

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
Ι Δ Ρ Υ Μ Α



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΡΩΗΝ ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Η τεχνική της εκτός εδάφους καλλιέργεια του Λάχανου για παραγωγή
μικροσαλάτων».



Σπουδάστρια:

ΡΑΜΑ ΛΕΦΡΙΝΤΑ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

ΜΑΪΟΣ 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^Ο	3
1.1. Εισαγωγή-Ορισμοί	3
1.2. Μικροσαλάτες και ασφάλεια τροφίμων	5
1.3. Μικροσαλάτες και Βιοποικιλότητα.....	6
1.4. Επιλογή και Χαρακτηριστικά Ποικιλιών Microgreens.....	7
1.5. Θρεπτική αξία μικροσαλατών	10
1.6. Η τεχνική της καλλιέργειας των μικροσαλατών	15
1.6.1. Συνθήκες Περιβάλλοντος	15
1.6.2. Πυκνότητα Σποράς	16
1.6.3. Υποστρώματα Καλλιέργειας	17
1.6.4. Άρδευση	17
1.6.5. Λίπανση-Θρέψη-Θρεπτικά Διαλύματα	18
1.6.6. Συστήματα Καλλιέργειας	19
1.6.7. Εχθροί και ασθένειες	22
1.6.8. Συγκομιδή-Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί-Αποθήκευση-Συσκευασία	22
1.6.9. Ποιότητα Microgreens.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^Ο ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	27
2.1. Σκοπός του Πειράματος	27
2.2. Υλικά Και Μέθοδοι.....	27
2.2.1. Συγκομιδή.....	29
2.2.2. Αναλύσεις φυτικών ιστών	32
2.3. Στατιστική ανάλυση	37
2.4. Αποτελέσματα	37
2.4.1 Πράσινο λάχανο	37
2.4.2. Κόκκινο λάχανο.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^Ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	42
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1. Εισαγωγή-Ορισμοί

Τα «φυτάρια λαχανικών» (Microgreens) είναι νεαρά και τρυφερά βρώσιμα φυτάρια που παράγονται χρησιμοποιώντας φυτάρια διαφορετικών ειδών λαχανικών, ποωδών φυτών, αρωματικών βοτάνων και αγρίων βρώσιμων φυτών. Ανάλογα με το είδος των φυταρίων που έχει χρησιμοποιηθεί, μπορούν να συλλεχθούν 7-21 ημέρες μετά τη βλάστηση, όταν τα κοτυληδονόφυλλα έχουν αναπτυχθεί πλήρως και έχουν εμφανιστεί τα πρώτα πραγματικά φύλλα (Xiao, 2013). Τα microgreens συγκομίζονται χωρίς τις ρίζες με κοπή των κεντρικών φυταρίων ακριβώς πάνω από τη γραμμή του υποστρώματος που αναπτύσσονται όταν το ύψος τους είναι 3 έως 10 cm. Το βρώσιμο τμήμα αποτελείται από το κεντρικό στέλεχος, τα κοτυληδονόφυλλα και συχνά, από τα αναδυόμενα πρώτα πραγματικά φύλλα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όταν είναι μικρά και τρυφερά, μπορεί επίσης να θεωρηθεί βρώσιμο και το περίβλημα των φυταρίων που παραμένει συνδεδεμένο με τα κοτυληδονόφυλλα. Τα φυτικά είδη ομαδοποιούνται ανάλογα με το ρυθμό ανάπτυξης μετά τη σπορά ως: ραπανάκι-μπιζέλι (συγκομιδή στις 7-10 ημέρες), κόκκινο λάχανο, ρόκα (συγκομιδή στις 10-15 ημέρες) και παντζάρι, κρεμμύδι, κόλιαντρος καρότο, βασιλικός (συγκομιδή στις 15-25 ημέρες). Τέλος εμφανίζονται στην αγορά και σαν μείγματα με τις προσωνυμίες: γλυκά, ήπια, χρωματιστά, πικάντικα (Bachman, 2014).

Παρά τα μικρά μεγέθη, τα microgreens, γνωστά και ως “vegetable confetti” (χαρτοπόλεμος λαχανικών) (Treadwell et al., 2010) ή “microherbs” ε (αρωματικά φυτάρια λαχανικών), μπορούν να προσφέρουν μεγάλη ποικιλία έντονων αρωμάτων, ζωηρών και φωτεινών χρωμάτων και καλή υφή. Ως εκ τούτου, τα τελευταία χρόνια προτείνονται ως νέα συστατικά για τον εμπλουτισμό και το γαρνίρισμα ποτών, ορεκτικών, επιδορπίων, κύριων και δευτερευόντων πιάτων, σε σάντουιτς και σαλάτες (Treadwell et al., 2010, Xiao et al., 2012).

Τα microgreens αντιπροσωπεύουν μια **νέα κατηγορία λαχανικών** με διαφορετικά χαρακτηριστικά σε σύγκριση με τα ήδη γνωστά φυτόρα (sprouts) και τα κοινά φρεσκοκομμένα φυλλώδη λαχανικά, επίσης γνωστά ως «baby leaf». Επιπλέον, δεν πρέπει να συγχέονται με τα μίνι λαχανικά, γνωστά και ως μικροσκοπικά, λαχανικά, τα οποία μπορούν να παραχθούν με συγκεκριμένες καλλιεργητικές τεχνικές (μεγάλη

πυκνότητα φυτεύσεως και προσχεδιασμένη συγκομιδή) ή να συγγέονται με λαχανικά που γενετικά έχουν μειωμένη ανάπτυξη (Treadwell *et al.*, 2010).

Τα microgreens εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στα μενού των σεφ του Σαν Φρανσίσκο, στην Καλιφόρνια, στις αρχές της δεκαετίας του '80 (USDA, 2014) και έχουν καλλιεργηθεί στο νότιο τμήμα της Καλιφόρνιας από το δεύτερο μισό της δεκαετίας του '90.

Σε σύγκριση με τα φύτρα (sprouts), που αποτελούνται από βλαστούς και ρίζες μαζί, που προέρχονται από εντελώς ή μερικώς βλαστημένους σπόρους και συνήθως παράγονται στο σκοτάδι και εμβαπτισμένοι στο νερό, με έναν κύκλο παραγωγής μόλις μερικών ημερών, τα microgreens καλλιεργούνται σε θερμοκήπιο ή σε ανοιχτό περιβάλλον, στο έδαφος ή εναλλακτικά σε υδροπονικά συστήματα (στερεά υποστρώματα ή υδροκαλλιέργειες) παρουσία φωτός. Επιπλέον, τα microgreens έχουν μεγαλύτερο βιολογικό κύκλο και είναι βρώσιμα μόνο τα στελέχη και τα φύλλα ενώ στα φύτρα είναι βρώσιμο ολόκληρο το φυτό: ρίζα, στέλεχος, φύλλα (Treadwell *et al.*, 2010).

Σε αντίθεση με τα «baby leaf» λαχανικά, των οποίων το βρώσιμο τμήμα αποτελείται μόνο από τα πραγματικά φύλλα και συγκομίζεται απαραιτήτως με κόψιμο, τα microgreens έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να πωληθούν ακόμη και πριν να συγκομιστούν με κόψιμο, κρατώντας ζωντανά τα φυτά μαζί με όλα τα καλλιεργητικά μέσα έτσι ώστε ο σεφ, ή ο τελικός καταναλωτής να μπορεί να συγκομίσει το προϊόν στην κουζίνα του, ακόμη και λίγα λεπτά πριν το χρησιμοποιήσει. Αυτή η δυνατότητα πώλησης του προϊόντος, ενώ εξακολουθεί να αναπτύσσεται, αντιπροσωπεύει μια μεγάλη καινοτομία, καθώς μπορεί να εγγυηθεί μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του προϊόντος στην αγορά και να εξασφαλίσει υψηλή ποιότητα όσον αφορά τόσο τη φρεσκάδα, όσο και τη θρεπτική του αξία (Di Gioia *et al.*, 2015).

Τόσο τα «microgreens» όσο και τα «baby leaf» δεν έχουν νομικό ορισμό, αλλά χρησιμοποιούνται όροι του μάρκετινγκ για την περιγραφή των δύο συγκεκριμένων κατηγοριών προϊόντων. Αντιθέτως, τα φύτρα έχουν νομικό ορισμό και η παραγωγή και εμπορία τους πρέπει να συμμορφώνονται με αυστηρούς κανονισμούς, λόγω του σχετικά υψηλότερου κινδύνου μικροβιακής μόλυνσης σε σύγκριση με τα microgreens και τα “baby leaf” λαχανικά (Treadwell *et al.*, 2010).

1.2. Μικροσαλάτες και ασφάλεια τροφίμων

Διάφορα προγνωστικά μοντέλα δείχνουν ότι μέχρι το 2050 ο παγκόσμιος πληθυσμός θα έχει φθάσει στα 9 δισεκατομμύρια. 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 στην παραγωγή 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 της γεωργικής παραγωγής και τον ανταγωνισμό για καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Επίσης, πρέπει να αντιμετωπίσει τη συνεχή μετανάστευση των 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 των τροφίμων (food security), μια μεγαλύτερη διαφοροποίηση στα αγροτικά γεωργικά συστήματα 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 της γεωργικής παραγωγής με την αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών. Ωστόσο, ίσως αυτό δεν αρκεί και μια άλλη πιθανή προσέγγιση είναι η αύξηση των καλλιεργήσιμων επιφανειών, χωρίς περαιτέρω μείωση των φυσικών περιοχών, για παράδειγμα με την καλλιέργεια λαχανικών στις αστικές περιοχές (urban agriculture) (Orsini *et al.*, 2013).

Με αυτή την προοπτική, τα microgreens είναι πολύ ενδιαφέρουσα περίπτωση, καθώς εκτός από την παραγωγή τους σε εμπορικό επίπεδο, μπορούν εύκολα να αναπτυχθούν και σε αστικό περιβάλλον ή στο σπίτι σε κήπους με αυλές, καθώς και με πολύ μικρούς χώρους, όπως σε μπαλκόνι ή στο πεζούλι ενός παραθύρου, ακόμα και μέσα στο σπίτι εάν υπάρχει αρκετό φως. Για παράδειγμα, μια πολύ χαρακτηριστική

περίπτωση αποτελεί η πρώτη υπόγεια αστική εκμετάλλευση που χρησιμοποιεί λαμπτήρες LED (λαμπτήρες φωτοεκπομπής), παράγει microgreens «από το αγρόκτημα στο τραπέζι» (farm to fork) σε καταφύγια του Δεύτερου Παγκόσμιου Πολέμου, ακριβώς στη μέση του Λονδίνου (Di Gioia & Santamaria, 2015 a).

Χάρη στον σύντομο βιολογικό κύκλο, είναι πιθανό να παράγονται λαχανικά με χαμηλό κόστος στο έδαφος ή σε υδροπονικά συστήματα χωρίς ρύπους, όλο το χρόνο, ακόμη με περιορισμένη χρήση λιπασμάτων και χωρίς την χρ'ηση φυτοπροστατευτικών προϊόντων (Ebert, 2014). Η δυνατότητα παραγωγής microgreens για αυτοκατανάλωση, ακόμη και σε μικρούς χώρους, ενδεχομένως χρησιμοποιώντας σπόρους τοπικών ποικιλιών λαχανικών που χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία, όχι μόνο μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της διαθεσιμότητας και της προσπελασιμότητας 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, τα microgreens καταναλώνονται συνήθως ωμά, γεγονός που επιτρέπει τη μείωση της απόρριψης τροφής και την απώλεια ή υποβάθμιση φυτοθρεπτικών συστατικών, που συμβαίνει συχνά κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας φαγητού στην κουζίνα, ειδικά στην περίπτωση των μαγειρεμένων φαγητών (Di Gioia *et al.*, 2015).

1.3. Μικροσαλάτες και Βιοποικιλότητα

Τα microgreens μπορούν να συμβάλουν στη διατήρηση και την αξιοποίηση πολλών τοπικών ποικιλιών που κινδυνεύουν από γενετική διάβρωση ή από εξαφάνιση, προσφέροντας την ευκαιρία να ανακτήσουν και να χρησιμοποιήσουν αυτό το γενετικό υλικό για να παράγουν αυτή τη νέα κατηγορία λαχανικών. Η διατήρηση και αξιοποίηση της βιοποικιλότητας των φυτών και η αγρο-βιοποικιλότητα, είναι μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της εποχής μας. Παρόλο που τα φυτάρια διάφορων οικοτύπων και ποικιλιών που επιλέγονται ειδικά για την παραγωγή microgreens είναι διαθέσιμα στην αγορά, τα είδη και οι ποικιλίες που είναι ενδεχομένως χρήσιμες για την παραγωγή microgreens είναι πολυάριθμα και η τεράστια κληρονομιά της αγρο-βιοποικιλότητας κάθε γεωγραφικής περιοχής μπορεί να αποτελέσει έναν εξαιρετικό πόρο που πρέπει να διερευνηθεί, ειδικά για την παραγωγή ιδιαίτερα θρεπτικών microgreens (Di Gioia & Santamaria, 2015a).

Τις τελευταίες δεκαετίες, η επιλογή βελτιωμένων ποικιλιών λαχανικών, ανάλογα με χαρακτηριστικά όπως υψηλή παραγωγικότητα, αισθητική αξία και μετασυλλεκτική ζωή, οδήγησε σε ανεπιθύμητη μείωση της γεύσης και σε μείωση της ποσότητας των βασικών θρεπτικών συστατικών 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 συγκέντρωση θρεπτικών συστατικών σε σύγκριση με τις εμπορικές βελτιωμένες ποικιλίες που αναπτύσσονται ευρέως σε παγκόσμιο επίπεδο και αποτελούν επομένως καλή πηγή βιταμινών, βασικών μικροθρεπτικών, καθώς και άλλων φυτοθρεπτικών συστατικών (Davis, 2009, Yang & Keding, 2009, Boari *et al.*, 2013). Έτσι, η παραγωγή microgreens από τοπικές ποικιλίες ή πληθυσμούς από 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), τα οποία μπορούν να ικανοποιήσουν τη ζήτηση καινοτομίας και νέων προϊόντων του αγροδιατροφικού κλάδου καθώς και τις ανάγκες των σύγχρονων καταναλωτών, οι οποίες είναι όλο και περισσότερο συνειδητές όσον αφορά την προαγωγή της υγείας και της ποιότητας των διατροφικών ιδιοτήτων των τροφίμων τους (Di Gioia *et al.*, 2015). Τέλος, είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί ότι η παραγωγή microgreens απαιτεί μεγάλη ποσότητα σπόρου με υψηλή βλαστικότητα και χαμηλή τιμή, απαιτήσεις που καλύπτουν οι παραδοσιακές ποικιλίες..

1.4. Επιλογή και Χαρακτηριστικά Ποικιλιών Microgreens

Μια πτυχή που κάνει τα microgreens ιδιαίτερα ενδιαφέροντα και από γαστρονομικής αλλά και από θρεπτικής άποψης είναι η δυνατότητα χρήσης ειδών και ποικιλιών, των οποίων τα κοτυληδονόφυλλα και τα πρώτα πραγματικά φύλλα χαρακτηρίζονται από μια μεγάλη ποικιλία σχημάτων, χρωμάτων (πράσινο, κίτρινο, μωβ), υφών (τρυφερά, τραγανά, ζουμερά) και γεύσεων (γλυκιά, ουδέτερη, ελαφρώς ξινή, πικάντικη) (Di Gioia *et al.*, 2015c).

Τα είδη των λαχανικών που χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή microgreens ανήκουν σε πολλές βοτανικές οικογένειες, μεταξύ των οποίων τα Σταυρανθή- Brassicaceae (π.χ. κουνουπίδι, μπρόκολο, λάχανο, κινέζικο λάχανο, λαχανίδα, κράμβη Σαβοΐας, νεροκάρδαμο, μουστάρδα και tatsoi), τα Σύνθετα

(Asteraceae) (μαρούλι, αντίδι, ραδίκι), τα Σκιαδανθή - (Ariaceae) (άνηθο, καρότο, μάραθο, σέλινο), τα Αμαρυλλιδοειδή (Amarillydaceae) (σκόρδο, κρεμμύδι, πράσο), τα Χηνοποδιώδη (Amaranthaceae) (αμάρανθος, σέσκουλο, παντζάρι, σπανάκι) και τα Κολοκυνθοειδή (Cucurbitaceae) (πεπόνι, αγγούρι, κολοκύθι). Τα άλλα ποώδη είδη που χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή microgreens είναι τα δημητριακά (βρώμη, μαλακό σιτάρι, σκληρό σιτάρι, καλαμπόκι, κριθάρι, ρύζι), κινόα, που συχνά εξομοιώνεται με τα δημητριακά αλλά ανήκει στην οικογένεια Αμαρανθοειδών, τα οσπριοειδή (ρεβίθια, μηδική, φασόλια, πράσινα φασόλια, τριγωνέλλα, κουκιά, φακές, μπιζέλια, τριφύλλια), τα φυτά των οπωροφόρων δένδρων (ηλιοτρόπιο) και τα είδη των φυτικών ινών όπως το λινάρι, καθώς και πολλά αρωματικά είδη όπως ο βασιλικός, το σχοινόπρασο, ο κόλιαντρος και το κύμινο (Di Gioia *et al.*, 2015c).

Για όλα αυτά τα είδη, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν είτε εμπορικές ποικιλίες, μερικές από τις οποίες έχουν επιλεγεί ειδικά για την παραγωγή microgreens είτε τοπικές ποικιλίες και πληθυσμοί, που χαρακτηρίζονται ενδεχομένως από φυτά με συγκεκριμένο σχήμα, χρώμα, υφή και γεύση και από υψηλό περιεχόμενο φυτοθεραπευτικών συστατικών.

Τέλος, υπάρχουν πολλά άγρια είδη που παραδοσιακά χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή μαγειρική, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν μέσω της παραγωγής microgreens και που είναι σε θέση να παρέχουν ένα ευρύ φάσμα χρωμάτων, σχημάτων, γεύσεων και κυρίως απαραίτητων θρεπτικών συστατικών για τους καταναλωτές (Di Gioia *et al.*, 2015c). Μεταξύ των άγριων εδώδιμων φυτών, μερικά από τα πιο ενδιαφέροντα είδη που μπορούν να ληφθούν υπόψη για την παραγωγή microgreens είναι, για παράδειγμα, ο κοινός αμάρανθος (*Amaranthus retroflexus* L.), ο κόκκινος αμάρανθος (*Amaranthus cruentus* L.), το τεύτλο (*Beta vulgaris* L. subsp. *maritima* (L.) Arcang.), ο αγριοζωχός (prickly goldenfleece) (*Urospermum picroides* (L.) κ.α (Di Gioia *et al.*, 2015c).

Από την άλλη πλευρά, είναι σημαντικό να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή των ειδών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή microgreens, με την προσεκτική αξιολόγηση της βιωσιμότητας κάθε είδους στο στάδιο της σποράς. Πράγματι, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν όλα εκείνα τα είδη των οποίων η εδωδιμότητά τους είναι γνωστή, ενώ όλα τα άγρια είδη των οποίων τα φυτάρια δεν είναι βρώσιμα πρέπει να αποκλείονται. Μεταξύ αυτών, για παράδειγμα, τα είδη που

ανήκουν στην οικογένεια των σολανωδών (Solanaceae), όπως η τομάτα, η πιπεριά και η μελιτζάνα στο στάδιο φυτρώματος, περιέχουν θρεπτικά συστατικά και ως εκ τούτου δεν μπορούν να θεωρηθούν βρώσιμα. Για το λόγο αυτό, η επιλογή των ειδών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή microgreens συνδέεται καταρχάς με την εδωδιμότητά τους στο στάδιο του φυτρώματος. Αφού εκτιμηθεί ότι το είδος είναι βρώσιμο, το προϊόν πρέπει επίσης να έχει καλή γεύση, 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, ενώ οι εταιρείες που παράγουν microgreens σε εμπορικό επίπεδο αναζητούν πάντα νέα είδη που χαρακτηρίζονται από ελκυστικά σχήματα, φωτεινά χρώματα, νέες και ιδιαίτερες γεύσεις (Di Gioia et al., 2015 c).

Ανάλογα με τη γεύση, είναι δυνατή η διάκριση των microgreens με ουδέτερη (σπανάκι), ελαφρώς ξινή (τεύτλα και) και πικάντικη γεύση (νεροκάρδαμο, ραπανάκι και ρόκα), ενώ τα microgreens των κολοκυνθοειδών είναι συχνά πικρά. Σε σύγκριση με τα τυποποιημένα λαχανικά σε πλήρη ανάπτυξη, το άρωμα των microgreens λαχανικών είναι πιο έντονο. Για άλλα είδη όπως δημητριακά, όσπρια, ηλίανθος ή λινάρι όπου σε πλήρη ανάπτυξη ολόκληρο το φυτό δεν είναι βρώσιμο, εμφανίζονται στους καταναλωτές νέες διακριτές γεύσεις. Το άρωμα των microgreens μπορεί να είναι έντονο, όπως και για πολλά αρωματικά βότανα, και λεπτό ή μόλις αντιληπτό όπως στην περίπτωση πολλών ειδών λαχανικών. Με βάση την υφή είναι δυνατή η διάκριση των ειδών σε **χυμώδη** (, μάραθο, παντζάρι, ηλίανθος), **τραγανή** (σέλινο) και **κανονική υφή** (διάφορα σταυρανθή και σύνθετα). Ανάλογα με το χρώμα, είναι δυνατόν να διακρίνουμε είδη πράσινων microgreens (μπρόκολο, ραπανάκι, ρόκα, σέλινο, σπανάκι), κίτρινο (ωχρός αρακάς, ωχρός αραβόσιτος), κόκκινο (αμάραντος, χηνοποδιώδη), πορφυρό (κόκκινο λάχανο, κόκκινος βασιλικός, ραπανάκι) ή πολύχρωμα (παντζάρι, λάπαθο, σινάπι). Το χρώμα του στελέχους των φυταρίων μπορεί επίσης να έχει διαφορετικά χρώματα, από λευκό έως κόκκινο (Di Gioia et al., 2015c).

Από γεωπονική και εμπορική άποψη, η επιλογή του είδους για την παραγωγή microgreens εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα φυταρίων καλής ποιότητας, χαρακτηριζόμενων από υψηλή και ομοιογενή βλαστικότητα, μη

επεξεργασμένα με χημικά, ασφαλή για τη υγεία και ταυτόχρονα χαμηλού κόστους. 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 βλαστικής περιόδου. Τέλος, μια κρίσιμη πτυχή σε εμπορικό επίπεδο είναι η διάρκεια ζωής του προϊόντος (Di Gioia et al., 2015c).

1.5. Θρεπτική αξία μικροσαλατών

Τα Microgreens είναι ήδη δημοφιλή στη Βόρεια Αμερική, αλλά και στη Βόρεια Ευρώπη, την Ασία και την Ωκεανία και χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο από τους αρχιμάγειρες κουζίνας για να προετοιμάσουν γαστρονομικά πιάτα για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των σύγχρονων καταναλωτών, όλο και περισσότερο συνειδητοποιημένων στην υγιεινή διατροφή. Παρόλο που χρησιμοποιούνται συχνά λόγω της ελκυστικής μορφής τους για το γαρνίρισμα των πιάτων, τα microgreens 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” ή “σούπερ τρόφιμα” (Treadwell *et al.*, 2010), καθώς εκτός από την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών μπορούν επίσης να παρέχουν βιοδραστικές 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 microgreens, έδειξε ότι σε σύγκριση με τα συνηθισμένα λαχανικά, τα οποία συλλέχθηκαν στο τυπικό στάδιο εμπορικής ωρίμανσης, τα microgreens 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 βιταμινών στα microgreens με αυτά που αναφέρθηκαν στη βιβλιογραφία για το ίδιο είδος που συγκομίστηκε σε τακτικό στάδιο ωρίμανσης, τα microgreens έδειξαν μέση περιεκτικότητα σε βιταμίνη C έξι φορές υψηλότερη (147 έναντι 23,5 mg / 100 g νωπού προϊόντος - FP), τετρακόσιες φορές υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη 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 κ.ά., 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 έναν ενήλικα μεσαίου βάρους, δεδομένης της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C, E και K που εκτιμήθηκε στην ίδια μελέτη, για ορισμένα από τα είδη που αναλύθηκαν είναι πιθανό να αποδειχθεί ότι ακόμη και λίγα γραμμάρια microgreens μπορούν να ικανοποιήσουν πλήρως την συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη αυτών των τριών βιταμινών (Πίνακας 1)

Για παράδειγμα, για έναν ενήλικα μεσαίου βάρους, η κατανάλωση περίπου 41 g red cabbage microgreens θα ήταν αρκετή για την εκπλήρωση της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης βιταμίνης C ή 15 g green radish microgreens (ραπανάκι) θα ικανοποιούν την ημερήσια πρόσληψη βιταμίνης E και μόνο 17 g μικρογαρενίων από garnet amaranth microgreens θα ήταν επαρκείς για να ικανοποιήσουν την ημερήσια πρόσληψη βιταμίνης K (Πίνακας 1). Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι, σε σύγκριση με τα παραδοσιακά λαχανικά που χρησιμοποιούνται συχνά μαγειρεμένα, η κατανάλωση νωπών microgreens έχει το πλεονέκτημα ότι αποφεύγεται η απώλεια θρεπτικών συστατικών ή η υποβάθμιση θερμοευαίσθητων βιταμινών.

Πίνακας 1 Περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), α-τοκοφερόλη (βιταμίνη E) και φυλλοκινόνη (βιταμίνη K) σε ορισμένα είδη microgreens και η σχετική ποσότητα φρέσκου προϊόντος (FP) απαραίτητο για την ικανοποίηση της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης κάθε βιταμίνης ενός ενήλικα. Πηγή: Xiao et al. (2012).

Microgreen	Είδος	Περιεκτικότητα σε βιταμίνες			Ποσό ΦΠ Που είναι απαραίτητο για την ικανοποίηση της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης		
		Βιταμίνη C	Βιταμίνη E	Βιταμίνη K	Βιταμίνη C	Βιταμίνη E	Βιταμίνη K
		mg/100 g ΦΠ	mg/100 g ΦΠ	mg/100 g ΦΠ	g	g	g
Garnet amaranth	Amaranthus hypochondriacus L.	131.6	17.1	4.1	46	76	17
Opal basil	Ocimum basilicum L.	90.8	24.0	3.2	66	54	22
Red beet	Beta vulgaris L.	46.4	34.5	2.0	129	38	35
Red cabbage	Brassica oleracea L. var. capitata	147.0	24.1	2.8	41	54	25

Cilantro	Coriandrum sativum L.	40.6	53.0	2.5	148	25	28
Peppercress	Lepidium banariense L.	57.2	41.2	2.4	105	32	29
Pea tendrils	Pisum sativum L.	50.5	35.0	3.1	119	37	23
Green radish	Raphanus sativus L.	70.7	87.4	1.9	85	15	37
Arugula	Eruca sativa Mill.	45.8	19.1	1.6	131	68	44
Celery	Apium graveolens L.	45.8	18.7	2.2	131	70	32
Popcorn shoots	Zea mays L.	31.8	7.8	0.9	189	167	78
Golden pea tendrils	Pisum sativum L.	25.1	4.9	0.7	239	265	100

ΦΠ: Φρέσκου Προϊόντος

Εκτός από την υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνες και αντιοξειδωτικές ενώσεις, τα microgreens έχουν καλή περιεκτικότητα σε μέταλλα (Di Gioia *et al.*, 2015). Από μία ανάλυση της περιεκτικότητας των κύριων ανόργανων στοιχείων σε λίγα microgreens είναι δυνατόν να παρατηρηθεί ότι τα microgreens αποτελούν μια καλή πηγή καλίου και ασβεστίου (Πίνακας 2). Παρόλα αυτά, όπως και τα άλλα φυλλώδη λαχανικά, τα microgreens χαρακτηρίζονται επίσης και από υψηλή περιεκτικότητα σε νιτρικά άλατα, τα οποία θεωρούνται μη-θρεπτικά συστατικά (Di Gioia *et al.*, 2013; Santamaria, 2006).

Αναλύοντας λεπτομερέστερα την σύνθεση των ανόργανων στοιχείων, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η περιεκτικότητα σε νιτρικά άλατα μπορεί να αυξηθεί πάνω από 4.000 mg/ kg νωπού προϊόντος, ιδιαίτερα για το βασιλικό και τα σταυρανή, παρουσία υπερβολικής προσθήκης νιτρικού αζώτου και χαμηλών επιπέδων ηλιακού φωτός (Πίνακας 2). Αντίθετα, η περιεκτικότητα σε νάτριο φαίνεται γενικά πολύ χαμηλή (Πίνακας 2). Έτσι, τα microgreens μπορούν επίσης να θεωρηθούν τρόφιμα χαμηλού νατρίου. Από την άλλη πλευρά, η περιεκτικότητα των μετάλλων στα microgreens καθορίζεται από τη διαθεσιμότητα των ίδιων των μετάλλων στο καλλιεργητικό μέσο ή στο παρεχόμενο θρεπτικό διάλυμα. Ως εκ τούτου, είναι δυνατόν να παραχθούν microgreens με υψηλή περιεκτικότητα σε βασικά μακρο- και μικρο-στοιχεία ή με χαμηλή περιεκτικότητα σε ανεπιθύμητα στοιχεία όπως νιτρικά και νατριούχα.

Πίνακας 2. Νιτρικά άλατα και ανόργανα συστατικά ορισμένων ειδών microgreens.

Πηγή: Di Gioia & Santamaria, 2015b

Microgreen	Είδος	Νιτρικά άλατα	Νάτριο	Κάλιο	Ασβέστιο	Φωσφόρος	Μαγνήσιο
		NO ³⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	P	Mg ²⁺
mg/100 g Φρέσκου προϊόντος							
Anugula	<i>Eruca sativa</i> Mill.	305	8.8	301	116	13.2	30.5
Green basil	<i>Ocinum</i> <i>basilicum</i> L.	429	11.9	299	107	13.2	26.9
Red basil	<i>Ocinum</i> <i>basilicum</i> L.	462	8.3	289	105	14.0	26.8
Brassica raab	<i>Brassica rapa</i> L., Broccoletto group	355	9.8	230	114	18.4	28.8
Broccoli	<i>Brassica</i> <i>oleracea</i> L. var. <i>italica</i>	267	8.4	255	126	20.1	28.7
Red cabbage	<i>Brassica</i> <i>oleracea</i> L. var. <i>capitata</i>	368	8.2	167	126	32.6	32.1
Mizuna	<i>Brassica rapa</i> L. var. <i>nipponsinica</i>	400	6.6	256	96	17.0	24.1
Red mustard	<i>Brassica</i> <i>juncea</i> L. Czem.	405	14.6	383	116	17.0	31.4
Pea tendril	<i>Pisum</i> <i>sativum</i> L.	127	7.9	436	106	54.4	26.4
Green radish	<i>Raphanus</i> <i>sativus</i> L.	226	8.2	189	76	25.0	23.8

Από την άποψη αυτή, η εφαρμογή τεχνικών οικολογικής βιωσιμότητας παραγωγής και καινοτόμων διεργασιών που μπορούν να ενισχύσουν τη θρεπτική αξία των microgreens, μπορούν να συμβάλουν στην ικανοποίηση και των καταναλωτών που έχουν ειδικές διατροφικές ανάγκες. Μέχρι στιγμής δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για το περιεχόμενο πρωτεϊνών, υδατανθράκων, βασικών μικροσωματιδίων και άλλων φυτοθρεπτικών ουσιών. Εντούτοις, μέσω ερευνητικών δραστηριοτήτων σε μικροσκοπικούς μικροοργανισμούς του *Brassica raab* (*Brassica rapa* L.), έχει

επαληθευτεί ότι η περιεκτικότητα των φυτικών ινών και των πρωτεϊνών, καθώς και η συγκέντρωση των ουσιωδών μικροσυστατικών, είναι μικρότερες στα microgreens από ό,τι στο κανονικά λαχανικά (Πίνακας 3). Αναμφισβήτητα, απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για να εξεταστούν εκτενέστερα οι πτυχές αυτές και να επαληθευτεί εάν τα microgreens μπορούν να θεωρηθούν «σούπερ τροφές» (Di Gioia & Santamaria, 2015b).

Χάρη στις ιδιαιτερότητές τους, τα microgreen αντιπροσωπεύουν πλούσια πηγή τροφής και για τις ιδιαίτερα απαιτητικές κατηγορίες καταναλωτών, όπως οι χορτοφάγοι και οι αυστηρά χορτοφάγοι, που μπορούν να διαφοροποιήσουν και να εμπλουτίσουν τη διατροφή τους χρησιμοποιώντας τη μεγάλη ποικιλία διαθέσιμων microgreens. Επιπλέον, επειδή τα microgreens συνήθως καταναλώνονται ακατέργαστα, μπορούν επίσης να ικανοποιήσουν τις ειδικές ανάγκες των λεγόμενων ωμών τροφίμων.

Πίνακας 3. Περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες, πρωτεΐνες και σίδηρο σε microgreens και μικροκρυστάλλους και κανονικό brassica raab (*Brassica rapa* L., Broccoletto group). Οι τιμές αναφέρονται στο βρώσιμο φρέσκο προϊόν. Πηγή: Di Gioia & Santamaria, 2015b

Τύπος λαχανικού	Φυτικές Ίνες	Πρωτεΐνες	Fe
	g/100 g		mg/kg
Microgreen	0.41	2.3	7.7
Βρώσιμα			
Ταξιανθία	0.96	5.6	12.8
Φύλλα	0.43	3.8	12.5

Τέλος, το γεγονός ότι η καλλιέργεια των microgreens γίνεται με πολύ απλό τρόπο, χωρίς τη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, ακόμη και σε πολύ μικρούς χώρους, όπως βεράντα, μπαλκόνι ή παράθυρο, επιτρέπει την παραγωγή τροφίμων «χαμηλού κόστους» που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή ορεκτικών, σαλατών, κύρια και δευτερεύοντα πιάτα, σάντουιτς και επιδόρπια, βελτιώνοντας τη γεύση, το χρώμα, την υφή και τη θρεπτική αξία και την ενίσχυση της συμμόρφωσης των συστάσεων του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, ο οποίος προτείνει την πρόσληψη τουλάχιστον 400 γραμμαρίων φρούτων και λαχανικών ημερησίως, για την πρόληψη εκφυλιστικών ασθενειών (Di Gioia & Santamaria, 2015b).

1.6. Η τεχνική της καλλιέργειας των μικροσαλατών

1.6.1. Συνθήκες Περιβάλλοντος

Τα microgreens παράγονται σε ποικίλα περιβάλλοντα (υπαίθρια, προστατευμένα, εσωτερικού χώρου) και αναπτυσσόμενα συστήματα (ανεδαφική καλλιέργεια), ανάλογα με την κλίμακα παραγωγής. Η παραγωγή σε εμπορευματοκιβώτια, προσαρμόσιμη τόσο στις μικρής κλίμακας αστικές όσο και στις εμπορικές επιχειρήσεις μεγάλης κλίμακας, επιτρέπει την εμπορευματοποίηση του προϊόντος, ενώ καλλιεργούνται στα καλλιεργητικά μέσα και συλλέγεται απευθείας από τον τελικό χρήστη. Αυτή η προσέγγιση παρακάμπτει τη συγκομιδή και πολλά θέματα χειρισμού μετά τη συγκομιδή και μπορεί να εξασφαλίσει φρεσκάδα και υψηλή ποιότητα (Di Gioia et al., 2015d). Ωστόσο, το προϊόν εξακολουθεί να υπόκειται σε περιβαλλοντικές συνθήκες, επιβαρύνεται η εφοδιαστική των μεταφορών και το τελικό στάδιο ανάπτυξης κατά τη συγκομιδή ορίζει όρια ανάλογα με τη διάρκεια ζωής του κομμένου προϊόντος. Τα καλλιεργητικά μέσα πρέπει να έχουν pH 5,5-6,5, χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα (<500 mS/cm) και βέλτιστη ικανότητα συγκράτησης νερού (55-70% v/v) και αερισμού (20-30% v/v) (Abad et al., 2001).

Η παραγωγή microgreens απαιτεί μεγάλες ποσότητες σπόρων (Εικόνα 1). Ως εκ τούτου, η ποιότητα των σπόρων έχει μεγάλη επίπτωση στην ταχύτητα και την ομοιομορφία της βλάστησης καθώς και στο βέλτιστο αποτέλεσμα του κύκλου ανάπτυξης των microgreens. Οι σπόροι θα πρέπει να έχουν βλαστασιμότητα άνω του 95% και καλή βλαστική ισχύ και να μην υποβάλλονται σε χημική επεξεργασία. Επιπλέον, για να διασφαλιστεί η ασφάλεια των καταναλωτών, είναι σημαντικό να εκτιμηθεί η παρουσία μολυσμένων ζιζανίων ή ξένων σωμάτων και να υπολογιστεί το ποσοστό καθαρότητας, ούτως ώστε να είναι βρώσιμα. Οι σπόροι σπέρνονται 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%) (Di Gioia et al., 2015d).



Εικόνα 1. Μεγάλη ποσότητα σπόρων για την παραγωγή microgreens. Πηγή: Di Gioia et al., 2015d

1.6.2. Πυκνότητα Σποράς

Μια άλλη θεμελιώδης πτυχή της παραγωγής microgreens, 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, οι πολύ πυκνές σπορές δημιουργούν προβλήματα όπως για παράδειγμα τη δημιουργία ψηλών και λεπτών στελεχών καθώς και το γεγονός ότι αυξάνεται ο κίνδυνος προσβολών από παθογόνα. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της ανεπιθύμητης επιμήκυνσης των στελεχών με συνέπεια να είναι λιγότερο εκτεθειμένα στο ηλιακό φως και να αναπτύσσονται σε μικροκλιματικές συνθήκες που χαρακτηρίζονται από υψηλή υγρασία και χαμηλό αερισμό με συνέπεια να γίνονται πιο ευαίσθητα σε μυκητιακές ασθένειες, με επακόλουθο τη μείωση της διάρκειας ζωής και της ποιότητας των microgreens. Κατά προσέγγιση, η πυκνότητα σποράς μπορεί να κυμαίνεται από 1 σπόρο / cm^2 (για τους μεγαλύτερους σπόρους όπως, για παράδειγμα, ρεβίθια, καλαμπόκι, πράσινο μπιζέλι κ.λπ.) έως 4 σπόρους / cm^2 (για τους μικρότερους σπόρους όπως για παράδειγμα rarpini, μπρόκολο, κουνουπίδι, κιχώριο κ.λπ.) (Di Gioia et al., 2015d).

1.6.3. Υποστρώματα Καλλιέργειας

Το καλλιεργητικό υπόστρωμα αποτελεί ένα από τα κύρια έξοδα παραγωγής και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της απόδοσης και της ποιότητας των microgreens, καθώς και στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα της παραγωγικής διαδικασίας (Di Gioia et al., 2015d).

Λόγω των βέλτιστων φυσικοχημικών ιδιοτήτων της, η τύρφη και τα μείγματα με βάση τη τύρφη αντιπροσωπεύουν τα πιο κοινά μέσα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή microgreens (Di Gioia et al., 2015d; Muchajjib et al., 2015). Εντούτοις, η τύρφη είναι δαπανηρή, ειδικά σε χώρες που δεν διαθέτουν φυσικές πηγές τύρφης και η συνεχής εξόρυξή τους δημιουργεί αυξανόμενες περιβαλλοντικές ανησυχίες (Abad et al., 2001). Μια εναλλακτική λύση στην τύρφη μπορεί να είναι ο κοκοφοίνικας, που αποτελεί οργανικό και ανανεώσιμο πόρο. Ωστόσο, τα φυσικοχημικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά των κοκοφοινίκων δεν είναι σταθερά και συχνά μπορεί να έχουν υψηλή συγκέντρωση αλάτων και υψηλές μυκητιακές και βακτηριακές συγκεντρώσεις (Prasad, 1996). Άλλα διαθέσιμα μέσα περιλαμβάνουν ανόργανα υλικά όπως ο περλίτης και ο βερμικουλίτης (συνήθως αναμιγνύονται με τύρφη), ο πετροβάμβακας ή συνθετικά ινώδη υλικά, όπως Sure to Grow (STG, Sure to Grow, Beachwood, OH), ειδικά σχεδιασμένα για την παραγωγή microgreens. Ωστόσο, αυτά τα μέσα είναι δαπανηρά, η παραγωγή τους απαιτεί ενέργεια και θέτει προβλήματα διάθεσης μετά τη χρήση τους. Αναζητώντας λιγότερο δαπανηρά και πιο βιώσιμα μέσα καλλιέργειας, οι μικροπαραγωγοί microgreens διερευνούν τη δυνατότητα χρήσης βιολογικών υποπροϊόντων και απορριπτόμενων υλικών που προέρχονται από βιομηχανικές διεργασίες. Το ινώδες υλικό που απορρίπτεται από τη βιομηχανία κλωστοϋφαντουργίας, όπως το βαμβάκι, οι ίνες γιούτας και κένεφ (Wang, 2010), μπορεί να είναι χαμηλού κόστους, φυσικά και ανανεώσιμα μέσα καλλιέργειας για την παραγωγή microgreens (Di Gioia et al., 2016).

1.6.4. Άρδευση

Η άρδευση πραγματοποιείται με τρεις τρόπους:

1. καταιονισμός-υδρονέφωση από επάνω με την χρήση ακροφυσίων (nebulization-fog system)
2. υπόγεια άρδευση (sub-irrigation)

3. κατάκλυση και αποστράγγιση (ebb and flow)

Αξιοσημείωτο είναι να αναφερθεί ότι κατά το στάδιο του φυτρώματος του σπόρου, προτιμάται η άρδευση με καταιονισμό - υδρονέφωση από επάνω με την χρήση ακροφυσίων (nebulization-fog system) ενώ κατά το βλαστικό στάδιο, προτιμάται η υπόγεια άρδευση (αποφυγή διαβροχής του φυλλώματος) περιορίζοντας έτσι την εμφάνιση φυτοϋγειονομικών ζητημάτων (Treadwell et al., 2010).

1.6.5. Λίπανση-Θρέψη-Θρεπτικά Διαλύματα

Σημαντικό στάδιο της επιχειρηματικής παραγωγής microgreens συνιστά και η εφαρμογή σωστής λίπανσης. Τα θρεπτικά συστατικά μπορούν να εφαρμοστούν για την παραγωγή υψηλής απόδοσης microgreens μέσω των καλλιεργητικών μέσων, μέσω της συμπληρωματικής λίπανσης πριν από τη σπορά, μέσω μεταφυτρωτικής λίπανσης ή συνδυασμό προφυτρωτικών και των μεταφυτρωτικών εφαρμογών λίπανσης (Kyriacou et al., 2016). Σε ορισμένα είδη με βραδεία ανάπτυξη, όπως το καρότο, ο άνηθος, το σέλινο και τα τεύτλα, τα λιπάσματα εφαρμόζονται με ενσωμάτωσή τους στο υπόστρωμα πριν τη σπορά, ενώ άλλα είδη με ταχύτερους ρυθμούς ανάπτυξης, όπως το νεροκάρδαμο, το ραπάνι, το μπρόκολο, το ραπανάκι και παρόμοια είδη, που βλαστάνουν εύκολα και καταστρέφουν γρήγορα τα λιπάσματα εφαρμόζονται με τη μορφή θρεπτικών διαλυμάτων μετά τη διαδικασία βλάστησης (Di Gioia & Santamaria, 2015d).

Όπως και τα λαχανάκια και άλλες κατηγορίες λαχανικών, τα microgreens μπορεί να εμπλουτιστούν βιολογικά αυξάνοντας τη συγκέντρωση των βασικών μεταλλικών στοιχείων. Ο εμπλουτισμός των microgreens είναι εφικτός με τη ρύθμιση του προγράμματος λίπανσης και της σύνθεσης του θρεπτικού διαλύματος. Είναι δυνατόν να μειωθεί ή να αυξηθεί η περιεκτικότητα συγκεκριμένων μετάλλων, να μειωθεί η συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών, να αυξηθεί η περιεκτικότητα των ευεργετικών ενώσεων, να ενισχυθούν οι αισθητικές ιδιότητες και να παραταθεί η διάρκεια ζωής των microgreens (Kyriacou et al., 2016).

Ένα παράδειγμα θρεπτικού διαλύματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εμπορική παραγωγή microgreens σε αδρανή υποστρώματα είναι αυτό που προτείνεται από τους Hoagland (Hoagland και Arnon, 1950), χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών εκφρασμένες σε ppm:

- N 210 ppm
- K 235 ppm
- Ca 200 ppm
- P 31 ppm
- S 64 ppm
- Mg 48 ppm
- B 0.5 ppm
- Fe 1 to 5 ppm
- Mn 0.5 ppm
- Zn 0.05 ppm
- Cu 0.02 ppm
- Mo 0.01 ppm

1.6.6. Συστήματα Καλλιέργειας

Η εμπορική παραγωγή microgreens λαμβάνει χώρα συνήθως υπό ελεγχόμενο περιβάλλον σε θερμοκήπια ή σε εσωτερικούς χώρους με τεχνητές φωτεινές πηγές (Choi et al., 2015), στο έδαφος ή συνηθέστερα σε συστήματα τεχνητής ανεδαφικής (soilless) καλλιέργειας (Murphy et al., 2010; Di Gioia et al., 2015d) με χρήση οργανικών ή ανόργανων στερεών καλλιεργητικών μέσων ή υδροπονία (Di Gioia et al., 2015d). Παρά τον σύντομο κύκλο ανάπτυξης, η εμπορική παραγωγή microgreens απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και η επιλογή του μέσου καλλιέργειας αποτελεί μία από τις πιο κρίσιμες πτυχές της παραγωγικής διαδικασίας.

Υπάρχουν τρεις τύποι τεχνικών καλλιέργειας microgreens σε συστήματα τεχνητής ανεδαφικής (soilless) καλλιέργεια ή υδροπονίας. Μία δυνατότητα είναι η καλλιέργεια microgreens σε «δοχεία» που αποτελούνται από πλαστικούς δίσκους διαφορετικών μεγεθών, με μεταβλητό ύψος από 3 έως 5 cm (Εικόνα 2). Ανάλογα με την περίπτωση, ο πάτος του δοχείου που συγκρατεί τα καλλιεργητικά μέσα μπορεί να χωρίς οπές ή 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 microgreens. Συνήθως, τα δοχεία τοποθετούνται σε αναπτυσσόμενα κανάλια ή σε

υποδοχείς, ακίνητα ή κινητά, τελείως επίπεδα για την αποστράγγιση και ανάκτηση της περίσσειας νερού ή θρεπτικού διαλύματος. Το νερό άρδευσης και το θρεπτικό διάλυμα διαχέονται μέσω ενός συστήματος νεφελοποίησης, το οποίο ενεργοποιείται χειροκίνητα ή αυτόματα ή μέσω υπόγειας 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 προτού αποσταλεί στην αγορά. Αυτό έχει και επακόλουθα πλεονεκτήματα όσον αφορά στη διάρκεια ζωής και την ποιότητα του προϊόντος, δεδομένου ότι συλλέγεται από τον καταναλωτή, μόλις λίγα λεπτά πριν χρησιμοποιηθεί το προϊόν στην κουζίνα. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, είναι επίσης δυνατόν να χρησιμοποιηθούν βιοαποικοδομήσιμα δοχεία (πολυγαλακτικό οξύ - PLA - και άλλα) και όχι εκείνα από πλαστικό που προέρχονται από το πετρέλαιο (Di Gioia et al., 2015d).



Εικόνα 2. Καλλιέργεια microgreens σε «δοχεία» Πηγή: Di Gioia et al., 2015d

Μια δεύτερη δυνατότητα είναι η ανάπτυξη microgreens σε «κανάλια» ή σε υποδοχείς (από πλαστικό, αλουμίνιο, γαλβανισμένο σίδηρο, ξύλο) διαφόρων μεγεθών, τοποθετώντας τα μέσα καλλιέργειας μέσα στα κανάλια ή στους υποδοχείς (Εικόνα 3). Επίσης σε αυτή την περίπτωση, τα κανάλια και οι υποδοχείς μπορούν να είναι κινητά ή ακίνητα και πρέπει να είναι τελείως επίπεδα ώστε να επιτυγχάνεται μια μικρή κλίση για να ενισχυθεί η άνοδος του νερού ή του θρεπτικού διαλύματος από το ένα άκρο του καναλιού ή του υποδοχέα 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

διαχέονται από την κορυφή μέσω ενός συστήματος νεφελοποίησης ή από τον πυθμένα με υπόγεια άρδευση. Με αυτό το αναπτυσσόμενο σύστημα, όταν τα microgreens 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 (Di Gioia et al., 2015d).



Εικόνα 3: Καλλιέργεια microgreens σε κανάλια. Πηγή: Di Gioia et al., 2015d

Ένα τρίτο σύστημα ανάπτυξης, αρκετά απλό αλλά λιγότερο κοινό σε εμπορικό επίπεδο, είναι το «σύστημα επίπλευσης». Στην περίπτωση αυτή, οι δίσκοι βύσματος πολυστυρενίου διαφορετικών μεγεθών, επιπλέουν στο θρεπτικό διάλυμα που περιέχεται σε μια λεκάνη ή σε ένα υποδοχέα, έτσι ώστε το μέσο καλλιέργειας που περιέχεται στις κυψελίδες να μπορεί να εμποτιστεί από κάτω. 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 μία υγρή καλλιέργεια είναι δύσκολο να παράγονται microgreens με καλή περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία και επομένως με καλή διάρκεια ζωής (Di Gioia et al., 2015d).

1.6.7. Εχθροί και ασθένειες

Ένα από τα πιο συνηθισμένα προβλήματα που παρατηρούνται στην παραγωγή microgreens είναι η σπατάλη δενδρυλλίων και οι εστίες ασθενειών που προκαλούνται από υπερχειλίση ή υψηλά επίπεδα υγρασίας, τα οποία δημιουργούν ένα κορεσμένο περιβάλλον γύρω από το φύλλωμα. Τα καλά κίνησης του αέρα (όπως οι φορητοί ανεμιστήρες σε μικρές περιοχές) συμβάλλουν στην πρόληψη προβλημάτων σήψης της ρίζας, παρουσίας μυκητιακών και βακτηριακών παθογόνων που συγκρατούνται στα πυκνά νέα φύλλα. Τα πολύ ώριμα microgreens μπορεί να γίνουν πολύ ψηλά και να πετάξουν, καθιστώντας τη συγκομιδή εξαιρετικά δύσκολη, γι 'αυτό πρόκειται για μια καλλιέργεια που πρέπει να κοπεί σε σωστό στάδιο (Lynette, 2014).

1.6.8. Συγκομιδή-Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί-Αποθήκευση-Συσκευασία

Ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο σύστημα καλλιέργειας, τις καιρικές συνθήκες και τον γονότυπο, ο κύκλος ανάπτυξης των microgreens μπορεί να διαρκέσει από 7 έως 21 ημέρες μετά τη βλάστηση. Τα microgreens είναι έτοιμα για συγκομιδή όταν τα κοτυληδονόφυλλα έχουν εκπτυχθεί πλήρως και είναι σε σπαργή, όταν έχουν εμφανισθεί τα πρώτα πραγματικά φύλλα και όταν το ύψος των φυτών είναι περίπου 5-10 cm (Di Gioia et al., 2015d).

Η αλλοιωσιμότητα μετά την συγκομιδή είναι αναμφισβήτητα ο πιο περιοριστικός παράγοντας για την επέκταση της εμπορικής παραγωγής microgreens (Kou et al., 2014b). Επιπλέον τα microgreens χαρακτηρίζονται από περιορισμένη διάρκεια ζωής και υψηλή ευαισθησία στις πρακτικές χειρισμού και μετά τη συγκομιδή (Cantwell & Suslow, 2002). Απαιτούν προσεκτική, συχνά κουραστική συγκομιδή και γρήγορη ψύξη για την απομάκρυνση της θερμότητας και την καταστολή του ρυθμού αναπνοής, αλλοίωσης και γήρανσης. Η συγκομιδή των microgreens είναι δύσκολη και επίπονη δουλειά γεγονός που μπορεί να έχει άμεσο αντίκτυπο στο κόστος παραγωγής, ειδικά όταν η παραγωγή πραγματοποιείται σε δίσκους που απαιτούν τη συγκομιδή με ψαλίδι.

Η χρήση χαλαρών υποστρωμάτων σε δίσκους επιβραδύνει τη διαδικασία συγκομιδής, ενώ η σπορά σε συνθετικές ίνες, πλαστικά κατάλληλα για τρόφιμα ή σε υποδοχείς τύπου λινάτσας μπορεί να διευκολύνει το χειρισμό και την ταχύτερη συγκομιδή και ψύξη του προϊόντος (Treadwell et al., 2010).

Η συγκομιδή μπορεί να διεξάγεται κόβοντας τα δενδρύλλια λίγα χιλιοστά πάνω από το υπόστρωμα (Εικόνα 4), είτε με το χέρι χρησιμοποιώντας ένα ψαλίδι ή μια λεπίδα, είτε χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρικό μαχαίρι, αποφεύγοντας να συμπεριληφθούν σωματίδια των μέσων καλλιέργειας και πιθανό περιβλήματα των σπόρων που, σε πολλά είδη, δεν μπορούν εύκολα να απομακρυνθούν καθώς συχνά παραμένουν συνδεδεμένα με τα κοτυληδόνια (Di Gioia et al., 2015d).



Εικόνα 4. Τρόπος κοπής δενδρυλλίων microgreens με το ψαλίδι. Πηγή: Di Gioia et al., 2015d

Η θερμοκρασία είναι ο πιο κρίσιμος παράγοντας που επηρεάζει το ρυθμό φθοράς των microgreens μετά τη συγκομιδή, ενώ ταυτόχρονα αλληλεπιδρά με το υπάρχον αιθυλένιο, το μειωμένο pO_2 και το αυξημένο pCO_2 στο περιβάλλον του προϊόντος (Kader, 2002; Kou et al., 2014a). Η θερμοκρασία επηρεάζει άμεσα την απόδοση αποθήκευσης των microgreens ελέγχοντας το ρυθμό των αναπνευστικών και μεταβολικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη διαδικασία γήρανσης (Xiao et al., 2014). Ο περιορισμένος κύκλος ζωής των microgreens, ο οποίος εκτείνεται από 2-4 μέρες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και μπορεί να φτάσει μέχρι και 10-14 μέρες στους 5 °C, περιορίζει την ευρεία εμπορευματοποίησή τους (Chandra et al., 2012; Kou et al., 2013; Kou et al., 2014b, 2015). Στην περίπτωση των συσκευασμένων

έτοιμων προς χρήση microgreens, η επίδραση της θερμοκρασίας στην αναπνευστική δραστηριότητα μπορεί να επηρεάσει περαιτέρω την απόδοση των προϊόντων μετά τη συγκομιδή τροποποιώντας παθητικά την ισορροπία pO_2 / pCO_2 , δεδομένου ότι ο ρυθμός μετάδοσης οξυγόνου είναι ειδικός για τη θερμοκρασία του υλικού συσκευασίας (OTR). Παρόλο που τα microgreens επωφελούνται από σχετική υγρασία 90-95%, οι σοβαρές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας κατά το χειρισμό και τη μεταφορά των συσκευασμένων microgreens μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντικές αλλαγές στη σχετική υγρασία μέσα στη συσκευασία, οδηγώντας έτσι σε συμπίκνωση με δυνητικά επιβλαβείς επιδράσεις στην εμφάνιση του προϊόντος και τη δημιουργία μικροβίων (Kou et al., 2013).

Δεδομένου ότι τα microgreens είναι εξαιρετικά ευαίσθητα, απαιτούν γρήγορο χειρισμό μετά τη συγκομιδή. Θα πρέπει λοιπόν να πλένονται και να ψύχονται άμεσα (1-5 ° C) και φυσικά θα πρέπει να ακολουθούνται όλες οι καλές πρακτικές για τη διατήρηση της υγιεινής- ποιότητας (καθαρισμός εργαλείων συγκομιδής, χρήση γαντιών κ.λπ.). Μια εναλλακτική λύση για τη συγκομιδή των microgreens είναι η αποφυγή κοπής και συσκευασία του προϊόντος μαζί με το υπόστρωμα, ενώ τα φυτά εξακολουθούν να αναπτύσσονται. Σε αυτή την περίπτωση, ο καταναλωτής πρέπει να πλένει το προϊόν. Το κρίσιμο σημείο στην περίπτωση αυτή είναι να παρασχεθεί αρκετό νερό στα φυτά ώστε να εξασφαλιστεί η επιβίωσή τους και η καλή διάρκεια ζωής του προϊόντος μετά τη συγκομιδή (Di Gioia et al., 2015d).

1.6.9. Ποιότητα Microgreens

Η ποιότητα των microgreens εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως οι μηχανικοί τραυματισμοί που προκύπτουν από την κοπή και το χειρισμό κατά τη συγκομιδή, καθώς επίσης και από τη μεταγενέστερη συγκομιδή, η μη τήρηση των θερμοκρασιακών ορίων και των κανόνων στη διαδικασία ξήρανσης, παράγοντες οι οποίοι μπορεί να συμβάλουν στην απώλεια ποιότητας και στον περιορισμό της διάρκειας ζωής τους (Kou et al., 2014a).

Η ποιότητα των microgreens εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία όπου η μη τήρηση των ορίων θερμοκρασίας μπορεί να οδηγήσει σε γρήγορη ανάπτυξη CO_2 , βλάβη ιστών και ανάπτυξη οσμών (Chandra et al., 2012). Η άμεση ψύξη των microgreens μετά τη συγκομιδή είναι κρίσιμη, καθώς η αύξηση της θερμοκρασίας

που εμφανίζεται σε μεταγενέστερα στάδια ζωής, μπορεί να επιταχύνει τη γήρανση (Kou et al., 2014a, 2014b). Ως εκ τούτου η συσκευασία των microgreens θα πρέπει να είναι επαρκούς διαπερατότητας του O₂ για την πρόληψη αναερόβιων συνθηκών και ανάπτυξη οσμών (Kader, 2002).

Ένας άλλος παράγοντας ο οποίος φαίνεται να επηρεάζει την ποιότητα των microgreens είναι η έκθεση στο φως μετά τη συγκομιδή. Η υπερβολική έκθεση στο φως επιδρά αρνητικά στην οπτική ποιότητα, τη σύνθεση του φυτοθρεπτικού συστατικού και στη συνολική διάρκεια ζωής των microgreens (Kyriacou et al., 2016). Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες σε συσκευασμένα microgreens προκειμένου να διερευνηθεί η αλληλεπίδραση μεταξύ της έκθεσής τους στο φως και της σύνθεσης της ατμόσφαιρας συσκευασίας (Xiao, Lester et al., 2014). Η ελαφρά παρεμβολή στην ισορροπία pO₂ / pCO₂ προκαλεί αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας και του ρυθμού διαπνοής, γεγονός που ενισχύει την αύξηση του CO₂, την καταστροφή του O₂, την καθαρή απώλεια βάρους και συχνά τη συμπύκνωση μέσα στα πακέτα συσκευασίας. (Kyriacou et al., 2016).

Σημαντικός παράγοντας ποιότητας των microgreens είναι και οι μηχανικοί τραυματισμοί που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της συγκομιδής τους. Η χρήση αμβλιών λεπίδων έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τη διάρκεια αποθήκευσης των microgreens και η συγκομιδή τους πρέπει να πραγματοποιείται με αιχμηρές λεπίδες για να αποφευχθούν οι τραυματισμοί και οι βλάβες στα βλαστοκύτταρα που γειτνιάζουν με την περιοχή κοπής (Portella & Cantwell, 2001). Τα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά εκκρίματα από το κομμένο στέλεχος ευνοούν την ανάπτυξη μικροβίων, επομένως είναι επιθυμητή η πλύση του προϊόντος αμέσως μετά τη συγκομιδή και η ψύξη τους στους 1-5° C (Cantwell & Suslow, 2002). Αν και το πλύσιμο μπορεί να είναι ένα κρίσιμο βήμα πριν τη ψύξη για την απολύμανση των microgreens, η υπερβολική υγρασία θα πρέπει να αποφεύγεται κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, πράγμα που μπορεί να αποτελέσει αιτία ανάπτυξης μικροβίων και να αυξήσει την ευαισθησία σε μηχανικές βλάβες. Η στράγγιση είναι επομένως ένα σημαντικό βήμα παρακολούθησης πριν από τη συσκευασία, το οποίο μπορεί να διευκολυνθεί με φυγοκέντρηση ή, σε περίπτωση λεπτών ιστών όπως τα microgreens, με απαλή περιστροφή και εξαναγκασμένη προσαγωγή αέρα κατά μήκος της γραμμής επεξεργασίας (Garcia & Barrett, 2005). Η ευαισθησία των τρυφερών microgreens

στις μηχανικές βλάβες που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια των σταδίων πλυσίματος, περιστροφής και στεγνώματος επηρεάζει σημαντικά τη διάρκεια ζωής τους και πρέπει να αναπτυχθούν οι κατάλληλες τεχνολογίες για να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί και να παραδίδονται έτοιμα για κατανάλωση microgreens ανώτερης ποιότητας και διάρκειας ζωής (Kou et al., 2015).

Πρόσφατες μελέτες έχουν επικεντρωθεί κυρίως στις συνθήκες χειρισμού μετά τη συγκομιδή και στις τεχνικές που αποσκοπούν στην παράταση της διάρκειας ζωής των microgreens (Chandra et al., 2012; Kou et al., 2013; Xiao et al., 2014a). Ωστόσο, πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στις πιθανές πηγές μικροβιακής μόλυνσης πριν από τη συγκομιδή και στην μικροβιακή ποιότητα των microgreens. Παρόλο που μέχρι σήμερα δεν έχουν εκδηλωθεί τροφιμογενείς εστίες που σχετίζονται με την κατανάλωση microgreens, υπάρχει μεγάλη ανησυχία για την ασφάλεια τους, δεδομένης της ομοιότητας τους με τα φύτρα. Αποδείχθηκε ότι οι μολυσμένοι σπόροι μπορούν να μολύνουν συστηματικά ολόκληρο το δενδρύλλιο (Xiao et al., 2014b; Xiao et al., 2015). Εκτός από τους σπόρους, τα καλλιεργητικά μέσα θα μπορούσαν να αποτελέσουν μια πιθανή πηγή μικροβιακής μόλυνσης των microgreens.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^Ο ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1. Σκοπός του Πειράματος

Σκοπός του πειράματος είναι η διερεύνηση της απόδοσης και της μεταβολής των θρεπτικών στοιχείων στο πράσινο και κόκκινο λάχανο σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής.

2.2. Υλικά Και Μέθοδοι

Χρησιμοποιήθηκαν δυο υβρίδια λάχανου: α) το υβρίδιο Landini F1 της Hazera seeds με πράσινο φύλλωμα και β) το υβρίδιο Rondale F1 της Hazera seeds με κόκκινο φύλλωμα. Οι σπόροι και των δυο υβριδίων σπάρθηκαν σε δίσκους διογκωμένης πολυστερίνης διαστάσεων 45*31 εκ (Εικόνα 1). 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.



Εικόνα 1. Δίσκοι διογκωμένης πολυστερίνης

Πίνακας 1. Ημερομηνίες σποράς και συγκομιδής

Φυτικό είδος	Ημερομηνία σποράς	1 ^η συγκομιδή	2 ^η συγκομιδή	3 ^η συγκομιδή
Πράσινο λάχανο	25/1	13/2 (19 ημέρες από την σπορά)	17/2 (23 ημέρες από την σπορά)	24/2 (30 ημέρες από την σπορά)
Κόκκινο λάχανο	25/1	8/2 (14 ημέρες από την σπορά)	13/2 (19 ημέρες από την σπορά)	17/2 (23 ημέρες από την σπορά)

Ως υπόστρωμα, χρησιμοποιήθηκε εμπλουτισμένη ξανθιά τύρφη (Εικόνα 2) της εταιρείας Klasmann (τύπος TS2) η οποία αναμίχθηκε με περλίτη (1:1 v/v) (Εικόνα 3 και 4).



Εικόνα 2. Τύρφη της εταιρείας Klasmann (τύπος TS2).



Εικόνα 3. Περλίτης



Εικόνα 4. Ανάμειξη τύρφης με περλίτη

2.2.1. Συγκομιδή

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε σε 3 στάδια (πίνακας 1) με κοπή του υπεργείου τμήματος των φυτών κοντά στο υπόστρωμα. Τα δείγματα των φυτικών ιστών περιελάμβαναν τα κοτυληδονόφυλλα, τα στελέχη και κατά την 3^η συγκομιδή, ένα μικρό ποσοστό των πρώτων πραγματικών φύλλων (Εικόνα 5 και 6).

1η Συγκομιδή – 13/2 (19 ημέρες από τη σπορά)



2η Συγκομιδή – 17/2 (23 ημέρες από τη σπορά)



2η Συγκομιδή – 24/2 (30 ημέρες από τη σπορά)

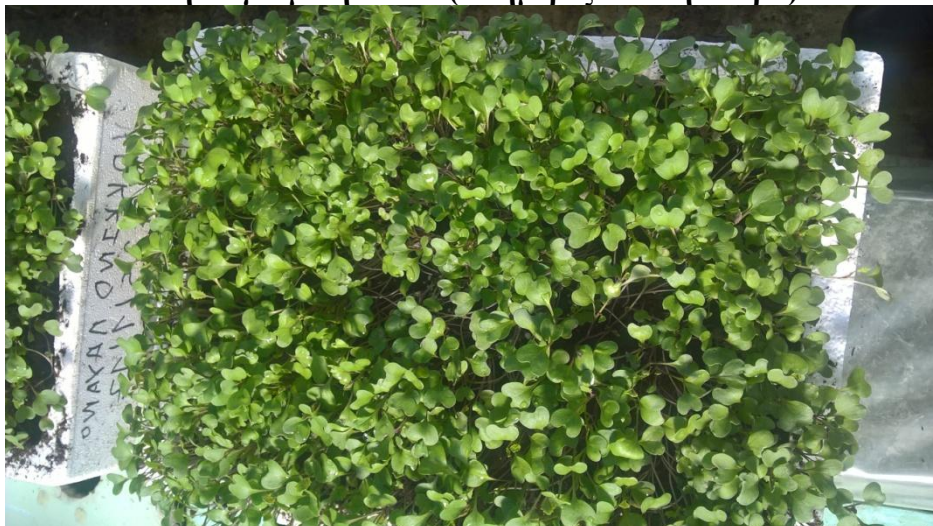


Εικόνα 5. Στάδια Συγκομιδής πράσινου λάχανου

1η Συγκομιδή – 13/2 (19 ημέρες από τη σπορά)



2η Συγκομιδή – 17/2 (23 ημέρες από τη σπορά)



2η Συγκομιδή – 24/2 (30 ημέρες από τη σπορά)



Εικόνα 6. Στάδια Συγκομιδής κόκκινου λάχανου

2.2.2. 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.



Εικόνα 7. Ζύγιση του δείγματος πριν την ξήρανση

Η ξήρανση των φυτικών ιστών έγινε μετά από παραμονή τους σε θάλαμο με θερμοκρασία 72°C μέχρις ότου σταθεροποιηθεί το βάρος τους (Εικόνα 8). Οι φυτικοί ιστοί (φύλλα και ρίζες) που προορίζονταν για τους προσδιορισμούς των θρεπτικών στοιχείων, ξεπλύθηκαν προσεκτικά με απιονισμένο νερό και ξηράνθηκαν στους 72°C μέχρι σταθεροποίησης του βάρους τους.

Τοποθέτηση των δειγμάτων πράσινου λάχανου στο ξηραντήριο



Τοποθέτηση των δειγμάτων κόκκινου λάχανου στο ξηραντήριο



Εικόνα 8. Τοποθέτηση δειγμάτων πράσινου και κόκκινου λάχανου στο ξηραντήριο.

Μετά την ξήρανσή τους και εφόσον προσδιορίστηκε το ξηρό βάρος (Εικόνα 9), 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 ανοξειδωτού κοσκίνου οπών 1 mm (20-mesh). Μετά την άλεση το μέγεθος των τεμαχιδίων ήταν <1mm. 4.

Ζύγιση του Ξηρού δείγματος

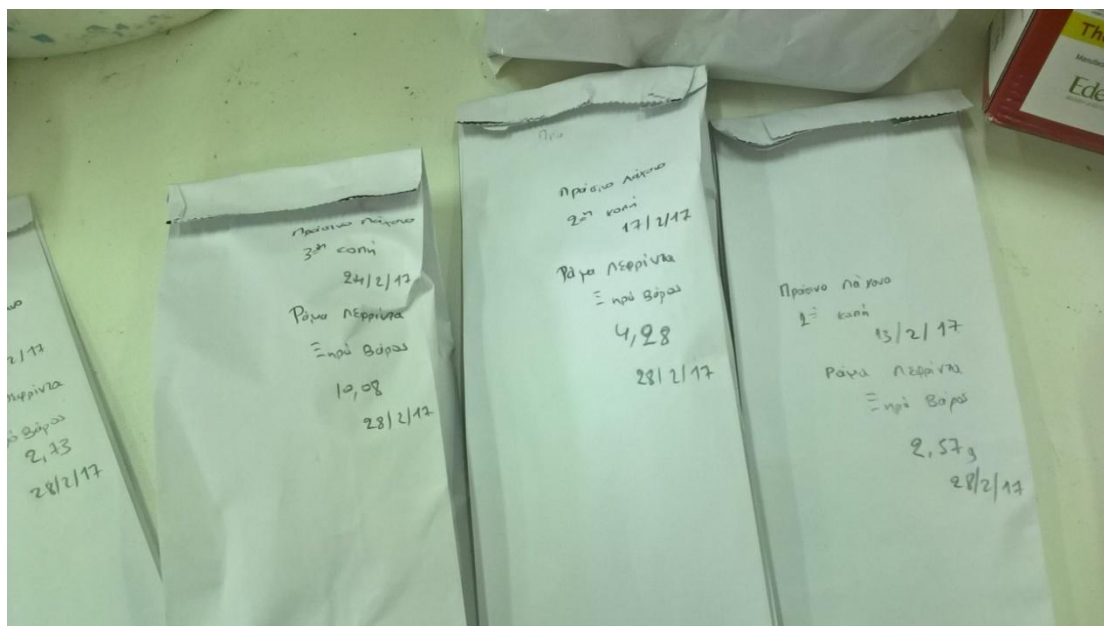


Τοποθέτηση των ξηρών δειγμάτων σε σακουλάκια

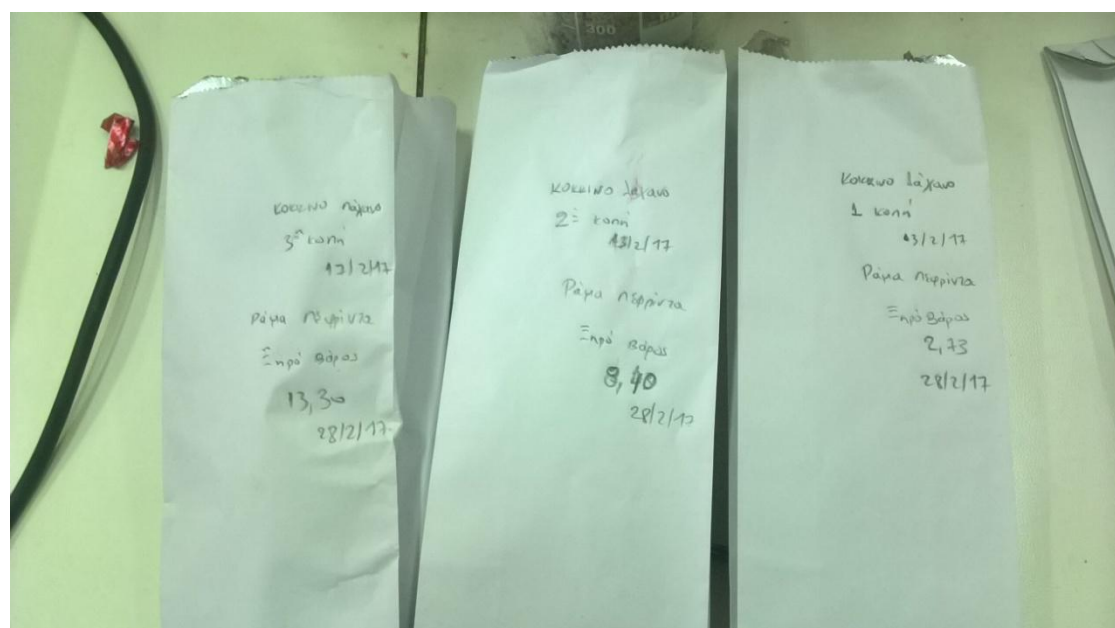


Εικόνα 9. Προσδιορισμός του ξηρού βάρους των δειγμάτων

Τοποθέτηση των δειγμάτων πράσινου λάχανου σε σακουλάκια και αναγραφή των στοιχείων των δειγμάτων



Τοποθέτηση των δειγμάτων κόκκινου λάχανου σε σακουλάκια και αναγραφή των στοιχείων των δειγμάτων



Εικόνα 10. Τοποθέτηση των ξηρών δειγμάτων σε σακουλάκια και καταγραφή των στοιχείων τους

Στην συνέχεια ζυγίσθηκε 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.

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).

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).

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 mgL⁻¹ 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.

2.3. 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 $p \leq 0,05$.

2.4. Αποτελέσματα

2.4.1 Πράσινο λάχανο

Πίνακας 2. Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή της νωπής μάζας του υπέργειου τμήματος και της ξηράς ουσίας στο πράσινο λάχανο

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος (g/m ²)	Ξηρά ουσία %
19	506,8 c	6,03 b
23	816,5 b	7,18 a
30	1011,4 a	7,30 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 30 ημέρες και το μικρότερο στις 19 ημέρες από την σπορά. Η ξηρά ουσία είναι σημαντικά μεγαλύτερη στις 23 και 30 ημέρες σε σχέση με τις 19 ημέρες.

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

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Ca	Mg	K	Na	P
19	2,81 b	0,43 b	5,35 a	0,50 b	0,69 a

23	3,29 a	0,46 a	5,47 a	0,49 b	0,57 b
30	3,15 a	0,38 c	4,38 b	0,81 a	0,56 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 3 προκύπτουν τα εξής:

- Ca: παρουσιάζεται σημαντικά υψηλότερο στις 23 και 30 ημέρες σε σχέση με τις 19 ημέρες από την σπορά.
- Mg: παρουσιάζεται σημαντικά υψηλότερο στις 23 ημέρες σε σχέση με τα άλλα δυο στάδια συγκομιδής, ενώ η μικρότερη συγκέντρωσή του παρατηρείται στις 30 ημέρες από την σπορά.
- K: η χαμηλότερη συγκέντρωσή του παρατηρείται στις 30 ημέρες από την σπορά, ενώ στα άλλα δυο στάδια συγκομιδής δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές.
- Na: η χαμηλότερη συγκέντρωσή του παρατηρείται στις 19 και στις 23 ημέρες από την σπορά και η υψηλότερη στις 30.

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

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Fe	Mn	Zn	Cu	B
19	155,7 a	65,28 ns	64,8 a	14,3 ns	22,1 ns
23	143,5 b	74,65 ns	52,9 b	12,1 ns	24,4 ns
30	128,7 c	64,13 ns	47,1 c	13,2 ns	22,5 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 4 προκύπτουν τα εξής:

- Fe, Zn: οι συγκεντρώσεις των στοιχείων αυτών μειώνονται σημαντικά μετά τις 19 ημέρες από την σπορά.
- Mn, Cu, B: οι συγκεντρώσεις των στοιχείων αυτών δεν επηρεάζονται από το στάδιο συγκομιδής.

2.4.2. Κόκκινο λάχανο

Πίνακας 5.

Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή της νωπής μάζας του υπέργειου τμήματος και της ξηράς ουσίας στο κόκκινο λάχανο

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος (g/m ²)	Ξηρά ουσία %
14	680,5 c	6,48 b
19	1401,5 b	6,29 b
23	1655,9 a	7,26 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 5 συνάγεται ότι το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος αυξάνεται σημαντικά σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής με το μεγαλύτερο βάρος να παρατηρείται στις 30 ημέρες και το μικρότερο στις 19 ημέρες από την σπορά. Η ξηρά ουσία είναι σημαντικά μεγαλύτερη στις 23 ημέρες σε σχέση με τα άλλα δυο στάδια συγκομιδής που δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους.

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

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Ca	Mg	K	Na	P
14	2,27 b	0,41 b	4,86 ab	0,38 c	0,92 a
19	3,36 a	0,45 a	5,27 a	0,53 b	0,72 b

23	2,71 b	0,38 b	4,16 b	0,66 a	0,64 c
----	--------	--------	--------	--------	--------

* 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: παρουσιάζεται σημαντικά υψηλότερο και στα δυο αυτά θρεπτικά στοιχεία στις 19 ημέρες από την σπορά σε σχέση με τα άλλα δυο στάδια συγκομιδής που δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους.
- K: η υψηλότερη συγκέντρωση παρατηρείται στις 14 και στις 19 ημέρες από την σπορά, ενώ μεταξύ των 14 και 23 ημερών δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές.
- Na: η συγκέντρωσή του αυξάνεται αυξανόμενου του χρόνου συγκομιδής.

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

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Fe	Mn	Zn	Cu	B
14	103,8 b	35,9 b	53,5 a	11,0 ns	17,6 c
19	116,2 a	51,5 a	41,9 b	10,0 ns	31,2 a
23	91,6 c	46,3 a	33,2 c	9,1 ns	26,1 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 7 προκύπτουν τα εξής:

- Fe: η υψηλότερη συγκέντρωσή του παρατηρείται στις 19 ημέρες από την σπορά και η μικρότερη στις 23, με τα στάδια συγκομιδής να διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους.

- Mn: οι υψηλότερες τιμές παρατηρούνται στις 19 και 23 ημέρες από την σπορά και η χαμηλότερη στις 14.
- Cu: η συγκέντρωσή του δεν επηρεάζεται από το στάδιο συγκομιδής.
- Zn: η συγκέντρωσή του μειώνεται σημαντικά αυξανόμενου του σταδίου αναπτύξεως των φυτών, με την υψηλότερη τιμή να παρατηρείται στις 14 ημέρες και την μικρότερη στις 23.
- B: η συγκέντρωσή του είναι σημαντικά υψηλότερη στις 19 ημέρες και η μικρότερη στις 14 ημέρες από την σπορά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι μικροσαλάτες του πράσινου και κόκκινου λάχανου 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. 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.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abad M, Noguera P, Burés S. (2001). National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: Case study in Spain. *Bioresour Technol* **77**: 197-200.
- Bachman G., 2014. Growing Microgreens for the Mississippi Gardener. Extension Service of Mississippi State University, cooperating with U.S. Department of Agriculture. Published in furtherance of Acts of Congress, May 8 and June 30.
- 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.
- Cantwell, M., & Suslow, T. (2002). Postharvest handling systems: Minimally processed fruits and vegetables. In A. A. Kader (Ed.), *Postharvest technology of horticultural crops* (pp. 445e463). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication. 3311.
- Chandra, D., Kim, J. G., & Kim, Y. P. (2012). Changes in microbial population and quality of microgreens treated with different sanitizers and packaging films. *Horticulture Environment and Biotechnology*, **53**(1), 32-40.
- Choi M-K, Chang M-S, Eom S-H, Min K-S, Kang M-H (2015). Physicochemical composition of buckwheat microgreens grown under different light conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **44**: 709–715.
- Davis D.R., 2009. Declining fruit and vegetable nutrient composition: what is the evidence? *HortScience*, **44**, 15-19.
- 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.
- Di Gioia F, Mininni C, Santamaria P. (2015d). How to grow microgreens, in *Microgreens*, ed. by Di Gioia F. Santamaria P. Eco-logica, Bari, pp. 51-79.
- Di Gioia F. & Santamaria P. 2015a. Microgreens, agrobiodiversity and food security. In book: *Microgreens: Novel, fresh and functional food to explore all the value*

of biodiversity, Chapter: 1, Publisher: Eco-logica, Editors: Francesco Di Gioia, Pietro Santamaria, pp.7-23.

Di Gioia F. & Santamaria P. 2015b. The nutritional properties of microgreens Las propiedades nutricionales de las micro-hortalizas. In book: Microgreens: Novel, fresh and functional food to explore all the value of biodiversity, Chapter: 3, Publisher: Eco-logica, Editors: Francesco Di Gioia, Pietro Santamaria, pp.41-50.

Di Gioia F., Gonnella M., Santamaria P., 2013. Contribution of leafy vegetables to dietary nitrate intake and regulations. In: Umar S., Anjum N.A., Khan N.A. (Eds.), Nitrate in leafy vegetables: Toxicity and safety measures. I.K. International Publishing House Pvt. Ltd., New Delhi, 1-16.

Di Gioia F, Leoni B, Santamaria P (2015c) The selection of the species to grow. In book: Microgreens: Novel, fresh and functional food to explore all the value of biodiversity, Chapter: 1, Publisher: Eco-logica, Editors: Francesco Di Gioia, Pietro Santamaria, pp.25-40.

Di Gioia, F., De Bellis, P., Mininni, C., Santamaria, P., & Serio, F. (2016). Physicochemical, agronomical and microbiological evaluation of alternative growing media for the production of rapini (*Brassica rapa* L.) microgreens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96.

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.
- Garcia, E., & Barrett, D. M. (2005). Fresh-cut fruits. In D. M. Barrett, L. Somogyi, & H. Ramaswamy (Eds.), *Processing fruits* (pp. 53-72). Danvers: CRC Press.
- 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 and Arnon (1950). *The water-culture method for growing plants without soil*. Berkeley, Calif.: University of California, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station.
- Kader, A. A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops* (p. 535). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3311.
- 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.
- Kou LP, Luo YG, Yang TB, Xiao ZL, Turner ER, Lester GE, Wang Q, Camp MJ. (2013) Postharvest biology, quality and shelf life of buckwheat microgreens. *LWT-Food Sci Technol* **51**: 73-78.
- Kou, L., Luo, Y., Parl, E., Turner, E. R., Barczak, A., & Jurick, W. M. (2014a). Temperature abuse timing affects the rate of quality deterioration of commercially packaged ready-to-eat baby spinach. Part I: Sensory analysis and selected quality attributes. *Postharvest Biology and Technology*, 91, 96-103.

- Kou, L., Yang, T., Liu, X., & Luo, Y. (2015). Effects of pre- and postharvest calcium treatments on shelf life and quality of broccoli microgreens. *Hortscience*, 50, 1801-1808.
- Kou, L., Yang, T., Luo, Y., Liu, X., & Huang, L. (2014b). Pre-harvest calcium application increase biomass and delays senescence of broccoli microgreens. *Postharvest Biology and Technology*, 87, 70-78
- Kyriacou M. C., Rouphael Y., Di Gioia F., Kyratzis A., Serio F., Renna M., et al. (2016). Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. *Trends Food Sci. Technol.* 57, 103–115.
- Lynette M. 2014. The Micro Revolution: Growing Hydroponic Microgreens. Διαθέσιμο στο: <https://www.maximumyield.com/the-micro-revolution-growing-hydroponic-microgreens/2/1191>
- Muchjajib U, Muchjajib S, Suknikom S, Butsai J. (2015). Evaluation of organic media alternatives for the production of microgreens in Thailand. *Acta Hort* 1102: 157- 162.
- Murphy CJ, Llort KF, Pill WG. (2010). Factors affecting the growth of microgreen table beet. *Int J Veg Sci* 16: 253-266.
- 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.
- Portella, S. I., & Cantwell, M. I. (2001). Cutting blade sharpness affects appearance and other quality attributes of fresh-cut cantaloupe melon. *Journal of Food Science*, 66(9), 1265-1270.
- Prasad M. (1996). Physical, chemical and biological properties of coir dust. *Acta Hort* 450: 21-29
- 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. <http://agresearchmag.ars.usda.gov/2014/jan/greens>.
- Wang Y. (2010). Fiber and textile waste Utilization. *Waste Biomass Valor* **1**: 135-143.
- Xiao Z, Bauchan G, Nichols-Russell L, Luo Y, Wang Q, Nou X. (2015) Proliferation of *Escherichia coli* O157:H7 in soil-substitute and hydroponic microgreen production systems. *J Food Prot* **78**: 1785–1790.
- Xiao Z, Luo Y, Lester GE, Kou L, Yang T, Wang Q. (2014a). Postharvest quality and shelf life of radish microgreens as impacted by storage temperature, packaging film, and chlorine wash treatment. *LWT-Food Sci Technol* **55**: 551-558.
- Xiao Z, Nou X, Luo Y, Wang Q, (2014b). Comparison of the growth of *Escherichia coli* O157:H7 and O104:H4 during sprouting and microgreen production from contaminated radish seeds. *Food Microbiol* **44**: 60-63.
- 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.