέσος όρος της μεγαλύτερης διαμέτρου της κόμης και της καθέτου προς αυτή) κατά τη θερινή περίοδο που εφαρμόστηκε η υδατική καταπόνηση, δηλαδή κατά το διάστημα Μάιος 2013 – τέλη Αυγούστου 2013.

Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με μονοπαραγοντική ή διπαραγοντική ανάλυση της διασποράς και οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με Student's *t*, σε $P < 0,05$.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Κατά τη θερινή περίοδο, με βάση τη διπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων, το είδος του υποστρώματος δεν επέδρασε στην ανάπτυξη των φυτών, ενώ η αραιή συχνότητα άρδευσης περιόρισε τη διάμετρο αυτών (Πίν. 1), χωρίς όμως το αποτέλεσμα να είναι ιδιαίτερα αισθητό. Η συμμετοχή της κομπόστας στεμψύλων στα υποστρώματα πιθανώς να επηρέασε θετικά την ανάπτυξη των φυτών, όχι μόνο μέσω της παροχής Ν, αλλά και λόγω της υψηλής παροχής Κ (Τασούλα κ.ά., 2013). Η υψηλή συγκέντρωση Κ πιθανώς να βοήθησε τα φυτά στο να ανταπεξέλθουν στις αντίξοες συνθήκες του φυτοδώματος, όπως η ξηρασία, οι υψηλές θερμοκρασίες και ο άνεμος (Cakmak 2005, Egilla κ.ά., 2001).

Υπό αραιή άρδευση τα φυτά ανέπτυξαν μεγαλύτερο ύψος στο υπόστρωμα χωρίς έδαφος σε σχέση με το εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 2). Όσο αφορά στην ανάπτυξη της διαμέτρου της κόμης των φυτών, ευνοήθηκε από τη συχνή άρδευση κυρίως όταν το υπόστρωμα περιείχε έδαφος, ενώ υπό αραιή άρδευση δεν υπήρξε διαφοροποίηση ανάμεσα στα δύο υποστρώματα (Πίν. 2).

Γενικώς το φυτό αναπτύχθηκε και άνθισε ικανοποιητικά σε όλες τις επεμβάσεις και ως εκ τούτου ενδείκνυται η χρήση του σε αστικά φυτοδώματα. Προτείνεται η χρήση του μη εδαφικού υποστρώματος ως ελαφρύτερου και η αραιή άρδευση για εξοικονόμηση νερού.

Πίνακας 1. Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) στην υπέργεια ανάπτυξη των φυτών κατά τη θερινή περίοδο (Μάιος 2013-Αυγ. 2013).

Επεμβάσεις	Μεταβολή ύψους (cm)	Μεταβολή διαμέτρου (cm)
Φυποστρ.	NS	NS
Φάρδ.	NS	*
Φυπ. x άρδ.	NS	NS
ε	0,4 a	2,0 a
χε	0,5 a	1,9 a
α	0,5 a	1,4 b
κ	0,5 a	2,6 a

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες ανά παράγοντα με LSD, $P \leq 0,05$.

Πίνακας 2. Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος στη μεταβολή του ύψους και στη μεταβολή της διαμέτρου των φυτών κατά τη θερινή περίοδο (Μάιος 2013-Αυγ. 2013).

Επέμβαση	Μεταβολή ύψους (cm)	Μεταβολή διαμέτρου (cm)
ε/α	0,3 b	1,5 b
ε/κ	0,6 ab	3,0 a
χε/α	0,7 a	1,5 b
χε/κ	0,4 ab	2,5 ab

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες με LSD, $P \leq 0,05$.

Βιβλιογραφία

Benvenuti, S. and Bacci, D. 2010. Initial agronomic performances of Mediterranean xerophytes in simulated dry green roofs. *Urban Ecosyst.* 13: 349-363.

- Blamey, M. and Grey-Wilson, C. 1988. Wild Flowers of the Mediterranean. Domino Books Ltd., London. p. 439.
- Bowler, D.E., Buyung-Ali, L., Knight, T.M. and Pullin, A.S. 2010. Urban greening to cool towns and cities: a systematic review of the empirical evidence. *Landscape Urban Plan.* 97: 147-155.
- Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168: 521-530.
- Castleton, H.F., Stovin, V., Beck, S.B.M. and Davison, J.B. 2010. Green roofs; Building energy savings and the potential for retrofit. *Energ. Buildings* 42(10): 1582-1591.
- Egilla, J.N., Davies, F.T. and Drew, M.C. 2001. Effect of potassium on drought resistance of *Hibiscus rosa-sinensis* cv. Leprechaun: Plant growth, leaf macro- and micronutrient content and root longevity. *Plant Soil* 229: 213-224.
- Fioretti, R., Palla, A., Lanza, L. G. and Principi, P. 2010. Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate. *Build. Environ.* 45: 1890-1904.
- Getter, K.L., Rowe, D.B., Robertson, G.P., Cregg, B.M. and Andersen, J.A. 2009. Carbon sequestration potential of extensive green roofs. *Environ. Sci. Technol.* 43: 7564-7570.
- Kotsiris, G., Nektarios, P.A. and Paraskevopoulou, A.T. 2012. *Lavandula angustifolia* growth and physiology is affected by substrate type and depth when grown under Mediterranean semi-intensive green roof conditions. *HortScience* 47: 311-317.
- Kweon, B-S, Sullivan, W.C. and Wiley, A.R. 1998. Green Common Spaces and the Social Integration of Inner-City Older Adults. *Environ. Behav.* 30: 832-858.
- Li, J., Wai, O.H.W., Li, Y.S., Zhan, J., Ho, Y.A., Li, J. and Lamm, E. 2010. Effect of green roof on ambient CO₂ concentration. *Build. Environ.* 45: 2644-2651.
- Lundholm, J.T. and Peck, S.W. 2008. Frontiers of green roof ecology. *Urban Ecosyst.* 11: 335-337.
- Mackey, C.W., Lee, X. and Smith, R.B. 2012. Remotely sensing the cooling effects of city scale efforts to reduce urban heat island. *Build. Environ.* 49: 348-358.
- Nagase, A. and Dunnett, N. 2010. Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs: Effects of watering and diversity. *Landsc. Urban Plan.* 97: 318-327.
- Nektarios, P.A., Amountzias, I., Kokkinou, I., and Ntoulas, N. 2011. Green roofs substrate type and depth affect the growth of native species *Dianthus fruticosus* under reduced irrigation regimens. *Hortscience* 46(8): 1208-1216.
- Papafotiou, M., Pergialioti, N., Tassoula, L., Massas, I. and Kargas, G. 2013a. Growth of native aromatic xerophytes in an extensive Mediterranean green roof, as affected by substrate type and depth, and irrigation frequency. *Hortscience* 48(10): 1327-1333.
- Papafotiou, M., Pergialioti, N., Papanastassatos, E.A., Tassoula, L., Massas, I. and Kargas, G. 2013b. Effect of Substrate Type and Depth and the Irrigation Frequency on Growth of Semiwoody Mediterranean species in Green Roofs. *Acta Hort.* 990: 481-486.
- Polunin, O. 1988. Flowers of Greece and The Balkans-A Field Guide. Oxford University Press, New York. p. 451.
- Savi, T., Andri, S. and Nardini, A. 2013. Impact of different green roof layering on plant water status and drought survival. *Ecol. Eng.* 57: 188-196.
- Thuring, C.E., Berghage, R.D. and Bettie, D.J. 2010. Green roof plant responses to different substrate types and depths under various drought conditions. *HortTechnology* 20: 395-401.

IN VITRO ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ *Ballota acetabulosa*

Μ. Παλαφωτίου, Γ. Βλάχου και Κ. Μπερτσουκλής

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, Αθήνα 118 55

Περίληψη

Επιλεγμένοι σπόροι *Ballota acetabulosa* βλάστησαν *in vitro* σε πολύ υψηλό ποσοστό (91-94%) σε θερμοκρασία 10 ή 15 °C, σε στερεό υπόστρωμα MS υποδιπλάσιας δύναμης. Έγινε επιτυχής εγκατάσταση *in vitro* καλλιεργειών από έκφυτα κόμβου που ελήφθησαν από τα *in vitro* ανεπτυγμένα σπορόφυτα, σε υπόστρωμα MS, παρουσία διαφόρων κυτοκινινών, N⁶-benzyladenine (BA), trans-zeatin (ZEAT), kinetin (KIN) ή 6-(γ,γ-Dimethylallylamino) purine (2iP), σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις (0,5, 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹). Το είδος της κυτοκινίνης και η συγκέντρωση, επηρέασαν τον αριθμό βλαστών που παρήχθη. Υψηλή παραγωγή βλαστών (88-100% βλαστογένεση, 3-4 βλαστοί ανά έκφυτο), σημειώθηκε σε υπόστρωμα με 1,0 mg l⁻¹ BA ή 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹ ZEAT ή 2,0 mg l⁻¹ KIN. Ακολούθως ελέγχθηκε η επίδραση του είδους (BA, ZEAT, KIN ή 2iP) και της συγκέντρωσης (0,5, 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹) της κυτοκινίνης, καθώς και η επίδραση της θέσης του εκφύτου (κορυφής ή κόμβου) στον πολλαπλασιασμό των βλαστών. Υψηλή παραγωγή βλαστών στα έκφυτα κορυφής παρατηρήθηκε στο υπόστρωμα με 2,0 mg l⁻¹ ZEAT ή 2iP ή KIN (87-100% βλαστογένεση, 4-5 βλαστοί ανά έκφυτο), ενώ στα έκφυτα κόμβου μόνο στο υπόστρωμα με 2,0 mg l⁻¹ KIN. Συνεπώς για αρχική καλλιέργεια και λόγω του υψηλού κόστους της ZEAT προτείνεται η χρήση 1,0 mg l⁻¹ BA ή 2,0 mg l⁻¹ KIN, και για περαιτέρω πολλαπλασιασμό 2,0 mg l⁻¹ 2iP για έκφυτα κορυφής και 2,0 mg l⁻¹ KIN για έκφυτα κορυφής ή κόμβου.

Λέξεις κλειδιά: μικροπολλαπλασιασμός, ιστοκαλλιέργεια, φυτλάκι, κυτοκινίνες, αυτοφυή ως καλλωπιστικά, φρύγανα

Εισαγωγή

Η *Ballota acetabulosa* (L.) Benth. είναι συμπαγής αιθαλής θάμνος, που αυτοφύεται σε περιοχές της Νοτιοανατολικής Ελλάδας, Κρήτης και της Δυτικής Τουρκίας (Καββάδας, 1956, Heywood & Richardson, 1990), σε φτωχά εδάφη, ξηρές εκτάσεις και σε βραχώδεις θέσεις (Shields, 1950, Parkhurst & Loucks, 1972, Psaras & Rhizopoulou, 1995, Sahraz κ.ά., 2002), με σημαντική παρουσία στην αρχαία Ελλάδα όπου υπάρχουν αρκετά παραδείγματα εκτεταμένης φαρμακευτικής χρήσης της. Η *Ballota acetabulosa* χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα για τη ναυτία, εμετό, δυσπεψία και επίσης χρησιμοποιείται για τις αντιβακτηριακές και ήπιες στυπτικές ιδιότητες της (Dulger & Sener, 2010, Newall κ.ά., 1996, Citoglu κ.ά., 1998), καθώς επίσης και ως ηρεμιστικό.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε ο *in vitro* πολλαπλασιασμός του είδους από σπορόφυτα, με σκοπό την αξιοποίησή του ως καλλωπιστικού φυτού, ιδιαίτερα σε αρχαιολογικούς χώρους.

Υλικά και Μέθοδοι

Επιλεγμένοι σπόροι που είχαν συλλεχθεί τον Αύγουστο του 2012 από την περιοχή της Κορίνθου, απολυμάνθηκαν επιφανειακά με διάλυμα χλωρίνης εμπορίου 15% (4,6% w/v NaClO) το οποίο περιείχε 0,1% Tween 20 (προσκολλητική ουσία,

Polyoxyethylene(20)sorbitan Monolaurate, Merck), υπό συνεχή ανάδευση, για 15 min. Την απολύμανση ακολούθησαν τέσσερα τρίλεπτα ξεπλύματα με αποστειρωμένο αποσταγμένο νερό, υπό συνεχή ανάδευση. Οι σπόροι τοποθετήθηκαν για βλάστηση *in vitro* σε στερεό υπόστρωμα MS υποδιπλάσιας δύναμης, με 20 g l⁻¹ σακχαρόζη, στους 10 και 15 °C υπό φωτοπερίοδο 16 h με ένταση λευκού φωτός 37,5 μmol m⁻² s⁻¹.

Έκφυτα κόμβων που ελήφθησαν από τα *in vitro* ανεπτυγμένα σπορόφυτα ηλικίας δύο μηνών καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα MS με 30 g l⁻¹ σακχαρόζη παρουσία διαφόρων κυτοκινινών, N⁶-benzyladenine (BA), trans-zeatin (ZEAT), kinetin (KIN) ή 6-(γ,γ-Dimethylallylamino) purine (2iP), σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις (0,5, 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹).

Στην υποκαλλιέργεια που ακολούθησε ελέγχθηκε η επίδραση του είδους (BA, ZEAT, KIN ή 2iP) και της συγκέντρωσης της κυτοκινίνης (0,5, 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹), καθώς και η επίδραση της θέσης του εκφύτου (κορυφής ή κόμβου) στον πολλαπλασιασμό των βλαστών.

Σε κάθε περίπτωση η επώαση των εκφύτων έγινε στους 25 °C και φωτοπερίοδο 16 h με ένταση φωτισμού 37,5 μmol m⁻² s⁻¹ προερχόμενη από λαμπτήρες φθορισμού και το pH των υποστρωμάτων ρυθμίστηκε στο 5,6-5,7 πριν την αποστείρωση στους 121 °C για 20 min. Οι μετρήσεις ελήφθησαν 40 ημέρες μετά την καλλιέργεια.

Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαίο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με τη δοκιμασία του *F* και η σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων έγινε με Student's *t* test σε επίπεδο σημαντικότητας *P*=0,05.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Οι σπόροι βλάστησαν *in vitro* σε πολύ υψηλό ποσοστό (91-94%) σε θερμοκρασία 10 και 15 °C.

Στην αρχική καλλιέργεια εκφύτων (κορυφής-κόμβου) από σπορόφυτα, υψηλή παραγωγή βλαστών (88-100% βλαστογένεση, 3-4 βλαστοί ανά έκφυτο), σημειώθηκε σε 1,0 mg l⁻¹ BA ή 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹ ZEAT ή 2,0 mg l⁻¹ KIN (Πίν. 1). Το είδος και η συγκέντρωση της κυτοκινίνης, επηρέασαν τον αριθμό βλαστών που παρήχθη, ενώ στο μήκος επέδρασε μόνο το είδος της κυτοκινίνης. Ο υψηλότερος αριθμός κόμβων σχηματίστηκε στα υποστρώματα που περιείχαν 2,0 mg l⁻¹ ZEAT, χωρίς όμως διαφορά από τα υποστρώματα που περιείχαν 1,0 mg l⁻¹ ZEAT ή 2iP σε συγκέντρωση 0,5 ή 1,0 mg l⁻¹.

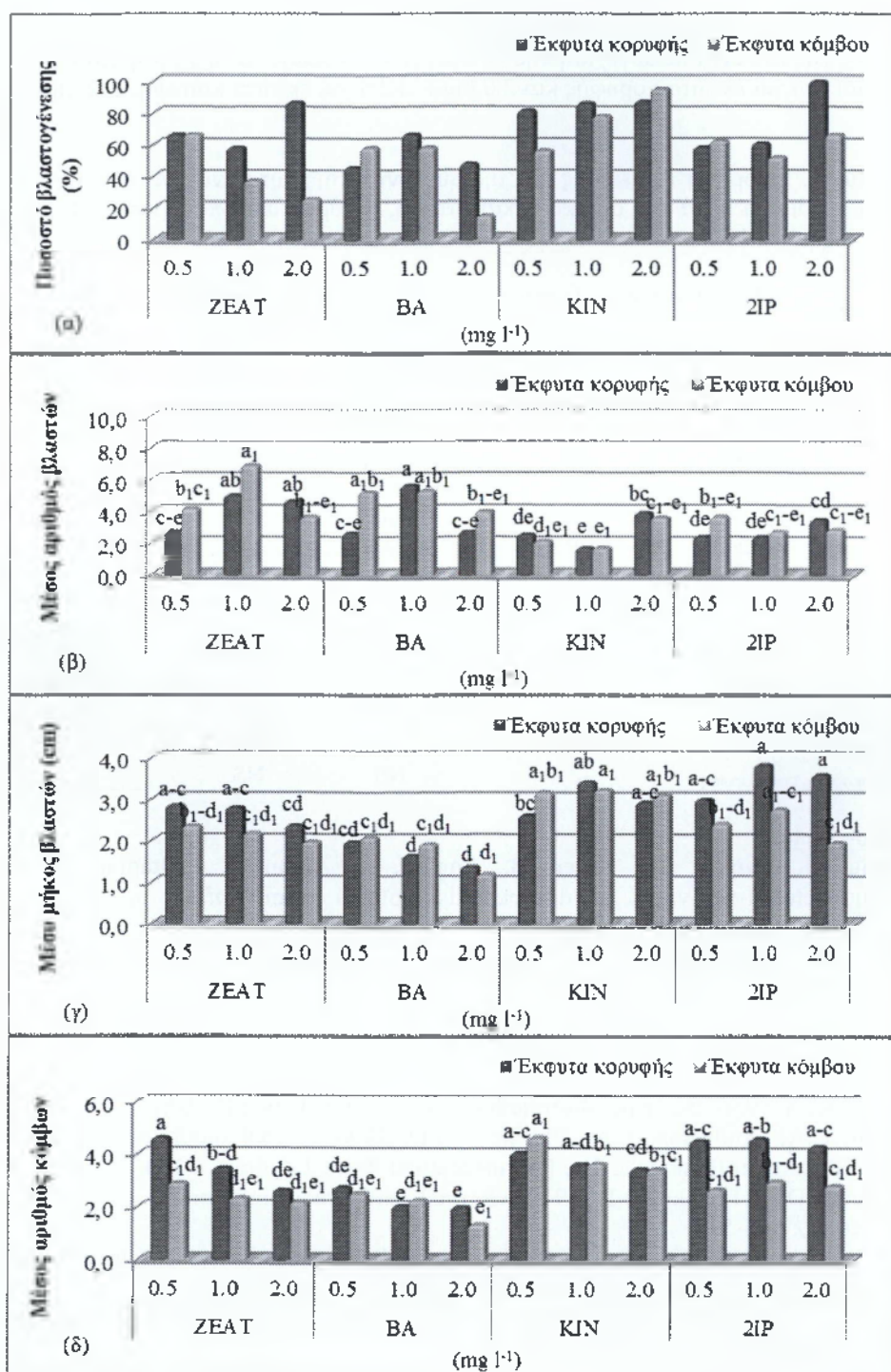
Στην υποκαλλιέργεια που ακολούθησε ο υψηλότερος μέσος αριθμός βλαστών σχηματίστηκε σε υπόστρωμα MS με 1,0 mg l⁻¹ BA, χωρίς όμως διαφορά από τα υποστρώματα με 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹ ZEAT για τα έκφυτα κορυφής. Τα έκφυτα κόμβου σχημάτισαν περισσότερο αριθμό βλαστών σε υπόστρωμα MS με 1,0 mg l⁻¹ ZEAT, χωρίς διαφορά από τα υποστρώματα με 0,5 ή 1,0 mg l⁻¹ BA.

Τα έκφυτα κορυφής παρουσίασαν υψηλή παραγωγή βλαστών στο υπόστρωμα με 2,0 mg l⁻¹ ZEAT ή 2iP ή KIN (87-100% βλαστογένεση, 4-5 βλαστοί ανά έκφυτο) (Σχ. 1).

Όσον αφορά τα έκφυτα κόμβου υψηλότερη παραγωγή βλαστών παρουσιάστηκε στο υπόστρωμα με κυτοκινίνη KIN και συγκέντρωση 2,0 mg l⁻¹ (96% βλαστογένεση, 4 βλαστοί ανά έκφυτο) (Σχ. 1).

Συμπεράσματα

Για εγκατάσταση *in vitro* καλλιέργειας *B. acetabulosa* με χρήση νεανικού ιστού σποροφύτων ανεπτυγμένων *in vitro* προτείνεται η προσθήκη στο υπόστρωμα MS BA



Σχήμα 1. Επίδραση του είδους και της συγκέντρωσης της κυτοκίνης, και της θέσης του εκφύτου στην παραγωγή βλαστών. $n=24$. a, b...: σύγκριση μέσων για τα έκφυτα κορυφής, a₁, b₁...: σύγκριση μέσων για τα έκφυτα κόμβου.

σε συγκέντρωση 1,0 mg l⁻¹ ή ΚΙΝ σε συγκέντρωση 2,0 mg l⁻¹, δεδομένου του υψηλού κόστους της ΖΕΑΤ. Για συνέχιση της καλλιέργειας ενδείκνυται η χρήση 2,0 mg l⁻¹ 2iP προκειμένου για έκφυτα κορυφής και 2,0 mg l⁻¹ ΚΙΝ για έκφυτα κορυφής ή κόμβου.

Πίνακας 1. Επίδραση του είδους και της συγκέντρωσης κυτοκινινών, στην αντίδραση εκφύτων κόμβου κατά την αρχική εγκατάσταση, σε θρεπτικό υπόστρωμα MS, με 3% σακχαρόζη, n=24.

Κυτοκινίνη	Συγκέντρωση (mg l ⁻¹)	Βλαστογένεση (%)	Μέσος αριθμός βλαστών	Μέσο μήκος βλαστών (cm)	Μέσος αριθμός κόμβων
ΖΕΑΤ	0,5	83	2.8 abc	2.0 abc	3.8 bcd
	1,0	100	3.4 ab	2.3 a	4.6 ab
	2,0	88	3.8 a	2.2 ab	4.8 a
ΒΑ	0,5	83	2.7 abc	1.3 d	3.1 d
	1,0	100	3.7 a	1.5 cd	3.1 d
	2,0	50	3.0 abc	1.2 d	2.9 d
ΚΙΝ	0,5	100	2.0 c	1.6 cd	3.8 cd
	1,0	83	2.5 bc	1.8 abcd	3.8 bcd
	2,0	88	3.6 ab	2.3 ab	3.6 cd
2iP	0,5	83	2.1 c	2.3 a	4.2 abc
	1,0	71	2.4 bc	1.7 abcd	4.0 abcd
	2,0	63	2.7 abc	1.6 cd	3.8 cd
<i>F</i> _{Κυτοκινίνης}		-	*	*	-
<i>F</i> _{Συγκέντρωσης}		-	*	NS	-
<i>F</i> _{Κυτοκινίνη x Συγκέντρωση}		-	NS	NS	*

Βιβλιογραφία

- Citoglu, G., Tanker, M., Sever, B., Englert, J., Anton, R., Altanlar, N. 1998. Antibacterial activities of diterpenoids isolated from *Ballota saxatilis* subsp. *Saxatilis*. *Planta Med.* 64: 484-485.
- Dulger, B. and Sener, A. 2010. Evaluation of antimicrobial activity of *Ballota acetabulosa*. *African J. Microbiol. Res.* 4(12): 1235-1238.
- Heywood, V.H., Richardson, I.B.K. 1990. *Ballota acetabulosa* Benth, In: Tunin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A., eds. *Flora Europaea*. Cambridge: Cambr. Uni. Press - Vol 3. 150.
- Καββάδας, Δ. 1956. Βοτανικό Φυτοπαθολογικό Λεξικό, Τόμος Β, Αθήνα, σελ.742-744.
- Newall, C.A., Anderson, L.A., Philipson, J.D. 1996. *Herbal medicines, a guide for health-care professionals*, The Pharmaceutical Press, London. p. 164.
- Parkhurst, D.F., Loucks, O.L. 1972. Optimal leaf size in relation to environment. *J. Ecol.* 60: 505-537.
- Psaras, G.K. and Rhizopoulou, S. 1995. Mesophyll structure during leaf development in *Ballota acetabulosa*. *New Phytol.* 131: 303-309.
- Sahpaz, S., Skaltsounis, A.L., Bailleul, F. 2002. Polyphenols from *Ballota acetabulosa*. *Biochem. Syst. Ecol.* 30: 601-604.
- Shields, L.M. 1950. Leaf xeromorphy as related to physiological and structural influences. *Bot. Rev.* 16: 399-447.

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ *Ballota acetabulosa* ΜΕ ΣΠΟΡΟ ΚΑΙ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ

Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου, Μ. Παπαφωτίου, Γ. Βλάχου και Α. Μαρτίνη

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Μελετήθηκε ο εγγενής και αγενής πολλαπλασιασμός του αυτοφυούς είδους *Ballota acetabulosa* L. Beth. Σπόροι από επιλεγμένα αυτοφυή φυτά του Νομού Αττικής, δυο και επτά μήνες μετά τη συλλογή τους και τη διατήρησή τους στο σκοτάδι σε συνθήκες δωματίου, αφού απολυμάνθηκαν με 15% διάλυμα χλωρίνης εμπορίου τοποθετήθηκαν για βλάστηση *in vitro* σε τρυβλία Petri, με στερεό υπόστρωμα $1/2$ MS, σε πέντε διαφορετικές θερμοκρασίες, 5, 10, 15, 20 και 25 °C και φωτοπερίοδο 16 h. Οι σπόροι βλάστησαν σε πολύ υψηλό ποσοστό (88-94%) στις θερμοκρασίες 10 και 15 °C, ενώ στους 5 °C δεν παρατηρήθηκε βλαστικότητα. Ως προς τον αγενή πολλαπλασιασμό, μοσχεύματα κορυφής και από το μέσο του βλαστού, ελήφθησαν την άνοιξη και το φθινόπωρο και μεταχειρίστηκαν με διάλυμα ορμόνης ριζοβολίας IBA, 0, 1000, 2000 ή 3000 ppm, με δύο χρόνους εμφάνισης 1 ή 5 min για κάθε επίπεδο συγκέντρωσης, αλλά και με IBA υπό μορφή σκόνης επίπασης για ημιζυλώδη/πωάδη (μαλακά) μοσχεύματα. Την άνοιξη παρατηρήθηκαν υψηλότερα ποσοστά ριζοβολίας σε σχέση με το φθινόπωρο και για τους δύο τύπους μοσχευμάτων (κορυφής και μέσης). Όλα τα μοσχεύματα κορυφής που ελήφθησαν την άνοιξη και δέχθηκαν χειρισμό με 1000 ή 2000 ppm IBA για 1 min ριζοβόλησαν (100%), ενώ τα μοσχεύματα από το μέσο του βλαστού ριζοβόλησαν σε ποσοστό 95% με 5 min εμφάνιση σε 1000 ppm IBA. Το φθινόπωρο το υψηλότερο ποσοστό ριζοβολίας (85%) είχαν τα μοσχεύματα κορυφής που δέχθηκαν χειρισμό με 2000 ppm IBA για 5 min, ενώ στα μοσχεύματα από το μέσο του βλαστού εμφάνισαν κάτω του 35% ποσοστά ριζοβολίας χωρίς επίδραση των επεμβάσεων.

Λέξεις κλειδιά: εγγενής πολλαπλασιασμός, αγενής πολλαπλασιασμός, φυτιλάκι, συγκέντρωση IBA, χρόνος εμφάνισης, αυτοφυή ως καλλωπιστικά, φρύγανα

Εισαγωγή

Η *Ballota acetabulosa* L. Beth (Lamiaceae) είναι συμπαγής αειθαλής θάμνος, που αυτοφύεται σε περιοχές της Νοτιοανατολικής Ελλάδας, Κρήτης και της Δυτικής Τουρκίας (Καββάδας, 1956), γνωστός από την αρχαιότητα για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες. Το είδος έχει όρθια ανάπτυξη, γκριζοπράσινο χνοώδες φύλλωμα, ανθοφορία με ροζ-μωβ άνθη την άνοιξη (Μάιο-Ιούλιο) και αναπτύσσεται σε ξηρά, φτωχά εδάφη και βραχώδεις περιοχές (Shields, 1950, Sahrpaz κ.ά., 2002). Η *B. acetabulosa* χρησιμοποιείται για τη ναυτία, εμετό, δυσπεψία, τις αντιβακτηριακές και ήπιες στυπτικές ιδιότητες της, καθώς και ως ηρεμιστικό (Dulger & Sener, 2010).

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε ο εγγενής και αγενής πολλαπλασιασμός του είδους, για πρώτη φορά, προκειμένου να αξιοποιηθεί ως καλλωπιστικό σε διάφορες εφαρμογές αστικού και περιαστικού πρασίνου και ιδιαίτερα σε αρχαιολογικούς χώρους.

Υλικά και Μέθοδοι

Σπόροι που συλλέχθηκαν τον Αύγουστο του 2012 από επιλεγμένα αυτοφυή φυτά *B. acetabulosa* του Νομού Αττικής, αποθηκεύτηκαν σε χάρτινες σακούλες σε συνθήκες δωματίου (T=21 °C και σκοτάδι). Μετά από δυο και επτά μήνες αποθήκευσης απολυμάνθηκαν επιφανειακά με διάλυμα χλωρίνης εμπορίου 15% (4.6% w/v NaClO) το οποίο περιείχε 0.1% Tween 20 (προσκολλητική ουσία, Polyoxyethylene(20)sorbitan Monolaurate, Merck). Η απολύμανση έγινε υπό ανάδευση, για 15 min, και ακολούθησαν τέσσερα τρίλεπτα ξεπλύματα με αποστειρωμένο αποσταγμένο νερό. Η τοποθέτηση των σπόρων για βλάστηση *in vitro* έγινε σε τρυβλία Petri, με στερεό (8 g l⁻¹ agar) υπόστρωμα αλάτων MS υποδιπλάσιας δύναμης με 20 g l⁻¹ σακχαρόζη και pH 5.6-5.7, σε πέντε διαφορετικές θερμοκρασίες, ήτοι 5, 10, 15, 20 και 25 °C για τους σπόρους δύο μηνών και σε έξη διαφορετικές θερμοκρασίες ήτοι 5, 10, 15, 20, 25 και 30 °C για τους σπόρους επτά μηνών και φωτοπερίοδο 16 h με ένταση φωτισμού 37,5 μmol m⁻² s⁻¹ προερχόμενη από λαμπτήρες φθορισμού.

Ως προς τον αγενή πολλαπλασιασμό, μοσχεύματα κορυφής και από το μέσο του βλαστού, μήκους περί τα 15 cm, ελήφθησαν την Άνοιξη (Μάρτιο) και το Φθινόπωρο (Νοέμβριο) από ώριμα φυτά *B. acetabulosa* του Ν. Αττικής. Η βάση των μοσχευμάτων εμφαιτίστηκε σε διάλυμα ορμόνης ριζοβολίας IBA συγκέντρωσης 0, 1000, 2000 ή 3000 ppm για 1 ή 5 min, καθώς και σε σκόνη IBA υπό μορφή σκόνης επίτασης για ημιζυλώδη/ποώδη (μαλακά) μοσχεύματα ROTOON DP (0,066% β/β IBA σε ταλκ, Συντονιστική Εταιρεία Γεωπονικών Επιχειρήσεων ΑΒΕΕ). Χρησιμοποιήθηκαν 20 μοσχεύματα ανά χειρισμό, σε κάθε εποχή, τα οποία τοποθετήθηκαν για ριζοβολία σε παλέτες φύτευσης με υπόστρωμα τύρφης: περλίτη (1:1 v/v), αρχικά για δύο εβδομάδες σε υδρονέφωση και στη συνέχεια εκτός υδρονέφωσης σε χώρο του υαλόφρακτου θερμαινόμενου θερμοκηπίου του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για δύο μήνες.

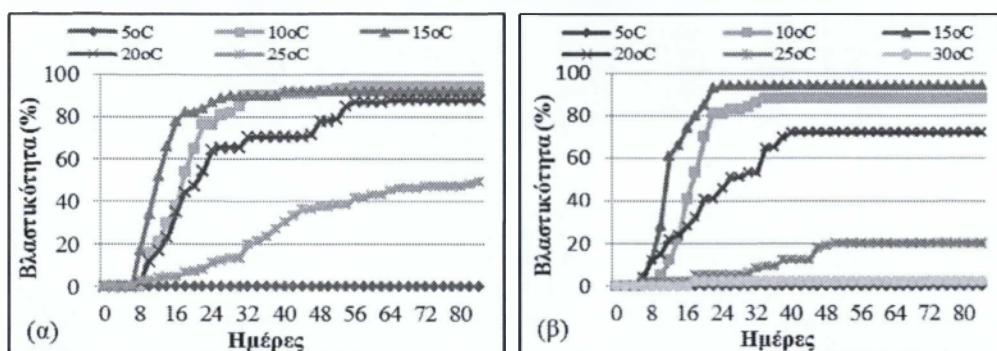
Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με τη δοκιμασία του *F* και η σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων έγινε με Student's *t* test σε επίπεδο σημαντικότητας *P*=0.05.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

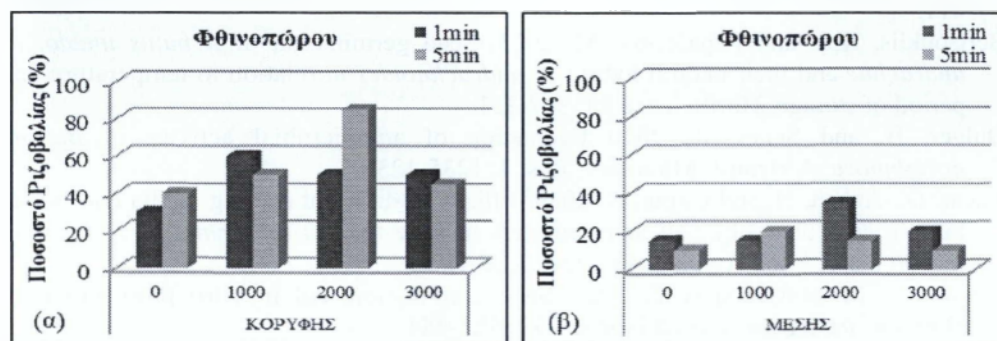
Βλάστηση σπόρων παρατηρήθηκε από την 7^η ημέρα και για τους δύο χρόνους αποθήκευσης των σπόρων. Οι σπόροι δυο μηνών, βλάστησαν σε πολύ υψηλό ποσοστό (88-94%) στις θερμοκρασίες 10, 15 και 20 °C, στους 25 °C η βλαστικότητα μειώθηκε στο 49%, ενώ στους 5 °C δεν παρατηρήθηκε βλαστικότητα (Σχ. 1α). Οι σπόροι επτά μηνών βλάστησαν σε πολύ υψηλό ποσοστό (88-94%) στους 10 και 15 °C, στους 20 °C η βλαστικότητα μειώθηκε στο 72%, στους 25 °C η βλαστικότητα μειώθηκε ακόμα περισσότερο πέφτοντας στο 20%, ενώ στους 5 και 30 °C δεν παρατηρήθηκε βλαστικότητα (Σχ. 1β). Το εύρος της θερμοκρασίας (10-15 °C) για μέγιστη βλαστικότητα σπόρου της *B. acetabulosa* συμπίπτει με αυτό άλλων φυτών της Μεσογειακής Μακκίας ζώνης όπως *Thymelaea hirsuta* (Shaltout & El-Shourbagy, 1989), *Cistus incanus* spp. *creticus* (Thanos and Georgiou, 1988), *Lithodora zahnii* (Papafotiou & Kalantzis, 2009), *Dianthus fruticosus* (Papafotiou & Stragas, 2009) και τα είδη *Arbutus* της Ανατολικής Μεσογείου (Bertsouklis & Papafotiou, 2013).

Ως προς τον πολλαπλασιασμό της *B. acetabulosa* με μοσχεύματα, η τριπαραγοντική ανάλυση των ποσοστών ριζοβολίας που έγινε για κάθε τύπο μοσχεύματος (κορυφής και μέσης) έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων (εποχή συλλογής, συγκέντρωση IBA και χρόνος εμφαιτίσης, $F_{\text{εποχή} \times \text{συγκ.} \times \text{χρόνος}}^{***}$), όμως γενικώς την Άνοιξη παρατηρήθηκαν υψηλότερα ποσοστά ριζοβολίας στους διάφορους χειρισμούς και για τους δύο τύπους μοσχευμάτων σε σχέση με το Φθινόπωρο (Σχ. 2, 3). Διαπαραγοντικές αναλύσεις των αποτελεσμάτων για κάθε τύπο και εποχή λήψης

μοσχεύματος, με παράγοντες τη συγκέντρωση IBA και το χρόνο εμφότισης σε αυτό, έδειξαν ότι το Φθινόπωρο (Νοέμβριο) υπήρξε σημαντική επίδραση της συγκέντρωσης του IBA στη ριζοβολία των μοσχευμάτων κορυφής, στα οποία το ποσοστό ριζοβολίας έφτασε το 85% μετά από εμφότιση σε 2000 ppm IBA για 5 min (Σχ. 2α), ενώ στα μοσχεύματα από το μέσο του βλαστού δεν υπήρξε επίδραση των παραγόντων και τα ποσοστά ριζοβολίας σε όλες τις μεταχειρίσεις ήταν πολύ χαμηλά. (Σχ. 2β). Σε προκαταρκτικά πειράματα που έγιναν την ίδια εποχή υψηλότερο ποσοστό ριζοβολίας (50%) είχαν τα μοσχεύματα κορυφής που δέχθηκαν χειρισμό 3000 ppm IBA για 1 min, ενώ στα μοσχεύματα από το μέσο του βλαστού περιορίστηκε το ποσοστό ριζοβολίας στα 35% μετά το χειρισμό με 2000 ppm IBA για 1 min.



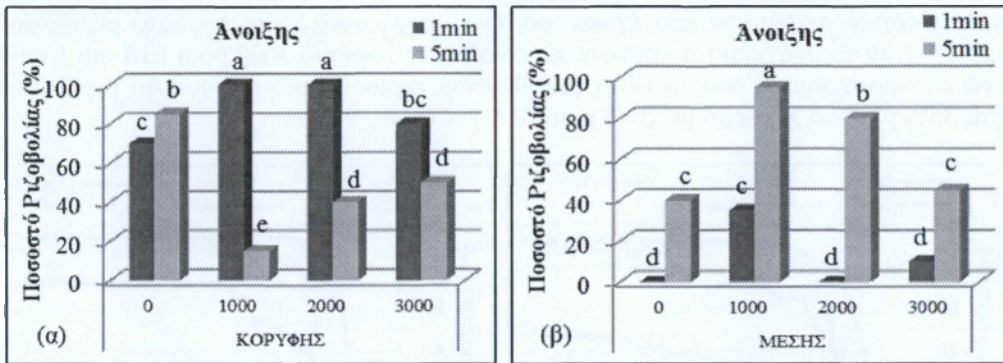
Σχήμα 1. *In vitro* βλαστικότητα σπόρων *B. acetabulosa*. δύο μήνες μετά τη συλλογή τους, στους 5, 10, 15, 20 ή 25 °C (α) και επτά μήνες μετά τη συλλογή τους, στους 5, 10, 15, 20, 25 ή 30 °C (β).



Σχήμα 2. Επίδραση της συγκέντρωσης IBA (0, 1000, 2000, 3000 ppm) και του χρόνου εμφότισης (1 ή 5 min) στη ριζοβολία μοσχευμάτων κορυφής ($F_{συγκ}^*$, $F_{χρόνος}^{NS}$, $F_{συγκ. \times \chi\rho\nu\nu\nu\sigma}^{NS}$) (α) και μέσης βλαστού ($F_{συγκ}^{NS}$, $F_{χρόνος}^{NS}$, $F_{συγκ. \times \chi\rho\nu\nu\nu\sigma}^{NS}$) (β) της *B. acetabulosa*, τα οποία συλλέχθηκαν Φθινόπωρο. *: σημαντικό και NS: μη σημαντικό, σε $P=0.05$.

Την Άνοιξη (Μάρτιο) παρατηρήθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων (συγκέντρωση IBA και χρόνος εμφότισης, $F_{συγκ. \times \chi\rho\nu\nu\nu\sigma}^{***}$) και για τους δύο τύπους μοσχευμάτων (κορυφής και μέσης). Τα μοσχεύματα κορυφής που δέχθηκαν χειρισμό με 1000 ή 2000 ppm IBA για 1 min ριζοβόλησαν όλα (100%) (Σχ. 3α), ενώ τα μοσχεύματα από το μέσο του βλαστού με 1000 ppm IBA και 5 min εμφότιση ριζοβόλησαν σε ποσοστό 95% (Σχ. 3β). Ανάλογα αποτελέσματα σε ότι αφορά στη συγκέντρωση IBA έχουν δείχθει και για μοσχεύματα κορυφής των ξηροφυτικών ειδών *Salvia officinalis* και *S. triloba* (Kacar κ.ά., 2009), *Salvia indica*, *Helichrysum plicatum* και *Satureja officinalis* (Ananoglu κ.ά., 2002).

Όσον αφορά τη ριζοβολία μοσχευμάτων που υπέστησαν μεταχείριση με σκόνη ΙΒΑ για μαλακά μοσχεύματα το αποτέλεσμα ήταν μηδενικό και για τους δύο τύπους μοσχευμάτων και στις δύο εποχές. Πιθανώς η παρατεταμένη έκθεση της βάσης του μοσχεύματος στο ΙΒΑ να έδρασε παρεμποδιστικά, δεδομένου ότι οι μάρτυρες εμφάνισαν ριζοβολία και μάλιστα στα μοσχεύματα κορυφής την Άνοιξη αρκετά υψηλή.



Σχήμα 3. Επίδραση της συγκέντρωσης της ορμόνης ριζοβολίας (0, 1000, 2000, 3000 ppm) και του χρόνου εμβάπτισης (1 ή 5 min) στη ριζοβολία μοσχευμάτων κορυφής ($F_{\text{συγκ.} \times \text{χρόνος}}^{***}$) (α) και μέσης ($F_{\text{συγκ.} \times \text{χρόνος}}^{***}$) (β) της *B. acetabulosa*, τα οποία συλλέχθηκαν Άνοιξη. Σύγκριση των μέσων με Student's *t* test, ***: σημαντικό σε $P=0,001$ και NS: μη σημαντικό, σε $P=0,05$.

Βιβλιογραφία

- Ayanoglu, F., Mert, A., Erdogan, C. and Kaya, A. 2002. Propagation of Some Native Grown Medicinal Plants by Stem Cuttings. *J. Herbs Spices & Med. Plants* 9: 405-411.
- Bertsouklis, K.F. and Papafotiou, M. 2013. Seed germination of *Arbutus unedo*, *A. andrachne* and their natural hybrid *A. andrachnoides* in relation to temperature and period of storage. *HortScience* 48: 347-351.
- Dulger, B. and Sener, A. 2010. Evaluation of antimicrobial activity of *Ballota acetabulosa*. *African J. Microbiol. Res.* 4: 1235-1238.
- Kacar, O., Azkan, N. and Coplu, N. 2009. Effects of different rooting media and indole butyric acid on rooting of stem cuttings in sage (*Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L.). *J. Food Agric. & Environ.* 7(3&4): 349-352.
- Papafotiou, M. and Stragas, J. 2009. Seed germination and in vitro propagation of *Dianthus fruticosus* L. *Acta Hort.* 813: 481-484.
- Papafotiou, M. and Kalantzis, A. 2009. Studies on in vitro propagation of *Lithodora zahnii*. *Acta Hort.* 813: 465-470.
- Καββάδας, Δ. 1956. Βοτανικό Φυτοπαθολογικό Λεξικό, Τόμος Β, Αθήνα, σελ. 742-744.
- Sahpaz S., Skaltsounis A.L. and Bailleul F. 2002. Polyphenols from *Ballota acetabulosa*. *Biochem. Syst. Ecol.* 30: 601-604.
- Shaltout, K.H. and El-Shourbagy, M.N. 1989. Germination requirements and seedling growth of *Thymelaea hirsute* (L) Endl. *Flora* 183: 429-436.
- Shields, L.M. 1950. Leaf xeromorphy as related to physiological and structural influences. *Bot. Rev.* 16: 399-447.
- Thanos, C.A. and Georgiou, K. 1988. Ecophysiology of fire-stimulated seed germination in *Cistus incanus* ssp. *Creticus* (L) Heywood and *C. salvifolius* L. *Plant Cell Environ.* 11: 841-849.

ΕΣΠΑ 2007-2013, ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ & ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ – ΘΑΛΗΣ

IN VITRO ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ *Calamintha nepeta*

Γ. Βλάχου, Μ. Παπαφωτίου και Κ. Μπερτσουκλής

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, Αθήνα 118 55

Περίληψη

Διερευνήθηκε η δυνατότητα μικροπολλαπλασιασμού του είδους *Calamintha nepeta*. Η εγκατάσταση *in vitro* καλλιέργειας έγινε από έκφυτα κορυφής βλαστών από ενήλικα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε στερεό υπόστρωμα αλάτων MS με 1 mg l⁻¹ BA. Στην πρώτη υποκαλλιέργεια η BA σε συγκέντρωση 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹ επέφερε ικανοποιητική παραγωγή βλαστών (70-75% βλαστογένεση, 3 βλαστοί ανά έκφυτο). Σε επόμενη υποκαλλιέργεια ελέγχθηκε συγκριτικά η επίδραση του είδους της κυτοκινίνης (BA ή ZEAT), της συγκέντρωσης αυτής (0,5, 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹), και της θέσης του εκφύτου (κορυφής-κόμβου) στη βλαστογένεση. Υψηλότερη παραγωγή βλαστών (71-92% βλαστογένεση, 2 βλαστοί ανά έκφυτο) παρατηρήθηκε στο υπόστρωμα με 1,0 mg l⁻¹ ZEAT και για τους δυο τύπους εκφύτων, καθώς και στο υπόστρωμα με 2,0 mg l⁻¹ BA ή ZEAT για τα έκφυτα κορυφής. Κατά τη φάση του πολλαπλασιασμού της *C. nepeta* ενδείκνυται η χρήση ZEAT σε συγκέντρωση 1,0 mg l⁻¹, αφού εξασφαλίζει υψηλή δυναμικότητα για συνέχιση της καλλιέργειας και παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού, ανεξαρτήτως της θέσεως του εκφύτου.

Λέξεις κλειδιά: μικροπολλαπλασιασμός, ιστοκαλλιέργεια, καλαμίνθα, βενζυλαδενίνη, κυτοκινίνες, κινετίνη, αυτοφυή ως καλλωπιστικά.

Εισαγωγή

Η *Calamintha nepeta* (καλαμίνθα) είναι ένας πολυετής θάμνος της οικογένειας Lamiaceae, που αυτοφύεται σε βραχόεις θέσεις στις Μεσογειακές και παραμεσόγειες περιοχές, στη Δυτική Ασία και στη Βόρειο Αφρική. Ανθίζει από Ιούνιο έως Οκτώβριο, σχηματίζοντας κυματοειδείς ταξιανθίες που φέρουν ένα έως τρία άνθη, λευκού-ανοικτού μωβ χρωματισμού (Καββάδας, 1956, Blamey & Grey-Wilson, 2000). Το υπέργειο τμήμα του φυτού περιέχει αιθέριο έλαιο, το οποίο χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία (Bown, 1995, Hammer κ.ά., 2005, Riela κ.ά., 2008, Maronqiu κ.ά., 2010), ενώ έχει και αντιμικροβιακές ιδιότητες (Panizzi κ.ά., 1993, Flamini κ.ά., 1999, Kitic κ.ά., 2005). Η καλαμίνθα χρησιμοποιείται στην ιταλική κουζίνα ως αρτηματικό, ενώ θα μπορούσε να αξιοποιηθεί και ως καλλωπιστικό σε παρτέρια, βραχόκηπους, φυτοδώματα, αλλά και αρχαιολογικούς χώρους, καθώς ήταν γνωστό κατά την αρχαιότητα, όπου εθεωρείτο απωθητικό των φιδιών.

Υλικά και Μέθοδοι

Η αρχική εγκατάσταση *in vitro* καλλιεργειών έγινε τον Ιούλιο του 2012 από έκφυτα κορυφής ενήλικων φυτών *C. nepeta*, που αυτοφύονταν στην περιοχή του Ωρωπού (Ν. Αττικής). Έγινε πολύ καλό ξέπλυμα των εκφύτων με άφθονο νερό βρύσης και ακολούθησε η απολύμανση του φυτικού υλικού σε υδατικό διάλυμα 10% χλωρίνης εμπορίου (4,6% w/v NaClO), το οποίο περιείχε 0,1% Tween 20 (προσκολλητική ουσία, Polyoxyethylene(20)sorbitan Monolaurate) υπό ανάδευση, για 15 min. Την απολύμανση ακολούθησαν τέσσερα τρίλεπτα ξεπλύματα με αποστειρωμένο

αποσταγμένο νερό, υπό συνεχή ανάδευση. Η εγκατάσταση των εκφύτων έγινε σε στερεό (8 g l⁻¹ agar) υπόστρωμα αλάτων MS, που περιείχε 30 g l⁻¹ σακχαρόζη και 1,0 mg l⁻¹ BA. Ακολούθησαν δύο υποκαλλιέργειες σε υπόστρωμα MS που περιείχε BA σε συγκέντρωση 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹. Στην τρίτη υποκαλλιέργεια, χρησιμοποιήθηκαν δύο κυτοκινίνες, BA ή ZEAT, σε συγκέντρωση 0,5, 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹ και δύο τύποι εκφύτου, κορυφής και κόμβου μικροβλαστού.

Σε κάθε περίπτωση η επώαση των εκφύτων έγινε στους 25 °C και φωτοπερίοδο 16 h, με ένταση φωτισμού 37,5 μmol m⁻² s⁻¹ προερχόμενη από λαμπτήρες φθορισμού. Το pH των υποστρωμάτων ρυθμίστηκε στο 5.7 πριν την αποστείρωση στους 121 °C για 20 min. Οι μετρήσεις ελήφθησαν 40 ημέρες μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας. Για κάθε επέμβαση υπολογίστηκε το δυναμικό πολλαπλασιασμού ως το γινόμενο του ποσοστού βλαστογένεσης επί του μέσου αριθμού βλαστών ανά έκφυτο που αντέδρασε.

Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, one- ή two-way ANOVA, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με τη δοκιμασία του *F* και η σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων έγινε με Student's, *t* test σε επίπεδο σημαντικότητας *P*=0,05.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Το ποσοστό των μολύνσεων στην αρχική καλλιέργεια της *C. persea* ήταν πολύ υψηλό (70%). Ο περαιτέρω πολλαπλασιασμός κατέστη δυνατός από τρία έκφυτα που δεν μολύνθηκαν και αντέδρασαν, σχηματίζοντας 2-3 βλαστούς ανά έκφυτο, μέσου μήκους 2-3 cm και με μέσο αριθμό κόμβων 2-5.

Στο στάδιο πολλαπλασιασμού των βλαστών, σε υπόστρωμα MS που περιείχε BA σε συγκέντρωση 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹, το ποσοστό βλαστογένεσης ήταν αρκετά υψηλό και στις δύο συγκεντρώσεις, χωρίς διαφορά στο μέσο αριθμό και το μέσο μήκος των βλαστών που παρήχθησαν (Πίν. 1).

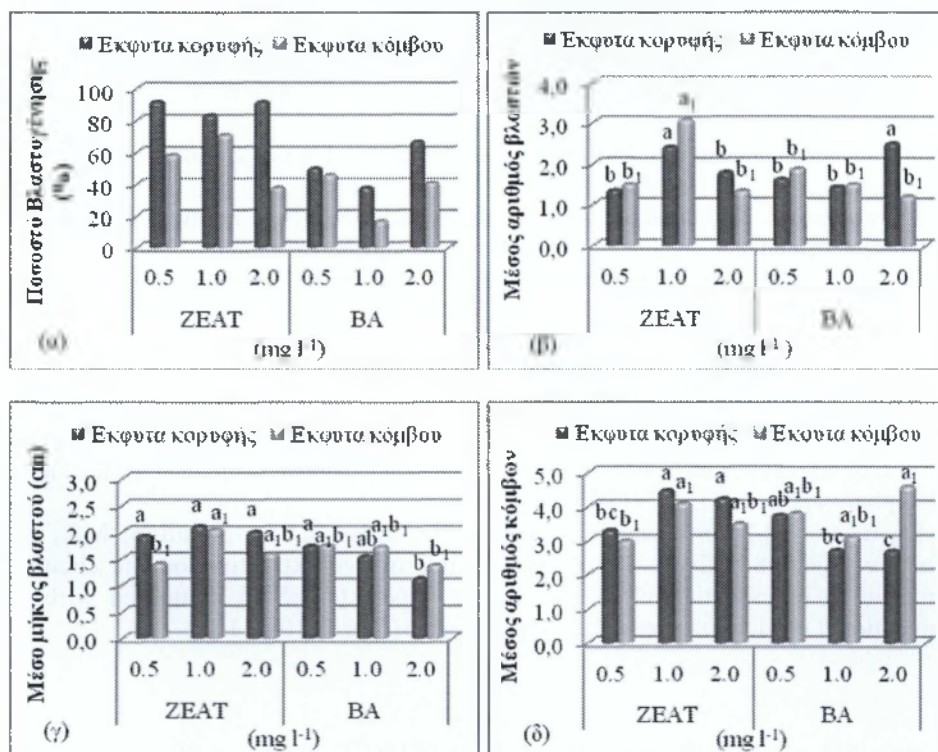
Πίνακας 1. Επίδραση της συγκέντρωσης της BA στην αντίδραση εκφύτων κορυφής, σε υποκαλλιέργειες, σε θρεπτικό υπόστρωμα MS με 3% σακχαρόζη, *n*=8-30.

Υπο-καλλιέργεια	BA (mg l ⁻¹)	Βλαστογένεση (%)	Μέσος Αριθμός Βλαστών	Μέσο Μήκος Βλαστών (cm)	Μέσος Αριθμός Κόμβων
1η	2,0	75	4,3 a	2,0 a	1,8 a
2η	1,0	70	4,8 a	2,0 a	2,2 a

Η ZEAT είναι μια φυσική, ιδιαίτερα δραστική, κυτοκινίνη (George κ.ά., 2008), η οποία αξιολογήθηκε σε επόμενη υποκαλλιέργεια, ως προς την παραγωγή βλαστών, σε σύγκριση με τη BA, με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών. Εξετάστηκαν τρεις συγκεντρώσεις (0,5, 1,0 και 2,0 mg l⁻¹), καθώς και η θέση του εκφύτου (κορυφής ή κόμβου). Η διπαραγοντική ανάλυση ανέδειξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του είδους και της συγκέντρωσης της κυτοκινίνης όσον αφορά στον αριθμό των σχηματιζόμενων βλαστών και κόμβων και για τα δύο είδη εκφύτων. Όσον αφορά όμως στο μήκος των σχηματισθέντων βλαστών, από έκφυτα κορυφής, το είδος της κυτοκινίνης είχε σημαντική επίδραση και στα υποστρώματα με ZEAT σχηματίστηκαν βλαστοί με το μεγαλύτερο μήκος, κάτι που δεν παρατηρήθηκε στα έκφυτα κόμβου.

Το ποσοστό βλαστογένεσης των εκφύτων κορυφής ήταν υψηλότερο από εκείνο των εκφύτων κόμβου και στις δύο κυτοκινίνες που χρησιμοποιήθηκαν, σε όλες τις συγκεντρώσεις (Σχ. 1α). Τα έκφυτα κόμβου σχημάτισαν το μεγαλύτερο αριθμό

βλαστών (3,1) σε υποστρώματα που περιείχαν ZEAT σε συγκέντρωση 1,0 mg l⁻¹ (Σχ. 1β). Τα έκφυτα κορυφής σχημάτισαν το μεγαλύτερο αριθμό βλαστών σε υποστρώματα που περιείχαν είτε ZEAT σε συγκέντρωση 1,0 mg l⁻¹ είτε BA σε συγκέντρωση 2,0 mg l⁻¹ (2,4 και 2,5 αντίστοιχα). Υψηλός αριθμός κόμβων σχηματίστηκε για τα έκφυτα κορυφής σε υποστρώματα που περιείχαν 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹ ZEAT (Σχ. 1δ).



Σχήμα 1. Επίδραση των φυτορρυθμιστικών ουσιών ZEAT και BA σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις (0,5, 1,0 και 2,0 mg l⁻¹) και της θέσης του εκφύτου (έκφυτα κορυφής ή κόμβου) στο ποσοστό βλαστογένεσης (α), αριθμό βλαστών ανά έκφυτο που αντέδρασε (β), μήκος βλαστού (γ) και αριθμό κόμβων (δ), κατά την καλλιέργεια σε θρεπτικό υπόστρωμα MS. n=24.

a, b... : σύγκριση μέσων για τα έκφυτα κορυφής
a₁, b₁... : σύγκριση μέσων για τα έκφυτα κόμβου

Συμπεράσματα

Κατά τη φάση του πολλαπλασιασμού της *C. nepeta* ενδείκνυται η χρήση ZEAT σε συγκέντρωση 1,0 mg l⁻¹ και για τους δυο τύπους εκφύτων, κορυφής ή κόμβου, αφού εξασφαλίζει υψηλή δυναμικότητα για συνέχιση της καλλιέργειας και παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού. Περαιτέρω διερεύνηση χρειάζεται σε ότι αφορά στην αρχική εγκατάσταση του είδους, ειδικά στην εξεύρεση ενός αποτελεσματικού πρωτόκολλου απολύμανσης.

Βιβλιογραφία

Blamey, M. and Grey-Wilson, C. 2000. Wild Flowers of the Mediterranean: A complete guide to the flowers of Mediterranean coasts and Islands, native and introduced over 2000 illustrated, pp 396-397.

- Bown, D. 1995. The Herb Society of America Encyclopedia of Herbs & Their Uses, Dorling Kindersley, Vol. 97, New York, pp 252.
- Flamini, G., Cioni, P.L., Puleio, R., Morelli, I. and Panizzi, L. 1999. Antimicrobial activity of the essential oil of *Calamintha nepeta* and its constituent pulegone against bacteria and fungi. *Phytother. Res.* 13(4): 349-351.
- George E.F., Hall M.A. and De Klerk G.J. 2008. *Plant Propagation by Tissue Culture* 3rd Edition, Springer, pp 205-226.
- Hammer, K., Laghetti, G. and Pistrick, K. 2005. *Calamintha nepeta* (L.) Savi and *Micromeria thymifolia* (Scop.) Fritsch cultivated in Italy. *Genet. Resour. Crop Ev.* 52(2): 215-219.
- Καββάδας, Δ. 1956. Βοτανικό Φυτοπαθολογικό Λεξικό, Τόμος Δ, Αθήνα, σελ. 1730-1733.
- Kitic, D., Stojanovic, G., Palic, R. and Randjelovic., V. 2005. Chemical composition and microbial activity of the essential oil of *Calamintha nepeta* (L.) Savi ssp. *nepeta* var. *subisodonda* (Borb.) Hayek from Serbia. *J. of Essential Oil Res.*, 17(6): 701.
- Maronqui, B., Piras, A., Porcedda, S., Falconieri, D., Maxia, A., Goncalves, M.J., Cavaleiro, C. and Salquerio, L. 2010. Chemical composition and biological assays of essential oils of *Calamintha nepeta* (L.) Savi subsp. *nepeta* (Lamiaceae). *Nat. Prod. Res.* 24(18): 1734-1742.
- Panizzi, L., Flamini, G., Cioni, P.L. and Morelli, I. 1993. Composition and antimicrobial properties of essential oils of four Mediterranean Lamiaceae. *J. Ethnopharmacol.* 39(3): 167-170.
- Riela, S., Bruno, M., Formisano, C., Rigano, D., Rosselli, S., Saladino, M.L. and Senatore, F. 2008. Effects of solvent free microwave extraction on the chemical composition of essential oil of *Calamintha nepeta* (L.) Savi compared with the conventional production method. *J. Separ. Sci.* 31(67): 1110-1117.

IN VITRO ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ *Teucrium capitatum* L.

Α. Ν. Μαρτίνη και Μ. Παπαφωτίου

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, Αθήνα 118 55

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση εκφύτων διαφορετικής προέλευσης στον *in vitro* πολλαπλασιασμό του *Teucrium capitatum*. Έκφυτα που ελήφθησαν από *in vitro* ανεπτυγμένα σπορόφυτα και καλλιεργήθηκαν αρχικά σε MS με 0,5-2,0 mg l⁻¹ BA παρήγαγαν βλαστούς σε υψηλό ποσοστό (80-87%). Σχετικά περισσότεροι βλαστοί ανά έκφυτο (13,8) σχηματίστηκαν στο υπόστρωμα με 2,0 mg l⁻¹ BA και πιο μακριοί βλαστοί (1,0 cm) στα υποστρώματα με χαμηλότερη συγκέντρωση BA. Ακολούθησαν υποκαλλιέργειες σε υπόστρωμα MS με 1,0 mg l⁻¹ BA. Έκφυτα που ελήφθησαν από αυτοφυή φυτά και καλλιεργήθηκαν σε MS με 1,0 mg l⁻¹ BA μολύνθηκαν σε υψηλό ποσοστό και όσα δεν μολύνθηκαν δεν αντέδρασαν. Έκφυτα που ελήφθησαν από φυτάρια αναπτυσσόμενα εντός θερμοκηπίου μολύνθηκαν σε χαμηλό ποσοστό (10%) και αντέδρασαν εκπτώσσοντας βλαστούς σε υψηλότερο ποσοστό (25%) σε υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες, ή σε αυτό με BA, σε σύγκριση με υπόστρωμα που περιείχε zeatin (13%). Στο υπόστρωμα με BA παρήχθησαν οι περισσότεροι βλαστοί ανά έκφυτο (6,6), ενώ σε αυτό με zeatin πιο μακριοί βλαστοί (4,4 cm). Μικροβλαστοί που καλλιεργήθηκαν για πρόκληση ριζοβολίας επί πέντε εβδομάδες σε υπόστρωμα μισής δύναμης MS με διάφορες συγκεντρώσεις IBA (0,0-2,0 mg l⁻¹) ριζοβόλησαν σε υψηλότερα ποσοστά (35-40%) στα υποστρώματα που περιείχαν IBA συγκριτικά με το υπόστρωμα χωρίς IBA (11%). Τα φυτάρια εγκλιματίστηκαν σε *ex vitro* συνθήκες (ποσοστό 82%).

Λέξεις κλειδιά: μικροπολλαπλασιασμός, υποκαλλιέργεια, ριζοβολία, εγκλιματισμός, BA, zeatin, αυτοφυή καλλωπιστικά

Εισαγωγή

Το *Teucrium capitatum* L. (Labiatae), υποείδος του *T. polium* (Blamey & Grey-Wilson, 1993), είναι ένας έντονα αρωματικός αιθάλης θάμνος, χαμηλής ανάπτυξης, με χαρακτηριστικό γκριζοπράσινο χρώμα και άνθη λευκά κατά κεφαλές (Καββαδάς, 1956), που προτείνεται ως καλλωπιστικό φυτό, ιδιαίτερα για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους, χάρη στις φαρμακευτικές και εντομοαπωθητικές του ιδιότητες, που είναι γνωστές από την αρχαιότητα (Μπάουμαν, 1999).

Το *T. polium* είναι ένα απειλούμενο είδος σε πολλές χώρες την Μέσης Ανατολής, όπου χρησιμοποιείται ευρέως στην παραδοσιακή ιατρική, και έχει μελετηθεί ο *in vitro* πολλαπλασιασμός του (Al-Qudah κ.ά., 2011) και η τεχνική κρυοδιατήρησής του (Rabba'a κ.ά., 2011). Έχει, επίσης, αναφερθεί ο μικροπολλαπλασιασμός του καλλωπιστικού-φαρμακευτικού *T. fruticans* (Frabetti κ.ά., 2009) και του φαρμακευτικού *T. stocksianum* (Bouhouche & Ksiksi, 2007).

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε ο *in vitro* πολλαπλασιασμός του *T. capitatum* με χρήση εκφύτων διαφορετικής προέλευσης, ο οποίος θεωρήθηκε απαραίτητος λόγω της χαμηλής βλαστικής ικανότητας των σπόρων.

Υλικά και Μέθοδοι

Έκφυτα, ενός κόμβου, μήκους 1.0 cm περίπου, ελήφθησαν από *in vitro* ανεπτυγμένα sporόφυτα *T. carpitatum* (Εικ. 1α), και καλλιεργήθηκαν αρχικά σε στερεό (8 g l⁻¹ άγαρ) υπόστρωμα MS (Murashige & Skoog, 1962) με 30 g l⁻¹ σακχαρόζη και με 0,5 ή 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹ BA. Ακολούθησαν υποκαλλιέργειες σε υπόστρωμα MS με 1,0 mg l⁻¹ BA.

Έκφυτα ελήφθησαν επίσης από αυτοφυή φυτά, την άνοιξη από διάφορες θέσεις πάνω στο βλαστό (επάκρια, κορυφαία, μεσαία) και το καλοκαίρι από το κορυφαίο τμήμα του βλαστού, και καλλιεργήθηκαν σε MS με 1,0 mg l⁻¹ BA, αφού πρώτα απολυμάνθηκαν επιφανειακά με διάλυμα χλωρίνης εμπορίου (30% για 10 min).

Επίσης, ελήφθησαν έκφυτα από το επάκριο ή κορυφαίο τμήμα φυταρίων ηλικίας πέντε μηνών, παραγμένων από μοσχεύματα και αναπτυσσόμενων εντός θερμοκηπίου, τα οποία απολυμάνθηκαν με 15% χλωρίνη για 10 min και καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα MS είτε χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες (μάρτυρας), ή με 1,0 mg l⁻¹ BA ή zeatin.

Στη συνέχεια, μικροβλαστοί, μήκους 1,0-2,0 cm, ελήφθησαν από την καλλιέργεια που εγκαταστάθηκε από sporόφυτα και καλλιεργήθηκαν για πρόκληση ριζοβολίας επί πέντε εβδομάδες σε υπόστρωμα μισής δύναμης MS με διάφορες συγκεντρώσεις IBA (0, 0,5, 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹).

Το pH των υποστρωμάτων ρυθμίστηκε στο 5,7 πριν την αποστείρωση στους 121 °C για 20 min. Η επώαση των εκφύτων έγινε στους 25 °C και 16 h φωτοπερίοδο υπό 37,5 μmol m⁻² s⁻¹ λευκού φωτός.

Τέλος, φυτάρια μεταφυτεύθηκαν *ex vitro* για εγκλιματισμό σε δοχεία με υπόστρωμα τύρφης-περλίτη 1:1 (v/v) και παρέμειναν στο θάλαμο σταθερών συνθηκών για μία εβδομάδα, πριν τη μεταφορά τους σε πάγκο θερμοκηπίου.

Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με τη δοκιμασία του *F* και οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με την Tukey-Kramer HSD, *P*=0,05.

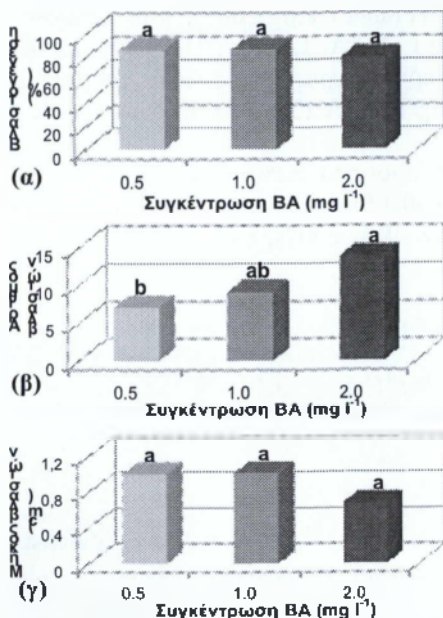
Αποτελέσματα και Συζήτηση

Κατά την αρχική καλλιέργεια, τα έκφυτα που ελήφθησαν από *in vitro* ανεπτυγμένα sporόφυτα, σχημάτιζαν βλαστούς σε υψηλό ποσοστό (Σχ. 1α). Υπήρξε η ένδειξη ότι περισσότεροι βλαστοί ανά έκφυτο σχηματίστηκαν στο υπόστρωμα με 2,0 mg l⁻¹ BA (Σχ. 1β), ενώ το μήκος των παραγόμενων βλαστών ήταν υψηλότερο στα υποστρώματα με χαμηλότερη συγκέντρωση BA (Σχ. 1γ). Κατά τις υποκαλλιέργειες σε υπόστρωμα με 1,0 mg l⁻¹ BA σχηματίζονταν κατά μέσο όρο 7.6 βλαστοί ανά έκφυτο, μήκους 1,4 cm, όμως παρατηρήθηκε έντονη παραλλακτικότητα ως προς την αντίδραση των εκφύτων (Εικ. 1β). Έτσι, μερικά έκφυτα παρήγαγαν λίγους μακριούς βλαστούς και άλλα πολυάριθμους κοντύτερους βλαστούς, όπως συνέβη και με τα sporόφυτα κατά το φύτεμα (Εικ. 1α). Για τα είδη *T. polium* (Al-Qudah κ.ά, 2011) και *T. fruticans* (Frabetti κ.ά, 2009) καλύτερος πολλαπλασιασμός των βλαστών επιτεύχθηκε κατά την καλλιέργεια σε υπόστρωμα με 2,0 BA/ 0,1 NAA (mg l⁻¹) και 1,5 BA/ 0,01 NAA (mg l⁻¹), αντίστοιχα.

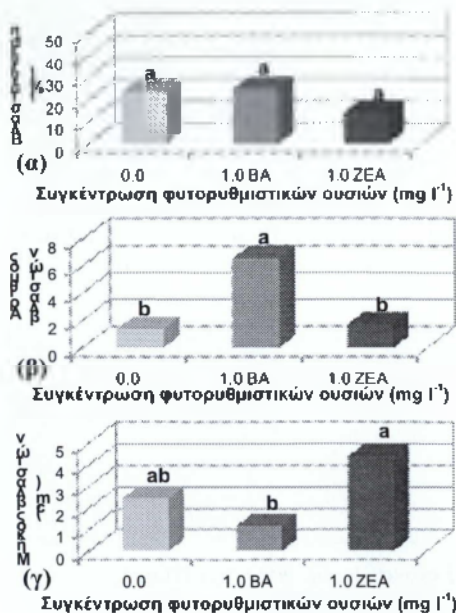
Όλα τα έκφυτα που συλλέχτηκαν από αυτοφυή φυτά την άνοιξη (εξαιρουμένου του 20% των επάκριων εκφύτων), καθώς και το 40% των εκφύτων που συλλέχθηκαν το καλοκαίρι μολύνθηκαν. Κανένα έκφυτο από όσα επέζησαν δεν αντέδρασε.

Τα έκφυτα που συλλέχθηκαν από φυτά αναπτυσσόμενα εντός θερμοκηπίου μολύνθηκαν σε χαμηλό ποσοστό (10%). Βλαστοί εκπύχθηκαν σε λίγο υψηλότερο ποσοστό στα έκφυτα που είχαν καλλιεργηθεί στο μάρτυρα ή σε υπόστρωμα με BA σε σύγκριση με το υπόστρωμα που περιείχε zeatin (Σχ. 2α). Τα έκφυτα που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με BA παρήγαγαν τους περισσότερους βλαστούς ανά

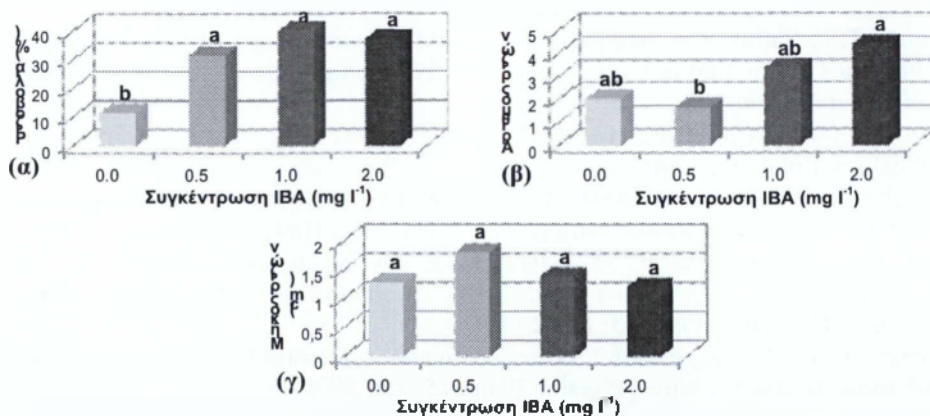
έκφυτο (Σχ. 2β), ενώ το μήκος των βλαστών ήταν μεγαλύτερο σε έκφυτα που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με zeatin (Σχ. 2γ).



Σχήμα 1. Επίδραση της συγκέντρωσης του BA στη βλαστογένεση εκφύτων του *T. caritatum*, που ελήφθησαν από *in vitro* φυτρωμένα σπορόφυτα, κατά την αρχική καλλιέργεια.



Σχήμα 2. Επίδραση φυτορρυθμιστικών ουσιών στη βλαστογένεση εκφύτων του *T. caritatum*, που ελήφθησαν από φυτάρια αναπτυσσόμενα στο θερμοκήπιο, κατά την αρχική καλλιέργεια.

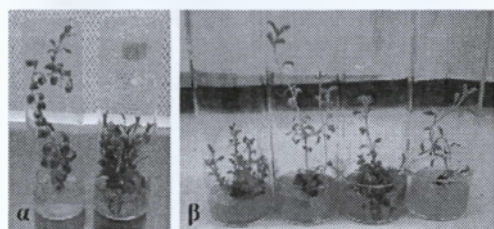


Σχήμα 3. Επίδραση συγκέντρωσης IBA στη ριζοβολία μικροβλαστών του *T. caritatum*.

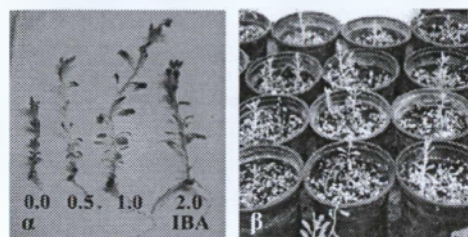
Υψηλότερα ποσοστά ριζοβολίας παρατηρήθηκαν στα υποστρώματα που περιείχαν IBA ανεξαρτήτως συγκέντρωσης, συγκριτικά με το υπόστρωμα χωρίς IBA (Σχ. 3α), ενώ το ποσοστό και η ποσότητα του παραγόμενου κάλου στη βάση των μικροβλαστών

αυξήθηκε με αύξηση της συγκέντρωσης IBA (Εικ. 2α). Τα ποσοστά ριζοβολίας που παρατηρήθηκαν στο *T. capitatum* ήταν ιδιαίτερος χαμηλά (35-40%) σε σύγκριση με αυτά των συγγενικών ειδών *T. polium* (Al-Qudah κ.ά, 2011), *T. stocksianum* (Bouhouche & Ksiksi, 2007) και *T. fruticans* (Frabetti κ.ά, 2009), που έφτασαν το 100%, μετά από καλλιέργεια σε ½MS με 0,5 mg l⁻¹ NAA, 1,0 mg l⁻¹ IBA και 0,5 mg l⁻¹ IBA, αντίστοιχα. Υπήρξε η ένδειξη ότι περισσότερες ρίζες ανά μικροβλαστό παράχθηκαν στα υποστρώματα με 1,0 ή 2,0 mg l⁻¹ IBA (Σχ. 3β), ενώ το μήκος των ριζών δε διέφερε σημαντικά (Σχ. 3γ).

Τα φυτάρια εγκλιματίστηκαν επιτυχώς σε ποσοστό 82% (Εικ. 2β). Παρόμοια ποσοστά εγκλιματισμού (75-80%) έχουν αναφερθεί για τα είδη *T. polium* (Al-Qudah κ.ά, 2011) και *T. stocksianum* (Bouhouche & Ksiksi, 2007), ενώ τα φυτάρια του *T. fruticans* εγκλιματίστηκαν στο 100% (Frabetti κ.ά, 2009).



Εικόνα 1. *In vitro* ανεπτυγμένα σπορόφυτα του *T. capitatum* (α) και χαρακτηριστική αντίδραση εκφύτων από σπορόφυτα κατά την υποκαλλιέργεια σε MS με 1.0 mg l⁻¹ BA (β).



Εικόνα 2. Χαρακτηριστική ριζοβολία μικροβλαστών *T. capitatum* στα αναγραφόμενα υποστρώματα (mg l⁻¹) (α) και εγκλιματισμένα φυτάρια (β).

Βιβλιογραφία

- Καββαδάς, Δ.Σ. 1956. Εικονογραφημένο βοτανικό φυτολογικό λεξικό - τόμος VIII. Αθήνα. p. 3881.
- Μπάουμαν, Ε. 1999. Η ελληνική χλωρίδα στο μύθο, στην τέχνη και στη λογοτεχνία. Β' έκδοση. Ι. Μακρής Α.Ε.- Γραφικές τέχνες, Αθήνα. p. 114.
- Al-Qudah, T.S., Shibli, R.A. and Alali, F.Q. 2011. *In vitro* propagation and secondary metabolites production in wild germander (*Teucrium polium* L.). *In vitro Cell Dev. Biol.-Plant* 47: 496-505.
- Blamey, M. and Grey-Wilson, C. 1993. Mediterranean wild flowers. HarperCollins Publishers, London. p. 390.
- Bouhouche, N. and Ksoksi, T. 2007. An efficient *in vitro* plant regeneration system for the medicinal plant *Teucrium stocksianum* Boiss. *Plant Biotechnol. Rep.* 1: 179-184.
- Frabetti, M., Gutiérrez-Pesce, P., Mendoza-de Gyves, E. and Rugini, E. 2009. Micropropagation of *Teucrium fruticans* L., an ornamental and medicinal plant. *In Vitro Cell Dev. Biol.-Plant* 45: 129-134.
- Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.
- Rabba'a, M.M., Shibli, R.A. and Shatnawi, M.A. 2012. Cryopreservation of *Teucrium polium* L. shoot-tips by vitrification and encapsulation-dehydration. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 110: 371-382.

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ *Teucrium capitatum* L. ΜΕ ΣΠΟΡΟ ΚΑΙ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ

Μ. Παπαφωτίου, Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου, Α. Ν. Μαρτίνη και Γ. Βλάχου

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Σπόροι από αυτοφυή φυτά *Teucrium capitatum* L. απολυμάνθηκαν με 15% διάλυμα χλωρίνης εμπορίου για 10 min και τοποθετήθηκαν για βλάστηση *in vitro* σε στερεό υπόστρωμα μισής δύναμης MS, σε πέντε διαφορετικές θερμοκρασίες (5, 10, 15, 20 και 25 °C) και φωτοπερίοδο 16 h. Το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων ήταν εξαιρετικά χαμηλό, μικρότερο του 3%, σε θερμοκρασίες 10-20 °C, ενώ στις θερμοκρασίες 5 και 25 °C κανένας σπόρος δε βλάστησε. Η στρωμάτωση των σπόρων για δύο ή τρεις μήνες στους 5 °C, πριν την τοποθέτησή τους για βλάστηση στις ανωτέρω θερμοκρασίες, οδήγησε σε ελάχιστη αύξηση των ποσοστών βλαστικότητας (μέχρι 8% στους 25 °C). Αναφορικά με τον αγενή πολλαπλασιασμό, μοσχεύματα κορυφής βλαστού συλλέχθηκαν από τα ίδια αυτοφυή φυτά άνοιξη και φθινόπωρο και δέχτηκαν χειρισμό με διαλύματα ορμόνης ριζοβολίας IBA συγκεντρώσεων 0 (μάρτυρας), 1000, 2000 ή 3000 mg l⁻¹ με δύο χρόνους εμφύπτιας 1 ή 5 min για κάθε επίπεδο συγκέντρωσης, αλλά και με IBA υπό μορφή σκόνης για πώδη/ ημιξυλώδη (μαλακά) μοσχεύματα. Κανένα από τα μοσχεύματα που μεταχειρίστηκαν με IBA σε σκόνη δε ριζοβόλησε, ενώ τα μοσχεύματα που δέχθηκαν χειρισμό με διαλύματα IBA, ανεξαρτήτως εποχής και χειρισμού, ριζοβόλησαν σε υψηλότερο ποσοστό (50-90%) από τους μάρτυρες (15-35%). Φυτάρια που μεταφυτεύθηκαν σε υπόστρωμα τύρφης-περλίτη 2:1 (v/v) και λιπαίνονταν, μία φορά το μήνα ή ανά ενάμιση μήνα, είχαν αναπτυχθεί καλύτερα τρεις μήνες μετά τη μεταφύτευση, από αυτά που μεταφυτεύθηκαν σε υπόστρωμα τύρφης-περλίτη-κομπόστας στέμφυλων 1:1:1 (v/v) και δε δέχτηκαν λίπανση.

Λέξεις κλειδιά: ορμόνη ριζοβολίας, διάλυμα IBA, χρόνος εμφύπτιας, σκόνη IBA, τύπος μοσχεύματος, εποχή συλλογής

Εισαγωγή

Το *Teucrium capitatum* L. (Lamiaceae) είναι ένας αρωματικός αιθιαλής θάμνος, χαμηλού ύψους, με χαρακτηριστικό σταχοπράσινο χρώμα (Καβαδάς, 1956), γνωστός από την αρχαιότητα για τις φαρμακευτικές και εντομοαπωθητικές του ιδιότητες (Μπάουμαν, 1999). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ανάλυση της χημικής σύνθεσης των αιθέριων ελαίων του *T. capitatum* (Menichini κ.ά., 2009, Mitić κ.ά., 2012), ενώ έχει μελετηθεί η επίδραση της θερμότητας, του φωτός και των νιτροδών στη βλαστικότητα των σπόρων του είδους (Luna κ.ά., 2007; Luna and Moreno, 2009; Moreira κ.ά., 2010).

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε ο εγγενής και αγενής πολλαπλασιασμός του είδους, προκειμένου να αξιοποιηθεί ως καλλωπιστικό σε διάφορες εφαρμογές σε αστικό και περιαστικό πράσινο και ιδιαίτερα σε αρχαιολογικούς χώρους.

Υλικά και Μέθοδοι

Σπόροι από αυτοφυή φυτά *T. capitatum*, δύο μήνες μετά τη συλλογή τους και τη διατήρησή τους σε συνθήκες δωματίου (T=21 °C και σκοτάδι), αφού απολυμάνθηκαν

επιφανειακά με διάλυμα χλωρίνης εμπορίου (15% για 10 min), τοποθετήθηκαν για βλάστηση *in vitro* σε τρυβλία Petri που περιείχαν στερεό υπόστρωμα (8 g l⁻¹ άγαρ) μισής δύναμης MS (Murashige & Skoog, 1962) (2% σακχαρόζη) και pH 5,7, σε πέντε διαφορετικές θερμοκρασίες (5, 10, 15, 20 και 25 °C) και φωτοπερίοδο 16 h με ένταση φωτισμού 37,5 μmol m⁻² s⁻¹ προερχόμενη από λαμπτήρες φθορισμού.

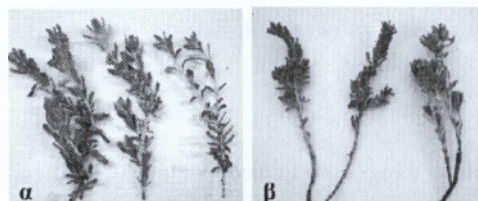
Αναφορικά με τον αγενή πολλαπλασιασμό, μοσχεύματα κορυφής βλαστού (Εικ. 1) συλλέχθηκαν από τα ίδια αυτοφυή φυτά δύο περιόδους, φθινόπωρο (Νοέμβριο) 2012 και άνοιξη (Απρίλιο) 2013, και δέχτηκαν χειρισμό με διαλύματα ορμόνης ριζοβολίας IBA συγκεντρώσεων 0, 1000, 2000 ή 3000 mg l⁻¹ με δύο χρόνους εμφάνισης 1 ή 5 min για κάθε επίπεδο συγκέντρωσης, αλλά και με IBA υπό μορφή σκόνης επίτασης για πώδη/ ημιξυλώδη (μαλακά) μοσχεύματα Routon DP (0,066% β/β IBA σε ταλκ, Συντονιστική Εταιρεία Γεωπονικών Επιχειρήσεων Α.Β.Ε.Ε.). Χρησιμοποιήθηκαν 20 μοσχεύματα ανά μεταχείριση, τα ποσοστά ριζοβολίας των οποίων εκτιμήθηκαν μετά από 10 εβδομάδες.

Τα φυτάρια που παράχθηκαν από μοσχεύματα της άνοιξης μεταφυτεύθηκαν είτε σε υπόστρωμα τύρφης-περλίτη 2:1 (v/v) και λιπαίνονταν άπαξ μηνιαίως (Α) ή ανά ενάμιση μήνα (Β) με 4 g l⁻¹ πλήρες υδατοδιαλυτό λίπασμα (Nutrileaf 60, 20-20-20, Miller Chemical and Fertilizer Corp., Hanover PA, USA), είτε σε υπόστρωμα τύρφης-περλίτη-κομπόστας στέμφυλων 1:1:1 (v/v), χωρίς εφαρμογή λιπάνσεων (Γ), με στόχο την παρακολούθηση της ανάπτυξής τους.

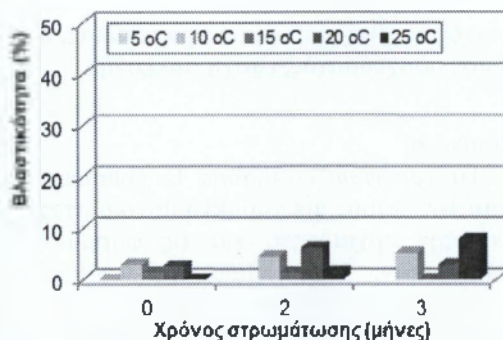
Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με δι- ή τρι- παραγοντική ανάλυση της διασποράς, ενώ οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με την Tukey-Kramer HSD, $P=0,05$.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων ήταν εξαιρετικά χαμηλό σε θερμοκρασίες 10-20 °C, ενώ στις θερμοκρασίες 5 και 25 °C κανένας σπόρος δε βλάστησε (Σχ. 1). Η στρωμάτωση των σπόρων για δύο ή τρεις μήνες στους 5 °C, πριν την τοποθέτησή τους για βλάστηση στις ανωτέρω θερμοκρασίες, οδήγησε σε ελάχιστη αύξηση της βλαστικότητας (Σχ. 1, Εικ. 1γ).



Εικόνα 1. Μοσχεύματα βλαστού του *T. capitatum* την άνοιξη (α) και το φθινόπωρο (β), και σπορόφυτο φυτρωμένο *in vitro* (γ).

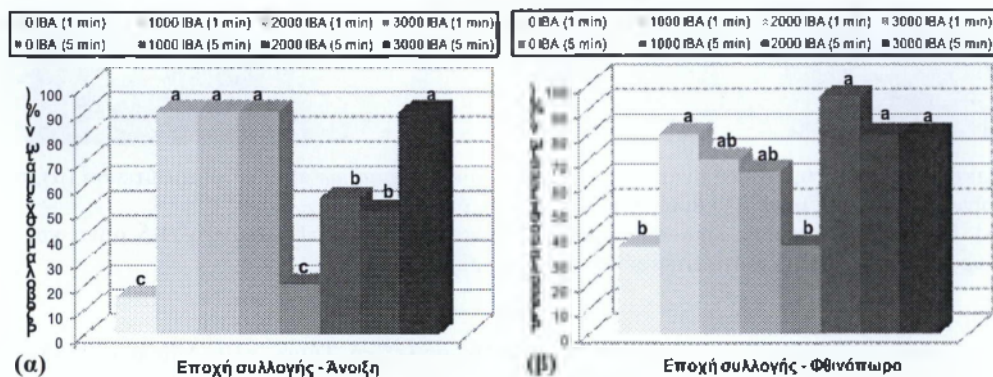


Σχήμα 1. Επίδραση της ψυχρής στρωμάτωσης και της θερμοκρασίας στη βλαστικότητα των σπόρων του *T. capitatum*.

Εξίσου χαμηλά ποσοστά βλαστικότητας των σπόρων του *T. capitatum* έχουν επίσης βρει οι Luna κ.ά. (2007) και Luna and Moreno (2009), ενώ ο Moreira κ.ά. (2010) επέτυχε αύξηση του ποσοστού βλαστικότητας στο 39% μετά από εμφάνιση των

σπόρων σε νερό θερμοκρασίας 80 °C για 10 min. Επομένως, απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση για πιθανό θερμολήθαργο ή λήθαργο περιβλήματος.

Κανένα από τα μοσχεύματα που δέχτηκαν μεταχείριση με IBA σε σκόνη δε ριζοβόλησε. Πιθανώς η παρατεταμένη έκθεση της βάσης του μοσχεύματος στο IBA να έδρασε παρεμποδιστικά, δεδομένου ότι οι μάρτυρες εμφάνισαν μέχρι και 30% ποσοστό ριζοβολίας. Τα μοσχεύματα που δέχθηκαν χειρισμό με διαλύματα IBA ριζοβόλησαν σε υψηλότερο ποσοστό από τους μάρτυρες (Σχ. 2). Η τριπαραγοντική ανάλυση των ποσοστών ριζοβολίας των μοσχευμάτων έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ της εποχής συλλογής, της συγκέντρωσης IBA και του χρόνου εμφύπτισης. Ακολούθησε διπαραγοντική ανάλυση ανά εποχή, η οποία έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ συγκέντρωσης IBA και χρόνου εμφύπτισης την άνοιξη (Σχ. 2α), ενώ το φθινόπωρο υπήρξε σημαντική επίδραση της συγκέντρωσης του IBA στη ριζοβολία, δείχνοντας ουσιαστικά την αναγκαιότητα της εφαρμογής IBA για επίτευξη σημαντικών ποσοστών ριζοβολίας, χωρίς ουσιαστικά οι συγκεντρώσεις και οι χρόνοι εφαρμογής που δοκιμάστηκαν να επέφεραν ουσιαστικές διαφοροποιήσεις στο αποτέλεσμα (Σχ. 2β). Στα μοσχεύματα της άνοιξης παρατηρήθηκε το μάλλον παράδοξο αποτέλεσμα της επίτευξης υψηλών ποσοστών ριζοβολίας υπό όλες τις συγκεντρώσεις IBA για 1 min και υπό 3000 mg l⁻¹ IBA για 5 min, ενώ υπό 2000 και 3000 mg l⁻¹ IBA για 5 min τα ποσοστά ήταν σημαντικά χαμηλότερα (Σχ. 2α), και γι' αυτό τα πειράματα θα επαναληφθούν.



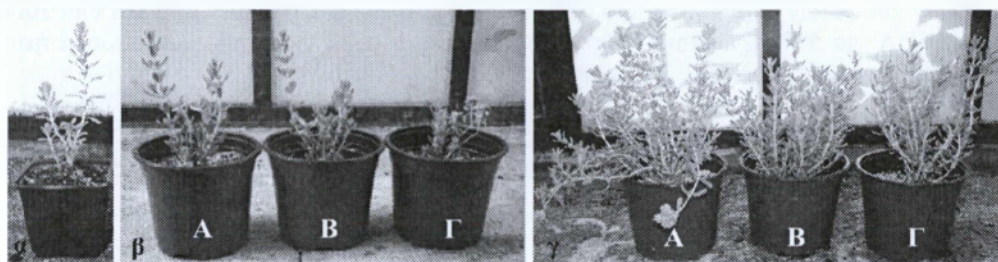
Σχήμα 2. Ριζοβολία μοσχευμάτων κορυφής του *T. capitatum*, που συλλέχθηκαν άνοιξη ($F_{\text{συγκ.} \times \text{χρόνος}}^{**}$) (α) και φθινόπωρο ($F_{\text{συγκ.}}^{**}$, $F_{\text{χρόνος}}^{NS}$, $F_{\text{συγκ.} \times \text{χρόνος}}^{NS}$) (β), και μεταχειρίστηκαν με διαλύματα IBA στις αναγραφόμενες συγκεντρώσεις και χρόνους εμφύπτισης. **: σημαντικό σε $P=0,01$, NS: μη σημαντικό σε $P=0,05$.

Τρεις μήνες μετά τη μεταφύτευση στα υποστρώματα ανάπτυξης, τα φυτάρια που μεταφυτεύθηκαν σε υπόστρωμα τύρφης-περλίτη 2:1 και λιπαίνονταν μία φορά το μήνα σχημάτισαν περισσότερους κύριους και πλάγιους βλαστούς ανά φυτάριο συγκριτικά με τα φυτάρια που μεταφυτεύθηκαν στο ίδιο υπόστρωμα και λιπαίνονταν μία φορά ανά ενάμιση μήνα, καθώς και με αυτά που μεταφυτεύθηκαν σε υπόστρωμα τύρφης-περλίτη-κομπόστας στέμφυλων 1:1:1 και δε δέχτηκαν λίπανση. Το αντίθετο συνέβη με το μήκος των κύριων βλαστών (Πίν 1, Εικ. 3). Εκτιμώντας συνολικά την επίδραση των υποστρωμάτων ανάπτυξης, μπορεί να λεχθεί ότι τα φυτάρια που μεταφυτεύθηκαν σε υπόστρωμα τύρφης-περλίτη 2:1 και λιπαίνονταν, αναπτύχθηκαν καλύτερα από αυτά που μεταφυτεύθηκαν σε υπόστρωμα τύρφης-περλίτη-κομπόστας στέμφυλων 1:1:1 και δε δέχτηκαν λίπανση. Επίσης η λίπανση κάθε 1.5 μήνα έδωσε πιο συνεκτικά και εύρωστα φυτάρια σε σχέση με τη συχνότερη λίπανση, όπως έχει δείχθει και για το επίσης αρωματικό, ξηροφυτικό αυτοφυές *Lavandula stoechas* (Papafoitou κ.ά., 2000).

Πίνακας 1. Επίδραση υποστρώματος και λίπανσης στην ανάπτυξη φυταρίων του *T. capitatum*, τρεις μήνες μετά τη μεταφύτευση.

Υπόστρωμα μεταφύτευσης & λίπανση	Επιβίωση φυταρίων (%)	Αριθμός κύριων βλαστών	Μήκος κύριων βλαστών (cm)	Αριθμός πλάγιων βλαστών/ φυτό
(Α) Τύρφη-Περλίτης 1:1 1 λίπανση/ μήνα	90 a	2,6 a	16,3 b	26,4 a
(Β) Τύρφη-Περλίτης 1:1 1 λίπανση/ 1.5 μήνα	85 a	2,0 b	21,6 a	21,4 ab
(Γ) Τ-Π-Κομπόστα 1:1:1 χωρίς λίπανση	70 a	1,9 b	21,6 ab	17,2 b
	NS	**	*	**

*, **: σημαντικά σε $P=0,05$ και $P=0,01$, αντίστοιχα. NS: μη σημαντικό σε $P=0,05$.



Εικόνα 3. Χαρακτηριστική ανάπτυξη φυταρίων του *T. capitatum* πριν τη μεταφύτευση (α), ένα μήνα (β) και τρεις μήνες (γ) μετά τη μεταφύτευση, όπου: Α) Τύρφη-Περλίτης 1:1, λίπανση/ μήνα, Β) Τύρφη-Περλίτης 1:1, λίπανση/ 1,5 μήνα και Γ) Τύρφη-Περλίτης-Κομπόστα Στεμφύλων 1:1:1, χωρίς λίπανση.

Βιβλιογραφία

- Καββαδάς, Δ.Σ. 1956. Εικονογρ. Βοτανικό Φυτολογικό λεξικό. Τόμος VIII, Αθήνα, σελ. 3881.
- Μπάουμαν, Ε. 1999. Η ελληνική χλωρίδα στο μύθο, στην τέχνη και στη λογοτεχνία. Β' έκδοση. Ι. Μακρής Α.Ε.- Γραφικές τέχνες, Αθήνα, σελ. 114.
- Luna, B. and Moreno, J.M. 2009. Light and nitrate effects on seed germination of Mediterranean plant species of several functional groups. *Plant Ecol* 203: 123-135.
- Luna, B., Moreno, J.M., Cruz, A., Fernández-González, F. 2007. Heat-shock and seed germination of a group of Mediterranean plant species growing in a burned area: An approach based on plant functional types. *Environm.l and Experim. Botany* 60: 324-333.
- Menichini, F., Conforti, F., Rigano, D., Formisano, C., Piozzi, F. and Senatore, F. 2009. Phytochemical composition, anti-inflammatory and antitumour activities of four *Teucrium* essential oils from Greece. *Food chemistry* 115: 679-686.
- Mitić, V., Jovanović, O., Stankov-Jovanović, V., Zlatkovic, B. and Stojanovic, G. 2012. Analysis of the essential oil of *Teucrium polium* ssp. *capitatum* from the Balkan Peninsula. *Nat Prod Commun.* 7: 83-86.
- Moreira, B., Tormo, J., Estrelles, E. and Pausas, J.G. 2010. Disentangling the role of heat and smoke as germination cues in Mediterranean Basin flora. *Annals of Botany* 105: 627-635.
- Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.
- Papafotiou M., Garavelos, E. and Chronopoulos, J. 2000. Effect of growing medium and fertilization on growth habit and colour of *Lavandula stoechas* L. *Acta Hort.* 541: 349-351.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΡΙΖΟΒΟΛΙΑΣ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΛΛΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΘΑΜΝΩΝ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΝΕΦΩΣΗ, ΟΜΙΧΛΗ ΚΑΙ ΑΕΡΟΠΟΝΙΑ

Σ. Κώστας, Α. Οικονόμου, Ε. Κατσανεβάκη και Μ. Αγγελάκη

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Ανθοκομίας, Πανεπιστημιούπολη, 54124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Μοσχεύματα βλαστού των καλλωπιστικών ειδών Χρυσάνθεμο, Βιβούρνο αιθαλές, Τούγια, Τάξος, Νιτίλντα, Φωτίνια, Μυρτιά και Ευώνυμο τοποθετήθηκαν σε τρία διαφορετικά συστήματα ριζοβολίας: αεροπονία (όπου δεν χρησιμοποιείται υπόστρωμα ριζοβολίας), ομίχλη και υδρονέφωση, για αξιολόγηση της ριζοβολίας τους. Τα υψηλότερα ποσοστά ριζοβολίας παρατηρήθηκαν κυρίως στο σύστημα της ομίχλης, ενώ το σύστημα της αεροπονίας μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις ήταν αποτελεσματικότερο.

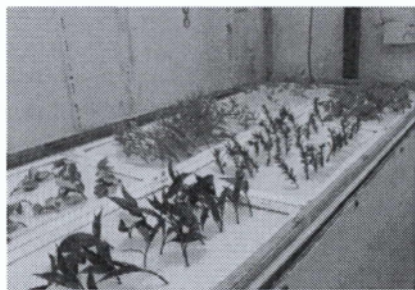
Λέξεις κλειδιά: K-IBA, ριζοβολία, σύστημα ριζοβολίας

Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η σύγκριση ενός πειραματικού συστήματος ριζοβολίας μοσχευμάτων τύπου “αεροπονίας” με τα συστήματα της ομίχλης και της υδρονέφωσης που χρησιμοποιούνται κυρίως σήμερα για παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού στην ανθοκομία. Η ανάπτυξη του συστήματος αεροπονίας μελετήθηκε στο παρελθόν σε διάφορα είδη κυρίως για καλλιέργεια φυτών χωρίς υπόστρωμα (Zobel κ.ά., 1976, Ritter κ.ά., 2001, Farran & Mingo-Castel, 2006). Το σύστημα της αεροπονίας (Εικ. 1) διαφέρει από τα συστήματα ριζοβολίας της ομίχλης και της υδρονέφωσης καθώς δεν χρησιμοποιεί υπόστρωμα ριζοβολίας, αλλά το “υπόγειο” μέρος των μοσχευμάτων παραμένει (μέχρι τη ριζοβολία τους) σε σκοτεινό χώρο όπου εφαρμόζονται συνεχείς ψεκασμοί νερού στη βάση των μοσχευμάτων με ειδικού τύπου εκτοξευτήρες (μπεκ).

Υλικά και Μέθοδοι

Στα πειράματα χρησιμοποιήθηκαν μοσχεύματα βλαστού των καλλωπιστικών ειδών: Χρυσάνθεμο (*Chrysanthemum morifolium*), Βιβούρνο αιθαλές (*Viburnum tinus*), Τούγια (*Thuja pyramidalis*), Τάξος (*Taxus baccata*), Νιτίλντα (*Lonicera nitida*), Φωτίνια (*Photinia glabra*), Μυρτιά (*Myrtus communis*) και Ευώνυμο (*Euonymus japonicus*). Οι βάσεις των μοσχευμάτων, αφού αφαιρέθηκαν τα φύλλα τους, εμβάπτιστηκαν για 10 sec σε υδατικά διαλύματα συγκεντρώσεων 0, 1000 ή 2000 ppm K-IBA. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν για ριζοβολία στα τρία συστήματα (αεροπονία, ομίχλη, υδρονέφωση). Στην ομίχλη και την υδρονέφωση, τα μοσχεύματα τοποθετήθηκαν σε κιβώτια που περιείχαν μίγμα περλίτη και τύρφης σε αναλογία 2:1 κατ’ όγκο, ενώ στην αεροπονία σε πλαίσια με φύλλο μαύρου (εσωτερικά) και λευκού (εξωτερικά) πολυαιθυλενίου, στο οποίο έγιναν μικρές οπές για να περάσουν οι βάσεις των μοσχευμάτων. Τα μοσχεύματα έμειναν για ορισμένο χρόνο (1-2 μήνες, ανάλογα με

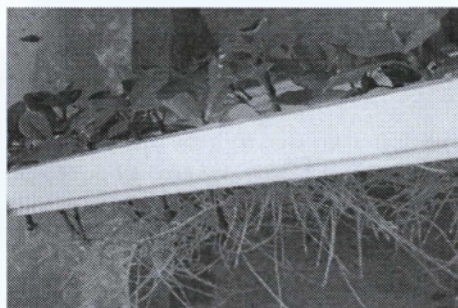


Εικόνα 1. Ριζοβολία μοσχευμάτων στο σύστημα της αεροπονίας

το φυτό) στα συστήματα ριζοβολίας και στη συνέχεια, αφού απομακρύνθηκαν, μετρήθηκε ο αριθμός των μοσχευμάτων που ριζοβόλησε. Η ανωτέρω διαδικασία πραγματοποιήθηκε το φθινόπωρο (με εξαίρεση το Χρυσάνθεμο), το χειμώνα και την άνοιξη. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων (10 μοσχεύματα ανά μεταχείριση) βασίστηκε στην ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA), αφού προηγουμένως τα ποσοστά μετατράπηκαν σε μοίρες. Οι των μέσων όρων συγκρίσεις έγιναν με το κριτήριο Duncan ($P \leq 0,05$).

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Βρέθηκε ότι η ριζοβολία των μοσχευμάτων διέφερε στα τρία συστήματα και στις τρεις εποχές του έτους που μελετήθηκαν. Η ριζοβολία των μοσχευμάτων του Βιβούρνου, του Ευώνυμου και της Φωτίνας (Πιν. 1, 2 και 7, Εικ. 2) στην αεροπονία το χειμώνα εμφάνισε υψηλότερα ποσοστά σε σχέση με την ομίχλη και την υδρονέφωση, την άνοιξη δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στη ριζοβολία μεταξύ των τριών συστημάτων, ενώ το φθινόπωρο ήταν από ελάχιστη έως μηδενική στην αεροπονία και υδρονέφωση, και ικανοποιητική στην ομίχλη. Η ριζοβολία των μοσχευμάτων της Μυρτιάς, του Τάξου και της Τούγιας (Πιν. 3, 5 και 6) το χειμώνα και την άνοιξη υπερέχει στην ομίχλη σε σχέση με την αεροπονία και την υδρονέφωση, ενώ το φθινόπωρο δεν ριζοβόλησαν καθόλου τα μοσχεύματα και στα τρία συστήματα. Τα μοσχεύματα της Νιτίλντας (Πιν. 4) δεν ριζοβόλησαν στην αεροπονία και στις τρεις εποχές, ενώ στην ομίχλη και στην υδρονέφωση η ριζοβολία ήταν ικανοποιητική με εξαίρεση την άνοιξη στην ομίχλη που ήταν μηδενική. Τα μοσχεύματα του Χρυσάνθεμου (Πιν. 8) ριζοβόλησαν το χειμώνα σε ποσοστό 100% και στα τρία συστήματα, ενώ την άνοιξη η ριζοβολία ήταν υψηλότερη στην ομίχλη και υδρονέφωση έναντι της αεροπονίας.



Εικόνα 2. Έρριζα μοσχεύματα Ευώνυμου στο σύστημα της αεροπονίας

Συμπεράσματα

Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων ριζοβολίας στα τρία συστήματα συμπεραίνεται ότι γενικά η ριζοβολία των μοσχευμάτων υπερέχει στην ομίχλη, ενώ το σύστημα της αεροπονίας μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις είναι καλύτερο, και πάντα σε σχέση με την εποχή κοπής των μοσχευμάτων.

Πίνακας 1. Επίδραση του συστήματος ριζοβολίας, της εποχής και της συγκέντρωσης του Κ-ΙΒΑ στη ριζοβολία (%) μοσχευμάτων Βιβούρνου.

Εποχή	Κ-ΙΒΑ (ppm)	Αεροπονία	Ομίχλη	Υδρονέφωση
	0	70 c*	0 a*	0 a*
Χειμώνας	1000	90 cd	0 a	0 a
	2000	100 d	0 a	20 b
	0	0 a	0 a	0 a
Άνοιξη	1000	40 b	100 d	0 a
	2000	40 b	0 a	0 a
	0	0 a	50 b	0 a
Φθινόπωρο	1000	0 a	80 bc	40 bc
	2000	0 a	90 cd	70 c

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές ($P \leq 0,05$)

Πίνακας 2. Επίδραση του συστήματος ριζοβολίας, της εποχής και της συγκέντρωσης του K-IBA στη ριζοβολία (%) μοσχευμάτων Ευώνυμου.

Εποχή	K-IBA (ppm)	Αεροπονία	Ομίχλη	Υδρονέφωση
Χειμώνας	0	90 cd*	50 b*	0 a*
	1000	100 d	80 c	0 a
	2000	100 d	100 d	100 b
Άνοιξη	0	0 a	0 a	50 d
	1000	70 bc	50 b	80 c
	2000	50 b	70 bc	90 cd
Φθινόπωρο	0	0 a	0 a	0 a
	1000	0 a	60 bc	0 a
	2000	0 a	80 c	0 a

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές ($P \leq 0,05$)

Πίνακας 3. Επίδραση του συστήματος ριζοβολίας, της εποχής και της συγκέντρωσης του K-IBA στη ριζοβολία (%) μοσχευμάτων Μυρτιάς.

Εποχή	K-IBA (ppm)	Αεροπονία	Ομίχλη	Υδρονέφωση
Χειμώνας	0	0 a*	0 a*	0 a*
	1000	40 b	100 c	0 a
	2000	20 b	100 c	60 c
Άνοιξη	0	0 a	0 a	0 a
	1000	0 a	20 b	20 b
	2000	0 a	0 a	0 a
Φθινόπωρο	0	0 a	0 a	0 a
	1000	0 a	0 a	0 a
	2000	0 a	0 a	0 a

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές ($P \leq 0,05$)

Πίνακας 4. Επίδραση του συστήματος ριζοβολίας, της εποχής και της συγκέντρωσης του K-IBA στη ριζοβολία (%) μοσχευμάτων Νιτλίνας.

Εποχή	K-IBA (ppm)	Αεροπονία	Ομίχλη	Υδρονέφωση
Χειμώνας	0	0 a*	100 c*	80 c*
	1000	0 a	100 c	80 c
	2000	0 a	100 c	80 c
Άνοιξη	0	0 a	0 a	100 d
	1000	0 a	0 a	40 a
	2000	0 a	0 a	80 c
Φθινόπωρο	0	0 a	100 c	30 a
	1000	0 a	100 c	70 bc
	2000	0 a	90 bc	60 ab

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές ($P \leq 0,05$)

Πίνακας 5. Επίδραση του συστήματος ριζοβολίας, της εποχής και της συγκέντρωσης του K-IBA στη ριζοβολία (%) μοσχευμάτων Τάξου.

Εποχή	K-IBA (ppm)	Αεροπονία	Ομίχλη	Υδρονέφωση
Χειμώνας	0	20 b*	30 b*	0 a*
	1000	0 a	50 b	0 a
	2000	20 b	40 b	0 a
Άνοιξη	0	0 a	0 a	0 a
	1000	0 a	0 a	0 a
	2000	0 a	40 b	0 a
Φθινόπωρο	0	0 a	0 a	0 a
	1000	0 a	0 a	0 a
	2000	0 a	0 a	0 a

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές ($P \leq 0,05$)

Πίνακας 6. Επίδραση του συστήματος ριζοβολίας, της εποχής και της συγκέντρωσης του Κ-ΙΒΑ στη ριζοβολία (%) μοσχευμάτων Τούγιας.

Εποχή	Κ-ΙΒΑ (ppm)	Αεροπονία	Ομίχλη	Υδρονέφωση
Χειμώνας	0	20 b*	0 a*	0 a*
	1000	0 a	30 b	0 a
	2000	0 a	70 c	0 a
Άνοιξη	0	0 a	0 a	0 a
	1000	30 b	30 b	0 a
	2000	20 b	30 b	0 a
Φθινόπωρο	0	0 a	0 a	0 a
	1000	0 a	0 a	0 a
	2000	0 a	0 a	0 a

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές ($P \leq 0,05$)

Πίνακας 7. Επίδραση του συστήματος ριζοβολίας, της εποχής και της συγκέντρωσης του Κ-ΙΒΑ στη ριζοβολία (%) μοσχευμάτων Φωτινίας.

Εποχή	Κ-ΙΒΑ (ppm)	Αεροπονία	Ομίχλη	Υδρονέφωση
Χειμώνας	0	70 c*	40 bc*	0 a*
	1000	50 bc	30 b	0 a
	2000	60 c	20 b	20 b
Άνοιξη	0	0 a	20 b	0 a
	1000	0 a	20 b	40 bc
	2000	20 b	80 c	70 c
Φθινόπωρο	0	0 a	0 a	0 a
	1000	0 a	0 a	0 a
	2000	0 a	20 b	0 a

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές ($P \leq 0,05$)

Πίνακας 8. Επίδραση του συστήματος ριζοβολίας, της εποχής και της συγκέντρωσης του Κ-ΙΒΑ στη ριζοβολία (%) μοσχευμάτων Χρυσάνθεμου.

Εποχή	Κ-ΙΒΑ (ppm)	Αεροπονία	Ομίχλη	Υδρονέφωση
Χειμώνας	0	100 b*	100 b*	100 b*
	1000	100 b	100 b	100 b
	2000	100 b	100 b	100 b
Άνοιξη	0	20 a	70 a	80 a
	1000	30 a	100 b	100 b
	2000	20 a	100 b	100 b

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές ($P \leq 0,05$)

Βιβλιογραφία

- Farran, I. and Mingo-Castel, A.M. 2006. Potato minituber production using aero-ponics: Effect of plant density and harvesting intervals. *Am. J. Potato Res.* 83: 47-53.
- Ritter, E., Angulo, B., Riga, P., Herran, C., Relloso, J. and San Jose, M. 2001. Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers. *Potato Res.* 44: 127-135.
- Zobel, W.R., Tredici, P. and Torrey, J. 1976. Method for growing plants acropically. *Am. Soc. Plant Biol.* 57: 344-346.

ΡΙΖΟΒΟΛΙΑ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΛΛΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ Κ-ΙΒΑ ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΤΟΥΣ Ή ΜΕ ΨΕΚΑΣΜΟ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΠΟΧΕΣ

Σ. Κώστας, Α. Οικονόμου, Σ. Κουγιουμτζόγλου, Σ. Χατζηλαζάρου και Μ. Αγγελάκη

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Ανθοκομίας, Πανεπιστημιούπολη, 54124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Σε φυλλοφόρα μοσχεύματα βλαστού Τούγιας (*Thuja orientalis*), Φωτίνιας (*Photinia glabra*), Δαφνοκέρασου (*Prunus laurocerasus*) και Ευώνυμου (*Euonymus japonicus*) εφαρμόστηκε ο φυτικός ρυθμιστής Κ-ΙΒΑ υπό μορφή διαφυλλικού ψεκασμού με σκοπό να συγκριθεί η ριζοβολία τους με την κλασική μέθοδο της εμφάπτισης της βάση τους. Μετά το πέρας της ριζοβολίας στο σύστημα ομίχλης μετρήθηκαν τα μοσχεύματα που ριζοβόλησαν, ο αριθμός και το μήκος των ριζών τους. Τα πειράματα έγιναν σε τρεις περιόδους, τον Απρίλιο, Ιούνιο και Δεκέμβριο. Στις περισσότερες περιπτώσεις βρέθηκε ότι η μέθοδος του διαφυλλικού ψεκασμού των μοσχευμάτων με Κ-ΙΒΑ αύξησε τα ποσοστά ριζοβολίας όσο και η μέθοδος της εμφάπτισης της βάσης σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ η εμφάπτιση αύξησε και τον αριθμό των σχηματιζόμενων ριζών.

Λέξεις κλειδιά: διαφυλλική εφαρμογή, επίκτητες ρίζες, ποσοστό ριζοβολίας, σύστημα ριζοβολίας

Εισαγωγή

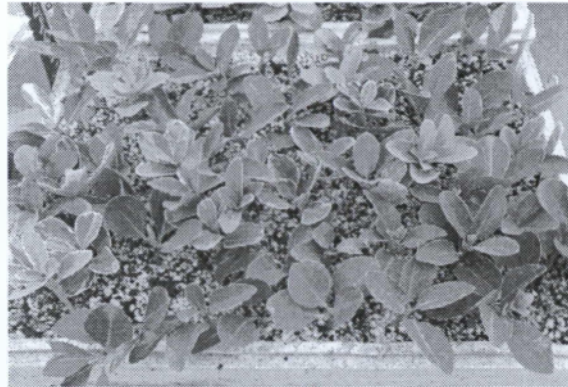
Η μέθοδος του ψεκασμού του φυτικού ρυθμιστή ριζοβολίας στα φύλλα, σε σύγκριση με την τεχνική της εμφάπτισης της βάσης των μοσχευμάτων σε διάλυμα του φυτικού ρυθμιστή για ριζοβολία, είναι ευκολότερη στην εφαρμογή και καθόλου βλαπτική καθώς δεν προκαλεί ζημιά στις βάσεις των μοσχευμάτων όπου εκπύσσονται οι ρίζες, ενώ είναι δυνατή η επανάληψη του ψεκασμού χωρίς τη διατάραξη των μοσχευμάτων από το υπόστρωμα. Εκτιμάται ότι η τεχνική του ψεκασμού είναι πιο οικονομική, σχετικά με την κατανάλωση φυτικού ρυθμιστή (χωρίς να υπολογίζεται το υψηλότερο κόστος σε εργασία που απαιτείται με τη μέθοδο της εμφάπτισης) και στις περισσότερες περιπτώσεις βρέθηκε ότι ήταν το ίδιο αποτελεσματική όσο και η μέθοδος της εμφάπτισης (Blythe κ.ά., 2003). Σε πειράματα που έγιναν σε ανθοκομικά φυτά βρέθηκε ότι ο διαφυλλικός τρόπος εφαρμογής του φυτικού ρυθμιστή ριζοβολίας είχε παρόμοια αποτέλεσμα με την εμφάπτιση (Blythe κ.ά., 2004). Γενικά, ο διαφυλλικός ψεκασμός συστήνεται για ποώδη φυτά που ριζοβολούν εύκολα όπως το χρυσάνθεμο, η βιγόνια και η διφενμπάχια (Krohn, 1992), ενώ απουσιάζουν από τη βιβλιογραφία έρευνες σε ξυλώδη φυτά που ριζοβολούν σχετικά δυσκολότερα.

Στην εργασία αυτή διερευνήθηκε η επίδραση του φυτικού ρυθμιστή Κ-ΙΒΑ (άλας Κ του ΙΒΑ), στη ριζοβολία μοσχευμάτων καλλωπιστικών φυτών, υπό μορφή ψεκασμού στο φύλλωμα των μοσχευμάτων σε σχέση με την κλασική εφαρμογή του στη βάση τους.

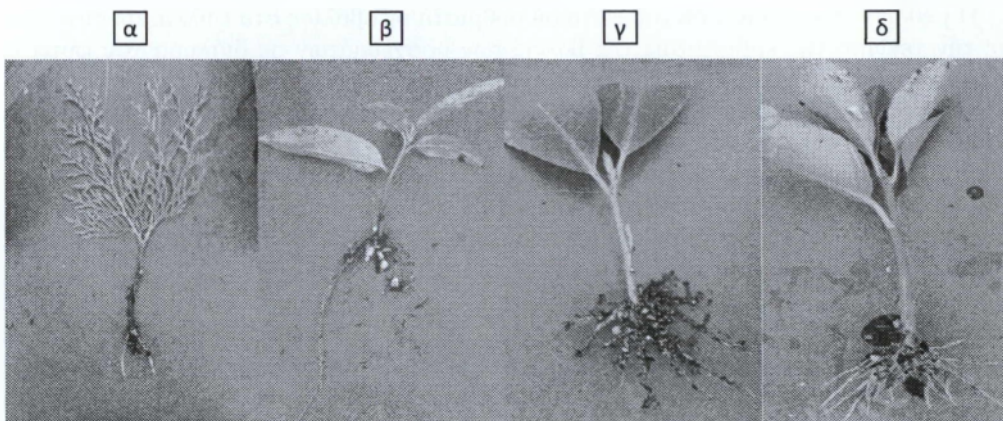
Υλικά και Μέθοδοι

Τα μοσχεύματα (κορυφές βλαστών 8-10 cm) κόπηκαν τον Απρίλιο (μοσχεύματα μαλακού ξύλου), τον Ιούνιο (μοσχεύματα ημώριμου ξύλου) και τον Δεκέμβριο (μοσχεύματα ώριμου ξύλου) από τα αείφυλλα καλλωπιστικά φυτά Τούγια (*Thuja*

orientalis), Φωτίνια (*Photinia glabra*), Δαφνοκέρασος (*Prunus laurocerasus*) και Ευώνυμο (*Euonymus japonicus*). Ο ψεκασμός στο φύλλωμα των μοσχευμάτων έγινε σε συγκέντρωση 300 ppm K-IBA (υδατικό διάλυμα), ενώ η εμφάνιση της βάσης τους (για 10 sec) έγινε στη συγκέντρωση 3.000 ppm K-IBA (υδατικό διάλυμα). Αντιθέτως, στην περίπτωση του μάρτυρα δεν έγινε καμία εφαρμογή. Στη συνέχεια τα μοσχεύματα αφού φυτεύτηκαν σε υπόστρωμα με perlίτη και τύρφη σε αναλογία 2:1 κατ' όγκο (Εικ. 1), τοποθετήθηκαν για ριζοβολία στο σύστημα της ομίχλης για διάστημα 8-10 εβδομάδων. Χρησιμοποιήθηκαν για κάθε φυτικό είδος 20 μοσχεύματα ανά μεταχείριση. Η αξιολόγηση της ριζοβολίας έγινε με εκτίμηση του ποσοστού ριζοβολίας ανά μεταχείριση και με καταμέτρηση του αριθμού και του μήκους των ριζών ανά μόσχευμα (Εικ. 2). Ακολούθησε στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με βάση την ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA), ενώ οι συγκρίσεις των μέσων όρων έγιναν με το κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$). Στην περίπτωση των ποσοστών προηγήθηκε η μετατροπή τους σε μοίρες και κατόπιν ακολούθησε η στατιστική ανάλυση.



Εικόνα 1. Μοσχεύματα Ευώνυμου σε υπόστρωμα perlίτη και τύρφης, ψεκασμένα με K-IBA.



Εικόνα 2. Ριζοβολημένα μοσχεύματα (από αριστερά προς δεξιά): α) Τούγιας, β) Φωτίνιας, γ) Δαφνοκέρασου και δ) Ευώνυμου με εφαρμογή ψεκασμού K-IBA στο φύλλωμα.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Βρέθηκε ότι η εφαρμογή του K-IBA υπό μορφή ψεκασμού είχε καλύτερα αποτελέσματα στη ριζοβολία των μοσχευμάτων σε σχέση με τον μάρτυρα (απουσία χρήσης K-IBA) στην Τούγια όλες τις εποχές (Πιν. 1), στη Φωτίνια τον Δεκέμβριο (Πιν. 2) και στον Δαφνοκέρασο και Ευώνυμο τον Απρίλιο (Πιν. 3, 4).

Τα μοσχεύματα της Φωτίνας τον Απρίλιο δεν ριζοβόλησαν και στις τρεις μεταχειρίσεις, ενώ τον Δεκέμβριο ο ψεκασμός των φύλλων των μοσχευμάτων με K-IBA, όπως και η εμφάνιση της βάσης σε K-IBA, αύξησε τη ριζοβολία σε σύγκριση με τον μάρτυρα (Πίν. 2). Η ευεργετική επίδραση στη ριζοβολία των μοσχευμάτων με εφαρμογή ψεκασμού στα φύλλα ήταν παρόμοια με εκείνη της εφαρμογής στη βάση των μοσχευμάτων με εμφάνιση στη Φωτία και στο Ευώνυμο όλες τις εποχές, στον Δαφνοκέρασο τον Απρίλιο και Ιούνιο και στην Τούγια τον Απρίλιο. Μεταξύ των δύο τρόπων εφαρμογής του K-IBA, ο ψεκασμός έδωσε υψηλότερα ποσοστά ριζοβολίας τον Δεκέμβριο στον Δαφνοκέρασο, η εμφάνιση έδωσε καλύτερα αποτελέσματα τον Ιούνιο και Δεκέμβριο στην Τούγια, ενώ δεν υπήρχαν διαφορές στο Ευώνυμο.

Όσον αφορά στον αριθμό των ριζών, στην Τούγια σε όλες τις εποχές η εμφάνιση έδωσε πλουσιότερο ριζικό σύστημα (Πίν. 1), στο Ευώνυμο τον Ιούνιο και Δεκέμβριο (Πίν. 4), ενώ στη Φωτία και στον Δαφνοκέρασο δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (Πίν. 2, 3). Σε καμία περίπτωση δεν παρατηρήθηκε υψηλότερη παραγωγή ριζών με ψεκασμό K-IBA συγκριτικά με την εμφάνιση. Μακρύτερες ρίζες σχηματίστηκαν στην Τούγια τον Ιούνιο και στη Φωτία τον Δεκέμβριο με ψεκασμό K-IBA και με εμφάνιση στη Φωτία τον Ιούνιο και στο Ευώνυμο τον Ιούνιο και Δεκέμβριο, χωρίς διαφορές στις υπόλοιπες περιπτώσεις.

Πίνακας 1. Επίδραση τις εποχής και του τρόπου εφαρμογής του K-IBA στο ποσοστό ριζοβολίας, στον αριθμό ριζών και στο μήκος ριζών μοσχευμάτων Τούγιας.

Μήνας	Μεταχείριση	Ριζοβολία (%)	Αριθμός ριζών	Μήκος ριζών (cm)
Απρίλιος	Μάρτυρας	10 b*	1,2 a*	1,9 a*
	Εμφάνιση	50 cd	13,2 d	2,0 a
	Ψεκασμός	30 c	3,3 ab	3,3 a
Ιούνιος	Μάρτυρας	0 a	-	-
	Εμφάνιση	30 c	4,0 bc	3,3 a
	Ψεκασμός	15 b	1,3 a	6,0 b
Δεκέμβριος	Μάρτυρας	30 c	2,6 a	3,2 a
	Εμφάνιση	95 e	5,9 c	4,6 ab
	Ψεκασμός	75 d	2,3 a	2,5 a

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές ($p \leq 0,05$).

Πίνακας 2. Επίδραση τις εποχής και του τρόπου εφαρμογής του K-IBA στο ποσοστό ριζοβολίας, στον αριθμό ριζών και στο μήκος ριζών μοσχευμάτων Φωτίνας.

Μήνας	Μεταχείριση	Ριζοβολία (%)	Αριθμός ριζών	Μήκος ριζών (cm)
Απρίλιος	Μάρτυρας	0 a*	-	-
	Εμφάνιση	0 a	-	-
	Ψεκασμός	0 a	-	-
Ιούνιος	Μάρτυρας	100 d	3,7 a*	4,5 a*
	Εμφάνιση	95 d	5,0 ab	7,3 b
	Ψεκασμός	100 d	7,5 b	5,4 a
Δεκέμβριος	Μάρτυρας	25 b	3,5 a	7,1 b
	Εμφάνιση	60 c	4,0 a	4,7 a
	Ψεκασμός	60 c	4,8 ab	7,9 b

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές ($p \leq 0,05$).

Πίνακας 3. Επίδραση τις εποχής και του τρόπου εφαρμογής του K-IBA στο ποσοστό ριζοβολίας, στον αριθμό ριζών και στο μήκος ριζών μοσχευμάτων Δαφνοκέρασου.

Μήνας	Μεταχείριση	Ριζοβολία (%)	Αριθμός ριζών	Μήκος ριζών (cm)
Απρίλιος	Μάρτυρας	0 a*	-	-
	Εμβάπτιση	55 b	27,6 d*	1,0 a*
	Ψεκασμός	55 b	22,9 cd	1,8 a
Ιούνιος	Μάρτυρας	90 c	16,0 bc	3,6 b
	Εμβάπτιση	100 c	27,1 d	4,0 b
	Ψεκασμός	100 c	22,7 cd	4,2 b
Δεκέμβριος	Μάρτυρας	90 c	3,5 a	1,7 a
	Εμβάπτιση	70 b	11,0 b	2,3 ab
	Ψεκασμός	95 c	5,6 ab	4,2 b

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές ($p \leq 0,05$).

Πίνακας 4. Επίδραση τις εποχής και του τρόπου εφαρμογής του K-IBA στο ποσοστό ριζοβολίας, στον αριθμό ριζών και στο μήκος ριζών μοσχευμάτων Ευάνυμου.

Μήνας	Μεταχείριση	Ριζοβολία (%)	Αριθμός ριζών	Μήκος ριζών (cm)
Απρίλιος	Μάρτυρας	70 a*	16,1 b*	3,3 c*
	Εμβάπτιση	80 ab	19,4 b	3,0 bc
	Ψεκασμός	100 b	21,9 b	3,2 bc
Ιούνιος	Μάρτυρας	100 b	28,5 c	2,4 b
	Εμβάπτιση	100 b	59,1 d	5,0 c
	Ψεκασμός	95 b	20,7 b	2,1 b
Δεκέμβριος	Μάρτυρας	70 a	4,0 a	2,1 b
	Εμβάπτιση	70 a	26,1 c	2,8 b
	Ψεκασμός	65 a	4,3 a	1,3 a

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές ($p \leq 0,05$).

Συμπεράσματα

Συγκριτικά με τον μάρτυρα (χωρίς εφαρμογή K-IBA), η χρήση K-IBA με ψεκασμό στα φύλλα έδωσε καλύτερα αποτελέσματα στη ριζοβολία μοσχευμάτων. Η εμβάπτιση της βάσης των μοσχευμάτων στο υδατικό διάλυμα K-IBA σε σχέση με τον ψεκασμό στα φύλλα των μοσχευμάτων έδωσε παρόμοια αποτελέσματα στα ποσοστά ριζοβολίας, αλλά πλουσιότερο ριζικό σύστημα.

Βιβλιογραφία

- Blythe, G. and Sibley, L.J. 2003. Novel methods of applying rooting hormones in cutting propagation. Comb. Proc. Int. Plant Prop. Soc. 53: 406-410.
- Blythe, K.E., Sibley, L.J., Ruter, M.J. and Tilt, M.K. 2004. Cutting propagation of foliage crops using a foliar application of auxin. Scientia Hortic. 103: 32-37.
- Kroin, J. 1992. Advances using indole-3-butyric acid (IBA) dissolved in water for rooting cuttings, transplanting and grafting. Comb. Proc. Int. Plant Prop. Soc. 42: 489-492.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΠΟΡΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΑΛΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

Σ. Κώστας, Α. Οικονόμου, Χ. Κουκοπούλου και Μ. Αγγελάκη

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Ανθοκομίας,
Πανεπιστημιούπολη, 54124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Σπόροι από οκτώ καλλωπιστικούς θάμνους ή δέντρα υποβλήθηκαν σε θερμική μεταχείριση 90, 120 ή 150°C για 0,5, 1 ή 5 min σε κλίβανο ξήρανσης. Οι σπόροι στη συνέχεια σπάρθηκαν σε υπόστρωμα τύρφης λεπτής δομής σε κιβώτια από πολυστερίνη ή σε τρυβλία petri με υγρό διηθητικό χαρτί. Οι σπόροι των ειδών που μελετήθηκαν δεν είχαν πρόβλημα φυτρώματος μετά τις μεταχειρίσεις που δέχτηκαν στις θερμοκρασίες των 90 και 120°C, ενώ στη θερμοκρασία 150°C και ειδικά με χρόνο εφαρμογής 5 min δεν φύτρωσαν λόγω καταστροφής του εμβρύου τους. Στην Ακακία κοινή, Ακακία ροδομέταξη, Τούγια ανατολής, Κυδωνίαστρο και μερικώς στη Μαγνόλια, η φυτρωτική ικανότητα των σπόρων τους ήταν υψηλότερη μετά τις μεταχειρίσεις των θερμοκρασιών που εφαρμόστηκαν σε σχέση με τον μάρτυρα, υποδηλώνοντας έτσι την ανάγκη εφαρμογής ενός θερμικού “σοκ” για καλύτερο φύτευμα στα είδη αυτά.

Λέξεις κλειδιά: εγγενής πολλαπλασιασμός, θερμικό “σοκ”, ξυλώδη φυτά, πολλαπλασιαστικό υλικό

Εισαγωγή

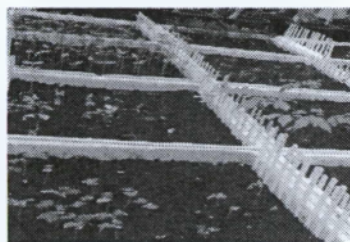
Είναι γνωστό ότι η βλάστηση αποκαθίσταται συχνά σε διάφορα δασικά οικοσυστήματα μετά από πυρκαγιά. Συγκεκριμένα έχει αναφερθεί εμφάνιση σποροφύτων σε ελληνικά πευκοδάση μετά από πυρκαγιά (Daskalaku & Thanos, 2004). Αυτό σημαίνει ότι οι σπόροι των κωνοφόρων που βρίσκονται στο έδαφος δεν υφίστανται ζημία από την πυρκαγιά αλλά ίσως και να ευνοούνται από το θερμικό “σοκ” που δέχονται λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν (Heras κ.ά., 2006, Pitman, 2008). Πολλά ξυλώδη καλλωπιστικά είδη παρουσιάζουν χαμηλή φυτρωτική ικανότητα των σπόρων τους με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού στα φυτώρια.

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της φυτρωτικής ικανότητας σπόρων ξυλωδών καλλωπιστικών ειδών μετά από παραμονή τους σε υψηλή θερμοκρασία με στόχο την αύξηση του ποσοστού φυτρώματός τους.

Υλικά και Μέθοδοι

Τα είδη που μελετήθηκαν ήταν: Κερλετόρια (*Koelreuteria paniculata*), Ακακία κοινή (*Robinia pseudoacacia*), Ακακία ροδομέταξη (*Albizia julibrissin*), Γλεδίτσια τριάκανθος (*Gleditsia triacanthos*), Κυδωνίαστρο στενόφυλλο (*Cotoneaster salicifolia*), Κυπαρίσσι (*Cupressus sempervirens*), Τούγια ανατολής (*Thuja orientalis*) και Μαγνόλια (*Magnolia grandiflora*). Η συλλογή των σπόρων έλαβε χώρα τον Οκτώβριο-Νοέμβριο (ίδια ημερομηνία για κάθε είδος), ακολούθησε διατήρησή τους σε ψυγείο στους 4°C για τρεις μήνες και κατόπιν σε χώρο με 20-25°C και χαμηλή σχετική υγρασία. Επιλέχθηκαν σπόροι, με ζωντανά έμβρυα, έπειτα από βύθισή τους σε νερό. Στα τρία πειράματα που έγιναν, οι σπόροι πριν από τη σπορά υποβλήθηκαν σε θερμική μεταχείριση 90, 120 ή 150°C για 0,5, 1 ή 5 min σε κλίβανο ξήρανσης. Οι σπόροι στα

δύο πειράματα (καλοκαίρι/Ιούνιος, χειμώνας/ Δεκέμβριος) σπάρθηκαν στη συνέχεια σε τύρφη λεπτής δομής σε κιβώτια από πολυστερίνη που τοποθετήθηκαν στο θερμοκήπιο (χειμώνας 18-22°C, καλοκαίρι 22-26°C) (Εικ. 1). Στο τρίτο πείραμα, που έγινε το χειμώνα, οι σπόροι μετά τη θερμική μεταχείριση μεταφέρθηκαν σε τρυβλία petri με διηθητικό χαρτί και τοποθετήθηκαν σε θάλαμο ανάπτυξης φυτών. Χρησιμοποιήθηκαν 20 σπόροι για κάθε μεταχείριση και πείραμα από κάθε φυτικό είδος και μετρήθηκαν οι σπόροι που φύτρωσαν στις 10 εβδομάδες από τη σπορά. Για τις ανάγκες της στατιστικής επεξεργασίας, τα ποσοστά της φυτρωτικής ικανότητας μετατράπηκαν σε μοίρες και ακολούθησε η στατιστική ανάλυση που βασίστηκε στην ανάλυση της παραλλακτικότητας και η σύγκριση των μέσων όρων στο κριτήριο Duncan ($p \leq 0,05$).



Εικόνα 1. Φύτρωμα σπόρων διαφόρων ειδών μετά από θερμική μεταχείριση.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Στο πρώτο πείραμα, που έγινε το καλοκαίρι με σπορά σε τύρφη, βρέθηκε ότι στη θερμοκρασία των 90°C και μερικώς στους 120°C για 0,5 και 1 min θερμικής μεταχείρισης η φυτρωτική ικανότητα των σπόρων ήταν σχεδόν όμοια με αυτή του μάρτυρα για την Κερλετόρια, το Κυπαρίσσι και την Τούγια (Πίν. 1, 2, 3), ενώ στην Ακακία κοινή, την Ακακία ροδομέταξη και το Κυδωνίαστρο η θερμική μεταχείριση των 90°C αύξησε τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων (Πίν. 4, 5, 6). Οι σπόροι της Γλεδίτσιας φύτρωσαν ακόμη και στις μεταχειρίσεις με τις υψηλότερες θερμοκρασίες (Πίν. 7). Στη Μαγνόλια η φυτρωτική ικανότητα ήταν μηδενική σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 8).

Στο δεύτερο πείραμα (σπορά το χειμώνα σε τύρφη) τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια με αυτά του πρώτου πειράματος για τα περισσότερα είδη και επιπλέον παρατηρήθηκε φύτρωμα των σπόρων που είχαν υποστεί θερμική μεταχείριση για 0,5 και 1 min και στις υψηλότερες θερμοκρασίες (120 και 150°C). Επιπλέον, στο Κυδωνίαστρο και στη Μαγνόλια μετρήθηκε υψηλότερη φυτρωτική ικανότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις, πλην εκείνης με χρόνο 5 min στους 120 και 150°C, από ότι στον μάρτυρα (Πίν. 6, 8).

Τα αποτελέσματα του τρίτου πειράματος (σε τρυβλία petri) επιβεβαίωσαν σε μεγάλο βαθμό εκείνα του δεύτερου πειράματος. Οι σπόροι της Ακακίας ροδομέταξης φύτρωσαν ακόμη και μετά τη θερμική μεταχείριση των υψηλών θερμοκρασιών 120 και 150°C (Πίν. 5).

Γενικά, οι σπόροι των ειδών που μελετήθηκαν δεν είχαν πρόβλημα φυτρώματος με τη μεταχείριση των 90°C, ορισμένα και με τους 120°C, στους σύντομους χρόνους του 0,5 και 1 min, ενώ στη θερμοκρασία των 150°C και ειδικά με χρόνο εφαρμογής 5 min δεν φύτρωσαν λόγω καταστροφής του εμβρύου τους.

Συμπεράσματα

Η εφαρμογή ήπιου θερμικού “σοκ” μπορεί να βελτιώσει τα ποσοστά φυτρώματος των σπόρων στα είδη Ακακία κοινή, Ακακία ροδομέταξη, Τούγια ανατολής, Κυδωνίαστρο στενόφυλλο και μερικώς στη Μαγνόλια, χρειάζεται όμως περαιτέρω έρευνα για πληρέστερα συμπεράσματα.

Πίνακας 1. Επίδραση του χρόνου παραμονής (min) σπόρων Κερλετόριας σε διάφορες θερμοκρασίες (°C) στη φυτρωτική τους ικανότητα (%).

Μεταχείριση	Χρόνος (min)	Τύρφη (καλοκαίρι)	Τύρφη (χειμώνας)	Petri (χειμώνας)
Μάρτυρας	-	10 b	0 a	0 a
90°C	0,5	15 b	5 a	0 a
	1	5 ab	5 a	0 a
	5	20 b	5 a	10 b
120°C	0,5	10 b	5 a	0 a
	1	15 b	0 a	0 a
	5	15 b	30 b	0 a
150°C	0,5	5 ab	5 a	0 a
	1	10 b	5 a	0 a
	5	0 a	0 a	0 a

* Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Πίνακας 2. Επίδραση του χρόνου παραμονής (min) σπόρων Κυπαρισσιού σε διάφορες θερμοκρασίες (°C) στη φυτρωτική τους ικανότητα (%).

Μεταχείριση	Χρόνος (min)	Τύρφη (καλοκαίρι)	Τύρφη (χειμώνας)	Petri (χειμώνας)
Μάρτυρας	-	10 bc	40 d	10 b
90°C	0,5	20 c	10 b	50 e
	1	25 c	40 d	25 b
	5	0 a	10 b	50 e
120°C	0,5	0 a	35 cd	40 cd
	1	0 a	30 cd	40 cd
	5	0 a	0 a	0 a
150°C	0,5	0 a	30 cd	50 e
	1	5 ab	20 bc	30 bc
	5	0 a	0 a	0 a

* Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Πίνακας 3. Επίδραση του χρόνου παραμονής (min) σπόρων Τούγιας σε διάφορες θερμοκρασίες (°C) στη φυτρωτική τους ικανότητα (%).

Μεταχείριση	Χρόνος (min)	Τύρφη (καλοκαίρι)	Τύρφη (χειμώνας)	Petri (χειμώνας)
Μάρτυρας	-	45 bc	0 a	60 bc
90°C	0,5	25 b	50 c	70 bc
	1	55 c	40 bc	45 b
	5	0 a	50 c	50 b
120°C	0,5	35 bc	35 bc	50 b
	1	5 a	25 b	60 bc
	5	0 a	0 a	0 a
150°C	0,5	0 a	30 b	90 c
	1	0 a	45 bc	50 b
	5	0 a	0 a	0 a

* Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Πίνακας 4. Επίδραση του χρόνου παραμονής (min) σπόρων Ακακίας κοινής σε διάφορες θερμοκρασίες (°C) στη φυτρωτική τους ικανότητα (%).

Μεταχείριση	Χρόνος (min)	Τύρφη (καλοκαίρι)	Τύρφη (χειμώνας)	Petri (χειμώνας)
Μάρτυρας	-	10 b	5 a	35 bcd
90°C	0,5	15 bc	10 bc	5 ab
	1	25 c	20 c	20 bc
	5	0 a	15 bc	10 b
120°C	0,5	10 b	20 c	50 d
	1	15 bc	15 bc	40 cd
	5	0 a	0 a	30 bcd
150°C	0,5	0 a	20 c	0 a
	1	0 a	20 c	0 a
	5	0 a	0 a	0 a

* Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Πίνακας 5. Επίδραση του χρόνου παραμονής (min) σπόρων Ακακίας ροδομέταξης σε διάφορες θερμοκρασίες (°C) στη φυτρωτική τους ικανότητα (%).

Μεταχείριση	Χρόνος (min)	Τύρφη (καλοκαίρι)	Τύρφη (χειμώνας)	Petri (χειμώνας)
Μάρτυρας	-	10 ab	25 bcd	20 b
90°C	0,5	35 bc	20 bc	35 bc
	1	40 cb	30 bed	50 bcd
	5	10 ab	35 cd	60 cd
120°C	0,5	60 c	25 bed	80 d
	1	30 bc	40 d	80 d
	5	5 ab	0 a	0 a
150°C	0,5	0 a	10 b	60 cd
	1	0 a	25 bc	40 bc
	5	0 a	0 a	20 b

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Πίνακας 6. Επίδραση του χρόνου παραμονής (min) σπόρων Κυδωνιάστρου σε διάφορες θερμοκρασίες (°C) στη φυτρωτική τους ικανότητα (%).

Μεταχείριση	Χρόνος (min)	Τύρφη (καλοκαίρι)	Τύρφη (χειμώνας)	Petri (χειμώνας)
Μάρτυρας	-	0 a	5 ab	40 c
90°C	0,5	30 c	30 bc	10 b
	1	15 b	35 c	50 c
	5	0 a	5 ab	0 a
120°C	0,5	0 a	70 d	10 b
	1	0 a	60 d	10 b
	5	0 a	0 a	10 b
150°C	0,5	0 a	15 bc	10 b
	1	0 a	10 b	0 a
	5	0 a	0 a	0 a

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Πίνακας 7. Επίδραση του χρόνου παραμονής (min) σπόρων Γλεδίτσιας σε διάφορες θερμοκρασίες (°C) στη φυτρωτική τους ικανότητα (%).

Μεταχείριση	Χρόνος (min)	Τύρφη (καλοκαίρι)	Τύρφη (χειμώνας)	Petri (χειμώνας)
Μάρτυρας	-	65 de	25 bc	50 ab
90°C	0,5	50 bed	45 c	60 bc
	1	55 cd	35 bc	100 d
	5	25 b	30 bc	80 cd
120°C	0,5	40 bc	40 c	80 cd
	1	55 cd	30 bc	70 bc
	5	0 a	10 b	35 a
150°C	0,5	80 e	40 bc	70 bc
	1	5 a	25 bc	35 a
	5	0 a	0 a	60 bc

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Πίνακας 8. Επίδραση του χρόνου παραμονής (min) σπόρων Μαγνόλιας σε διάφορες θερμοκρασίες (°C) στη φυτρωτική τους ικανότητα (%).

Μεταχείριση	Χρόνος (min)	Τύρφη (καλοκαίρι)	Τύρφη (χειμώνας)	Petri (χειμώνας)
Μάρτυρας	-	0	0 a	0 a
90°C	0,5	0	50 c	50 bc
	1	0	40 bc	0 a
	5	0	50 c	60 c
120°C	0,5	0	35 bc	25 b
	1	0	25 b	40 bc
	5	0	0 a	0 a
150°C	0,5	0	30 b	30 b
	1	0	15 b	40 bc
	5	0	0 a	0 a

*Διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Βιβλιογραφία

- Daskalaku, E. and Thanos, C. 2004. Postfire regeneration of Aleppo pine - the temporal pattern of seedling recruitment. *Plant Ecol.* 171: 81-89.
- Heras, J., Bonilla, M. and Martinez, L. 2006. Germination after heat treatments of *Pinus tropicalis* Morelet and *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* seeds of west Cuban forests. *Ann. For. Sci.* 63: 469-475.
- Pitman, W.D. 2008. Establishment and regrowth responses of *Albizia julibrissin* on Louisiana USA coastal plain soils. *Agrofor. Syst.* 74: 259-266.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΡΩΝ *Asphodelus fistulosus* L.

Γ. Βλάχου και Μ. Παπαφωτίου

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

Περίληψη

Σπόροι του *Asphodelus fistulosus* L. τρεις, οχτώ και 11 μήνες μετά τη συλλογή τους βλάστησαν σε εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό από 1 έως 6% στις θερμοκρασίες 10, 15 και 20 °C, ενώ στις θερμοκρασίες 5 και 25 °C δεν παρατηρήθηκε καθόλου βλάστηση. Η στρωμάτωση των σπόρων, για 2 ή 3 μήνες στους 5 °C, πριν την τοποθέτησή τους στις ανωτέρω θερμοκρασίες για βλάστηση δε βελτίωσε τη βλαστικότητα. Ο σκαριφισμός των σπόρων με σμυριδόχαρτο πριν την καλλιέργεια στις ανωτέρω θερμοκρασίες είχε ως αποτέλεσμα βλαστικότητα που κυμάνθηκε από 28 έως 34% για σπόρους 8 μηνών, στους 5, 10 και 25 °C, ενώ στις θερμοκρασίες 15 και 20 °C η βλαστικότητα ήταν 50 και 49% αντίστοιχα. Σπόροι 11 μηνών βλάστησαν σε ποσοστό 24 έως 43% στις θερμοκρασίες 5, 10, 20 και 25 °C, ενώ στην θερμοκρασία 15 °C βλάστησαν σε ποσοστό 57%. Σπόροι 11 μηνών στους 15 °C βλάστησαν ταχύτερα ($T_{50}=2$) σε σχέση με σπόρους 8 μηνών ($T_{50}=6$). Ο σκαριφισμός των σπόρων του *A. fistulosus* είχε ευνοϊκή επίδραση στη βλαστικότητά τους και ως άριστη θερμοκρασία βλάστησης διαπιστώθηκε η θερμοκρασία 15 °C.

Λέξεις κλειδιά: σκαριφισμός, ψυχρή στρωμάτωση, αυτοφυή ως καλλωπιστικά, ασφόδελος, θερμοκρασία βλάστησης, Θαλής ARCHAEOSCAPE.

Εισαγωγή

Ο *Asphodelus fistulosus* L. (Liliaceae) είναι ένα ετήσιο ή βραχύβιο πολυετές ποώδες, ριζωματούδες είδος που αυτοφύεται σε περιοχές της Μεσογείου, σε ξηρές ή βραχώδεις θέσεις και σε περιοχές υποβαθμισμένες από πυρκαγιές ή υπερβόσκηση. Τα λεπτά επιμήκη φύλλα του μήκους 30 cm σχηματίζουν ροζέτα, ενώ το ανθικό στέλεχος μπορεί να φτάσει έως τα 70 cm. Τα αστεροειδή άνθη εμφανίζονται κατά τα μέσα της Άνοιξης και η περίοδος ανθοφορίας διαρκεί δύο μήνες περίπου. Τα άνθη είναι λευκά ή ανοικτού ροζ χρωματισμού, με μια κεντρική καφέ λωρίδα. Ο καρπός έχει καφέ ανοικτό χρώμα, είναι κάψα και περιβάλλει 6 σπόρους (Καββάδας, 1956). Ο *A. fistulosus* στην αρχαία Ελλάδα είχε σημαντική παρουσία και υπάρχουν αρκετές αναφορές εκτεταμένης διατροφικής και φαρμακευτικής χρήσης του, καθώς και χρήσης του σε λατρευτικές τελετές. Η φύτευσή του γινόταν κοντά σε τάφους, καθώς εθεωρείτο επιθυμητή τροφή των νεκρών (Baumann, 1999, Σεραϊδής, 2000, Μανωλάς, 2010).

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η βλαστικότητα σπόρων *A. fistulosus* οι οποίοι συλλέχθηκαν τον Ιούλιο 2012 από επιλεγμένα αυτοφυή φυτά της περιοχής Αρχαίας Κορίνθου (Ν. Κορίνθιας), με σκοπό την αξιοποίηση του ως καλλωπιστικού φυτού, ιδιαίτερα σε αρχαιολογικούς χώρους.

Υλικά και Μέθοδοι

Σπόροι *A. fistulosus* που συλλέχθηκαν τον Ιούλιο του 2012 από επιλεγμένα αυτοφυή φυτά της περιοχής Αρχαίας Κορίνθου (Ν. Κορίνθιας), αποθηκεύτηκαν σε χάρτινες σακούλες σε συνθήκες δωματίου ($T=21$ °C, σκοτάδι) για τρεις, οχτώ και 11 μήνες. Εν

συνεχία, απολύμανθηκαν επιφανειακά με υδατικό διάλυμα χλωρίνης εμπορίου 15% (4.6% w/v NaClO) υπό ανάδευση, για 15 min, το οποίο περιείχε 0.1% Tween 20 (προσκολλητική ουσία, Polyoxyethylene(20)sorbitan Monolaurate, Merck). Την απολύμανση ακολούθησαν τέσσερα τρίλεπτα ξεπλύματα με αποστειρωμένο αποσταγμένο νερό, υπό ανάδευση. Η τοποθέτηση των σπόρων για βλάστηση *in vitro* έγινε σε τρυβλία Petri (25 ml υπόστρωμα ανά τρυβλίο), με στερεό (8 g l⁻¹ agar) υπόστρωμα αλάτων MS υποδιπλάσιας δύναμης με 20 g l⁻¹ σακχαρόζη και pH 5.6-5.7, σε πέντε διαφορετικές θερμοκρασίες, ήτοι 5, 10, 15, 20 και 25 °C και φωτοπερίοδο 16 h με ένταση φωτισμού 37.5 μmol m⁻² s⁻¹ προερχόμενη από λαμπτήρες φθορισμού.

Επιπλέον δοκιμάστηκε στρωμάτωση των σπόρων στους 5 °C για 2 ή 3 μήνες, πριν την τοποθέτησή τους στις ανωτέρω θερμοκρασίες για βλάστηση.

Στη συνέχεια εξετάστηκε η επίδραση του περιβλήματος στην βλαστικότητα του σπόρου και έγινε σκαριφισμός (1 min) σπόρων οχτώ και 11 μηνών με σμιριδόχαρτο (No 100), πριν την απολύμανση και την καλλιέργειά σε 5, 10, 15, 20 και 25 °C. Σε κάθε επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν 100 σπόροι (10 σπόροι/τρυβλίο, n= 10 τρυβλία).

Ως βλάστηση ορίστηκε η εμφάνιση ριζιδίου τουλάχιστον 2 mm μήκους, σύμφωνα με τον International Seed Testing Association (1999).

Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαίο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με τη δοκιμασία του *F* και η σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων έγινε με Student's *t* test σε επίπεδο σημαντικότητας *P*=0.05.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Οι σπόροι του *A. fistulosus* τρεις, οχτώ και 11 μήνες μετά τη συλλογή τους, στους οποίους δεν έγινε καμία μεταχείριση, βλάστησαν σε εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό από 1 έως 6% στις θερμοκρασίες 10, 15 και 20 °C. Στις θερμοκρασίες 5 και 25 °C δεν παρατηρήθηκε καθόλου βλάστηση (Πιν. 1).

Η υγρή στρωμάτωση των σπόρων, για 2 ή 3 μήνες σε 5 °C, πριν την τοποθέτησή τους στις θερμοκρασίες 10, 15, 20 και 25 °C για βλάστηση, δεν ευνόησε την βλάστηση των σπόρων. Βλάστηση των σπόρων παρατηρήθηκε μόνο στους 20 °C και πάλι όμως σε εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό (2-4%) (Πιν. 1), κάτι που συνάδει με τα αποτελέσματα των Badr and Gasim (1992) οι οποίοι διαπίστωσαν ότι το γιββεριλλικό οξύ δεν είχε θετική επίδραση στην βλαστικότητα του σπόρου του *A. fistulosus* L.

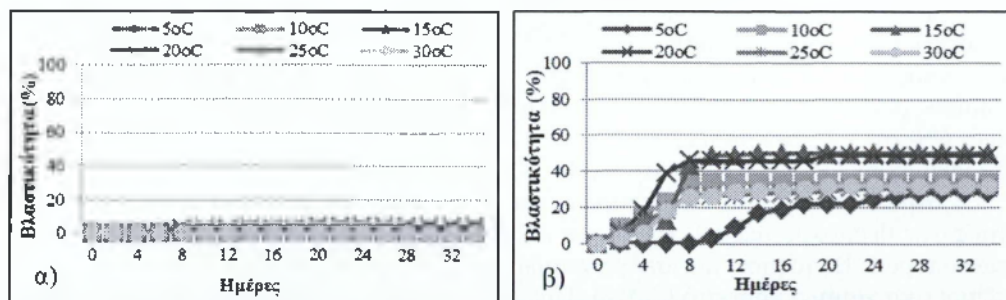
Με βάση τα αποτελέσματα αυτά ελέγχθηκε η επίδραση του σκαριφισμού του σπόρου στη βλαστικότητα. Σπόροι οχτώ μηνών βλάστησαν σε ποσοστό 28 έως 34% στις θερμοκρασίες 5, 10 και 25 °C, ενώ στις θερμοκρασίες 15 και 20 °C βλάστησαν σε ποσοστό 50 και 49% αντίστοιχα (Σχ. 1 β). Σπόροι 11 μηνών βλάστησαν σε ποσοστό 24 έως 43% στις θερμοκρασίες 5, 10, 20 και 25 °C, ενώ στους 15 °C βλάστησαν σε ποσοστό 57% (Σχ. 2 β). Σπόροι 11 μηνών στους 15 °C βλάστησαν ταχύτερα ($T_{50}=2$) σε σχέση με σπόρους 8 μηνών ($T_{50}=6$) (Πιν. 3). Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με δεδομένα που αφορούν στο αυτοφυές είδος *A. aestivus* Brot., σύμφωνα με τα οποία οι σπόροι του είδους παρουσιάζουν λήθαργο περιβλήματος, έχουν εξαιρετικά χαμηλή βλαστικότητα υπό κανονικές συνθήκες και βλαστάνουν κατόπιν σκαριφισμού με μέγιστη βλαστικότητά τους 15 °C (Ozturk and Pirdal, 1986).

Συμπεράσματα

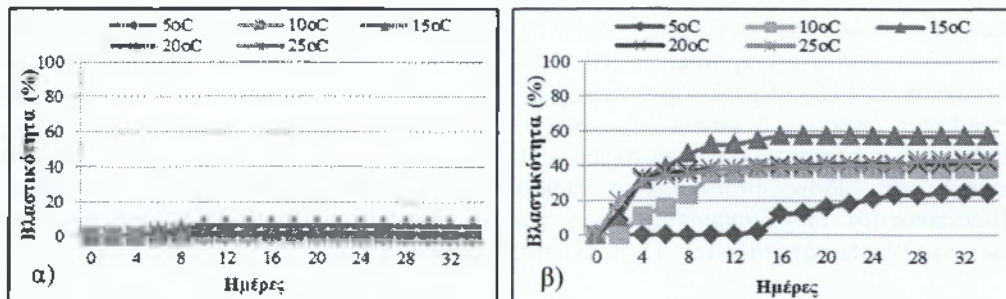
Η θερμοκρασία των 15 °C είναι η πιο κατάλληλη για βλάστηση των σπόρων του *A. fistulosus*. Η ψυχρή στρωμάτωση στους 5 °C δεν επέδρασε στη βλάστηση του σπόρου, αντίθετα ο σκαριφισμός των σπόρων είχε ευνοϊκή επίδραση στη βλαστικότητα.

Πίνακας 1. *In vitro* βλαστικότητα σπόρων *A. fistulosus*, χωρίς σκαριφισμό, στους 5, 10, 15, 20 ή 25 °C, 3 μήνες μετά τη συλλογή ή 4 μήνες μετά τη συλλογή ύστερα από ψυχρή στρωμάτωση για 0, 60 ή 90 ημέρες, n=10.

Χειρισμός (μήνες αποθήκευσης/ ημέρες ψυχρής στρωμάτωσης/ θερμοκρασία βλάστησης)	Βλασ/τητα (%) ± SD	Χρόνος βλάστησης (ημέρες)	Χειρισμός (μήνες αποθήκευσης/ ημέρες ψυχρής στρωμάτωσης/ θερμοκρασία βλάστησης)	Βλασ/τητα (%) ± SD	Χρόνος βλάστησης (ημέρες)
3/0/5	0.00±0.00	-	4/60/5	0.00±0.00	-
3/0/10	0.00±0.00	-	4/60/10	0.00±0.00	-
3/0/15	1.00±1.00	8	4/60/15	0.00±0.00	-
3/0/20	3.00±1.53	32	4/60/20	4.00±1.63	34
3/0/25	0.00±0.00	-	4/60/25	0.00±0.00	-
4/0/5	0.00±0.00	-	4/90/5	0.00±0.00	-
4/0/10	1.00±1.00	4	4/90/10	0.00±0.00	-
4/0/15	4.00±1.63	8	4/90/15	0.00±0.00	-
4/0/20	3.00±1.53	12	4/90/20	2.00±1.33	4
4/0/25	0.00±0.00	-	4/90/25	0.00±0.00	-



Σχήμα 1. *In vitro* βλαστικότητα σπόρων *A. fistulosus* 8 μήνες μετά τη συλλογή τους, στους 5, 10, 15, 20, 25 ή 30 °C, χωρίς σκαριφισμό (α) και ύστερα από σκαριφισμό (β), n=10.



Σχήμα 2. *In vitro* βλαστικότητα σπόρων *A. fistulosus* 11 μήνες μετά τη συλλογή τους, στους 5, 10, 15, 20 ή 25 °C, χωρίς σκαριφισμό (α) και ύστερα από σκαριφισμό (β), n=10.

Πίνακας 2. Επίδραση της θερμοκρασίας και του σκαριφισμού στη βλαστικότητα σπόρων *A. fistulosus* 8 μήνες μετά τη συλλογή τους, n=10.

	Θερμοκρασία βλάστησης (°C)	Βλασ/τητα (%) ± SD	T ₅₀	Χρόνος βλάστησης (ημέρες)
Χωρίς	5	0.00±0.00	-	-
Σκαριφισμό	10	1.00±1.00	12	12
	15	2.00±1.33	8	14
	20	4.00±1.63	4	20
	25	0.00±0.00	-	-
	30	0.00±0.00	-	-
Ύστερα από Σκαριφισμό	5	28.00±3.27	12	28
	10	34.00±4.00	4	10
	15	50.00±6.50	6	14
	20	49.00±2.33	4	20
	25	31.00±4.82	4	22
	30	32.00±4.90	4	20

Πίνακας 3. Επίδραση της θερμοκρασίας και του σκαριφισμού στη βλαστικότητα σπόρων *A. fistulosus* 11 μήνες μετά τη συλλογή τους, n=10.

	Χειρισμός (μήνες αποθήκευσης/ ημέρες υγρής στρωμάτωσης/ θερμοκρασία βλάστησης)	Βλασ/τητα (%) ± SD	T ₅₀	Χρόνος βλάστησης (ημέρες)
Χωρίς	11/0/5	0.00±0.00	-	-
Σκαριφισμό	11/0/10	2.00±1.33	10	10
	11/0/15	6.00±3.06	6	10
	11/0/20	2.00±1.33	4	6
	11/0/25	0.00±0.00	-	-
	11/0/5	24.00±4.76	16	30
Ύστερα από Σκαριφισμό	11/0/10	38.00±2.91	6	16
	11/0/15	57.00±4.23	2	16
	11/0/20	42.00±3.59	2	32
	11/0/25	43.00±5.18	2	28

Βιβλιογραφία

- Badr, A. and Gasim, A. 1992. Chromosomal Studies on Some Plants in the Flora of Madinah Region. J.K.A.U.: Sci. - vol. 4. p. 23-35.
- International Seed Testing Association. 1999. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 27(suppl): 333.
- Ozturk, M. and Pirdal, M. 1986. Studies on the germination of *Asphodelus aestivus* Brot. Biotronics 15: 55-60.
- Baumann, H. 1999. Η Ελληνική γλωρίδα. p. 65-68.
- Καββάδας, Δ. 1956. Βοτανικό Φυτοπαθολογικό Λεξικό - τόμος Β, Αθήνα, p. 658-660.
- Μανωλάς, Ε. 2010. Το Φυσικό Περιβάλλον στην Αρχαία Ελλάδα.
- Σεραϊδής, Π. 2000. Φυτά της Λέσβου. p. 51-54.

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ *Atriplex halimus* ΜΕ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ ΒΛΑΣΤΟΥ ΚΑΙ ΙΣΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Μ. Παταφωτίου, D. A. N. Majumder, A. N. Μαρτίνη και Κ.Φ. Μπερτσουκλής

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

Περίληψη

Διερευνήθηκε η δυνατότητα αγενούς πολλαπλασιασμού του *Atriplex halimus* με μοσχεύματα, καθώς και με ιστοκαλλιέργεια. Μοσχεύματα κορυφής βλαστού, την άνοιξη, ριζοβόλησαν σε ποσοστό 40-50% ύστερα από εμβάπτιση της βάσης τους σε διάλυμα 1000 ή 2000 mg l⁻¹ IBA, χωρίς να παρατηρηθεί επίδραση του χρόνου επέμβασης (1 ή 5 min). Η εγκατάσταση *in vitro* καλλιέργειας, έγινε την άνοιξη, σε στερεό θρεπτικό υπόστρωμα MS χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες (μάρτυρας), ή με BA, ZEAT, 2iP, KIN ή TDZ σε συγκέντρωση 1,0 mg l⁻¹. Περισσότεροι βλαστοί εκπύχθηκαν στο μάρτυρα λόγω του υψηλότερου ποσοστού αντίδρασης των εκφύτων (96%), χωρίς διαφορά στον αριθμό των σχηματιζόμενων βλαστών ανά έκφυτο (1,0-1,6). Το μεγαλύτερο μήκος βλαστών σημειώθηκε στο μάρτυρα. Κατά την υποκαλλιέργεια, τα έκφυτα του μάρτυρα καλλιεργήθηκαν είτε στο ίδιο υπόστρωμα είτε σε MS με 1,0 mg l⁻¹ BA, ZEAT ή KIN. Τα έκφυτα που είχαν αρχικά καλλιεργηθεί σε υπόστρωμα με BA, ZEAT ή KIN καλλιεργήθηκαν σε αντίστοιχο υπόστρωμα. Βλαστοί εκπύχθηκαν σε υψηλότερο ποσοστό από τα έκφυτα που υποκαλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με KIN ή BA (83-96%) και σε χαμηλότερο ποσοστό από τα έκφυτα του μάρτυρα που υποκαλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες (53%). Περισσότεροι βλαστοί ανά έκφυτο σχηματίστηκαν από τα έκφυτα που υποκαλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με ZEAT (4,6), ενώ το μήκος των παραγόμενων βλαστών ήταν μεγαλύτερο στο υπόστρωμα με KIN (2,8 cm). Για την αρχική εγκατάσταση ενδείκνυται η χρήση υποστρώματος MS χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες, ενώ ο περαιτέρω πολλαπλασιασμός μπορεί να εξασφαλιστεί με καλλιέργεια σε υπόστρωμα με KIN ή BA σε συγκέντρωση 1,0 mg l⁻¹.

Λέξεις κλειδιά: αγενής πολλαπλασιασμός, μικροπολλαπλασιασμός, κυτοκίνη, αλιμιά, *in vitro*.

Εισαγωγή

Το *Atriplex halimus* L. (Ατριπλεξ ο άλιμος), γνωστό με την κοινή ονομασία αλιμιά ή αλιμιτιά, είναι ένας αιθαλής, πολυετής θάμνος, ύψους έως και 2 m, που απαντά στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου, ανθεκτικός σε υψηλά επίπεδα αλατότητας και προσαρμοσμένος σε περιοχές με ερημικό σχεδόν κλίμα (Walker κ.ά., 2013). Έχει ορθόκλαδη-πολύκλαδη ανάπτυξη, με αργυρόχροα, επαλλάσσοντα φύλλα, ωσειδή-ρομβοειδή ή δελτοειδή, προμήκη με βραχύ μίσχο. Τα άνθη είναι κιτρινωπά και σχηματίζουν στάχυ που περικλείει καρπούς με σπέρματα ξανθόχροα (Καββάδας, 1956, Tutin κ.ά., 1993). Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε ο αγενής πολλαπλασιασμός του φυτού με μοσχεύματα και ιστοκαλλιέργεια, με στόχο την αξιοποίησή του στο τοπίο, κυρίως σε ξηρά, αλατούχα εδάφη, για δημιουργία φρακτών ή σε φυτοδώματα στο αστικό περιβάλλον, σε παραθαλάσσιες περιοχές, αρχαιολογικούς χώρους και σε αποκαταστάσεις τοπίου.

Υλικά και Μέθοδοι

Μοσχεύματα: Μοσχεύματα κορυφής βλαστού, μήκους 6-10 cm, συλλέχθηκαν Απρίλιο, από φυτά *A. halimus* αναπτυσσόμενα σε θερμοκήπιο, και εμβαπτίστηκε η βάση τους σε διάλυμα IBA συγκεντρώσεων 0, 1000, 2000 ή 3000 mg l⁻¹ για 1 ή 5 min, καθώς και σε ορμόνη ριζοβολίας (IBA σε μίγμα τάλκη) για ημιξυλώδη (Rooton AD, 0,066 % w/w) και για ξυλώδη (Rooton ADP 0,2 % w/w) μοσχεύματα. Η φύτευση των μοσχευμάτων, 20 μοσχεύματα ανά επέμβαση, έγινε σε πλαστικά πολλαπλά γλαστρίδια, ύψους 8 cm, σε υπόστρωμα τύρφης: περλίτη 1:1, v/v, υδρονέφωση. Η εκτίμηση της ριζοβολίας έγινε ύστερα από 6 εβδομάδες.

In vitro πολλαπλασιασμός: Για την εγκατάσταση *in vitro* καλλιέργειας χρησιμοποιήθηκαν έκφυτα κορυφής βλαστού ή κόμβου, τα οποία συλλέχθηκαν την άνοιξη, από φυτά αναπτυσσόμενα στο θερμοκήπιο του εργαστηρίου. Τα έκφυτα καλλιεργήθηκαν σε στερεό (8 g l⁻¹ agar) θρεπτικό υπόστρωμα MS (Murashige & Skoog, 1962), με 30 g l⁻¹ σακχαρόζη, χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες (μάρτυρας) ή με BA, zeatin (ZEAT), 2iP, kinetin (KIN) ή thidiazuron (TDZ), σε συγκέντρωση 1,0 mg l⁻¹. Προηγήθηκε πολύ καλό πλύσιμο των εκφύτων με τρεχούμενο νερό βρύσης και επιφανειακή απολύμανση υπό ανάδευση για 10 min, με υδατικό διάλυμα 15% χλωρίνης εμπορίου (4.6% w/v NaClO), το οποίο περιείχε 0.1% Tween 20 (προσκολλητική ουσία, Polyoxyethylene(20)sorbitan Monolaurate, Merck). Την απολύμανση ακολούθησαν τέσσερα τρίλεπτα ξεπλύματα με αποστειρωμένο αποσταγμένο νερό, υπό συνεχή ανάδευση. Η καλλιέργεια των εκφύτων έγινε σε δοκιμαστικούς σωλήνες που περιείχαν 20 ml στερεού θρεπτικού υποστρώματος. Κατά την υποκαλλιέργεια, τα έκφυτα του υποστρώματος χωρίς φυτορρυθμιστική ουσία υποκαλλιεργήθηκαν είτε στο ίδιο υπόστρωμα είτε σε υπόστρωμα MS που περιείχε 1,0 mg l⁻¹ BA, ZEAT ή KIN. Έκφυτα που είχαν αρχικά καλλιεργηθεί σε υπόστρωμα με BA, ZEAT ή KIN υποκαλλιεργήθηκαν στο ίδιο αντίστοιχο υπόστρωμα, ενώ τα έκφυτα που είχαν αρχικά καλλιεργηθεί σε υπόστρωμα με 2iP ή TDZ δεν υποκαλλιεργήθηκαν λόγω της φτωχής αντίδρασής τους κατά την εγκατάσταση.

Η επώαση των εκφύτων έγινε στους 25 °C και φωτοπερίοδο 16 h με ένταση φωτισμού 37,5 μmol m⁻² s⁻¹ παρεχόμενου από λαμπτήρες φθορισμού. Το pH των υποστρωμάτων ρυθμίστηκε στο 5.6-5.7 πριν την αποστείρωση στους 121 °C για 20 min. Οι μετρήσεις λαμβάνονταν 40 ημέρες μετά την καλλιέργεια, και αφορούσαν στο ποσοστό εκφύτων που έδωσε βλαστούς, αριθμός βλαστών ανά έκφυτο, μήκος βλαστών, καθώς και στη δυναμική της καλλιέργειας, ήτοι το γινόμενο του ποσοστού βλαστογένεσης/100 επί τον μέσο αριθμό των βλαστών ανά έκφυτο επί το μέσο μήκος των βλαστών, διαιρεμένο με 0,6 που ήταν το μήκος εκφύτου. Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με one- ή two-way ANOVA και η σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων έγινε με Student's *t* test σε επίπεδο σημαντικότητας *P*=0,05.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Μοσχεύματα: Μοσχεύματα των οποίων η βάση εμβαπτίστηκε σε διαλύματα 1000 ή 2000 mg l⁻¹ IBA ριζοβόλησαν σε υψηλότερα ποσοστά από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα 3000 mg l⁻¹ IBA, ενώ τα μοσχεύματα που μεταχειρίστηκαν με διάλυμα χωρίς IBA ή με σκόνη για ημιξυλώδη μοσχεύματα ριζοβόλησαν σε πολύ χαμηλό ποσοστό (Πίν. 1). Ο χρόνος εμβάπτισης στα διαλύματα IBA δεν επέδρασε στη ριζοβολία. Μοσχεύματα που χειρίστηκαν με σκόνη ριζοβολίας για ξυλώδη μοσχεύματα δεν ριζοβόλησαν. Το μήκος των ριζών κυμάνθηκε από 5-15 cm, ενώ ο μεγαλύτερος αριθμός ριζών σχηματίστηκε στην μεταχείριση με διάλυμα IBA σε συγκέντρωση 1000

mg l⁻¹ για 1 min και στην μεταχείριση με 2000 mg l⁻¹ για 5 min, χωρίς όμως σημαντική διαφορά από τους χειρισμούς με 2000 mg l⁻¹ για 1 min και 1000 mg l⁻¹ για 5 min (Πίν. 1).

Πίνακας 1. Ριζοβολία μοσχευμάτων κορυφής βλαστού *A. halimus*, τον Απρίλιο, σε σκόνη ριζοβολίας IBA για ημιξυλώδη και ξυλώδη μοσχεύματα, και σε διάλυμα IBA (1000, 2000, 3000 mg l⁻¹) για δύο χρόνους εμβάπτισης (1 ή 2 min), n=20.

Μεταχείριση	Ριζοβολία (%)	Αριθμός ριζών
Σκόνη IBA για ημιξυλώδη	20	4 [†]
για ξυλώδη	0	0 [†]
1 min σε διάλυμα IBA, 0 mg l ⁻¹ (μάρτυρας)	25	5 bc
1000 mg l ⁻¹	50	10 a
2000 mg l ⁻¹	40	8 ab
3000 mg l ⁻¹	25	5 bc
5 min σε διάλυμα IBA, 0 mg l ⁻¹ (μάρτυρας)	15	3 c
1000 mg l ⁻¹	40	8 ab
2000 mg l ⁻¹	50	10 a
3000 mg l ⁻¹	25	5 bc
Ftime	-	NS
Fconcentration	-	*
Ftime x concentration	-	NS

[†] δε συμπεριλήφθηκαν στη στατιστική ανάλυση. Σύγκριση μέσων με L.S.D., P=0,05.

In vitro καλλιέργεια: Κατά την αρχική καλλιέργεια υψηλό ποσοστό βλαστογένεσης σημειώθηκε στο υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες και σε αυτά με ZEAT ή BA (Πίν. 2). Ο αριθμός των βλαστών ανά έκφυτο δε διέφερε μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ το μεγαλύτερο μήκος είχαν οι βλαστοί στο μάρτυρα. Ως εκ τούτου υψηλότερη δυναμική εμφάνισε η καλλιέργεια σε υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες. Κατά την υποκαλλιέργεια το υψηλότερο ποσοστό βλαστογένεσης παρατηρήθηκε στα έκφυτα που υποκαλλιεργήθηκαν σε BA και KIN και το χαμηλότερο στα έκφυτα από το μάρτυρα που υποκαλλιεργήθηκαν ξανά σε υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες (Πίν. 3). Περισσότεροι βλαστοί ανά έκφυτο σχηματίστηκαν στα έκφυτα που υποκαλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με ZEAT, ενώ το μήκος των βλαστών ήταν μεγαλύτερο στο υπόστρωμα με KIN. Την υψηλότερη δυναμική είχαν οι καλλιέργειες εκφύτων που προήλθαν από υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες και καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με KIN ή BA, και αυτές που τα έκφυτα και κατά την αρχική καλλιέργεια και κατά την υποκαλλιέργεια καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με KIN (Πίν. 3). Έκφυτα από 2iP ή TDZ δεν υποκαλλιεργήθηκαν λόγω της φτωχής αντίδρασής τους κατά την εγκατάσταση. Επομένως καταλληλότερες κυτοκινίνες για τη φάση του πολλαπλασιασμού των βλαστών αποδείχθηκαν η BA και η KIN, ενώ η αρχική εγκατάσταση μπορεί να γίνει σε υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες. Παρόμοια αποτελέσματα σε ότι αφορά στην καταλληλότητα του BA έχουν δείχθει για το *A. canescens*, όπου 0,2 και 1,0 mg l⁻¹ BA προκάλεσαν 85 και 95%, αντίστοιχα, παραγωγή κανονικής εμφάνισης βλαστών (Wurtele κ.ά., 1987). Το TDZ και το 2iP, στη συγκέντρωση που δοκιμάστηκαν, αποδείχθηκαν ακατάλληλα για παραγωγή βλαστών. Στην αρχική καλλιέργεια το TDZ έδωσε λιγότερους και κοντύτερους βλαστούς σε σύγκριση με το BA, όπως έχει δείχθει και για κάποια ξυλώδη φυτά (Erig κ.ά., 2002, Martini & Papafotiou, 2013).

Πίνακας 2. Αρχική εγκατάσταση σε στερεό θρεπτικό υπόστρωμα MS, χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες (Hf) ή με 1.0 mg l⁻¹ BA, ZEAT, KIN, ZIP ή TDZ. n=24.

Υπόστρωμα	Βλαστογένεση (%)	Μέσος αριθμός βλαστών	Μέσος μήκος βλαστών (cm)	Δυναμικό Πολλαπλασιασμού
Hf	96	1,5 a	3,9 a	9,36
BA	45	1,3 a	0,5 b	0,49
ZEAT	81	1,2 a	1,4 b	2,27
KIN	50	1,6 a	0,9 b	1,20
TDZ	33	1,3 a	1,1 b	0,79
ZIP	39	1,0 a	1,1 b	0,72

Σύγκριση μέσων με L.S.D., P=0.05.

Πίνακας 3. Υποκαλλιέργεια σε στερεό θρεπτικό υπόστρωμα MS, χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες (Hf) ή με 1.0 mg l⁻¹ BA, ZEAT ή KIN, n=40.

Υπόστρωμα προέλευσης	Υπόστρωμα καλλιέργειας	Βλαστογένεση (%)	Μέσος αριθμός βλαστών	Μέσος μήκος βλαστών (cm)	Δυναμικό Πολλαπλασιασμού
Hf	Hf	53	1,7 c	1,6 bcd	2,40
Hf	ZEAT	79	2,6 bc	1,3 bcd	4,45
Hf	KIN	83	2,3 bc	2,8 a	8,91
Hf	BA	86	2,9 bc	1,8 b	7,48
BA	BA	88	3,2 b	1,1 cd	5,16
ZEAT	ZEAT	58	4,6 a	1,0 d	4,45
KIN	KIN	96	2,9 bc	1,6 bc	7,42

Σύγκριση μέσων με L.S.D., P=0,05.

Βιβλιογραφία

- Erig, A.C., Schuch, M.W., da Silva, L.C. and Braga, E.L.B. 2002. Nitrogen and growth regulators for in vitro multiplication of apple cv. Fuji. *Rev. Cient. Rur.* 7 (1): 66-73.
- Καββάδας, ΣΔ. 1956. Εικονογραφημένον Φυτολογικόν Λεξικόν, τ. Β. pp 664. Αθήνα.
- Martini A.N. and Papafotiou M. 2013. Effects of plant growth regulators and environmental factors on *in vitro* propagation of *Malosorbus florentina*, *Propagation of Ornamental Plants*, 13(3), 112-122.
- Murashige, T and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.
- Tutin, T. G, Burges, N.A., Chater, A.O., Edmondson, J.R., Heywood, V. H., Moore, D.M., Valentine, D.II., Walters, S.M. and Webb, D. A. 1993. *Flora Europaea - vol I. Psilotaceae to Platanaceae* 2nd ed. p.115.
- Walker, D.J, Lutts, S., Garcia, M.S. and Correal E. 2013. *Atriplex latimus* L.: Its biology and uses. *J. Arid Environ.* 30: 1-11
- Wurtele, E.S., Garton, S., Young, D., Balandrin, M.F., Mekell, C.M. (1987). Propagation of an elite high Biomass- producing genotype of *Atriplex canescens* by axillary enhancement. *Biomass* 12: 281-291.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΓΟΝΙΔΙΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΟΥ ΜΕ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ ΝΕΡΟ ΣΕ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΦΥΤΩΝ *Salvia officinalis*

Ο. Νάστα¹, Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου¹, Γ. Λιακόπουλος² και Α. Ε. Νικολοπούλου²

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

²Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Μορφολογίας και Φυσιολογίας Φυτών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Διερευνήθηκε η επίδραση του ψεκασμού του φυλλώματος φυτών *Salvia officinalis* με διάλυμα χλωριούχου νατρίου (NaCl) ή διάλυμα NaCl και βορικού οξέος (H₃BO₃), σε συγκεντρώσεις ίσες με αυτές του θαλασσινού νερού, προκειμένου να αξιολογηθεί το είδος για χρήσεις σε παραθαλάσσια περιβάλλοντα. Έρριζα μοσχεύματα *S. officinalis* μεταφυτεύτηκαν, σε γλάστρες 4 l, σε υπόστρωμα τύρφη/περλίτη (1:1 v/v) και δέχθηκαν εφαρμογές ψεκασμού με υδροσταγονίδια δύο διαλυμάτων υψηλής αλατότητας διαφορετικής σύνθεσης, Α: 410 mM NaCl και Β: 410 mM NaCl+420 μM H₃BO₃. Κάθε διάλυμα εφαρμόστηκε μία και δύο φορές την εβδομάδα, ενώ η σύγκριση έγινε με μάρτυρες που δέχθηκαν ψεκασμό με απιονισμένο H₂O και μάρτυρες χωρίς ψεκασμό. Μετρήθηκαν οι παράμετροι ανταλλαγής αερίων μέσω λήψης καμπυλών απόκρισής τους στην ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, αναπτυξιακές και μορφολογικές παράμετροι και η συγκέντρωση των χλωροφυλλών. Η μεταχείριση NaCl δύο φορές την εβδομάδα (SpSb) μείωσε το μέσο ύψος των φυτών και τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας (όπως και η μεταχείριση NaCl+H₃BO₃ δύο φορές την εβδομάδα (SpSBb)) συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Σημαντική μείωση έως και 50% συγκριτικά με τους μάρτυρες σημειώθηκε στη φωτοσυνθετική ταχύτητα, ιδιαίτερα στις μεταχειρίσεις NaCl και στις δύο συχνότητες εφαρμογής, ενώ η μείωση ήταν συγκριτικά μικρότερη στις μεταχειρίσεις NaCl+H₃BO₃ (ειδικά στην εφαρμογή μία φορά την εβδομάδα (SpSBa)). Η προσθήκη H₃BO₃ στο διάλυμα NaCl συνέβαλε σημαντικά στην άμβλυνση των συμπτωμάτων καταπόνησης των φυτών από την αλατότητα (ανάλογα με τη συχνότητα εφαρμογής των ψεκασμών).

Λέξεις κλειδιά: καταπόνηση, αλατότητα, φωτοσύνθεση, χλωροφύλλες, αρωματικά φυτά

Εισαγωγή

Η συσσώρευση αλάτων, κυρίως χλωριούχου νατρίου, από την επίδραση υδροσταγονιδίων θαλασσινού νερού στο φύλλωμα και τους βλαστούς φυτών *Salvia officinalis* αποτελεί σημαντικό παράγοντα καταπόνησης των φυτών. Ιδιαίτερο πρόβλημα παρουσιάζεται κατά την επιλογή του κατάλληλου φυτικού υλικού για φυτεύσεις σε παραθαλάσσια περιβάλλοντα. Η προβολή των παραθαλάσσιων περιοχών έχει ενισχυθεί με τη δημιουργία πολλών τεχνικών έργων (ξενοδοχειακών μονάδων, κατοικιών κ.ά.) που αναβαθμίζονται ακόμα περισσότερο με το κατάλληλα σχεδιασμένο διαμορφωμένο περιβάλλοντα χώρο. Η επιλογή και χρήση ξηροφυτικών ειδών, ανθεκτικών σε αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος και σε συνδυασμό με τα καλλωπιστικά τους χαρακτηριστικά ή τις ευεργετικές τους ιδιότητες, συμβάλλουν στη

δημιουργία ευχάριστων και εντυπωσιακών παραθαλάσσιων τοπίων (Κανταρτζής, 2003).

Στα πλαίσια έρευνας που αφορά στη συμπεριφορά διαφόρων αρωματικών ειδών για φυτεύσεις σε παραθαλάσσια περιβάλλοντα διερευνήθηκε η επίδραση του ψεκασμού του φυλλώματος φυτών *Salvia officinalis* με διάλυμα χλωριούχου νατρίου (NaCl) ή διάλυμα NaCl και βορικού οξέος (H_3BO_3), σε συγκεντρώσεις ίσες με αυτές του θαλασσινού νερού, προκειμένου να αξιολογηθεί το είδος για χρήσεις σε παραθαλάσσια περιβάλλοντα, μέσω παραμέτρων ανταλλαγής αερίων και παραμέτρων ανάπτυξης των φυτών. Επίσης εξετάστηκε η επίδραση της συχνότητας εφαρμογής στο βαθμό καταπόνησης των φυτών.

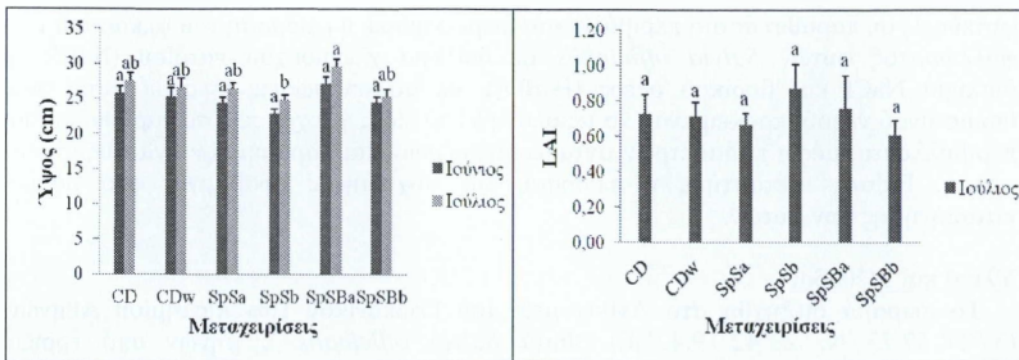
Υλικά και Μέθοδοι

Το πείραμα διεξήχθη στο Ανθοκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών ($37^{\circ}58'57.73''N$, $23^{\circ}42'19.42''E$). Φυτά *Salvia officinalis* 2 μηνών από έρριζα μοσχεύματα, μεταφυτεύτηκαν το Μάιο του 2012 σε γλάστρες 4 l, σε υπόστρωμα τύρφη/περλίτη (1:1 v/v). Για το σκοπό του πειράματος διεξήχθη πείραμα με έξι ομάδες φυτών (μεταχειρίσεις) με πέντε φυτά σε κάθε μεταχείριση. Τα φυτά δέχθηκαν εφαρμογές ψεκασμού του φυλλώματος με υδροσταγονίδια δύο διαλυμάτων υψηλής αλατότητας (προσομοιωμένα στο θαλασσινό νερό) διαφορετικής σύνθεσης, A: 410 mM NaCl (μεταχείριση SpSa) και B: 410 mM NaCl+420 μM H_3BO_3 (μεταχείριση SpSb). Κάθε διάλυμα εφαρμόστηκε μία και δύο φορές την εβδομάδα (A: μεταχειρίσεις SpSa & SpSb αντίστοιχα και B: μεταχειρίσεις SpSBa & SpSBb αντίστοιχα), ενώ η σύγκριση έγινε με μάρτυρες που δέχθηκαν ψεκασμό με απιονισμένο H_2O δύο φορές την εβδομάδα (CDw) και μάρτυρες χωρίς ψεκασμό (CD). Η αξιολόγηση της ανάπτυξης των φυτών έγινε μετρώντας, κατά τη διάρκεια του πειράματος, τις παραμέτρους ανταλλαγής αερίων (A: φωτοσυνθετική ταχύτητα, gs: στοματική αγωγιμότητα, E: ταχύτητα διαπνοής) μέσω λήψης καμπυλών απόκρισής τους στην ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, τις αναπτυξιακές και μορφολογικές παραμέτρους (ύψος και φυλλική επιφάνεια) καθώς και τη συγκέντρωση των χλωροφυλλών. Οι μετρήσεις των παραμέτρων ανταλλαγής αερίων πραγματοποιήθηκαν με φορητό όργανο μέτρησης φωτοσύνθεσης LCpro+ (ADC Bioscientific Ltd., England) τις πρώτες πρωινές ώρες της ημέρας, με εγκλεισμό του φύλλου σε θάλαμο μέτρησης για περίπου 25 min. Για τη λήψη των καμπυλών, οι συνθήκες φωτισμού έντασης κυμάνθηκαν από 0 έως 1500 $\mu mol\ quanta\ m^{-2}\ s^{-1}$, σε ατμοσφαιρική συγκέντρωση CO_2 και θερμοκρασία αέρα $23^{\circ}C$ μέσα στο θάλαμο. Η μέτρηση όλων των παραμέτρων έγινε δύο μήνες μετά την εγκατάσταση των φυτών (Ιούλιος), αφού τα φυτά είχαν εκδηλώσει ήδη τα πρώτα συμπτώματα καταπόνησης από αλατότητα σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η μεταχείριση NaCl δύο φορές την εβδομάδα (SpSb) μείωσε το μέσο ύψος των φυτών *S. officinalis* κατά τη διάρκεια των δύο μηνών εγκατάστασής τους συγκριτικά με τους μάρτυρες και τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις (Σχ. 1). Στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) παρατηρήθηκε τάση μείωσης, στατιστικά μη σημαντική, με τη μεγαλύτερη μείωση να παρατηρείται στη μεταχείριση NaCl+ H_3BO_3 δύο φορές την εβδομάδα (SpSBb) συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις και τους μάρτυρες (Σχ. 1). Επίσης, παρατηρήθηκε μείωση στη συγκέντρωση χλωροφυλλών στις μεταχειρίσεις NaCl ή NaCl+ H_3BO_3 , συγκριτικά με τους μάρτυρες χωρίς να παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πιν. 1). Σε αντιστοιχία με τις τιμές των προαναφερθέντων

παραμέτρων ανάπτυξης του φυτού φέρονται και οι μακροσκοπικές παρατηρήσεις που σημειώθηκαν.



Σχήμα 1. Επίδραση της σύστασης του διαλύματος ψεκασμού και της συχνότητας στη μεταβολή του ύψους (αριστερά) και του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) (δεξιά) του *Salvia officinalis* CD: μάρτυρας CDw: μάρτυρας με ψεκασμό H₂O 2φ/εβδ. SpSa: NaCl 1φ/εβδ. SpSb: NaCl 2φ/εβδ. SpSBa: NaCl+H₃BO₃ 1φ/εβδ. SpSBb: NaCl+H₃BO₃ 2φ/εβδ. n=5±SE. Μέσοι όροι οι οποίοι ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (P<0,05) σε κάθε περίοδο μέτρησης.

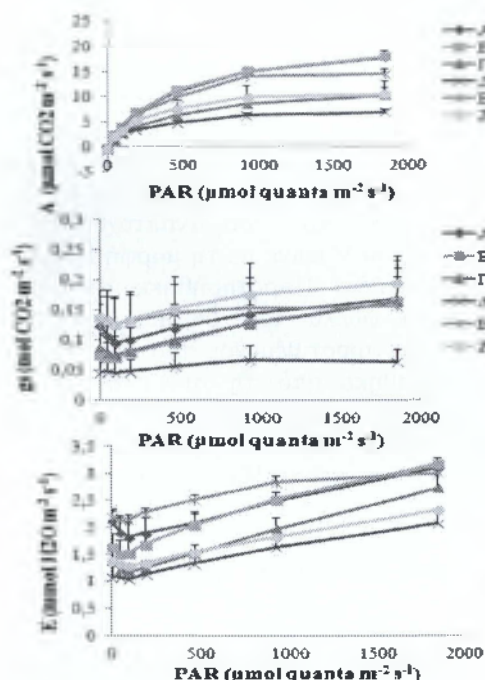
Τα φυτά όλων των μεταχειρίσεων που δέχθηκαν εφαρμογές ψεκασμών εμφάνισαν χλωρώσεις περιφερειακές ξηράνσεις και συστροφές στα φύλλα λόγω καταπόνησης από την αλατότητα. Τα συμπτώματα ήταν εντονότερα στις μεταχειρίσεις της μεγάλης συχνότητας εφαρμογής ψεκασμών (2φ/εβδ). Όσον αφορά στις παραμέτρους ανταλλαγής αερίων, σημαντική μείωση έως και 50% συγκριτικά με τους μάρτυρες, σημειώθηκε στη φωτοσυνθετική ταχύτητα (A) ιδιαίτερα στις μεταχειρίσεις NaCl με συχνότητα μία (SpSa) ή δύο φορές την εβδομάδα (SpSb), ενώ η μείωση ήταν συγκριτικά μικρότερη στις μεταχειρίσεις με NaCl+H₃BO₃, ειδικά με συχνότητα εφαρμογής μία φορά την εβδομάδα (SpSBa), (Σχ. 2). Ανάλογες διαφορές σημειώθηκαν και στις παραμέτρους της στοματικής αγωγιμότητας (gs) και ταχύτητας διαπνοής (E), όπου φαίνεται οι μεταχειρίσεις NaCl+H₃BO₃ (SpSBa και SpSBb) να σημειώνουν μια τάση για καλύτερες τιμές (υψηλές τιμές των παραμέτρων gs και E), υποδηλώνοντας κάποια άμβλυνση των συμπτωμάτων καταπόνησης λόγω αλατότητας, ενώ αντίθετα, η μεταχείριση με διάλυμα NaCl στη μεγαλύτερη συχνότητα εφαρμογής φαίνεται να έχει σημαντική επίδραση στα φυτά με μεγάλο βαθμό καταπόνησης σε αυτά, καθώς σημειώνει τις χαμηλότερες τιμές και των δύο παραμέτρων (Σχ. 2 αντίστοιχα).

Συμπερασματικά, η *Salvia officinalis* αποτελεί ευαίσθητο είδος στην αλατότητα ιδιαίτερα στη μεγάλη συχνότητα εφαρμογής της (δύο φορές την εβδομάδα) ενώ η προσθήκη H₃BO₃ στο διάλυμα NaCl συμβάλλει σημαντικά στην άμβλυνση των συμπτωμάτων καταπόνησης των φυτών (ανάλογα με τη συχνότητα εφαρμογής των ψεκασμών). Οι Tjia & Rose (1987), σε μελέτη που έκαναν για την αξιολόγηση της ανθεκτικότητας κάποιων φυτών υπό συνθήκες αλατότητας (spray) και δυνατών ανέμων, όταν εγκαθίστανται σε παραθαλάσσιες περιοχές, χαρακτηρίζουν την ανάπτυξη των ειδών *Salvia farinacea* (blue) ικανοποιητική την άνοιξη και το καλοκαίρι, ενώ αντίθετα τα είδη *Salvia splendens* (red) εμφάνισαν καχεκτική ανάπτυξη και έζησαν λιγότερο από δύο μήνες κατά τη διάρκεια του πειράματος. Σε μελέτη των ίδιων, αναφέρεται ικανοποιητική ανάπτυξη του είδους *Geranium* σε παραλιακή περιοχή ενώ είναι

εκτεθειμένο στον άνεμο και τα υδροσταγονίδια της θάλασσας. Ωστόσο, πειράματα στα οποία γίνεται προσομοίωση θαλασσινού νερού χωρίς την προσθήκη H_3BO_3 στο διάλυμα, ενδέχεται να παρέχουν διαφοροποιημένα αποτελέσματα.

Μεταχειρίσεις	Chla	Chlb	Chl(a+b)
CD	10.89	4.50 a	15.39 a
CDw	10.88	4,51 a	15.39 a
SpSa	8.28 a	3.52 a	11.81 a
SpSb	6.78 a	2.79 a	9.57 a
SpSBa	7.12 a	3.13 a	10.25 a
SpSBb	6.29 a	2.85 a	9.15 a

Πίνακας 1. Μεταβολή χλωροφυλλών στα φύλλα της *Salvia officinalis* στις διάφορες μεταχειρίσεις. CD: μάρτυρας CDw: μάρτυρας με ψεκασμό H_2O 2φ/εβδ. SpSa: NaCl 1φ/εβδ. SpSb: NaCl 2φ/εβδ. SpSBa: NaCl+ H_3BO_3 1φ/εβδ. SpSBb: NaCl+ H_3BO_3 2φ/εβδ. $n=5\pm SE$.



Σχήμα 2. Επίδραση της σύστασης του διαλύματος ψεκασμού και της συχνότητας στη φωτοσυνθετική ταχύτητα (A), στη στοματική αγωγιμότητα (g_s) και στην ταχύτητα διαπνοής (E) του *Salvia officinalis* A: CD, B: CDw (μάρτυρας με ψεκασμό H_2O 2φ/εβδ). Γ: NaCl 1φ/εβδ (SpSa), Δ: NaCl 2φ/εβδ. (SpSb), E: NaCl+ H_3BO_3 1φ/εβδ. (SpSBa), Z: NaCl+ H_3BO_3 2φ/εβδ. (SpSBb). $n=5\pm SE$.

Βιβλιογραφία

- Tjia B. and Rose S. A., 1987. Salt tolerant bedding plants. Proc. Fla. State Hort. Soc., 100 pp.181-182.
- Κανταρτζής Ν. Α., 2003. Ανθοκομία – Τοπία, κήποι και φυτά παραθαλάσσιων περιοχών για την Αρχιτεκτονική και Αρχιτεκτονική του Τοπίου, Τόμος 14. Αθήνα.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΒΑΝΑΔΙΟΥ (V) ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΤΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ (ΒΛΑΣΤΟΙ ΚΑΙ ΦΥΛΛΑ) ΤΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ (*Ocimum basilicum* “Genovese”)

Α. Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου¹, Π. Μπαρούχας² και Ν. Μουστάκας³

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ¹Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ³Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα
²Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Υδατικών Πόρων, Μεσολόγγι

Περίληψη

Η ρύπανση του περιβάλλοντος με τοξικά μέταλλα όπως το κάδμιο (Cd), το βανάδιο (V), ο μόλυβδος (Pb), ο ψευδάργυρος (Zn) κ.α., λόγω εντατικοποίησης της ανθρώπινης δραστηριότητας, τα τελευταία χρόνια έχει εντυπωσιακά επιταχυνθεί. Στην εργασία αυτή έγινε διερεύνηση της πρόσληψης βαναδίου (V) από το υπέργειο τμήμα του ετήσιου αρωματικού φυτού *Ocimum basilicum* “Genovese”, το οποίο έχει ιδιαίτερο εμπορικό και οικονομικό ενδιαφέρον, λόγω της ευρείας χρησιμοποίησής του στην κηποτεχνία, τη μαγειρική, την κοσμετολογία και τη φαρμακευτική. Ακολούθησε πείραμα πλήρων τυχαίων συγκροτημάτων, με πέντε μεταχειρίσεις V (0, 5, 10, 20 και 40 mg L⁻¹) και πέντε επαναλήψεις ανά μεταχείριση, σε φυτά βασιλικού που αναπτύχθηκαν σε γλάστρες και συνθήκες θερμοκηπίου. Η εφαρμογή του V έγινε με τη μορφή NH₄VO₃, με ριζοποτίσματα NH₄VO₃ 2 φορές την εβδομάδα. Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της πρόσληψης V από τα φύλλα του *Ocimum basilicum* “Genovese”, αυξανόμενης της συγκέντρωσης του προστιθέμενου βαναδίου ενώ η πρόσληψη V από τους βλαστούς δεν επηρεάστηκε από τη συγκέντρωση του προστιθέμενου V. Το ξηρό βάρος των φύλλων δεν παρουσίασε διαφορές με την αύξηση της προσθήκης βαναδίου, ενώ παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στο ξηρό βάρος των βλαστών, σε σχέση με το μάρτυρα, σε προστιθέμενες συγκεντρώσεις βαναδίου μεγαλύτερες των 20 mg L⁻¹.

Λέξεις κλειδιά: βαρέα μέταλλα, φαρμακευτικά φυτά, ξηρή καύση, πρόσληψη μετάλλων

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η έντονη ανθρωπογενής δραστηριότητα έχει σαν αποτέλεσμα την παρουσία βαρέων μετάλλων στα εδάφη και γενικότερα στο περιβάλλον, τα περισσότερα από τα οποία είναι επιβλαβή στους ζώντες οργανισμούς (Adriano, 1986). Η ρύπανση του περιβάλλοντος με τοξικά μέταλλα όπως το βανάδιο (V), κάδμιο (Cd), μόλυβδος (Pb), ψευδάργυρος (Zn) κ.α., τα τελευταία χρόνια έχει εντυπωσιακά επιταχυνθεί. Το βανάδιο είναι ένα κοινό στοιχείο της λιθόσφαιρας καθώς επίσης και ένα συστατικό αλκαλικών και αργιλικών πετρωμάτων. Ο μέσος όρος παρουσίας του βαναδίου στο εδάφη κυμαίνεται μεταξύ 10 και 200 ppm. Εδάφη που βρίσκονται σε περιοχές με έντονη ανθρωπογενή δραστηριότητα, εργοστάσια επεξεργασίας φωσφορίτη και περιοχές διυλιστηρίων, περιέχουν τα μεγαλύτερα ποσά βαναδίου (Kabata-Pendias and Pendias 1992).

Η επίδραση του βαναδίου στα φυτά είναι συνάρτηση της περιεκτικότητάς του στο έδαφος. Συγκεντρώσεις βαναδίου στα εδάφη μικρότερες των 2 ppm επηρεάζουν μαζί με άλλα στοιχεία, όπως το κάλιο και το άζωτο, τη σύνθεση της χλωροφύλλης. Υψηλότερες

συγκεντρώσεις βαναδίου, στο έδαφος, είναι τοξικές για τα φυτά προκαλώντας χλωρωσι και περιορισμό της ανάπτυξης των (Kabata-Pendias and Pendias, 1992). Ενώσεις βαναδίου όταν λαμβάνονται από το στόμα φαίνεται ότι απορροφώνται από τον οργανισμό. Έχει αποδειχθεί ότι το βανάδιο έχει την ικανότητα να βελτιώνει τη αξιοποίηση της ινσουλίνης έχοντας βελτιωμένη ανοχή στη γλυκόζη, βοηθώντας έτσι στις γλυκαιμικό έλεγχο, χωρίς ωστόσο να υπάρχουν δεδομένα από τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες έρευνες που να το επιβεβαιώνουν (Ringelband and Hehl, 2000).

Στόχος της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση της πρόσληψης του βαναδίου (V) από το ετήσιο αρωματικό φυτό *Ocimum basilicum* "Genovese", το οποίο έχει ιδιαίτερο εμπορικό και οικονομικό ενδιαφέρον, διότι εκτός από την χρήση του στην κηποτεχνία χρησιμοποιείται ευρέως στη φαρμακευτική και τη βιομηχανία τροφίμων.

Υλικά και μέθοδοι

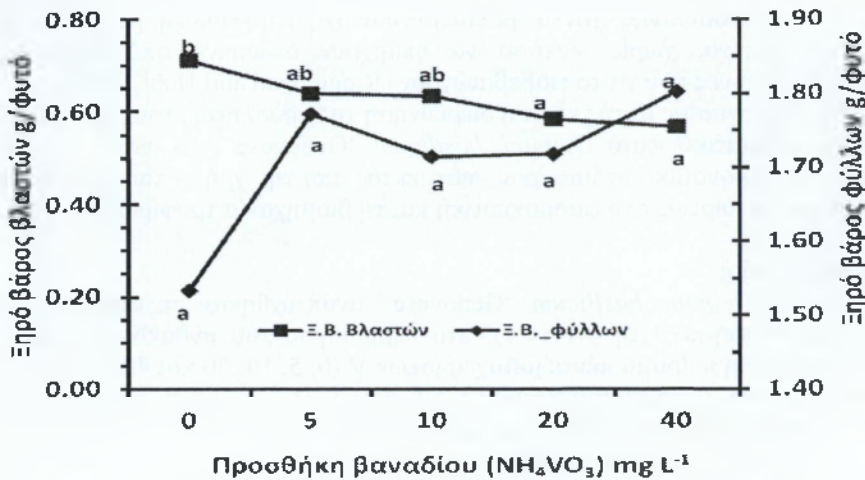
Σπορόφυτα *Ocimum basilicum* "Genovese" αναπτύχθηκαν σε ατομικά δοχεία με υπόστρωμα τύρφη-περλίτη 1:1 (v/v), στο θερμοκήπιο του ανθοκομείου του Γ.Π.Α. (Εικ. 1). Διεξήχθη πείραμα πέντε μεταχειρίσεων V (0, 5, 10, 20 και 40 mg L⁻¹) με πέντε επαναλήψεις ανά μεταχείριση (σύνολο 50 φυτά). Η εφαρμογή του βαναδίου (V), γινόταν 2 φορές την εβδομάδα, με ριζοποτίσματα διαλύματος NH₄VO₃. Κατά τη διάρκεια του πειράματος τα φυτά δεχόταν επίσης ποτίσματα με νερό. Στο στάδιο της πλήρους ανάπτυξης των φυτών (δύο μήνες μετά τη μεταφύτευση) έγινε αφαίρεση του υπέργειου τμήματος και καταγράφηκε το νωπό και το ξηρό βάρος φύλλων και βλαστών μετά την τοποθέτησή τους σε κλίβανο με θερμοκρασία 50 ± 5°C. Ακολούθησε ξηρή καύση των φυτικών τμημάτων, μετά από λειοτρίβηση, σε θερμοκρασία 500 °C για τρεις ώρες. Στην τέφρα που προέκυψε προστέθηκαν 5 ml πυκνού HNO₃ (65%) και αιονισμένο νερό έως τον όγκο των 100 ml. Στο διάλυμα αυτό μετρήθηκε η συγκέντρωση του V, με τη χρήση φασματοφωτομέτρου επαγωγικού πλάσματος (plasma emission spectroscopy- THERMO ICAP 6300) σε φλόγα αργού. Η πρόσληψη V από τα φυτικά τμήματα που μελετήθηκαν υπολογίστηκε από τη συγκέντρωση του V στα φυτικά τμήματα επί το αντίστοιχο ξηρό βάρος των φυτικών τμημάτων. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος Statistica.

Αποτελέσματα-Συζήτηση

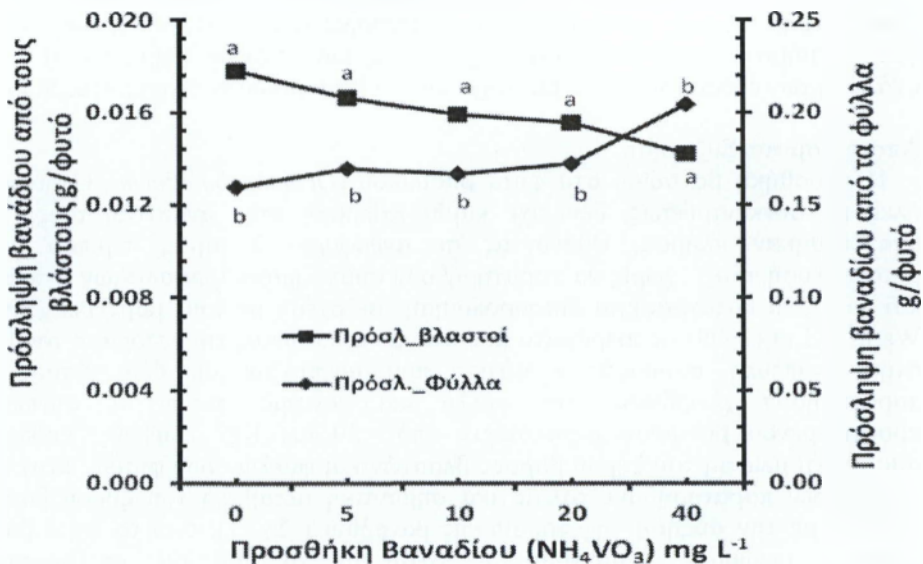
Η προσθήκη βαναδίου στα φυτά βασιλικού (*Ocimum basilicum* "Genovese"), σε όλες τις συγκεντρώσεις, δεν είχε καμία επίδραση στην ανάπτυξή τους. Τα φυτά αναπτύχθηκαν πλήρως, φθάνοντας σε ανθοφορία 2 μήνες περίπου μετά την μεταφύτευσή τους, χωρίς να παρατηρηθούν συμπτώματα τροφοπενιών ή τοξικότητας και χωρίς να καταγράφεται διαφοροποίηση σε σχέση με τους μάρτυρες (Εικ. 1). Οι Wang & Liu (1999) σε πειράματα που έκαναν ερευνώντας την επίδραση του βαναδίου στην ανάπτυξη σποροφύτων σόγιας που ανέπτυξαν σε δύο τύπους εδαφών παρατήρησαν χλωρώσεις στα φύλλα και νανισμό φυτών σε συγκεντρώσεις προστιθέμενου βαναδίου μεγαλύτερες από 30 mg Kg⁻¹ εδάφους, καθώς επίσης σημαντική μείωση του ξηρού βάρους βλαστών και φύλλων των φυτών. Στην παρούσα μελέτη δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μεταβολή του ξηρού βάρους των φύλλων με την αύξηση της προσθήκης βαναδίου (Σχ. 1), ενώ το ξηρό βάρος των βλαστών μειώθηκε σημαντικά σε σχέση με το μάρτυρα, σε προστιθέμενες συγκεντρώσεις βαναδίου μεγαλύτερες των 20 mg L⁻¹ (Σχ. 1).

Η πρόσληψη βαναδίου από τους βλαστούς δεν επηρεάστηκε από την προσθήκη βαναδίου, ενώ η πρόσληψη βαναδίου από τα φύλλα αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά στην μεταχείριση των 40 mg L⁻¹ (Σχ. 2).

Η μελέτη της επίδρασης του βαναδίου σε αρωματικά φυτά και ειδικότερα σε φυτά βασιλικού (*Ocimum basilicum* "Genovese"), αποτελεί προκαταρκτική προσπάθεια και ως εκ τούτου απαιτείται περαιτέρω έρευνα.



Σχήμα 1. Επίδραση του βαναδίου (V) στο ξηρό βάρος φύλλων και βλαστών του *Ocimum basilicum* "Genovese" στις διάφορες μεταχειρίσεις. Τα διαφορετικά γράμματα μεταξύ των μεταχειρίσεων δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων, σύμφωνα με το Duncan's test σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.05$.



Σχήμα 2. Πρόσληψη βαναδίου (V) από τα φύλλα και τους βλαστούς του *Ocimum basilicum* "Genovese" στις διάφορες μεταχειρίσεις. Τα διαφορετικά γράμματα μεταξύ των μεταχειρίσεων δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων, σύμφωνα με το Duncan's test σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.05$.



Εικόνα 1. Σπορόφυτα *Ocimum basilicum* “Genovese” σε πλήρες στάδιο ανάπτυξης με ανθοφορία στο τέλος του πειράματος.

Βιβλιογραφία

- Adriano, D. C. 1986. Trace elements in the terrestrial environment. Springer-Verlag. Berlin
- Ringelband, U. and Hehl, O. 2000. Kinetics of vanadium bioaccumulation by the brackish water hydroid *Cordylophora caspia* (Pallas). Bull Environm Contam Toxicol 65: 486-493.
- Kabata-Pendias A and Pendias H, 1992. Trace elements in soils and plants, Levis Publ Inc. 365pp.
- Wang J. F. and Liu Z. 1999. Effect of vanadium on the growth of soybean seedlings. Plant Soil 216: 47-51.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΓΙΒΒΕΡΕΛΛΙΝΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ, ΤΗΣ ΒΕΝΖΥΛΑΔΕΝΙΝΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΘΙΔΙΑΖΟΥΡΟΝ ΣΤΗ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΙΤΡΙΝΙΣΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΤΗΣ ΑΛΣΤΡΟΜΕΡΙΑΣ (*Alstroemeria X hybrida*) cv. Jubilee

Μ. Παπαδημητρίου, Δ. Γκούμας και Ο. Κατσιρντάκη

Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Εργαστήριο Ανθοκομίας, 71004 Ηράκλειο

Περίληψη

Σε ορισμένα δρεπτά άνθη τα φύλλα των κομμένων ανθοφόρων στελεχών κιτρινίζουν γρήγορα κατά την διάρκεια διατήρησης στο ανθοδοχείο, ενώ τα άνθη είναι ακόμη σε καλή κατάσταση με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται πρόωρα η μετασυλλεκτική τους ποιότητα. Η αλστρομέρια είναι ένα από τα δρεπτά άνθη της εμπορικής ανθοκομίας στην οποία εμφανίζεται μετασυλλεκτικά η πρόωρη εμφάνιση του παραπάνω φαινομένου. Σε ερευνητικές εργασίες αναφέρεται ότι η προσθήκη φυτορρυθμιστικών ουσιών στο συντηρητικό διάλυμα ορισμένων δρεπτών ανθέων καθυστερεί το κιτρίνισμα και τη γήρανση των φύλλων τους. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση του γιββερελλινικού οξέως (GA_3), της βενζυλαδενίνης (BA) και του θιδιαζουρόν (TDZ), συνθετικού υποκατάστατου της κυτοκινίνης, στη μετασυλλεκτική καθυστέρηση της γήρανσης των ανθέων και του κιτρινίσματος των φύλλων της αλστρομέριας. Ανθοφόρα στελέχη αλστρομέριας ποικιλίας “Jubilee” συλλέχθηκαν στο στάδιο της εμπορικής συγκομιδής από το θερμοκήπιο Ανθοκομίας του ΤΕΙ Κρήτης και τοποθετήθηκαν σε φιάλες 250 ml με απιονισμένο νερό στο οποίο είχαν προστεθεί 50 mg l⁻¹ του αντιμικροβιακού παράγοντα dichloroisocyanuric acid (DICA). Έγινε 24ωρη προσθήκη τριών συγκεντρώσεων GA_3 (20, 100 και 200 mg l⁻¹), ή BA (10, 25 και 50 mg l⁻¹) ή TDZ (5, 25 και 50 mg l⁻¹) στο συντηρητικό διάλυμα, ή συνεχής εφαρμογή των μικρότερων συγκεντρώσεων ή ψεκασμός των φύλλων με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Τα βάζα με τα άνθη τοποθετήθηκαν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών θερμοκρασίας 23±1 °C, σχετικής υγρασίας 60±5% και φωτισμού 36 μmol m⁻² s⁻¹ με λάμπες φθορίου. Μετρήθηκε η διάρκεια ζωής στο ανθοδοχείο των ανθέων, η απορρόφηση του συντηρητικού διαλύματος, το χρώμα και η πυκνότητα της χλωροφύλλης των φύλλων των ανθοφόρων στελεχών μετά από 12 μέρες διατήρησης στο ανθοδοχείο. Η εφαρμογή των τριών φυτορρυθμιστικών ουσιών δεν μετέβαλε σημαντικά τη διάρκεια ζωής των ανθέων της αλστρομέριας στο ανθοδοχείο. Από τις παραπάνω μεταχειρίσεις η 24ωρη εφαρμογή 5 mg l⁻¹ TDZ, η 24ωρη εφαρμογή 50 mg l⁻¹ BA, οι δύο μεγαλύτερες μεταχειρίσεις με GA_3 , η συνεχής εφαρμογή και των τριών ουσιών στο διάλυμα, καθώς και ο ψεκασμός των φύλλων με GA_3 ή TDZ μείωσαν σημαντικά την απώλεια του πρασίνου χρώματος και της χλωροφύλλης και εμφάνισαν μεγαλύτερη ημερήσια απορρόφηση του συντηρητικού διαλύματος.

Λέξεις Κλειδιά: δρεπτά άνθη, συντηρητικό διάλυμα, φυτορρυθμιστικές ουσίες

Εισαγωγή

Η ποιότητα των δρεπτών ανθέων μετά την συγκομιδή εξαρτάται από την εμφάνιση και τη διάρκεια ζωής στο ανθοδοχείο τόσο των μπουμπουκιών όσο και των φύλλων των ανθοφόρων στελεχών. Σε ορισμένα δρεπτά άνθη (κρίνο, τουλίπα, λούπινο, αλστρομέρια κ.λπ.) τα φύλλα των κομμένων ανθοφόρων στελεχών κιτρινίζουν γρήγορα κατά την

διάρκεια διατήρησης στο ανθοδοχείο ενώ τα άνθη είναι ακόμη σε καλή κατάσταση με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται πρόωρα η μετασυλλεκτική τους ποιότητα..

Σε ερευνητική εργασία αναφέρεται ότι η εμφάνιση δρεπλών ανθέων κρίνου, τουλίπας και χρυσάνθεμου σε διάφορες συγκεντρώσεις TDZ για 24 ώρες μείωσε το κιτρίνισμα των φύλλων (Ferrante κ.ά., 2009, Ferrante κ.ά., 2005), ενώ η 6ωρη εφαρμογή 0,2-1 mM TDZ σε συντηρητικό διάλυμα βελτίωσε το άνοιγμα και την ζωή στο ανθοδοχείο δρεπλών ανθέων ίριδας (Macnish, 2010).

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση του γιββερελλινικού οξέως (GA_3), της βενζυλαδενίνης (BA) και του thidiazουρον (TDZ), συνθετικού υποκατάστατου της κυτοκίνης, στη μετασυλλεκτική καθυστέρηση της γήρανσης των ανθέων και του κιτρινίσματος των φύλλων της αλστρομέριας ποικιλίας "Jubilee".

Υλικά και μέθοδοι

Ανθοφόρα στελέχη αλστρομέριας ποικιλίας "Jubilee" συλλέχθηκαν στο στάδιο της εμπορικής συγκομιδής από το θερμοκήπιο Ανθοκομίας του ΤΕΙ Κρήτης και τοποθετήθηκαν σε φιάλες 250 ml με απιονισμένο νερό στο οποίο είχαν προστεθεί 50 mg l⁻¹ του αντιμικροβιακού παράγοντα dichloroisocyanuric acid (DICA). Έγινε 24ωρη προσθήκη τριών συγκεντρώσεων GA_3 (20, 100 και 200 mg l⁻¹), ή BA (10, 25 και 50 mg l⁻¹) ή TDZ (5, 25 και 50 mg l⁻¹) στο συντηρητικό διάλυμα, ή συνεχής εφαρμογή των μικρότερων συγκεντρώσεων ή ψεκασμός των φύλλων με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Τα βάζα με τα άνθη τοποθετήθηκαν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών θερμοκρασίας 23±1 °C, σχετικής υγρασίας 60±5% και φωτισμού 36 μmol m⁻² s⁻¹. Μετρήθηκε η διάρκεια ζωής στο βάζο των ανθέων, ο ρυθμός απορρόφησης του συντηρητικού διαλύματος, το χρώμα (με χρωματόμετρο Minolta-200), η συγκέντρωση και ο σχετικός φθορισμός $Fv/Fmax$ της χλωροφύλλης (με φορητό όργανο μέτρησης της πυκνότητας και του φθορισμού της χλωροφύλλης αντίστοιχα) των φύλλων των ανθοφόρων στελεχών.

Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο και η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εκτιμήθηκε με μονόδρομη δοκιμή ANOVA. Οι μέσοι των επεμβάσεων συγκρίθηκαν με την δοκιμή Duncan σε $P=0.05$.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Η εφαρμογή των τριών φυτορρυθμιστικών ουσιών δε μετέβαλε σημαντικά τη διάρκεια ζωής στο ανθοδοχείο των ανθέων της αλστρομέριας (Πίν. 1) ανεξαρτήτως του τρόπου εφαρμογής τους. Η 24ωρη εφαρμογή στο συντηρητικό διάλυμα 5 mg l⁻¹ TDZ, καθώς και η εφαρμογή 100 ή 200 mg l⁻¹ GA_3 , και σε μικρότερο βαθμό η εφαρμογή 50 mg l⁻¹ BA μείωσαν σημαντικά το κιτρίνισμα των φύλλων (παράμετρος b^* του χρωματόμετρου) και την απώλεια της χλωροφύλλης (spad), ενώ εξ ίσου καλά αποτελέσματα είχε η συνεχής εφαρμογή και των τριών ουσιών στο διάλυμα, καθώς και ο ψεκασμός των φύλλων με GA_3 ή TDZ (Σχ. 1). Ο σχετικός φθορισμός της χλωροφύλλης (Fv/Fm) και επομένως η φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων, εμφάνισε μείωση στις επεμβάσεις που παρουσιάστηκε η μικρότερη απώλεια χλωροφύλλης (Πίν. 1). Τέλος η απορρόφηση του συντηρητικού διαλύματος ήταν μεγαλύτερη στις παραπάνω μεταχειρίσεις ακόμη και μετά την πτώση των πετάλων των ανθέων τους (Πίν. 1).

Συμπερασματικά, τόσο ο ψεκασμός της φυλλικής επιφάνειας της αλστρομέριας με GA_3 , BA ή TDZ, πριν ή αμέσως μετά την συγκομιδή, όσο και η προσθήκη τους στο συντηρητικό διάλυμα φαίνονται αποτελεσματικές μέθοδοι στην αντιμετώπιση του πρόωρου μετασυλλεκτικού κιτρινίσματος των φύλλων της. Από τις παραπάνω

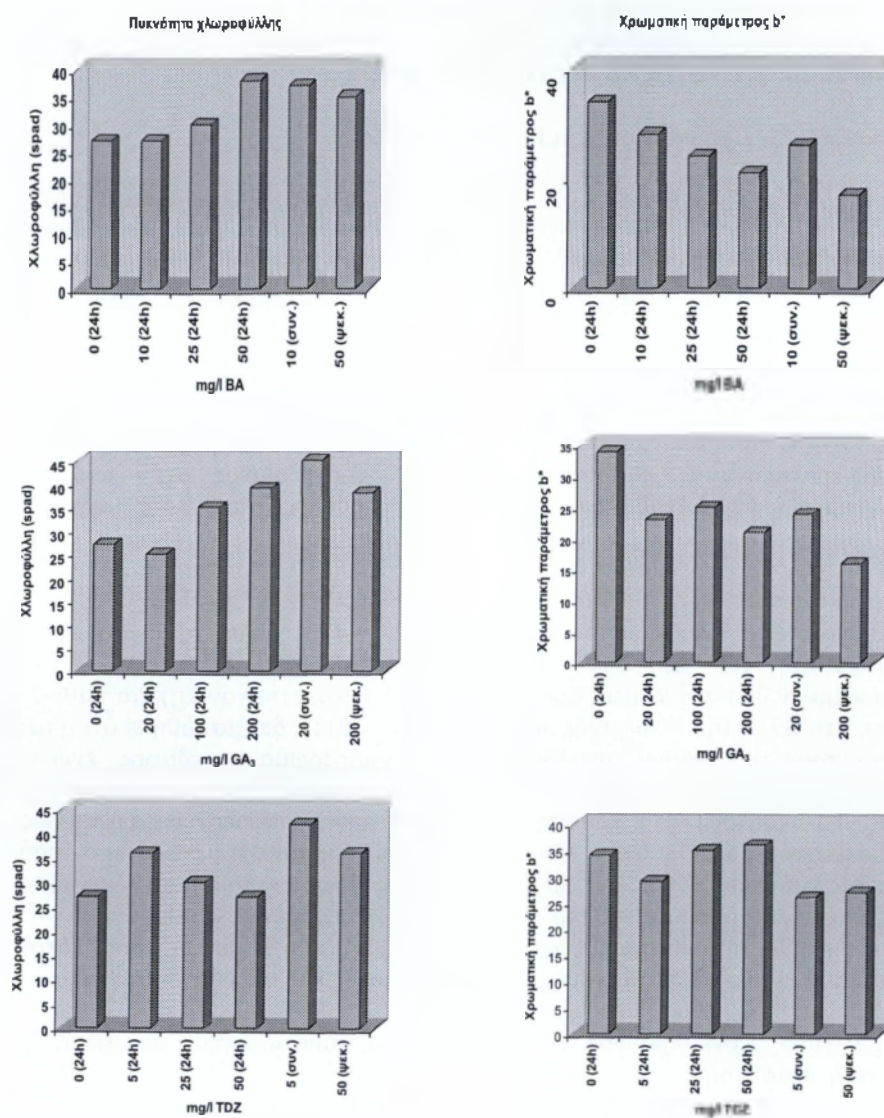
εφαρμογές ο ψεκασμός με γιββερελλίνη GA₃ πριν ή αμέσως μετά τη συγκομιδή αποτελεί την ευκολότερη και οικονομικότερη εφαρμογή.

Βιβλιογραφία

- Ferrante, A., Mensuali-Sodi, Tognoni, F. and Serra, G. 2005. Postharvest studies on leaf yellowing of chrysanthemum cut flowers. *Advances in Hort Science* 19(2): 81-85.
- Ferrante, A., Mensuali-Sodi A. and Serra, G. 2009. Effect of thidiazuron and gibberellic acid on leaf yellowing of cut stock flowers. *Cent.Eur.J.Biol.* 4(4): 461-468.
- Macnich, A., Cai Zhong, J. and Read, M. 2010. Treatment with thidiazuron improves opening and vase life of iris flowers. *Postharvest Biology and Technology* 56(1): 77-84.

Πίνακας 1. Επίδραση της βενζυλαδενίνης (BA), του γιββερελλινικού οξέως (GA₃) και του thidiazouon (TDZ), στη ζωή στο ανθοδοχείο, στην απορρόφηση του συντηρητικού διαλύματος και στο σχετικό φθορισμό χλωροφύλλης των φύλλων των κομμένων ανθοφόρων στελεχών της αλστρομέριας μετά από 24ωρη ή συνεχή παραμονή στο διάλυμα συντήρησης ή με ψεκασμό του φυλλώματος.

Μεταχειρίσεις			Διάρκεια ζωής ανθοταξίας στο ανθοδοχείο (ημ.)	Απορρόφηση συντ. διαλ. % v. βάρους ανθέων 12 ^η μέρα διατήρησης στο ανθοδοχείο	Σχετικός φθορ. χλωροφ. Fv/Fm
Φυτορρυθμιστική ουσία	Συγκέντρωση ουσίας (mg l ⁻¹)	Τρόπος εφαρμογής			
BA	0	24 h	12,9 a	3,7 b	0,711 b
	10	24 h	13,5 a	4,8 ab	0,753 ab
	25	24 h	12,8 a	5,0 a	0,785 a
	50	24 h	13,2 a	5,7 a	0,790 a
	10	συνεχώς	12,7 a	4,6 a	0,796 a
	50	ψεκασμός	13,8 a	4,8 a	0,798 a
GA₃	0	24 h	12,9 a	3,7 b	0,711 b
	20	24 h	13,4 a	4,6 ab	0,780 a
	100	24 h	13,2 a	5,2 a	0,788 a
	200	24 h	13,9 a	6,4 a	0,780 a
	20	συνεχώς	12,4 a	5,4 a	0,779 a
	200	ψεκασμός	12,8 a	5,9a	0,792 a
TDZ	0	24 h	12,9 a	3,7 b	0,711 b
	5	24 h	13,1 a	5,0 a	0,795 a
	25	24 h	11,8 a	3,9 b	0,692 b
	50	24 h	10,5 a	3,4 b	0,568 c
	5	συνεχώς	12,5 a	4,4 ab	0,787 a
	50	ψεκασμός	13,0 a	4,8 a	0,753 a



Σχήμα 1. Επίδραση της βενζυλαδενίνης (BA), του γιββερελλινικού οξέως (GA₃) και του thidiazουρον (TDZ) στην πυκνότητα χλωροφύλλης (spadmeter) και στην χρωματική παράμετρο b* (χρωματόμετρο Minolta-200) των φύλλων των κομμένων ανθοφόρων στελεχών της αλστρομέριας.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ *Convolvulus sneorum* L. ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΦΥΤΟΔΩΜΑΤΟΣ

Α. Τασούλα¹, Μ. Παπαφωτίου¹ και Γ. Λιακόπουλος²

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος,
¹Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου,
²Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Φυσιολογίας & Μορφολογίας φυτών, Ιερά
Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Στοχεύοντας στη μείωση αφενός του βάρους ενός φυτεμένου δώματος και αφετέρου της ποσότητας του απαιτούμενου νερού άρδευσης, διερευνήθηκε η επίδραση της υδατικής καταπόνησης και του είδους του υποστρώματος στην ανάπτυξη και φυσιολογία του *Convolvulus sneorum* L. (κονβόλβουλος), αειθαλούς μικρού θάμνου της Μεσογείου με ιδιαίτερη καλλωπιστική αξία. Έρριζα μοσχεύματα φυτεύτηκαν Ιούλιο σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών σε δύο υποστρώματα ανάπτυξης βάθους 10 cm, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v) ή όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, κάθε 5 ημέρες (κανονική) και κάθε 7 ημέρες (αραιή). Στο τέλος της 1^{ης} θερινής περιόδου (Σεπτ. 2011), διαπιστώθηκε ότι η μεταβολή της διαμέτρου των φυτών ευνοήθηκε από το υπόστρωμα με έδαφος, ενώ κατά τη δεύτερη θερινή περίοδο (Μάιος 2012-Σεπτέμβριος 2012) από το υπόστρωμα χωρίς έδαφος. Το υπόστρωμα με έδαφος μετά από 9 μήνες καλλιέργειας (Απρίλιος 2012) έδωσε περισσότερους βλαστούς και στο τέλος του πειράματος μεγαλύτερο ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος. Όλες οι επεμβάσεις όμως έδωσαν παρόμοιο αριθμό ανθών, καθώς και τελικό ύψος και τελική διάμετρο φυτών, επομένως ο κονβόλβουλος μπορεί να καλλιεργηθεί σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος, με αραιή άρδευση προσβλέποντας σε μείωση του βάρους της κατασκευής του φυτοδώματος και της υδατοκατανάλωσης.

Λέξεις κλειδιά: Κονβόλβουλος, ξηροφυτικά φυτά, ταρατσόκηποι, μειωμένη άρδευση, στοματική αντίσταση.

Εισαγωγή

Τα φυτοδώματα, είναι μία πολλά υποσχόμενη μέθοδος αύξησης του αστικού πρασίνου, ιδίως σε περιοχές πυκνής δόμησης (Grant, 2012), παρέχοντας ταυτοχρόνως θερμομόνωση (Castleton *et al.*, 2010), μείωση του φαινομένου της θερμικής αστικής νησίδας (Ouldboukhitine *et al.*, 2014, Schweitzer & Erell, 2014) και ενίσχυση της ψυχοσωματικής υγείας των πολιτών (Yok & Sia, 2005). Η χρήση μεσογειακών ειδών συντελεί στην ενίσχυση του τοπικού χαρακτήρα του αστικού τοπίου (Benvenuti, 2010, Nektarios κ.ά., 2011, Parafotiou κ.ά., 2012, 2013), καθώς και της βιοποικιλότητας (Baumann, 2006), αποτελώντας ένα φυσικό πεδίο λειτουργίας της τροφικής αλυσίδας (Blank κ.ά., 2013). Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η αλληλεπίδραση της σύστασης του υποστρώματος και της συχνότητας άρδευσης, στην ανάπτυξη και φυσιολογία του είδους *Convolvulus sneorum* L., ενός αειθαλούς, μικρού θάμνου της Μεσογείου, με ιδιαίτερη καλλωπιστική αξία, που αρέσκεται στα ασβεστώδη εδάφη και φέεται σε βραχώδεις παραθαλάσσιες περιοχές (Blamey & Grey-Wilson, 1988).

Υλικά και Μέθοδοι

Έρριζα μοσχεύματα *C. sneorum* L. (Marigold plants A.E.) φυτεύτηκαν το 1^ο δεκαήμερο του Ιουλίου του 2011 σε πειραματικά τεμάχια 50 cm x 50 cm εγκατεστημένα σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του 1^{ου} ορόφου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Τα πειραματικά τεμάχια διαχωρίζονταν με ξύλινα κάθετα τοιχώματα και έφεραν σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος, ήτοι υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης, αποστραγγιστικό στοιχείο και διηθητικό φύλλο (ZinCo S.A.). Σε κάθε τεμάχιο φυτεύτηκαν δύο φυτά και κάθε επέμβαση του πειράματος είχε τέσσερα πειραματικά τεμάχια. Χρησιμοποιήθηκαν δύο υποστρώματα ανάπτυξης, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v, μάρτυρας) ή όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Το βάθος του υποστρώματος ήταν 10 cm. Οι επεμβάσεις του πειράματος περιελάμβαναν τα δύο είδη υποστρώματος και δύο συχνότητες άρδευσης κατά τη θερινή περίοδο, ήτοι κάθε 5 ημέρες η κανονική και κάθε 7 ημέρες η αραιή. Η άρδευση γινόταν μέχρι απορροής, με αυτόματο σύστημα, με δύο επιφανειακούς σταλάκτες ανά πειραματικό τεμάχιο. Έγινε μία εφαρμογή λίπανσης δύο εβδομάδες μετά την εγκατάσταση του πειράματος με πλήρες λίπασμα 20:20:20 (Nutrileaf 60). Το πείραμα διήρκεσε 17 μήνες.

Κατά τις δύο περιόδους θέρους, όπου εφαρμόστηκε η υδατική καταπόνηση, η ανάπτυξη των φυτών αξιολογήθηκε με την αύξηση που εμφάνισε η διάμετρος της κόμης τους (διαφορά διαμέτρου μεταξύ της αρχής και του τέλους της περιόδου υδατικής καταπόνησης). Ως διάμετρος φυτού ορίστηκε ο μέσος όρος της μεγαλύτερης διαμέτρου κόμης και της κάθετης σε αυτή. Στο τέλος του πειράματος (Δεκέμβριος 2012) αξιολογήθηκε η αύξηση του ύψους και της διαμέτρου των φυτών, καθώς και το ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους αυτών. Ο αριθμός των πλάγιων βλαστών και των ανθέων μετρήθηκαν τον Απρίλιο 2012, 9 μήνες μετά την εγκατάσταση. Τον Ιούλιο 2012 μια ημέρα πριν την εφαρμογή άρδευσης, μετρήθηκε η στοματική αντίσταση φύλλου (Rs) σε δύο νεαρά πλήρως εκπτυγμένα φύλλα ανά φυτό, μεταξύ 10.00 και 12.00 π.μ. (όταν το φυτό υπό κανονικές συνθήκες ανοίγει τα στομάτιά του), με πορόμετρο (AP4 Porometer, Delta-T devices).

Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με διπαραγοντική ανάλυση της διασποράς και οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με Student's *t*, σε $P < 0,05$.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Μετά από δύο μήνες καλλιέργειας, στο τέλος δηλαδή της πρώτης θερινής περιόδου, τα φυτά ανέπτυξαν μεγαλύτερη διάμετρο στο εδαφικό υπόστρωμα, ενώ η συχνότητα άρδευσης δεν φάνηκε να επιδρά στην ανάπτυξη της διαμέτρου (Πίν. 1). Στην έναρξη της δεύτερης θερινής περιόδου (Μάιος 2012) τα φυτά στο υπόστρωμα με έδαφος είχαν μεγαλύτερη διάμετρο σε σχέση με αυτά στο χωρίς έδαφος (Πίν. 1). Κατά τη διάρκεια όμως της δεύτερης θερινής περιόδου (Μάιος 2012 – Σεπτέμβριος 2012), η διάμετρος των φυτών αναπτύχθηκε περισσότερο στο υπόστρωμα χωρίς έδαφος (Πίν. 1), ενώ πάλι, όπως και κατά την πρώτη θερινή περίοδο, δεν επηρεάστηκε από τη συχνότητα άρδευσης. Αυτό είχε ως συνέπεια να μην παρατηρηθεί επίδραση των κύριων παραγόντων στη διάμετρο, όπως και στο ύψος των φυτών, στο τέλος του πειράματος (Πίν. 2).

Τον Απρίλιο 2012 τα φυτά άνθησαν και ο αριθμός των ανθέων ήταν παρόμοιος σε όλες τις επεμβάσεις (Πίν. 1). Την ίδια εποχή, ο αριθμός των βλαστών ανά φυτό ήταν μεγαλύτερος στο εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 1). Στη συνέχεια του πειράματος δεν έγινε άλλη καταγραφή του αριθμού των βλαστών λόγω του μεγάλου αριθμού αυτών, που

καθιστούσε πολύ επίπονη την καταμέτρηση. Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος των φυτών στο εδαφικό υπόστρωμα στο τέλος του πειράματος (Πίν. 2), πιθανόν να οφείλεται στην παραγωγή περισσότερων βλαστών σε αυτό το υπόστρωμα, αλλά και στη δημιουργία παχύτερων στελεχών, παράμετρος που δεν μετρήθηκε. (Πίν. 2).

Πίνακας 1. Επίδραση των κύριων παραγόντων (συχνότητας άρδευσης και είδους υποστρώματος) στη διάμετρο των φυτών κατά τις θερινές περιόδους 2011 και 2012 και στον αριθμό των βλαστών και ανθέων εννέα μήνες μετά την εγκατάσταση (Απρ. 2012).

Παράγοντας	Μεταβολή διαμέτρου κατά το θέρους 2011 (cm)	Μεταβολή διαμέτρου κατά το θέρους 2012 (cm)	Διάμετρος Μάιος 2012 (cm)	Αριθμός βλαστών Απρίλιος 2012	Αριθμός ανθέων Απρίλιος 2012
Φυλοστρ.	*	*	*	*	NS
Φάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
Φυπ. Χ άρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
ε	17,1 a	20,2 b	36,6 a	28,9 a	14,1 a
χε	5,4 b	32,1 a	21,3 b	9,9 b	16,2 a
α	11,5 a	24,3 a	29,3 a	21,3 a	15,4 a
κ	11,0 a	28,0 a	28,6 a	17,4 a	14,9 a

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες ανά παράγοντα με LSD, $P \leq 0,05$.

Πίνακας 2. Επίδραση των κύριων παραγόντων (συχνότητας άρδευσης και είδους υποστρώματος) στη στοματική αντίσταση (Rs) μια μέρα πριν την άρδευση ένα χρόνο μετά την εγκατάσταση (Ιούλιο 2012) και στο ύψος, την διάμετρο και το ξηρό βάρος στο τέλος του πειράματος (Δεκέμβριο 2012).

Παράγοντας	Rs (Ιούλ. 2012 μια μέρα πριν την άρδευση) (s.cm ⁻¹)	Τελικό ύψος (Δεκ. 2012) (cm)	Τελική διάμετρος (Δεκ. 2012) (cm)	Ξηρό βάρος (Δεκ. 2012) (g)
Φυλοστρ.	NS	NS	NS	*
Φάρδ.	*	NS	NS	NS
Φυπ. Χ άρδ.	NS	NS	NS	NS
ε	11,4 a	27,4 a	69,4 a	55,0 a
χε	8,1 a	24,2 a	63,1 a	29,3 b
α	12,1 a	25,3 a	66,3 a	41,0 a
κ	7,3 b	26,4 a	66,2 a	43,2 a

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες ανά παράγοντα με LSD, $P \leq 0,05$.

Ένα χρόνο μετά την εγκατάσταση, τον Ιούλιο 2012, περίοδο έντονης υδατικής καταπόνησης, η αντίσταση των στοματίων πριν την άρδευση, ήταν αυξημένη στα φυτά υπό αραιή άρδευση (Πίν. 2), ενώ ο τύπος υποστρώματος δεν είχε επίδραση. Παρόλο όμως που τα φυτά έδειξαν να καταπονούνται από την αραιή άρδευση, δεν φάνηκε να επηρεάστηκε σημαντικά η ανάπτυξη τους, σε συμφωνία με προγενέστερα

αποτελέσματα που αφορούν στην καλλιέργεια αρωματικών ξηροφυτικών ειδών σε αστικό φυτοδώμα (Papafoτίου κ.ά., 2012, 2013).

Ο κονβόλβουλος ανέπτυξε ικανοποιητική εδαφοκάλυψη και ομοιόμορφη εντυπωσιακή άνθηση σε όλες τις επεμβάσεις. Το γεγονός ότι και στα δύο υποστρώματα χρησιμοποιήθηκε κομπόστα από στέμφυλα οινοποιίας (στο ίδιο ποσοστό), πιθανόν συνετέλεσε στην ομαλή ανάπτυξη των φυτών, χωρίς περαιτέρω λιπάνσεις πλην της αρχικής, δεδομένης της υψηλής περιεκτικότητας της κομπόστας σε Ν, Ρ, Κ και Μg (Papafoτίου κ.ά., 2011).

Συμπερασματικά, ο *C. sneorum* L. αποδείχθηκε φυτό απολύτως κατάλληλο για χρήση σε αστικά φυτοδώματα εκτατικού τύπου. Συνιστάται η χρήση υποστρώματος Κομπόστας Στέμφυλων: Περγλίτη: Ελαφρόπετρας (3:3:4, v/v), με βάθος 10 cm και με άρδευση κάθε 7 ημέρες, εξασφαλίζοντας ελαφριά κατασκευή φυτοδώματος και μείωση της υδατοκατανάλωσης.

Βιβλιογραφία

- Baumann, N. 2006. Ground-nesting birds on green roofs in Switzerland: preliminary observations. *Urban Habitats*. 4: 37-50.
- Benvenuti, S. and Bacci, D. 2010. Initial agronomic performances of Mediterranean xerophytes in simulated dry green roofs. *Urban Ecosyst*. 13: 349-363.
- Blamey, M. and Grey-Wilson, C. 1988. *Wild Flowers of the Mediterranean*. Domino Books, Ltd., London.
- Blank, L., Vasl, A., Levy, S., Grant, G., Kadas, G., Dafni, A. and Blaustein, L. 2013. Directions in green roof research: a bibliometric study. *Build. Environ*. 66: 23-28.
- Castleton, H. F., Stovin, V., Beck, S.B.M. and Davison, J.B. 2010. Green roofs: Building energy savings and the potential for retrofit. *Energ. Buildings* 42(10): 1582-1591.
- Grant, G. 2012. *Ecosystem services come to town: greening cities by working with nature*. U.K. John Wiley and Sons, Ltd, Oxford.
- Nektarios, P.A., Amountzias, I., Kokkinou, I Ntoulas, N. 2011. Green roof substrate type and depth affect the growth of the native species *Dianthus fruticosus* under reduced irrigation regimens. *Hortscience* 46: 1208-1216.
- Ouldboukhitine, S.E., Belarbi, R. and Sailor, D.J. 2014. Experimental and numerical investigation of urban street canyons to evaluate the impact of green roof inside and outside buildings. *Appl. Energ*. 114: 273-282.
- Papafoτίου, M., Papanastassatos, E.A., Massas, I. and Chatzipavlidis, I. 2011a. Effect of three composts from agroindustrial wastes and inorganic fertilization on nutrition of *Codiaeum variegatum*. *Proceedings of the Hellenic Society for Horticultural Science*, 14(b): 437-442.
- Papafoτίου, M., Pergialioti, N., Tassoula, L., Massas, I. and Kargas, G. 2013. Growth of native aromatic xerophytes in an extensive Mediterranean green roof, as affected by substrate type and depth, and irrigation frequency. *Hortscience* 48(10): 1327-1333.
- Schweitzer, O. and Erell, E., 2014. Evaluation of the energy performance and irrigation requirements of extensive greenroofs in a water-scarce Mediterranean climate. *Energ. Buildings* 68(A): 25-32.
- Yok, T.P. and Sia, A. 2005. A pilot green roof research project in Singapore. *Proceedings of 3rd North American Green Roof Conference: Greening rooftops for sustainable communities*, Washington, DC. The Cardinal Group, Toronto, 399-415.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΩΝ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ (NaCl) ΚΑΙ ΩΣΜΩΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ (PEG)

Ο. Κασμερίδου, Θ. Σύρος, Γ. Τσανάκας, Α. Οικονόμου, Σ. Κώστας και Π.-Ζ. Αβράμης

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Ανθοκομίας, Πανεπιστημιούπολη, 54124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η αντοχή στην αλατότητα (NaCl) και την ωσμωτική καταπόνηση (PEG) πέντε εμπορικά διαδεδομένων υποκειμένων τριανταφυλλιάς. Τα φυτά αναπτύχθηκαν για 12 ημέρες σε ισο-ωσμωτικά θρεπτικά διαλύματα δυναμικού -1,05 MPa, σε θαλάμους ανάπτυξης φυτών, ενώ η αξιολόγηση της αντοχής τους έγινε με βάση τους φυσιολογικούς δείκτες της συγκέντρωσης των σακχάρων, της διαρροής των ηλεκτρολυτών (%), της ποσότητας της χλωροφύλλης και της μεταβολής (%) του λόγου 'νωπό/ξηρό βάρος' των φύλλων. Βρέθηκε πως οι καταπονήσεις αύξησαν τη διαρροή των ηλεκτρολυτών σε όλα τα υποκείμενα, με το υποκείμενο *Rosa canina* 'Schreiber' να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη διαρροή. Η συγκέντρωση των σακχάρων δεν βρέθηκε να επηρεάζεται, εκτός από το υποκείμενο *R. canina* 'Inermis' στο οποίο βρέθηκε σημαντική αύξηση των σακχάρων. Σημειώθηκε επίσης μείωση της ποσότητας της χλωροφύλλης σε όλα τα υποκείμενα. Τέλος, βρέθηκαν διαφορές στη μεταβολή (%) του λόγου 'νωπό/ξηρό βάρος' των φύλλων, εκτός από το υποκείμενο *R. canina* 'Inermis' στο οποίο δεν σημειώθηκαν διαφορές.

Λέξεις κλειδιά: διαρροή ηλεκτρολυτών, σάκχαρα, χλωροφύλλη, *Rosa* sp.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια σημειώνεται στροφή στην υδροπονική καλλιέργεια των ανθοκομικών φυτών και ιδιαίτερα στην τριανταφυλλιά. Με την εφαρμογή των λιπασμάτων συχνά παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των ανόργανων στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα (αλατότητα), ενώ παρουσιάζονται και συμπτώματα έλλειψης νερού στα φυτά (ωσμωτική καταπόνηση). Τα ιόντα Na⁺ και Cl⁻ συσσωρεύονται στο υπόστρωμα και μπορούν να προκαλέσουν τοξικότητα (Hu & Schmidhalter, 2005), καθώς διαταράσσουν την ωσμωτική ισορροπία. Η βλαστική αύξηση μειώνεται γιατί το φυτό καταναλώνει την ενέργειά του στην προσπάθεια πρόσληψης νερού από το περιβάλλον της ρίζας (Plaza & Lao, 2006). Το φυτό για να αντεπεξέλθει στην καταπόνηση συσσωρεύει μια σειρά από ωσμωλύτες, όπως είναι τα σάκχαρα, ώστε να εξουδετερώσει τη δράση των τοξικών ιόντων και να διατηρήσει το κυτταρικό δυναμικό σε χαμηλά επίπεδα (Mahajan & Tuteja, 2005). Αποτέλεσμα της υδατικής καταπόνησης είναι οι βλάβες στην ακεραιότητα των μεμβρανών του κυττάρου (Dionisio-Sese & Tobita, 1998). Επιπλέον, η ποσότητα της χλωροφύλλης μειώνεται (Breusegem κ.ά., 2001), όπως επίσης και το υδατικό περιεχόμενο των κυττάρων το οποίο και αντικατοπτρίζεται στη μεταβολή (%) του λόγου 'νωπό/ξηρό βάρος' των φύλλων (Niu κ.ά., 2008). Οι τριανταφυλλιές που χρησιμοποιούνται σε εξωτερικούς χώρους και σε θερμοκήπια είναι συνήθως εμβολιασμένες σε υποκείμενα για να αντιμετωπιστούν εν μέρει και οι ανωτέρω καταπονήσεις. Σήμερα είναι διαθέσιμα στην αγορά πληθώρα υποκειμένων τριανταφυλλιάς με διαφορετική συμπεριφορά στην αλατότητα και την ωσμωτική καταπόνηση.

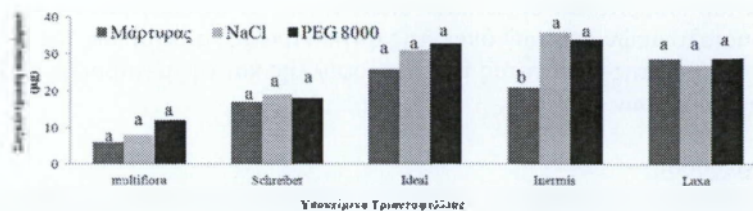
Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθούν πέντε υποκείμενα τριανταφυλλιάς, από τα πλέον χρησιμοποιούμενα στους εμβολιασμούς, ως προς την αντοχή τους στην αλατότητα (NaCl) και την ωσμωτική καταπόνηση (PEG) σε καλλιέργεια ισο-ωσμωτικών θρεπτικών διαλυμάτων. Η αξιολόγηση της αντοχής έγινε με χρήση φυσιολογικών δεικτών όπως της συγκέντρωσης σακχάρων, της διαρροής των ηλεκτρολυτών (%), της ποσότητας της χλωροφύλλης και της μεταβολής (%) του λόγου 'νωπό/ξηρό βάρος' των φύλλων.

Υλικά και Μέθοδοι

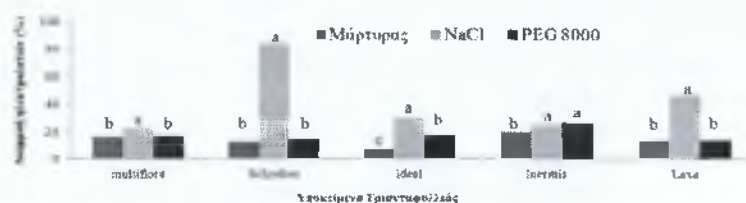
Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν φυτά τριανταφυλλιάς, ηλικίας 9 μηνών, των υποκειμένων *Rosa multiflora*, *Rosa canina* 'Schreiber', *Rosa canina* 'Schmids Ideal', *Rosa canina* 'Inermis' και *Rosa dumetorum* 'Laxa'. Τα φυτά προήλθαν από έρριζα μοσχεύματα, καλλιεργήθηκαν αρχικά υδροπονικά σε περλίτη και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν γυμνόριζα σε γυάλινα βάζα, καλυμμένα με μαύρο πλαστικό, που περιείχαν το τυπικό υδροπονικό διάλυμα καλλιέργειας τριανταφυλλιάς (EC: ~2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: ~5,7) και το οποίο αεριζόταν συνεχώς με τη βοήθεια συστήματος σωληνώσεων. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε θαλάμους ανάπτυξης φυτών (θερμοκρασία ημέρας $22\pm 1^\circ\text{C}$ και νύχτας $16\pm 1^\circ\text{C}$, φωτοπερίοδος 16 h, ένταση φωτισμού από λαμπτήρες φθορίου και χαμηλής πίεσης νατρίου $\sim 200 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Με την εγκατάσταση του πειράματος εφαρμόστηκαν οι παρακάτω μεταχειρίσεις στα υποκείμενα τριανταφυλλιάς: α) καλλιέργεια σε υδροπονικό διάλυμα (μάρτυρας), β) καλλιέργεια σε υδροπονικό διάλυμα με 0,2M NaCl και γ) καλλιέργεια σε υδροπονικό διάλυμα με 0,01M PEG 8000. Το δυναμικό των ισο-ωσμωτικών θρεπτικών διαλυμάτων ήταν -1,05 MPa. Το πείραμα διήρκεσε 12 ημέρες και στο τέλος μετρήθηκε στα νεαρά φύλλα η περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα (εξόζες και μεθυλιωμένες εξόζες) σύμφωνα με το πρωτόκολλο των Dubois κ.ά. (1956), η διαρροή των ηλεκτρολυτών (%) με τη συσκευή "Twin Cond Conductivity Meter B-173, Horiga", η περιεκτικότητά τους σε χλωροφύλλη με τη συσκευή "Chlorophyll Content Meter, CCM-200" (Opti-Sciences, Hudson, NH, USA), ενώ τέλος υπολογίστηκε και η μεταβολή (%) του λόγου 'νωπό/ξηρό βάρος' των φύλλων. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων (6 φυτά ανά μεταχείριση για κάθε υποκείμενο) βασίστηκε στην ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA), ενώ οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με το κριτήριο Duncan ($p\leq 0,05$).

Αποτελέσματα και Συζήτηση

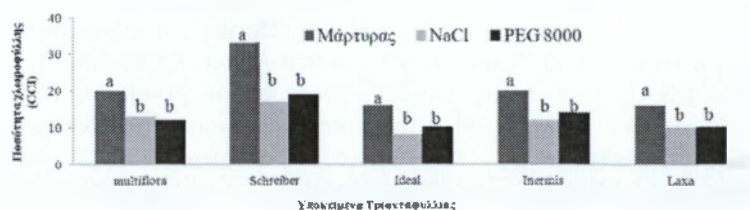
Όπως φαίνεται στο Σχήμα 1, η ποσότητα των σακχάρων δεν βρέθηκε να επηρεάζεται από τις καταπονήσεις, εκτός από το υποκείμενο *Rosa canina* 'Inermis' στο οποίο βρέθηκε σημαντική αύξηση των σακχάρων, ως μηχανισμός μείωσης του δυναμικού του κυττάρου για να αντιμετωπιστεί η καταπόνηση (Mohsenzadeh κ.ά., 2006). Βρέθηκε επίσης, πως οι καταπονήσεις αύξησαν τη διαρροή των ηλεκτρολυτών σε όλα τα υποκείμενα (Σχήμα 2), με το υποκείμενο *Rosa canina* 'Schreiber' να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη διαρροή εξαιτίας της καταστροφής των κυτταρικών μεμβρανών από την ισχυρή καταπόνηση (Dionisio & Tobita, 1998). Στο Σχήμα 3 φαίνεται η μείωση της ποσότητας της χλωροφύλλης από τις καταπονήσεις σε όλα τα υποκείμενα. Σύμφωνα με τους Bolla κ.ά. (2010), η μείωση της ποσότητας της χλωροφύλλης οφείλεται στην καταστροφή του φωτοσυνθετικού μηχανισμού των φύλλων των υποκειμένων. Τέλος, σε όλα τα υποκείμενα βρέθηκαν διαφορές στη μεταβολή (%) του λόγου 'νωπό/ξηρό βάρος' των φύλλων, εκτός από το υποκείμενο *Rosa canina* 'Inermis' στο οποίο δεν σημειώθηκαν διαφορές (Σχήμα 4).



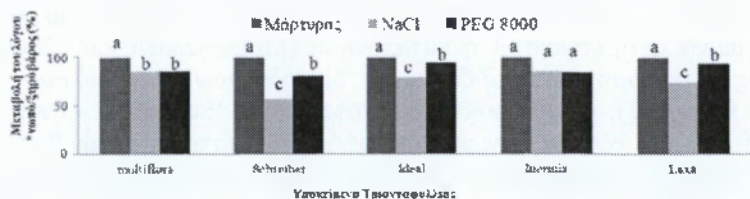
Σχήμα 1. Συγκέντρωση σακχάρων (στο ¼ φυλλικού δίσκου) στα διάφορα υποκείμενα τριανταφυλλιάς, ύστερα από 12 ημέρες καταπόνησης. Διαφορετικά γράμματα στις στήλες κάθε υποκειμένου δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).



Σχήμα 2. Διαρροή ηλεκτρολυτών (%) στα διάφορα υποκείμενα τριανταφυλλιάς, ύστερα από 12 ημέρες καταπόνησης. Διαφορετικά γράμματα στις στήλες κάθε υποκειμένου δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).



Σχήμα 3. Ποσότητα χλωροφύλλης στα διάφορα υποκείμενα τριανταφυλλιάς, ύστερα από 12 ημέρες καταπόνησης. Διαφορετικά γράμματα στις στήλες κάθε υποκειμένου δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).



Σχήμα 4. Μεταβολή (%) του λόγου 'νωπό/ξηρό βάρος' των φύλλων στα διάφορα υποκείμενα τριανταφυλλιάς, ύστερα από 12 ημέρες καταπόνησης. Διαφορετικά γράμματα στις στήλες κάθε υποκειμένου δηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Συμπεράσματα

Τα υποκείμενα *Rosa canina* 'Inermis' κυρίως και δευτερευόντως τα *R. multiflora* και *R. dumetorum* 'Laxa' φαίνεται να είναι σχετικώς ανθεκτικά στην αλατότητα. Τα υποκείμενα *R. canina* 'Schmids Ideal' και *R. canina* 'Schreiber' μπορούν να θεωρηθούν μάλλον ευαίσθητα. Ωστόσο, περισσότερη έρευνα απαιτείται για να μελετηθεί σε βάθος ο φυσιολογικός, βιοχημικός και μοριακός μηχανισμός της απόκρισης κάθε υποκειμένου.

Βιβλιογραφία

- Bolla, A., Voyiatzis, D., Koukourikou-Petridou, M. and Chimonidou, D. 2010. Photosynthetic parameters and cut-flow yield of rose "Eurored" (H.T.) are adversely affected by mild water stress irrespective of substrate composition. *Scientia Hort.* 126: 390-394.
- Breusegem, F., Vranová, E., Dat, J.F. and Inzé, D. 2001. The role of active oxygen species in plant signal transduction. *Rev. Plant Sci.* 161: 405-414.
- Dionisio-Sese, M.L. and Tobita, S. 1998. Antioxidants responses of rice seedlings to salinity stress. *Plant Sci.* 135: 1-9.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Div. Biochem.* 28: 350-356.
- Hu, Y. and Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168: 541-549.
- Mahajan, S. and Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Arch. Biochem. Biophys.* 444: 139-158.
- Mohsenzadeh, S., Malboobi, M.A., Razavi, K. and Farrahi-Aschtiani, S. 2006. Physiological and molecular responses of *Aeluropus lagopoides* (Poaceae) to water deficit. *Environ. Exp. Bot.* 56: 314-322.
- Niu, G., Rodriguez, D.S. and Aguiniga, L. 2008. Effect of saline water irrigation on growth and physiological responses of three rose rootstocks. *HortScience* 43: 1479-1484.
- Plaza, B.M. and Lao, M.T. 2006. Water management in ornamental crops. In: Teixeira da Silva, J.A. (ed.), *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology – vol. 3.* Global Science Books, UK. p. 1-19.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΑΡΔΕΝΙΑΣ

Γ. Τσανάκας¹, Α. Πολύδωρος² και Α. Οικονόμου¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Ανθοκομίας, Πανεπιστημιούπολη, 54124 Θεσσαλονίκη

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης Φυτών, Πανεπιστημιούπολη, 54124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Η γαρδένια (*Gardenia jasminoides* Ellis) είναι από τα σημαντικότερα καλλωπιστικά φυτά γλάστρας που καλλιεργούνται στην Ελλάδα. Είναι γνωστή στο εξωτερικό ως 'Ελληνική Γαρδένια' και παρά τη μεγάλη οικονομική σημασία που παρουσιάζει, μέχρι σήμερα δεν έχει πραγματοποιηθεί μοριακή ταυτοποίηση του γενετικού της υλικού. Στην παρούσα εργασία αναλύθηκαν 21 κλωνικά δείγματα γαρδένιας, τα οποία αξιολογήθηκαν ως προς τη γενετική τους παραλλακτικότητα κάνοντας χρήση 11 RAPD μοριακών δεικτών. Όλα τα δείγματα συγκρίθηκαν με την ποικιλία γαρδένιας 'Kimberly', η οποία χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας. Από την ενίσχυση PCR με τους 11 μοριακούς δείκτες, προέκυψαν συνολικά 81 ζώνες από τις οποίες οι 11 ήταν αποκλειστικές για κάποια δείγματα. Όταν έγινε σύγκριση του ιχνογραφήματος των ζωνών κάθε δείγματος προέκυψε πως οι κλώνοι της 'Ελληνικής Γαρδένιας' είχαν πολύ χαμηλή γενετική παραλλακτικότητα. Έτσι, σύμφωνα με τα ευρήματα μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα πως η 'Ελληνική Γαρδένια' είναι μία ποικιλία, με συμπαγές γενετικό υπόβαθρο και πολύ χαμηλή γενετική παραλλακτικότητα.

Λέξεις κλειδιά: μοριακοί δείκτες, πολυμορφισμός, DNA, *Gardenia jasminoides*, RAPD

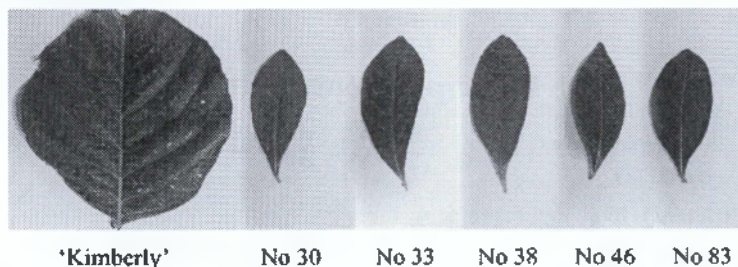
Εισαγωγή

Η γαρδένια, γνωστή ως 'Γαρδένια Πηλίου' στην εσωτερική αγορά και ως 'Ελληνική Γαρδένια' στις ανθαγορές της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είναι από τα σημαντικότερα καλλωπιστικά φυτά γλάστρας που καλλιεργούνται στην Ελλάδα. Ο Συνεταιρισμός Παραγωγών Γαρδένιας του Νομού Μαγνησίας είναι η μεγαλύτερη σύμπραξη ανθοπαραγωγών και παράγει φυτά γαρδένιας από μοσχεύματα κορυφής, ενώ διακινεί και μοσχεύματα σε άλλους παραγωγούς στην Ελλάδα και το εξωτερικό. Κάθε χρόνο παράγει περισσότερα από ένα εκατομμύριο φυτά σε γλάστρα, ενώ πραγματοποιεί εξαγωγές στην ΕΕ και σε άλλες χώρες. Μέχρι σήμερα πολλά καλλωπιστικά φυτά έχουν ταυτοποιηθεί φυλογενετικά με μοριακούς δείκτες και πλέον έχουν χαρτογραφηθεί πολλά από τα εμπορικά χαρακτηριστικά τους (Jurgens κ.ά., 2011). Πρόσφατα έχει στραφεί το ερευνητικό ενδιαφέρον στην αξιολόγηση της γενετικής παραλλακτικότητας της γαρδένιας, καθώς εκτός από την καλλωπιστική της χρήση θεωρείται και ένα πολύτιμο φαρμακευτικό φυτό, ειδικά στην παραδοσιακή κινεζική ιατρική (Qi κ.ά., 2012). Το ερευνητικό ενδιαφέρον εστιάζεται στη διάκριση των ειδών για λόγους συστηματικής κατάταξης (Criley κ.ά., 2008) ή για να μελετηθεί η φυτογεωγραφία αυτοφυών πληθυσμών της Κίνας (Han κ.ά., 2006, Han κ.ά., 2007a, Han κ.ά., 2007b, Lei κ.ά., 2009). Όσον αφορά στην καλλιεργούμενη γαρδένια, η γνώση μας είναι ελλιπής και περιορίζεται στη διάκριση ποικιλιών όπως είναι οι 'Kimberly', 'Veitchi', 'Kleim's hardy' κτλ και βασίζεται κυρίως σε μορφολογικά χαρακτηριστικά, ενώ τα φυτά διακινούνται ως "φυτά γαρδένιας" και όχι σύμφωνα με την ποικιλία.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της γενετικής παραλλακτικότητας και ο μοριακός χαρακτηρισμός της 'Ελληνικής Γαρδένιας'.

Υλικά και Μέθοδοι

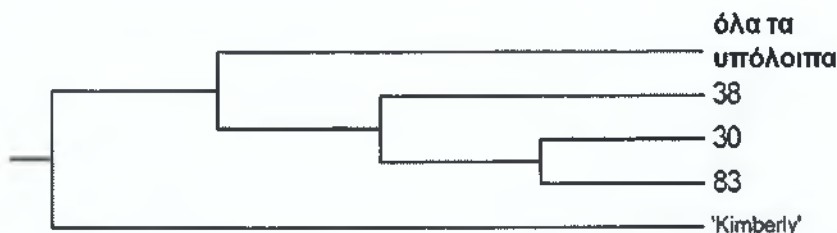
Συνολικά συλλέχθηκαν 21 δείγματα φύλλων από 21 διαφορετικά φυτά (ένα δείγμα ανά φυτό) από το φυτώριο του Συνεταιρισμού Παραγωγών Γαρδένιας. Τα φυτά έδειχναν να παρουσιάζουν μορφολογικές διαφορές στο μέγεθος και το σχήμα των φύλλων τους, ενώ όλα τα δείγματα συγκρίθηκαν με την εμπορική ποικιλία γαρδένιας 'Kimberly' (Εικόνα 1). Το DNA από κάθε δείγμα απομονώθηκε σύμφωνα με το CTAB πρωτόκολλο των Krizman κ.ά. (2006), η ανάλυση έγινε με τη μέθοδο της ενίσχυσης PCR (PCR amplification) και όλα τα δείγματα ελέγχθηκαν συνολικά για τους εξής 11 μοριακούς δείκτες RAPD: 1. ACCCGGTCAC, 2. CCCGCTACAC, 3. GGCCTGAGG, 4. TGCCGAGCTG, 5. TGCTGCAGGT, 6. CTCACCGTCC, 7. AGTCAGCCAC, 8. ACCCGGTCAC, 9. ACCCGGTCAC, 10. AGGTGACCGT, 11. CCCGCTACAC, οι οποίοι και χρησιμοποιήθηκαν ο καθένας εις διπλούν (ζεύγος). Τα προϊόντα που προέκυψαν από την PCR ηλεκτροφορήθηκαν σε πηκτή αγαρόζης (1%) και το μοριακό προφίλ κάθε δείματος αξιολογήθηκε με τη βοήθεια των προγραμμάτων "Gel Analyzer 2010", "GenAlEx 6.41" και "Mega 5.1". Για τον υπολογισμό της γενετικής παραλλακτικότητας πραγματοποιήθηκε υπολογισμός της γενετικής τους απόστασης και PCA ανάλυση (Peakall & Smouse, 2006), ενώ σχηματίστηκαν και το αντίστοιχο δενδρόγραμμα και PCA σχεδιάγραμμα.



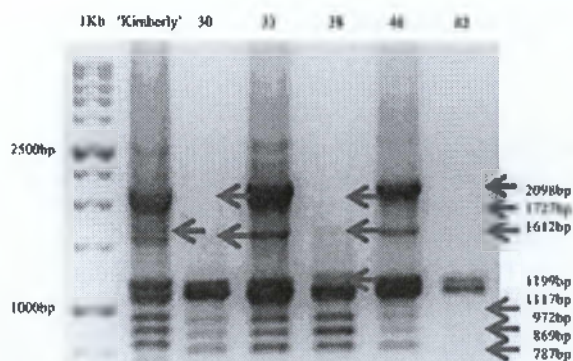
Εικόνα 1. Φύλλα γαρδένιας που διαφέρουν στο σχήμα και στο μέγεθος τους.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Σε όλους τους μοριακούς δείκτες σχηματίστηκαν ζώνες, ενώ οι δέκα εμφάνισαν πολυμορφισμό (Εικόνα 2). Συνολικά στους RAPD σχηματίστηκαν 81 ζώνες από τις οποίες οι 11 ήταν αποκλειστικές για κάποια δείγματα. Από τη σύγκριση των ζωνών προέκυψε πως τα δείγματα είχαν πολύ χαμηλή γενετική παραλλακτικότητα και ουσιαστικά προέρχονται από έναν κλώνο (Σχήμα 1), ο οποίος έχει πολλαπλασιαστεί μαζικά και διοχετεύθηκε στην ανθαγορά.

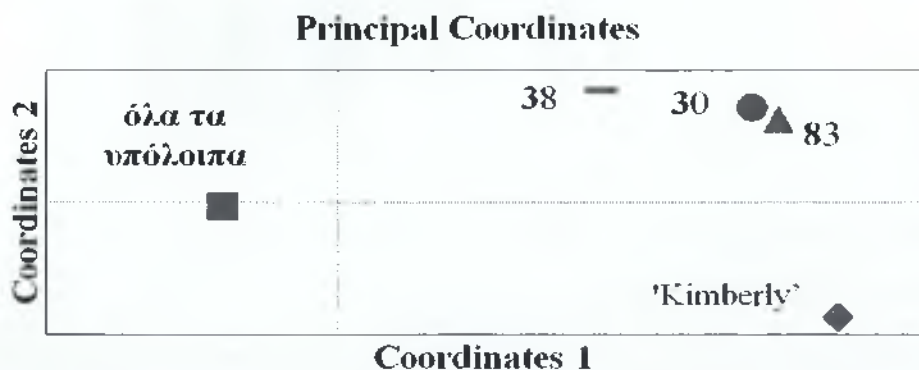


Σχήμα 1. Δενδρόγραμμα στο οποίο φαίνεται η γενετική απόσταση των δειγμάτων.



Εικόνα 2. Ενδεικτική πηκτή αгарόζης στην οποία φαίνονται οι διαφορές μεταξύ των δειγμάτων, για τον μοριακό δείκτη Νο 9. Με βέλη φαίνονται οι ζώνες με παραλλακτικότητα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, ο κυρίαρχος κλώνος ξεκάθαρα διαφέρει από την ποικιλία 'Kimberly' (Σχήμα 2) και στο μοριακό του προφίλ βρέθηκαν να διαφέρουν οι 18 από τις 21 ζώνες. Από τα δείγματα που αναλύθηκαν, συνολικά τρία βρέθηκαν να διαφέρουν από τα υπόλοιπα (No. 30, 38 και 83). Καθένα από αυτά τα δείγματα είχε το δικό του ιχνογράφημα ζωνών, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί παραλλαγή του κυρίαρχου κλώνου.



Σχήμα 2. Αποτελέσματα της ανάλυσης κυρίων συντεταγμένων (principal coordinates analysis - PCA) και κατανομή των δειγμάτων στους δύο άξονες.

Αυτή η πολύ χαμηλή παραλλακτικότητα που βρέθηκε σε μοριακό επίπεδο ερμηνεύεται από το γεγονός ότι η γαρδένια εμπορικά πολλαπλασιάζεται κυρίως με μοσχεύματα κορυφής και λιγότερο με ιστοκαλλιέργεια (Econoμου & Spanoudaki, 1986), η οποία μπορεί να συντελέσει στην αύξηση της παραλλακτικότητας. Τα φυτά του Συνεταιρισμού πιθανώς να προέκυψαν από τον ίδιο κλώνο που χρησιμοποιήθηκε ως μητρικό υλικό στο παρελθόν από κάποιο ή κάποια φυτώρια.

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα παραπάνω, συμπεραίνεται πως η 'Ελληνική Γαρδένια' ή αλλιώς 'Γαρδένια Πηλίου' είναι μια ποικιλία με συμπαγές γενετικό υπόβαθρο και πολύ χαμηλή παραλλακτικότητα, ενώ η πλειονότητα των φυτών που διακινούνται στην ανθαγορά και είναι ελληνικής προέλευσης φαίνεται να είναι στελέχη αυτού του κλώνου. Επίσης, τα

φυτά που φαίνεται να διαφέρουν μορφολογικά, συνήθως δεν διαφέρουν γενετικά. Ωστόσο, περισσότερη έρευνα απαιτείται ώστε να αναπτυχθούν νέοι μοριακοί δείκτες (π.χ. SSR) που να διερευνήσουν σε βάθος τη γενετική παραλλακτικότητα σε περισσότερα δείγματα και άλλους πληθυσμούς.

Βιβλιογραφία

- Bolla, A., Voyiatzis, D., Koukourikou-Petridou, M. and Chimonidou, D. 2010. Photosynthetic parameters and cut-flow yield of rose “Eurored” (H.T.) are adversely affected by mild water stress irrespective of substrate composition. *Scientia Hort.* 126: 390-394.
- Breusegem, F., Vranová, E., Dat, J.F. and Inzé, D. 2001. The role of active oxygen species in plant signal transduction. *Rev. Plant Sci.* 161: 405-414.
- Dionisio-Sese, M.L. and Tobita, S. 1998. Antioxidants responses of rice seedlings to salinity stress. *Plant Sci.* 135: 1-9.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Div. Biochem.* 28: 350-356.
- Hu, Y. and Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168: 541-549.
- Mahajan, S. and Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Arch. Biochem. Biophys.* 444: 139-158.
- Mohsenzadeh, S., Malboobi, M.A., Razavi, K. and Farrahi-Aschtiani, S. 2006. Physiological and molecular responses of *Aeluropus lagopoides* (Poaceae) to water deficit. *Environ. Exp. Bot.* 56: 314-322.
- Niu, G., Rodriguez, D.S. and Aguiniga, L. 2008. Effect of saline water irrigation on growth and physiological responses of three rose rootstocks. *HortScience* 43: 1479-1484.
- Plaza, B.M. and Lao, M.T. 2006. Water management in ornamental crops. In: Teixeira da Silva, J.A. (ed.), *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology – vol. 3.* Global Science Books, UK. p. 1-19.

ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΕΡΑΙΩΝΟΒΙΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Χ. Γεωργακοπούλου-Βογιατζή¹, Ο. Μπακιρτζή², Δ. Σωτηριάδης³ και Δ. Βογιατζής¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Οπωροκηπευτικών & Αμπέλου, Πανεπιστημιούπολη, 541 24 Θεσσαλονίκη

²ΥΠ.ΠΟΛ.ΑΘΛ., 9^η Εφορεία Βυζαντινών Αρχαιοτήτων, Θεσσαλονίκη

³Δήμος Θεσσαλονίκης, Αντιδημαρχία Περιβάλλοντος, Ποιότητας Ζωής και Ελεύθερων Χώρων

Περίληψη

Η ηλικία ώριμων και/ή αιωνόβιων δένδρων που χαρακτηρίζονται ως ‘ιστορικά’ μπορεί να υπολογισθεί με σχετική ακρίβεια με τη βοήθεια δύο μη καταστροφικών μεθόδων. Σύμφωνα με την πρώτη, μετράται η περίμετρος του κορμού (cm) και διαιρείται με τον Συντελεστή Ετήσιας Αύξησης (ΣΕΑ). Ο ΣΕΑ αντιπροσωπεύει την ετήσια αύξηση της περιμέτρου του κορμού, που οφείλεται στην περιοδική δράση του καμβίου. Σύμφωνα με τη δεύτερη μέθοδο η ηλικία του δένδρου προκύπτει με μέτρηση της διαμέτρου του κορμού (inch) που πολλαπλασιάζεται με συγκεκριμένο συντελεστή αύξησης. Με συνδυασμένη χρήση των δύο μεθόδων υπολογίσθηκε η ηλικία ιστορικών και άλλων αιωνόβιων δένδρων στην περιοχή της Θεσσαλονίκης, όπως πεύκων στον αυλόγυρο του Ι.Ν. Αγίας Σοφίας (55-75 έτη), πεύκων στον περιβάλλοντα χώρο του Λευκού Πύργου (90-100 έτη), καθώς και δένδρων σε κατάλοιπα κήπων στην παλιά συνοικία «των εξοχών» (σημερινή οδός Β. Όλγας), όπως πλάτανου (168 έτη), φτελιάς (98 έτη) και πεύκων στον αυλόγυρο της Νομαρχίας (Βίλα Αλλατίνη), (155-210 έτη).

Λέξεις κλειδιά: Συντελεστής ετήσιας αύξησης (ΣΕΑ), Μνημειακά δένδρα.

Εισαγωγή

Ένα δένδρο χαρακτηρίζεται ως ‘Ιστορικό’ όταν η παρουσία του συνδέεται με κάποιο ιστορικό γεγονός του τόπου ή με τοπικά έθιμα, συνήθειες και λαϊκές δοξασίες ή και απλά διότι με την παρουσία του παραπέμπει συνειρμικά σε μια ιδιαίτερη εποχή του εγγύς ή απώτερου παρελθόντος.

Δεν υπάρχουν ηλικιακά όρια που να χαρακτηρίζουν τα Ιστορικά δένδρα. Η ηλικία τους μπορεί να κυμαίνεται από μερικές δεκάδες έως αρκετές εκατοντάδες έτη και σε σπάνιες περιπτώσεις να υπερβαίνει και τα 1000 έτη.

Στην αγγλόφωνη βιβλιογραφία, δένδρα ιστορικής σημασίας και ηλικίας τουλάχιστον 150 ετών χαρακτηρίζονται ως ‘Υπεραιωνόβια’ δένδρα (Ancient Trees) και εάν, επιπλέον, έχουν περίμετρο κορμού μεγαλύτερη των 3,7 μέτρων (145 in.) χαρακτηρίζονται ως ‘Μνημειακά’ δένδρα (Veteran Trees) (White, 1998, Sutton, 2006).

Τα ιστορικά και υπεραιωνόβια δένδρα αποτελούν ζωντανούς μάρτυρες γεγονότων ή καταστάσεων που σημάδεψαν την κοινωνική, πολιτική και πολιτισμική ζωή των ανθρώπων και ως τέτοιοι πρέπει να προστατεύονται. Σε κοινωνίες με ανεπτυγμένη ιστορική και οικολογική συνείδηση, εκτός από την ειδική προστασία που απολαμβάνουν, τα δένδρα αυτά είναι και αντικείμενο μελέτης και καταγραφής σε ειδικά αρχεία με σύνδεση της ηλικίας τους με ιστορικά γεγονότα-σταθμούς της ιστορίας του τόπου ή και της παγκόσμιας ιστορίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι μια δρυς (English oak, *Quercus robur*), στην Ν-Α Αγγλία, ηλικίας 924 ετών, της οποίας το έτος φύτευσης (1082 μ.Χ.) συμπίπτει με την αποπεράτωση του Καθεδρικού Ναού του Rochester, επί βασιλείας Γουλιέλμου του Κατακτητή (Anon., 2012a).

Την τελευταία πενταετία άρχισε ο εντοπισμός, η καταγραφή και η μελέτη ιστορικών και αιωνόβιων δένδρων στην περιοχή της Θεσσαλονίκης (Γεωργακοπούλου-Βογιατζή κ.ά., 2013). Μέρος των αποτελεσμάτων της προσπάθειας αυτής παρουσιάζεται εδώ.

Υλικά και Μέθοδοι

Η ηλικία ώριμων και/ή αιωνόβιων δένδρων που χαρακτηρίζονται ως 'ιστορικά' μπορεί να υπολογισθεί με σχετική ακρίβεια με τη βοήθεια δύο μη καταστροφικών μεθόδων. Σύμφωνα με την πρώτη μετράται η περιμετρος του κορμού (cm) και διαιρείται με τον Συντελεστή Ετήσιας Αύξησης (ΣΕΑ) (Αποπ., 2012b, c, Sutton, 2006).

$$\text{Ηλικία (έτη)} = \frac{\text{περίμετρος κορμού (cm)}}{\text{ΣΕΑ}}$$

Ο ΣΕΑ αντιπροσωπεύει την ετήσια αύξηση της περιμέτρου του κορμού, που οφείλεται στην περιοδική δράση του καμβίου. Για την επιλογή του κατάλληλου ΣΕΑ λαμβάνονται υπόψη διάφορα στοιχεία όπως: η ταχύτητα και ο τρόπος αύξησης του συγκεκριμένου φυτικού είδους καθώς και οι εδαφοκλιματικές συνθήκες στο περιβάλλον του δένδρου. Ο ΣΕΑ κυμαίνεται μεταξύ 1,25 (φυτό σε φυτοσυστάδα) και 2,5 (μεμονωμένο φυτό).

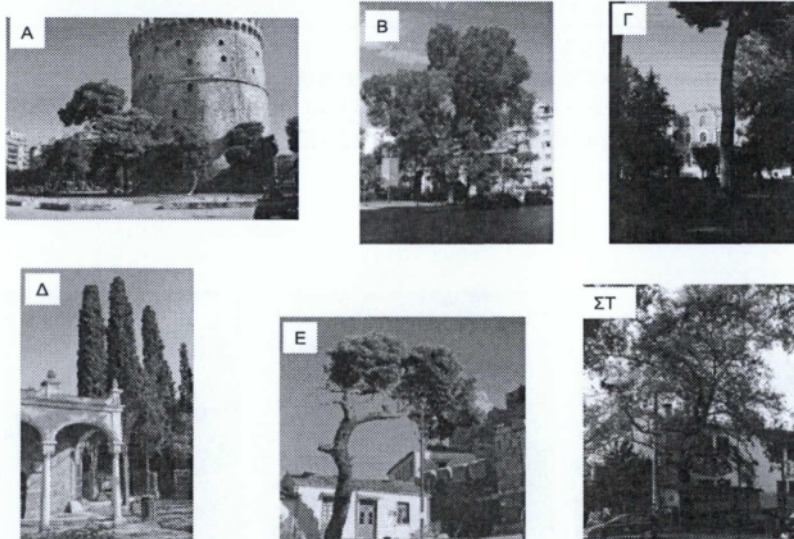
Σύμφωνα με άλλη μέθοδο η ηλικία του δένδρου προκύπτει από το γινόμενο της διαμέτρου (inches) επί έναν συντελεστή καθορισμένο για κάθε είδος δένδρου. (Jones et al., 2006, Dwyer, 2012, Nix, 2012).

$$\text{Ηλικία (έτη)} = \frac{\text{διάμετρος κορμού (in.)} \times \text{συντελεστής αύξησης}}{1}$$

Στην εργασία αυτή εφαρμόσθηκε βασικά η μέθοδος της περιμέτρου, επικουρούμενη στην επιλογή κατάλληλων συντελεστών αύξησης, από την μέθοδο της διαμέτρου.

Αποτελέσματα

Όλα τα δεδομένα των μετρήσεων και οι υπολογισθείσες ηλικίες των δένδρων δίδονται στον Πίν. 1. Μερικά από τα δένδρα φαίνονται στις Εικ. 1 και 2.



Εικόνα 1. (Α) Πεύκα Λευκού Πύργου, 90-100 ετών. (Β) Φτελιά Λαογραφικού Μουσείου, 130 ετών. (Γ) Πεύκα Βίλας Αλλατίνη, 150-210 ετών. (Δ) Κυπαρίσσια Μονής Βλατάδων, 92-125 ετών. (Ε) Πεύκο Επταπυργίου, 138 ετών. (ΣΤ) Πλάτανος οδ. Ολυμπιάδος, 160 ετών.

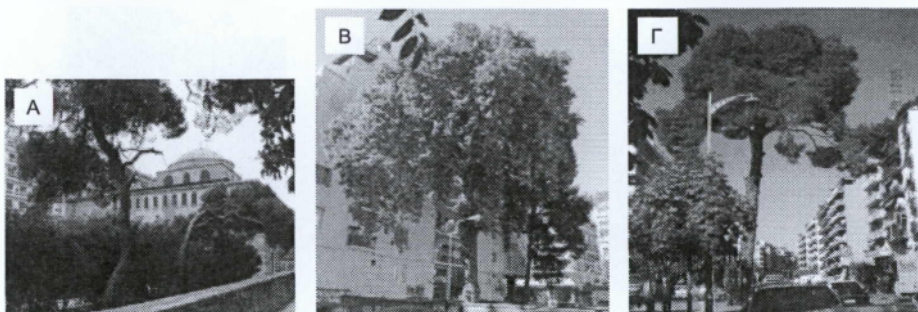
Πίνακας 1. Μετρήσεις περιφέρειας κορμού και υπολογισμός της ηλικίας ιστορικών και αιωνόβιων δένδρων στην περιοχή της Θεσσαλονίκης

Φυτικό είδος/Τοποθεσία	Περίμετρος κορμού (cm)* Ηλικία (έτη) και ΣΕΑ	Ηλικία (έτη)**
1. Πεύκα Αγίας Σοφίας	110/ 150/ 140 cm (: 2,0) 55/ 75/ 70 έτη	55-75
2. Πεύκα Λευκού Πύργου	200/ 190/ 180/ 200 cm (: 2,0) 100/ 95/ 90/ 100 έτη	90-100
3. Κατάλοιπα κήπων παλαιάς Συνοικίας των «Πύργων ή Εξοχών»		
α. Πλάτανος οδού Μαρτίου	420 cm (: 2,5)	168
β. Φτελιά Λαογραφικού Μουσείου	328 cm (: 2,5)	131
γ. Πεύκα κήπου Νομαρχίας	310/ 420 cm (: 2,0) 155/ 210 έτη	155-210
δ. Πεύκο οδ. Β. Όλγας	425 cm (: 2,0)	210
4. Κυπαρίσσια στον περιβάλλοντα χώρο βυζαντινών μνημείων (: 1,25)		
α. Μονή Βλατάδων	156/ 140/ 115 cm 125/ 112/ 92 έτη	92-125
β. Παναγία Χαλκέων	128/ 118 cm 102/ 94 έτη	94-102
5. Περιοχή Άνω Πόλης		
α. Πλάτανος οδ. Ολυμπιάδος	398 cm (: 2,5)	160
β. Πεύκο Επταπυργίου	256 cm (: 2,0)	168

* σε ύψος περίπου 1,4 m από το έδαφος.

** η ηλικία υπολογίστηκε κατά προσέγγιση και σύμφωνα με:

- α. μαρτυρίες για την φύτευση των δένδρων και φωτογραφίες εποχής.
- β. μέθοδο προσαρμοσμένη από Anon. (2012c), Sutton (2006) και Nix (2012).



Εικόνα 2. (Α) Πεύκα Αγίας Σοφίας, 55 – 75 ετών. (Β) Πλάτανος οδού Μαρτίου, 168 ετών. (Γ) Πεύκο στην γωνία Βασιλίσσης Όλγας και Μαρτίου, 210 ετών.

Συζήτηση

Ο υπολογισμός της ηλικίας των δένδρων έγινε κατά προσέγγιση και βασίστηκε στην μέθοδο της περιμέτρου (Sutton, 2006) σύμφωνα με την οποία ο Συντελεστής Ετήσιας Αύξησης (ΣΕΑ) προσαρμόζεται αναλόγως των συνθηκών αύξησης/ανάπτυξης. Επικουρικά ελήφθησαν υπόψη και συγκεκριμένοι συντελεστές αύξησης που χρησιμοποιούνται στην μέθοδο της διαμέτρου (Nix, 2012).

Σε ορισμένες περιπτώσεις, για την εκτίμηση της ηλικίας ελήφθησαν υπόψη και φωτογραφίες της εποχής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ο Λευκός Πύργος που σε φωτογραφίες της δεκαετίας 1910-1920 εμφανίζεται δίχως δένδρα, και επομένως τα πεύκα που τον περιβάλλουν σήμερα είναι ηλικίας μικρότερης των 90-100 ετών.

Στην πορεία της εργασίας έγινε εμφανές ότι τα περισσότερα αιωνόβια δένδρα (όσα διασώθηκαν από την βάρβαρη ανοικοδόμηση), εντοπίζονται σε περιοχές περιμετρικώς του αστικού/εμπορικού κέντρου της πόλης της Θεσσαλονίκης, ήτοι βορειώς της οδού Ολυμπιάδος (Ανω Πόλη) και νοτιώς/νοτιοανατολικώς της νοητής ευθείας που ενώνει τον Λευκό Πύργο με το Επταπύργιο (κατά μήκος του ανατολικού τείχους της πόλης), στη περιοχή των 'Πύργων ή Εξοχών'.

Η παντελής έλλειψη αιωνόβιων δένδρων από το κέντρο της πόλης προφανώς οφείλεται στο ότι η περιοχή αυτή απετέλεσε την «πυρκαϊστο ζώνη» στην μεγάλη πυρκαϊιά του 1917, με αποτέλεσμα την ολοκληρωτική καταστροφή οικοδομών και βλάστησης. Τυχόν διασωθέντα δένδρα πιθανώς θυσιάστηκαν στον βωμό της ανοικοδόμησης που ακολούθησε.

Βιβλιογραφία

- Anonymous 2012a. How to estimate the age of an oak. Information note. The Woodland Trust, Autumn Park, Grantham Lincolnshire U.K. www.wbrc.org.uk
- Anonymous 2012b. How to age a tree. www.uksafari.com
- Anonymous 2012c. Ancient Trees – How to measure and age them. Information note. Leicestershire County Council Environmental Resources Centre. www.lcics.gov.uk/ageing_trees-2.doc
- Γεωργακοπούλου-Βογιατζή, Χ., Μπακιρτζή, Όλ., Σωτηριάδης, Δ. και Βογιατζής, Δ. 2013. Ιστορικά δένδρα ως ζωντανές μαρτυρίες της εξέλιξης του αστικού τοπίου της Θεσσαλονίκης. Πρακτικά 25^{ου} Συνεδρίου ΕΕΕΟ 15 (β):111-114.
- Dwyer, J. 2012. What are the ages of trees in your neighborhood? The Morton Arboretum. www.mortonarb.org
- Jones, T Bowles, M. and Jones, M. 2006. Telling a tree's age. Field notes. www.mortonarb.org
- Nix, S. Estimating a tree's age – Noninvasive measurements that can determine the age of a tree. (www.forestry.about.com).
- Sutton, P. 2006. Ancient Trees: How to measure a tree – How to age a tree. www.woodland-trust/org.uk
- White, J. 1998. Estimating the age of large and veteran trees in Britain. Forestry Commission Information Note. Forestry Commission, Edinburgh, U.K.

NONINVASIVE METHODS FOR ESTIMATING THE AGE OF HISTORIC AND ANCIENT TREES – EXAMPLES FROM THE CITY OF THESSALONIKI

C. Georgakopoulou-Voyiatzi¹, O. Bakirtzi², D. Sotiriadis³ and D. Voyiatzis¹

¹*Aristotle University of Thessaloniki, School of Agriculture, Dept. of Horticulture*

²*Hellenic Ministry of Culture and Athletics, 9th Ephorate of Byzantine Antiquities, Thessaloniki*

³*Municipality of Thessaloniki, Directorate of Environment, Quality of Life and Parks*

Abstract

Ancient trees can be aged with relative accuracy by means of two noninvasive methods. According to the first, the age of the tree equals girth (trunk circumference in cm and at breast height), divided by a growth factor (Current Annual Increment – CAI) equal to 1.25 if tree in woodland and 2.5 if standing on its own. The CAI represents an annual perimeter growth increment due to cambium activity, and can be further adjusted, for more accuracy, taking into consideration supporting features such as growth attitude (fast-/slow-growing), written records, old maps and pictures, archeological remains etc. According to the second method the age is estimated as the product of trunk diameter (in inches) times a growth factor (GF) which fluctuates considerably among various authorities and therefore rendering this method less reliable. The age of some trees of historical value, located in the city of Thessaloniki and its environs, has been estimated, with the circumference method, and the results are presented in this paper.

Key words: Current annual increment (CAI), Veteran trees.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ *Sideritis athena* L. ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΦΥΤΟΔΩΜΑΤΟΣ

Α. Τασούλα¹, Μ. Παπαφωτίου¹ και Γ. Λιακόπουλος²

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, ¹Εργαστήριο Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ²Εργαστήριο Φυσιολογίας & Μορφολογίας Φυτών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Περίληψη

Με απώτερο στόχο τη χρήση Ελληνικής χλωρίδας στα φυτοδώματα, τη μείωση του βάρους τους, καθώς και της ποσότητας του απαιτούμενου νερού άρδευσης, διερευνήθηκε η επίδραση του είδους του υποστρώματος και της υδατικής καταπόνησης στην ανάπτυξη και φυσιολογία του *Sideritis athena* L. Σπορόφυτα φυτεύτηκαν Ιούλιο 2011 σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών σε δύο υποστρώματα ανάπτυξης βάθους 10 cm, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περγλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v) και όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, κάθε 5 ημέρες (κανονική) και κάθε 7 ημέρες (αραϊή). Το Σεπτέμβριο 2011 υπήρξε απώλεια πολλών σποροφύτων, οπότε αντικαταστάθηκαν όλα από έρριζα μοσχεύματα. Το ύψος και η διάμετρος των σποροφύτων κατά τους δύο μήνες καλλιέργειάς τους ευνοήθηκαν από το εδαφικό υπόστρωμα, ενώ δεν επηρεάστηκαν από τη συχνότητα άρδευσης. Το ύψος και η διάμετρος των έρριζων μοσχευμάτων μετά από ένα χρόνο καλλιέργειας (Σεπτ. 2012) είχαν δεν διέφεραν σημαντικά σε όλες τις επεμβάσεις, ενώ την Άνοιξη 2012 περισσότεροι βλαστοί καταγράφηκαν στο υπόστρωμα χωρίς έδαφος. Τον Αύγουστο 2012, αν και η αντίσταση των στοματιών (Rs) μια μέρα πριν την άρδευση ήταν αυξημένη στα φυτά και των δύο υποστρωμάτων υπό αραϊή άρδευση, εντούτοις η μέγιστη φωτοχημική ικανότητα (F_{PSII}) ήταν ικανοποιητική σε όλες τις επεμβάσεις. Επομένως, ο σιδερίτης είναι κατάλληλος για φυτοδώματα, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί το υπόστρωμα χωρίς έδαφος μειώνοντας σημαντικά το βάρος του φυτοδώματος, υπό αραϊή άρδευση διατηρώντας χαμηλά την υδατοκατανάλωση.

Λέξεις κλειδιά: Σιδερίτης, αυτοφυή, μειωμένη άρδευση, στοματική αντίσταση, φωτοσυνθετική ικανότητα, κομπόστα στεμφύλων

Εισαγωγή

Τα οφέλη που προκύπτουν από την εγκατάσταση φυτοδωμάτων στο αστικό περιβάλλον, είναι σημαντικά και πολλαπλά. Πολλοί ερευνητές μελετούν τη συμβολή των φυτοδωμάτων στη μείωση του φαινομένου της θερμικής αστικής νησίδας, (Bowler κ.ά., 2010, Mackey κ.ά., 2012), στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα (Velazquez, 2005), καθώς και στην εξοικονόμηση ενέργειας (Jaffal κ.ά., 2012). Παράλληλα, η διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης αυτοφυών ειδών στα αστικά φυτοδώματα, αποτελεί στόχο πολλών εργασιών τα τελευταία χρόνια (Benvenuti & Bacci, 2010, Nektarios κ.ά., 2011, Papafotiou κ.ά., 2012, 2013), καθώς είναι είδη ανθεκτικά στις τοπικές κλιματικές συνθήκες, και συμβάλλουν ταυτόχρονα στη βιοποικιλότητα (Cook-Patton & Bauerle, 2012) και αειφορία.

Ο *Sideritis athoa* L. (σιδερίτης, τσαΐ του Άθω ή βλάχικο τσαΐ) είναι πολυετής πόα που αυτοφύεται στον Άθω, την Πίνδο και στα ορεινά της Σαμοθράκης (Papanikolaou & Kokkini, 1982). Είναι φυτό πολύ ανθεκτικό στις αντίξοες καιρικές συνθήκες, ικανό να αξιοποιήσει ορεινές και προβληματικές περιοχές της χώρας μας (Γκολιάρης, 2009). Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η επίδραση του είδους του υποστρώματος και της υδατικής καταπόνησης στην ανάπτυξη και φυσιολογία του *S. athoa* L. σε φυτοδώμα με στόχο τη μείωση του βάρους της κατασκευής του φυτοδώματος και της ποσότητας του απαιτούμενου νερού άρδευσης,

Υλικά και Μέθοδοι

Σπορόφυτα *S. athoa* L. φυτεύτηκαν το 1^ο δεκαήμερο του Ιουλίου του 2011 σε πειραματικά τεμάχια 50 cm x 50 cm εγκατεστημένα σε πλήρως εκτεθειμένο δώμα του 1^{ου} ορόφου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Τα πειραματικά τεμάχια διαχωρίζονταν με ξύλινα κάθετα τοιχώματα και έφεραν σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος, ήτοι υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης, αποστραγγιστικό στοιχείο και διηθητικό φύλλο (ZinCo S.A.). Σε κάθε τεμάχιο φυτεύτηκαν δύο σπορόφυτα και κάθε επέμβαση του πειράματος είχε τέσσερα πειραματικά τεμάχια. Χρησιμοποιήθηκαν δύο υποστρώματα ανάπτυξης, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v, μάρτυρας) και όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Το βάθος του υποστρώματος ήταν 10 cm. Οι επεμβάσεις του πειράματος περιελάμβαναν τα δύο είδη υποστρώματος και δύο συχνότητες άρδευσης κατά τη θερινή περίοδο, ήτοι κάθε 5 ημέρες η κανονική και κάθε 7 ημέρες η αραιή. Η άρδευση γινόταν μέχρι απορροής, με αυτόματο σύστημα, με δύο επιφανειακούς σταλακτήρες ανά πειραματικό τεμάχιο. Έγινε μία εφαρμογή λίπανσης δύο εβδομάδες μετά την εγκατάσταση του πειράματος με πλήρες λίπασμα 20:20:20 (Nutrileaf 60). Επειδή το Σεπτέμβριο υπήρξε απώλεια πολλών σποροφύτων, μετά από ψεκασμό με εντομοκτόνο λόγω προσβολής από κάμπιες λεπιδοπτερόν, τον Οκτώβριο αντικαταστάθηκαν όλα τα σπορόφυτα από έρριζα μοσχεύματα *S. athoa*.

Η ανάπτυξη των σποροφύτων αξιολογήθηκε κατά την περίοδο Ιούλιος 2011–Σεπτέμβριος 2011, βάσει της τελικής μεταβολής του ύψους και της διαμέτρου των φυτών. Παρομοίως, η ανάπτυξη των μοσχευμάτων αξιολογήθηκε κατά την περίοδο Οκτώβριος 2011–Σεπτέμβριος 2012, βάσει της τελικής μεταβολής του ύψους και της διαμέτρου των φυτών. Επιπλέον, τον Απρίλιο 2012, μετρήθηκε ο αριθμός των πλάγιων βλαστών. Τον Αύγουστο 2012 μια ημέρα πριν από εφαρμογή άρδευσης, μετρήθηκε η στοματική αντίσταση φύλλου (Rs) σε δύο νεαρά πλήρως εκπτυγμένα φύλλα ανά φυτό, 10.00-12.00 π.μ., με πορόμετρο (AP4 Porometer, Delta-T devices). Επίσης μετρήθηκε η μέγιστη φωτοχημική ικανότητα (Φ_{PSII}) με φορητό μετρητή του φθορισμού της χλωροφύλλης (MINI-PAM, Portable Chlorometer, Walz, Effeltrich, Germany), με τον οποίο ελήφθησαν 8 μετρήσεις ανά επέμβαση, σε υγιή φύλλα του ίδιου σταδίου ανάπτυξης, με παρόμοια θέση στην κόμη του φυτού και παρόμοιο προσανατολισμό και έκθεση στο ηλιακό φως. Οι μετρήσεις πάρθηκαν πριν την ανατολή του ηλίου. Η ένταση φωτισμού του οργάνου ρυθμίστηκε άπαξ (ώστε τα επίπεδα φθορισμού βάσης να είναι εντός των ορίων τιμών που καθορίζει ο κατασκευαστής), στο $MI=6$ και η ενίσχυση του σήματος ρυθμίστηκε ανάλογα με τα επίπεδα φθορισμού βάσης κάθε φύλλου.

Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με μονοπαραγοντική ή διπαραγοντική ανάλυση της διασποράς και οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με Student's *t*, σε $P<0,05$.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Με βάση τις διπαραγοντικές αναλύσεις των αποτελεσμάτων, κατά την περίοδο Ιούλιος 2011–Σεπτέμβριος 2011, το υπόστρωμα με έδαφος επέφερε μεγαλύτερη τελική μεταβολή ύψους και διαμέτρου στα σπορόφυτα, ενώ η συχνότητα άρδευσης δεν επηρέασε την ανάπτυξή τους (Πίν. 1), όπως έχει δειχθεί και για άλλα ανθεκτικά στην ξηρασία είδη φυτών (Nektarios *et al.*, 2011, Παραφοτίου κ.ά., 2013). Η υψηλή περιεκτικότητα σε Κ της κομπόστας στεμφύλων (Παραφοτίου κ.ά., 2013) πιθανώς ήταν καθοριστική για την ανάπτυξη των φυτών, συντελώντας στο να ανταπεξέλθουν στις αντίξοες ξηροθερμικές συνθήκες του φυτοδώματος (Cakmak 2005).

Η τελική μεταβολή ύψους και διαμέτρου των έρριζων μοσχευμάτων, κατά την περίοδο Οκτώβριος 2011–Σεπτέμβριος 2012, δεν επηρεάστηκε από τους κύριους παράγοντες του πειράματος (Πίν. 1), παρ' ότι τον Απρίλιο 2012 ο αριθμός των πλάγιων βλαστών ήταν ελαφρώς μεγαλύτερος στο υπόστρωμα χωρίς έδαφος (Πίν. 2).

Πίνακας 1. Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητας άρδευσης και είδους υποστρώματος) στην τελική μεταβολή ύψους και διαμέτρου των σποροφύτων (Ιούλ. 2011–Σεπτ. 2011) και των έρριζων μοσχευμάτων (Οκτ. 2011–Σεπτ. 2012).

Επεμβάσεις	Τελική μεταβολή ύψους σποροφύτων (cm)	Τελική μεταβολή διαμέτρου σποροφύτων (cm)	Τελ. μεταβολή ύψους μοσχευμάτων (cm)	Τελ.μεταβ. διαμέτρου μοσχευμάτων (cm)
Φυποστρ.	*	*	NS	NS
Φάρδ.	NS	NS	NS	NS
Φυπ. Χ άρδ.	NS	NS	NS	NS
ε	2,18 a	5,2 a	9,4 a	23,6 a
χε	0,3 b	1,4 b	8,0 a	22,1 a
α	1,5 a	3,1 a	8,5 a	21,9 a
κ	0,8 a	3,5 a	9,0 a	23,8 a

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες ανά παράγοντα με LSD, $P \leq 0,05$.

Πίνακας 2. Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητας άρδευσης και είδους υποστρώματος) στον αριθμό των βλαστών τον Απρίλιο 2012, καθώς και στη στοματική αντίσταση (R_s) και στη μέγιστη φωτοχημική ικανότητα (Φ_{PSII}) μια μέρα πριν την άρδευση τον Αύγουστο 2012.

Επεμβάσεις	Αριθμός πλάγιων βλαστών (Απρίλιος 2012)	R_s (Αυγ. 2012 μια μέρα πριν την άρδευση) ($s \cdot cm^{-1}$)	Φ_{PSII} (Αυγ. 2012 μια μέρα πριν την άρδευση)
Φυποστρ.	*	NS	NS
Φάρδ.	NS	*	NS
Φυπ. Χ άρδ.	NS	NS	NS
ε	7,8 b	3,2 a	0,7914 a
χε	9,6 a	1,9 a	0,778 a
α	9,4 a	3,6 a	0,782 a
κ	7,9 a	1,5 b	0,788 a

ε = υπόστρωμα με έδαφος, χε = υπόστρωμα χωρίς έδαφος, α = αραιή άρδευση, κ = κανονική άρδευση.

Σύγκριση των μέσων στις στήλες ανά παράγοντα με LSD, $P \leq 0,05$.

Τον Αύγουστο 2012, αν και η αντίσταση των στοματιών ήταν αυξημένη στα φυτά και των δύο υποστρώματων υπό αραιή άρδευση (Πιν. 2), εντούτοις η μέγιστη φωτοχημική ικανότητα ήταν υψηλή σε όλες τις επεμβάσεις υποδηλώνοντας απουσία καταπόνησης της φωτοσυνθετικής συσκευής (Πιν. 2), σε συμφωνία με προηγούμενα αποτελέσματα που αφορούν στην καλλιέργεια άλλων ξηροφυτικών ειδών σε αστικό φυτοδόμα (Paparotiou κ.ά., 2012, Παπαναστασάτος κ.ά., 2013).

Συμπερασματικά, ο *S. athena* L. επιτυγχάνοντας ικανοποιητική εδαφοκάλυψη και αντέχοντας στις ξηροθερμικές συνθήκες της Αττικής, αποδείχθηκε κατάλληλο φυτό για αστικά φυτοδώματα. Ενδείκνυται η χρήση υποστρώματος Κομπόστας Στέμφυλων: Περγίτη: Ελαφρόπετρας, 3:3:4, v/v, με βάθος 10 cm και με άρδευση κάθε 7 ημέρες, εξασφαλίζοντας ελαφριά κατασκευή φυτοδώματος και μειωμένη υδατοκατανάλωση.

Βιβλιογραφία

- Benvenuti, S. and Bacci, D. 2010. Initial agronomic performances of Mediterranean xerophytes in simulated dry green roofs. *Urban Ecosyst.* 13: 349-363.
- Bowler, D.E., Buyung-Ali, L., Knight, T.M. and Pullin, A.S. 2010. Urban greening to cool towns and cities: a systematic review of the empirical evidence. *Landscape Urban Plan.* 97: 147-155.
- Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168: 521-530.
- Γκολιάρης Α. (2009). Καλλιέργεια, Αυτοφυή είδη και Βελτίωση στο Ελληνικό Τσάι του Βουνού (*Sideritis* L.). ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. Κέντρο Γεωργικής Έρευνας, Μακεδονίας – Θράκης, Τμήμα Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών, 57001 Θέρμη, Θεσ/νίκη.
- Cook-Patton, S.C. and Bauerle, T.L. 2012. Potential benefits of plant diversity on vegetated roofs: a literature review. *J. Environ. Mgt.* 106: 85-92.
- Jaffal, I., Ouldboukhitine, S.E. and Belarbi, R. 2012. A comprehensive study of the impact of green roofs on building energy performance. *Renew. Energ.* 43: 157-164.
- Mackey, C.W., Lee, X. and Smith, R.B. 2012. Remotely sensing the cooling effects of city scale efforts to reduce urban heat island. *Built. Environ.* 49: 348-358.
- Nektarios, P.A., Amountzias, I., Kokkinou, I. and Ntoulas, N. 2011. Green roof substrate type and depth affect the growth of the native species *Dianthus fruticosus* under reduced irrigation regimens. *Hortscience* 46: 1208-1216.
- Paparotiou, M., Pergialioti, N., Papanastassatos, E.A., Tassoula, L., Massas, I., and Kargas, G. 2012. Effect of Substrate Type and Depth and the Irrigation Frequency on Growth of Semiwoody Mediterranean species in Green Roofs. *Acta Hort.* 990: 481-486.
- Paparotiou, M., Pergialioti, N., Tassoula, L., Massas, I. and Kargas, G. 2013. Growth of native aromatic xerophytes in an extensive Mediterranean green roof, as affected by substrate type and depth, and irrigation frequency. *Hortscience* 48(10): 1327-1333.
- Scrivens, S. 1990. Urban landscape and roof gardens. In: Clouston, B. (ed.). *Landscape design with plants*. 2nd Ed. Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford, U.K., p. 131-151.
- Παπαναστασάτος Ε.Α. και Μ. Παπαφωτίου (2013). Επίδραση του είδους και του βάθους του υποστρώματος και της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη του *Origanum majorana* L. σε συνθήκες φυτοδώματος. Πρακτικά 25^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 15(β): 140-142.
- Papanikolaou, K. and Kokkini, S. 1982. A taxonomic revision of *Sideritis* L. section *Empedoclia* Rafin. *Benth. Labiatae in Greece*. *World crops: production utilization description* (7): 101-128.
- Velazquez, L.S. 2005. Organic Greenroof Architecture: Sustainable Design for the New Millenium Environmental Quality Management. 14(4): 73-85.

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ *Limoniastrum monopetalum* ΜΕ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ ΒΛΑΣΤΟΥ

Α. Ακουμιανάκη, Α. Ν. Μαρτίνη και Μ. Παπαφωτίου

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, Αθήνα 118 55

Περίληψη

Μοσχεύματα κορυφής βλαστού και πλάγιοι βλαστοί του *Limoniastrum monopetalum* την άνοιξη ριζοβόλησαν σε σχετικά υψηλότερο ποσοστό (73-85%) μετά από εμβάπτιση σε διάλυμα 2000 ή 3000 mg l⁻¹ IBA για 1 min, ανεξαρτήτως τύπου μοσχεύματος, από αυτά που εμβαπτίσθηκαν σε διάλυμα 1000 mg l⁻¹ IBA (64%) ή στο μάρτυρα χωρίς IBA (53%). Το καλοκαίρι, μοσχεύματα κορυφής και μέσης βλαστού ριζοβόλησαν σε υψηλότερο ποσοστό (44-50%) μετά από εμβάπτιση σε διάλυμα 1000 ή 2000 mg l⁻¹ IBA για 1 min σε σχέση με τους άλλους χειρισμούς και το μάρτυρα, ενώ την ίδια εποχή (καλοκαίρι) μοσχεύματα κορυφής που δέχθηκαν τους ίδιους χειρισμούς (1000 και 2000 mg l⁻¹ IBA) ριζοβόλησαν σε υψηλότερο ποσοστό (65% και 70%, αντίστοιχα) από αυτά της μέσης (22% και 31%, αντίστοιχα). Η χρήση σκόνης IBA για ποώδη/ ημιξυλώδη μοσχεύματα έδωσε χαμηλότερα ποσοστά ριζοβολίας (18%) σε σχέση με τα διαλύματα IBA (64-85%) ή το μάρτυρα (53%). Τα φυτάρια που παράχθηκαν από μοσχεύματα της άνοιξης επιβίωσαν σε υψηλό ποσοστό (90-100%) όταν μεταφυτεύθηκαν σε τύρφη-περλίτη 2:1 ή τύρφη-περλίτη-κομπόστα στεμφύλων. Μετά από τρεις μήνες, μακρύτερους βλαστούς είχαν τα φυτάρια σε τύρφη-περλίτη 2:1, που λιπαίνονταν ανά ενάμιση μήνα, καθώς και αυτά που είχαν παραχθεί από πλάγιους βλαστούς.

Λέξεις κλειδιά: ορμόνη ριζοβολίας, διάλυμα IBA, σκόνη IBA, τύπος μοσχεύματος, εποχή συλλογής

Εισαγωγή

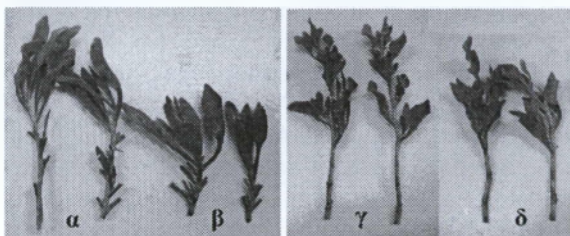
Το *Limoniastrum monopetalum* L. (Plumbaginaceae) είναι ένας πολύκλαδος, αειθαλής θάμνος παραθαλάσσιων περιοχών της Μεσογείου, ύψους μέχρι 1.5 m, με γλαυκόχροα, σαρκώδη φύλλα, και ρόδινα άνθη (Blamey & Grey-Wilson, 1993), ανθεκτικός στη ξηρασία, την αλατότητα και την ατμοσφαιρική ρύπανση. Θεωρείται ένα φαρμακευτικό αλόφυτο, το οποίο χρησιμοποιείται στην παραδοσιακή ιατρική ως αντι-δυσεντερικός παράγοντας (Trabelsi κ.ά., 2012). Έχουν μελετηθεί τα μορφολογοανατομικά χαρακτηριστικά και η ιστοχημεία του φυτού (Σπέντζα κ.ά., 2013b), η συγκέντρωση φαινολικών και οι βιολογικές δραστηριότητες διαφόρων οργάνων του (Trabelsi κ.ά., 2012), η ικανότητα αποικισμού του σε αλατούχα περιβάλλοντα ρυπασμένα από πετρέλαιο (Hussein & Terty, 2002), καθώς και η δυνατότητα χρήσης του για την αποκατάσταση διαταραγμένων εδαφών στα λατομεία της Νήσου Μήλου (Σπέντζα κ.ά., 2013a), σε παρόδια πρηνή (Παπαφωτίου κ.ά., 2007, Παραφοτίου κ.ά., 2010), αλλά και στη φυτοθεραπεία για την απομάκρυνση καδμίου και μολύβδου από μολυσμένες περιοχές (Manousaki κ.ά., 2014).

Με στόχο την αξιοποίηση του *L. monopetalum* ως καλλωπιστικό φυτό, ιδιαίτερα σε αλατούχα, ξηρά και διαταραγμένα εδάφη, όπως μπορεί να είναι εδάφη αρχαιολογικών χώρων της χώρας μας, στην παρούσα εργασία μελετήθηκε ο πολλαπλασιασμός του

είδους με μοσχεύματα, καθώς δε βρέθηκαν σχετικές πληροφορίες στη βιβλιογραφία, ώστε να διευκολυνθεί η εισαγωγή του στην ανθοκομική πράξη.

Υλικά και Μέθοδοι

Μοσχεύματα κορυφής βλαστού, μήκους 12 cm περίπου, και πλάγιοι κοντοί βλαστοί, μήκους 5-8 cm, που συλλέχθηκαν την άνοιξη (Εικ. 1α, β), καθώς και μοσχεύματα κορυφής βλαστού και μέσης, μήκους 15 και 10 cm, αντίστοιχα, που συλλέχθηκαν το καλοκαίρι από ώριμα μητρικά φυτά (Εικ. 1γ, δ), μεταχειρίστηκαν (εμβάπτιση της βάσης τους) με διαλύματα ορμόνης ριζοβολίας IBA συγκεντρώσεων 0, 1000, 2000 ή 3000 mg l⁻¹ IBA για 1 min, καθώς και με IBA υπό μορφή σκόνης επίτασης για πλώδη/ ημιζυλώδη (μαλακά) μοσχεύματα Routon DP (0.066% β/β IBA σε ταλκ, Συντονιστική Εταιρεία Γεωπονικών Επιχειρήσεων Α.Β.Ε.Ε.), και τοποθετήθηκαν σε υπόστρωμα τύρφης-περλίτη 1:1 (v/v) για ριζοβολία σε σύστημα υδρονέφωσης. Χρησιμοποιήθηκαν 20 μοσχεύματα ανά χειρισμό και τα ποσοστά ριζοβολίας τους εκτιμήθηκαν μετά από έξι εβδομάδες.



Εικόνα 1. Μοσχεύματα κορυφής βλαστού (α) και πλάγια μοσχεύματα (β) *L. monorpetalum*, που συλλέχθηκαν την άνοιξη, καθώς και μοσχεύματα κορυφής βλαστού (γ) και μέσης (δ), που συλλέχθηκαν το καλοκαίρι.

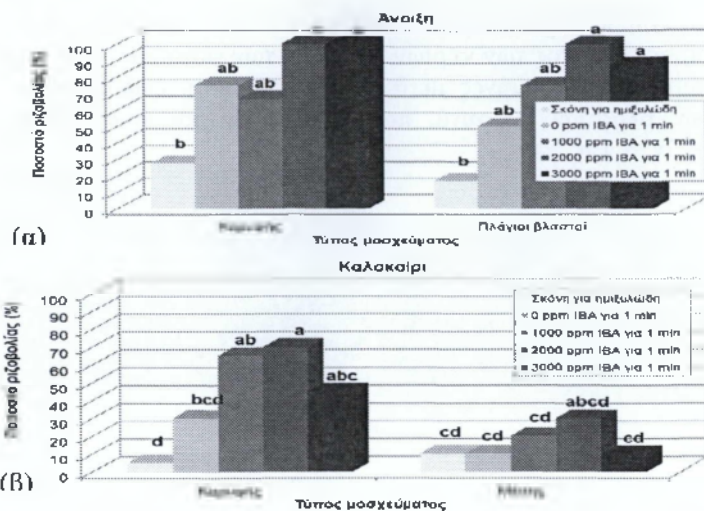
Τα φυτάρια που παράχθηκαν από μοσχεύματα κορυφής ή πλάγιων βλαστών την άνοιξη μεταφυτεύθηκαν είτε σε υπόστρωμα τύρφης-περλίτη 2:1 (v/v), και λιπαίνονταν: (Α) άπαξ μηνιαίως ή (Β) ανά ενάμιση μήνα με 4 g l⁻¹ πλήρες υδατοδιαλυτό λίπασμα (Nutrileaf 60, 20-20-20, Miller Chemical and Fertilizer Corp., Hanover PA, USA), είτε (Γ) σε υπόστρωμα τύρφης-περλίτη-κομπόστας στέμφυλων 1:1:1 (v/v), στα οποία δεν εφαρμόστηκε λίπανση, με στόχο την παρακολούθηση της ανάπτυξής τους. Μετρήσεις επί της ανάπτυξης των φυταρίων ελήφθησαν σε μηνιαία βάση επί τρεις μήνες.

Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με μονο- ή δι- παραγοντική ανάλυση της διασποράς, ενώ οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με την Tukey-Kramer HSD, $P=0,05$.

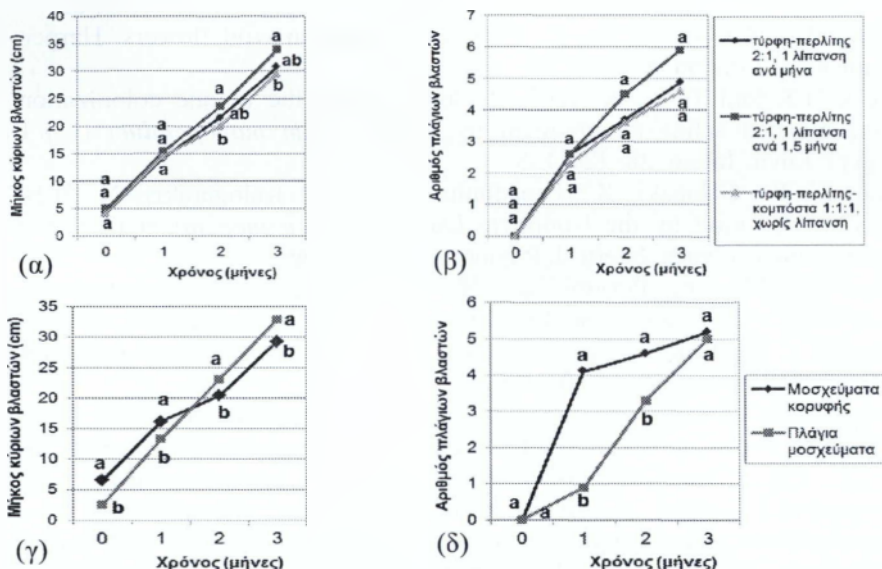
Αποτελέσματα και Συζήτηση

Σε όλες τις περιπτώσεις, η χρήση σκόνης IBA για μαλακά μοσχεύματα έδωσε πολύ χαμηλά ποσοστά ριζοβολίας, ακόμη και σε σύγκριση με το μάρτυρα (Σχ. 1α). Πιθανώς η παρατεταμένη έκθεση της βάσης του μοσχεύματος στο IBA να έδρασε παρεμποδιστικά. Στην περίπτωση της χρήσης διαλύματος IBA, την άνοιξη ο τύπος του μοσχεύματος (κορυφής ή πλάγιος βλαστός) δεν επέδρασε στο ποσοστό ριζοβολίας, το οποίο επηρεάστηκε μόνο από τη συγκέντρωση του IBA. Υψηλότερα ποσοστά ριζοβολίας επετεύχθησαν με 2000 ή 3000 mg l⁻¹ IBA (Σχ. 1α).

Μοσχεύματα κορυφής που συλλέχθηκαν το καλοκαίρι ριζοβόλησαν σε υψηλότερο ποσοστό μετά από εμβάπτιση σε διάλυμα 1000 ή 2000 mg l⁻¹ IBA σε σχέση με τα μοσχεύματα μέσης που έδωσαν σημαντικά μικρότερα ποσοστά στις ίδιες συγκεντρώσεις (Σχ. 1β). Τα μοσχεύματα σκληρού ξύλου του συγγενικού είδους *Plumbago capensis*, επίσης, επέδειξαν καλύτερα αποτελέσματα ριζοβολίας και βλαστητικής ανάπτυξης όταν μεταχειρίστηκαν με 1500 και 2000 mg l⁻¹ IBA (Abdulrahman & Faizy, 2013).



Σχήμα 1. Ποσοστά ριζοβολίας διαφόρων τύπων μωσχευμάτων του *L. monopetalum*, που συλλέχθηκαν την άνοιξη ($F_{\text{χειρισμού}}^{**}$, $F_{\text{μωσχεύματος}}^{NS}$, $F_{\text{χειρισμ. Χ μωσχ.}}^{NS}$) (α) ή το καλοκαίρι ($F_{\text{χειρισμού}}^{**}$, $F_{\text{μωσχεύματος}}^{**}$, $F_{\text{χειρισμ. Χ μωσχ.}}^{NS}$) (β), και μεταχειρίστηκαν με τις αναγραφόμενες επεμβάσεις ορμόνης ριζοβολίας IBA. **: σημαντικό σε επίπεδο $P=0,01$ και NS: μη σημαντικό σε επίπεδο $P=0,05$.



Σχήμα 2. Ανάπτυξη μωσχευμάτων Μαΐου του *Limoniastrum monopetalum*, αναφορικά με το υπόστρωμα μεταφύτευσης, (α) και (β), αντίστοιχα, και με τον τύπο του μωσχεύματος, (γ) και (δ), αντίστοιχα. Οι συγκρίσεις των μέσων κατά Tukey's HSD, $P=0,05$, έχουν γίνει ανά μήνα.

Τα φυτάρια γενικά, ανεξαρτήτως τύπου και χειρισμού, επιβίωσαν σε υψηλό ποσοστό (90-100%), τρεις μήνες μετά τη μεταφύτευση. Τα φυτάρια που είχαν μεταφυτευθεί σε υπόστρωμα τύρφης-περλίτη 2:1 και λιπαίνονταν μία φορά κάθε ενάμιση μήνα είχαν τελικά μεγαλύτερου μήκους βλαστούς από αυτά των άλλων χειρισμών (Σχ. 2α, Εικ. 2β), ενώ δε διέφεραν ως προς τον αριθμό των πλάγιων που εκπύχθηκαν (Σχ. 2β, Εικ. 2β).

Τα φυτάρια που παράχθηκαν από πλάγιους βλαστούς, ανεξαρτήτως χειρισμού, υπερέχουν ως προς το μήκος των κύριων βλαστών των φυταρίων που παράχθηκαν από μοσχεύματα κορυφής τρεις μήνες μετά τη μεταφύτευση, ενώ παρήγαγαν παρόμοιο αριθμό πλάγιων βλαστών με αυτά, παρόλο που αρχικά η αντίδρασή τους ήταν πτωχότερη (Σχ. 2γ, δ, Εικ. 2).



Εικόνα 2. Χαρακτηριστική ανάπτυξη μοσχευμάτων κορυφής βλαστού και πλάγιων βλαστών του *Limoniastrum monopetalum* ένα μήνα (α) και τρεις μήνες (β) μετά τη μεταφύτευση, όπου: Α) Τύρφη-Περλίτης 1:1, λίπανση/ μήνα, Β) Τύρφη-Περλίτης 1:1, λίπανση/ 1.5 μήνα και Γ) Τύρφη-Περλίτης-Κομπόστα Στεμφύλων 1:1:1, χωρίς λίπανση.

Βιβλιογραφία

- Abdulrahman, Y.A. and Faizy, H.S. 2013. Effect of wounding and different concentrations of indole butyric acid (IBA) on rooting of hard wood cuttings of *Plumbago capensis* plant. Journal Tikrit Univ. For Agri. Sci. 13: 360-365.
- Blamey, M. and Grey-Wilson, C. 1993. Mediterranean wild flowers. Harper Collins Publishers, London, p. 172-173.
- Hussein, H.S. and Terry, N. 2002. Phytomonitoring the unique colonization of oil-contaminated saline environment by *Limoniastrum monopetalum* (L.) Boiss in Egypt. Envir. Intern. 28: 127-135.
- Manousaki, E., Galanaki, K., Papadimitriou, L. and Kalogerakis, N. 2014. Metal phytoremediation by the halophyte *Limoniastrum monopetalum* (L.) Boiss: Two contrasting ecotypes. Intern. J. Phytorem. 16: 755-769.
- Παπαφωτίου Μ. και Ραφαηλίδης, Ν. 2007. Διερεύνηση της ανάπτυξης του *Limoniastrum monopetalum* Boiss. σε σχέση με το ύψος φύτευσης του σε παρόδιο πρανές. Πρακτικά 22^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών, 12(β): 103-106.
- Ραφαφωτίου Μ., Voreakou, M., Rafailidis, N. and Katsojianni, S. 2010. The Effect of Planting Level at an Urban Road Slope on Plant Growth. Acta Hort. 881: 335-338.
- Σπέντζα, Ρ-Π., Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου, Α. και Αργυροκαστρίτης, Ι. 2013α. Συγκριτική μελέτη ανάπτυξης του *Limoniastrum monopetalum* σε διάφορα υποστρώματα για αποκατάσταση διαταραγμένων εδαφών της Νήσου Μήλου. Πρακτικά 25^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών, 15(β): 101-103.
- Σπέντζα, Ρ-Π., Ακουμιανάκη-Ιωαννίδου, Α. και Φασσέας, Κ. 2013β. Μορφολογoανατομικά χαρακτηριστικά και ιστοχημεία του *Limoniastrum monopetalum*. Πρακτικά 25^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών, 15(β): 98-100.
- Trabelsi, N., Falleh, H., Abdelly, C., Daly, A.B, Hajlaoui, H., Smaoui, A., Abdelly, C. and Ksouri, R. 2012. Variation of phenolic composition and biological activities in *Limoniastrum monopetalum* L. organs. Acta Physiol. Plant. 34: 87-96.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ *IN VITRO* ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ ΤΗΣ *Anthyllis barba-jovis*

Γ. Βλάχου και Μ. Παπαφωτίου

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

Περίληψη

Διερευνήθηκε η δυνατότητα μικροπολλαπλασιασμού του είδους *Anthyllis barba-jovis* με έκφυτα που ελήφθησαν από *in vitro* ανεπτυγμένα σπορόφυτα. Η αρχική εγκατάσταση και πρώτη υποκαλλιέργεια έγινε με επιτυχία σε στερεό υπόστρωμα MS με 1,0 mg l⁻¹ BA. Στη δεύτερη υποκαλλιέργεια ελέγχθηκε η επίδραση του είδους της κυτοκινίνης, BA ή ZEAT, σε συγκέντρωση 1,0 mg l⁻¹, καθώς και η απουσία φυτορρυθμιστικής ουσίας (υπόστρωμα μάρτυρας) στη βλαστογένεση. Το ποσοστό βλαστογένεσης ήταν 100% και στα τρία υποστρώματα. Υψηλότερη παραγωγή βλαστών (3,5-3,9 βλαστοί/έκφυτο) και μέσο μήκος βλαστών (2,4-2,1 cm) παρατηρήθηκε στα υποστρώματα με 1,0 mg l⁻¹ ZEAT ή BA αντίστοιχα, ενώ μεγαλύτερος αριθμός κόμβων (1,8 κόμβοι/βλαστό) παρατηρήθηκε στο υπόστρωμα με 1,0 mg l⁻¹ ZEAT. Όμως η παρουσία κυτοκινίνης είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό υπερενυδατωμένων βλαστών σε ποσοστό 25% στο υπόστρωμα με BA που αυξήθηκε σε 45% στο υπόστρωμα με ZEAT. Στο υποστρώματα χωρίς φυτορρυθμιστική ουσία προκλήθηκε ριζοβολία σε υψηλό ποσοστό (75%). Κατά τη φάση του πολλαπλασιασμού της *A. barba-jovis* ενδείκνυται η χρήση BA σε συγκέντρωση 1,0 mg l⁻¹.

Λέξεις κλειδιά: μικροπολλαπλασιασμός, ιστοκαλλιέργεια, αυτοφυή ως καλλωπιστικά, ανθυλλίς, κυτοκινίνες.

Εισαγωγή

Η *Anthyllis barba-jovis* (Ανθυλλίς ή «Γενειάδα του Δία» στη Γαλλική) είναι ένας πολυετής θάμνος που απαντάται ως αυτοφυές φυτό σε βραχώδεις θέσεις, σε παραθαλάσσιες Μεσογειακές-Παραμεσόγειες περιοχές (Καββάδας, 1956, Pignatti, 1992, Southon, 1994, Paradis, 1997, Biondi κ.ά, 2000), καθώς και στη Βόρειο Αφρική, με υψηλή ανθεκτικότητα στην αλατότητα, την ξηρασία και τους ανέμους. Τα φύλλα είναι πτερωτά, περιττόληκτα (9-19), μικρού μεγέθους (3-5 cm), τριχωτά πράσινου χρώματος στην επάνω επιφάνεια και γκρι στην κάτω. Τα ωχροκίτρινα άνθη εμφανίζονται σε μακρόμισχες πολυανθείς επάκριες ή μασχαλιαίες κεφαλές. Η ανθοφορία κλιμακώνεται από το Μάιο έως και τον Ιούνιο ανάλογα με το υψόμετρο (Καββάδας, 1956). Το κύριο χαρακτηριστικό του φυτού είναι η ανθεκτικότητα του υπέργειου μέρους στις δυσμενείς καιρικές συνθήκες και τους δυνατούς θαλάσσιους αλμυρούς ανέμους, γι' αυτό και ενδείκνυται για την κάλυψη παραθαλάσσιων πρανών (Tutin κ.ά, 1972, Motta, 1992, Biondi, 2007). Η αξιοποίησή του θα μπορούσε να επεκταθεί στη χρήση του ως καλλωπιστικού φυτού, ιδιαίτερα σε βραχώκηπους, αλλά και σε αρχαιολογικούς χώρους δεδομένου ότι κατά την αρχαιότητα η ανθυλλίς είχε σημαντική παρουσία λόγω της χρήσης της ως φαρμακευτικό φυτό, καθώς και για την κατασκευή σαρώθρων (Pistelli κ.ά, 2007). Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση των κυτοκινινών ZEAT και BA στον *in vitro* πολλαπλασιασμό του είδους.

Υλικά και Μέθοδοι

Σπόροι *A. barba-jovis* από αυτοφυή φυτά του Υμηττού, χρησιμοποιήθηκαν για την εγκατάσταση *in vitro* καλλιέργειας, αφού απολυμάνθηκαν υπό ανάδευση για 15 min, με υδατικό διάλυμα 15% χλωρίνης εμπορίου (4,6% w/v NaClO) το οποίο περιείχε 0,1% Tween 20 (προσκολλητική ουσία, Polyoxyethylene(20)sorbitan Monolaurate, Merck), τοποθετήθηκαν για βλάστηση *in vitro* σε τρυβλία Petri, με στερεό (8 g l⁻¹ agar) υπόστρωμα αλάτων MS μισής δύναμης, με 20 g l⁻¹ σακχαρόζη εμπορίου και pH 5,6-5,7, σε θερμοκρασία 20 °C.

Η εγκατάσταση *in vitro* καλλιέργειας έγινε από έκφυτα κορυφής, που ελήφθησαν από δύο νεαρά *in vitro* ανεπτυγμένα σπορόφυτα, σε υπόστρωμα MS με 30 g l⁻¹ σακχαρόζη και 1,0 mg l⁻¹ BA. Για την παραγωγή βλαστών, ακολούθησε υποκαλλιέργεια εκφύτων κορυφής στο ίδιο υπόστρωμα. Στη δεύτερη υποκαλλιέργεια ελέγχθηκε η επίδραση του είδους της κυτοκινίνης, BA ή ZEAT, σε συγκέντρωση 1,0 mg l⁻¹, καθώς και η απουσία φυτορρυθμιστικής ουσίας στη βλαστογένεση.

Σε κάθε περίπτωση η επώαση των εκφύτων έγινε στους 25 °C και φωτοπερίοδο 16 h με ένταση φωτισμού 37,5 μmol m⁻² s⁻¹ προερχόμενη από λαμπτήρες φθορισμού και το pH των υποστρωμάτων ρυθμίστηκε στο 5,6-5,7 πριν την αποστείρωση στους 121 °C για 20 min. Οι μετρήσεις ελήφθησαν 40 ημέρες μετά την καλλιέργεια.

Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με τη δοκιμασία του *F* και η σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων έγινε με Student's *t* test σε επίπεδο σημαντικότητας *P*=0,05.

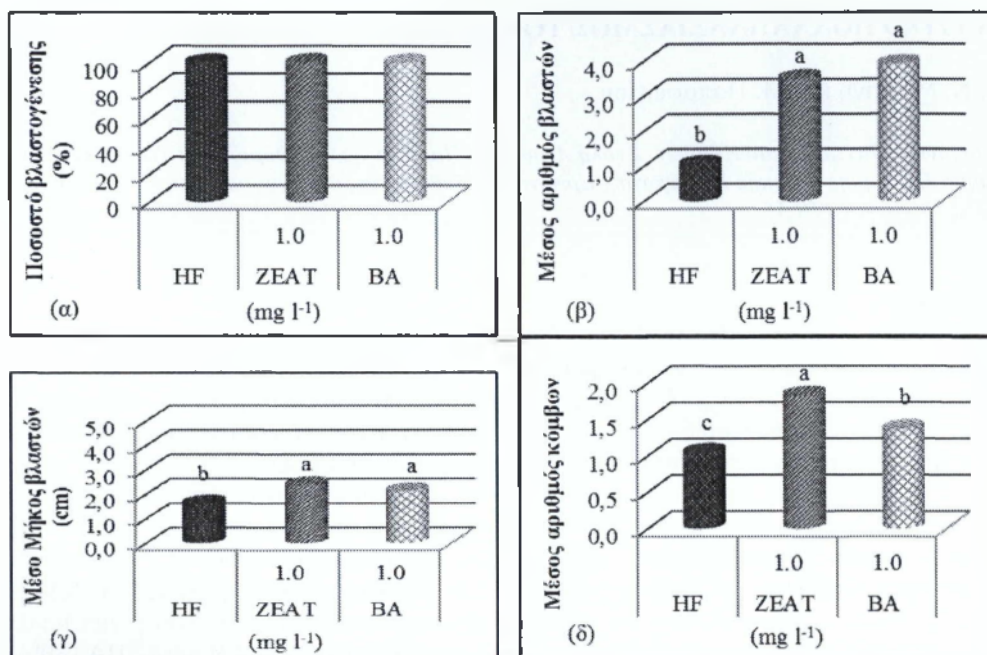
Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η εγκατάσταση της αρχικής καλλιέργειας έγινε με επιτυχία με χρήση εκφύτων κορυφής από σπορόφυτα. Το ποσοστό βλαστογένεσης ήταν 100%, ο μέσος αριθμός βλαστών 2,3 και το μέσο μήκος 0,9 cm. Στην πρώτη υποκαλλιέργεια που ακολούθησε για παραγωγή βλαστών το ποσοστό βλαστογένεσης διατηρήθηκε υψηλό (92%), και σχηματίστηκαν 4,0 βλαστοί ανά έκφυτο με μέσο μήκος 1,4 cm.

Στη δεύτερη υποκαλλιέργεια έκφυτα κορυφής που μεταφέρθηκαν από υπόστρωμα MS με 1,0 mg l⁻¹ BA σε υπόστρωμα MS χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες καθώς και με κυτοκινίνη ZEAT ή BA, σε συγκέντρωση 1,0 mg l⁻¹ διατήρησαν το υψηλό ποσοστό βλαστογένεσης (100%) και στα τρία υποστρώματα (Σχ. 1 α). Υψηλότερη παραγωγή βλαστών και μέσο μήκος βλαστών παρατηρήθηκε στα υποστρώματα με κυτοκινίνη, ανεξάρτητα είδους, ενώ μεγαλύτερος αριθμός κόμβων παρατηρήθηκε στο υπόστρωμα με ZEAT (Σχ. 1 β, γ, δ). Η παρουσία κυτοκινίνης είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό υπερενυδατωμένων βλαστών κατά 25% στο υπόστρωμα με BA και 45% στο υπόστρωμα με ZEAT. Υψηλά ποσοστά υπερενυδάτωσης έχουν παρατηρηθεί και σε άλλα ξηροφυτικά είδη όπως η *Globularia alypum* L. (Bertsouklis κ.ά, 2003) και η *Lithodora zahni* (Parafotiou & Kalantzis, 2009). Στο υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες προκλήθηκε ριζοβολία σε υψηλό ποσοστό (75%).

Συμπεράσματα

Για τον μικροπολλαπλασιασμό της *A. barba-jovis* ενδεικνύεται η χρήση BA σε συγκέντρωση 1,0 mg l⁻¹, καθώς εξασφαλίζει υψηλή δυναμικότητα για συνέχιση της καλλιέργειας και παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού, με μειωμένα προβλήματα υπερενυδάτωσης σε σχέση με τη ZEAT. Πραιτέρω διερεύνηση απαιτείται, για την εξάλειψη του φαινομένου της υπερενυδάτωσης.



Σχήμα 1. Αντίδραση εκφύτων κορυφής *A. barba-jovis* κατά τη φάση του πολλαπλασιασμού των καλλιεργειών *in vitro* σε υπόστρωμα MS χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες (HF) ή με 1,0 mg l⁻¹ ZEAT ή BA. Σύγκριση των μέσων με LSD, $P=0,05$

Βιβλιογραφία

- Bertsouklis, K., Papafotiou, M. and Balotis, G. 2003. Effect of medium on *in vitro* growth and *ex vitro* establishment of *Globularia alypum* L. Acta Hort. 616: 177-180.
- Biondi, E. 2007. Thoughts on the ecology and syntaxonomy of some vegetation typologies of the Mediterranean coast. Fitosociol. 44(1): 3-10.
- Biondi, E., Vagge, I., Mossa, L. 2000. On the phytosociological importance of *Anthyllis barba-jovis* L. Coll. Phytosoc. XXVII: 95-104.
- Καββάδας, Δ. 1956. Βοτανικό Φυτοπαθολογικό Λεξικό - τόμος Δ, Αθήνα. p. 478-481.
- Motta, F. 1992. Nel Mondo della Natura, Enciclopedia di Scienze Naturali - vol. 1, F. Motta (Ed), Milano.
- Paradis, G. 1997. Observations sur l'espe`ce rare et prote`ge`e *Anthyllis barba-jovis* L. (Fabaceae) en Corse: description de ses stations et phytosociologie. J. Bot. Soc. Bot. Fr. 4: 33-44.
- Papafotiou M. and Kalantzis A. 2009. Studies on *in vitro* propagation of *Lithodora zahnii*. Acta Hort. 813: 465-470.
- Pignatti, S. 1992. Flora d'Italia. Bologna: Edagricole - vol. 1.
- Pistelli, L., Noccioli, C., Bertoli, A., Scapecchi, G. and Potenza, D. 2007. Chemical composition and volatile constituents of *Anthyllis barba-jovis*. Nat. Prod. Res. 21(5): 418-425.
- Southon, I.W. 1994. Phytochemical Dictionary of the Leguminosae - vol. 1. Chapman & Hall, London.
- Tutin, G.T., Heywood, V., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. 1972. Flora Europaea - vol. 4. Cambr. Uni. Press, Cambridge.

IN VITRO ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ *Limoniastrum monopetalum* L.

Α. Ν. Μαρτίνη και Μ. Παπαφωτίου

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Ιερά Οδός 75, Αθήνα 118 55

Περίληψη

Έκφυτα κορυφής βλαστού του *Limoniastrum monopetalum* που συλλέχθηκαν άνοιξη και καλοκαίρι εγκαταστάθηκαν *in vitro* σε υψηλά ποσοστά (81% και 100%, αντίστοιχα). Κατά την αρχική καλλιέργεια εκφύτων που συλλέχθηκαν το καλοκαίρι σε υπόστρωμα MS που περιείχε 1.0 mg l⁻¹ BA παράχθηκαν περισσότεροι βλαστοί ανά έκφυτο (7,1) από ότι στο υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες (1,0) ή αυτό με 1,0 mg l⁻¹ zeatin (2,2), ενώ πιο μακριοί ήταν οι βλαστοί στο υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες (3,3 cm). Στο υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες και σε αυτό με zeatin σχηματίστηκαν, επίσης, ρίζες σε υψηλό ποσοστό (95% και 69%, αντίστοιχα). Κατά την υποκαλλιέργεια, σε MS με διάφορες συγκεντρώσεις BA (0,5-4,0 mg l⁻¹), βλαστοί σχηματίστηκαν σε σχετικά υψηλότερο ποσοστό στο υπόστρωμα με 0.5 mg l⁻¹ BA (100%) και σε χαμηλότερο ποσοστό στο υπόστρωμα με 4,0 mg l⁻¹ BA (80%). Τα έκφυτα που καλλιεργήθηκαν στο υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες δε σχημάτισαν πλάγιους βλαστούς, μόνο επιμηκύνθηκαν και σχημάτισαν ρίζες σε ποσοστό 87%. Αναφορικά με τα υποστρώματα που περιείχαν BA, σε αυτό με 0,5 mg l⁻¹ BA σχηματίστηκαν οι περισσότεροι (8,5) και οι πιο μακριοί βλαστοί (0,8 cm), ενώ με αύξηση της συγκέντρωσης BA μειωνόταν ο αριθμός και το μήκος των παραγόμενων βλαστών. Μικροβλαστοί που καλλιεργήθηκαν σε υποστρώματα με 0,5-4,0 mg l⁻¹ IBA ριζοβόλησαν σε υψηλότερα ποσοστά (88-100%) και σχημάτισαν περισσότερες ρίζες ανά μικροβλαστό (3,4-7,6) συγκριτικά με το μάρτυρα χωρίς IBA (43% και 1,6, αντίστοιχα), ενώ το μήκος των ριζών ήταν μεγαλύτερο στο μάρτυρα (2,1 cm) σε σχέση με τα υποστρώματα που περιείχαν IBA (0,5-0,9 cm). Το 88% των φυταρίων εγκλιματίστηκε επιτυχώς σε *ex vitro* συνθήκες.

Λέξεις κλειδιά: μικροπολλαπλασιασμός, υποκαλλιέργεια, ριζοβολία, εγκλιματισμός, BA, zeatin, αυτοφυή καλλωπιστικά

Εισαγωγή

Το *Limoniastrum monopetalum* L. (Plumbaginaceae) είναι ένας ανθεκτικός, πολύκλαδος αειθαλής θάμνος, ύψους έως 1,5 m, που αυτοφύεται σε παραθαλάσσιες περιοχές της Ν. Ελλάδας και σε αρκετά νησιά του Αιγαίου, καθώς και σε όλες τις παραμεσόγειες χώρες (Καββαδάς, 1956; Blamey & Grey-Wilson, 1993). Χάρη στα ιδιαίτερα σαρκώδη γλαυκά φύλλα του και στην εντυπωσιακή ρόδινη ανθοφορία του κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, χρησιμοποιείται ως καλλωπιστικό φυτό, ενώ έχει και φαρμακευτικές ιδιότητες ως αντι-δυσεντερικό (Trabelsi κ.ά, 2012).

Πολλά είδη της οικογένειας Plumbaginaceae, που έχουν επίσης φαρμακευτικές ιδιότητες και βρίσκονται σε απειλούμενη κατάσταση, έχουν πολλαπλασιαστεί *in vitro*, όπως τα *Plumbago zeylanica* (Sahoo & Debata, 1998, Selvakumar κ.ά, 2001, Lubaina κ.ά, 2011), *Limonium cavanillesii* (Amo-Marco & Ibañez, 1998) και *Limonium wrightii* (Huang κ.ά, 2000).

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε ο *in vitro* πολλαπλασιασμός του είδους για την ευρύτερη αξιοποίησή του ως καλλωπιστικό φυτό.

Υλικά και Μέθοδοι

Έκφυτα κορυφής βλαστού, δύο συνήθως κόμβων, μήκους 1,5 cm περίπου, συλλέχθηκαν την άνοιξη από ενήλικα φυτά *Limoniasstrum monopetalum* και καλλιεργήθηκαν σε στερεό (8 g l⁻¹ άγαρ) υπόστρωμα MS (Murashige & Skoog, 1962) με 30 g l⁻¹ σακχαρόζη και 1,0 mg l⁻¹ BA, αφού πρώτα απολυμάνθηκαν επιφανειακά με διάλυμα χλωρίνης εμπορίου (30%) για 10 min. Πραγματοποιήθηκε και δεύτερη συλλογή εκφύτων το καλοκαίρι, τα οποία καλλιεργήθηκαν σε τρία διαφορετικά υποστρώματα MS, ήτοι χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες ή με 1,0 mg l⁻¹ BA ή zeatin.

Από την καλλιέργεια που εγκαταστάθηκε την άνοιξη, μετά από μία υποκαλλιέργεια σε MS με 1,0 mg l⁻¹ BA, ελήφθησαν ολόκληροι βλαστοί, μήκους 0,5-0,7 cm, ως έκφυτα και καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα MS με διάφορες συγκεντρώσεις BA (0,5, 1,0, 2,0 ή 4,0 mg l⁻¹), καθώς και σε υπόστρωμα χωρίς BA (μάρτυρας).

Βλαστοί, μήκους 0,8-1,0 cm, τοποθετήθηκαν για ριζοβολία σε υπόστρωμα μισής δύναμης MS με 20 g l⁻¹ σακχαρόζη και διάφορες συγκεντρώσεις IBA (0,0, 0,5, 1,0, 2,0 ή 4,0 mg l⁻¹).

Το pH των υποστρωμάτων ρυθμίστηκε στο 5,7 πριν την αποστείρωση στους 121 °C για 20 min. Η επώαση των εκφύτων έγινε στους 25 °C και 16 h φωτοπερίοδο υπό 37,5 μmol m⁻² s⁻¹ λευκού φωτός.

Για εγκλιματισμό *ex vitro*, τα φυτάρια μεταφυτεύθηκαν σε δοχεία με υπόστρωμα τύρφης-περλίτη 1:1 (v/v) και παρέμειναν στο θάλαμο σταθερών συνθηκών για μία εβδομάδα, πριν τη μεταφορά τους σε πάγκο θερμοκηπίου.

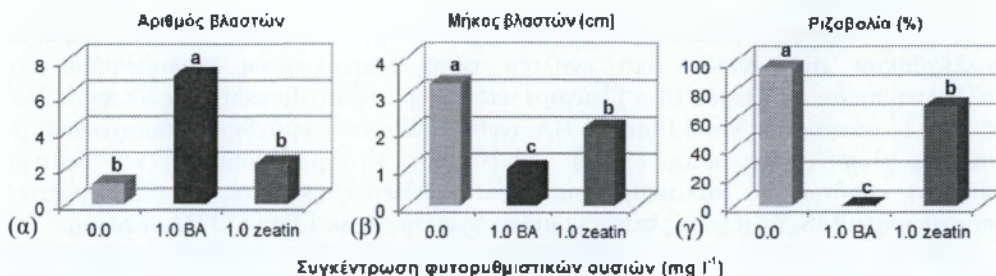
Χρησιμοποιήθηκε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων εξετάστηκε με τη δοκιμασία του *F* και οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με την Tukey-Kramer HSD, *P*=0,05.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

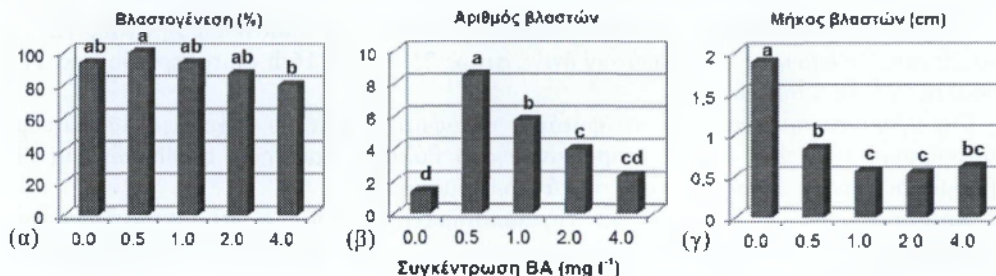
Κατά την αρχική καλλιέργεια, την άνοιξη, τα έκφυτα μολύνθηκαν σε μέτριο ποσοστό (25%). Το 81% των εκφύτων αντέδρασε δίνοντας 2,6 βλαστούς ανά έκφυτο μέσου μήκους 1,3 cm. Το καλοκαίρι, το ποσοστό των μολύνσεων ήταν ακόμη χαμηλότερο (16%) και όλα τα έκφυτα σχημάτισαν βλαστούς στα υποστρώματα που δοκιμάστηκαν. Στο υπόστρωμα που περιείχε BA παράχθηκαν οι περισσότεροι βλαστοί ανά έκφυτο (Σχ. 1α), ενώ το μήκος των βλαστών ήταν μεγαλύτερο στα έκφυτα που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες (Σχ. 1β, Εικ. 1α). Στο υπόστρωμα χωρίς φυτορρυθμιστικές ουσίες και σε αυτό με zeatin σχηματίστηκαν, επίσης, ρίζες σε υψηλό ποσοστό, κάτι που δε συνέβη με τα έκφυτα που καλλιεργήθηκαν με BA (Σχ. 1γ).

Κατά την υποκαλλιέργεια, το υψηλότερο ποσοστό σχηματισμού βλαστών μετρήθηκε στα έκφυτα που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με 0,5 mg l⁻¹ BA και το χαμηλότερο σε αυτά στο υπόστρωμα με 4,0 mg l⁻¹ BA (Σχ. 2α). Τα έκφυτα που καλλιεργήθηκαν στο μάρτυρα δε σχημάτισαν πλάγιους βλαστούς (Σχ. 2β), μόνο επιμηκύνθηκαν (Σχ. 2γ) και ριζοβόλησαν σε ποσοστό 87% σχηματίζοντας 2,3 ρίζες ανά βλαστό, μέσου μήκους 2,5 cm (Εικ. 1β). Αναφορικά με τα υποστρώματα που περιείχαν BA, σε αυτό που περιείχε 0,5 mg l⁻¹ BA σχηματίστηκαν οι περισσότεροι και οι πιο μακρινοί βλαστοί, ενώ με αύξηση της συγκέντρωσης BA μειωνόταν ο αριθμός και το μήκος των παραγόμενων βλαστών (Σχ. 2, Εικ. 1β). Υψηλότερος ρυθμός πολλαπλασιασμού των βλαστών σε χαμηλές συγκεντρώσεις BAP (0,1-0,5 mg l⁻¹) έχει επίσης αναφερθεί για το *Limonium cavanillesii* (Amo-Marco & Ibañez, 1998), ενώ και

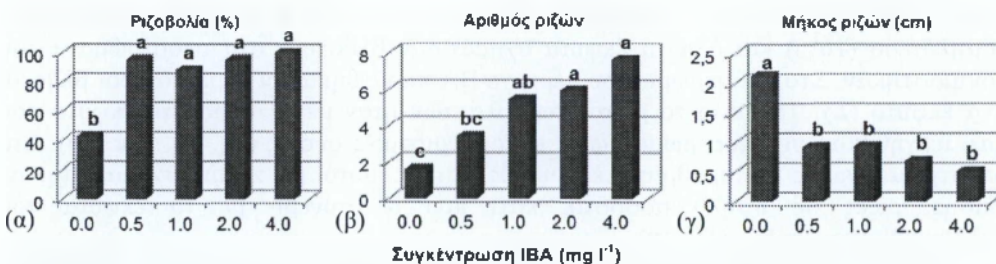
στο *Plumbago zeylanica* ο πολλαπλασιασμός των βλαστών έγινε με 0,25-1,0 mg l⁻¹ BA (Sahoo & Debata, 1998).



Σχήμα 1. Μέσος αριθμός (α) και μέσο μήκος (cm) βλαστών (β), καθώς και ποσοστά ριζοβολίας (%) (γ), κατά την αρχική καλλιέργεια εκφύτων του *L. monoretaium* σε υποστρώματα MS με τις αναγραφόμενες συγκεντρώσεις φυτορρυθμιστικών ουσιών.



Σχήμα 2. Ποσοστό σχηματισμού βλαστών (%) (α), μέσος αριθμός (β) και μέσο μήκος (cm) βλαστών (γ), που παράχθηκαν κατά την υποκαλλιέργεια εκφύτων του *L. monoretaium* σε υποστρώματα MS με τις αναγραφόμενες συγκεντρώσεις BA.

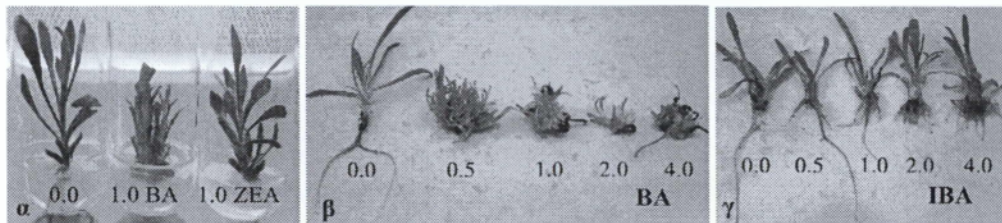


Σχήμα 3. Ποσοστό ριζοβολίας (%) (α), μέσος αριθμός (β) και μέσο μήκος (cm) ριζών (γ), κατά την καλλιέργεια βλαστών του *L. monoretaium* σε υποστρώματα με τις αναγραφόμενες συγκεντρώσεις IBA.

Στα υποστρώματα που περιείχαν IBA παρατηρήθηκαν υψηλότερα ποσοστά ριζοβολίας (Σχ. 3α) και σχηματίστηκαν περισσότερες ρίζες ανά μικροβλαστό (Σχ. 3β, Εικ. 1γ) συγκριτικά με το μάρτυρα χωρίς IBA. Το αντίθετο συνέβη με το μήκος των ριζών που ήταν μεγαλύτερο στο μάρτυρα σε σχέση με τα υποστρώματα με IBA (Σχ. 3γ, Εικ. 1γ). Αύξηση της συγκέντρωσης του IBA οδήγησε σε αύξηση της παραγωγής κάλου (Εικ. 1γ) και του αριθμού των παραγόμενων ριζών (Σχ. 3β, Εικ. 1γ), ενώ το μήκος τους μειώθηκε (Σχ. 3γ, Εικ. 1γ). Υψηλά ποσοστά *in vitro* ριζοβολίας έχουν

καταγραφεί και για άλλα φυτά της ίδιας οικογένειας, όπως το *Plumbago zeylanica* (Sahoo & Debata, 1998), το *Limonium cavanillesii* (Amo-Marco & Ibañez, 1998) και το *Limonium wrightii* (Huang κ.ά, 2000).

Τα φυτάρια εγκλιματίστηκαν *ex vitro* σε υψηλό ποσοστό (88%), όπως και άλλα είδη της οικογένειας Plumbaginaceae (Amo-Marco & Ibañez, 1998, Sahoo & Debata, 1998, Huang κ.ά, 2000, Selvakumar κ.ά, 2001, Lubaina κ.ά, 2011).



Εικόνα 1. Χαρακτηριστική αντίδραση κατά την αρχική *in vitro* καλλιέργεια (α), την υποκαλλιέργεια (β) και την *in vitro* ριζοβολία (γ) του *L. monopetalum* σε υποστρώματα με τις αναγραφόμενες συγκεντρώσεις φυτορρυθμιστικών ουσιών (mg l^{-1}).

Βιβλιογραφία

- Καββαδάς, Δ.Σ. 1956. Εικονογραφημένο βοτανικό φυτολογικό λεξικό - τόμος V, Αθήνα. p. 2385.
- Amo-Marco, J.B. and Ibañez, M.R. 1998. Micropropagation of *Limonium cavanillesii* Erben, a threatened statice from inflorescence stems. J. Plant Growth Regul. 24: 49-54.
- Blamey, M. and Grey-Wilson C. 1993. Mediterranean wild flowers. Harper Collins Publishers, London. p. 172-173.
- Huang, C.L., Hsieh, M.T., Hsieh, W.C. Sarage, A.P. and Tsay, H.S. 2000. *In vitro* propagation of *Limonium wrightii* Ktze. (Plumbaginaceae), an ethnomedical plant, from shoot-tip, leaf- and inflorescence- node explants. In vitro Cell. Dev. Biol.-Plant 36: 220-240.
- Lubaina, A.S., Nair, G.M. and Murugan, K. 2011. Shoot multiplication and direct organogenesis of an important medicinal plant *Plumbago zeylanica* L. (Plumbaginaceae). J. Res. Biol. 6: 424-428.
- Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15: 473-497.
- Trabelsi, N., Falleh, H., Abdelly, C., Daly, A.B, Hajlaoui, H., Smaoui, A., Abdelly, C. and Ksouri, R. 2012. Variation of phenolic composition and biological activities in *Limonium monopetalum* L. organs. Acta Physiol. Plant. 34: 87-96.
- Sahoo, S. and Debata, B.K. 1998. Micropropagation of *Plumbago zeylanica* Linn. J. Herbs, Spices Med. Plants 5: 87-93.
- Selvakumar, V., Anbudurai, P.R. and Balakumar, T. 2001. *In vitro* propagation of the medicinal plant *Plumbago zeylanica* L. through nodal explants. In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant 37: 280-284.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ

Συγγραφέας	Σελίδα
Aldred D.	129
Ebert G.	248
Knezevic S.	305
Magan N.	228, 232
Majumder D.A.N.	452
Rees R.M.	36
Αβράμης Π.-Ζ.	472
Αγγελάκη Μ.	272, 435, 439, 443
Αγγελοπούλου Μ.	215
Αγραφιώτη Μ.	379
Αθανασίου Σ.	282
Ακουμιανάκη- Ιωαννίδου Α.	260, 278, 375, 379, 419, 431, 456, 460, 489
Ακουμιανάκης Κ.	53, 71, 78, 83
Αλεξόπουλος Α.	48, 53, 71, 78, 83, 211, 215, 219, 244, 248, 305
Αλέτρας Ν.	367
Αναστασόπουλος Δ.	244
Ανδρουτσόπουλος Α.	310
Ανδρώνης Ε.	129
Αντωνάκος Δ.	137
Αντωνόπουλος Δ.Φ.	223
Αποστολίδης Ε.	292
Ασημακοπούλου Α.	21, 31, 66, 161
Βαβουλίδου Ε.	149, 153, 157
Βαρζάκας Θ.	211, 215
Βέμμος Σ.	322
Βερβερίδης Φ.	89, 240
Βισίλια Α.Μ.	288, 292
Βλαχοστέργιος Δ.	172
Βλάχου Γ.	415, 419, 423, 431, 448, 493
Βογιατζής Δ.	265, 353, 480
Βουρναδάκη Π.	26
Γαλάνης Δ.	407
Γεωργακοπούλου- Βογιατζή Χ.	353, 480
Γεωργιάδη Π.	185, 195, 199
Γκίζας Γ.	203
Γκλιοπούλου Φ.	165
Γκίργκις Μ.	149, 153, 157
Γκούμας Δ.	89, 240, 464
Γκούντινα Σ.	169, 207
Γουμενάκη Ε.	97, 101
Γουντουδάκη Στ.	93
Δάλλας Α.	60
Δαφέρμος Ν.	101
Δημάκης Π.	358
Δημητρούλης Ν.	219

Δήμου Δ.	133, 203
Δούμα Δ.	15, 133
Δροσινού Ε.	240
Ζακυνθινός Γ.	211
Ζαχαράκη Δ.	145
Θεοδωράκογλου Σ.	272
Θεοδωροπούλου Μ.	211
Θεοχαρόπουλος Σ.	149, 153, 157
Ιωάννου Χ.	297
Καββαδίας Β.	125, 137, 141, 145, 149, 153, 157
Καλαβρουζιώτης Ι.	125
Καλαθός Α.	107
Καλαϊτζής Π.	255
Καλογερόπουλος Π.	21, 31, 66, 161
Καμπέρη Ε.	345
Κανάκης Α.	107
Κανέλλου Η.	305, 383, 387, 391, 395
Καναδάκης Π.	112
Κανταρτζής Α.	349, 358, 363, 367
Καραμαλάκη Ε.	97
Καραμουσαντάς Δ.	215
Καρανίσα Θ.	71, 78
Καραπάνος Ι.	53, 60, 71, 78, 83, 219
Καριπίδης Χ.	15, 203
Καρράς Γ.	133, 236
Καρράς Σ.	71, 211, 215, 244, 305
Κάρτσωνας Ε.Δ.	244, 305, 337
Κασαμπαλής Δ.	169, 207
Κασελάκη Α.	228, 232
Κασμερίδου Ο.	265, 472
Κατσανεβάκη Ε.	435
Κατσιρντάκη Ο.	464
Κατσούλας Ν.	117
Καψάλη Θ.	399
Κεφαλοπούλου Ρ.	411
Κέφη Α.	236
Κίττας Κ.	117
Κομνίτσας Κ.	145
Κονσολάκης Γ.	129
Κοντοπούλου Χ.Κ.	36
Κορίκη Α.	125, 137, 141, 211
Κοτσίρης Γ.	310
Κουγιουμτζόγλου Σ.	439
Κουκοπούλου Χ.	443
Κουκουλάκης Π.	125
Κουκουνάρας Α.	165, 169, 207
Κουτσούρης Α.	278, 379
Κουφάκης Θ.	169, 207
Κρασσακόπουλος Α.	244, 248
Κριτσιμάς Α.	133, 203

Κρομμύδας Κ.Σ.	42
Κυριακοπούλου Σ.	211, 215
Κύρκας Δ.	133
Κώστας Σ.	265, 272, 435, 439, 443, 472
Κωστούλα Ο.	133, 203, 236
Κώτσιρας Α.	107, 219, 244, 248
Λαγωγιάννης Ι.	93
Λαμπράκη Ε.	236
Λαμπροπούλου Ε.	215
Λιακόπουλος Γ.	260, 315, 456, 468, 485
Λιόπα-Τσακαλίδη Α.	215
Λουλακάκης Κ.	129, 228, 232
Λύκας Χ.	297, 328
Λυκοσκούφης Ι.	107, 112, 177, 181
Λύρα Δ.	305, 383, 387, 391, 395
Μανιουδάκη Μ.Ε.	255
Μανουσόπουλος Ι.Ν.	93
Μανωλοπούλου Ε.	48, 66, 161
Μαρτίνη Α.Ν.	322, 419, 427, 431, 452, 489, 496
Μαυρογιαννόπουλος Γ.	112, 181
Μενδώνη Ε.	185, 195, 199
Μηλιώνης Χ.	244
Μουρούτογλου Χ.	107, 248, 305
Μουστάκας Μ.	460
Μπακέα Μ.	203, 236
Μπακιρτζή Ο.	353, 480
Μπαλαντινάκη Ε.	89, 240
Μπαλτζάκης Ι.	228, 232
Μπαρούχας Π.	460
Μπερτσουκλής Κ.	332, 415, 423, 452
Μπιλάλης Δ.	36
Μπινιάρη Κ.	332
Μπιτιβάνος Σ.	244
Μπλέτσος Φ.Α.	42
Νάστα Ο.	260,456
Νεκτάριος Π.Α.	305, 310, 399
Νηφάκος Κ.	21, 31, 66, 161, 244, 248, 305
Νικολάου Σ.	83
Νικολάου Χ.	117
Νικολοπούλου Α.Ε.	260, 456
Νικολούδη Α.	21, 31
Νόνη Φ.	141
Ντάτση Γ.	26
Ντούλα Μ.	145, 149, 153, 157
Ντούλας Ν.	305, 399
Ξηρογιάννης Γ.	125
Ξυνιάς Ι.	211
Οικονόμου Α.	255, 265, 272, 435, 439, 443, 472, 476
Οικονόμου Φ.	305, 383, 387, 391, 395
Παναγιωτοπούλου Σ.Α.	223

Πανταζή Β.	15
Παπαδημητρίου Μ.	464
Παπαδόπουλος Ι.	172
Παπαδοπούλου Α.	349, 358, 363, 367
Παπαδοπούλου Α.	349, 358, 363, 367
Παπαθανασίου Φ.	172
Παπανδρέου Ν.	83
Παπαφωτίου Μ.	292, 305, 315, 322, 332, 371, 383, 387, 391, 395, 399, 403, 407, 411, 415, 419, 423, 427, 431, 448, 452, 468, 485, 489, 493, 496
Παπαχριστοδούλου Μ.	169, 207
Παπουτσή Κ.	169, 207
Παππά Β.Α.	36
Παρασκευοπούλου Α.	282, 292, 305, 345, 349
Πάσσαμ Χ.Κ.	53, 60, 71, 219
Πασχαλίδης Χ.	125, 137, 141
Πατακιούτας Γ.	133, 203, 236
Πατεράκης Π.	26
Παυλάκος Ε.	248
Πετρίδης Α.	137, 141
Πετρόπουλος Δ.	137, 141
Πετρόπουλος Σ.	185, 190, 195, 199
Πολύδωρος Α.	476
Πολυχρόνη Ε.	310
Ρεκούμη Κ.	48
Ρηγάκης Ν.	117
Ροπόκης Α.	26
Ρουπακιάς Δ.Γ.	42
Σάββας Δ.	26, 36
Σάλμας Ι.	21, 31, 66, 161
Σάλτα Α.	375
Σαλωνικιώτη Α.	185, 195, 199
Σαρρής Π.	89, 240
Σιώμος Α.Σ.	165, 169, 207
Σπαθαράκης Ι.	101
Σπανομήτρος Α.	297
Σταθάς Γ.Ι.	337
Σταυροπούλου Α.	228, 232
Στεφανάκης Μ.	232
Στουρνάρας Β.	177
Σύρος Θ.	265, 472
Σωτηριάδης Δ.	480
Σωτηρόπουλος Σ.	125, 137, 141
Ταμουτσίδης Ε.	172
Ταραντίλης Π.	322
Τασούλα Α.	315, 371, 403, 407, 411, 468, 485
Τζωρτζάκης Ν.	228, 232
Τούντας Π.	145
Τραντάς Ε.	89, 240
Τσαγκάρη Σ.	211
Τσαμαϊδή Δ.	60, 195, 199

Πρακτικά 26^{ου} Συνεδρίου της Ε.Ε.Ε.Ο. (ευρετήριο συγγραφέων)

Τσανάκας Γ.	255, 265, 472, 476
Τσιακάρας Γ.	185, 190
Τσουβαλτζής Π.	169, 207
Υφαντή Π.	133, 203, 236
Φασσέας Κ.	322
Φουσκάκη Μ.	403
Φράγκος Αθ.	181
Χα Α.	190
Χάνδρα Μ.	53
Χατζάκη Μ.	278
Χατζηδήμος Χ.	169, 207
Χατζηλαζάρου Σ.	439
Χατζησάββα Μ.	219
Χατζητόλιος Π.	363
Χριστουλάκη Μ.	129
Χριστοφάκη Μ.	129

ΧΟΡΗΓΟΙ

CAPTAIN
VASSILIS
FOUNDATION



ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΠΕΤΑΝ
ΒΑΣΙΛΗ

**EXPERTS
FOR GROWTH**





Αργυροί χορηγοί



genuine
origin
authentic
taste





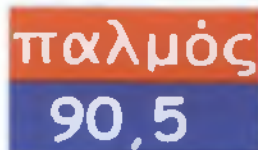
ΦΥΤΩΡΙΑ
• Ροσεφόρα - Αρδύνηλα
• ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ - Ζιζανιοκτόνα
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ ΕΣΤΙΑ
Δ ΒΑΛΛΗΣ - Ε. ΜΑΛΛΑΜΑΣ - Ε. ΜΑΡΑΝΤΟΣ

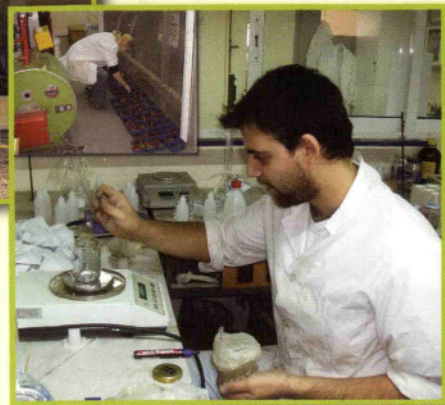
• Φυτώρια - Σπόροι
• Ροσεφόρα - Λιπάσματα
ΑΝΔΡΕΑΣ ΕΥΣΤ. ΜΑΡΑΝΤΟΣ
ΓΕΩΠΟΝΟΣ

Χορηγοί Επικοινωνίας



www.best-tv.gr





Ελληνική Εταιρεία
Επιστήμης Οπωροκηπευτικών



Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
του ΤΕΙ Καλαμάτας



Περιφέρεια
Πελοποννήσου,
Π.Ε. Μεσσηνίας



Γενική Διεύθυνση
Φυτικής Παραγωγής
Υπουργείο Αγροτικής
Ανάπτυξης και Τροφίμων



Δήμος Καλαμάτας