

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

<<Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ
ΗΜΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΙΑΣ ΡΟΚΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΩΝ>>

ΡΑΜΙΩΤΗ ANNA

MICROGREENS



ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2018

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΠΕΛΟΠΟΝΗΣΟΥ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ

ΙΔΡΥΜΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

<<Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ
ΗΜΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΙΑΣ ΡΟΚΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΩΝ>>

ΡΑΜΙΩΤΗ ANNA

MICROGREENS



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΚΩΤΣΙΡΑΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2018

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η τεχνική της εκτός εδάφους καλλιέργειας της ήμερης και αγρίας ρόκας για την παραγωγή μικροσαλατών. Στόχος της εργασίας είναι η εξοικείωση με τις μικροσαλάτες, καθώς και τον τρόπο καλλιέργειας, άρδευσης, λίπανσης και τελικής συγκομιδής. Στα δείγματα φύλλων και στελεχών των φυτών από κάθε συγκομιδή πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις όπου μετρήθηκαν τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία: Ca, Mg, P, K, Cu, Fe, Mn Zn και B. Τα αποτελέσματα του πειραματικού μέρους, δείχνουν ότι και τα δυο φυτικά είδη παρουσιάζουν σημαντικές μεταβολές στην παραγωγή νωπού προϊόντος αλλά και ξηράς ουσίας. Σημαντικές μεταβολές παρατηρούνται και στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής, γεγονός το οποίο βοηθά στην χρήσιμη εξαγωγή συμπερασμάτων για τον καταλληλότερο χρόνο συγκομιδής, τα σχήματα θρέψης που θα εφαρμοσθούν και την κατάλληλη επιλογή υποστρώματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή μου κ. Κώτσιρα για την καθοδήγηση του και την άποψη συνεργασία μας κατά την διενέργεια του πειραματικού σκέλους όσο και την συγγραφή της εργασίας, χωρίς την οποία δεν θα ήταν αυτό εφικτό.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</u>	3
<u>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</u>	5
<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	7
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο - ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΕΣ</u>	9
<u>1.1 Βασικά χαρακτηριστικά και διαχωρισμός από φύτρα και baby leaf</u>	10
<u>1.2 Μικροσαλάτες Και Αγρο-Βιοποικιλότητα</u>	11
<u>1.3 Μικροσαλάτες Και Ασφάλεια Τροφίμων</u>	12
<u>1.4 Επιλογή ειδών για μικροσαλάτες</u>	13
<u>1.5 Θρεπτικές ιδιότητες των μικροσαλάτων</u>	16

1.6	<u>Καλλιέργεια μικροσαλάτων</u>	18
1.6.1	<u>Επιλογή συστήματος ανάπτυξης</u>	18
1.6.2	<u>Επιλογή Του Υποστρώματος Καλλιέργειας</u>	21
1.6.3	<u>Σπόροι: Ποιότητα Σπορών και Πυκνότητα Σποράς</u>	22
1.6.4	<u>Άρδευση και λίπανση</u>	25
1.6.5	<u>Συγκομιδή, Υγιεινή, Ποιότητα Και Αποθήκευση Μεταφοράς</u>	26
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</u>		29
2.1	<u>Σκοπός του πειράματος</u>	29
2.2	<u>Υλικά και μέθοδοι</u>	30
2.3	<u>Συγκομιδή</u>	38
2.4	<u>Αναλύσεις φυτικών ιστών</u>	39
2.4.1	<u>Προσδιορισμός του P</u>	39
2.4.2	<u>Προσδιορισμός του B</u>	39
2.4.3	<u>Προσδιορισμός των Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Mn, Zn.</u>	40
2.4.3	<u>Στατιστική ανάλυση</u>	40
2.5	<u>Αποτελέσματα</u>	40
2.5.1	<u>Ήμερη ρόκα</u>	40
2.5.2	<u>Άγρια ρόκα</u>	42
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u>		45
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>		47

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία είκοσι χρόνια, το ενδιαφέρον για τα τοπικά, φρέσκα και βιολογικά τρόφιμα έχει αυξηθεί. Υπήρξε αναζωογόνηση της μικρής εκμετάλλευσης και ανανέωση της εκτίμησης του κοινού για τα φρέσκα λαχανικά. Η αναβίωση της αγοράς των αγροτών, και η συνολική κίνηση προς καθαρές, ολικές τροφές ήταν εξαιρετική και συνεχίζει να αυξάνεται. Οι άνθρωποι ξαναβρίσκουν τη σημασία των φρέσκων, τοπικά ανεπτυγμένων τροφίμων. Αυτό το κίνημα έδειξε ότι δεν είναι μόνο για τους εύπορους, όχι μόνο για όσους ενδιαφέρονται για τη γεωργία αλλά για ολόκληρο τον πληθυσμό και τις μελλοντικές γενιές. Με την ικανότητά τους να

εντείνουν και να εμβαθύνουν τη σχέση μας με τη φύση, οι μικροσαλάτες έχουν σημαντική θέση στο αυξανόμενο ενδιαφέρον για τα τρόφιμα. Δεδομένου ότι συλλέγονται πολύ νωρίς στη ζωή τους, οι μικροσαλάτες είναι τρυφερές, λεπτές και εξαιρετικά γευστικές. Έχουν πολύ καλή υφή και μια ποικιλία γεύσεων που κυμαίνεται από γλυκό σε αλμυρό σε γήινο και σε πικάντικο. Επίσης, είναι εντυπωσιακές οπτικά, δεδομένων των πολλών διαφορετικών αποχρώσεων τους. Αυτό καθιστά την ενσωμάτωση των μικροσαλάτων στη διατροφή αρκετά εύκολη και κατά κάποιο τρόπο διασκεδαστική.

Η ευκολία της καλλιέργειας έχει οδηγήσει τόσο στην καλλιέργεια από αγρότες, όσο και σε καλλιέργειες από μεμονωμένα άτομα, ακόμα και σε χώρους που πρότερα η καλλιέργεια βρώσιμων φυτών θεωρούνταν δύσκολη έως αδύνατη. Η ανάληψη αυτού του εγχειρήματος της ανάπτυξης και κατανάλωσης τους επίσης, δεν απαιτεί από το άτομο να αλλάξει τις διατροφικές του συνήθειες. Τα τελευταία χρόνια, οι μικροσαλάτες έχουν επίσης κερδίσει τη δημοτικότητα ως μια νέα ζεστή μαγειρική τάση. Καθώς η τάση αυτή αυξάνεται, ορισμένοι καλλιεργητές έχουν επωφεληθεί από αυτή την εξειδικευμένη αγορά. Εντούτοις, το μεγαλύτερο μερίδιο της διακίνησης της αγοράς που αφορά στις μικροσαλάτες το κατέχουν τα αμερικάνικα ταχυδρομεία, ακόμα και σε μητροπολιτικούς κόμβους, όπου οι καταναλωτές μπορούν να αγοράσουν το μεγαλύτερο μέρος των προϊόντων από τις αγορές αγροτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1⁰ - ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΕΣ

Συχνά αποκαλούμενες και σαν «κονφετί λαχανικών (vegetable confetti)», οι μικροσαλάτες είναι μικρά, τρυφερά χόρτα που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση του χρώματος, της υφής ή της γεύσης των σαλατών ή για το γαρνίρισμα μιας μεγάλης ποικιλίας κύριων πιάτων (Εικόνες 1 και 2). Συλλέγονται στο πρώτο στάδιο των φύλλων και πωλούνται με το στέλεχος, τις κοτυληδόνες (φύλλα σπόρου) και τα πρώτα πραγματικά φύλλα που συνδέονται μεταξύ τους.



Εικόνα 1 Μικροσαλάτες κατά την συγκομιδή



Εικόνα 2 Μικροσαλάτες στην κατάσταση πριν την συγκομιδή

Ανήκουν σε μια ποικιλία από νέα λαχανικά σαλάτας διαθέσιμα στην αγορά τα οποία διακρίνονται κατηγορηματικά από το μέγεθος και την ηλικία τους. Τα φύτρα, οι μικροσαλάτες και τα baby leaf είναι απλά εκείνα τα φυλλώδη λαχανικά που συγκομίζονται και καταναλώνονται σε ανώριμη κατάσταση (Di Gioia et al., 2015).

1.1 Βασικά χαρακτηριστικά και διαχωρισμός από φύτρα και baby leaf

Τα φύτρα, οι μικροσαλάτες και τα baby leaf αφορούν τα στάδια της ανάπτυξης ενός φυτού. Καθένα από αυτά έχει χαρακτηριστικά αναγνώρισης και ποικίλες διατροφικές αξίες. Ένα φύτρο είναι το πρώτο στάδιο της ανάπτυξης ενός σπόρου. Η λέξη "φύτρο" είναι στην πραγματικότητα συνώνυμη με τη βλάστηση. Καλλιεργούμενοι σε διαφορετικούς τύπους δοχείων, οι σπόροι αυτοί διατηρούνται υγροί και σε θερμοκρασία δωματίου μέχρι να βλαστήσουν. Αντί να τους επιτραπεί να μεγαλώνουν σε ένα μέσο και να μεγαλώσουν σε φυτό, τα φύτρα καταναλώνονται αμέσως μετά τη βλάστησή τους. Συχνά ελαφρώς αδιαφανή και με μια χαρακτηριστική τραγανή υφή,

έχουν γίνει όλο και πιο δημοφιλή για τη θρεπτική τους αξία. Το δεύτερο στάδιο της ανάπτυξης ενός σπόρου όταν καλλιεργείται σε ένα μέσο, περιλαμβάνει τη δημιουργία των ριζών και το άνοιγμα των πρώτων φύλλων του, που ονομάζονται κοτυληδόνες. Τα πράσινα φύλλα που συγκομίζονται σε αυτό το στάδιο ονομάζονται μικροσαλάτες. Εάν δεν γίνει συγκομιδή σε αυτό το στάδιο, τα φυτά αναπτύσσουν τα επόμενα φύλλα τους, που ονομάζονται "πραγματικά φύλλα". Τα πραγματικά φύλλα είναι τα φύλλα ενός φυτού που το διακρίνουν από ένα άλλο φυτό. Για παράδειγμα, ενώ πολλά *brassicas* (λάχανο, μπρόκολο, ρόκα, κλπ.) έχουν πολύ παρόμοιες κοτυληδόνες σχήματος καρδιάς, όταν τα πραγματικά φύλλα τους αναπτυχθούν φαίνονται αρκετά διαφορετικά και διακρίνονται εύκολα μεταξύ τους. Αυτά τα λαχανικά συλλέγονται σε μικρή ηλικία και επιτρέπεται να αναπτυχθούν μόνο στο έδαφος για μια εβδομάδα ή δύο. Έχουν όλα τα οφέλη των φytρων με το πρόσθετο πλεονέκτημα των ιχνοστοιχείων που προέρχονται από το έδαφος στο οποίο καλλιεργούνται. Σε αυτό το στάδιο, η υφή, η εμφάνιση και η γεύση τους μοιάζουν πολύ περισσότερο με πράσινη σαλάτα από ένα τραγανό βλαστό. Αν οι σπόροι αφεθούν να συνεχίσουν να αναπτύσσονται πέρα από το στάδιο των πραγματικών φύλλων και, δεδομένου ότι έχουν αρκετό χώρο και χρόνο, θα φθάσουν τελικά στο στάδιο των baby leaf. Τα baby leaf είναι τρυφερά φύλλα που είναι δημοφιλή σε μείγματα σαλάτας που συχνά ονομάζονται mesclun ή ανοιξιάτικο μείγμα. Είναι πιο γευστικά και τρυφερά από τα φύλλα από ένα πλήρως ανεπτυγμένο μαρούλι, αλλά χάνουν κάποια από την ένταση της γεύσης και της θρεπτικής αξίας που είχαν στο στάδιο της μικροσαλάτας.

Με βάση το μέγεθος ή την ηλικία των κατηγοριών καλλιεργειών σαλάτας, τα φytρα είναι νεότερα και μικρότερα, τα μικροσαλατικά είναι ελαφρώς πιο ώριμα και μεγαλύτερα (συνήθως 2 ίντσες) και τα baby leaf είναι ωριμότερα και μεγαλύτερα (συνήθως 7-10 εκ) (εικ. 3).



Εικόνα 3 Φύτρο, μικροσαλάτα arugula, baby leaf arugula

1.2 Μικροσαλάτες Και Αγρο-Βιοποικιλότητα

Με το δικό τους μικρό τρόπο, οι μικροσαλάτες μπορούν να συμβάλουν στη διατήρηση και την αξιοποίηση πολλών τοπικών ποικιλιών που κινδυνεύουν από γενετική διάβρωση ή από εξαφάνιση, προσφέροντας την ευκαιρία για την ανάκτηση και να επαναχρησιμοποιήσουν αυτό του γενετικού υλικού για την παραγωγή αυτής της νέας κατηγορίας λαχανικών. Η διατήρηση και αξιοποίηση της βιοποικιλότητας των φυτών, είναι μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της εποχής μας. Παρόλο που οι σπόροι διάφορων οικοτύπων και ποικιλιών που επιλέγονται ειδικά για την παραγωγή μικροσαλατών είναι διαθέσιμοι στην αγορά, τα είδη και οι ποικιλίες που είναι ενδεχομένως χρήσιμα για την παραγωγή μικροσαλάτων είναι πολυάριθμα και η τεράστια κληρονομιά της γεωργοπεριβαλλοντικής ποικιλότητας κάθε γεωγραφικής περιοχής μπορεί να αντιπροσωπεύει μια εξαιρετική πηγή που πρέπει να διερευνηθεί, ειδικά για την παραγωγή εξαιρετικά θρεπτικών μικροσαλάτων. Τις τελευταίες δεκαετίες, η επιλογή βελτιωμένων ποικιλιών λαχανικών, σύμφωνα με χαρακτηριστικά όπως υψηλή παραγωγικότητα, αισθητική ποιότητα και διάρκεια ζωής, οδήγησε σε ανεπιθύμητη μείωση της γεύσης και σε μείωση της ποσότητας των βασικών θρεπτικών ουσιών σε διάφορα λαχανικά (Davis et al., 2004, Ebert, 2015). Αντίθετα, πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι οι τοπικές ποικιλίες παραδοσιακών λαχανικών καθώς και άγριων ειδών χαρακτηρίζονται συχνά από υψηλότερη πυκνότητα θρεπτικών συστατικών σε σύγκριση με τις εμπορικές βελτιωμένες ποικιλίες που αναπτύσσονται ευρέως σε παγκόσμιο επίπεδο και αποτελούν επομένως καλή πηγή βιταμινών, βασικών θρεπτικών συστατικών και άλλων φυτοθρεπτικών

ουσιών (Davis, 2009, Yang & Keding, 2009, Boari et al., 2013). Έτσι, η παραγωγή μικροσαλατών από τοπικές ποικιλίες ή πληθυσμούς και άγρια βρώσιμα είδη, εκτός από τη διατήρηση και την αξιοποίηση των φυτικών πόρων που διατρέχουν κίνδυνο γενετικής διάβρωσης, μπορεί να προσφέρει μια ποικιλία από νέα, φρέσκα και εξαιρετικά θρεπτικά τρόφιμα (Ebert, 2014). Αυτή η προσέγγιση μπορεί να ικανοποιήσει την ζήτηση καινοτομίας και νέων προϊόντων της βιομηχανίας γεωργικών ειδών διατροφής, καθώς και τις ανάγκες των σύγχρονων καταναλωτών, που όλο και περισσότερο αποκτούν συνείδηση της υγείας τους και δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στην ποιότητα και τις διατροφικές ιδιότητες των τροφίμων τους (Di Gioia et al., 2015). Τέλος, είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί ότι η παραγωγή μικροσαλατών απαιτεί μεγάλη ποσότητα σπόρων που πρέπει να χαρακτηρίζεται από υψηλή βλαστικότητα και χαμηλό κόστος και οι σπόροι των τοπικών ποικιλιών έχουν συχνά αυτά τα χαρακτηριστικά.

1.3 Μικροσαλάτες Και Ασφάλεια Τροφίμων

Προγνωστικά μοντέλα δείχνουν ότι μέχρι το 2050 ο παγκόσμιος πληθυσμός θα μπορούσε να φτάσει πάνω από 9 δισεκατομμύρια ανθρώπους. Σήμερα, σε έναν κόσμο όπου υποσιτίζονται περίπου 795 εκατομμύρια άνθρωποι (πάνω από το 14% του παγκόσμιου πληθυσμού) (FAO, IFAD και WFP, 2015), η συνεχής αύξηση του πληθυσμού, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, αποτελεί σημαντική πρόκληση για την επίτευξη της ασφάλειας των τροφίμων και της διατροφής. Η εκπλήρωση των αναγκών του αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού, η υπέρβαση των ελλείψεων της παραγωγής τροφίμων και η διασφάλιση ότι τα παραγόμενα τρόφιμα είναι διαθέσιμα σε άτομα που έχουν ανάγκη, είναι οι κύριες προκλήσεις για την παγκόσμια γεωργία (FAO, 2010).

Αυτές οι προκλήσεις πρέπει να αντιμετωπιστούν με βιώσιμο τρόπο, προκειμένου να διασφαλιστεί η διαθεσιμότητα πόρων για τις μελλοντικές γενιές. Ταυτόχρονα, η γεωργία πρέπει να αντιμετωπίσει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, τον αυξανόμενο ανταγωνισμό για τους υδάτινους πόρους, την απώλεια παραγωγικής γης και τον ανταγωνισμό για την γη. Πρέπει επίσης να αντιμετωπίσει τη συνεχή μετανάστευση ανθρώπων από αγροτικές σε αστικές περιοχές και τις αυξανόμενες κοινωνικές ανησυχίες σχετικά με τη φύση του συστήματος παραγωγής τροφίμων (Kahane et al., 2013). Δεδομένων όλων αυτών των προκλήσεων για την επισιτιστική

ασφάλεια, μια μεγαλύτερη διαφοροποίηση στα συστήματα γεωργίας αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο ως ένας σημαντικός πυλώνας για μια βιώσιμη ανάπτυξη (Kahane et al., 2013).

Μια προσέγγιση για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων είναι η εντατικοποίηση των γεωργικών παραγωγών με την αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών, ωστόσο αυτό μπορεί να μην είναι αρκετό. Μια άλλη πιθανή προσέγγιση είναι η αύξηση των καλλιεργήσιμων επιφανειών χωρίς περαιτέρω μείωση των φυσικών περιοχών, όπως η καλλιέργεια των λαχανικών σε αστικές περιοχές. (Orsini et al., 2013). Με αυτή την προοπτική, οι μικροσαλάτες είναι πολύ ενδιαφέρουσες, καθώς εκτός από την παραγωγή τους σε εμπορικό επίπεδο μπορούν εύκολα να αναπτυχθούν και σε αστικούς κήπους ή στο σπίτι, ακόμα και στην περίπτωση πολύ μειωμένων διαθέσιμων χώρων, όπως σε μπαλκόνι ή παράθυρα, ακόμα και μέσα στο σπίτι εάν υπάρχει αρκετό φως.

Χάρη στον σύντομο αναπτυξιακό κύκλο, είναι πιθανό να παράγονται μικροσαλάτες χαμηλού κόστους και βιωσιμότητας στο έδαφος ή σε συστήματα χωρίς ρύπους, όλο το χρόνο, ακόμη και χωρίς τη χρήση λιπασμάτων και αγροχημικών (Ebert et al., 2014). Η δυνατότητα παραγωγής μικροσαλάτων για αυτοκατανάλωση, ακόμη και σε μικρούς χώρους, ενδεχομένως χρησιμοποιώντας σπόρους τοπικών ποικιλιών λαχανικών που χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά, όχι μόνο μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της διαθεσιμότητας και της προσβασιμότητας σε τροφή των φτωχότερων πληθυσμών στον κόσμο, αλλά μπορεί επίσης να συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας της διατροφής, αυξάνοντας τη διαθεσιμότητα και την ποικιλία των φρέσκων, εξαιρετικά θρεπτικών και υγιεινών τροφίμων. Επιπλέον, οι μικροσαλάτες καταναλώνονται συνήθως ακατέργαστες και άθικτες, γεγονός που επιτρέπει τη μείωση της απόρριψης τροφής και την απώλεια ή υποβάθμιση των θρεπτικών συστατικών, που συμβαίνει συχνά κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας φαγητού στην κουζίνα, ειδικά στην περίπτωση των μαγειρεμένων φαγητών (Di Gioia et al., 2015).

1.4 Επιλογή ειδών για μικροσαλάτες

Μια πτυχή που κάνει τις μικροσαλάτες ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες από γαστρονομική και από θρεπτική άποψη είναι η δυνατότητα χρήσης ειδών και ποικιλιών, των οποίων

οι κοτυληδόνες και τα πρώτα πραγματικά φύλλα χαρακτηρίζονται από μια μεγάλη ποικιλία σχημάτων, χρωμάτων (πράσινο, κίτρινο, μωβ), υφών (τρυφερό, τραγανά, ζουμερά) και γεύσεων (γλυκιά, ουδέτερη, ελαφρώς ξινή, πικάντικη) (Di Gioia et al., 2015). Τα είδη των λαχανικών που χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή μικροσαλατών ανήκουν σε πολλές βοτανικές οικογένειες, μεταξύ των οποίων τα *Brassicaceae* (π.χ. κουνουπίδι, μπρόκολο, λάχανο, κινέζικο λάχανο, λάχανο, λάχανο Savoy, rapini ή rabab, ραπανάκι, μουστάρδα και radicchio), *Asteraceae* (μαρούλι, εσκαρόλα, κιχώριο, ραδίκι), *Apiaceae* (άνηθο, καρότο, μάραθο, σέλινο), *Amarillydaceae* (σκόρδο, κρεμμύδι, πράσα), *Amaranthaceae* (αμάρανθος, σπανάκι) και *Cucurbitaceae* (πεπόνι, αγγούρι). Άλλα ποώδη είδη που χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή μικροσαλάτων είναι τα δημητριακά (βρώμη, μαλακό σιτάρι, σκληρό σιτάρι, καλαμπόκι, κριθάρι, ρύζι), quinoa, που συχνά εξομοιώνεται με τα δημητριακά αλλά ανήκει στην οικογένεια *Amaranthaceae*, οσπριοειδή (ρεβίθια, αλφάλφα, πράσινο φασόλι, φάβα, κουκιά, τριφύλλι), ηλιόσπορος και ακόμη και είδη φυτών με φυτικές ίνες όπως το λινάρι, καθώς και πολλά αρωματικά είδη όπως ο βασιλικός, το σχοινόπρασο και το κύμινο (Di Gioia et al., 2015). Για όλα αυτά τα είδη, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν είτε εμπορικές ποικιλίες, μερικές από τις οποίες έχουν επιλεγεί ειδικά για την παραγωγή μικροσαλάτων είτε τοπικές ποικιλίες και πληθυσμοί, που χαρακτηρίζονται ενδεχομένως από φυτά με συγκεκριμένο σχήμα, χρώμα, υφή και γεύση και από υψηλό περιεχόμενο των θρεπτικών συστατικών.

Τέλος, υπάρχουν πολλά άγρια είδη που παραδοσιακά χρησιμοποιούνται στη μαγειρική, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν μέσω της παραγωγής μικροσαλατών και που μπορούν να παράσχουν ένα ευρύ φάσμα χρωμάτων, σχημάτων, γεύσεων και κυρίως απαραίτητων θρεπτικών ουσιών για τους καταναλωτές (Di Gioia et al., 2015). Μεταξύ των άγριων εδώδιμων φυτών, μερικά από τα πιο ενδιαφέροντα είδη που μπορούν να ληφθούν υπόψη για την παραγωγή μικροσαλατών είναι, για παράδειγμα, τα κοινά αμάραντα (*Amaranthus retroflexus* L.), το αμαράνθιο (*Amaranthus cruentus* L.), τα τεύτλα (*Beta vulgaris* L. subsp. *maritima* (L.) Arcang), φραγκόσυκο (*Urospermum picroides* (L.) Scop, ex FW Schmidt), κολοκυθάκια (*Borago officinalis* L.), φραγκοστάφυλλο (*Chenopodium album* L.) άγριο κιχώριο. (*Cichorium intybus* L.), μάραθο (*Crithmum maritimum* L.), λευκή ρόκα (*Diplotaxis erucoides* (L.) DC), άγρια ρόκα (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.), άγριο μάραθο (*Foeniculum vulgare* Mill.), καλαμπόκι (*Nasturtium officinale* R. Br. subsp. *officinale*), κοινό

φραγκοστάφυλο (*Portulaca oleracea L.*), άγριο ραπανάκι (*Raphanus raphanistrum L.*), salicornia (*Salicornia patula Duval-Jouve*), λευκή μουστάρδα (*Sinapis alba L.*), μεσογειακή μουστάρδα (*Hirschfeldia incana (L.) Lagr.-Foss.*), κοινή πικραλίδα (*Taraxacum officinale Weber*).

Από την άλλη πλευρά, είναι σημαντικό να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή των ειδών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή μικροσαλατών, με την προσεκτική αξιολόγηση της βιωσιμότητας κάθε είδους στο στάδιο της σποράς. Πράγματι, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν όλα εκείνα τα είδη των οποίων η βρωσιμότητα είναι ευρέως γνωστή, ενώ όλα τα άγρια ή εξημερωμένα είδη των οποίων τα σπορόφυτα δεν είναι βρώσιμα πρέπει να αποκλείονται. Μεταξύ αυτών, για παράδειγμα, τα είδη που ανήκουν στην οικογένεια *Solanaceae*, όπως η τομάτα, η πιπεριά και η μελιτζάνα περιέχουν αντί-θρεπτικά συστατικά και επομένως δεν μπορούν να θεωρηθούν βρώσιμα.

Για το λόγο αυτό, η επιλογή των ειδών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή μικροσαλάτων συνδέεται καταρχάς με την βρωσιμότητα τους στο στάδιο των βλαστών. Αφού εκτιμηθεί ότι το είδος είναι βρώσιμο, το προϊόν πρέπει επίσης να έχει καλή γευστικότητα, με αποτέλεσμα να είναι πλήρως αποδεκτό και ελκυστικό για τον καταναλωτή. Η γεύση, η οσμή, η υφή και το χρώμα είναι στην πραγματικότητα θεμελιώδη χαρακτηριστικά για την αποδοχή του προϊόντος από τον καταναλωτή και οι εταιρείες που παράγουν μικροσαλάτες σε εμπορικό επίπεδο αναζητούν πάντα νέα είδη που χαρακτηρίζονται από ελκυστικά σχήματα, φωτεινά χρώματα, νέες και ιδιαίτερες γεύσεις. Ανάλογα με τη γεύση, είναι δυνατή η διάκριση των μικροσαλάτων με ουδέτερη (σπανάκι), ελαφρώς ξινή (τεύτλα) και πικάντικη γεύση (ραπανάκι και ρόκα), ενώ οι μικροσαλάτες των *Cucurbitaceae* είναι συχνά πικρές. Σε σύγκριση με τα τυποποιημένα λαχανικά, η γεύση των περισσότερων μικροσαλατών είναι ισχυρή και συγκεντρωμένη. Η μυρωδιά των μικροσαλάτων μπορεί να είναι έντονη, όπως για πολλά αρωματικά βότανα, και λεπτή ή μόλις αντιληπτή όπως στην περίπτωση πολλών ειδών λαχανικών. Με βάση την υφή είναι δυνατή η διάκριση των ειδών σε ζουμερές (μάραθο, τεύτλα, ηλίανθος), τραγανές (σέλινο) και με ιδιαίτερη υφή (*Brassicaceae* και *Asteraceae*). Ανάλογα με το χρώμα, είναι δυνατό να διακρίνουμε πράσινες (μπρόκολο, ραπανάκι, ρόκα, σέλινο, σπανάκι), κίτρινες (αραβόσιτου),

κόκκινες (αμάρανθος) ερυθρές, (κόκκινο λάχανο, κόκκινος βασιλικός, ραπανάκι) ή πολύχρωμες (τεύτλα, λάχανο, μουστάρδα).

Το στέλεχος των φυταρίων μπορεί επίσης να έχει διαφορετικά χρώματα, από το λευκό έως το κόκκινο και, μερικές φορές, μπορεί να χαρακτηριστεί από πολλές ίνες. Από αγρονομική και εμπορική άποψη, η επιλογή του είδους για την παραγωγή μικροσαλατών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα σπόρων καλής ποιότητας, χαρακτηριζόμενων από υψηλή και ομοιογενή βλαστικότητα, μη επεξεργασμένους με χημικά, υγιεινά ασφαλείς και ταυτόχρονα διαθέσιμους με χαμηλό κόστος. Επιπλέον, είναι σημαντικό να επιλεγούν είδη που μπορούν να καλλιεργηθούν όλο το χρόνο και που δεν έχουν ιδιαίτερες θερμικές και περιβαλλοντικές ανάγκες, ειδικά κατά τη διάρκεια της φάσης βλάστησης. Τέλος, μια κρίσιμη πτυχή σε εμπορικό επίπεδο είναι η διάρκεια ζωής του προϊόντος στο ράφι.

1.5 Θρεπτικές ιδιότητες των μικροσαλάτων

Οι μικροσαλάτες είναι ήδη δημοφιλείς στη Βόρεια Αμερική, αλλά και στη Βόρεια Ευρώπη, την Ασία και την Ωκεανία και χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο από τους chefs υψηλής κουζίνας για την προετοιμασία γκουρμέ πιάτων που προορίζονται να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των σύγχρονων καταναλωτών. Παρόλο που χρησιμοποιούνται συχνά με τον κύριο αισθητικό σκοπό των γαρνιρισμένων πιάτων, οι μικροσαλάτες έχουν επίσης πολύ καλό θρεπτικό προφίλ και αντιπροσωπεύουν σήμερα μία από τις πιο ενδιαφέρουσες καινοτομίες στην αγορά νωπών οπωροκηπευτικών στο βαθμό που θεωρούνται «λειτουργικά τρόφιμα» (Treadwell et al., 2010), καθώς εκτός από την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών μπορούν επίσης να παρέχουν δραστικές ενώσεις ικανές να βελτιώσουν ορισμένες λειτουργίες του οργανισμού και / ή να μειώσουν τον κίνδυνο ασθενειών.

Μια πρόσφατη μελέτη, που διεξήχθη από ομάδα ερευνητών του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ (USDA) και του Πανεπιστημίου του Maryland, αναλύοντας τη συγκέντρωση βιταμινών (βιταμίνη C, E και K) και καροτενοειδών (β-καροτίνη, λουτεΐνη και ζεαξανθίνη) σε είκοσι πέντε ποικιλίες μικροσαλάτων, κατέδειξε ότι σε σύγκριση με τα συνηθισμένα λαχανικά, που συλλέγονται στο τυπικό εμπορικό στάδιο ωρίμανσης, οι μικροσαλάτες έχουν περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ενώσεις ακόμη και δέκα φορές υψηλότερες (Xiao et al., 2012). Για παράδειγμα, στην περίπτωση του

κόκκινου λάχανου, συγκρίνοντας την ποσότητα των προαναφερθεισών βιταμινών στις μικροσαλάτες με αυτές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία για τα ίδια είδη που συλλέχθηκαν σε τακτική φάση ωρίμανσης, οι μικροσαλάτες έδειξαν μια μέση περιεκτικότητα σε βιταμίνη C έξι φορές υψηλότερη (147 έναντι 23,5 mg / 100 g FP (νωπού προϊόντος)), τετρακόσιες φορές υψηλότερη τιμή της βιταμίνης E (24,1 έναντι 0,06 mg / 100 g FP) και εξήντα φορές υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη K (2,4 έναντι 0,04 μg / g FP) (Xiao et al, 2012). Λαμβάνοντας υπόψη τα επίπεδα ημερήσιας πρόσληψης που συνιστώνται από την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA) για τη βιταμίνη C (60 mg), τη βιταμίνη E (13 mg) και τη βιταμίνη K (70 μg), για μερικά από τα είδη που αναλύθηκαν είναι πιθανό να αποδειχθεί ότι ακόμη και λίγα γραμμάρια μικροσαλάτας μπορούν να ικανοποιήσουν πλήρως την συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη αυτών των τριών βιταμινών. Για παράδειγμα, για έναν ενήλικα μεσαίου βάρους, η κατανάλωση περίπου 41 g μικροσαλάτας κόκκινου λάχανου θα ήταν αρκετή για την εκπλήρωση της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης βιταμίνης C ή 15 g μικροσαλάτας από ραπανάκι θα ικανοποιούσε την απαιτούμενη ημερήσια πρόσληψη βιταμίνης E και μόνο 17 g μικροσαλάτας από αμάρανθο θα ήταν επαρκή για να ικανοποιήσουν την ημερήσια πρόσληψη βιταμίνης K. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι, σε σύγκριση με τα συμβατικά λαχανικά που χρησιμοποιούνται συχνά μαγειρεμένα, η κατανάλωση ακατέργαστων μικροσαλάτων έχει το πλεονέκτημα ότι αποφεύγεται η απώλεια θρεπτικών ουσιών ή η υποβάθμιση θερμοευαίσθητων βιταμινών.

Εκτός από την υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνες και αντιοξειδωτικές ενώσεις, οι μικροσαλάτες έχουν καλή περιεκτικότητα σε ορυκτά (Di Gioia et al., 2015). Η ανάλυση της περιεκτικότητας των κύριων ορυκτών σε μικροσαλάτες, έδειξε ότι αποτελούν μια καλή πηγή καλίου και ασβεστίου. Παρόλα αυτά, όπως και τα άλλα φυλλώδη λαχανικά, οι μικροσαλάτες μπορούν να χαρακτηριστούν και από υψηλή περιεκτικότητα σε νιτρικά άλατα, τα οποία θεωρούνται αντιθρομβιακοί παράγοντες (Di Gioia et al., 2013, Santamaria, 2006). Αναλύοντας λεπτομερέστερα την σύνθεση των ανόργανων μικροοργανισμών, έχει παρατηρηθεί ότι η περιεκτικότητα σε νιτρικά άλατα, ειδικά για το βασιλικό και τα *Brassicaceae*, παρουσία υπερβολικής προσφοράς νιτρικού αζώτου και χαμηλών επιπέδων ηλιακού φωτός, μπορεί να αυξηθεί η περιεκτικότητα σε νιτρικά πάνω από 4.000 mg / kg νωπού προϊόντος. Αντίθετα, η περιεκτικότητα σε νάτριο φαίνεται γενικά πολύ χαμηλή.

Από την άλλη πλευρά, η περιεκτικότητα των μικροσαλατών σε ανόργανα άλατα καθορίζεται έντονα από τη διαθεσιμότητα των ίδιων των ανόργανων αλάτων στο μέσο καλλιέργειας ή στο θρεπτικό διάλυμα που παρέχεται. Ως εκ τούτου, είναι δυνατόν να ληφθούν μικροσαλάτες με υψηλή περιεκτικότητα σε βασικά μακρο- και μικρο-στοιχεία ή με χαμηλή περιεκτικότητα σε ανεπιθύμητα στοιχεία όπως νιτρικά και νατριούχα, τροποποιώντας τη σύνθεση και τη διαχείριση του θρεπτικού διαλύματος. Από την άποψη αυτή, η εφαρμογή τεχνικών οικολογικής βιωσιμότητας παραγωγής και καινοτομιών διεργασιών που μπορούν να ενισχύσουν τη θρεπτική αξία μικροσαλατών, μπορούν να συμβάλουν στην ικανοποίηση και των καταναλωτών που έχουν ειδικές διατροφικές ανάγκες. Μέχρι στιγμής δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για το περιεχόμενο ινών, πρωτεϊνών, υδατανθράκων, βασικών μικροσωματιδίων και άλλων φυτοθρεπτικών ουσιών. Αναμφισβήτητα, απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για να εξεταστούν αυτές οι πτυχές πιο βαθιά και να επαληθευτεί εάν οι μικροσαλάτες μπορούν να θεωρηθούν ως "σούπερ τροφές".

1.6 Καλλιέργεια μικροσαλάτων

Οι μικροσαλάτες παράγονται συνήθως με συστήματα καλλιέργειας χωρίς έδαφος, στα οποία το χώμα αντικαθίσταται από υπόστρωμα ή τα φυτά αναπτύσσονται σε υγρή καλλιέργεια και τροφοδοτούνται μέσω θρεπτικού διαλύματος που περιέχει όλα τα στοιχεία που χρειάζεται ένα φυτό για να ζήσει. Η παραγωγή μικροσαλατών μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διαφορετικά περιβάλλοντα και μπορεί να πραγματοποιηθεί σε εμπορικό επίπεδο, χρησιμοποιώντας προηγμένες τεχνικές που απαιτούνται για να εξασφαλιστεί η συνέχεια της παραγωγής και η καλή ποιότητα του προϊόντος ή ως χόμπι, για αυτοκατανάλωση, χρησιμοποιώντας πολύ απλές μεθόδους και τεχνικές και πολύ περιορισμένους χώρους όπως εκείνους ενός παραθύρου. Ενώ η ανάπτυξη μικροσαλάτων για αυτοκατανάλωση μπορεί να είναι αρκετά εύκολη, η παραγωγή τους σε εμπορικό επίπεδο δεν είναι τόσο απλή και χρειάζεται εξειδίκευση και εμπειρία .

1.6.1 Επιλογή συστήματος ανάπτυξης

Η εμπορική παραγωγή μικροσαλάτων εκτελείται συνήθως σε ελεγχόμενο περιβάλλον, μέσα σε θερμοκήπια ή σε υψηλές σήραγγες που παρέχονται είτε με

απλές είτε με προηγμένες τεχνολογίες, ανάλογα με το μέγεθος της εκμετάλλευσης και τις περισσότερο ή λιγότερο ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες. Η καλλιέργεια γίνεται χρησιμοποιώντας συστήματα ανάπτυξης χωρίς έδαφος που ουσιαστικά κατηγοριοποιούνται σε τρεις τύπους. Μία δυνατότητα είναι η ανάπτυξη μικροσαλάτων σε «δοχεία» που αποτελούνται από πλαστικούς δίσκους διαφορετικών μεγεθών, με ύψος μεταβλητό από 3 έως 5 εκ (εικόνα 4).



Εικόνα 4 Δίσκος ανάπτυξης και παράδειγμα ανάπτυξης μικροσαλάτας σε δίσκο

Ανάλογα με την περίπτωση, ο πυθμένας του δοχείου που συγκρατεί τα μέσα καλλιέργειας μπορεί να είναι άθικτος, χωρίς οπές ή συχνότερα με οπές, προκειμένου να ενισχυθεί η αποστράγγιση της περίσσειας νερού (ή θρεπτικού διαλύματος) και να αποφευχθεί η στασιμότητα του νερού που μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη ασθενειών και να θέσει σε κίνδυνο την παραγωγή και την ποιότητα των μικροσαλάτων. Συνήθως, τα δοχεία τοποθετούνται σε αναπτυσσόμενα κανάλια (εικόνα 5) ή σε πάγκους (εικόνα 5), ακίνητα ή κινητά, τέλεια ισοπεδωμένα και πλήρη ενός συστήματος για την αποστράγγιση και ανάκτηση της περίσσειας νερού ή θρεπτικού διαλύματος.



Εικόνα 5 Τοποθέτηση δοχείων ανάπτυξης

Το νερό άρδευσης και το θρεπτικό διάλυμα μπορούν να παραδοθούν από την κορυφή μέσω ενός συστήματος νεφελοποίησης, το οποίο ενεργοποιείται χειροκίνητα ή αυτόματα ή από τον πυθμένα μέσω υπο-άρδευσης. Στην τελευταία περίπτωση, είναι σημαντικό τα δοχεία να έχουν οπές στο κάτω μέρος. Η καλλιέργεια σε δοχεία γενικά επιτρέπει την εμπορευματοποίηση του προϊόντος μαζί με τα καλλιεργητικά μέσα, αποφεύγοντας έτσι την ανάγκη κοπής του προϊόντος πριν από την αποστολή του στην αγορά. Αυτή η δυνατότητα αποτρέπει όλα τα θέματα που σχετίζονται με την περικοπή λαχανικών, με συνακόλουθα πλεονεκτήματα για τη διάρκεια ζωής και την ποιότητα του προϊόντος. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, σήμερα είναι επίσης δυνατόν να χρησιμοποιηθούν βιοαποικοδομήσιμα δοχεία (πολυγαλακτικό οξύ - PLA - και άλλα) και όχι εκείνα από πλαστικό που προέρχονται από το πετρέλαιο.

Μια δεύτερη δυνατότητα είναι η ανάπτυξη μικροσαλάτων σε «κανάλια» ή σε πάγκους (από πλαστικό, αλουμίνιο, γαλβανισμένο σίδηρο, ξύλο) διαφορετικών μεγεθών, τοποθετώντας τα μέσα καλλιέργειας μέσα στα κανάλια ή στους πάγκους (εικόνα 6). Επίσης σε αυτή την περίπτωση, τα κανάλια και οι πάγκοι μπορούν να είναι κινητά ή ακίνητα και πρέπει να είναι τέλεια ισοπεδωμένα ώστε να επιτυγχάνεται μια μικρή κλίση για να ενισχυθεί η ροή του νερού ή του θρεπτικού διαλύματος από το ένα άκρο του καναλιού ή του πάγκου στο άλλο, επιτρέποντας επίσης την ανάκτηση και την ανακύκλωση, εάν είναι δυνατόν, του πλεονάσματος νερού ή θρεπτικού διαλύματος. Όπως και στο προηγούμενο σύστημα ανάπτυξης, το νερό και το θρεπτικό διάλυμα μπορούν να παραδοθούν από την κορυφή μέσω ενός συστήματος νεφελοποίησης ή από τον πυθμένα με υπο-άρδευση. Με αυτό το αναπτυσσόμενο

σύστημα, όταν οι μικροσαλάτες επιτυγχάνουν το βέλτιστο στάδιο ανάπτυξης, συλλέγονται με κοπή των φυτών στη βάση. Μετά το κόψιμο, το προϊόν συνήθως πλένεται και στεγνώνει και μπορεί να συσκευάζεται και να διατίθεται στο εμπόριο ως προϊόν φρέσκιας κοπής, έτοιμο για κατανάλωση.



Εικόνα 6 Τοποθέτηση μικροσαλάτων σε κανάλια

Ένα τρίτο αναπτυσσόμενο σύστημα, αρκετά απλό αλλά λιγότερο κοινό σε εμπορικό επίπεδο, είναι το «σύστημα πλεύσης». Σε αυτή την περίπτωση, οι δίσκοι πολυστερίνης διαφορετικών μεγεθών, επιπλέουν στο θρεπτικό διάλυμα που περιέχεται σε μια λεκάνη ή σε ένα πάγκο, έτσι ώστε τα αναπτυσσόμενα μέσα που περιέχονται στο υγρό να μπορούν να εμποτιστούν από τον πυθμένα. Δεδομένου ότι πρόκειται για ένα στατικό σύστημα ανάπτυξης, στο οποίο το θρεπτικό διάλυμα δεν κυκλοφορεί, προκειμένου να διατηρηθεί ένα καλό επίπεδο οξυγόνου, είναι απαραίτητο να εμπλουτιστεί το θρεπτικό διάλυμα με αέρα. Η σπάνια χρήση αυτού του συστήματος σε εμπορικό επίπεδο οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι σε υγρή καλλιέργεια είναι δύσκολο να παραχθούν μικροσαλάτες με καλή περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία και επομένως με καλή διάρκεια ζωής. Εκτός από την καλλιέργεια μικροσαλατών σε συνηθισμένα θερμοκήπια, τα τελευταία χρόνια, με τη διαθεσιμότητα πιο αποδοτικών λαμπτήρων, αρκετές εταιρείες έχουν εφαρμόσει πολύ προηγμένα και εντατικά συστήματα εσωτερικών καλλιεργειών, στα οποία μπορούν να τοποθετηθούν δίσκοι, κανάλια ή πάγκοι σε διαφορετικά επίπεδα, για την παραγωγή μικροσαλατών ακόμη και χωρίς φυσικό φως, ενσωματώνοντας ή αντικαθιστώντας πλήρως το ηλιακό φως με ένα σύστημα τεχνητού φωτισμού, χρησιμοποιώντας λαμπτήρες με ένα φάσμα εκπομπών κατάλληλο για φωτοσύνθεση.

Είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί ότι, οι μικροσαλάτες απαιτούν επαρκές επίπεδο ακτινοβολίας για να εξασφαλιστεί η επίτευξη καλής εμπορικής, υγιεινής και θρεπτικής ποιότητας του προϊόντος.

Όταν χρησιμοποιείται συμπληρωματική ακτινοβολία, η δυνατότητα ελέγχου της έντασης και της ποιότητας (μήκους κύματος) της ακτινοβολίας μπορεί να αξιοποιηθεί σε εμπορικό επίπεδο ακόμη και για να τροποποιηθεί και να αυξηθεί η θρεπτική αξία των μικροσαλατών (Kopsell and Sams, 2013, Samuolienė et al., 2013). Σε μη επαγγελματικό επίπεδο, οι μικροσαλάτες μπορούν να αναπτυχθούν χρησιμοποιώντας πολλά διαφορετικά συστήματα, ούτως ή άλλως παρόμοια με αυτά που έχουν ήδη περιγραφεί. Ωστόσο, σε αυτή την περίπτωση, δεδομένου των λιγότερων τεχνικών μέσων και γνώσεων ο παραγωγός είναι προτιμότερο να χρησιμοποιεί ένα βιολογικό μέσο καλλιέργειας γεμάτο από θρεπτικά συστατικά, έτσι ώστε τα φυτά να χρειάζεται μόνο να ποτίζονται.

1.6.2 Επιλογή Του Υποστρώματος Καλλιέργειας

Μία από τις πιο σημαντικές πτυχές που σχετίζονται με την παραγωγή μικροσαλατών είναι η επιλογή των καλλιεργητικών μέσων, καθώς παίζει θεμελιώδη ρόλο στον προσδιορισμό της παραγωγικότητας και της ποιότητας τους, καθώς και στη βιωσιμότητα της παραγωγικής διαδικασίας. Για να εξασφαλιστεί η καλή βλάστηση και η βέλτιστη ανάπτυξη των φυταρίων, ένα καλό μέσο καλλιέργειας θα πρέπει να έχει από πλευράς φυσικών ιδιοτήτων: πορώδες πάνω από 85% του συνολικού όγκου, μια επαρκή αναλογία μεταξύ μακροσκοπικών και μικροσκοπικών πόρων ώστε να εξασφαλίζεται καλή κατακράτηση υγρού (55-70% του συνολικού όγκου) και ένα καλό ποσοστό αερισμού (20-30% του συνολικού όγκου) του ριζικού συστήματος (Abad et al., 2001). Όσον αφορά τις χημικές ιδιότητες, ένα καλό μέσο καλλιέργειας για την παραγωγή μικροσαλατών πρέπει να έχει τιμή pH που κυμαίνεται από 5,5 έως 6,5 και ηλεκτρική αγωγιμότητα κάτω από 500 $\mu\text{S} / \text{cm}$. Ωστόσο, το υπόστρωμα δεν πρέπει να περιέχει βαρέα μέταλλα ή ρυπογόνες ενώσεις. Είναι θεμελιώδους σημασίας ότι τα καλλιεργητικά μέσα να μην μολύνονται μικροβιολογικά. Ειδικά υλικά οργανικής προέλευσης μπορούν να περιέχουν μικροοργανισμούς παθογόνους για τον άνθρωπο, όπως *Salmonella* και *Escherichia coli*. Προκειμένου να αποφευχθούν θέματα υγιεινής, είναι σημαντικό να επιλέγονται υποστρώματα των οποίων η μικροβιολογική ποιότητα είναι εγγυημένη ή υλικά που έχουν υποβληθεί σε

επεξεργασίες αποστείρωσης (φυσικές ή χημικές). Υπάρχουν πολλές διαθέσιμες λύσεις στην αγορά και η επιλογή του υποστρώματος βασίζεται γενικά σε: διαθεσιμότητα σε τοπικό επίπεδο, κόστος, επαρκείς φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες και περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Τα αναπτυσσόμενα μέσα μπορούν να ταξινομηθούν σε οργανικά και ανόργανα, τα πρώτα κατασκευάζονται από φυσικά και βιοαποικοδομήσιμα υλικά, όπως για παράδειγμα η τύρφη, ενώ τα ανόργανα όπως ο περλίτης είναι συνήθως αδρανή. Τα αναπτυσσόμενα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή μικροσαλάτων, είτε σε εμπορικό είτε σε μη επαγγελματικό επίπεδο, είναι η τύρφη, και ο περλίτης, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ή σε μίγμα.

1.6.3 Σπόροι: Ποιότητα Σπορών και Πυκνότητα Σποράς

Η παραγωγή μικροσαλάτων απαιτεί μεγάλες ποσότητες σπόρων. Επομένως, η ποιότητα των σπόρων έχει μεγάλη επίδραση στην ταχύτητα και την ομοιομορφία της βλάστησης και στο τελικό αποτέλεσμα του κύκλου ανάπτυξης. Οι σπόροι αντιπροσωπεύουν επίσης ένα από τα βασικά στοιχεία κόστους στη διαδικασία παραγωγής μικροσαλάτων. Για το λόγο αυτό, κατά την επιλογή των σπόρων προς σπορά και των ειδών / ποικιλιών, πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη το κόστος αυτού του παράγοντα. Οι σπόροι θα πρέπει να επιλεγούν και να βαθμονομηθούν και θα πρέπει να έχουν βλαστικότητα άνω του 95%. Οι σπόροι για την παραγωγή μικροσαλάτων δεν θα πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία με χημικά. Επιπλέον, για να διασφαλιστεί η ασφάλεια των καταναλωτών, είναι σημαντικό να εκτιμηθεί η απόλυτη απουσία ξένων σωμάτων μεταξύ των σπόρων που θα πρέπει να έχουν ένα καλό ποσοστό καθαρότητας για να αποφευχθεί η παρουσία ζιζανίων που δεν θα μπορούσαν να είναι βρώσιμα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι και οι σπόροι μπορούν να μολυνθούν μικροβιολογικά, για να αποφευχθούν τα υγειονομικά προβλήματα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας βλάστησης και να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι μικροβιολογικής μόλυνσης, ειδικά για τα είδη που χαρακτηρίζονται από σπόρους με κυματοειδείς επιφάνειες, συνιστάται να πλένονται και να απολυμαίνονται οι επιφάνειες των σπόρων με χημικές επεξεργασίες (υποχλωριώδες νάτριο ή διαλύματα ασβεστίου, αιθανόλη, ή γαλακτικό οξύ σε διαφορετικές συγκεντρώσεις), φυσικές επεξεργασίες (θερμότητα, υψηλή πίεση και ακτινοβολία) και φυσικές επεξεργασίες (Ding et al., 2013).

Φυσικά, είναι σημαντικό να διατηρηθεί η ποιότητα των σπόρων και κατά την αποθήκευση, διατηρώντας τους σπόρους σε χαμηλή θερμοκρασία και χαμηλή υγρασία, σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον. Αφού αγοραστεί ή παραχθεί μια νέα παρτίδα σπόρων, είναι πάντα σκόπιμο να γίνουν κάποιες δοκιμές βλάστησης πριν από τη σπορά για να επαληθευτεί το ποσοστό βλάστησης και η βλαστική ισχύ. Το ποσοστό βλάστησης θα ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό της ποσότητας σπόρων προς χρήση ανά μονάδα επιφάνειας, προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή πυκνότητα φυταρίων. Ενώ ορισμένα είδη μικροσαλατών βλασταίνουν πολύ εύκολα, μερικά άλλα χρειάζονται περισσότερο χρόνο και απαιτούν την εφαρμογή ορισμένων μέσων για καλύτερη βλάστηση. Ειδικά στην περίπτωση εμπορικής παραγωγής είναι σημαντικό να υπάρχει μια γρήγορη, ομοιόμορφη και υψηλή βλάστηση και τα είδη που έχουν περισσότερα ζητήματα βλάστησης υπόκεινται συνήθως σε επεξεργασίες πριν από τη βλάστηση που έχουν τον κοινό σκοπό να ικανοποιούν, υπό ελεγχόμενες συνθήκες, τις ανάγκες του σπόρου όσον αφορά το νερό, το φως και το οξυγόνο από τα πρώτα στάδια της διαδικασίας βλάστησης μέχρι και πριν την εμφάνιση της ρίζας.

Η επιτάχυνση της διαδικασίας βλάστησης είναι σημαντική επίσης επειδή, αμέσως μετά τη σπορά, οι περιβαλλοντικές συνθήκες μπορούν να περιορίσουν τη διαδικασία βλάστησης και οι σπόροι ενδέχεται να είναι πιο εκτεθειμένοι σε παρασιτικές επιθέσεις. Η κατεργασία με ψύξη γίνεται σε χαμηλές θερμοκρασίες (5-10 ° C), τοποθετώντας τους σπόρους σε ένα υγρό υπόστρωμα, έτσι ώστε να μπορούν να απορροφήσουν νερό και οξυγόνο. Υπό αυτές τις συνθήκες, ενεργοποιείται η διαδικασία βλάστησης, αλλά οι χαμηλές θερμοκρασίες δεν επιτρέπουν την εμφάνιση της ρίζας.

Η διάρκεια της επεξεργασίας εξαρτάται από τις θερμοκρασίες που υιοθετούνται και από τις ανάγκες του είδους. Η εφαρμογή ψύξης μπορεί να αυξήσει την ταχύτητα και την ομοιομορφία της βλάστησης των σπόρων ακόμη και υπό συνθήκες στρες. Παραδείγματος χάριν, στους σπόρους μαρουλιού η εφαρμογή του ψυκτικού καθαρισμού, για μέγιστο χρονικό διάστημα 48 ωρών, μπορεί να μειώσει την εμφάνιση θερμοδυναμικών φαινομένων όταν οι θερμοκρασίες είναι πάνω από 20 ° C (Giulianini et al., 1992).

Η εμφάνιση (ή η σκλήρυνση) συνίσταται σε απλή απορρόφηση των σπόρων πριν από τη σπορά. Έπειτα, μετά την κατεργασία, οι σπόροι μπορούν να αφυδατωθούν και

πάλι. Όταν οι σπόροι υποβάλλονται σε αρκετούς κύκλους ενυδάτωσης-αφυδάτωσης, η επεξεργασία ονομάζεται σκλήρυνση. Η τεχνική ωσμώσεως, γνωστή και ως ωσμωτική προετοιμασία, συνίσταται στην εμφύσηση των σπόρων σε ένα αεριωμένο υδατικό διάλυμα που περιέχει έναν ωσμωτικό παράγοντα ικανό να μειώσει το δυναμικό νερού (καθιστώντας το νερό λιγότερο διαθέσιμο), έτσι ώστε οι σπόροι να ενυδατώνονται ακριβώς για να ξεκινήσουν τη βλάστηση χωρίς την εμφάνιση της ρίζας. Με αυτόν τον τρόπο, εφόσον όλοι οι σπόροι φθάνουν στην ίδια φυσιολογική κατάσταση, μόλις τοποθετηθούν σε βέλτιστες συνθήκες, η διαδικασία βλάστησης θα είναι πολύ γρήγορη και ομοιόμορφη. Η ίδια αρχή είναι στη βάση της εκκίνησης πλέγματος, η οποία εκμεταλλεύεται το δυναμικό του πλέγματος αναμειγνύοντας τους σπόρους, σε επαρκείς αναλογίες, με ένα στερεό υλικό που χαρακτηρίζεται από πολύ μικρά σωματίδια, μεγάλη επιφάνεια και υψηλή ικανότητα συγκράτησης ύδατος, όπως βερμικουλίτη, και νερό. Στο τέλος της επεξεργασίας με βάση το πλέγμα, το μίγμα των σπόρων και του σπειροειδούς μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για τη σπορά.

Η ενυδάτωση είναι παρόμοια με την ώσμωση και συνίσταται απλώς σε μια ελεγχόμενη απορρόφηση των σπόρων σε αεριούχο νερό, χωρίς τη χρήση ωσμωτικών παραγόντων, πριν από τη σπορά. Οι σπόροι βυθίζονται άμεσα, για ορισμένο χρονικό διάστημα και σε θερμοκρασία δωματίου, σε δοχεία με απιονισμένο νερό.

Μια άλλη θεμελιώδης πτυχή της παραγωγής μικροσαλάτων, που σχετίζεται με τους σπόρους είναι η πυκνότητα σποράς. Σε εμπορικό επίπεδο, οι περισσότεροι καλλιεργητές προτιμούν να χρησιμοποιούν υψηλές πυκνότητες σποράς για μεγιστοποίηση της παραγωγής. Ωστόσο, εκτός από το ότι λαμβάνεται υπόψη το κόστος των σπόρων, θα πρέπει να θεωρηθεί ότι με την αύξηση της πυκνότητας σποράς μειώνεται το μέσο βάρος των μεμονωμένων φυτωρίων και η υψηλή πυκνότητα αυτών συχνά προάγει ανεπιθύμητη επιμήκυνση των στελεχών, τα οποία είναι λιγότερο εκτεθειμένα στο φως του ήλιου. Αυτό έχει σαν επακόλουθο τη μείωση της διάρκειας ζωής και της ποιότητας των μικροσαλατών. Κατά προσέγγιση, η πυκνότητα σποράς μπορεί να κυμαίνεται από 1 σπόρο / cm² (για τους μεγαλύτερους σπόρους όπως, για παράδειγμα, ρεβίθια, καλαμπόκι, πράσινο μπιζέλι κ.λπ.) μέχρι 4 σπόρους / cm² (για τους μικρότερους σπόρους όπως για παράδειγμα, μπρόκολο, κουνουπίδι, κιχώριο κ.λπ.). Οι σπόροι διασπείρονται συνήθως στην επιφάνεια των καλλιεργητικών μέσων με το χέρι, ενώ οι εμπορικές εκμεταλλεύσεις χρησιμοποιούν

συχνά μηχανές σποράς ακριβείας. Η βλάστηση θα πρέπει να λαμβάνει χώρα στο σκοτάδι, στη βέλτιστη θερμοκρασία για το είδος (15-25 ° C) και παρουσία υψηλής σχετικής υγρασίας (80-90%). Για την παραγωγή μικροσαλάτων, οι σπόροι δεν χρειάζεται να τοποθετηθούν βαθιά μέσα στο αναπτυσσόμενο μέσο. Ωστόσο, οι σπόροι πρέπει να διατηρούνται υγροί ώστε να επιτρέπουν την πλήρη βλάστηση. Ως εκ τούτου, ειδικά μετά από βέλτιστες κλιματολογικές συνθήκες, για δύο έως τρεις ημέρες μετά τη σπορά, οι καλλιεργητικοί δίσκοι, κανάλια ή πάγκοι μπορούν να καλυφθούν χωρίς τα καλύμματα να αγγίζουν τους σπόρους, χρησιμοποιώντας για παράδειγμα μια μαύρη πλαστική μεμβράνη, προκειμένου να αυξηθεί η θερμοκρασία και έτσι, να επιταχυνθεί η βλάστηση και να διατηρηθεί ένα υψηλό επίπεδο υγρασίας. Μόλις βλαστήσουν οι σπόροι, το κάλυμμα πρέπει να αφαιρεθεί. Οι εμπορικές εκμεταλλεύσεις διαθέτουν συχνά θαλάμους βλάστησης που μπορούν να εξασφαλίσουν τον πλήρη έλεγχο των κλιματικών συνθηκών και τη διατήρηση των βέλτιστων συνθηκών για τη βλάστηση διαφορετικών ειδών.

1.6.4 Άρδευση και λίπανση

Κατά τη διάρκεια της βλάστησης, οι σπόροι συνήθως ποτίζονται με συστήματα νεφελοποίησης. Ενώ, μετά τη βλάστηση, προτιμώνται συστήματα υπό-ύδρευσης που επιτρέπουν την άρδευση των νεαρών φυτών από τον πυθμένα, αποφεύγοντας υπερβολικές υγρασίες και περιορίζοντας έτσι την εμφάνιση υγειονομικών ζητημάτων (Treadwell et al., 2010). Ακόμα κι αν οι μικροσαλάτες είναι μικρά σπορόφυτα με μικρά φύλλα κοτυληδόνων και μια ένδειξη για τα πρώτα πραγματικά φύλλα, η λίπανση είναι θεμελιώδης για την επίτευξη μιας καλής παραγωγής (Murphy et al., 2010). Τα θρεπτικά συστατικά μπορούν να εφαρμοστούν πριν από τη σπορά, με την ενσωμάτωση σε επαρκή βαθμό απλών ή σύνθετων ανόργανων λιπασμάτων στο καλλιεργητικό μέσο ή μετά την ολοκλήρωση της βλάστησης με θρεπτικό διάλυμα. Ορισμένα είδη που αναπτύσσονται αργά, όπως το καρότο, ο άνηθος, το σέλινο και τα τεύτλα, μπορούν να επωφεληθούν από τη λίπανση του υποστρώματος πριν από τη σπορά, ενώ άλλα είδη με ταχύτερους ρυθμούς, όπως μουστάρδα, νεροκάρδαμο, σπανάκι, μπρόκολο, ραπανάκι και παρόμοια είδη, που βλάπτονται εύκολα και καταστρέφουν γρήγορα το αποθεματικό θρεπτικών ουσιών που παρέχεται από τους σπόρους, μπορούν να επωφεληθούν περισσότερο από τη λίπανση μετά τη διαδικασία βλάστησης. Ένα παράδειγμα θρεπτικού διαλύματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εμπορική παραγωγή μικροσαλάτων σε αδρανή υποστρώματα είναι αυτό που

προτείνεται από τον Hoagland (Hoagland και Arnon, 1950), αλλά με ημίσεια δύναμη, χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών εκφρασμένες σε mg / L: N 105, P 15, K 117, Ca 100, Mg 24, B 0.25, Cu 0.01, Fe 2.5, Mn 0.25, Zn 0.025, Mo 0.005.

1.6.5 Συγκομιδή, Υγιεινή, Ποιότητα Και Αποθήκευση Μεταφοράς

Ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο σύστημα καλλιέργειας, τις καιρικές συνθήκες και τον γονότυπο, ο κύκλος ανάπτυξης μικροσαλάτων μπορεί να διαρκέσει από 7 έως 21 ημέρες μετά τη βλάστηση. Οι μικροσαλάτες είναι έτοιμες για συγκομιδή κατά την εμφάνιση των πρώτων πραγματικών φύλλων, όταν οι κοτυληδόνες είναι πλήρως διογκωμένες και εξακολουθούν να υποχωρούν και ανάλογα με τα είδη έχουν φθάσει σε ύψος 5-10 cm. Η συγκομιδή μπορεί να διεξάγεται κόβοντας τα φυτά λίγα χιλιοστά πάνω από το μέσο καλλιέργειας, είτε με το χέρι χρησιμοποιώντας ένα ψαλίδι ή μια λεπίδα, είτε χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρικό μαχαίρι, αποφεύγοντας να συμπεριληφθούν σωματίδια των μέσων καλλιέργειας και, ει δυνατόν, τα περιβλήματα των σπόρων που, σε πολλά είδη, δεν μπορούν εύκολα να αποκλειστούν καθώς συχνά παραμένουν συνδεδεμένα με τις κοτυληδόνες. Δεδομένου ότι είναι εξαιρετικά ευπαθείς, οι μικροσαλάτες πρέπει να πλένονται και να ψύχονται (1-5 ° C) αμέσως μετά τη συγκομιδή και φυσικά θα πρέπει να ακολουθούνται όλες οι καλές πρακτικές για τη διατήρηση της υγιεινής και ποιότητας (καθαρισμός εργαλείων συγκομιδής, χρήση γαντιών κ.λπ.) όπως και για όλα τα φρέσκα λαχανικά. Μια εναλλακτική λύση για τη συγκομιδή των μικροσαλάτων μέσω κοπής είναι η εμπορία του προϊόντος απευθείας σε δίσκο ή συσκευασία με ολόκληρο το μέσο καλλιέργειας, ενώ τα φυτά εξακολουθούν να αναπτύσσονται. Στην περίπτωση αυτή, παρόλο που ο παραγωγός πρέπει να εξασφαλίσει καλή ποιότητα υγιεινής, ο τελικός καταναλωτής θα πρέπει να πλένει το προϊόν. Το κρίσιμο σημείο στην περίπτωση αυτή είναι η παροχή επαρκούς ποσότητας νερού στα φυτά ώστε να εξασφαλιστεί η επιβίωσή τους και η καλή διάρκεια ζωής του προϊόντος όταν εξέρχεται από το αγρόκτημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, έλαβε χώρα η παραγωγή μικροσαλάτας άγριας και ήμερης πλατύφυλλης ρόκας.

2.1 Σκοπός του πειράματος

Ο στόχος του πειράματος ήταν η εξοικείωση με τις μικροσαλάτες, καθώς και τον τρόπο καλλιέργειας, αρδεύσεως, λίπανσης και τελικής συγκομιδής. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε η καλλιέργεια μικροσαλάτας ρόκας (*Eruca sativa* Miller) και άγριας ρόκας (*Diplotaxis tenuifolia*). Αυτές οι μικροσαλάτες είναι συνήθως μικρού μεγέθους (4-5 cm), έχουν ένα πολύ λεπτό στέλεχος, καρδιάς σχήματος πράσινου κοτυληδόνων φύλλων που είναι τυπικά των *Brassicaceae*. Τα πραγματικά φύλλα είναι επιμήκη με ακανόνιστα περιθωριακά περιθώρια. Η γεύση τους είναι ελαφρώς πικάντικη, τυπική των *Brassicaceae* και είναι συνήθως λιγότερο έντονη στις μικροσαλάτες σε σύγκριση με τη σαλάτα ρόκας που συλλέγεται στο στάδιο του baby leaf.



Εικόνα 7 Μικροσαλάτα ρόκας

2.2 Υλικά και μέθοδοι

Χρησιμοποιήθηκαν σπόροι ήμερης και άγριας ρόκας. Οι σπόροι και των δυο ειδών σπάρθηκαν σε δίσκους διογκωμένης πολυστερίνης διαστάσεων 45*31 cm. Σε κάθε

δοχείο σπάρθηκαν 1.500 σπόροι από το κάθε είδος. Με αναγωγή στο m² η πυκνότητα σποράς ήταν 10.752 σπόροι/m². Εφαρμόστηκαν 3 διαδοχικές συγκομιδές για την ήμερη ρόκα και δυο για την άγρια.

Πίνακας 1 Ημερομηνίες σποράς και συγκομιδής των δυο φυτικών ειδών

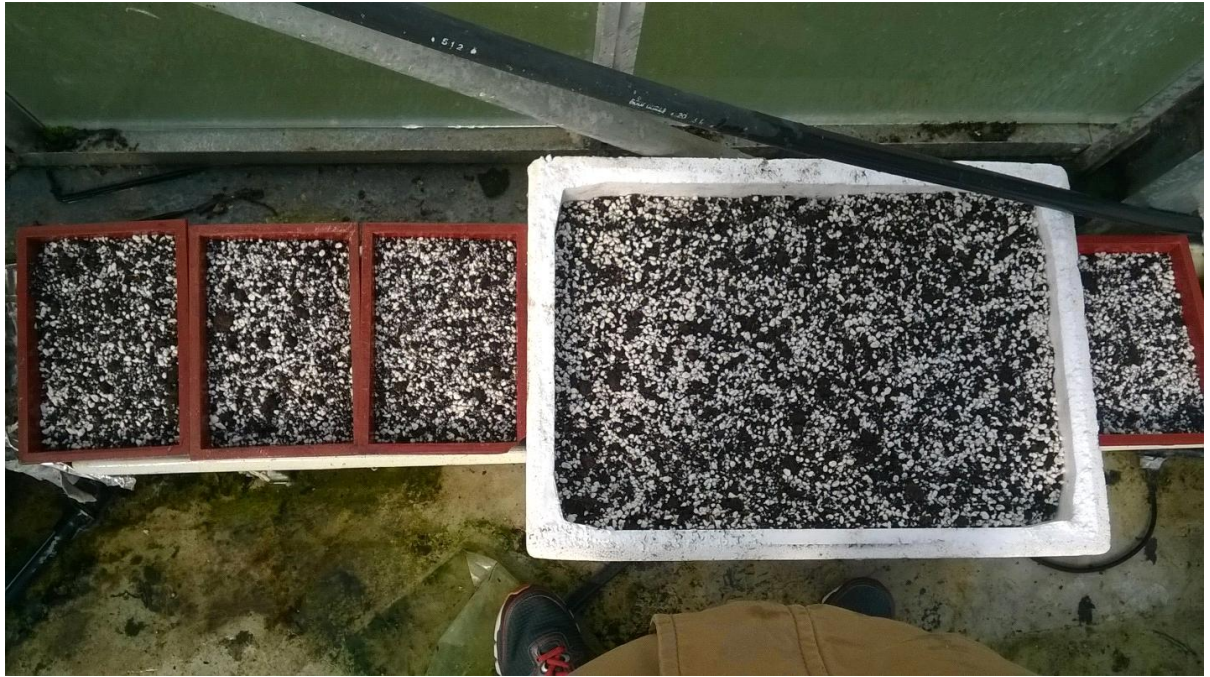
Φυτικό είδος	Ημερομηνία σποράς	1 ^η συγκομιδή	2 ^η συγκομιδή	3 ^η συγκομιδή
Ήμερη ρόκα	24/1/17	8/2 (15 ημέρες από την σπορά)	13/2 (20 ημέρες από την σπορά)	17/2 (24 ημέρες από την σπορά)
Άγρια ρόκα	24/1/17	17/2 (24 ημέρες από την σπορά)	21/2 (28 ημέρες από την σπορά)	-

Ως υπόστρωμα, χρησιμοποιήθηκε εμπλουτισμένη ξανθιά τύρφη της εταιρείας Klasmann (τύπος TS2) η οποία αναμίχθηκε με περλίτη (1:1 v/v).

Κατά τη διάρκεια του πειράματος δε χρησιμοποιήθηκαν θρεπτικά διαλύματα ή λιπάσματα. Η άρδευση πραγματοποιούνταν περίπου μία φορά την εβδομάδα σε συνθήκες χαμηλής εξωτερικής θερμοκρασίας και περιορισμένης ηλιοφάνειας, ενώ σε ηλιόλουστες ημέρες τα ποτίσματα ήταν πιο συχνά.

- Άγρια Ρόκα

Η σπορά πραγματοποιήθηκε την ίδια μέρα και συγκομίζονταν με 7 ημέρες διαφορά η κάθε επανάληψη. Η τρίτη συγκομιδή δεν έλαβε χώρα καθώς τα φυτά παρουσίασαν έλλειψη φωσφόρου και δε ήταν δυνατή η συλλογή επαρκούς ποσότητας δείγματος. Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζεται η εξέλιξη των φυτών.



Εικόνα 8 Πέμπτη ημέρα μετά την φύτευση (παρουσιάζεται ο ένας μεγάλος δίσκος και οι τέσσερις μικρότερων διαστάσεων)



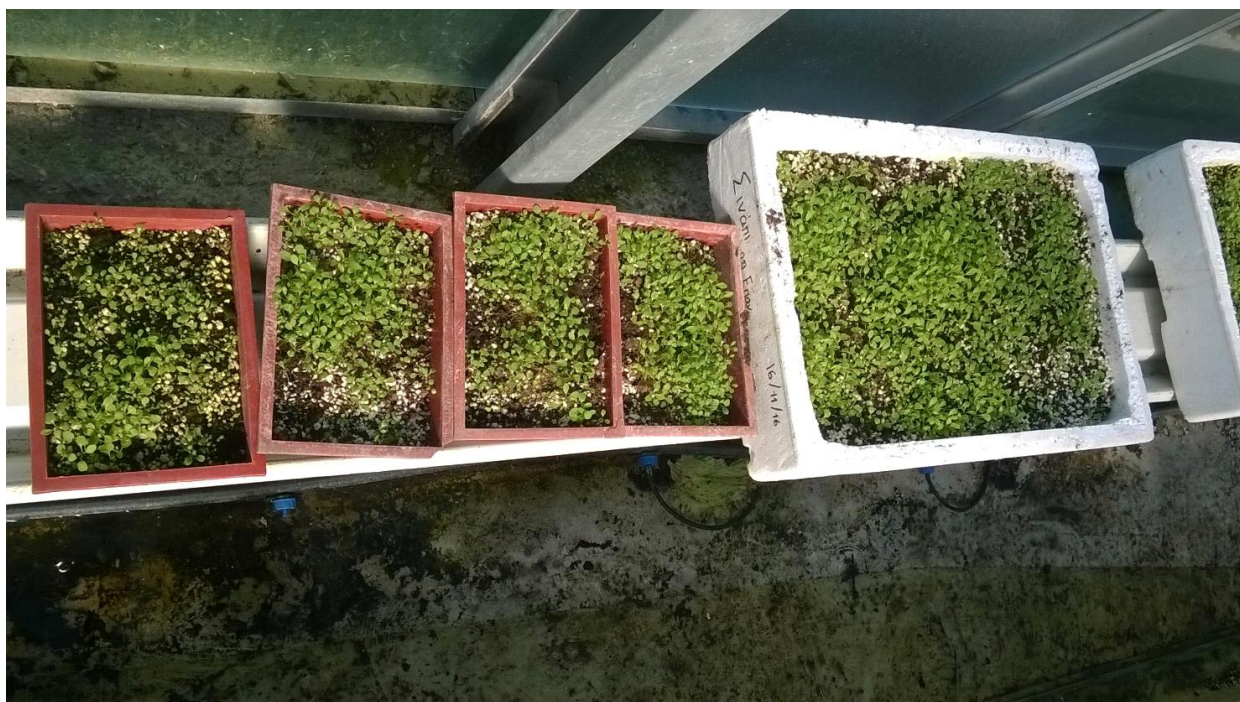
Εικόνα 9 7^η ημέρα καλλιέργειας



Εικόνα 10 9^η ημέρα καλλιέργειας



Εικόνα 11 15^η ημέρα καλλιέργειας



Εικόνα 12 20^η ημέρα καλλιέργειας



Εικόνα 13 22^η ημέρα καλλιέργειας



Εικόνα 14 24^η ημέρα καλλιέργειας – 1^η συγκομιδή

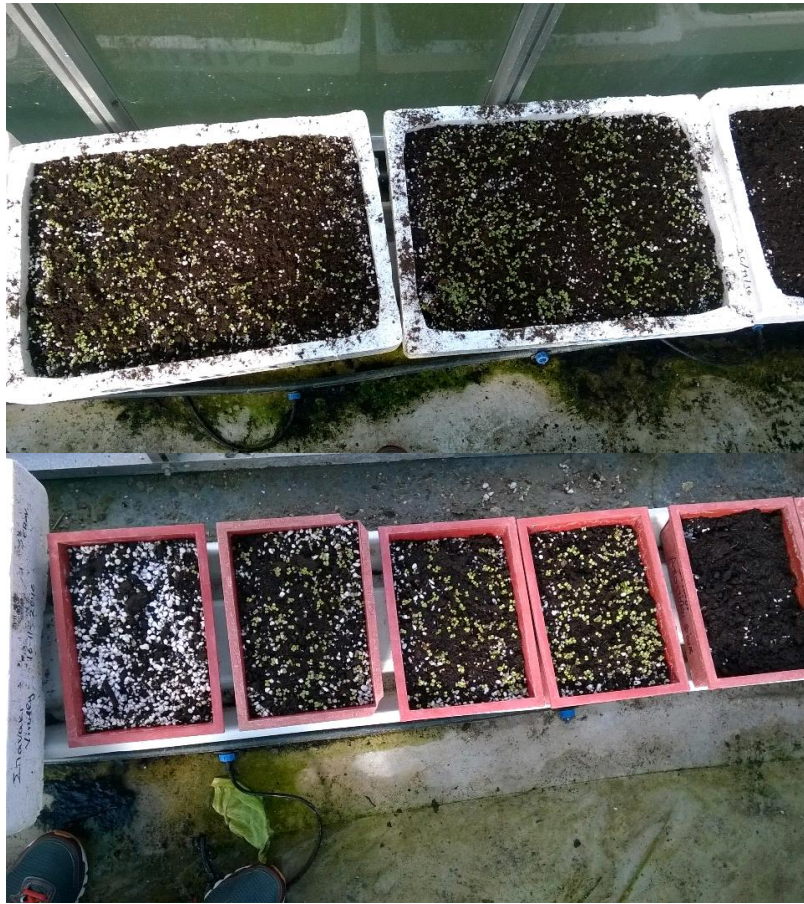


Εικόνα 15 28^η ημέρα καλλιέργειας – 2^η συγκομιδή

Τα τελικά δεδομένα των τριών συγκομιδών παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί

- Ήμερη ρόκα

Οι σπόροι σπάρθηκαν την ίδια μέρα , όμως συγκομίστηκαν περίπου μια εβδομάδα αργότερα ο κάθε μεγάλος δίσκος και στο τέλος οι τέσσερις μικροί δίσκοι. Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζεται η εξέλιξη των φυτών.



Εικόνα 16 Πέμπτη ημέρα μετά την φύτευση (παρουσιάζεται ο ένας μεγάλος δίσκος και οι τέσσερις μικρότερων διαστάσεων)



Εικόνα 17 7^η ημέρα καλλιέργειας



Εικόνα 18 13^η ημέρα καλλιέργειας



Εικόνα 19 15^η ημέρα καλλιέργειας – 1^η συγκομιδή



Εικόνα 20 20^η ημέρα καλλιέργειας – 2^η συγκομιδή



Εικόνα 21 24^η ημέρα καλλιέργειας – 3^η συγκομιδή

2.3 Συγκομιδή

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε σε 3 και 2 στάδια (πίνακας 1) για την ήμερη και άγρια ρόκα αντιστοίχως, με κοπή του υπέργειου τμήματος των φυτών κοντά στο υπόστρωμα. Τα δείγματα των φυτικών ιστών περιλάμβαναν τα κοτυληδονόφυλλα, τα στελέχη και κατά την 3η συγκομιδή (για την ήμερη ρόκα), ένα μικρό ποσοστό των πρώτων πραγματικών φύλλων. Μετά τη συγκομιδή, ένα μέρος των φυτών δόθηκαν για ξήρανση στο ξηραντήριο για 3 μέρες και ένα άλλο καταψύχθηκαν με υγρό άζωτο. Έπειτα τοποθετήθηκαν στο ψυγείο στους -80 βαθμούς για να μετρηθούν τα θρεπτικά συστατικά τους.

2.4 Αναλύσεις φυτικών ιστών

Στα δείγματα φύλλων και στελεχών των φυτών από κάθε συγκομιδή πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις όπου μετρήθηκαν τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία: Ca, Mg, P, K, Cu, Fe, Mn Zn και B.

Η ξήρανση των φυτικών ιστών έγινε μετά από παραμονή τους σε θάλαμο με θερμοκρασία 72°C μέχρις ότου σταθεροποιηθεί το βάρος τους. Οι φυτικοί ιστοί

(φύλλα και ρίζες) που προορίζονταν για τους προσδιορισμούς των θρεπτικών στοιχείων, ξεπλύθηκαν προσεκτικά με απιονισμένο νερό και ξηράθηκαν στους 72°C μέχρι σταθεροποίησης του βάρους τους. Μετά την ξήρανσή τους και εφόσον προσδιορίστηκε το ξηρό βάρος, πραγματοποιήθηκε άλεση με σκοπό την μείωση του όγκου και την διευκόλυνση της ομογενοποίησής τους κατά την χημική ανάλυση. Η άλεση έγινε με την βοήθεια ειδικού μύλου αλέσεως φυτικών ιστών με τη χρήση ανοξείδωτου κοσκίνου οπών 1 mm (20-mesh). Μετά την άλεση το μέγεθος των τεμαχιδίων ήταν <1mm.

Στην συνέχεια ζυγίστηκε 1 g αλεσμένου φυτικού ιστού και τοποθετήθηκε σε ειδική ανθεκτική σε υψηλές θερμοκρασίες πορσελάνινη κάψα (χωνευτήρι). Η κάψα με το περιεχόμενό της, τοποθετήθηκε στο πυριαντήριο στους 550°C. Στην θερμοκρασία αυτή το δείγμα παρέμεινε για 4,5 ώρες, μέχρι καύσεως όλης της οργανικής ουσίας του υπό ανάλυση φυτικού ιστού (λευκός χρωματισμός της τέφρας). Μετά την παρέλευση των 4,5 ωρών και αφού κρύωσε ο θάλαμος καύσεως του πυριαντηρίου (την επομένη ημέρα), το δείγμα (τέφρα φυτικού ιστού) υπέστη εκχύλιση με 15 ml HCl 10% (9:1) (1 μέρος HCl 37% και 9 μέρη καθαρό νερό).

Το διάλυμα της τέφρας με το HCl ανακατεύθηκε καλά και στην συνέχεια έγινε διήθηση σε πλαστικό φιαλίδιο των 50 ml με την χρήση καταλλήλου διηθητικού χαρτιού, ξεπλένοντας επανειλημμένως την κάψα και τον ηθμό. Τέλος, μετά την εκχύλιση πραγματοποιήθηκε συμπλήρωση του φιαλιδίου σε τελικό όγκο 50 ml με καθαρό νερό και το δείγμα (εκχύλισμα) οδηγήθηκε για τις επιμέρους αναλύσεις.

2.4.1 Προσδιορισμός του P

Η συγκέντρωση του P, προσδιορίστηκε φωτομετρικά (Hitachi Model U2001) μετά από καύση των φυτικών ιστών (βάρους 1g) στους 550 °C και εκχύλιση με HCl 10% (Hanlon, 1992) σε μήκος κύματος 460 nm σύμφωνα με τη μέθοδο του μολυβδαινικού αμμωνίου (Murphy και Riley, 1962).

2.4.2 Προσδιορισμός του B

Η συγκέντρωση του B προσδιορίστηκε επίσης φωτομετρικά (Hitachi Model U2001) μετά από καύση των φυτικών ιστών (βάρους 1g) στους 550 °C και εκχύλιση με HCl 10% (Hanlon, 1992) σύμφωνα με τη μέθοδο της αζομεθίνης σε μήκος κύματος 420 nm (Gupta και Stewart, 1975).

2.4.3 Προσδιορισμός των Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Mn, Zn.

Οι συγκεντρώσεις των Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Mn and Zn προσδιορίστηκαν μέσω της φασματοφωτομετρίας ατομικής απορρόφησης με τη βοήθεια του οργάνου της ατομικής απορρόφησης (GBC 906A/A Australia). Χρησιμοποιήθηκε φλόγα αέρα-ασετυλίνης υψηλής καθαρότητας. Ειδικότερα, για τον προσδιορισμό των Ca και Mg προστέθηκε διάλυμα συγκέντρωσης 4.500 mg/l₁ La στα δείγματα και στα πρότυπα διαλύματα, για την αποφυγή παρεμβολών από άλλα στοιχεία. Στην περίπτωση των Ca, Mg, K και Na οι συγκεντρώσεις εκφράστηκαν σε % των στοιχείων επί της ξηράς

ουσίας, ενώ στην περίπτωση των Fe, Cu, Mn και Zn οι συγκεντρώσεις εκφράστηκαν σε ppm των στοιχείων επί της ξηράς ουσίας.

2.4.3 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος StatGraphics Centurion και η σημαντικότητα των διαφορών των μέσων των λιπαντικών μεταχειρίσεων εκτιμήθηκε με το κριτήριο Duncan σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$.

2.5 Αποτελέσματα

2.5.1 Ήμερη ρόκα

Πίνακας 2 Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή της νωπής μάζας του υπέργειου τμήματος και της ξηράς ουσίας στην ήμερη ρόκα

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος (g/m ²)	Ξηρά ουσία %
15	296,8 b	8,02 c
20	305,8 b	10,23 b
24	388,9 a	11,21 a

* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p=0,05$).

Βάσει των αποτελεσμάτων του πίνακα 2 συνάγεται ότι το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος αυξάνεται σημαντικά σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής με το μεγαλύτερο βάρος να παρατηρείται στις 24 ημέρες και το μικρότερο στις 15 και 20 ημέρες από την σπορά, μεταξύ των οποίων δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά. Η ξηρά ουσία αυξάνεται σταδιακά, σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής, με την μεγαλύτερη τιμή να παρατηρείται στις 24 ημέρες και την μικρότερη στις 15.

Πίνακας 3 Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων Ca, P, K, Mg και Na στους φυτικούς ιστούς στην ήμερη ρόκα (επί της ξηράς ουσίας %)

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Ca	Mg	K	Na	P
15	2,03 a	0,41 ns	5,10 a	0,18 ns	0,85 ns
20	1,89 b	0,36 ns	3,41 c	0,19 ns	0,80 ns
24	2,09 a	0,38 ns	4,50 b	0,21 ns	0,82 ns

* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p=0,05$).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 3 προκύπτουν τα εξής:

- Ca: παρουσιάζεται σημαντικά υψηλότερο στις 15 και 24 ημέρες σε σχέση με τις 20 ημέρες από την σπορά.
- P, Mg, Na: Δεν μεταβάλλονται σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής.
- K: η χαμηλότερη συγκέντρωσή του παρατηρείται στις 20 και η μεγαλύτερη στις 15 ημέρες από την σπορά.

Πίνακας 4 Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή των συγκεντρώσεων των ιχνοστοιχείων Fe, Mn, Zn, Cu και B στους φυτικούς ιστούς στην ήμερη ρόκα (ppm επί της ξηράς ουσίας)

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Fe	Mn	Zn	Cu	B
15	90,25 a	30,52 ns	65,77 b	9,16 a	19,20 a
20	64,92 b	30,05 ns	95,52 a	8,40 b	16,02 b
24	75,51 b	28,07 ns	70,65 b	7,35 c	18,07 ab

* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p=0,05$).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 4 προκύπτουν τα εξής:

- Fe: η συγκέντρωσή του μειώνεται σημαντικά μετά τις 20 ημέρες από την σπορά με την μεγαλύτερη να παρατηρείται στις 15.
- Mn: η συγκέντρωσή του δεν επηρεάζεται από το στάδιο συγκομιδής.
- Zn: η υψηλότερη τιμή παρατηρείται στις 20 ημέρες από την σπορά σε σχέση με τα δυο άλλα στάδια συγκομιδής μεταξύ των οποίων δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά.
- Cu: η συγκέντρωσή του μειώνεται σταδιακά σε σχέση με τις ημέρες από την σπορά με την μεγαλύτερη τιμή να παρατηρείται στις 15 ημέρες.
- B: η συγκέντρωσή του είναι μεγαλύτερη στις 15 ημέρες από την σπορά σε σχέση με τις 20 ενώ μεταξύ των 15 και 24 ημερών δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά.

2.5.2 Άγρια ρόκα

Πίνακας 5 Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή της νωπής μάζας του υπέργειου τμήματος και της ξηράς ουσίας στην άγρια ρόκα.

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος (g/m ²)	Ξηρά ουσία %
24	264,4 ns	8,88 ns
28	267,6 ns	9,12 ns

* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Duncan (p=0,05).

Βάσει των αποτελεσμάτων του πίνακα 5 συνάγεται ότι το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος και η ξηρά ουσία δεν επηρεάζονται από το στάδιο συγκομιδής.

Πίνακας 6 Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων Ca, P, K, Mg και Na στους φυτικούς ιστούς στην άγρια ρόκα (επί της ξηράς ουσίας %).

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Ca	Mg	K	Na	P
24	2,89 ns	0,39 ns	4,89 a	0,34 ns	0,89 a
28	2,95 ns	0,41 ns	4,45 b	0,39 ns	0,79 b

* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Duncan (p=0,05).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 6 προκύπτουν τα εξής:

- Ca, Mg, Na: δεν επηρεάζονται από το στάδιο συγκομιδής.
- K, P: η υψηλότερη συγκέντρωση παρατηρείται στις 24 ημέρες από την σπορά.

Πίνακας 7 Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή των συγκεντρώσεων των ιχνοστοιχείων Fe, Mn, Zn, Cu και B στους φυτικούς ιστούς στην άγρια ρόκα (ppm επί της ξηράς ουσίας)

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Fe	Mn	Zn	Cu	B
24	97,48 ns	30,53 a	55,15 b	8,78 ns	18,17 b
28	90,43 ns	21,00 b	62,22 a	9,62 ns	21,72 a

* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Duncan (p=0,05).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7 προκύπτουν τα εξής:

- Fe, Cu: οι συγκεντρώσεις τους δεν μεταβάλλονται σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής.

- Mn: η υψηλότερη τιμή παρατηρείται στις 24 ημέρες από την σπορά.
- Zn, B: οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρούνται στις 28 ημέρες από την σπορά σε σχέση με τις 24.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι μικροσαλάτες ήμερης και άγριας ρόκας αποτελούν δυο πολύ ενδιαφέρουσες φυτικές επιλογές τόσο σε σχέση με την θρεπτική αξία τους, όσο και σε σχέση με την καλλιεργητική τεχνική και τις αποδόσεις τους, δεδομένου ότι δεν είναι και τόσο διαδεδομένα φυτικά είδη σαν μικροσαλάτες προς το παρόν. Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια να διερευνηθεί η απόδοση και η μεταβολή των θρεπτικών στοιχείων σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής. Λόγω του ότι οι μικροσαλάτες αποτελούν ένα πολύ νέο είδος λαχανικών, τουλάχιστον για τα ελληνικά δεδομένα, θα ήταν πολύ χρήσιμο να δημιουργηθούν πρωτόκολλα καλλιέργειας τα οποία θα είναι χρήσιμα για την επιχειρηματική παραγωγή τους.

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα του πειράματος, και τα δυο φυτικά είδη παρουσιάζουν σημαντικές μεταβολές στην παραγωγή νωπού προϊόντος αλλά και ξηράς ουσίας. Σημαντικές μεταβολές παρατηρούνται και στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής, γεγονός το οποίο βοηθά στην χρήσιμη εξαγωγή συμπερασμάτων για τον καταλληλότερο χρόνο συγκομιδής, τα σχήματα θρέψης που θα εφαρμοσθούν και την κατάλληλη επιλογή υποστρώματος.

Οι μικροσαλάτες αποτελούν μια νέα κατηγορία λαχανικών που θεωρούνται ως οι νέες υπερτροφές της εποχής μας. Τόσο η υψηλή περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ουσίες όσο και η διατήρηση της διατροφικής ποιότητας και των ιδιοτήτων τους αποτελούν νέα πεδία έρευνας έχοντας ως στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας. Επίσης, στόχος είναι η παραγωγή υγιεινών προϊόντων, με χαμηλότερες τιμές. Σύμφωνα με τις

έως τώρα έρευνες αποδεικνύεται ότι υπάρχουν πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα για την περαιτέρω αύξηση της παραγωγής σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον σε σχέση:

- Με την μεταχείριση των σπόρων αλλά και του μέσου σποράς πριν από τη σπορά. Στόχος εδώ είναι κυρίως η συντόμευση του κύκλου παραγωγής.
- Με την επιλογή γενετικού υλικού. Πρέπει να αξιοποιηθούν παραδοσιακές ποικιλίες λαχανικών, όπως οι ανεπαρκώς αξιοποιημένες καλλιέργειες των άγριων βρώσιμων φυτών (πχ, ταραξάκο) και η αναζήτηση ισορροπίας μεταξύ περιεκτικότητας σε φυτοθρεπτικά συστατικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.
- Με την έρευνα πάνω στις συνθήκες φωτισμού (ποιότητα, ένταση και φωτοπερίοδος) που παίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο όχι μόνο στον ρυθμό αναπτύξεως και στην αύξηση της παραγωγής, αλλά και στην περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ουσίες, σε μέταλλα.
- Με την διαχείριση της παραγωγής μετασυλλεκτικά. Ο τρόπος της συλλογής, του πλυσίματος και της θερμοκρασίας, συμβάλλουν στην διατήρηση των ιδιοτήτων των μικροσαλατών και στην αποφυγή της αναπτύξεως μικροοργανισμών. Δηλαδή επηρεάζουν την διάρκεια ζωής και των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους. Μηχανικές βλάβες που εμφανίζονται κατά την πλύση και κατά την αποξήρανση θέτουν σε κίνδυνο τη διάρκεια ζωής τους. Επομένως, θα πρέπει να αναπτυχθούν τεχνολογίες για να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί.
- Η γονοτυπική μεταβλητότητα στην ευαισθησία της ψύξης και η αλληλεπίδραση με το στάδιο ανάπτυξης, τη διάρκεια αποθήκευσης και την ατμοσφαιρική σύνθεση, αποτελούν ουσιαστικές πληροφορίες για τη βελτιστοποίηση στο χειρισμό της συγκομισμένης παραγωγής για την ανάπτυξη έτοιμων προς κατανάλωση προϊόντων ανώτερης ποιότητας.
- Άλλοι σημαντικές παράγοντες είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης, η ατμοσφαιρική σύνθεση καθώς και τα υλικά συσκευασίας. Με την κατάλληλη θερμοκρασία, αλλά και την μεταβολή των συγκεντρώσεων

του CO₂ και του O₂, επηρεάζεται άμεσα και έμμεσα η διάρκεια ζωής, η ανάπτυξη οσμών και η ανάπτυξη μικροβίων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abad M., Noguera P., Bures S., 2001. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: Case study in Spain. *Bioresource Technology*, 77, 197–200.

Boari F., Cefola M., Di Gioia F., Pace B., Serio F., Cantore V., 2013. Effect of cooking methods on antioxidant activity and nitrate content of selected wild Mediterranean plants. *Intern. J. Food Sci. Nutr.*, 64, 870-876.

Davis D.R., Epp M.D., Riordan H.D., 2004. Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. *J. Am. Coll. Nutr.*, 23, 669-682.

Davis D.R., 2009. Declining fruit and vegetable nutrient composition: what is the evidence? *HortScience*, 44, 15-19.

Di Gioia F., Mininni C., Santamaria P. 2015. Ortaggi di Puglia, tra biodiversità e innovazione: il caso dei micro-ortaggi. In: *Il Giardino Mediterraneo, Volume II*, Edited by A.R. Somma. Mario Adda Editore, Bari, 158-164. (Μετάφραση μέσω Google Translate)

Di Gioia F., Mininni C., Santamaria P. 2015. Ortaggi di Puglia, tra biodiversità e innovazione: il caso dei micro-ortaggi. In: *Il Giardino Mediterraneo, Volume II*, Edited by A.R. Somma. Mario Adda Editore, Bari, 158-164

- Ding H., Fu T.J., Smith M.A., 2013. Microbial contamination in sprouts: how effective is seed disinfection treatment? *Journal of Food Science*, 78, R495-R501.
- Ebert A.W., 2014. Potential of underutilized traditional vegetables and legume crops to contribute to food and nutritional security, income and more sustainable production systems. *Sustainability*, 6, 319-335.
- Ebert A.W., 2015. High value specialty vegetable produce. In: *Handbook of Vegetables*, Edited by K.V. Peter and P. Hazra. Studium Press LLC, USA, 119-143.
- FAO, 2010. *The State of the Food Insecurity in the World. Addressing food insecurity in protracted crises*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/013/i1683e/i1683e.pdf>.
- FAO, IFAD, WFP, 2015. *The State of Food Insecurity in the World 2015. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress*. Rome, FAO.
- Gupta, S.K., Stewart, J.W.B., 1975. The extraction and determination of plant available boron in soil. *Schweiz. Landwirtsch. Forsch.* 14: 153-169.
- Hanlon, E.A., 1992. Determination of potassium, calcium and magnesium in plants by atomic absorption techniques, pp. 33-36. In: C.O. Plank (Ed.), *Plant Analysis Reference Procedures for the Southern Region of the United States*. Southern Cooperative Series Bulletin 368. University of Georgia, Athens.
- Hoagland D.R., Arnon D.I., 1950. The water-culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station*, pp. 347.
- Kahane R., Hodgkin T., Jaenicke H., Hoogendoorn C., Hermann M., Keatinge J.D.H., d'Arros Hughes J., Padulosi S., Looney N., 2013. Agrobiodiversity for food security, health and income. *Agron. Sustain. Dev.*, 33, 671-693.
- Kopsell D.A., Sams C.E., 2013. Increases in Shoot Tissue Pigments, Glucosinolates, and Mineral Elements in Sprouting Broccoli after Exposure to Short-Duration

Blue Light from Light Emitting Diodes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 138, 31–37.

Murphy C.J., Pill W.G., 2010. Cultural practices to speed the growth of microgreen arugula (roquette: *Eruca vesicaria* subsp. *sativa*). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 85, 171-176

Murphy, J., Riley, J.P., 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Ann. Chem. Acta.* 27: 31-36.

Orsini F., Kahane R., Nono-Womdim R., Gianquinto G., 2013. Urban agriculture in the developing world: a review. *Agron. Sustain. Dev.*, 33, 695-720.

Samuolienė G., Brazaitytė A., Sirtautas R., Viršilė A., Sakalauskaitė J., Sakalauskienė S., Duchovskis P., 2013. LED illumination affects bioactive compounds in Romaine baby leaf lettuce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93, 3286–91.

Santamaria P., 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agric.*, 86, 10-17.

Treadwell D.D., Hochmuth R., Landrum L., Laughlin W., 2010. Microgreens: A new specialty crop. University of Florida, IFAS, EDIS publ. HS1164. <https://edis.ifas.ufl.edu/hs1164>.

United States Department of Agriculture (USDA), 2014. Specialty greens pack a nutritional punch. *AgResearch Magazine*.

Xiao Z., 2013. Nutrition, sensory, quality and safety evaluation of a new specialty produce: microgreens. Doctoral dissertation. Faculty of the Graduate School of the University of Maryland. http://drum.lib.umd.edu/bitstream/1903/14900/1/Xiao_umd_0117E_14806.pdf.

Xiao Z., Lester G.E., Luo Y., Wang Q., 2012. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. *J. Agric. Food Chem.*, 60, 7644-7651.

Yang R.Y., Keding G.B., 2009. Nutritional contributions of important African indigenous vegetables. African indigenous vegetables in urban agriculture. Earthscan, London, 105-144.