



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ(ΤΕΙ) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ:ΣΤΕΓ

ΤΜΗΜΑ:ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**



ΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑΣ: ΔΥΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΧΡΥΣΑΝΘΗΣ

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά (Ελλάδα)

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά (Ελλάδα)

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2018

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά (Ελλάδα)

Μορφοποιήθηκε: Στοιχισμένο στο κέντρο

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ(ΤΕΙ)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ:ΣΤΕΓ

ΤΜΗΜΑ:ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

ΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑΣ: ΔΥΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΥ
-ΧΡΥΣΑΝΘΗΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:ΚΩΤΣΙΡΑΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ_2018

Μορφοποιήθηκε: Στοχισμένο στο κέντρο

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά.....	ΣΕΛ 6-7
1.2 Ορισμοί.....	ΣΕΛ 7-8
1.3 Διαφορετικότητα μεταξύ microgreens, φύτες και babyleaves.....	ΣΕΛ 8-12
1.4 Δημοφιλέστερα Είδη που παράγονται στην Ελλάδα και Χαρακτηριστικά αυτών.....	ΣΕΛ 13
1.4.1 Κάρδαμο.....	ΣΕΛ 13
1.4.2 Ρόκα.....	ΣΕΛ 14
1.4.3 Βασιλικός.....	ΣΕΛ 14
1.4.4. Βασιλικός Κόκκινος.....	ΣΕΛ 15
1.4.5 Παντζάρι.....	ΣΕΛ 15
1.4.6 Γογγυλοκράμβη.....	ΣΕΛ 16
1.4.7 Ραπανάκι Κόκκινο.....	ΣΕΛ 16-17
1.4.8 Ραπανάκι.....	ΣΕΛ 17
1.4.9 Μπρόκολο.....	ΣΕΛ 17-18
1.4.10 Μπιζέλι.....	ΣΕΛ 18
1.4.11 Μπουράντζα.....	ΣΕΛ 18
1.4.12 Κόκκινο Λάχανο.....	ΣΕΛ 19
1.4.13 Κόλιανρος.....	ΣΕΛ 19-20
1.4.14 Σινάπι.....	ΣΕΛ 20
1.4.15 Πράσο.....	ΣΕΛ 20-21

Μορφοποιήθηκε: Αριστερά

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΑΥΤΩΝ

2.1 Η Καλλιέργεια των microgreens

2.1.1 Γενικά.....	ΣΕΛ 22-23
2.1.2 Οι Σπόροι των microgreens.....	ΣΕΛ 23-25
2.1.3 Περιβάλλον που αναπτύσσεται η καλλιέργεια.....	ΣΕΛ 25-28
2.1.4 Καλλιεργητικά μέσα.....	ΣΕΛ 28-30
2.1.5 Άρδευση και Λίπανση.....	ΣΕΛ 30-31
2.1.6 Συλλογή και Αποθήκευση.....	ΣΕΛ 31-32
2.2 Διατροφική Αξία.....	ΣΕΛ 32-34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΩΝ

3.1. ποικιλίες και δυνατότητες αξιοποίηση των γονότυπων.....	ΣΕΛ 35-36
3.2 Η επίδραση της μεταχείρισης του σπόρου πριν τη σπορά.....	ΣΕΛ 36-37
3.3 Επιδράσεις των συνθηκών φωτισμού :ποιότητα, ένταση και φωτοπερίοδος.....	ΣΕΛ 37-41
3.4 Εφαρμογές μετά τη συγκομιδή και προ-αποθήκευση	ΣΕΛ 41-42
3.5 Θερμοκρασία αποθήκευσης, ατμοσφαιρική σύνθεση και τεχνολογία συσκευασίας.....	ΣΕΛ 42-46
3.6 Μικροβιακή ασφάλεια	ΣΕΛ 46-47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....ΣΕΛ 48-49

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....ΣΕΛ 50-57

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία γίνεται αναφορά στις μικροσαλάτες και στην προοπτική εξέλιξής τους. Οι μικροσαλάτες είναι μια νέα τάση κατανάλωσης, η οποία εμφανίστηκε τα τελευταία είκοσι χρόνια και παρατηρείται μια συνεχή αύξηση της ζήτησης λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε βιοδραστικές ουσίες, οι οποίες δρουν θετικά στην ανθρώπινη υγεία. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή για αυτές τις καλλιέργειες. Δίνεται ο ορισμός αυτών αλλά και οι διαφορές μεταξύ των φύτρων και των baby-leaves που πολλοί καταναλωτές τα συγχέουν. Ακόμη, αναφέρονται ποιες καλλιέργειες χρησιμοποιούνται σε αυτή την κατηγορία και ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους. Στο επόμενο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά η καλλιέργεια αυτών. Γίνεται αναφορά στους σπόρους και στα μέσα σποράς και ανάπτυξης που χρησιμοποιούνται καθώς επίσης και το περιβάλλον που αναπτύσσονται. Περιγράφονται ακόμη υλικά ανάπτυξης, ο τρόπος συγκομιδής και η αποθήκευσή τους. Τέλος, επισημαίνεται η διατροφική αξία τους. Στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύσσονται οι παράγοντες που επηρεάζουν είτε θετικά είτε αρνητικά την παραγωγή και την ποιότητα και τα χαρακτηριστικά των μικροσαλατών—κατά την ανάπτυξη της καλλιέργειας, κατά την συγκομιδή, κατά την συσκευασία και την αποθήκευση. Ακόμη, γίνεται λόγος και για τις συνθήκες που επηρεάζουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά κατά την αποθήκευση - μεταφορά αυτών. Στο τελευταίο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας.

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: 12 pt

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: 12 pt

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι καταναλωτές δείχνουν σημαντικό ενδιαφέρον για την κατανάλωση φρούτων και λαχανικών που χαρακτηρίζονται από υψηλή διατροφική αξία και περιεκτικότητα σε βιοδραστικές ουσίες. Είναι γενικά αποδεκτό ότι είναι ευεργετικά όχι μόνο επειδή παρέχουν τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για τον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά έχουν και σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία και την μακροζωία (Becseanu, 2008, Galaverna et al., 2008, Mahima et al., 2013).

Οι μικροσαλάτες (Microgreens) είναι μια νέα κατηγορία εδώδιμων λαχανικών (Pinto et al., 2015), ένας πολύ συγκεκριμένος τύπος που περιλαμβάνει φυτά από βρώσιμα λαχανικά, βότανα ή άλλα φυτά μεγέθους πέντε έως δέκα εκατοστών (συμπεριλαμβανομένων των στελεχών και των κοτυληδόνων). Συναντώνται και με τον όρο “vegetable confetti” (χαρτοπόλεμος λαχανικών) Άλλος όρος που τα αποδίδει: “Microherbs”, ο οποίος αναφέρεται σε αρωματικά φυτά (Xiao et al., 2012).

Τα τελευταία χρόνια, οι σαλάτες αυτού του είδους έχουν κερδίσει μεγάλη δημοτικότητα ως μια νέα γαστρονομική τάση, που χρησιμεύει ως εδώδιμη γαρνιτούρα για να διακοσμήσει μια μεγάλη ποικιλία από άλλα πιάτα ή ένα νέο συστατικό σαλάτας (Chandra et al., 2012 · Xiao et al., 2012 · Kou et al., 2013 · Pinto et al., 2015) χάρη στα μεγαλύτερα διατροφικά οφέλη τους (Chandra et al., 2012, Pinto et al., 2015).

Στις μέρες μας δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην υγιεινή διατροφή για την πρόληψη ορισμένων ασθενειών (Márton et al., 2010). Οι μικροσαλάτες θεωρούνται ως «λειτουργικά τρόφιμα», τα οποία είναι προϊόντα διατροφής που έχουν ιδιαίτερες ιδιότητες προαγωγής της υγείας ή πρόληψης ασθενειών, οι οποίες προστίθενται στις κανονικές διατροφικές τους αξίες (Xiao et al., 2012). Σήμερα, η ζήτηση για αυτά τα

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: 12 pt

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: (Προεπιλεγμένη) Times New Roman, 12 pt

Μορφοποιήθηκε: Πλήρης

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: 14 pt

προϊόντα αυξάνεται ραγδαία (Janovská et al., 2010, Samuolienė et al., 2012) και η κατανάλωση αυξάνεται λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους: μοναδικό χρώμα, πλούσιο άρωμα και αισθητό περιεχόμενο βιοδραστικών ουσιών (Brazaitytė et al. 2013 · Kou et al., 2014 · Sun et al., 2014 · Brazaitytė et al., 2015a). Επίσης ταξινομούνται ως καλή πηγή στοιχείων στη διατροφή του ανθρώπου (Pinto et al., 2015). Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω της υψηλής τιμής και της μικρής αντοχής, οι μικροσαλάτες δεν διατίθενται σε μεγάλη κλίμακα επί του παρόντος σε εμπορικά κέντρα και σε καταστήματα αλυσίδων.

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: 14 pt

1.2 Ορισμός

Οι μικροσαλάτες ή τα συχνά αποκαλούμενα «λαχανικά κομφετί», είναι μια νέα κατηγορία ειδικών καλλιέργειών, που ορίζονται ως ανώριμα φυλλώδη φυτά που παράγονται από τους σπόρους λαχανικών, βοτάνων ή σπόρων, συμπεριλαμβανομένων των άγριων ειδών (Xiao, Lester, Luo & Wang, 2012). Ανάλογα με το είδος και τις συνθήκες καλλιέργειας, οι μικροσαλάτες συλλέγονται γενικά στο επίπεδο του εδάφους, δηλαδή στη βάση των υποκοτυλίων, κατά την εμφάνιση του πρώτου ζεύγους αληθινών φύλλων, όταν οι κοτυληδόνες είναι πλήρως διογκωμένες, συνήθως μέσα σε 7 έως 21 ημέρες από τη βλάστηση των σπόρων σχετικά με το είδος (Sun et al., 2013).

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: 14 pt



Εικόνα 1. Διάφορα είδη microgreens (<http://www.urbancultivator.net/microgreens-vs-sprouts>).

Η ιδέα των microgreens προέκυψε στα τέλη της δεκαετίας του '80 στο Σαν Φρανσίσκο της Καλιφόρνιας και από τότε έχουν κερδίσει τη δημοτικότητα ως καινοτόμα γαστρονομικά συστατικά στα καλύτερα εστιατόρια και τα πολυτελή καταστήματα τροφίμων παγκοσμίως (Treadwell, Hochmuth, Landrum & Laughlin, 2010). Η δημοτικότητά τους πηγάζει από τα ζωντανά χρώματα τους, τις λεπτές υφές, τις μοναδικές γεύσεις που ενισχύουν τις ιδιότητες ως γαρνιτούρες (π.χ. σε σαλάτες, σάντουιτς, σούπες, επιδόρπια και ποτά), αλλά και από την υψηλή διατροφική τους αξία (Sun et al., 2013, Xiao, Lester, et al., 2015, Xiao et al., 2012).

Η προσφορά και η ζήτηση των μικροσαλατών επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις γαστρονομικές τάσεις και η επιλογή ειδών βασίζεται στην αλληλεπίδραση των παραγωγών με τους σεφ και στην εξοικείωση των καταναλωτών με τα ιδιαίτερα

χαρακτηριστικά τους (Koppertcress, 2016). Οι μικροσαλάτες μπορούν να διανεμηθούν ως φρέσκα προϊόντα αλλά και κατά την καλλιέργεια σε μέσα, τα οποία θα συλλέγονται από τους τελικούς χρήστες. Οι περισσότερες εκμεταλλεύσεις χρησιμοποιούν είδη που ανήκουν στις οικογένειες Brassicaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Amarillydaceae, Amaranthaceae και Cucurbitaceae (Xiao, Lester, et al., 2015).

1.3 Διαφορετικότητα μεταξύ microgreens, φύτρων και baby-leaves

Τα microgreens δεν πρέπει να συγχέονται με τα φύτρα ή με τα baby-leaves. Είναι μια ενδιάμεση κατάσταση. Τα φύτρα, τα microgreens, και τα baby-leaves στην πραγματικότητα αποτελούν στάδια του κύκλου ανάπτυξης ενός φυτού - λαχανικού εν προκειμένω - από την εποχή της σποράς του ως την ωρίμανση. Το πρώτο στάδιο της ζωής ενός φυτού αρχίζει φυσικά από τον σπόρο. Ο σπόρος περιέχει θρεπτικά συστατικά, βιταμίνες και ιχνοστοιχεία, γενικά όλα αυτά που είναι απαραίτητα σε ένα φυτό για να αρχίσει να αναπτύσσεται. Όλα αυτά συγκεντρωμένα και προστατευμένα από το εξωτερικό περιβάλλον με ένα κέλυφος που όταν έρθει η κατάλληλη στιγμή θα ανοίξει και θα ξεπηδήσει από μέσα του το φύτρο, το βλαστάρι, για να περάσει η ζωή του φυτού στο νέο στάδιο, στο στάδιο του φύτρου.

Το φύτρο αναπτύσσεται σε σκοτάδι και σε συνθήκες υψηλής υγρασίας. Ο γόνιμος σπόρος εκρήγνυται και περνά από το στάδιο της νάρκης σε ένα ζωντανό φυτό. Το φυτό αρχίζει να χρησιμοποιεί όλες τις θρεπτικές ουσίες και τα ένζυμα που είναι αποθηκευμένα στον σπόρο για να ξεκινήσει να αναπτύσσει στέλεχος, ρίζες και πρώτα φύλλα (Ebert, 2012; Xiao, Nou, Luo, & Wang, 2014).

Φύτρα

Τις περισσότερες φορές το στάδιο αυτό δεν διακρίνεται, καθώς οι περισσότεροι σπόροι είναι κάτω από την επιφάνεια του υποστρώματος όταν φυτρώνουν. Ωστόσο, πολλοί καλλιεργούν φύτρα σε νερό. Η μέθοδος αυτή είναι αρκετά δημοφιλής για καλλιέργεια στο σπίτι και την χρησιμοποιούν κυρίως χορτοφάγοι και όσοι κάνουν δίαιτα. Τα φύτρα είναι πλούσια σε απαραίτητα θρεπτικά συστατικά, και εξαιρετική πηγή ενζύμων, έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, είναι εύκολα στη χώνεψη,

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: Έντονα

και καλά για την απώλεια βάρους, καθώς είναι πλούσια σε φυτικές ίνες και χαμηλά σε [θερμίδες](#).



Εικόνα 2. Φύτρες (<http://www.urbancultivator.net/microgreens-vs-sprouts>).

~~θερμίδες~~—Αλλά ωστόσο χρειάζονται πολλή προσοχή στην καλλιέργεια. Υπάρχει πάντα μια πιθανότητα παρουσίας ανεπιθύμητων μικροοργανισμών που πιθανόν να προσβάλουν τους σπόρους κατά τη διάρκεια της διαδικασίας βλάστησης. Τα περισσότερα φύτρα για κατανάλωση παράγονται σε ζεστό περιβάλλον με υψηλή υγρασία και αυτό μπορεί να αποτελέσει πρόσφορο έδαφος για βακτήρια που μπορεί να βρεθούν πάνω ή μέσα στους σπόρους (Poornava and Aggarwal, 2013).

Τα φύτρα συγκομίζονται μέσα σε 3-5 μέρες από την στιγμή που θα βλαστήσουν. Είναι συνήθως λευκά σε χρώμα, είτε τραγανά, είτε μαλακά, άλλα έχουν ελαφριά γεύση και άλλα πιο πικάντικη. Τα μαλακά φύτρα ταιριάζουν περισσότερο σε σαλάτες και σάντουιτς, γιατί μπορούν να καταναλωθούν και ωμά, ενώ τα πιο σκληρά μπορούν να μαγειρευτούν και να δώσουν ξεχωριστή γεύση, ψιλοκομμένα μέσα σε σούπες, βραστά λαχανικά και λαδερά. Είναι μοναδική τροφή για υγιείς και ασθενείς, καθώς και για τα παιδιά (Murphy et al., 2010; Xio et al., 2014a).

Αν δεν καταναλωθούν όσο βρίσκονται στο αρχικό στάδιο του φύτρου, οι φυτρωμένοι σπόροι θα συνεχίσουν να αναπτύσσονται εφόσον φυσικά οι συνθήκες είναι κατάλληλες. Στο επόμενο στάδιο, το νεαρό φυτό θα αρχίσει να σχηματίζει ριζικό σύστημα και να αναπτύσσει τις κοτυληδόνες. Οι κοτυληδόνες στην πραγματικότητα σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της εμβρυογένεσης (της δημιουργίας του σπέρματος μέσα στον σπόρο), και βρίσκονται προστατευμένες μέσα στον σπόρο μαζί με την αρχέγονη ρίζα.

Κοτυληδόνες

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά:
'Έντονα



Εικόνα 3. Κοτυληδόνες (<http://www.urbancultivator.net/microgreens-vs-sprouts>).

Αυτές οι κοτυληδόνες λειτουργούν παρόμοια με τα φύλλα δηλαδή βοηθούν να μετατραπεί η ενέργεια του φωτός σε ενέργεια που μπορεί να χρησιμοποιήσει το φυτό (φωτοσύνθεση), αλλά διαφέρουν στο σχήμα και τη δομή από τα πρώτα πραγματικά φύλλα του φυτού. Μια άλλη διαφορά είναι ότι οι κοτυληδόνες σχηματίζονται αρχικά μέσα στον σπόρο ενώ τα πρώτα αληθινά φύλλα σχηματίζουν μετά τη βλάστηση.

Σ' αυτό το στάδιο, κάποια στιγμή, μεταξύ της ανάπτυξης των κοτυληδόνων και του σχηματισμού της πρώτης σειράς των πρώτων πραγματικών φύλλων εμφανίζεται η κατηγορία φυτών που ονομάζεται microgreens. Και αναφέρεται αόριστα ότι κάποια στιγμή τα φυτά βρίσκονται σ' αυτήν την φάση (microgreens) γιατί στην πραγματικότητα ο όρος "microgreens" είναι μια εμπορική λέξη-επινόηση και όχι κάποιος βοτανικός όρος. (<http://www.urbancultivator.net/microgreens-vs-sprouts>).

Microgreens



Εικόνα 4. Μικροσαλάτες (<http://www.urbancultivator.net/microgreens-vs-sprouts>).

Τα microgreens καλλιεργούνται σε ρηχά δοχεία με ένα καλά-αποστραγγιζόμενο μίγμα υποστρώματος. Τα microgreens συγκομίζονται 5-10 ημέρες μετά από τη βλάστηση και όταν τα πρώτα αληθινά φύλλα αρχίζουν να αναπτύσσονται. Τα microgreens κουρεύονται κοντά στο επίπεδο του υποστρώματος και έχουν ύψος 2,5 έως 5 cm.

Τα «microgreens» χρησιμοποιούνται για να προσθέσουν γεύση σε ορεκτικά, σάντουιτς, σαλάτες, κύρια πιάτα ακόμα και σε επιδόρπια. Η απαλή υφή, το φρέσκο άρωμα τους και η ελκυστική τους εμφάνιση συνέβαλαν στην αυξανόμενη δημοτικότητα τους σε εστιατόρια και γκουρμέ κουζίνα. Τα λεπτά «microgreens» των διαφόρων λαχανικών μπορούν να συνδυαστούν για να κάνουν όμορφα και νόστιμα μείγματα που έχουν απεριόριστες χρήσεις στην κουζίνα.

Μορφοποιήθηκε: Αριστερά

Babygreens



Εικόνα 5. Babyleaves. (<http://www.urbancultivator.net/microgreens-vs-sprouts>).

Τα babygreens ή baby_leaves όπως και τα microgreens, δεν είναι ακριβώς μια φάση στην ανάπτυξη του φυτού. Και η λέξη babygreens είναι επίσης εμπορικό δημιούργημα. Ως εκ τούτου, δεν υπάρχει επίσημος ορισμός του όρου "babygreen". Μάλιστα ούτε για τα microgreens ούτε για baby_leaves υπάρχει ακριβής απόδοση στα ελληνικά. Αλλά μπορούν να ορισθούν ως babygreens τα φυλλώδη λαχανικά που συγκομίζονται πριν αναπτυχθούν πλήρως. Πιο συγκεκριμένα, babygreens είναι φυτά που έχουν αναπτύξει τουλάχιστον την πρώτη ή και περισσότερες σειρές των πραγματικών φύλλων, αλλά είναι μικρότερα από ένα ώριμο φυτό(<http://rawfooddietplans.net/the-difference-between-sprouts-microgreens-and-baby-greens>).

Τα babygreens ή baby_leaves μπορούν να συλλέγονται όταν έχουν ύψος 5-15 cm ανάλογα με την ποικιλία. Όταν τα πραγματικά φύλλα είναι καλά σχηματισμένα και ακόμα τρυφερά, σε ορισμένα είδη φυτών μπορούν να συλλέγονται πάνω από τις κοτυληδόνες. Αυτό προσφέρει τη δυνατότητα για περαιτέρω εκ νέου ανάπτυξη σε επόμενες συγκομιδές. Τα babygreens μπορούν να φυτεύονται σε δοχεία ή στο έδαφος του κήπου. Επιδέχονται πυκνή φύτευση γιατί χάρη στις διαδοχικές συγκομιδές των περιφερειακών φύλλων, το κεντρικό στέλεχος δεν αναπτύσσεται πολύ. Τα babygreens

ή baby-leaves είναι εξαιρετικές προσθήκες σε μείγματα σαλάτας, σούπες, σούσι και σασίμι(<http://rawfooddietplans.net/the-difference-between-sprouts-microgreens-and-baby-greens>).

Τόσο τα φύτρα όσο και τα microgreens και τα baby-leaves είναι πρώτης τάξεως επιλογές για εδωδιμες γαρνιτούρες. Μπορούν να καλλιεργηθούν εύκολα από σπόρους επιλέγοντας από μια μεγάλη κατηγορία λαχανικών. Είναι μια πρόκληση για τον ερασιτέχνη κηπουρό που μπορεί καλλιεργώντας σε περιορισμένο χώρο να έχει συνεχώς φρέσκα λαχανικά σαλάτες και μάλιστα στην γκουρμέ εκδοχή τους.

1.4 Δημοφιλέστερα είδη που παράγονται στην Ελλάδα και χαρακτηριστικά αυτών

Ένας μεγάλος αριθμός λαχανικών, βοτάνων και αγροτικών καλλιεργειών και ποικιλιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή μικροσαλατών. Τα μαρούλια μπορεί να είναι πολύ ευαίσθητα και συχνά δεν θεωρούνται καλοί υποψήφιοι για μικροσαλάτες. Λόγω των ιδιαίτερων κλιματικών αλλά και γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών στην Ελλάδα τα πιο δημοφιλή είδη που καλλιεργούνται είναι τα ακόλουθα (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>):

1.4.1.Κάρδαμο



Εικόνα 6. Κάρδαμο (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Έχει τη γεύση πιπεριού και είναι : Πλούσιο σε βιταμίνες K, C και Μαγγάνιο. Δίνει πικάντικο άρωμα με αίσθηση δροσιάς και πιπεριού που διαρκεί ελάχιστα δευτερόλεπτα. Ο βλαστός είναι κατάλευκος και έχει χαρακτηριστικό πράσινο φύλλο.

1.4.2.Ρόκα



Εικόνα 7. Ρόκα (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Η γεύση της είναι δυνατή πικάντικη, δηλαδή η γνωστή γεύση ρόκας σε πιο πικάντικη και τρυφερή έκδοση. Είναι πλούσια σε βιταμίνες και ιχνοστοιχεία. Θεωρείται και αφροδισιακή. Ο βλαστός είναι λευκός και έχει κομψό σχήμα.

1.4.3.Βασιλικός



Εικόνα 8. Βασιλικός (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Έχει αρκετά έντονη γεύση βασιλικού με δροσερή και τρυφερή υφή. Είναι πλούσιο σε αντιοξειδωτικά με αντιφλεγμονώδη ιδιότητες. Χαρακτηριστικό το σκούρο πράσινο φύλλωμα.

1.4.4.Βασιλικός Κόκκινος



Εικόνα 9. Κόκκινος Βασιλικός (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Αρκετά έντονη γεύση βασιλικού δροσερή και τρυφερή υφή. Είναι πλούσιος σε αντιοξειδωτικά και έχει αντιφλεγμονώδη ιδιότητες. Το φύλλωμα του χαρακτηρίζεται από μωβ αποχρώσεις.

1.4.5.Παντζάρι



Εικόνα 10. Παντζάρι (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Έχει τη χαρακτηριστική ήπια γεύση παντζαριού, χρώματος και είναι πλούσιο σε βιταμίνες Α, Β, και αντιοξειδωτικά. Ο βλαστός είναι πορφυρός και έχει μακρόστενο πράσινο φύλλο.

1.4.6 Γογγυλοκράμβη



Εικόνα 11. Γογγυλοκράμβη (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Έχει ήπια γεύση λαχάνου και είναι πλούσιο σε ίνες, ασβέστιο, Κάλιο Βιταμίνες Α, C. Το λεπτό ροζ χρώμα του βλαστού σε συνδυασμό με την δροσερή του γεύση συνθέτουν τον χαρακτήρα του. Η βάση του βλαστού είναι ροζ και το φύλλο πράσινο.

1.4.7.Ραπανάκι Κόκκινο



Εικόνα 12. Ραπανάκι Κόκκινο (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Έχει τη γεύση του πικάντικου ραπανιού και είναι πλούσιο σε Βιταμίνες C, B6, αντιοξειδωτικά Η πικάντικη γεύση & τραγανό που σε συνδυασμό με το χρώμα και το μέγεθος του (10εκ) μπορεί να έχει κυρίαρχο ρόλο στο πιάτο . Έχει κόκκινο φύλλωμα με ροζ βλαστό και είναι σχετικά "μεγάλο" micro.

1.4.8.Ραπανάκι



Εικόνα 13. Ραπανάκι (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Είναι πικάντικό τραγανό& μεγάλο σχετικά μέγεθος (10εκ) .Είναι πλούσιο σε Βιταμίνες C, B6, αντιοξειδωτικά . Έχει γυαλιστερό πράσινο φύλλωμα με λευκό βλαστό που γίνεται ρόζ στη βάση και θεωρείται σχετικά "μεγάλο" micro.

1.4.9. Μπρόκολο



Εικόνα 14. Μπρόκολο (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Έχει τη γεύση μπρόκολου, λάχανου και είναι πλούσιο σε καροτενοειδή (αντιοξειδωτικά). Το φύλλο του είναι πράσινο και έχει ένα κατάλευκο βλαστό.

1.4.10. Μπιζέλι



Εικόνα 15. Μπιζέλι (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Έχει τη γλυκιά γεύση του ωμού αρακά και είναι τραγανό. Είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, βιταμίνες C, B1, νιασίνη. Το ιδιαίτερο σχήμα του με καμπυλωτή έλικα στην κορυφή το καθιστά ελκυστικό. Γενικά είναι μεγάλο micro (12-15εκ) και είναι πράσινο με χαρακτηριστική έλικα στην κορυφή.

1.4.11. Μπουράντζα



Εικόνα 16. Μπουράντζα (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Έχει τη γεύση του αγγουριού και είναι δροσερό, και ζουμερό. Είναι πλούσιο σε γ-λινολενικό οξύ (λιπαρό οξύ ω6) . Χρησιμοποιείται και για cocktails. Έχει κατάλευκο βλαστό και ανοιχτό πράσινο μακρόστενο φύλλο.

1.4.12. Κόκκινο Λάχανο



Εικόνα 17. Κόκκινο λάχανο (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Έχει γεύση λάχανου . Οι ιδιότητες του είναι η ισορροπία ορμονών και είναι πλούσιο σε Βιταμίνη C και Βιταμίνη K . Το ιδιαίτερο κόκκινο χρώμα του βλαστού και η υψηλή θρεπτική αξία του (Βιτ C 6 φορές περισσότερη από το ώριμο) το καθιστούν περιζήτητο. Ο βλαστός είναι φούξια ροζ και έχει σκούρο πράσινο φύλλο .

1.4.13. Κόλιαντρος



Εικόνα 18. Κόλιαντρος (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Έχει την ήπια γεύση του κόλιαντρου και θυμίζει εσπεριδοειδή. Είναι Πλούσιο σε αντιοξειδωτικά, Βιταμίνη C, A, K, σε κάλιο και ασβέστιο . Κομψό και λεπτό φύλλο με ανοιχτό πράσινο χρώμα με την γνωστή γεύση του κόλιαντρου σε πιο λεπτή έκδοση. Το φύλλο του είναι λεπτό που πολλές φορές φέρει τον σπόρο στην κορυφή. Ο βλαστός είναι λευκός .

1.4.14. Σινάπι



Εικόνα 19. Σινάπι (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Έχει πικάντικη γεύση και είναι πλούσιο σε αντιοξειδωτικά . Είναι ένα από τα σημαντικά microgreens λόγω της υπέροχης πικάντικης γεύσης αλλά και της ευκολίας του σε συνδυασμούς. Έχει κατάλευκο βλαστό και ανοιχτό πράσινο φύλλο.

1.4.15. Πράσο



Εικόνα 20. Πράσο (<http://www.migreens.gr/microgreens.html>)

Χαρακτηρίζεται από μια διακριτική ήπια γεύση πράσου και περιέχει την αλλισίνη, η οποία μειώνει τα επίπεδα χοληστερόλης. Περιέχει βιταμίνη Β6, Φολικό οξύ, Σίδηρο. Είναι ένα διαφορετικό και ιδιαίτερο microgreen που φέρει τον σπόρο του στην κορυφή, με διακριτική γεύση πράσου και ευρεία χρήση. Ο βλαστός είναι λεπτός ανοιχτού πράσινου χρώματος που σκουραίνει στην κορυφή. Ο μαύρος μικροσκοπικός σπόρος τραβάει την προσοχή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΩΝ ΚΑΙ Η ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥΣ

2.1 Η Καλλιέργεια των microgreens

2.1.1 Γενικά

Γενικά τα microgreens μπορούν να καλλιεργηθούν από οποιονδήποτε. Η καλλιέργεια μικρών ποσοτήτων στο σπίτι είναι σχετικά εύκολη. Ωστόσο, η ανάπτυξη και η εμπορία των microgreens υψηλής ποιότητας από εμπορική άποψη είναι πολύ πιο δύσκολη. Έχοντας τη σωστή αναλογία στο κατάλληλο στάδιο της συγκομιδής είναι μία από τις πιο κρίσιμες στρατηγικές για επιτυχία. Ο χρόνος από τη σπορά έως τη συγκομιδή ποικίλλει σημαντικά από καλλιέργεια σε καλλιέργεια. Κατά τη σπορά ενός μείγματος καλλιεργειών σε ένα ενιαίο επίπεδο φύτευσης, οι καλλιεργητές θα πρέπει να επιλέγουν καλλιέργειες που έχουν παρόμοιο ρυθμό ανάπτυξης, έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί ταυτόχρονα η συλλογή. Εναλλακτικά, οι καλλιεργητές μπορούν να σπείρουν ξεχωριστά σε διαφορετικές θέσεις τις διάφορες καλλιέργειες και να τις αναμείξουν μετά τη συγκομιδή(<https://www.scribd.com/document/Micro-Greens>).

Τα microgreens μπορούν να αναπτυχθούν σε ένα τυπικό υπόστρωμα, αποστειρωμένο, χαλαρό, χωρίς ρύπους. Πολλά μείγματα έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς με τύρφη, βερμικουλίτη, περλίτη, ίνες καρύδας και άλλα. Ένα εναλλακτικό σύστημα παραγωγής χρησιμοποιεί ένα από τα πολλά υλικά ως στρώμα ή επένδυση για να τοποθετηθεί στον πυθμένα ενός δίσκου. Αυτά τα υλικά γενικά παρέχουν ένα εξαιρετικό στρώμα σποράς. Τα υλικά μπορεί να περιλαμβάνουν λινάτσα ή ένα συνθετικό υλικό ειδικά σχεδιασμένο για microgreens. Αυτά τα υποστρώματα χρησιμοποιούνται συχνά σε καλλιέργειες που αναπτύσσονται για εμπορικούς σκοπούς. Η σπορά μπορεί να γίνει διάσπαρτα ή σε σειρές. Η πυκνότητα σποράς είναι δύσκολο να ορισθεί. Οι περισσότεροι καλλιεργητές δηλώνουν ότι θέλουν να σπείρουν όσο το δυνατόν πιο πυκνά για να μεγιστοποιήσουν την παραγωγή, αλλά όχι πάνω από τα επιτρεπτά όρια, διότι έτσι θα αναπτυχθούν επιμήκη στελέχη και θα αυξηθεί ο κίνδυνος ασθένειας. Οι περισσότερες καλλιέργειες απαιτούν λίγο ή καθόλου λίπασμα, καθώς οι σπόροι παρέχουν επαρκή διατροφή για τη νέα καλλιέργεια. Ορισμένες καλλιέργειες μικρής κλίμακας με μακροχρόνια ανάπτυξη, όπως micro καρότο, άνηθο και σέλινο, μπορούν να επωφεληθούν από μια ελαφριά λίπανση που εφαρμόζεται στον πυθμένα του δίσκου (<http://edis.ifas.ufl.edu>).

Τα microgreens είναι έτοιμα για συγκομιδή όταν φτάνουν στο πρώτο στάδιο των πρώτων πραγματικών φύλλων, συνήθως σε ύψος περίπου 5 εκ. Ο χρόνος από τη σπορά έως τη συγκομιδή μπορεί να ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό από 7 έως 21 ημέρες, ανάλογα με την καλλιέργεια. Η παραγωγή σε μικρούς δίσκους πιθανόν να απαιτεί τη συγκομιδή με ψαλίδι. Αυτό είναι ένα πολύ χρονοβόρο μέρος του κύκλου παραγωγής και αναφέρεται συχνά από τους καλλιεργητές ως μείζον μειονέκτημα. Το ~~συνθετικό~~ [συνθετικό](#) υπόστρωμα σποράς έχει κερδίσει δημοτικότητα σε πολλούς καλλιεργητές επειδή επιταχύνεται η πρωιμότητα. Για τη συγκομιδή χρησιμοποιείται ηλεκτρικό μαχαίρι ή τρίψιμο, επιτρέποντας στα μικρά microgreens κομμένα να πέσουν σε ένα καθαρό δοχείο συγκομιδής. Τα συγκομισθέντα microgreens είναι εξαιρετικά ευαίσθητα και πρέπει να πλυθούν και να κρυώσουν το συντομότερο δυνατό. Μερικοί σεφ ζητούν από τους καλλιεργητές να παραδοθούν στους δίσκους για τη βελτίωση της ποιότητας. Πλένονται χρησιμοποιώντας σωστές πρακτικές για την ασφάλεια των τροφίμων. Τα microgreens συσκευάζονται συνήθως σε μικρές, πλαστικές συσκευασίες, ανοιγόμενες και ψύχονται σε συνιστώμενες θερμοκρασίες. Στόχος είναι

να μειωθεί ο κίνδυνος μικροβιακής μόλυνσης των ώριμων και ανώριμων φυλλωδών φυτών(<http://www.nlgma.org/>).

2.1.2 Οι Σπόροι των microgreens

Οι σπόροι που χρησιμοποιούνται για να καλλιεργηθούν οι μικροσαλάτες απαιτούνται σε μεγάλη ποσότητα και αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό κόστος για την παραγωγή αυτών. Σημαντικό ρόλο παίζει και η ποσότητα σπόρου. Η πολύ πυκνή σπορά δημιουργεί βεβαίως προβλήματα παθογένειας (. Kyriacou C. M.,2016).

Λόγω των κινδύνων που μπορεί να δημιουργήσει ένας μολυσμένος σπόρος τόσο στην υγεία όσο στην παραγωγή αλλά και στην ποιότητα της καλλιέργειας έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των απαιτήσεων όσο αφορά τη μικροβιολογική ποιότητα του σπόρου (Xiao, Bauchan et al., 2015; Xiao et al., 2014). Οι σπόροι πρέπει να λαμβάνουν τις κατάλληλες υγειονομικές μεταχειρίσεις για την εξάλειψη των παθογόνων βακτηριδίων. Για να παραχθούν βιολογικοί σπόροι microgreens θα πρέπει οι τρόποι που θα εφαρμοστούν για την αποστείρωση της επιφανείας των σπόρων και την αντιμικροβιακή τους δράση να είναι αποτελεσματικοί και βιώσιμοι (Ding, Fu, and Smith, 2013).

Πολλά είδη έχουν τη δυνατότητα να βλαστάνουν εύκολα και να αναπτύσσονται αμέσως, ενώ άλλα έχουν επιβραδυνόμενη ανάπτυξη και μπορεί να απαιτούν διάφορες μεταχειρίσεις πριν από τη σπορά για τη βελτίωση, τυποποίηση και συντόμευση του κύκλου παραγωγής. Οι μεταχειρίσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προώθηση των αρχικών σταδίων της βλάστησης κυμαίνονται από μία απλή διαβροχή με νερό μέχρι φυσιολογικές θεραπείες, όπως ανάπτυξη ωσμώσεως, ωρίμανσης και προ-βλάστησης—σπόρων. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα (Lee, Pill, Cobb, and Olszewski, 2004).

Effects of seed treatments, sowing rate and growth media on microgreens growth, yield and quality.

Factor	Species	Growing conditions	Treatments	Effect	Reference
Seeds treatment	Table beet and chard (<i>Beta vulgaris</i> L.)	Growth chamber in darkness at 12 °C	Matrix priming: for 6 d in vermiculite (1:5 seed-to-vermiculite) imbued at 50% dry weight with deionized water	Increased the final germination percentage (FGP), and reduced days to 50% FGP (G50)	Lee et al. (2004)
		Growth chamber in darkness at 20 °C	Soaking: for 48 h in aerated deionized water	Reduced the G50	
	Arugula (<i>Eruca vesicaria</i> subsp. <i>saïva</i>) and table beet (<i>B. vulgaris</i> L.)	Growth chamber in darkness at 20 °C	Pre-germination: mixing seeds with very fine exfoliated vermiculite imbued with deionized water	Increased shoot fresh weight per m ²	Murphy and Pill (2010); Murphy et al. (2010)
Seed density	Arugula (<i>E. vesicaria</i> subsp. <i>saïva</i>) and table beet (<i>B. vulgaris</i> L.)	Greenhouse	Sowing rate	Increasing sowing rate increased fresh yield per unit area and decreased mean shoot weight	Murphy and Pill (2010); Murphy et al. (2010)
Growing media	Vine Spinach (<i>Basella alba</i> Linn.) Kangkong (<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk.) Krauthin (<i>Leucaena leucocephala</i> de Wit.) Leaf mustard (<i>Brassica juncea</i> Czern. & Coss.) Rat-tailed radish (<i>Raphanus sativus</i> var. <i>caudatus</i> Linn.) Rapini (<i>Brassica rapa</i> L.)	n.a.	Comparison of alternative media: sand, peat, coconut coir dust (CCD), sugarcane filter cake (SFC), vermicompost (VC), CCD + Peat (1:1 v:v), CCD + SFC (1:1 v:v), CCD + VC (1:1 v:v)	The 1:1 mix of CCD and peat provided the maximum yield for vine spinach, while the 1:1 mix CCD + SFC provided maximum yield for kangkong, krauthin, leaf mustard and rat-tailed radish	Muchjajih, Muchjajih, Sulnikom, and Butsai (2015)
		Greenhouse	Comparison of alternative media: peat mix, Sure to Grow [®] mat, textile fiber mat, jute-Kenaf fiber mat	Peat, textile fiber and jute-kenaf fiber mat provided higher fresh yield as compared to Sure to Grow [®] . Microgreens grown on peat had the highest <i>Enterobacteriaceae</i> population and presence of <i>E. coli</i> , which was not found on microgreens grown on other media	Di Gioia et al., 2016

Ο βέλτιστος ρυθμός σποράς είναι συγκεκριμένος για κάθε καλλιέργεια με βάση τον μέσο όρο του βάρους του σπόρου, τη βλαστικότητα και την επιθυμητή πυκνότητα, η οποία κυμαίνεται από 1 σπόρο / cm² σε είδη με μεγάλα σπόρια όπως μπιζέλι, ρεβίθια και ηλιάνθος, μέχρι 4 σπόρους / cm² σε μικρούς σπόρους όπως η ρόκα, [το σινάπι](#) και [μουστάρδα](#) (Di Gioia & Santamaria, 2015, p.118). Αύξηση του ποσοστού σποράς για μεγιστοποίηση της απόδοσης θα αντικατοπτρίζει το κόστος παραγωγής, ενώ η υπερβολική πυκνότητα μπορεί να παράγει ανεπιθύμητα επιμηκυμένους βλαστούς και περιορισμένη κυκλοφορία αέρα, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο κίνδυνος προσβολής από παθογόνα (Murphy, C. J., and Pill, W. G. (2010).

2.1.3 Περιβάλλον που αναπτύσσεται η καλλιέργεια

Τα microgreens παράγονται σε ποικίλα περιβάλλοντα (ανοιχτά, προστατευόμενο περιβάλλον, εσωτερικοί χώροι) και αναπτυσσόμενα συστήματα ανάλογα με την κλίμακα παραγωγής. Η εμπορική παραγωγή των microgreens εκτελείται συνήθως υπό ελεγχόμενο περιβάλλον, μέσα σε θερμοκήπια ή σε υψηλά σκέπαστρα είτε με απλές, είτε με προηγμένες τεχνολογίες, ανάλογα με το μέγεθος της εκμετάλλευσης και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν. Χρησιμοποιώντας συστήματα χωρίς την παρουσία εδάφους μπορούν να αποδοθούν σε τρεις τύπους (Di Gioia et al., 2015).

Μία δυνατότητα είναι η ανάπτυξη μικρολαχανικών σε «δοχεία» που αποτελούνται από πλαστικούς δίσκους με διαφορετικά μεγέθη και μεταβλητό ύψος από 3 έως 5 cm (Εικόνα 21).



Εικόνα 21. Δίσκος ανάπτυξης (Di Gioia et al., 2015)

Ανάλογα με την περίπτωση, ο πυθμένας του δοχείου που συγκρατεί τα μέσα καλλιέργειας μπορεί να είναι άθικτος, 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 μικρολαχανικών. Τα δοχεία τοποθετούνται σε αναπτυσσόμενα κανάλια (Εικ. 22, 23) ή σε παγκάκια, ακίνητα ή κινητά, τέλεια ισοπεδωμένα με την ύπαρξη ενός συστήματος αποστράγγισης και ανάκτησης της περίσσειας νερού ή του θρεπτικού διαλύματος.



Εικόνα 22, 23. Σύστημα υδρονέφωσης μέσω υπο-άρδευσης (DiGioiaetal., 2015)

Το νερό άρδευσης και το θρεπτικό διάλυμα εισέρχονται από την κορυφή μέσω ενός συστήματος υδρονέφωσης, το οποίο ενεργοποιείται χειροκίνητα, 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 προτού αποσταλεί στην αγορά, με πλεονεκτήματα τη διάρκεια ζωής και την ποιότητα του προϊόντος, αφού θα συλλεχθεί από τον καταναλωτή, μόλις λίγα λεπτά πριν από τη χρήση του. Για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεις, είναι δυνατή η χρήση βιοαποικοδομήσιμων δοχείων (DiGioia, F., Mininni, C., and Santamaria, P., 2015)

Μια δεύτερη δυνατότητα είναι η ανάπτυξη μικρολαχανικών σε «κανάλια» ή σε πάγκους από πλαστικό, αλουμίνιο, γαλβανισμένο σίδηρο ή ξύλο διαφόρων μεγεθών, τα οποία τοποθετούνται μέσα στα κανάλια ή στους πάγκους (φωτογραφία 24). Σε αυτή την περίπτωση, τα κανάλια και οι πάγκοι μπορούν να είναι κινητά ή ακίνητα και πρέπει να είναι τέλεια τοποθετημένα έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται μια ελαφρά κλίση για να ενισχυθεί η άνοδος του νερού ή του θρεπτικού διαλύματος από το ένα άκρο του καναλιού ή του πάγκου στο άλλο, επιτρέποντας έτσι την ανάκτηση και την ανακύκλωση, του πλεονάζοντος νερού ή θρεπτικού διαλύματος. Όπως και στο προηγούμενο σύστημα ανάπτυξης, το νερό και το θρεπτικό διάλυμα μπορούν να εισέλθουν από την κορυφή μέσω ενός συστήματος υδρονέφωσης ή από τον πυθμένα με υπο-άρδευση. Με αυτό το σύστημα, επιτυγχάνεται το βέλτιστο στάδιο ανάπτυξης,

και πραγματοποιείται η συλλογή με κοπή των φυτών στη βάση. Μετά το κόψιμο, το προϊόν συνήθως πλένεται, στεγνώνεται και μπορεί να συσκευάζεται και να διατίθεται στο εμπόριο ως προϊόν φρέσκιας κοπής έτοιμο για κατανάλωση (Di Gioia et al., 2015).



Εικόνα 24. Σύστημα ανάπτυξης microgreens (DiGioiaetal., 2015)

Ένα τρίτο αναπτυσσόμενο σύστημα, αρκετά απλό αλλά λιγότερο διαδομένο σε εμπορικό επίπεδο, είναι το «πλωτό σύστημα». Σε αυτή την περίπτωση τα στόμια των δίσκων πολυστυρενίου, διαφορετικού μεγέθους, επιπλέον στο θρεπτικό διάλυμα το οποίο έχει τοποθετηθεί σε μια λεκάνη ή σε ένα πάγκο, έτσι ώστε τα καλλιεργητικά μέσα να μπορούν να εμποτιστούν από τον πυθμένα. Δεδομένου ότι πρόκειται για ένα στατικό σύστημα ανάπτυξης, στο οποίο το θρεπτικό διάλυμα δεν κυκλοφορεί και για να μπορέσει να διατηρηθεί ένα καλό επίπεδο η περιεκτικότητα σε οξυγόνο, είναι απαραίτητο να εμπλουτιστεί το θρεπτικό διάλυμα με αέρα. Η μη διαδομένη χρήση του έγκειται στο γεγονός σε τόσο υψηλά ποσοστά υγρασίας είναι δύσκολη η παραγωγή microgreens με υψηλή περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία και επομένως με καλή διάρκεια ζωής (DiGioia, F., Mininni, C., & Santamaria, P. 2015).

Τα τελευταία χρόνια αρκετές εταιρείες έχουν εφαρμόσει πολύ προηγμένα και εντατικά συστήματα εσωτερικών καλλιεργειών, στα οποία μπορούν να τοποθετηθούν δίσκοι, κανάλια ή παγκάκια σε διάφορα επίπεδα, το ένα επάνω στο άλλο (συστήματα πολλαπλών στρωμάτων). Η παραγωγή των microgreens μπορεί να επιτευχθεί ακόμα και χωρίς φυσικό φως, με την ενσωμάτωση ή την πλήρη αντικατάσταση του ηλιακού

φωτός με ένα τεχνητό σύστημα φωτισμού, χρησιμοποιώντας λαμπτήρες με επαρκές φάσμα εκπομπών για την επίτευξη της φωτοσύνθεσης. Απαιτείται ένα επαρκές επίπεδο ακτινοβολίας τουλάχιστον $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ φωτοσυνθετικά ενεργών φωτονίων για τα λιγότερο απαιτητικά είδη για να εξασφαλιστεί η επίτευξη καλής εμπορικής, υγιεινής και υγιεινής θρεπτικής ποιότητας του προϊόντος (Samuolienė et al., 2013). Κυρίως στη Βόρεια Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική, ακόμα και σε θερμοκήπια, είναι μερικές φορές απαραίτητη η παροχή συμπληρωματικού φωτισμού. Όταν χρησιμοποιείται συμπληρωματική ακτινοβολία, η δυνατότητα ελέγχου της έντασης και της ποιότητας της ακτινοβολίας μπορεί να αξιοποιηθεί σε εμπορικό επίπεδο ακόμη και για να τροποποιηθεί και να αυξηθεί η θρεπτική αξία αυτών (Kopsell and Sams, 2013, Samuolienė et al., 2013).

2.1.4 Καλλιεργητικά μέσα

Μία από τις πιο σημαντικές πτυχές που σχετίζονται με την παραγωγή των μικρολαχανικών είναι η επιλογή των κατάλληλων καλλιεργητικών μέσων, καθώς παίζει θεμελιώδη ρόλο στην παραγωγικότητα, στη ποιότητα καθώς και στη βιωσιμότητα της παραγωγικής διαδικασίας. Προκειμένου να εξασφαλιστεί μια καλή βλάστηση και η βέλτιστη ανάπτυξη των φυτωρίων, ένα καλό υπόστρωμα καλλιέργειας θα πρέπει να έχει από πλευράς φυσικών ιδιοτήτων (Abad et al., 2001):

- Ένα πορώδες πάνω από 85% του συνολικού όγκου,
- Μια επαρκή αναλογία μεταξύ μακροσκοπικών και μικροσκοπικών πόρων (55-70% του συνολικού όγκου)
- Ένα καλό ποσοστό αερισμού (20-30% του συνολικού όγκου) του ριζικού συστήματος.
- Όσον αφορά τις χημικές ιδιότητες, ένα καλό μέσο καλλιέργειας θα πρέπει να έχει τιμή pH που κυμαίνεται από 5,5 έως 6,5 και ηλεκτρική αγωγιμότητα κάτω από 500 $\mu\text{S/cm}$.
- Το υπόστρωμα δεν πρέπει να περιέχει βαρέα μέταλλα ή ρυπογόνες ουσίες.
- Θεμελιώδους σημασίας τα καλλιεργητικά μέσα να μην μπορούν να μολυνθούν από μικρόβια. 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, κόστος, επαρκείς φυσικές- χημικές και βιολογικές ιδιότητες και περιβαλλοντική βιωσιμότητα(Pill, Collins, Gregory, and Evans, 2011)..

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 μικρολαχανικών, είτε σε εμπορικό είτε σε μη επαγγελματικό επίπεδο, είναι η τύρφη, ο περλίτης και ο βερμικουλίτης, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε μεμονωμένα είτε σε μίγμα (Εικόνα 25) (Di Gioia, De Bellis, Mininni, Santamaria, and Serio 2016).



Εικόνα 25. Αναπτυσσόμενα μέσα από διάφορα υλικά (DiGioia, DeBellis, Mininni, Santamaria, andSerio 2016)

Ο κοκοφοίνικας είναι μια εναλλακτική λύση στην τύρφη (προέρχεται από ανανεώσιμη πηγή) αλλά έχει μεταβλητές φυσικοχημικές ιδιότητες και συχνά υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι και παρουσιάζει συχνά μυκητησιακές και βακτηριακές μολύνσεις (Prasad, 1997). Εναλλακτικές λύσεις χαμηλού κόστους υποστρωμάτων φυσικής προέλευσης είναι ο πολτός κυτταρίνης, το βαμβάκι, η γιούτα, και οι ίνες κάνναβης αλλά και μείγματα συνδυασμού υλικών(Pill, Collins, Gregory, & Evans, 2011) . Τέτοια μέσα μπορούν να ενισχυθούν για τη βελτίωση της διατροφής ή για τον

εμβολιασμό με ευεργετικούς μικροοργανισμούς για την αύξηση της ανάπτυξης ή του ελέγχου των φυτών από παθογόνα (Nyenhuis and Drelich, 2015). Το υψηλό κόστος των εμπορικών υποστρωμάτων οδήγησε πολλούς παραγωγούς να αναζητήσουν εναλλακτικά υλικά, συμπεριλαμβανομένων των απορριπτόμενων ή ανακυκλωμένων υλικών και να αναπτύξουν τα δικά τους αναπτυσσόμενα μέσα, των οποίων η σύνθεση είναι συχνά μυστική. Πολλοί παραγωγοί αγοράζουν απορριπτόμενα υλικά που προέρχονται από βιομηχανικές διεργασίες, όπως ο χαρτοπολτός και χρησιμοποιούν αυτά τα υλικά, που συνήθως χαρακτηρίζονται από περιορισμένη ικανότητα συγκράτησης ύδατος μετά τη βελτίωση των ιδιοτήτων τους (Di Gioia, De Bellis, Mininni, Santamaria and Serio, 2016).

2.1.5 Άρδευση και Λίπανση

Κατά τη διάρκεια της βλάστησης, οι σπόροι συνήθως ποτίζονται με συστήματα υδρονεφέσεως. Μετά τη βλάστηση, προτιμώνται τα συστήματα που επιτρέπουν την άρδευση των νεαρών φυτών από τον πυθμένα, αποφεύγοντας την δημιουργία υπερβολικής υγρασίας και περιορίζοντας έτσι την εμφάνιση φυτοϋγειονομικών προβλημάτων (Treadwell 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. Κάποια βραδέως αναπτυσσόμενα είδη, όπως το καρότο, ο άνηθος, το σέλινο και τα τεύτλα, μπορούν να ωφεληθούν από τη λίπανση του υποστρώματος πριν από τη σπορά, ενώ άλλα είδη ταχύτερα αναπτυσσόμενα όπως το σινάπι, μπρόκολο, ραπανάκι, που βλαστάνουν εύκολα και καταστρέφουν γρήγορα το αποθεματικό των θρεπτικών συστατικών που παρέχεται από τους σπόρους, μπορούν να ωφεληθούν περισσότερο (Murphy et al., 2010). Ένα παράδειγμα θρεπτικού διαλύματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εμπορική παραγωγή μικρολαχανικών σε αδρανή υποστρώματα είναι αυτό που προτείνεται από τον Hoagland (Hoagland και Arnon, 1950), 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.

2.1.6 Σύλλογή και Αποθήκευση

Ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο σύστημα καλλιέργειας, τις καιρικές συνθήκες και τον γονότυπο, ο κύκλος ανάπτυξης μπορεί να διαρκέσει από 7 έως 21 ημέρες μετά τη βλάστηση. Τα μικρολαχανικά είναι έτοιμα για συγκομιδή στην εμφάνιση των πρώτων πραγματικών φύλλων, όταν οι κοτυληδόνες είναι πλήρως αναπτυγμένες. Η συγκομιδή μπορεί να διεξάγεται κόπτοντας λίγα χιλιοστά πάνω από το υπόστρωμα καλλιέργειας (φωτογραφία 26), είτε με το χέρι χρησιμοποιώντας ένα ψαλίδι ή μια λεπίδα, είτε χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρικό μαχαίρι, αποφεύγοντας να συμπεριλάβετε σωματίδια των μέσων καλλιέργειας και αν είναι δυνατόν τα περιβλήματα των σπόρων, τα οποία σε πολλά είδη, δεν μπορούν εύκολα να αποκλειστούν καθώς συχνά παραμένουν συνδεδεμένα με τις κοτυληδόνες. Φυσικά θα πρέπει να ακολουθούνται όλες οι καλές πρακτικές για τη διατήρηση της υγιεινής, όπως είναι ο καθαρισμός των εργαλείων συγκομιδής, η χρήση γαντιών κ.λπ.. Μια εναλλακτική λύση για τη συλλογή είναι η εμπορία του προϊόντος απευθείας σε δίσκο ή συσκευασία με ολόκληρο το μέσο καλλιέργειας, ενώ τα φυτά εξακολουθούν να αναπτύσσονται. (Di Gioia et al., 2015).



Εικόνα 26. Διαδικασία κοπής μικρολαχανικών με ψαλίδι (DiGioia, DeBellis, Mininni, Santamaria, andSerio 2016)

Τα μικρολαχανικά είναι εξαιρετικά ευπαθή. Πρέπει να πλένονται και να ψύχονται σε θερμοκρασία 1-5 ° C αμέσως μετά τη συγκομιδή. Ευνοείται η διατήρηση των μικροσαλατών όταν η σχετική υγρασία παραμένει 90-95%— όμως, οι έντονες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του χειρισμού και της μεταφοράς των συσκευασμένων λαχανικών μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα σημαντική αλλαγή στη σχετική υγρασία μέσα στη συσκευασία οδηγώντας έτσι στη συμύκνωση με

δυναμικά επιβλαβείς επιδράσεις τόσο στην εμφάνιση του προϊόντος όσο και στην ανάπτυξη μικροβίων (Kou et al., 2013).

2.2 Διατροφική Αξία

Τα τελευταία χρόνια, λόγω της αλλαγής του τρόπου ζωής και τη στροφή στην υγιεινή διατροφή, η κατανάλωση των microgreens έχει αυξηθεί. Επιπλέον ρόλο στην αύξηση αυτή παίζει η σύστασή τους. Σύμφωνα με μελέτες που συνεχώς παρουσιάζονται φαίνεται να περιέχουν φαινόλη, βιταμίνες, ανόργανα συστατικά κλπ., συγκρινόμενα πάντα με τα αντίστοιχα σε ώριμο στάδιο (Chandra et al., 2012). Τα microgreens βρέθηκε ότι περιέχουν υψηλότερα επίπεδα δραστικών ενώσεων από ό, τι βρέθηκαν σε ώριμα φυτά ή σπόρους. Είναι ιδιαίτερα εκτιμημένα για τα οφέλη στην υγεία, καθώς είναι πλούσια σε βιταμίνες, ιχνοστοιχεία, αμινοξέα, αντιοξειδωτικά κτλ. (Han et al., 2006).

Τα microgreens περιλαμβάνουν μια μεγάλη ποικιλία καλλιεργειών όπως έχει αναφερθεί στην εισαγωγή π.χ. το λάχανο, τα τεύτλα, το σινάπι, το ραπανάκι, ο αμάραντος, το μαρούλι (Xiao et al., 2012). Γενικά περιέχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις συστατικών όπως βιταμίνες, καροτενοειδή και μέταλλα από τα αντίστοιχα ώριμα. Για παράδειγμα, το κόκκινο λάχανο είχε την υψηλότερη συγκέντρωση βιταμίνης C, ενώ τα πράσινα microgreens όπως π.χ. το ραπανάκι είχαν την περισσότερη βιταμίνη E. Τα microgreens των Σταυρανθών περιέχουν περίπου 50 φορές περισσότερο σουλφοραφάνη ανά βάρους από το ώριμο μπρόκολο (Mewis et al., 2012, Xiao et al., 2015).

Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι τα microgreens μπορεί να έχουν πολύ υψηλότερα επίπεδα βιταμινών, μετάλλων και άλλων ευεργετικών για την υγεία φυτοθεραπευτικών συστατικών σε σύγκριση με τα ώριμα φύλλα. Οι Lester και Hallman (2010) ανέφεραν ότι τα νεότερα φύλλα σπανακιού (*Spinacia oleracea* L.) γενικά περιέχουν υψηλότερα επίπεδα φυτοθεραπευτικών συστατικών: βιταμίνη C, B₉, K₁ και καροτενοειδή (λουτεΐνη, βιλαξανθίνη, ζεαξανθίνη και β-καροτένιο) από τα ώριμα φύλλα. Ο Oh et al (2010) διαπίστωσε επίσης ότι τα νεαρά μαρούλια (*Lactuca sativa*) μετά από 7 ημέρες βλάστησης είχαν την υψηλότερη συνολική φαιολική συγκέντρωση και αντιοξειδωτική ικανότητα σε σύγκριση με τα ώριμα τους φύλλα.

Ο Xiao et al. (2012) μελέτησε τις συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος, καροτενοειδών, φυλλοκινόνης και τοκοφερόλες σε 25 διαθέσιμα στο εμπόριο microgreens. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι διαφορετικά microgreens παρείχαν εξαιρετικά ποικίλες ποσότητες βιταμινών και καροτενοειδών. Η περιεκτικότητα του συνολικού ασκορβικού κυμαινόταν από 20,4 έως 147,0 mg / 100 g νωπού βάρους (FW), ενώ οι συγκεντρώσεις των β-καροτένιο, λουτεΐνης / ζεαξανθίνης και βιλαξαξανίνης κυμάνθηκαν από 0,6 έως 12,1, 1,3 έως 10,1 και 0,9 έως 7,7 mg / 100 g FW, αντίστοιχα. Το επίπεδο της φυλλοκινόνης κυμαινόταν από 0,6 έως 4,1 μg / g FW. ενώ η τοκοφερόλη και η γ τοκοφερόλη κυμαίνονταν από 4,9 έως 87,4 και 3,0 έως 39,4 mg / 100 g FW, αντίστοιχα. Μεταξύ των 25 microgreens που αναλύθηκαν, το κόκκινο λάχανο, ο κόλιαντρος, ο αμάραντος και το πράσινο ραπανάκι είχαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος, καροτενοειδών, φυλλοκινόνης και τοκοφερόλης, αντιστοίχως.

Ο Bergquist et al. (2006) μελέτησε τη διακύμανση της θρεπτικής ποιότητας του σπανακιού σε σχέση τόσο με τα στάδια ανάπτυξης όσο και κατά την αποθήκευση αλλά και μετά τη συγκομιδή για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις. Για κάθε περίπτωση, το σπανάκι συγκομίστηκε σε τρία στάδια ανάπτυξης σε διαστήματα 6 ημερών. Το δεύτερο στάδιο αντιστοιχεί σε περίοδο ανάπτυξης για το σπανάκι baby που χρησιμοποιείται για εμπορική χρήση. Τα συλλεχθέντα φύλλα αποθηκεύτηκαν σε σάκους πολυπροπυλενίου στους 2 και 10 ° C. Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ σε νωπή ουσία βρέθηκαν στο πρώτο στάδιο. Ωστόσο, κατά την περίοδο αποθήκευσης η περιεκτικότητα του ασκορβικού οξέος μειώθηκε σημαντικά, ενώ ο λόγος δευδροασκορβικού οξέος αυξήθηκε. Τα baby φύλλα που αποθηκεύτηκαν στους 2 °C παρατηρήθηκε ότι είχαν μικρότερη μείωση της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ από ό, τι στους 10°C. Η συνολική περιεκτικότητα σε καροτενοειδή αυξήθηκε ή παρέμεινε σταθερή κατά την αποθήκευση. Η λουτεΐνη σύνθεσε περίπου το 39% της συνολικής περιεκτικότητας σε καροτενοειδή ακολουθούμενη από βιολαξανθίνη, β-καροτένιο και νεοξανθίνη. Η οπτική ποιότητα μειώθηκε κατά την αποθήκευση στις περισσότερες περιπτώσεις και συσχετίστηκε με την αρχική περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ και σε ξηρό υλικό. Τα αποτελέσματα δείχνουν επίσης ότι η συγκομιδή των baby φύλλων σπανακιού λίγες ημέρες νωρίτερα από εμπορικό στάδιο της συγκομιδής βελτίωσε την οπτική αλλά και τη διατροφική ποιότητα μετά τη συγκομιδή.

Ο Pinto et al (2015) σύγκρινε την περιεκτικότητα σε θρεπτικά υλικά και νιτρικά άλατα τόσο στο μαρούλι microgreens όσο και ώριμο. Τα microgreens είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα στα περισσότερα ανόργανα στοιχεία, όπως ασβέστιο, μαγνήσιο, σίδηρο, μαγγάνιο, ψευδάργυρο, σελήνιο, μολυβδαίνιο και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε νιτρικά σε σχέση με τα ώριμα μαρούλια. Ο Santos et al. (2014) ποσοτικοποίησε διάφορα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία όπως ο φωσφόρος, το κάλιο, το ασβέστιο, μαγνήσιο, νάτριο, σίδηρο, μαγγάνιο, ψευδάργυρο και χαλκό σε έτοιμα για κατανάλωση baby φύλλα λαχανικών. Τα νεότερα φύλλα σπανακιού (*Spinacia oleracea* L.) είχαν υψηλότερα επίπεδα φυτοθρεπτικών συστατικών (ασκορβικό οξύ, καροτενοειδή, φολικό, α-τοκοφερόλη και φυλλοκινόνη) από τα ώριμα του φύλλα (Lester et al., 2010).

Έξι είδη microgreens συμπεριλαμβανομένου του συναπίουης της μουστάρδας Dijon (*Brassica juncea* L. Czern.), του βασιλικού (*Ocimum basilicum* L.), τεύτλων (*Beta vulgaris* L.), του κόκκινου αμάραντου (*Amaranthustricolor* L.), το πιπέρι (*Lepidium bonariense* L.) και το κόκκινο ραπανάκι (*Raphanus sativus* L.), αξιολογήθηκαν για τις αισθητικές και χημικές ιδιότητες από τον Xiao et al. (2015). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα τεύτλα είχαν την υψηλότερη αποδοχή από άποψη αισθητικής και γεύσης, ενώ το πιπέρι είχε τη χαμηλότερη. Οι χημική σύνθεση διαφέρει επίσης σημαντικά μεταξύ των έξι ειδών microgreens. Το κόκκινο ραπανάκι είχε την υψηλότερη τιτλοδοτήσιμη οξύτητα και τα συνολικά σάκχαρα, ενώ ο αμάραντος είχε την υψηλότερη τιμή pH και τα χαμηλότερα συνολικά σάκχαρα. Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις φυτοθρεπτικών ουσιών, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις ολικού ασκορβικού οξέος, φυλλοκινόνης, καροτενοειδή, τοκοφερόλες και ολικές φαινόλες βρέθηκαν στο: ραπανάκι, βασιλικό, αμάραντο, ραπανάκι, και βασιλικό αντίστοιχα. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι σχέσεις μεταξύ των αισθητικών χαρακτηριστικών και της χημικής σύνθεσης έδειξε ότι η ολική ποιότητα διατροφής των microgreens συσχετίζεται καλύτερα με τη βαθμολογία της γεύσης και την τιμή του pH των microgreen. Η συνολική περιεκτικότητα φαινολικών συσχετίζεται έντονα με τις ιδιότητες γεύσης, π.χ. ξινά, πικρά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΩΝ

3.1. Ποικιλίες και δυνατότητες αξιοποίησης των γονότυπων

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την παραγωγή αλλά και την ποιότητα σε ελεγχόμενο περιβάλλον είναι η επιλογή κατάλληλων σπόρων ή η δημιουργία νέων υβριδίων. Οι εμπορικές εταιρείες σπόρων προσφέρουν μια σειρά από είδη, ποικιλίες και επιλογής ανάμικτων καλλιεργειών για παραγωγή microgreens, αν και η διαθέσιμη βιβλιογραφία αναφέρεται σε έναν ακόμη πιο περιορισμένο αριθμό ταξινομικών κατηγοριών. Τα πιο ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά για τους υποσχόμενους γονότυπους αποτελούν η εμφάνιση, η υφή, η γεύση, τη φυτοχημική σύνθεση και τη θρεπτική αξία (Xiao, Lester, et al., 2015). Η γενετική τροποποίηση, ο αντίκτυπος του περιβάλλοντος στην έκφρασή τους και η αλληλεπίδραση γονότυπου-περιβάλλοντος, έχουν ελάχιστα ερευνηθεί. Η Διακύμανση της περιεκτικότητας των βιοδραστικών συστατικών των λαχανικών εξαρτάται τόσο από το γονότυπο όσο και από το περιβάλλον (Kader, 2008). Έχει αποδειχθεί η μεταβλητότητα της συγκέντρωσης των κυριότερων φυτοθρεπτικών ουσιών που εντοπίστηκαν σε 25 γονότυπους μικροσαλατών που ανήκουν σε 19 διαφορετικά είδη από τον Xiao et al (2012). Τα αποτελέσματά τους υπογράμμισαν τη μεταβλητότητα της περιεκτικότητας σε βιταμίνες και καροτενοειδή, συμπεριλαμβανομένης της ενδο-ειδικής μεταβλητότητας, ακόμη και της μεταβλητότητας εντός των γονότυπων που αναπτύχθηκαν υπό διαφορετικές συνθήκες. Παρατηρήθηκαν επίσης μεγάλες διακυμάνσεις στην περιεκτικότητα σε μακρο-και μικροστοιχεία των γονότυπων των 30 microgreens που αντιπροσωπεύουν 10 είδη εντός 6 γενών της οικογένειας Brassicaceae (Xiao et al., 2016).

Οι Ebert, Wu και Yang (2014, p25-27) εξέτασαν τέσσερις γονότυπους από αμάραντο στα στάδια ανάπτυξης (φύτρα, μικροσαλάτες και πλήρως ανεπτυγμένα φυτά). Βρήκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των γονότυπων και μεταξύ των σταδίων συγκομιδής. Επιπλέον, παρατηρήθηκαν περιπτώσεις αλληλεπίδρασης του σταδίου

γονοτύπου-συγκομιδής. Η έκταση της γενετικής μεταβλητότητας μεταξύ και εντός των ταξινομικών χαρακτηριστικών που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τις μικροσαλάτες και η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιδράσεων στις φαινοτυπικές ιδιότητες απαιτούν περαιτέρω έρευνα.

3.2 Η επίδραση της μεταχείρισης του σπόρου πριν τη σπορά

Η καλλιέργεια μικροσαλατών είναι μια σχετικά απλή διαδικασία, η οποία δεν απαιτεί πολύ χρόνο, ενέργεια και εμπειρία (Franks and Richardson, 2009). Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια λόγω της αυξημένης εμπορικής ζήτησης θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην έρευνα για τη βελτίωση αυτού του τύπου καλλιέργειας, όσον αφορά την παραγωγικότητα, τη διατροφική ποιότητα και τέλος, το κόστος παραγωγής σε συνθήκες θερμοκηπίου. Ακόμη και αν ο κύκλος ζωής των μικροσαλατών είναι πολύ σύντομος, ορισμένα μέτρα είναι επιτακτικά εφαρμόσιμα για τη βελτίωση της βλάστησης των σπερμάτων (ικανότητα και ταχύτητα βλάστησης). Οι Murphy και Pill το 2010 διενήργησαν μια σειρά πειραμάτων σχετικά με το microgreen arugula (*Eruca vesicaria* subsp. *Sativa*). Όσον αφορά την προ-βλάστηση ανακάλυψαν ότι η επώαση των σπόρων σε αποστειρωμένο βερμικουλίτη (1,12 g σπόρου σε 157 g βερμικουλίτη) διαβρεγμένο με 2 g H₂O g⁻¹ βερμικουλίτη ξηρού βάρους για 1 ημέρα στους 20 ° C οδήγησε σε αύξηση κατά 21% των φρέσκων βλαστών σε 14 ημέρες μετά τη φύτευση, σε σύγκριση με τους σπόρους που δεν υπέστησαν κάποια μεταχείριση πριν από τη σπορά. Η προγεννητική βλάστηση των σπόρων ήταν 81,5% και κατά τη σπορά το μέσο μήκος της ρίζας ήταν ήδη 2mm. Από την άποψη της πυκνότητας σποράς αποδείχθηκε ότι η υψηλή πυκνότητα προκάλεσε αύξηση του νωπού βάρους m⁻² στις 10 ημέρες μετά τη φύτευση, σε σύγκριση με τη χρήση χαμηλότερης πυκνότητας. Φυσικά η πυκνότητα δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα όρια για να υπέρξει η βέλτιστη παραγωγή. Όσον αφορά τη λίπανση, τα πειράματα έδειξαν ότι τα πιο οικονομικά μέτρα που προκάλεσαν αύξηση του νωπού βάρους m⁻² ήταν εκείνα που βασίστηκαν στην καθημερινή χρήση 150 mg N L⁻¹ ή ημερήσια λίπανση διαλύματος που περιείχε 75 mg N L⁻¹ συν ένα προ-φυτικό ενσωμάτωμα μέσω 1.000 mg N L⁻¹ από Ca (NO₃).

Η επίδραση της επεξεργασίας των σπόρων πειραματίστηκε επίσης και για άλλα είδη όπως το ραπανάκι (*Raphanus sativus*), το λάχανο (*Brassica napus* var. *Pabularia*) και τον αμάραντο (*Amaranthus tricolor*) (Lee και Pill, 2005). Η προεπεξεργασία για 3

ημέρες σε βερμικουλίτη, η απομάκρυνση από αυτόν και στη συνέχεια η ξήρανση των σπόρων στο αρχικό βάρος (πριν από τη σπορά) αν και δεν επηρέασε σημαντικά την ικανότητα βλάστησης, είχε θετική επίδραση στην ταχύτητα βλάστησης. Η εμφάνιση του λάχανου και του ραπανιού ήταν ταχύτερη σε σύγκριση με τους μη επεξεργασμένους σπόρους, αν και 13 ημέρες μετά τη φύτευση δεν υπήρξε αύξηση του ξηρού βάρους. Αντίθετα, παρατηρήθηκε αύξηση στο ξηρό βάρος του αμάραντου.

Στην περίπτωση που οι σπόροι έχουν εκτεθεί σε επεξεργασία βασισμένη σε δύο βήματα: 3 ημέρες σε 50% H₂O και στη συνέχεια βλάστηση 1 ημέρα σε βερμικουλίτη σε 150% H₂O, τα ξηρά βάρη των βλαστών αυξήθηκαν κατά 20, 49 και 84% για ραπανάκι, λάχανο και αμάραντο αντίστοιχα, σε σύγκριση με εκείνα των μη επεξεργασμένων σπόρων.

Ο Lee et al. (2004) εξέτασε ορισμένες δυνατότητες για την προώθηση της δημιουργίας παντζαριών (*Beta vulgaris* L.) για θερμοκηπιακή παραγωγή microgreens.

Η βλάστηση των σπόρων σε βερμικουλίτη καλής ποιότητας και η σπορά αυτών σε μίγμα βερμικουλίτη προκάλεσε μια ταχύτερη εμφάνιση των φυτών. Εάν πριν από αυτή τη διαδικασία είχε πραγματοποιηθεί έγχυση και ενυδάτωση με υπεροξείδιο του υδρογόνου, δεν θα υπήρχε πρόοδος όσον αφορά την εμφάνιση ή την ανάπτυξη. Από την άλλη πλευρά, η βλάστηση των σπόρων σε μικρό βάθος (4 cm) σε επεξεργασμένο βερμικουλίτη είχε ως αποτέλεσμα σε αύξηση του νωπού βάρους των βλαστών στις 11 ημέρες μετά τη φύτευση από ό, τι επιτυγχάνεται σε σπόρους που δεν έχουν υποστεί αγωγή.

3.3 Επίδρασεις των συνθηκών φωτισμού: ποιότητα, ένταση και φωτοπερίοδος

Οι συνθήκες φωτός έχουν μεγάλη επιρροή στην φυσιολογία, τη βιοσύνθεση και τη συσσώρευση των φυτοχημικών, ειδικά σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα ανάπτυξης (Delian, Chira, Badulescu and Chira, 2015). Το φως είναι ένας από τους κύριους εξωτερικούς παράγοντες που είναι απολύτως απαραίτητοι για τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, καθώς αποτελεί πηγή ενέργειας και πληροφοριών από το περιβάλλον (Murchie and Niyogi, 2011, Fortunato et al., 2015). Όλοι οι οξυγονικοί φωτοσυνθετικοί οργανισμοί χρειάζονται στρατηγικές για τη διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ αποτελεσματικής συλλογής φωτός, φωτοχημείας και

φωτοπροστασίας από το υπερβολικό φως (Goss and Lepetit, 2015, Quaas et al., 2015). Η ένταση του φωτός και η ποιότητά του επηρεάζουν όχι μόνο τον ρυθμό φωτοσύνθεσης στα φυτά αλλά και τη συσσώρευση διαφόρων οργανικών ενώσεων (σε σχέση με την ποσότητα και την ποιότητά τους), συμπεριλαμβανομένης και της παραγωγής δευτερογενών φυτικών ενώσεων (Murchie et al., 2011, Brazaityté et al. 2015 α, β).

Την τελευταία δεκαετία, ωστόσο, η προηγμένη τεχνολογία φωτοεκπομπής (LED) έχει γίνει όλο και πιο εφικτή για την παροχή βέλτιστης διαχείρισης του φωτός συνθήκες: υψηλή ροή φωτονίων (ένταση) και φασματική ποιότητα (μήκος κύματος) που προκαλούν εκλεκτική ενεργοποίηση των φωτοϋποδοχέων και αύξηση φυτοχημικών περιεχομένων στα microgreens (Bian et al., 2015, Brazaityte, Sakalauskien et al., 2015, Carvalho & Folta, 2016).

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια οι μικροσαλάτες περιέχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις βιοδραστικών ενώσεων όπως βιταμίνες, ανόργανα συστατικά και αντιοξειδωτικά, σε σύγκριση με τα ώριμα φυτά (Xiao et al., 2012). Σύμφωνα με τον Kopsell (2006), μια σημαντική κατηγορία φυτοχημικών είναι τα καροτενοειδή. Πρόσφατες μελέτες των Brazaityté et al. (2015) για την ένταση φωτός και της ποιοτικής επίδρασή της υπογράμμισε ότι τα microgreens Brassicaceae συσσωρεύουν περισσότερη συνολικά ποσότητα σε καροτενοειδή στην περίπτωση των επιπέδων μήκους κύματος είναι $330\text{-}440 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, έναντι των $220 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, που θεωρείται κανονική. Από την άλλη πλευρά, οι μεταβολές της περιεκτικότητας σε καροτενοειδή μπορούν να επιτευχθούν με αλλαγή της σύνθεσης του φάσματος φωτός, σε σχέση με το είδος. Έτσι, στη μουστάρδα, η συμπλήρωση με πράσινο φως καθορίζει την αύξηση της λουτεΐνης / ζεαξανθίνης και β-καροτένιου. Στην περίπτωση άλλων ειδών το τυπικό μπλε, κόκκινο και πολύχρωμο φως επιδρούν ευνοϊκά.

Όπως αναφέρθηκε από τους Brazaityté et al. (2015b), η επιπρόσθετη εφαρμογή ακτινοβολίας με υπεριώδη ακτινοβολία για βασικό φωτισμό με διόδους εκπομπής φωτός μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση των αντιοξειδωτικών χαρακτηριστικών των μικροσαλατών ανάλογα με το είδος. Σημαντικό ευεργετικό αποτέλεσμα παρουσιάστηκε στην περίπτωση των μηκών κύματος 366 nm και 390 nm σε πυκνότητα ροής φωτονίων $12,4 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Οι Sirtautas και Samuoliené (2013) παρατήρησαν ότι η κόκκινη φωτοεκπομπή (LED) και η 24ώρη φωτοπερίοδος επέδρασαν στην περιεκτικότητα των νιτρικών και των αντιοξειδωτικών που περιέχουν τα κόκκινα μαρούλια. Επομένως, θα πρέπει να εφαρμοστούν στρατηγικές φωτισμού που επιδιώκουν η καλλιέργεια του μαρουλιού να περιέχει το βέλτιστο ποσοστό σε φυτοχημικές ενώσεις. Ωστόσο, τα φάσματα φωτός και η φωτοπερίοδος είναι κατάλληλα εργαλεία που επιδιώκουν να δημιουργήσουν ένα ήπιο φωτο-stress στα φυτά, με στόχο την αύξηση των αντιοξειδωτικών. Στην περίπτωση της Μπουράντζα (*Borago officinalis* L.), οι Viršilė και Sirtautas (2013) έδειξαν ότι ο φωτισμός των $440 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ LED είναι μια συνιστώμενη ένταση φωτός για την παραγωγή μικροσαλατών με στόχο τόσο τη βέλτιστη ανάπτυξη όσο και την περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Τα χαμηλότερα επίπεδα ακτινοβολίας οδηγούν σε σημαντική συσσώρευση νιτρικών αλάτων, μειωμένη ποσότητα του νωπού βάρους και επιμήκη υποκοτύλια

Όσον αφορά την επίδραση του συμπληρωματικού βραχυπρόθεσμου κόκκινου φωτισμού LED στις ιδιότητες των αντιοξειδωτικών, ο Samuolienė et al. (2012) διαπίστωσε ότι οι φυσικές αντιοξειδωτικές ενώσεις διέφεραν σε συνάρτηση με το είδος που μελετήθηκε. Έτσι, καταγράφηκε σταδιακή μείωση αυτής της δραστηριότητας, από τη μέγιστη τιμή που καθορίστηκε στο μπιζέλι (με χαμηλότερες τιμές για το μπρόκολο, το ~~συνάπιη~~ ~~μουστάρδα~~, το αμάραντο, το βασιλικό, το καλαμπόκι, τα τεύτλα, το μαϊντανό, με τη σειρά που παρουσιάζεται εδώ) σε πολύ χαμηλές τιμές για tatsoi (είδος κινέζικου λάχανου). Η διαφοροποίηση καταγράφηκε από την άποψη της περιεκτικότητας σε φαινόλες λόγω της εξασφάλισης πρόσθετου ερυθρού φωτός. Οπότε παρατηρήθηκε αύξηση φαινολών από 9,1% σε 40,8στη μουστάρδα ή μια μείωση κατά 14,8% στον αμάραντο. Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ και ανθοκυανίνες παρατηρήθηκε μια μεταβλητότητα. Για παράδειγμα, το ασκορβικό οξύ στον αμάραντο αυξήθηκε κατά 79,5%, ενώ στον βασιλικό αυτό μειώθηκε κατά 53,9%. Η ποσότητα των ανθοκυανινών αυξήθηκε σημαντικά στο μπρόκολο (45,1%), μειώθηκε σημαντικά στη Μπουράντζα (51,8%), ενώ στον βασιλικό δεν επηρεάστηκε σημαντικά. Για την οικογένεια Brassicaceae ο Samuolienė et al. (2013) διαπίστωσε ότι οι καλύτερες συνθήκες για ανάπτυξη και διατροφική ποιότητα (υψηλότερα φύλλα, υψηλότερη περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες, φαινόλες, αντιοξειδωτική δράση, χαμηλότερη

περιεκτικότητα σε νιτρικά) ήταν 320-440 $\mu\text{mol cm}^{-2} \text{s}^{-1}$. Στην περίπτωση των 545 $\mu\text{mol cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ δεν υπήρξε σημαντική θετική επίδραση στους δείκτες αυτούς.

Η αυξημένη θρεπτική αξία των μικροσαλατών μπορεί επίσης να επιτευχθεί με τη διαχείριση του φωτός όπως αποδεικνύεται και από τα αποτελέσματα του Kopsell et al. (2012). Τα συμπεράσματα των συγγραφέων ήταν ότι οι απλές εφαρμογές βραχείας διάρκειας υψηλού φωτός οδήγησαν σε βιοχημικές μετατοπίσεις στις συγκεντρώσεις του κύκλου της χρωστικής ξανθοφύλλης στις μικροσαλάτες και κυρίως οι αυξήσεις στη ζεαξανθίνη μπορεί να έχουν ευεργετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη διατροφή. Έτσι, οι χρωστικές του κύκλου της ξανθοφύλλης, οι οποίες είναι σημαντικές στα φυτά καθώς διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διάχυση της πλεονάζουσας ενέργειας που απορροφάται από το φως, παρατηρήθηκε έκθεση του συναπιούης μουστάρδας σε αυξημένη ένταση φωτός πριν από τη συγκομιδή των ιστών είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης της ζεαξανθίνης.

Η μεταχείριση όμως με 463 μmol φωτονίων $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ μετά την εμφάνιση των πρώτων αληθινών φύλλων οδήγησε σε σημαντική μείωση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη (α και β), β-καροτένιο και νεοξανθίνη. Η περιεκτικότητα σε λουτεΐνη παρέμεινε αμετάβλητη, ενώ η συγκέντρωση της ζεαξανθίνης και της ανθεραξανθίνης αυξήθηκε. Επίσης, η διαχείριση της τεχνολογίας φωτισμού LED μέσω προσυγκομιδής, βραχείας διάρκειας με μπλε φως επέδρασε στην αύξηση σημαντικών φυτοχημικών ενώσεων που επηρέασαν τη θρεπτική αξία των microgreens του μπρόκολου (Kopsell and Sams, 2013). Μετά το πέρας των 13 ημερών από τη σπορά, τα φυτά του μπρόκολου υποβλήθηκαν σε επεξεργασία για 5 ημέρες πριν τη συγκομιδή χρησιμοποιώντας: 1) κόκκινο και μπλε φως LED ($350 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ή 2) μπλε λυχνία LED ($41 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Οι προσδιορισμοί που πραγματοποιήθηκαν σε βιολογικό υλικό υπογράμμισαν ότι η βραχυχρόνια επεξεργασία πριν από τη συγκομιδή με μπλε φως είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της περιεκτικότητας σε βλαστοκύτταρα β-καροτένιο, βιολαξανθίνη, οι ολικές χρωστικές του κύκλου της ξανθοφύλλης, βασικών μικροθρεπτικών συστατικών (χαλκός, σίδηρος, βόριο, μαγγάνιο, μολυβδαίνιο, νάτριο, ψευδάργυρος—και τα βασικά μακροθρεπτικά συστατικά του ασβεστίου, του φωσφόρου, του καλίου, του μαγνησίου και του θείου).

Η φωτοπερίοδος μπορεί να επηρεάσει τη φυτοχημική συσσώρευση στις μικροσαλάτες και ενδεχομένως αλληλοεπιδρά με την ποιότητα και την ένταση του φωτός. Wu et al. (2007) διερεύνησε τα αποτελέσματα συνεχούς φωτισμού 96 ωρών χρησιμοποιώντας μπλε, κόκκινα και λευκά LEDs για τη βιοσύνθεση και τη συσσώρευση φυτοχημικών στα φυτά μπιζελιού. Τα στοιχεία αποκάλυψαν ότι αυτό το συνεχές κόκκινο φως επέφερε σημαντικά αυξημένη συγκέντρωση καροτενοειδών και υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα. Μετατόπιση μικροσαλάτας μπρόκολου από τα συνδυασμένα ερυθρά / μπλε (627/470 nm) LED στα 350 mmolm⁻² s⁻¹ σε χαμηλή ένταση (41 mmol m⁻² s⁻¹) μπλε (470 nm) LED κάτω από 24-h φωτοπερίοδου για πέντε ημέρες πριν από τη συγκομιδή προκάλεσε αύξηση σε βλαστούς, β-καροτένιο, χρωστικές του κύκλου ξανθοφύλλης, γλυκοραφανίνη, επιπρογοριτίνη, αλειφατικές γλυκοσινολάτες και βασικά μακροθρεπτικά συστατικά (P, K, Ca και Mg) και μικροθρεπτικά συστατικά (B, Μη, Mo και Zn) (Kopsell and Sams, 2013).

Μορφοποιήθηκε: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

3.4 Εφαρμογές μετά τη συγκομιδή και προ-αποθήκευση

Η φθορά των προϊόντων μετά την συγκομιδή είναι αναμφισβήτητα ο πιο περιοριστικός παράγοντας της εμπορικής επέκτασης των μικροσαλατών (Kou, Yang, et al., 2014). Όπως είναι γνωστό αποτελείται από νέους ιστούς που αναπνέουν υψηλότερα σε σχέση με τα ώριμα ομόλογα τους, με περιορισμένη διάρκεια ζωής και υψηλή ευαισθησία στη συγκομιδή και τη μεταχείριση (Cantwell & Suslow, 2002). Απαιτούν προσεκτική συγκομιδή και γρήγορη ψύξη για την απομάκρυνση της ζωτικής θερμότητας και την καταστολή του ρυθμού αναπνοής, με αποτέλεσμα την αλλοίωση και τη γήρανση. Η συγκομιδή των μικροσαλατών μπορεί να έχει άμεσο αντίκτυπο στο κόστος παραγωγής, ειδικά όταν η παραγωγή πραγματοποιείται σε δίσκους που απαιτούν τη συγκομιδή με ψαλίδι. Η χρήση των χαλαρών υποστρωμάτων στους δίσκους επιβραδύνει τη διαδικασία συγκομιδής, ενώ η σπορά σε συνθετικές ίνες, πλαστικά τρόφιμα μπορεί να διευκολύνει το χειρισμό και την ταχύτερη συγκομιδή και ψύξη του προϊόντος (Treadwell et al., 2010).

Τα microgreens συμπεριφέρονται παρόμοια με τα προϊόντα νωπής κοπής, καθώς είναι επιρρεπή λόγω της καταπόνησης που υπόκεινται από το μηχανικό τραύμα, που προκαλείται από την κοπή, και το χειρισμό κατά τη συγκομιδή, καθώς και από την

επεξεργασία μετά τη συγκομιδή, την κατάχρηση θερμοκρασίας, την αποξήρανση και τον κατακερματισμό (Kou, Luo, et al., 2014). Η χρήση αμβλέων λεπίδων έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τη διάρκεια αποθήκευσης των φυλλωδών λαχανικών. Η συγκομιδή των μικροσαλατών, η οποία εκτελείται με αιχμηρές λεπίδες πρέπει να είναι ιδιαιτέρως προσεκτική για να αποφευχθούν οι μώλωπες και οι βλάβες στα κύτταρα που γειτνιάζουν με την κοπή (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 το ψυχρό νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη της ταχείας ψύξης μετά την συγκομιδή τους (Cantwell & Suslow, 2002). Αν και το πλύσιμο μπορεί να είναι ένα κρίσιμο βήμα στην ψύξη και την εξυγίανση, η υπερβολική υγρασία κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, μπορεί να ενθαρρύνει την ανάπτυξη μικροβίων και να αυξήσει την ευαισθησία σε μηχανικές βλάβες λόγω υπερβολικής περιστροφής. Η αφυδάτωση είναι επομένως ένα σημαντικό βήμα παρακολούθησης πριν από τη συσκευασία, το οποίο μπορεί να διευκολυνθεί με φυγοκέντρηση ή στην περίπτωση λεπτών ιστών όπως είναι οι μικροσαλάτες με απαλή περιστροφή και αναγκαστικό αέρα κατά μήκος της γραμμής επεξεργασίας (García & Barrett, 2005).

Λόγω της ευαισθησίας που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια των σταδίων πλυσίματος, νηματοποίησης και ξήρανσης, η οποία επηρεάζει σημαντικά τη διάρκεια ζωής τους θα πρέπει να αναπτυχθούν κατάλληλες τεχνολογίες για να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί για να παραδίδονται έτοιμες για κατανάλωση μικροσαλάτες ανώτερης ποιότητας και διάρκειας ζωής (Yang, Liu & Luo, 2015).

Η ώρα της ημέρας που πραγματοποιείται η συγκομιδή μπορεί να επιφέρει σημαντικές συνέπειες για τη βιοδραστική σύνθεση (Hasperu, Guardianelli, Rodoni, & Chaves, 2016) και τη διάρκεια ζωής τους (Garrido, Tudela, & Gil, 2015). Αυτό το φαινόμενο φαίνεται να επικεντρώνεται στην εποχή άνοιξη-καλοκαίρι, πιθανώς λόγω της αυξημένης φωτεινής έντασης και της φωτοπερίόδου. Ο χρόνος ζωής του κόκκινου σταυρανθούς (*Beta vulgaris* L. var. *Flavescens*) και του μαρουλιού *Lactucasativa* L. Ravita αυξήθηκε κατά 2 -6 ημέρες μετά τη συγκομιδή και σχετίζεται με ημερήσιες μεταβολές στην περιεκτικότητα σε σακχαρόζη και σε άμυλο στα φύλλα (Clarkson et al., 2005).

3.5_Θερμοκρασία αποθήκευσης, ατμοσφαιρική σύνθεση και τεχνολογία συσκευασίας

Η θερμοκρασία είναι αναμφισβήτητα ο πιο κρίσιμος παράγοντας που επηρεάζει την ταχύτητα γήρανσης μετά τη συγκομιδή, ενώ ταυτόχρονα αλληλοεπιδρά με τις επιδράσεις του αιθυλενίου και του μειωμένου pO_2 και του αυξημένου pCO_2 στο περιβάλλον του προϊόντος (Kader, 2002, p 3311, Kou, Luo. et al, 2014). Η θερμοκρασία επηρεάζει άμεσα την απόδοση αποθήκευσης ρυθμίζοντας το ρυθμό των αναπνευστικών και μεταβολικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη διαδικασία γήρανσης (Xiao, Luo, et al., 2014).

Η περιορισμένη διάρκεια ζωής των μικροσαλατών, η οποία εκτείνεται σε 2-4 ημέρες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και μπορεί να φτάσει έως και 10-14 ημέρες στους 5 °C, περιορίζει την ευρεία εμπορευματοποίησή τους (Chandra et al., 2012, Kou, Yang et al., 2014, 2015). Στην περίπτωση των συσκευασμένων έτοιμων προς χρήση μικροσαλατών η επίδραση της θερμοκρασίας επί της αναπνευστικής δραστηριότητας μπορεί να περιπλέξει περαιτέρω την απόδοση των προϊόντων μετά τη συγκομιδή τροποποιώντας παθητικά την ισορροπία pO_2 / pCO_2 , δεδομένου ότι ο ρυθμός μετάδοσης οξυγόνου του υλικού συσκευασίας (OTR) είναι ειδικής θερμοκρασίας. Παρόλο που οι μικροσαλάτες επωφελούνται από σχετική υγρασία 90% -95%, οι σοβαρές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας κατά το χειρισμό και τη μεταφορά των συσκευασμένων μπορεί να επιφέρουν σημαντικές αλλαγές στη σχετική υγρασία μέσα στη συσκευασία, οδηγώντας έτσι σε συμπύκνωση με δυνητικά επιβλαβείς επιδράσεις στην εμφάνιση του προϊόντος και τη συγκέντρωση μικροβίων (Kou et al., 2013). Η βέλτιστη θερμοκρασία αποθήκευσης για τα περισσότερα φυλλώδη λαχανικά είναι 0 °C, αν και η βραχυπρόθεσμη αποθήκευση, η μεταφορά και η εμφάνιση πραγματοποιούνται συμβατικά στην περιοχή των 5-10 °C (Hodges & Toivonen, 2008,). Υψηλή αναπνοή_ωφελεί περισσότερο από την ταχεία ψύξη και την αποθήκευση σε θερμοκρασία πλησίον της γονοτυπικής ανοχής κατάψυξης (Kader, 2002, p. 3311). Έτσι, η ευαισθησία στην ψύξη και η αναπνοή αποτελούν ουσιαστικές πληροφορίες για τη βελτιστοποίηση του χειρισμού των μικροσαλατών_μετά τη συγκομιδή. Επιδείνωση κυτταρικών μεμβρανών λόγω υποβάθμισης λιπιδίων και η

συνακόλουθη αύξηση της διαρροής ηλεκτρολύτη είναι χαρακτηριστικό της γήρανσης (Paliyath, Tiwari, Yuan, & Whitaker, 2008).

Οι ταινίες συσκευασίας έχουν επίσης σημαντικό ρόλο στη διάρκεια ζωής των μικροσαλατών. Το φιλμ OTR της συσκευασίας αποδείχθηκε σημαντικό για τη διάρκεια ζωής και την ακεραιότητα των ιστών σε κάποιες καλλιέργειες, ενώ σε άλλες δεν παρουσίασε το ίδιο αποτέλεσμα, π.χ ραπανάκι (Kou et al., 2013, Xiao, Lester et al., 2014). Ομοίως, ο Chandra et al. (2012) εξέτασε τις επιδόσεις μετά τη συγκομιδή σε 5 ° C του κινέζικου λάχανου "Tah Tasai" (*Brassica campestris* var. *Narinosa*) συσκευασμένων σε ταινίες PE και PP υψηλότερης και χαμηλότερης διαπερατότητας αερίων αντίστοιχα και διαπίστωσε ότι στις ταινίες PP, η συσσώρευση CO₂, προκάλεσε ταχύτερη και μη αναστρέψιμη βλάβη στη μεμβράνη, η οποία συνάγεται από την αυξημένη διαρροή ηλεκτρολυτών και την απουσία οσμών. Η ανάπτυξη οσμών συνήθως συνδέεται με την αύξηση των συγκεντρώσεων της ακεταλδεϋδης και της αιθανόλης, ενδεικτική μιας μετατόπισης από τον αερόβιο στον αναερόβιο μεταβολισμό (Cantwell & Suslow, 2002). Αυτά τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι η απόδοση μετά τη συγκομιδή ευνοείται από σχετικά υψηλή συγκέντρωση O₂ που εξισορροπείται υπό συσκευασία MAP με υψηλές OTR μεμβράνες και πιθανώς με συμβατικές διάτρητες μεμβράνες που χρησιμοποιούνται για καλλιέργειες σαλάτας. Εντούτοις, αναφέρθηκε ότι η συσκευασία microgreens ραπανάκι σε φιλμ πολυπροπυλενίου προσανατολισμένη με λέιζερ (LMP) που διευκόλυνε το υψηλό ρO₂ σε όλη την αποθήκευση των 16d στους 5 ° C, προκάλεσε γρήγορο κιτρίνισμα, γήρανση ιστού και αποικοδόμηση χλωροφύλλης (XiaoLester et al., 2014). Η οπτική ποιότητα διατηρήθηκε καλύτερα κάτω από υψηλή μεμβράνη OTR [29,5 pmol / (m² s Pa)], παρά με φιλμ LMP, ενώ το υψηλό OTR διατήρησε επίσης υψηλότερη αναλογία μειωμένης σε οξειδωμένο ασκορβικό οξύ (ασκορβικό / δεϋδροασκορβικό). Παρ' όλα αυτά, η ανεμπόδιστη ανταλλαγή αερίων μέσω της μεμβράνης LMP ήταν πιο αποτελεσματική στην επιβράδυνση της ανάπτυξης οσμής μέσα στο πακέτο .

Δεδομένου της ευαισθησίας των προϊόντων απαιτείται γρήγορος χειρισμός και πρόψυξη μετά τη συγκομιδή. Παρόλο που η απόδοσή τους στην αποθήκευση μπορεί να ωφεληθεί από τις συνθήκες MAP υπό υψηλό OTR, εξακολουθεί να εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία, και η κατάχρηση θερμοκρασίας μπορεί να οδηγήσει σε γρήγορη αύξηση CO₂, βλάβη ιστών και εξουδετέρωση οσμών (Chandra et al., 2012). Η συνέχιση της ψυχρής αλυσίδας είναι κρίσιμη, καθώς η κατάχρηση θερμοκρασίας

που εμφανίζεται σε μεταγενέστερα στάδια ζωής, μπορεί να επιταχύνει τη γήρανση επειδή επηρεάζει προϊόντα με ήδη μερικώς εξαντλημένα σε υδατανθρακικά αποθέματα με αποτέλεσμα να ξεκινάει η διαδικασία αποικοδόμησης , π.χ. του κυτταρικού τοιχώματος (Kou, Luo , et al., 2014, Kou, Yang, et al., 2014). Η διάρκεια ζωής του Microgreens είναι γενικά πολύ πιο εξαρτημένη από τη θερμοκρασία σε σχέση με τις MAP συνθήκες και οι υψηλοί ρυθμοί αναπνοής απαιτούν συσκευασία επαρκούς διαπερατότητας του O₂ για την πρόληψη αναερόβιων συνθηκών και ανάπτυξη οσμής (Kader, 2002, p. 3311).

Η έκθεση στο φως έχει εξεταστεί ως εφαρμογή αποθήκευσης όσον αφορά την επίδρασή της στην αισθητική ποιότητα, τη σύνθεση του φυτοθεραπευτικού συστατικού και στη συνολική διάρκεια ζωής (Garrido., 2015). Στο ραπανάκι daikon (*Raphanus sativus* var. *Longiripinnatus*) αποκαλύφθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ της έκθεσης στο φως και της της ατμόσφαιρας στη συσκευασία που δημιουργήθηκε με φιλμ OTR (Xiao, Lester et al., 2014). Η ελαφρά παρεμβολή στην ισορροπία pO₂ / pCO₂ προκαλεί αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας και του ρυθμού διαπνοής, γεγονός που ενθαρρύνει την αύξηση του CO₂, την εξάντληση του O₂, απώλεια βάρους και συχνά συμπύκνωση μέσα στα πακέτα. Από την άλλη πλευρά, η έκθεση στο φως φαίνεται να διατηρεί κάποια φωτοσυνθετική δραστηριότητα, εξαρτώμενη από την ένταση του φωτός και τη φωτοπερίοδο, που καταναλώνει CO₂ και απελευθερώνει O₂ μέσα στα πακέτα (Kozuki et al., 2015).

Οι αρνητικές επιπτώσεις του φωτός όσο αφορά την οπτική ποιότητα μπορεί να μετριαστεί πιθανώς με καταστολή της διαπνοής μέσω επαγόμενου από NIR στοματικό κλείσιμο με τη μεσολάβηση της συσσώρευσης ROS, όπως καταδεικνύεται από τους Kozuki et al. (2015) σχετικά με τα φύλλα νεαρών μαρουλιών. Η συνεχής έκθεση στο φως, σε σύγκριση με τη σκοτεινή αποθήκευση, αναφέρθηκε επίσης στην αύξηση της ανάπτυξης οσμών και μείωση στη συνολική αισθητική ποιότητα στα συσκευασμένα ραπανάκια μετά από 8 ημέρες στους 5 ° C. Οι παρενέργειες αυτές υποχώρησαν υπό την προϋπόθεση ότι το φιλμ ήταν υψηλότερης διαπερατότητας (Xiao, Lester et al., 2014).

Η έκθεση στο φως επιτάχυνε την υποβάθμιση των καροτενοειδών ενώσεων και μείωσε την ικανότητα απομάκρυνσης ριζών υδροξυλίου των αποθηκευμένων σε ψύξη μικροσαλατών (Xiao, Lester et al., 2014). Η δυναμική του ξανθοφυλλικού κύκλου της

αλληλομετατροπής βιλαξανθίνης-ζεαξανθίνης, που χρησιμοποιείται για τη διασπορά υπερβολικής φωτεινής ενέργειας, παραμένει ενεργή κατά την αποθήκευση μετά τη συγκομιδή. Αυτό αποδεικνύεται από τη συσσώρευση βιλαξαξανίνης κάτω από σκοτεινή αποθήκευση.

Ο ρόλος της έντασης φωτός για την ποιότητα και τη διάρκεια ζωής των μικροσαλατών πρέπει να εξεταστεί περαιτέρω (D'Souza et al., 2015). Ο ρόλος της φωτοπεριόδου μετά την συγκομιδή αξίζει ιδιαίτερη προσοχή. Οι χαμηλοί παλμοί ακτινοβολίας φαίνονται πολλά υποσχόμενοι και μια εναλλακτική εφαρμογή για την επέκταση της διάρκειας ζωής των μικροσαλατών (Garrido et al., 2016).

Οι εφαρμογές που εστιάζουν στην φασματική ποιότητα φωτός με τη χρήση πηγών φωτός LED αποτελούν μια άλλη καινοφανή περιοχή για έρευνα σχετικά με τη διατήρηση των μικροσαλατών. Για παράδειγμα, το μπλε φως (470 nm) LED στα 30 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ ήταν αποτελεσματικό στη μείωση της ανεπιθύμητης περιεκτικότητας σε γκλουκοναπίνη στη βρώμη επτά ημερών ενώ παράλληλα ενίσχυσε τα επίπεδα ολικών φαινολών, ανθοκυανινών και αντιοξειδωτικών. Το φως LED προκάλεσε υψηλότερα επίπεδα βιταμίνης C (Qian et al., 2016).

3.6 Μικροβιακή ασφάλεια

Αρκετοί παράγοντες μετά τη συγκομιδή μπορούν να αλληλοεπιδράσουν για να παρατηρηθεί ανάπτυξη μικροβιακών, όπως η γειννίαση με το έδαφος (δηλ. Το ύψος των φυτών) κατά τη συγκομιδή, η υπολειμματική υγρασία μετά τις επεξεργασίες πλύσης πριν από τη συσκευασία και η θερμοκρασία αποθήκευσης πρωτίστως. (Chandra et al., 2012).

Από την άλλη πλευρά, οι θεραπείες μετά τη συγκομιδή με γαλακτικό ασβέστιο έδειξαν επίσης πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα στην καταστολή του πολλαπλασιασμού των μικροβίων σε αποθηκευμένα microgreens μπρόκολα. Το γαλακτικό ασβέστιο είναι ένας παράγοντας σύσφιξης που δεν επηρεάζει τη γεύση των προϊόντων φρέσκιας κοπής. Ωστόσο, οι μηχανικές βλάβες που προκαλούνται στις διαδικασίες πλύσης και ξήρανσης θέτουν εμπόδιο στην ευρεία εφαρμογή τους (Kou et al., 2015). Το πλύσιμο των μικροσαλατών πριν από τη συσκευασία, ειδικά σε

χλωριωμένο νερό, μπορεί να μειώσει αποτελεσματικά τους πληθυσμούς AMB (Chandra et al., 2012).

Στην πραγματικότητα, οι άπλυτες μικροσαλάτες στις παραπάνω μελέτες υποστηρίζουν τους χαμηλότερους μικροβιακούς πληθυσμούς κατά την αποθήκευση. Αυτό υπογραμμίζει το δίλημμα που αντιμετωπίζει ο παραγωγός μετά τη συγκομιδή: τα αρχικά οφέλη από τις επεξεργασίες πλύσης αντισταθμίζονται από την περίσσεια υπολειμματικής υγρασίας, ενώ οι διαδικασίες πλύσης και ιδιαίτερα οι διαδικασίες ξήρανσης είναι πιθανό να επιδεινώσουν τις μηχανικές βλάβες και να μειώσουν τη διάρκεια ζωής.

Η υγιεινή παραμένει μια κρίσιμη διαδικασία για τη δημιουργία έτοιμων προς κατανάλωση μικροσαλατών. Απαιτούνται περαιτέρω έρευνες για να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα των διαφόρων λύσεων υγιεινής καθώς και η επίδραση των μεθόδων ξήρανσης στην ποιότητα και τη διάρκεια ζωής. Υπάρχει επείγουσα ανάγκη για αποτελεσματικά απολυμαντικά εναλλακτικά προς το υποχλωριώδες νάτριο (αριθμός CAS: 7681-52-9), το οποίο επί του παρόντος βρίσκεται υπό επανεξέταση για την Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα βιοκτόνα 98/8 / ΕΚ λόγω των κινδύνων που μπορεί να προκαλέσει στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον (EUR-lex, 2014, Gil, Selma, L-Opez-Galvez, & Allende, 2009).

Τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα σε αυτή την κατεύθυνση έχουν αναφερθεί από τον Chandra et al. (2012), ο οποίος απέδειξε ότι η μεταχείριση με εμβάπτιση 2 λεπτών σε 0,5% (w/v) κιτρικό οξύ (2 λεπτά εμβάπτιση σε 100 ml / L, pH 7,0) για τον έλεγχο του πολλαπλασιασμού των AMB και των κολοβακτηριδιακών πληθυσμών σε μικροσυστοιχίες κινεζικού λάχανου αποθηκευμένους για 9 ημέρες στο 5 ° C στο σκοτάδι. Οι μελλοντικές μελέτες θα πρέπει επίσης να συνεπάγονται και για τα μεσοφιλικά βακτήρια, τα οποία αναπτύσσονται καλύτερα στις 20-45 ° C, καθώς και τα ψυχρόφιλα βακτήρια, τα οποία αναπτύσσονται καλύτερα στους 7 ° C ή χαμηλότερα, προκειμένου να έχουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα της μικροβιακής ανάπτυξης σε σχέση με την κλίμακα της έκθεσης στη θερμοκρασία (Kou et al., 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι μικροσαλάτες αποτελούν μια νέα κατηγορία λαχανικών που μπορούν να θεωρηθούν ως οι νέες υπερτροφές της νέας εποχής. Η υψηλή περιεκτικότητα σε βιοδραστικές ουσίες και η διατήρηση της διατροφικής ποιότητάς και των ιδιοτήτων τους αποτελούν νέα πεδία έρευνας έχοντας ως στόχο να αυξήσουν την παραγωγικότητα, να αποκτήσουν υγιεινά προϊόντα, 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 όσον αφορά:

- ✓ τη μεταχείριση των σπόρων αλλά και του μέσου σποράς πριν από τη σπορά. Αποτελεσματικές και βιώσιμες, μη χημικές θεραπείες για αποστείρωση επιφάνειας σπόρου και αντιμικροβιακή δράση, προδιάθεση επεξεργασίες και προ-βλάστηση σπόρων για την τυποποίηση και να συντομεύσει τον κύκλο παραγωγής, καθώς και πληροφορίες για συγκεκριμένες καλλιέργειες σχετικά

με την αλληλεπίδραση του ρυθμού σποράς ή των καλλιεργητικών μέσων με την απόδοση και ποιότητα αξίζει μεγαλύτερη προσοχή.

- ✓ Επιλογή γενετικού υλικού πρέπει να αξιοποιήσει τους εγχώριους σπόρους, όπως οι ανεπαρκώς αξιοποιημένες καλλιέργειες των άγριων βρώσιμων φυτών και η αναζήτηση ισορροπίας μεταξύ περιεκτικότητας σε φυτοθρεπτικά συστατικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.
- ✓ Οι συνθήκες φωτισμού (ποιότητα, ένταση και φωτοπερίοδος) παίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο όχι μόνο στον ρυθμό ανάπτυξης αλλά και στην περιεκτικότητα σε βιοδραστικές ουσίες, σε μέταλλα και στην αύξηση της παραγωγής.
- ✓ Σημαντικός παράγοντας είναι και η διαχείριση της παραγωγής μετά το στάδιο της συγκομιδής. Ο τρόπος της συλλογής, του πλυσίματος, της θερμοκρασίας συμβάλλουν στην διατήρηση των ιδιοτήτων των μικροσαλατών και στην αποφυγή ανάπτυξης μικροοργανισμών. Δηλαδή επηρεάζουν την διάρκεια ζωής των μικροσαλατών, των οπτικών και των ποιοτικών ιδιοτήτων τους. Μηχανικές βλάβες που εμφανίζονται κατά την πλύση και κατά την αποξήρανση θέτουν σε κίνδυνο τη διάρκεια ζωής των μικροσαλατών. Άρα 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 το υλικό στο οποίο συσκευάζεται. Με την κατάλληλη θερμοκρασία, την περιεκτικότητα του αέρα που υπάρχει κατά την συσκευασία αλλά και την μεταβολή των συγκεντρώσεων του CO₂ και του O₂ καθώς και τη σύνθεση του υλικού συσκευασίας, επηρεάζεται άμεσα και έμμεσα η διάρκεια ζωής, η περιεκτικότητα σε βιοδραστικές ουσίες, η ανάπτυξη οσμών και τέλος την ανάπτυξη μικροβίων.
- ✓ Συνεπώς οι αλληλεπιδράσεις θερμοκρασίας-φωτός-OTR πρέπει να αξιολογηθούν για να καταστεί δυνατή η ισορροπία O₂ / CO₂ που επηρεάζει την αναπνοή αλλά και την ανάπτυξης οσμής.

- ✓ Τέλος, η ανάπτυξη μικροβίων επηρεάζεται από όλους τους παραπάνω παράγοντες. Παρατηρήθηκε ότι οποιαδήποτε μεταβολή όλων των παραπάνω παραγόντων είτε συνολικά είτε μεμονωμένα έχουν σαν αποτέλεσμα την δημιουργία του κατάλληλου περιβάλλοντος για την εμφάνιση και ανάπτυξη των 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, 197e200

Beceanu D. 2008. Nutritive, nutraceutical, medicinal and energetic value of fruits and vegetables. *Cercetări Agronomice în Moldova*, Vol. XLI, 4 (136), 65-81

Bergquist, S. A. M., Gertsson, U. E. and Olsson, M. E. (2006). Influence of growth stage and postharvest storage on ascorbic acid and carotenoid content and visual quality of baby spinach (*Spinacia oleracea* L.). *J Sci. Food Agri*. 86, 346-355.

Bian, Z. H., Yang, Q. C., & Liu, W. K. (2015). Effects of light quality on the accumulation of phytochemicals in vegetables produced in controlled environments: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95, 869-877.

Brazaitytė A., Sakalauskienė S., Samuolienė G., Jankauskienė J., Viršilė A., Novičkovas A., Sirtautas, R., Miliauskienė J., Vaštakaitė V., Dabašinskas L., Duchovskis P. 2015a. The effects of LED illumination spectra and intensity on carotenoid content in Brassicaceae microgreens. *Food Chemistry*, Vol.173, 600-606.

Brazaitytė A., Viršilė A., Jankauskienė J., Sakalauskienė S., Samuolienė G., Sirtautas, R., Novičkovas A., Dabašinskas L., Miliauskienė J., Vaštakaitė V., Bogdonovičienė A., Duchovskis P. 2015b. Effect of supplemental UV-A irradiation in solid-state lighting on the growth and phytochemical content of microgreens. *Int. Agrophys.* Vol.29, 13-22.

Cantwell, M., & Suslow, T. (2002). Postharvest handling systems: Minimally processed fruits and vegetables. In A. A. Kader (Ed.), *Postharvest technology of horticultural crops* (pp. 445-463). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication. 3311.

Cantwell, M., & Suslow, T. (2002). Postharvest handling systems: Minimally processed fruits and vegetables. In A. A. Kader (Ed.), *Postharvest technology of horticultural crops* (pp. 445-463). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication. 3311.

Carvalho, S. D., & Folta, K. M. (2016). Green light control of anthocyanin production in microgreens. *Acta Horticulturae*, 1134, 13-18.

Chandra D., Kim J.G., Kim Y.P. 2012. Changes in microbial population and quality of microgreen treated with different sanitizers and packaging films. *Hort. Environ. Biotechnol.*, Vol. 53, 32-40.

Chandra, D., Kim, J. G. and Kim, Y. P. (2012). Changes in microbial population and quality of microgreens treated with different sanitizers and packaging films. *Hort. Env. Biotech.* 53, 32-40.

Clarkson, G. J. J., Rothwell, S. D., & Taylor, G. (2005). End of day harvest extends shelf life. *Hortscience*, 40, 1431-1435.

Delian, E., Chira, A., Badulescu, L., & Chira, L. (2015). Insight into microgreens physiology. *Scientific papers, Series B, Horticulture*, LIX, 447-454.

Di Gioia, F., & Santamaria, P. (2015). Microgreens: Novel fresh and functional food to explore all the value of biodiversity (p. 118). Italy: ECO-logica srl Bari (2016) 103-115

Di Gioia, F., Mininni, C., & Santamaria, P. (2015). How to grow microgreens. In F. Di Gioia, & P. Santamaria (Eds.), *Microgreens: Microgreens: Novel fresh and functional food to explore all the value of biodiversity* (pp. 51-79). Italy: ECO-logica srl Bari.

Ding, H., Fu, T. J., & Smith, M. A. (2013). Microbial Contamination in sprouts: How effective is seed disinfection treatment? *Journal of Food Science*, 78(4), 495-501.

D'Souza, C., Yuk, H., Khoo, H. G., & Zhou, W. (2015). Application of light-emitting diodes in food production, postharvest preservation, and microbiological food safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14, 719-740.

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.

Fortunato A.E., Annunziata R., Jaubert M., Bouly J.P., Falciatore A. 2015. Dealing with light: The widespread and multitasking cryptochrome/photolyase family in photosynthetic organisms. *Journal of Plant Physiology*, Vol. 172, 4254

Franks E., Richardson J. 2009. *Microgreens. A guide to growing nutrient-packed greens*. Published by Gibbs Smith, Layton, Uta

Galaverna G., Di Silvestro G., Cassano A., Sforza S., Doceana A., Drioli E., Marchelli R. 2008. A new integrated membrane process for the production of concentrated blood orange juice: effect on bioactive compounds and antioxidant activity. *Food Chem*. Vol. 106,1021–30.

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.

Garrido, Y., Tudela, J. A., & Gil, M. I. (2015). Time of day for harvest and delay before processing affect the quality of minimally processed baby spinach. *Postharvest.Biology and Technology*, 110, 9-17.

Garrido, Y., Tudela, J. A., & Gil, M. I. (2015). Time of day for harvest and delay before processing affect the quality of minimally processed baby spinach. *Postharvest Biology and Technology*, 110, 9-17.

Gil, M. I., Selma, M. V., Lopez-Galvez, F., & Allende, A. (2009). Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: Problems and solutions. *International Journal of Food Microbiology*, 34(1-2), 37-45.

Goss R., Lepetit B. 2015. Biodiversity of NPQ. *Journal of Plant Physiology*, Vol. 172, 13-32.

Han, J., Tao, W., Hao, H., Zhang, B., Jiang, W., Niu, T., Li, Q. and Cai, T. (2006). Physiology and quality responses of fresh-cut broccoli florets pretreated with ethanol vapor. *J. Food Sci.* 71, S385–S389.

Hasperue, J. H., Guardianelli, L., Rodoni, L. M., & Chaves, A. R. (2016). Continuous white-blue LED light exposition delays postharvest senescence of broccoli. *LWT e Food Science and Technology*, 65, 495-502.

Hodges, D. M., & Toivonen, P. M. A. (2008). Quality of fresh-cut fruits and vegetables as affected by exposure to abiotic stress. *Postharvest Biology and Technology*, 48, 155-162.

<http://edis.ifas.ufl.edu>

<http://rawfoodietplans.net/the-difference-between-sprouts-microgreens-and-baby-greens>

Μορφοποιήθηκε: Προεπιλεγμένη γραμματσοειρά, Γραμματσοειρά: (Προεπιλεγμένη) +Σώμα, 11 pt, Ελληνικά (Ελλάδα)

<http://www.migreens.gr/microgreens.html>

Μορφοποιήθηκε: Προεπιλεγμένη γραμματσοειρά, Γραμματσοειρά: (Προεπιλεγμένη) +Σώμα, 11 pt, Ελληνικά (Ελλάδα)

<http://www.nlgma.org/>

Μορφοποιήθηκε: Προεπιλεγμένη γραμματσοειρά, Γραμματσοειρά: (Προεπιλεγμένη) +Σώμα, 11 pt, Ελληνικά (Ελλάδα)

<http://www.urbandcultivator.net/microgreens-vs-sprouts>

Μορφοποιήθηκε: Προεπιλεγμένη γραμματσοειρά, Γραμματσοειρά: (Προεπιλεγμένη) +Σώμα, 11 pt, Ελληνικά (Ελλάδα)

<https://www.scribd.com/document/.../Micro-Greens>

Janovská D., Štočková L., Stehno Z. 2010. Evaluation of buckwheat sprouts as microgreens. *Acta Agriculturae Slovenica*, 95–2, 157 - 162.

Kader, A. A. (2008). Perspective flavor quality of fruits and vegetables. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 88, 1863-1868.

Koppertcress. (2016). <http://usa.koppertcress.com>.

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 Sciences*, 138(1), 31e37

Kou L., Luo Y., Yang T., Xiao Z., Turner E.R., Lester G.E., Wang Q., Camp M.J. 2013. Postharvest biology, quality and shelf life of buckwheat microgreens. *Food Science and Technology*, Vol. 51, 73-78

Kou L.P., Yang T.B., Luo Y.G., Liu X.J., Huang L.H., Codling E. 2014. Pre-harvest calcium application increases biomass and delays senescence of broccoli microgreens. *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 87, 70-78.

Kou, L., Yang, T., Luo, Y., Liu, X., & Huang, L. (2014). Pre-harvest calcium application increase biomass and delays senescence of broccoli microgreens. *Postharvest Biology and Technology*, 87, 70-78.

Kou, L., Yang, T., Luo, Y., Liu, X., & Huang, L. (2014). Pre-harvest calcium application increase biomass and delays senescence of broccoli microgreens. *Postharvest Biology and Technology*, 87, 70-78.

Kozuki, A., Ishida, Y., Kakibuchi, K., Mishima, T., Sakurai, N., Murata, Y., et al. (2015). Effect of postharvest short-term radiation of near infrared light on transpiration of lettuce leaf. *Postharvest Biology and Technology*, 108, 78-85.

Kyriacou, M. C., Roupael Y., Di Gioia F., Kyratzis A., Serio F., De Pascale S., Santamaria. P. (2016), Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens *Trends in Food Science & Technology* 57 103-115

Lee J.S., Pil, W.G., Cobb B.B., Olszewski M. 2004. Seed treatments to advance greenhouse establishment of beet and chard microgreens. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, Vol. 79, 565-570.

Lee J.S., Pill W.G. 2005. Advancing greenhouse establishment of radish, kale and amaranth microgreens through seed treatments. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, Vol. 46, 363-368.

Lee, J. S., Pill, W. G., Cobb, B. B., & Olszewski, M. (2004). Seed treatments to advance greenhouse establishment of beet and chard microgreens. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79(49), 565-570

Lester, G. E., Hallman, G. J. and Perez, J. A. (2010). γ -Irradiation dose: effects on baby-leaf spinach ascorbic acid, carotenoids, folate, α -tocopherol, and phylloquinone concentrations. *J. Agri. Food Chem.* 58, 4901-4906.

Mahima, Amit Kumar Verma, Ruchi Tiwari, K. Karthik, Sandip Chakraborty, Rajib Deb and Kuldeep Dhama. 2013. Nutraceuticals from fruits and vegetables at a glance: A Review. *Journal of Biological Sciences*, Vol. 13, 38-47

Márton M., Mándoki Zs., Csapó J. 2010. Evaluation of biological value of sprouts. Fat content, fatty acid composition. *Acta Univ. Sapientiae Alimentaria*, Vol. 3, 53-65.

Mewis, I., Schreiner, M., Nguyen, C. N., Krumbein, A., Ulrichs, C., Lohse, M. and Zrenner, R. (2012). UV-B irradiation changes specifically the secondary metabolite profile in broccoli sprouts: induced signaling overlaps with defense response to biotic stressors. *Plant Cell Phys.* 53, 1546-1560

Murchie E.H., Niyogi K.K. 2011. Manipulation of photoprotection to improve plant photosynthesis. *Plant Physiology*, Vol.155, 86-52.

Murphy, C. J., Llorca, K. F., & Pill, W. G. (2010). Factors affecting the growth of microgreen table beet. *International Journal of Vegetable Science*, 16(3), 253-266.

Oh, M. M., Carey, E. E. and Rajashekar, C. B. (2010). Regulated water deficits improve

Paliyath, G., Tiwari, K., Yuan, H., & Whitaker, B. D. (2008). Structural deterioration in produce: Phospholipase D, membrane deterioration, and senescence. In G. Paliyath, D. P. Murr, A. Handa, & S. Lurie (Eds.), *Postharvest biology and technology of fruits, vegetables, and flowers* (pp. 195-239). Ames: Wiley-Blackwell.

phytochemical concentration in lettuce. *J. American Soci. Hort. Sci.* 135, 223-229.

Pill, W. G., Collins, C. M., Gregory, N., & Evans, T. A. (2011). Application method and rate of *Trichoderma* species as a biological control against *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. in the production of microgreen table beets (*Beta vulgaris* L.). *Scientia Horticulturae*, 129(4), 914e918.

Pinto E., Almeida A.A., Aguir A.A., Ferreira I.M.P.L.V.O. 2015. Comparison between the mineral profile and nitrate content of microgreens and mature lettuces. *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol. 37, 38–43.

Poorva and Aggarwal, P. (2013). Microgreens in the food world. *Indian Food Ind.* 32, 18-24.

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.

Qian, H., Liu, T., Deng, M., Miao, H., Cai, C., Shen, W., et al. (2016). Effects of light quality on main health-promoting compounds and antioxidant capacity of Chinese kale sprouts. *Food Chemistry*, 196, 1232-1238.

Quass T., Berteotti S., Ballottari M., Flieger K., Bassi R., Wilhelm C., Goss R. 2015. Non-photochemical quenching and xanthophyll cycle activities in six green algal species suggest mechanistic differences in the process of excess energy dissipation. *Journal of Plant Physiology*, Vol. 172, 92-103.

Sakalauskienė S., Samuolienė G., Sirtautas, R., Noviškovas A., Dabašinskas L., Miliauskienė J., Vaštakaitė V., Bogdonovičienė A., Duchovskis P. 2015b. Effect of supplemental UV-A irradiation in solid-state lighting on the growth and phytochemical content of microgreens. *Int. Agrophys.* Vol.29, 13-22.

Samuolienė G., Brazaitytė A., Sirtautas R., Sakalauskienė S., Jankauskienė J., Duchovskis P. 2012. The impact of supplementary short-term red LED lighting on the antioxidant properties of microgreens. *Acta Hort. (ISHS)* 956, 649-656.

Sun, J., Xiao, Z., Lin, L.-Z., Lester, G. E., Wang, Q., Harnly, J. M., et al. (2013). Profiling polyphenols in five Brassica species microgreens by UHPLC-PDA-ESI/HRMSn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 10960-10970.

Treadwell, D., Hochmuth, R., Landrum, L., & Laughlin, W. (2010). *Microgreens: A new specialty crop* (p. HS1164). University of Florida, IFAS Extension.

Wu, M., Hou, C., Jiang, C., Wang, Y., Wang, C., Chen, H., et al. (2007). A novel approach of LED light radiation improves the antioxidant activity of pea seedlings. *Food Chemistry*, 101, 1753-1758.

Xiao Z.L., Nou X.W., Luo Y.G., Wang Q. 2014. Comparison of the growth of Escherichia coli O157: H7 and O104: H4 during sprouting and microgreen production from contaminated radish seeds. *Food Microbiology*, Vol.44, 60-63.

Xiao, Z., Lester, G. E., Luo, Y., & Wang, Q. (2012). Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: Edible microgreens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 7644-7651.

Xiao, Z., Lester, G. E., Luo, Y., Xie, Z., Yu, L. and Wang, Q. (2014a). Effect of light exposure on sensorial quality, concentration of bioactive compounds and antioxidant capacity of radish microgreens during low temperature storage. *Food Chem.* 151, 472-479.

Xiao, Z., Lester, G. E., Park, E., Saftner, R. A., Luo, Y., & Wang, Q. (2015). Evaluation and correlation of sensory attributes and chemical compositions of emerging fresh produce: Microgreens. *Postharvest Biology and Technology*, 110, 140-148.

Xiao, Z., Luo, Y., Lester, G. E., Kou, L., Yang, T., & Wang, Q. (2014). Postharvest quality and shelf life of radish microgreens as impacted by storage temperature, packaging film, and chlorine wash treatment. *Food Science and Technology*, 55, 551-558.

Yang, R., Guo, L., Jin, X., Shen, C., Zhou, Y., & Gu, Z. (2015). Enhancement of glucosinolate and sulforaphane formation of broccoli sprouts by zinc sulphate via its stress effect. *Journal of Functional Foods*, 13, 345-349.