

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΑΪΝΤΑΝΟΥ ΚΑΙ  
ΡΑΔΙΚΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΩΝ

ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ



ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2018

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΑΪΝΤΑΝΟΥ ΚΑΙ  
ΡΑΔΙΚΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΩΝ

ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ



ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2018

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Δεδομένου του αυξανόμενου ενδιαφέροντος για τις μικροσαλάτες, η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σαν βασικό της στόχο την εξέταση τόσο της καλλιέργειας αυτών όσο και της διερεύνησης των θρεπτικών τους στοιχείων και της σχέσης της περιεχόμενης ποσότητας αυτών στο φυτό σε σχέση με τον χρόνο συγκομιδής τους. Για το σκοπό αυτό εξετάστηκε η καλλιέργεια του μαϊντανού και του ραδικιού. Μετά τη καλλιέργεια και την συγκομιδή σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, έλαβε χώρα ανάλυση μέτρησης των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων: Ca, Mg, P, K, Cu, Fe, MnZn και B. Τα αποτελέσματα του πειραματικού μέρους, δείχνουν ότι και τα δυο φυτικά είδη παρουσιάζουν σημαντικές μεταβολές στην παραγωγή νωπού προϊόντος αλλά και ξηράς ουσίας. Σημαντικές μεταβολές παρατηρούνται και στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής, γεγονός το οποίο βοηθά στην χρήσιμη εξαγωγή συμπερασμάτων για τον καταλληλότερο χρόνο συγκομιδής, τα σχήματα θρέψης που θα εφαρμοσθούν και την κατάλληλη επιλογή υποστρώματος.

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



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|  |    |
|--|----|
| <b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>  | 3  |
| <b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>                                     | 5  |
| <b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>  | 7  |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> - ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΕΣ</b>           | 9  |
| <b>1.1 Μικροσαλάτες, φύτρα και baby leaf</b>           | 11 |
| <b>1.2 Επιλογή ειδών για μικροσαλάτες</b>              | 12 |
| <b>1.3 Μικροσαλάτες και ασφάλεια τροφίμων</b>          | 13 |
| <b>1.4 Καλλιέργεια μικροσαλατών</b>                    | 14 |
| 1.4.1 Επιλογή Του Υποστρώματος Καλλιέργειας            | 15 |
| 1.4.2 Η Ποιότητα Των σπόρων, Σπόροι Και Κάλυψη         | 15 |
| 1.4.3 Φωτισμός   | 16 |
| 1.4.4 Συγκομιδή, και διαχείριση                        | 17 |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>      | 22 |
| <b>2.1 Σκοπός του πειράματος</b>                       | 22 |
| <b>2.2 Υλικά και Μέθοδοι</b>                           | 22 |
| <b>2.3 Συγκομιδή</b>                                   | 33 |
| <b>2.4 Αναλύσεις φυτικών ιστών</b>                     | 33 |
| 2.4.1 Προσδιορισμός του P                              | 34 |
| 2.4.2 Προσδιορισμός του B                              | 34 |
| 2.4.3 Προσδιορισμός των Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Mn, Zn. | 34 |
| 2.4.3 Στατιστική ανάλυση                               | 34 |
| <b>2.5 Αποτελέσματα</b>                                | 34 |
| 2.5.1 Μαϊντανός  | 34 |
| 2.5.2 Ραδίκι   | 36 |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>           | 39 |
| <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>                                    | 41 |



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι μικροσαλάτες είναι νέες στην αγορά και σχετικά άγνωστες στην Ελλάδα. Είναι νέα και τρυφερά φύλλα που βρίσκονται σε μια ευχάριστη παλέτα χρωμάτων, υφών και γεύσεων (Pfeiffer, Silva&Colquhoun, 2015, Weber, 2017). Κερδίζουν δημοτικότητα ως νέο γαστρονομικό συστατικό και χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση σαλάτας ή ως βρώσιμες γαρνιτούρες για να διακοσμήσουν μια μεγάλη ποικιλία από άλλα πιάτα. Λόγω των υψηλότερων σημείων τιμών στη λιανική πώληση, οι μικροσαλάτες θεωρούνται προϊόν υψηλής ποιότητας (Baenas et al., 2017). Η έφεση στην παραγωγή τους τα τελευταία χρόνια οφείλεται τόσο στην διατροφική τους αξία, όσο και στην περιβαλλοντική αξία της ίδιας της παραγωγής τους. Η κατανάλωση μικροσαλάτων φαίνεται να αυξάνεται λόγω των υψηλότερων συγκεντρώσεων βιοδραστικών συστατικών όπως οι βιταμίνες, τα μέταλλα και τα αντιοξειδωτικά από ό, τι τα ώριμα χόρτα, τα οποία είναι σημαντικά για την ανθρώπινη υγεία.

Αρκετές μελέτες τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργήσει μια τάση μετακίνησης προς τις μικροσαλάτες από περιβαλλοντική και διατροφική άποψη. Σύμφωνα με μερικές μελέτες, οι μικροσαλάτες περιέχουν μεγαλύτερες ποσότητες βιταμινών και μετάλλων από το αντίστοιχο ώριμο λαχανικό, και αυτό απαιτώντας λιγότερους πόρους (οικονομικού, εργασίας αλλά και φυσικούς) για την ανάπτυξη τους από τα ώριμα αντίστοιχα λαχανικά (Durham, 2017).





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> - ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΕΣ

Τα τελευταία είκοσι χρόνια, το ενδιαφέρον για φρέσκα, και θρεπτικά συστατικά έχει αυξηθεί, γεγονός που οφείλεται στο αυξανόμενο ενδιαφέρον της κοινωνίας για υγιεινή διατροφή (Ebert, 2012). Οι καταναλωτές αναζητούν νέα προϊόντα που υποστηρίζουν την υγεία και τη μακροζωία σε συνδυασμό με την γαστρονομική απόλαυση (Drewnowski&Gomez-Carneros, 2000). Κατά συνέπεια, είναι προς το συμφέρον των καλλιεργητών να αξιοποιούν τις επικείμενες τάσεις και ευκαιρίες για εξειδικευμένα προϊόντα. Οι μικροσαλάτες, συχνά αποκαλούμενες «λαχανικά κομφετί», είναι μια νέα κατηγορία ειδικών καλλιεργειών, που ορίζονται ως τρυφερά ανώριμα χορταρικά που παράγονται από τους σπόρους λαχανικών, βοτάνων ή σπορόφυτων, 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 πραγματικών φύλλων, όταν οι κοτυληδόνες είναι πλήρως διογκωμένες και εξακολουθούν να υποβάλλονται σε σκλήρυνση, συνήθως μέσα σε 7-21 ημέρες από τη βλάστηση των σπόρων στο είδος (Εικ. 1) (Sun et al., 2013).



Εικόνα 1 Έτοιμες για συσκευασία μικροσαλάτες (A) κόκκινων τεύλων (*Beta vulgaris* L.), (B) κόλιανδρου (*Coriandrum sativum* L.), (C) ραπανιών (*Raphanus sativus* L.) και (D) *Brassica* (*Brassica rapa* L., *Broccoletto* group), που αναπτύσσονται σε δίσκους σε μίγμα τύρφης (A, B και C) ή σε κανάλια υδροπονικής καλλιέργειας σε ινώδες υπόστρωμα (D).

Η ιδέα των μικροσαλάτων προέκυψε στα τέλη της δεκαετίας του '80 στο Σαν Φρανσίσκο της Καλιφόρνιας και από τότε έχουν κερδίσει τη δημοτικότητα ως προθέματα γεύσεων στα εστιατόρια και στα πολυτελή καταστήματα τροφίμων παγκοσμίως (Treadwell, Hochmuth, Landrum&Laughlin, 2010). Η δημοτικότητά τους πηγάζει από τα ζωντανά χρώματα τους, τις ευαίσθητες υφές, τις μοναδικές ιδιότητες βελτίωσης της φθοράς όπως γαρνιτούρες (π.χ. σε σαλάτες, σάντουιτς, σούπες, επιδόρπια και ποτά), αλλά και από την ισχυρή τους περιεκτικότητα σε φυτοθεραπευτικά συστατικά και τη δυναμική βιοδραστική τους αξία (Sun et al. 2013, Xiao, Lester, et al., 2015, Xiao et al., 2012). Η προσφορά και η ζήτηση των μικροσαλάτων επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις γαστρονομικές τάσεις και η επιλογή των ειδών βασίζεται στην αλληλεπίδραση των παραγωγών με τους σεφ και στην εξοικείωση των καταναλωτών με τα ιδιαίτερα αισθητήρια χαρακτηριστικά τους (Koppertcress, 2016). Οι μικροσαλάτες μπορούν να διανεμηθούν ως φρέσκα προϊόντα αλλά και κατά την καλλιέργεια στα μέσα, τα οποία θα συλλέγονται από τους τελικούς χρήστες. Οι περισσότερες εκμεταλλεύσεις είναι είδη που ανήκουν στις οικογένειες *Brassicaceae*, *Asteraceae*, *Chenopodiaceae*, *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Amarillydaceae*, *Amaranthaceae* και *Cucurbitaceae*. Το βιοενεργό περιεχόμενο είναι εμφανές σε είδη με μάλλον ακάθαρτη γεύση (π.χ. *Brassicaceae*), η μεταβλητή αποδεκτικότητα των οποίων δικαιολογεί τον εντοπισμό των γονότυπων που μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις για γεύση και υγεία (Xiao, Lester et al., 2015).

Οι μικροσαλάτες είναι διαφορετικές από τα φύτρα, αν και τα δύο καταναλώνονται σε ανώριμη κατάσταση (Treadwell et al., 2010). Τα φύτρα γενικά αναπτύσσονται σε συνθήκες σκοτεινής υγρασίας, που ευνοούν τον πολλαπλασιασμό των μικροβίων, και η κατανάλωσή τους, σε αντίθεση με αυτή των μικροσαλάτων και των baby leafs, έχει εμπλακεί σε επιδημίες επιδημιών τροφής (Ebert, 2012 · Xiao, Nou, Luo, & Wang , 2014). Επίσης, Οι μικροσαλάτες πολύ ισχυρότερες ιδιότητες βελτίωσης του φλοιού από τα φύτρα, και ένα ευρύ φάσμα χρώματος, ποικιλίας και σχήματος φύλλων (Ebert, 2012). Πρόσφατες αναφορές έδειξαν ότι οι μικροσαλάτες υψηλότερες ποσότητες φυτοθεραπευτικών συστατικών (ασκορβικό οξύ, β-καροτένιο, α-τοκοφερόλη και φυλλοκινόνη) και μετάλλων (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Se και Mo) (Pinto, Almeida, Aguiar, & Ferreira, 2015, Xiao et al 2012). Η ελκυστικότητα των μικροσαλάτων στους καταναλωτές, σε συνδυασμό με την υψηλή τιμή τους και τον μικρό κύκλο παραγωγής, έχει

προσελκύσει καλλιεργητές θερμοκηπίου και πολλές αστικές και περιαστικές εκμεταλλεύσεις έχουν επενδύσει στην παραγωγή τους. Από την άλλη μεριά, οι μικρές αποδόσεις των μικροσαλάτων, η ταχεία γήρανση και η πολύ μικρή διάρκεια ζωής περιορίζουν την επέκταση της εμπορικής παραγωγής τους (Chandra, Kim, & Kim, 2012, Kou et al., 2013).

## **1.1 Μικροσαλάτες, φύτρα και babyleaf**

Στην ουσία οι παραπάνω όροι δεν αναφέρονται σε διαφορετικά προϊόντα αλλά σε προϊόντα που λαμβάνονται σε συγκεκριμένες στιγμές κατά την ανάπτυξη ενός φυτού.

Τα φύτρα είναι στην ουσία σπόροι που έχουν βλαστήσει, οι οποίοι συνήθως αναπτύσσονται στο σκοτάδι και εξ ολοκλήρου στο νερό χωρίς χώμα ή άλλο μέσο καλλιέργειας. Οι σπόροι εισάγονται, και δεν φυτεύονται, σε κλειστά δοχεία σε υψηλή πυκνότητα. Λόγω των υψηλών επιπέδων υγρασίας, οι σπόροι βλασταίνουν γρήγορα, εντός των πρώτων 48 ωρών. Ολόκληρος ο βλαστός - σπόρος, ρίζα, στέλεχος και χλωμό ανεπτυγμένο φύλλο - τρώγεται. Μόλις το φυτό αρχίσει να αναπτύσσει τα πρώτα φύλλα του - τα κοτυληδόνια (φύλλα σπόρων) - αρχίζει το κοτυληδόνιο στάδιο. Αυτά τα δύο πρώτα φύλλα (ή ένα φύλλο, εξαρτάται από το φυτό) αναπτύσσονται γύρω στην 5<sup>η</sup> ημέρα και διαφέρουν από τα πραγματικά φύλλα του φυτού. Τα φύλλα του κοτυληδόνουπέφτουν συνήθως μετά την έναρξη της φωτοσύνθεσης.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε φυτού αρχίζουν να εμφανίζονται καθώς το φυτό εξελίσσεται περαιτέρω και εισέρχεται στο στάδιο μικροσαλάτας. Οι μικροσαλάτες απαιτούν μέσο ανάπτυξης, φως και θρεπτικά συστατικά για να αναπτυχθούν. Οι μικροσαλάτες είναι νεαρά φυτά λαχανικών και βοτάνων, τα οποία έχουν ένα ή δύο πλήρως ανεπτυγμένα φύλλα του κοτυληδόνου με την παράλληλη εμφάνιση ενός στοιχειώδους ζεύγους πρώτων πραγματικών φύλλων. Οι μικροσαλάτες συλλέγονται συνήθως στις 14-28 ημέρες μετά τη βλάστηση. Γενικά, οι μικροσαλάτες συλλέγονται πριν αναπτυχθούν σε μεγαλύτερα φυτά. Ωστόσο, η γεύση και το άρωμα είναι εξίσου ικανοποιητική σε σύγκριση με τα ώριμα φυτά.

Τα λαχανικά baby leafs είναι επίσης νεαρά φυτά και χρειάζονται καλλιεργητικό μέσο, φως και θρεπτικά συστατικά για να αναπτυχθούν, όπως και οι μικροσαλάτες. Στην ουσία η διαφορά με αυτές είναι η ηλικία του φυτού με τα baby leafs να είναι λίγο μεγαλύτερα από τις μικροσαλάτες.

Αυτά τα φυτά έχουν έναν μεγαλύτερο κύκλο ανάπτυξης και συλλέγονται 20-40 ημέρες μετά τη βλάστηση, όταν έχουν αναπτύξει περισσότερα από ένα σύνολο πραγματικών φύλλων.

Για να συνοψίσουμε τη διαφορά –οι μικροσαλάτες είναι ωριμότερες από τα φύτρα, αλλά νεότερες από τα baby leafs (εικ. 1). Οι ποικιλίες που συνήθως καλλιεργούνται περιλαμβάνουν: αμάραντο, ρόκα, τεύτλα, βασιλικό, λάχανο, σέλινο, κόλιανδρο, κρέμα, μάραθο, μουστάρδα, ραπανάκι, λάχανο κλπ. Πολλές ποικιλίες μπορούν να αναμειχθούν και να αναπτυχθούν μαζί για να δημιουργήσουν διαφορετικούς συνδυασμούς γεύσης, υφής και χρωμάτων.



Εικόνα 2 Οι φάσεις ανάπτυξης (από άνω αριστερά σε κάτω δεξιά): Φύτρο, ανάπτυξη κοτυληδόνων, μικροσαλάτα και Babyleaf του μαρουλιού

## 1.2 Επιλογή ειδών για μικροσαλάτες

Τα είδη λαχανικών που χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή μικροσαλάτων ανήκουν σε αρκετές βοτανικές οικογένειες, μεταξύ των οποίων και τα *Brassicaceae* (π.χ. κουνουπίδι, μπρόκολο, λάχανο, κινέζικο λάχανο, λάχανο, λάχανο Savoy, rarpini ή rassabi, mizuna, ραπανάκι, και τσατσί), *Asteraceae*(λάχανο, ραντίζιο) , *Apiaceae*(καρότο, σέλινο) , *Amaranthaceae*(αμάρανθος, σπανάκι) και *Cucurbitaceae* (πεπόνι, αγγούρι, σκουός) (DiGioia et al., 2015). Τα άλλα ποώδη είδη που χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή

μικροσαλάτων είναι τα δημητριακά, quinoa και οσπριοειδή. Για όλα αυτά τα είδη, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν είτε εμπορικές ποικιλίες, μερικές από τις οποίες έχουν επιλεγεί ειδικά για την παραγωγή μικροσαλάτων, είτε τοπικές ποικιλίες και πληθυσμοί, ενδεχομένως χαρακτηριζόμενα από φυτά με συγκεκριμένο σχήμα, χρώμα, υφή και γεύση και από υψηλό περιεχόμενο των φυτοθεραπευτικών συστατικών (DiGioia et al., 2015). Τέλος, υπάρχουν πολλά άγρια είδη, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν μέσω της παραγωγής μικροσαλάτων (DiGioia et al., 2015).

Από την άλλη πλευρά, είναι σημαντικό να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή των ειδών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή μικροσαλάτων, με την προσεκτική αξιολόγηση της βιωσιμότητας κάθε είδους στο στάδιο της σποράς. Πράγματι, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν όλα εκείνα τα είδη των οποίων η ευκολία είναι ευρέως γνωστή, ενώ όλα τα άγρια ή εξημερωμένα είδη των οποίων τα σπορόφυτα δεν είναι βρώσιμα πρέπει να αποκλείονται (DiGioia et al., 2015).

### **1.3 Μικροσαλάτες και ασφάλεια τροφίμων**

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

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

(Kahane et al., 2013). Δεδομένων όλων αυτών των προκλήσεων για την επισιτιστική ασφάλεια, μια μεγαλύτερη διαφοροποίηση στα συστήματα γεωργικής γεωργίας αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο ως ένας σημαντικός πυλώνας για μια βιώσιμη ανάπτυξη (Kahane et al., 2013).

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

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

#### **1.4 Καλλιέργεια μικροσαλατών**

Οι μικροσαλάτες μπορούν να καλλιεργηθούν σε μικρή κλίμακα, από άτομα για οικιακή χρήση ή σε μεγάλη κλίμακα, σε συστήματα βιομηχανικής παραγωγής, για εμπορικό μάρκετινγκ. Η καλλιέργεια, η συγκομιδή και ο χειρισμός μετά τη συγκομιδή μπορεί να έχουν σημαντική

επίδραση στη συσσώρευση και την υποβάθμιση των φυτοθρεπτικών συστατικών στις μικροσαλάτες. Όσον αφορά τις συνθήκες καλλιέργειας, οι μικροσαλάτες είναι ένα ευπροσάρμοστο προϊόν. Μπορούν να καλλιεργηθούν:

- εξωτερικά, σε θερμοκήπιο ή σε εσωτερικούς χώρους,
- με φυσικές ή τεχνητές πηγές φωτός,
- στο έδαφος ή σε συστήματα χωρίς χώμα.

#### 1.4.1 Επιλογή Του Υποστρώματος Καλλιέργειας

Η παραδοσιακή καλλιέργεια του εδάφους για μικροσαλάτες συνιστάται για μεμονωμένους καλλιεργητές, αλλά σε μεγάλη κλίμακα τα υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας λειτουργούν καλύτερα. Σε αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται διαφορετικά μέσα καλλιέργειας χωρίς χώμα. Τα κύρια υποστρώματα υποκατάστασης του εδάφους που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μικροσαλάτων είναι τα μείγματα με βάση την τύρφη και τα συνθετικά χαλιά. Δεδομένου ότι αυτοί οι τύποι υποστρωμάτων είναι ακριβοί και μη ανανεώσιμοι, οι επιστήμονες προσπαθούν να βρουν εναλλακτικές λύσεις. Οι DiGioia et al. (2016) έδειξαν ότι εκτός από το πολυαιθυλένιο και την τύρφη μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα εναλλακτικά φθηνά υποστρώματα (υφαντικές ίνες και ίνες-κένεφ). Η μελέτη διεξήχθη σε μικροσαλάτες *Brassicarapa*L., ομάδα *Broccoleto*. Ένα άλλο συμπέρασμα της μελέτης είναι ότι η επιλογή του καλλιεργητικού μέσου αντιπροσωπεύει μία από τις πιο κρίσιμες πτυχές με σημαντικό αντίκτυπο στην παραγωγικότητα, την ποιότητα και την ασφάλεια των μικροοργανισμών

#### 1.4.2 Η Ποιότητα Των σπόρων, Σπόροι Και Κάλυψη

Η παραγωγή μικροσαλάτων απαιτεί υψηλές ποσότητες σπόρων που συνεπάγονται υψηλό κόστος. Οι σπόροι προς σπορά που χρησιμοποιούνται για μικροσαλάτες πρέπει να έχουν υψηλή ποιότητα, να έχουν ικανότητα βλάστησης άνω του 95% και καλή βλαστική ισχύ. Επίσης, οι σπόροι πρέπει να έχουν καλό ποσοστό καθαρότητας και να είναι απαλλαγμένοι από παθογόνα βακτήρια ή καλούπια. Επειδή με το πέρασμα του χρόνου υπήρξαν τεκμηριωμένες εστίες τροφιμογενών ασθενειών που προκλήθηκαν από τα φύτρα που έχουν μολυνθεί με *Escherichiacoli* O157: H7, η παραγωγή τους σήμερα ρυθμίζεται από μια σειρά διεθνών

προτύπων. Από την άποψη αυτή δεν υπάρχουν κανονισμοί σχετικά με τη μικροβιολογική ασφάλεια των μικροσαλάτων.

Ως εκ τούτου, οι επιστήμονες εξέτασαν το δυναμικό ανάπτυξης αυτών των βακτηριδίων σε διαφορετικά συστήματα παραγωγής μικροσαλάτων, χρησιμοποιώντας σπόρους εμβολιασμένους με *Escherichiacoli* O157: H7. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα βακτήρια αναπτύχθηκαν τόσο στα φυτά μικροσαλάτων όσο και στα υποστρώματα ανάπτυξης. Η επιβίωση και ο πολλαπλασιασμός των βακτηριακών κυττάρων ήταν υψηλότερη στο σύστημα υδροπονικής παραγωγής από ότι στο σύστημα υποκατάστασης του εδάφους (Xiao et al., 2015). Μια άλλη συγκριτική μελέτη που διεξήχθη προηγουμένως, η οποία συνέκρινε την ανάπτυξη αυτού του παθογόνου παράγοντα κατά την παραγωγή φύτρων και μικροσαλάτων, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι παρατηρήθηκε σημαντικός πολλαπλασιασμός των *E. Coli* O157: H7 και O104: H4 κατά τη διάρκεια τόσο της ανάπτυξης βλαστών όσο και της ανάπτυξης μικροσαλάτων. Αυτό σημαίνει ότι η παραγωγή μικροσαλάτων θα πρέπει να υπόκειται στα πρότυπα ασφαλείας τροφίμων που εφαρμόζονται στα φύτρα (Xiao et al., 2014).

#### 1.4.3 Φωτισμός

Το ελαφρύ περιβάλλον διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και τη συσσώρευση των φυτοχημικών σε μικροσαλάτες. Μερικές μικροσαλάτες αναπτύσσονται καλύτερα υπό έμμεσο ηλιακό φως, αλλά το τεχνητό φως προωθεί επίσης την ανάπτυξη των φυτών και μπορεί να βελτιστοποιηθεί για να επιτύχει τα καλύτερα αποτελέσματα. Υπάρχουν πολλοί τύποι τεχνητών πηγών φωτός που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή μικροσαλάτων, μεταξύ των οποίων η Δίοδος Εκπομπής Φωτός (LED) φαίνεται να είναι η καλύτερη επιλογή. Τα LED είναι σχεδιασμένα να παράγουν ορατό φως και έχουν αποδειχθεί ότι είναι μια αποτελεσματική πηγή ακτινοβολίας για την ανάπτυξη φυτών (Bula et al, 1991). Οι λυχνίες LED απαιτούν τη μικρότερη ποσότητα ενέργειας για την παραγωγή φωτός και πολύ χαμηλής θερμότητας και ως εκ τούτου είναι οι πιο αποδοτικές οικονομικά σε σύγκριση με άλλες τεχνητές πηγές. Ορισμένες μελέτες επικεντρώθηκαν στην ενίσχυση της συσσώρευσης διατροφικών σημαντικών χρωστικών ιστών βλαστών σε φυλλώδη λαχανικά που ελέγχουν την πηγή φωτός. Στην περίπτωση τεχνητών πηγών φωτός, τα φάσματα φωτισμού και το επίπεδο ακτινοβολίας είναι σημαντικές παράμετροι. Μια ομάδα επιστημόνων της Λιθουανίας (Samuolienė et al., 2013) δημοσίευσε μια μελέτη σχετικά με την επίδραση του επιπέδου LED ακτινοβολίας στην ανάπτυξη, τη θρεπτική ποιότητα



και τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες των μικροσαλάτων *Brassica*. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα μέτρια επίπεδα φωτός ήταν πιο αποτελεσματικά στην αύξηση της θρεπτικής αξίας των μικροσαλάτων ενώ η υψηλή έκθεση στο φως θα μπορούσε να προκαλέσει επιζήμια αποτελέσματα στην ποιότητα των προϊόντων. Ανάλογα με το είδος, οι καταλληλότερες συνθήκες για την ανάπτυξη και τη διατροφική ποιότητα των μικροσαλάτων ήταν 320-440  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Για να προσδιοριστεί το βέλτιστο επίπεδο ακτινοβολίας, οι επιστήμονες έλαβαν υπόψη τόσο την αγρονομική όσο και την οικονομική πτυχή. Η μελέτη που διεξήχθη από τους Lester et al. (*Spinaciaoleracea L.*) χρησιμοποιώντας διαφορετικές δόσεις γ-ακτινοβολίας, διαπίστωσε ότι η συνεχής έκθεση αποτρέπει την απώλεια ασκορβικού οξέος και ήταν επωφελής για την αύξηση των ποσοτήτων των καροτενοειδών και των τοκοφερολών. Η επίδραση της πηγής φωτός στα κύτταρα μελετήθηκε επίσης από τους Kopsell et al. (2016). Σύγκριναν την επίδραση του φθορισμού / λαμπτήρα πυρακτώσεως και του μπλε / κόκκινου φωτός LED στην περιεκτικότητα σε χρωστικές του κινέζικου καλαμποκιού (*Brassicaoleraceavar. Alboglabra*) ηλικίας 30 ημερών. Διαπίστωσαν ότι η μοναδική πηγή φωτισμού LED παράγει υψηλότερες συγκεντρώσεις χρωματοειδώνκαροτενοειδών και χλωροφύλλης σε κόκκους.

#### 1.4.4 Συγκομιδή, και διαχείριση

Τα περισσότερα είδη συγκομίζονται κατά την εμφάνιση των πρώτων πραγματικών φύλλων, με τα κοτυληδόνα φύλλα εκτεταμένα, διατηρώντας το τυπικό τους χρώμα και φυτά που έχουν ύψος 5-10 cm. Η συγκομιδή πραγματοποιείται με κοπή των φυτών με το χέρι ή με μηχανικό τρόπο, λίγα χιλιοστά πάνω από την επιφάνεια καλλιέργειας. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην εξαίρεση των σωματιδίων των καλλιεργητικών μέσων και των σπόρων προς σπορά, τα οποία σε ορισμένα είδη παραμένουν συνδεδεμένα με τους cotyledones (DiGioia et al., 2015).

Δεδομένου ότι αποτελούνται από νέους ιστούς που αναπνέουν σημαντικά υψηλότερους από τους ώριμους ομολόγους τους οι μικροσαλάτες χαρακτηρίζονται από περιορισμένη διάρκεια ζωής και υψηλή ευαισθησία στις πρακτικές χειρισμού και μετά τη συγκομιδή (Cantwell&Suslow, 2002).Απαιτούν προσεκτική, συχνά κουραστική συγκομιδή και γρήγορη ψύξη για την απομάκρυνση της ζωτικής θερμότητας και την καταστολή του ρυθμού αναπνοής, αλλοίωσης και γήρανσης. Η συγκομιδή των μικροσαλάτων είναι έντονη για εργασία και μπορεί να έχει άμεσο αντίκτυπο στο κόστος παραγωγής, ειδικά όταν η παραγωγή πραγματοποιείται σε δίσκους που απαιτούν τη συγκομιδή με ψαλίδι.

Οι μικροσαλάτες συμπεριφέρονται παρόμοια με τα προϊόντα φρέσκιας κοπής, καθώς είναι επιρρεπείς στα πρότυπα της επαγόμενης από το στρες αλλοίωσης μάλλον παρά της φυσικής γήρανσης, συνεπείας μηχανικού τραύματος που προκαλείται από την κοπή και χειρισμό κατά τη συγκομιδή, καθώς και από την επεξεργασία μετά τη συγκομιδή, την κατάχρηση θερμοκρασίας, την αποξήρανση και τον κατακερματισμό (Hodges&Toivonen, 2008 · Kou, Luo, et al., 2014). Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να επιταχύνουν την απώλεια της ποιότητας και να περιορίσουν τη διάρκεια ζωής τους. Η χρήση αμβλέων λεπίδων έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τη διάρκεια αποθήκευσης των φυλλωδών λαχανικών με φρέσκα κομμάτια και ότι η συγκομιδή μικροσαλάτων πρέπει επίσης να εκτελούνται με αιχμηρές λεπίδες για να αποφευχθούν οι μώλωπες και οι βλάβες (Portella&Cantwell, 2001).

Η θερμοκρασία είναι αναμφισβήτητα ο πιο κρίσιμος παράγοντας για την επιδείνωση του ρυθμού αποσύνθεσης των μικροσαλάτων μετά τη συγκομιδή, ενώ παράλληλα αλληλεπιδρά με τις επιδράσεις του αιθυλενίου και του μειωμένου  $pO_2$  και του αυξημένου  $pCO_2$  στο περιβάλλον του προϊόντος (Kader, 2002). Η θερμοκρασία επηρεάζει άμεσα την απόδοση αποθήκευσης των μικροσαλάτων ρυθμίζοντας το ρυθμό των αναπνευστικών και μεταβολικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη διαδικασία γήρανσης (Xiao, Luo, et al., 2014). Η περιορισμένη διάρκεια ζωής των μικροσαλάτων, η οποία εκτείνεται σε 2-4 ημέρες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και μπορεί να φτάσει έως και 10-14 ημέρες στους  $5^{\circ}C$ , περιορίζει την ευρεία εμπορευματοποίησή τους (Chandra et al., 2012, Kou et al., 2013, Kou, Yang et al., 2014, 2015). Στην περίπτωση των συσκευασμένων έτοιμων προς χρήση μικροσαλάτων, η επίδραση της θερμοκρασίας στην αναπνευστική δραστηριότητα μπορεί να περιπλέξει περαιτέρω τα αποτελέσματα μετά τη συγκομιδή μεταβάλλοντας παθητικά την ισορροπία  $pO_2 / pCO_2$ , δεδομένου ότι ο ρυθμός μετάδοσης οξυγόνου του υλικού συσκευασίας (OTR) εξαρτάται άμεσα από την θερμοκρασία .

Αν και οι μικροσαλάτες αντιδρούν θετικά σε σχετική υγρασία 90-95%, η έντονη διακύμανση της θερμοκρασίας κατά το χειρισμό και τη μεταφορά των συσκευασμένων μικροσαλάτων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές στη σχετική υγρασία μέσα στη συσκευασία, οδηγώντας έτσι σε συμπίκνωση με δυνητικά επιβλαβείς επιδράσεις στην εμφάνιση του προϊόντος και τη δημιουργία μικροβίων (Kou et al., 2013). Η βέλτιστη θερμοκρασία αποθήκευσης για τα περισσότερα φυλλώδη λαχανικά και τα προϊόντα με φρέσκα κομμάτια είναι  $0^{\circ} C$ , παρόλο που η βραχυπρόθεσμη αποθήκευση, μεταφορά και εμφάνιση πραγματοποιούνται συμβατικά στην

περιοχή των 5-10°C (Hodges&Toivonen, 2008, Kader, 2002). Τα πολύ ευαίσθητα χόρτα, όπως οι μικροσαλάτες ωφελούνται περισσότερο από την ταχεία ψύξη και την αποθήκευση σε θερμοκρασία κοντά στη γονοτυπική ανοχή κατάψυξης (Kader, 2002). Η γονοτυπική μεταβλητότητα στην ευαισθησία της ψύξης μικροσαλάτων είναι πιθανόν να εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης, τη διάρκεια αποθήκευσης και την ατμοσφαιρική τροποποίηση (Kou et al., 2013, Xiao, Lester et al., 2014). Επομένως, η ευαισθησία και η αναπνοή της συγκεκριμένης ποικιλίας συνιστούν ουσιώδεις πληροφορίες για τη βελτιστοποίηση του χειρισμού των μικροσαλάτων μετά τη συγκομιδή και την επέκταση της εμπορικής τους παραγωγής.

Η υποβάθμιση των κυτταρικών μεμβρανών λόγω της υποβάθμισης των λιπιδίων και η επακόλουθη αύξηση της διαρροής ηλεκτρολυτών είναι ένα σταθερό χαρακτηριστικό της γήρανσης (Paliyath, Tiwari, Yuan, &Whitaker, 2008). Η διαρροή ηλεκτρολύτη είναι ένας κοινός δείκτης γήρανσης που αντικατοπτρίζει τη φυσιολογική βλάβη ιστών που προκαλείται από αβιοτικούς παράγοντες όπως ακραίες θερμοκρασίες (π.χ. ψυχρός τραυματισμός) και μηχανικές βλάβες (Kou et al., 2013). Η διάρκεια ζωής και η ποιότητα των μικροσαλάτωνφαγόπυρου (*FagopyrumesculentumMoenchcv. Manner*), συσκευασμένων σε 16,6 pmol / (m<sup>2</sup> sPa) OTRfilm, ήταν καλύτερες στους 5 ° C, καθώς η αποθήκευση πέραν των 10 ημερών στους 1° C χαρακτηρίστηκε από αύξηση του ηλεκτρολύτη διαρροής, συγκέντρωση CO<sub>2</sub> και αερόβια μεσοφιλική μέτρηση βακτηρίων, πιθανώς προερχόμενα από τραυματισμό ιστών (Kou et al., 2013). Εντούτοις, στην περίπτωση μικροσαλάτων από ραπανάκι daikon (*Raphanussativusvar. Longipinnatus*) που αποθηκεύτηκαν για 14 ημέρες υπό τις ίδιες συνθήκες MAP, ο 1°C ήταν η βέλτιστη θερμοκρασία αποθήκευσης (Xiao, Lester et al., 2014). Η επίδραση της θερμοκρασίας στη διάρκεια ζωής των μικροσαλάτωνφαγόπυρο και daikon αποδείχθηκε πιο κρίσιμη από εκείνη της διαπερατότητας του φυσικού αερίου συσκευασίας (Kou et al., 2013) και την απουσία αναερόβιων συνθηκών που προκαλούν φυσιολογική βλάβη ιστών. (Xiao, Lester et al., 2014).

Δεδομένου ότι πρόκειται για πολύ ευαίσθητα προϊόντα οι μικροσαλάτες απαιτούν γρήγορο χειρισμό μετά τη συγκομιδή και προψυχή. Αν και οι επιδόσεις αποθήκευσης τους μπορεί να ωφεληθούν από τις συνθήκες MAP κάτω από υψηλό OTR, παραμένει κυρίως εξαρτώμενο από τη θερμοκρασία και η κατάχρηση θερμοκρασίας μπορεί να οδηγήσει σε γρήγορη ανάπτυξη CO<sub>2</sub>, βλάβη ιστού και ανάπτυξη 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 υδατανθρακικά αποθέματα και εκκινεί διαδικασίες αποικοδόμησης όπως κατάρρευση κυτταρικού τοιχώματος (Kou, Luo , et al., 2014, Kou, Yang, et al., 2014). Η διάρκεια ζωής των μικροσαλάτων είναι γενικά πολύ πιο εξαρτημένη από τη θερμοκρασία και οι υψηλοί ρυθμοί αναπνοής απαιτούν συσκευασία επαρκούς διαπερατότητας O<sub>2</sub> για την πρόληψη αναερόβιων συνθηκών και ανάπτυξης οσμής (Kader, 2002).

Η έκθεση στο φως μετά τη συγκομιδή είναι συνηθισμένη στη λιανική παρουσία των φρέσκων προϊόντων κηπευτικών, συμπεριλαμβανομένων των μικροσαλάτων, και εξετάζεται ολοένα και περισσότερο ως εφαρμογή αποθήκευσης όσον αφορά στην επίδρασή της στην αισθητηριακή ποιότητα, τη σύνθεση του φυτοθεραπευτικού συστατικού και στη συνολική διάρκεια ζωής (Garrido et al., 2015,). Οι έρευνες σε συσκευασμένες μικροσαλάτες ραπανάκι daikon (*Raphanussativus* var. *Longipinnatus*) αποκάλυψαν σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ της έκθεσης στο φως και της σύνθεσης ατμόσφαιρας συσκευασίας που έχει δημιουργηθεί με ειδικά φίλμ OTR (Xiao, Lester et al., 2014). Η ελαφρά παρεμβολή στην ισορροπία pO<sub>2</sub> / pCO<sub>2</sub> σχετίζεται αφενός με το άνοιγμα του στοματοειδούς που προκαλείται από το φως και προκαλεί αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας και του ρυθμού διαπνοής, οι οποίες ενθαρρύνουν την αύξηση του CO<sub>2</sub>, την καταστροφή του O<sub>2</sub>, την καθαρή απώλεια βάρους και συχνά τη 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 CO<sub>2</sub> και απελευθερώνει O<sub>2</sub> μέσα στα πακέτα (Kozuki et al., 2015, Sanz, Olarte, Ayala, & Echavarri, 2008; Toledo, Ueda, Imahori & Ayaki, 2003). Ομοίως, η έκθεση μετά την συγκομιδή για σπανάκι σε συνθήκες φωτός παρεμβαίνει στην παθητική τροποποίηση της ατμόσφαιρας του πακέτου και επηρεάζει την ποιότητα του σπανακιού κυρίως λόγω του υψηλού pO<sub>2</sub> και του υψηλού pCO<sub>2</sub> που παράγεται υπό συνθήκες φωτός και υπό σκοτεινές συνθήκες αποθήκευσης αντίστοιχα (Garrido, Tudela, Hernandez, & Gil, 2016).

Η έκθεση των μικροσαλάτων από ραπανάκια daikon που διατηρούνται στους 5 ° C σε συνεχές φως φθορισμού χαμηλής έντασης επιταχύνει το κιτρίνισμα, την απώλεια νερού βάρους και προκαλεί μείωση της συνολικής οπτικής ποιότητας, αν και το κιτρίνισμα δεν συνδέθηκε άμεσα με την αποικοδόμηση χλωροφύλλης. Η συνεχής χαμηλή ένταση φωτός προάγει κατηγορηματικά τη μείωση της σκλήρυνσης των φύλλων ως αποτέλεσμα της παρατεταμένης φωτοσύνθεσης και

του στοματικού ανοίγματος, όπως φαίνεται στα συσκευασμένα φύλλα του ώριμου σπανακιού (Lester et al., 2010). Οι αρνητικές επιδράσεις του φωτός στην υφή των μικροσαλάτων και στην οπτική ποιότητα μπορεί να ελαττωθούν ενδεχομένως με καταστολή της διαπνοής μέσω του επαγόμενου από NIR κλεισίματος στοματικού ιστού που προκαλείται από τη συσσώρευση ROS, όπως καταδεικνύεται από τους Kozuki et al. (20 λεπτά) σε φύλλα νεαρών μαρουλιών: μικρής διάρκειας εφαρμογές προ-αποθήκευσης NIR χαμηλής έντασης μειώνουν τα ποσοστά διαπνοής κατά τη διάρκεια της επόμενης αποθήκευσης υπό συνθήκες σκοτεινής και φθορίζουσας φωτεινότητας.

Παρόλο που έχει αναφερθεί ότι οι επιδόσεις μετά τη συγκομιδή των φρέσκων μικροοργανισμών ωφελούνται από σκοτεινή αποθήκευση και ότι η έκθεση στο φως έχει υποτεθεί ότι επιταχύνει την επιδείνωση της αισθητικής ποιότητας, το θέμα αυτό απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση. Οι μηχανισμοί που οφείλονται στις αλλαγές που προκαλούνται από το φως στα αισθητήρια και φυτοχημικά συστατικά της ποιότητας των μικροσαλάτων πρέπει να διασαφηνιστούν, ιδιαίτερα επειδή φαίνονται ιδιαίτερα συστατικά. Η ενίσχυση των επιπέδων ασκορβικού οξέος σε μικρογρενούσραπανάκις με έκθεση σε φωτισμό μετά από συγκομιδή έχει ερμηνευθεί ως παράγωγο της συνεχιζόμενης φωτοσυνθετικής δραστηριότητας και αύξησης της διαθεσιμότητας διαλυτών υδατανθράκων, ιδιαίτερα της D-γλυκόζης η οποία χρησιμεύει ως πρόδρομος για τη σύνθεση ασκορβικού

Αρκετοί παράγοντες μετά τη συγκομιδή μπορούν να αλληλεπιδρούν με τη συγκέντρωση των μικροβίων στις μικροσαλάτες, όπως η γειννίαση με το έδαφος (δηλ. Το ύψος των φυτών) κατά τη συγκομιδή, η υπολειμματική υγρασία μετά από τις επεξεργασίες πλύσης πριν από τη συσκευασία και η θερμοκρασία αποθήκευσης πρωτίστως. Έχει υποτεθεί ότι τα ευαίσθητα, μαλακά υγρά υποκοτύλιατων μικροσαλάτων μπορεί να ευνοούν περισσότερη μικροβιακή ανάπτυξη σε σύγκριση με τα ώριμα αντίγραφα τους (Chandra et al., 2012). Οι εφαρμογές ψεκασμού πριν από τη συγκομιδή χηλικούσυμπλόκου ασβεστίου, γαλακτικού ασβεστίου και ιδιαίτερα χλωριούχου ασβεστίου βελτίωσαν την συνολική ποιότητα και τη διάρκεια ζωής των μικροσαλάτων μπρόκολο στους, αλλά ανέστειλαν επίσης τον πολλαπλασιασμό των AMB και ζυμομύκητων και μούχλας (Kou et al, 2015). Αυτή η επίδραση χαρακτηρίστηκε από δοσολογική ιδιαιτερότητα και αποδείχτηκε πιο αποτελεσματική σε συγκέντρωση 10 mM στον έλεγχο του πολλαπλασιασμού των AMB (Kou, Yang, et al., 2014). Από την άλλη πλευρά, οι θεραπείες

εμβάπτισης μετά τη συγκομιδή σε γαλακτικό ασβέστιο, ένας παράγοντας φθοράς που δεν επηρεάζει τη γεύση των προϊόντων φρέσκιας κοπής, έδειξαν επίσης πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα στην καταστολή του πολλαπλασιασμού των μικροβίων σε αποθηκευμένες μικροσαλάτες μπρόκολου. Ωστόσο, οι μηχανικές βλάβες που προκαλούνται στις διαδικασίες πλύσης και ξήρανσης θέτουν εμπόδιο στην ευρεία τους εφαρμογή (Kou et al., 2015, Yang&Lawless, 2005).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, έλαβε χώρα η παραγωγή μικροσαλάτας ραδικιού και μαϊντανού.

### 2.1 Σκοπός του πειράματος

Σκοπός του πειράματος ήταν να αποδείξουμε ότι οι μικροσαλάτες που συγκομίζονται σε αυτό το στάδιο ανάπτυξης είναι πιο ωφέλιμα για τον ανθρώπινο οργανισμό ,αφού περιέχονται μεγαλύτερες ποσότητες θρεπτικών συστατικών απ' ότι στο κανονικό στάδιο συγκομιδής. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε η καλλιέργεια μικροσαλάτας ραδικιού και μαϊντανού.

### 2.2 Υλικά και Μέθοδοι

Χρησιμοποιήθηκαν δυο είδη λαχανικών α) το ραδίκι (*Cichoriumintybus L.*) και β) ο μαϊντανός (*Petroselinumcrisrum*). Οι σπόροι και των δυο ειδών σπάρθηκαν σε δίσκους διογκωμένης πολυστερίνης διαστάσεων 45\*31 εκ. Σε κάθε δοχείο σπάρθηκαν 1.500 σπόροι από το κάθε είδος. Με αναγωγή στο m<sup>2</sup> η πυκνότητα σποράς ήταν 10.752 σπόροι/m<sup>2</sup>. Εφαρμόστηκαν 3 διαδοχικές συγκομιδές.

Πίνακας 1 Ημερομηνίες σποράς και συγκομιδής

| Φυτικόείδος | Ημερομηνία σποράς | 1 <sup>η</sup> συγκομιδή       | 2 <sup>η</sup> συγκομιδή       | 3 <sup>η</sup> συγκομιδή       |
|-------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Μαϊντανός   | 24/1/17           | 28/2 (35 ημέρες από την σπορά) | 6/3 (41 ημέρες από την σπορά)  | 10/3 (45 ημέρες από την σπορά) |
| Ραδίκι      | 24/1/17           | 21/2 (28 ημέρες από την σπορά) | 28/2 (35 ημέρες από την σπορά) | 6/3 (41 ημέρες από την σπορά)  |

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

- Ραδίκι

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 2 μεγάλοι δίσκοι και 4 μικρότερων διαστάσεων όπου όμως αθροιστικά ήταν ίδιων διαστάσεων με ένα μεγάλο δίσκο, που αντιστοιχούσαν σε 3 συγκομιδές. Τα φυτά φυτεύτηκαν την ίδια μέρα, όμως συγκομίστηκαν περίπου μια εβδομάδα αργότερα ο κάθε μεγάλος δίσκος και στο τέλος οι τέσσερις μικροί δίσκοι. Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζεται η εξέλιξη των φυτών.



Εικόνα 3 Στάδιο πριν τη συγκομιδή (Παρουσιάζονται ο μεγάλος και οι μικροί δίσκοι)



*Εικόνα 4 Πρώτη συγκομιδή*



*Εικόνα 5 Μέτρηση νωπού βάρους*





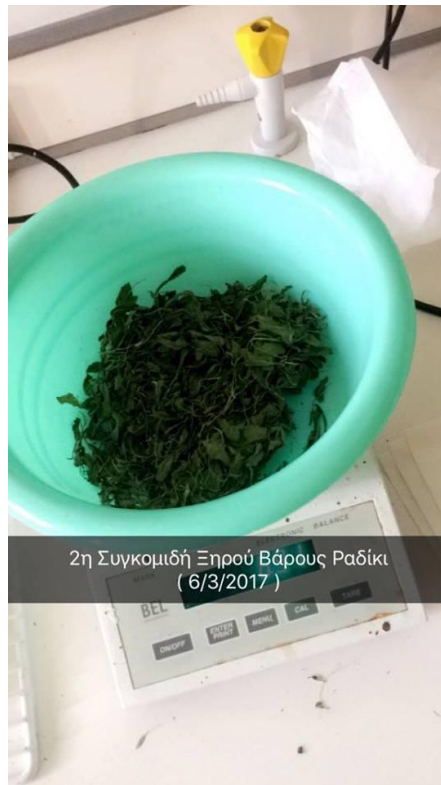
1η Μέτρηση Ξηρού Βάρους Ραδίκι  
( 28/2/2017 )

Εικόνα 6 Μέτρηση ξηρού βάρους



2η Συγκομιδή Ραδίκι  
( 28/2/2017 )

Εικόνα 7 2<sup>η</sup> συγκομιδή



Εικόνα 8 Μέτρηση ξηρού βάρους 2<sup>ης</sup> συγκομιδής



Εικόνα 9 Μέτρηση νωπού βάρους 2<sup>ης</sup> συγκομιδής



3η Συγκομιδή Ραδίκι  
( 6/3/2017 ) Μισός Δίσκος

Εικόνα 10 3<sup>η</sup> συγκομιδή



3η Μέτρηση Νωπού Βάρους Ραδίκι  
( 6/3/2017 )

Εικόνα 11 Μέτρηση νωπού βάρους 3<sup>ης</sup> συγκομιδής



Εικόνα 12 Μέτρηση ξηρού βάρους 3<sup>η</sup>ς συγκομιδής

Τα τελικά δεδομένα των τριών συγκομιδών παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί

Πίνακας 2 Δεδομένα συγκομιδών

| Αριθμόςσυγκομιδών | ΥΨΟΣ            | ΞΗΡΟ<br>ΒΑΡΟΣ | ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΝΩΠΟ<br>ΒΑΡΟΣ |
|-------------------|-----------------|---------------|------------------------|
| 1η :21/2/2017     | 6-7 cm<br>10-14 | 3,66 gr       | 45,19 gr               |
| 2η :28/2/2017     | cm              | 6,9 gr        | 68,15 gr               |
| 3η : 28/2/2017    | 9-10 cm         | 6,50 gr       | 48,50 gr               |

- Μαϊντανός

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 2 μεγάλοι δίσκοι και 4 μικρότερων διαστάσεων όπου όμως αθροιστικά ήταν ίδιων διαστάσεων με ένα μεγάλο δίσκο, που αντιστοιχούσαν σε 3 συγκομιδές. Τα φυτά φυτεύτηκαν την ίδια μέρα, όμως συγκομίστηκαν περίπου μια εβδομάδα αργότερα ο κάθε μεγάλος δίσκος και στο τέλος οι τέσσερις μικροί δίσκοι. Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζεται η εξέλιξη των φυτών.



Εικόνα 13 Στάδιο πριν τη συγκομιδή (διακρίνεται ο μεγάλος δίσκος και οι μικροί)



Εικόνα 14 1<sup>η</sup> συγκομιδή



Εικόνα 15 Μέτρηση νωπού βάρους 1<sup>ης</sup> συγκομιδής



Εικόνα 16 2<sup>η</sup> συγκομιδή

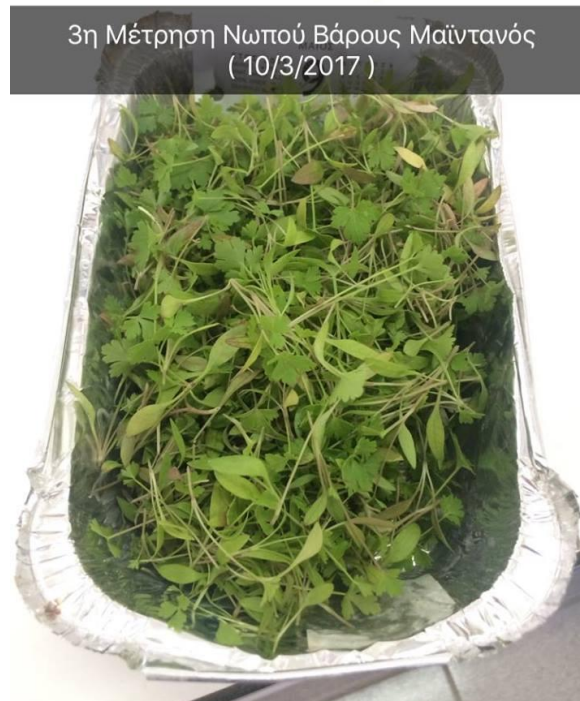


Εικόνα 17 Μέτρηση νωπού βάρους 2<sup>ης</sup> συγκομιδής



3η Συγκομιδή Μαϊντανός  
( 10/3/2017 )

Εικόνα 18 3<sup>η</sup> συγκομιδή



3η Μέτρηση Νωπού Βάρους Μαϊντανός  
( 10/3/2017 )

Εικόνα 19 Μέτρηση νωπού βάρους 3<sup>ης</sup> συγκομιδής

Τα τελικά δεδομένα των τριών συγκομιδών παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί



Πίνακας 3 Τελικά δεδομένα συγκομιδών

| Αριθμόςσυγκομιδών | ΥΨΟΣ     | ΞΗΡΟ<br>ΒΑΡΟΣ | ΣΥΝΟΛΟ ΝΩΠΟ<br>ΒΑΡΟΣ |
|-------------------|----------|---------------|----------------------|
|                   | 7-8,5    |               |                      |
| 1η: 28/2/2017     | cm       | 7,58gr        | 77,75gr              |
|                   | 8,5-10,5 |               |                      |
| 2η :6/3/2017      | cm       | 13,06gr       | 114,54gr             |
| 3η :10/3/2017     | 5-7 cm   | 5,78gr        | 33,76gr              |

### 2.3 Συγκομιδή

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

### 2.4 Αναλύσεις φυτικών ιστών

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

Η ξήρανση των φυτικών ιστών έγινε μετά από παραμονή τους σε θάλαμο με θερμοκρασία 72oC μέχρις ότου σταθεροποιηθεί το βάρος τους. Οι φυτικοί ιστοί (φύλλα και ρίζες) που προορίζονταν για τους προσδιορισμούς των θρεπτικών στοιχείων, ξεπλύθηκαν προσεκτικά με απιονισμένο νερό και ξηράθηκαν στους 72oC μέχρι σταθεροποίησης του βάρους τους. Μετά την ξήρανσή τους και εφόσον προσδιορίσθηκε το ξηρό βάρος, πραγματοποιήθηκε άλεση με σκοπό την μείωση του όγκου και την διευκόλυνση της ομογενοποίησής τους κατά την χημική ανάλυση. Η άλεση έγινε με την βοήθεια ειδικού μύλου αλέσεως φυτικών ιστών με τη χρήση ανοξειδώτου κοσκίνου οπών 1 mm (20-mesh). Μετά την άλεση το μέγεθος των τεμαχιδίων ήταν <1mm.

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

Το διάλυμα της τέφρας με το HCl ανακατεύθηκε καλά και στην συνέχεια έγινε διήθηση σε πλαστικό φιαλίδιο των 50 ml με την χρήση καταλλήλου διηθητικού χαρτιού, ξεπλένοντας επανειλημμένως την κάψα και τον ηθμό. Τέλος, μετά την εκχύλιση πραγματοποιήθηκε

συμπλήρωση του φιαλιδίου σε τελικό όγκο 50 ml με καθαρό νερό και το δείγμα (εκχύλισμα) οδηγήθηκε για τις επιμέρους αναλύσεις.

#### 2.4.1 Προσδιορισμός του P

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

#### 2.4.2 Προσδιορισμός του B

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

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

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

#### 2.4.3 Στατιστική ανάλυση

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

### 2.5 Αποτελέσματα

#### 2.5.1 Μαϊντανός

*Πίνακας 4 Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή της νωπής μάζας του υπέργειου τμήματος και της ξηράς ουσίας στον μαϊντανό*

| Στάδιο συγκομιδής (ημέρες) | Νωπό βάρος υπέργειου | Ξηράουσία % |
|----------------------------|----------------------|-------------|
|----------------------------|----------------------|-------------|

| από την σπορά) | τμήματος (g/m <sup>2</sup> ) |         |
|----------------|------------------------------|---------|
| 35             | 549,46c                      | 9,95 b  |
| 41             | 832,83b                      | 11,44 b |
| 45             | 918,78 a                     | 15,27 a |

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

Βάσει των αποτελεσμάτων του πίνακα 4 συνάγεται ότι το νερό βάρος του υπέργειου τμήματος αυξάνεται σημαντικά σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής με το μεγαλύτερο βάρος να παρατηρείται στις 45 και το μικρότερο στις 35 ημέρες από την σπορά. Η ξηρά ουσία αυξάνεται σημαντικά σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής, με την μέγιστη τιμή να παρατηρείται στις 45 ημέρες από την σπορά, με τις άλλες δυο μεταχειρίσεις να μην διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

*Πίνακας 5 Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων Ca, P, K, Mg και Na στους φυτικούς ιστούς στον άνηθο (επί της ξηράς ουσίας %)*

| Στάδιο συγκομιδής<br>(ημέρες από την<br>σπορά) | Ca     | Mg     | K      | Na     | P      |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| 35   | 1,40 b | 0,27 a | 6,31 a | 0,29 c | 0,61 a |
| 41   | 1,44 a | 0,28 a | 5,16 b | 0,49 a | 0,44 b |
| 45   | 1,30 c | 0,20 b | 2,56 c | 0,36 b | 0,28 c |

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

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 5 προκύπτουν τα εξής:

- P, K: η συγκεντρώσεις των στοιχείων αυτών μειώνεται σημαντικά σε σχέση με τις ημέρες από την σπορά, με τις μεγαλύτερες τιμές να εμφανίζονται στις 35 ημέρες και τις μικρότερες στις 45 ημέρες από την σπορά.
- Mg: η υψηλότερη συγκέντρωσή του παρατηρείται στις 35 και 41 ημέρες από την σπορά, και η χαμηλότερη στις 45.
- Ca: η χαμηλότερη συγκέντρωσή του παρατηρείται στις 45 και η υψηλότερη στις 41 ημέρες από την σπορά.
- Na: η χαμηλότερη συγκέντρωσή του παρατηρείται στις 35 και η υψηλότερη στις 41 ημέρες από την σπορά.

Πίνακας 6 Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή των συγκεντρώσεων των ιχνοστοιχείων Fe, Mn, Zn, Cu και B στους φυτικούς ιστούς στην ήμερη ρόκα (ppm επί της ξηράς ουσίας)

| Στάδιο συγκομιδής<br>(ημέρες από την<br>σπορά) | Fe       | Mn      | Zn       | Cu      | B        |
|--|----------|---------|----------|---------|----------|
| 35   | 126,38 b | 85,40 a | 44,90 ns | 11,91 a | 19,11 ns |
| 41   | 168,50 a | 84,50 a | 42,87 ns | 9,60 b  | 20,89 ns |
| 45   | 65,56 c  | 61,33 b | 43,62 ns | 8,13 c  | 19,26 ns |

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

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 6 προκύπτουν τα εξής:

- Cu: η συγκέντρωσή του αυξάνεται σημαντικά αυξανόμενου του χρόνου συγκομιδής.
- Zn, B: οι συγκεντρώσεις τους δεν επηρεάζονται από τα στάδια συγκομιδής.
- Mn: η συγκέντρωσή του λαμβάνει την υψηλότερη τιμή στις 35 και στις 41 ημέρες από την σπορά και την μικρότερη στις 45.
- Fe: η συγκέντρωσή του λαμβάνει την υψηλότερη τιμή στις 41 και την μικρότερη στις 45 ημέρες από την σπορά.
- 

## 2.5.2 Ραδίκι

Πίνακας 7 Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή της νωπής μάζας του υπέργειου τμήματος και της ξηράς ουσίας στο ραδίκι.

| Στάδιο συγκομιδής (ημέρες<br>από την σπορά) | Νωπό βάρος υπέργειου<br>τμήματος ( $g/m^2$ ) | Ξηράουσία % |
|---|--|-------------|
| 28  | 325,66 c                                     | 8,13 c      |
| 35  | 497,13 b                                     | 10,24 b     |
| 41  | 583,01 a                                     | 12,20 a     |

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

Βάσει των αποτελεσμάτων του πίνακα 5 συνάγεται ότι το νωπό βάρος και η ξηρά ουσία του υπέργειου τμήματος αυξάνονται σημαντικά σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής, με τις

μεγαλύτερες τιμές να παρατηρούνται στις 41 ημέρες και τις μικρότερες στις 28 ημέρες από την σπορά.

*Πίνακας 8 Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων Ca, P, K, Mg και Na στους φυτικούς ιστούς στην Βαλεριανέλλα(επί της ξηράς ουσίας %).*

| Στάδιο συγκομιδής<br>(ημέρες από την<br>σπορά) | Ca      | Mg     | K      | Na      | P      |
|--|---------|--------|--------|---------|--------|
| 28   | 1,19 ns | 0,38 a | 5,58 a | 0,52 ns | 0,73 b |
| 35   | 1,37 ns | 0,40 a | 5,61 a | 0,55 ns | 0,82 a |
| 41   | 1,36 ns | 0,31 b | 4,81 b | 0,52 ns | 0,60 c |

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

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 8 προκύπτουν τα εξής:

- Ca, Na: δεν επηρεάζονται σημαντικά από στάδιο συγκομιδής.
- K, Mg: οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρούνται στις 28 και στις 35 ημέρες από την σπορά και οι χαμηλότερες στις 41.
- P: η συγκέντρωσή του είναι σημαντικά υψηλότερη στις 35 ημέρες από την σπορά και η χαμηλότερη στις 41.
- 

*Πίνακας 9 Επίδραση του σταδίου συγκομιδής στην μεταβολή των συγκεντρώσεων των ιχνοστοιχείων Fe, Mn, Zn, Cu και B στους φυτικούς ιστούς στην Βαλεριανέλλα(ppm επί της ξηράς ουσίας)*

| Στάδιο συγκομιδής<br>(ημέρες από την<br>σπορά) | Fe       | Mn       | Zn      | Cu      | B        |
|--|----------|----------|---------|---------|----------|
| 28   | 114,35 b | 65,97 c  | 44,63 a | 7,13 b  | 23,33 ns |
| 35   | 113,05 b | 93,88 b  | 34,61 b | 9,83 a  | 22,60 ns |
| 41   | 147,67 a | 104,73 a | 30,53 c | 8,28 ab | 25,31 ns |

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

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 9 προκύπτουν τα εξής:

- Fe: η υψηλότερη συγκέντρωσή του παρατηρείται στις 41 ημέρες από την σπορά και η μικρότερη στις 28 και 35 με τις δυο τελευταίες να μην διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους.
- Mn: οι υψηλότερες τιμές παρατηρούνται στις 41 ημέρες από την σπορά και η χαμηλότερη στις 28.

- B: η συγκέντρωσή του δεν επηρεάζεται από το στάδιο συγκομιδής.
- Zn: η συγκέντρωσή του μειώνεται σημαντικά αυξανόμενου του σταδίου ανάπτυξης των φυτών, με την υψηλότερη τιμή να παρατηρείται στις 28 ημέρες και την μικρότερη στις 41.
- Cu: η συγκέντρωσή του είναι σημαντικά υψηλότερη στις 35 ημέρες συγκριτικά με τις 28, ενώ μεταξύ των 28 και 41 ημερών δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

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

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

Οι μικροσαλάτες αποτελούν μια νέα κατηγορία λαχανικών που θεωρούνται ως οι νέες υπερτροφές της εποχής μας. Τόσο η υψηλή περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ουσίες όσο και η διατήρηση της διατροφικής ποιότητας και των ιδιοτήτων τους αποτελούν νέα πεδία έρευνας έχοντας ως στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας. Επίσης, στόχος είναι η παραγωγή υγιεινών προϊόντων, με χαμηλότερες τιμές. Σύμφωνα με τις έως τώρα έρευνες αποδεικνύεται ότι υπάρχουν πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα για την περαιτέρω αύξηση της παραγωγής σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον σε σχέση:

- Με την μεταχείριση των σπόρων αλλά και του μέσου σποράς πριν από τη σπορά. Στόχος εδώ είναι κυρίως η συντόμευση του κύκλου παραγωγής.
- Με την επιλογή γενετικού υλικού. Πρέπει να αξιοποιηθούν παραδοσιακές ποικιλίες λαχανικών, όπως οι ανεπαρκώς αξιοποιημένες καλλιέργειες των άγριων βρώσιμων φυτών (πχ, ταραξάκο) και η αναζήτηση ισορροπίας μεταξύ περιεκτικότητας σε φυτοθρεπτικά συστατικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

- Με την έρευνα πάνω στις συνθήκες φωτισμού (ποιότητα, ένταση και φωτοπερίοδος) που παίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο όχι μόνο στον ρυθμό αναπτύξεως και στην αύξηση της παραγωγής, αλλά και στην περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ουσίες, σε μέταλλα.
- Με την διαχείριση της παραγωγής μετασυλλεκτικά. Ο τρόπος της συλλογής, του πλυσίματος και της θερμοκρασίας, συμβάλλουν στην διατήρηση των ιδιοτήτων των μικροσαλατών και στην αποφυγή της αναπτύξεως μικροοργανισμών. Δηλαδή επηρεάζουν την διάρκεια ζωής και των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους. Μηχανικές βλάβες που εμφανίζονται κατά την πλύση και κατά την αποξήρανση θέτουν σε κίνδυνο τη διάρκεια ζωής τους. Επομένως, θα πρέπει να αναπτυχθούν τεχνολογίες για να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί.
- Η γονοτυπική μεταβλητότητα στην ευαισθησία της ψύξης και η αλληλεπίδραση με το στάδιο ανάπτυξης, τη διάρκεια αποθήκευσης και την ατμοσφαιρική σύνθεση, αποτελούν ουσιαστικές πληροφορίες για τη βελτιστοποίηση στο χειρισμό της συγκομισμένης παραγωγής για την ανάπτυξη έτοιμων προς κατανάλωση προϊόντων ανώτερης ποιότητας.
- Άλλοι σημαντικές παράγοντες είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης, η ατμοσφαιρική σύνθεση καθώς και τα υλικά συσκευασίας. Με την κατάλληλη θερμοκρασία, αλλά και την μεταβολή των συγκεντρώσεων του CO<sub>2</sub> και του O<sub>2</sub>, επηρεάζεται άμεσα και έμμεσα η διάρκεια ζωής, η ανάπτυξη οσμών και η ανάπτυξη μικροβίων.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Baenas, N., Gómez-Jodar, I., Moreno, D. A., García-Viguera, C., & Periago, P. M. (2017). Broccoli and radish sprouts are safe and rich in bioactive phytochemicals. *Postharvest Biology and Technology*, 127, 60.
- Bula, R. J., Morrow, R. C., Tibbitts, T. W., Barta, D. J., Ignatius, R. W., & Martin, T. S. (1991). Light-emitting diodes as a radiation source for plants. *HortScience*, 26(2), 203–205
- Chandra, D., Kim, J. G., & Kim, Y. P. (2012). Changes in microbial population and quality of microgreens treated with different sanitizers and packaging films. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 53(1), 32-40.
- Cantwell, M., & Suslow, T. (2002). Postharvest handling systems: Minimally processed fruits and vegetables. In A. A. Kader (Ed.), *Postharvest technology of horticultural crops* (pp. 445e463). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication. 3311.
- Di Gioia, F., De Bellis, P., Mininni, C., Santamaria, P., & Serio, F. (2016). Physicochemical, agronomical and microbiological evaluation of alternative growing media for the production of rapini (*Brassicarapa L.*) microgreens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
- Drewnowski, A., & Gomez-Carneros, C. (2000). Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: A review. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72, 1424e1435.
- Durham, S. (2017). Which minerals are in microgreens? *Agricultural Research*, 65(4), 1.
- Ebert, A. (2012). Sprouts, microgreens, and edible flowers: The potential for highvalue specialty produce in Asia. In *Proceedings SEAVEG 2012*, Chiang Mai, Thailand, 24e26 January 2012.
- Gupta, S.K., Stewart, J.W.B., 1975. The extraction and determination of plant available boron in soil. *Schweiz. Landwirtsch. Forsch.* 14: 153-169

- Hanlon, E.A., 1992. Determination of potassium, calcium and magnesium in plants by atomic absorption techniques, pp. 33-36. In: C.O. Plank (Ed.), Plant Analysis Reference Procedures for the Southern Region of the United States. Southern Cooperative Series Bulletin 368. University of Georgia, Athens.
- 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.
- Kader, A. A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops* (p. 535). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3311.
- Koppertcress. (2016). <http://usa.koppertcress.com>.
- Kopsell, D. A., Sams, C. E., & Morrow, R. C. (2016). Interaction of light quality and fertility on biomass, shoot pigmentation and xanthophyll cycle flux in Chinese kale. *Journal of the Science of Food and Agriculture*,
- Kou, L. P., Luo, Y. G., Yang, T. B., Xiao, Z. L., Turner, E. R., Lester, G. E., et al. (2013). Postharvest biology, quality and shelf life of buckwheat microgreens. *LWT-Food Science and Technology*, 51(1), 73-78.
- Kou, L., Luo, Y., Parl, E., Turner, E. R., Barczak, A., & Jurick, W. M. (2014). Temperature abuse timing affects the rate of quality deterioration of commercially packaged ready-to-eat baby spinach. Part I: Sensory analysis and selected quality attributes. *Postharvest Biology and Technology*, 91, 96-103.
- Kou, L., Yang, T., Liu, X., & Luo, Y. (2015). Effects of pre- and postharvest calcium treatments on shelf life and quality of broccoli microgreens. *Hortscience*, 50, 1801-1808.
- Kou, L., Yang, T., Luo, Y., Liu, X., & Huang, L. (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.
- Lester, G. E., Hallman, G. J., & Pérez, J. A. (2010).  $\gamma$ -Irradiation dose: Effects on baby-leaf spinach ascorbic acid, carotenoids, folate,  $\alpha$ -tocopherol, and phylloquinone concentrations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(8), 4901–4906
- Murphy, J., Riley, J.P., 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Ann. Chem. Acta.* 27: 31-36.
- 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.
- Pfeiffer, A., Silva, E., & Colquhoun, J. (2015). Innovation in urban agricultural practices: Responding to diverse production environments. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30(1), 79-91.
- Pinto, E., Almeida, A. A., Aguiar, 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*, 37, 38e43.
- 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.
- Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Jankauskienė, J., Viršilė, A., Sirtautas, R., Novičkovas, A., p II, Duchovskis, P. (2013). LED irradiance level affects growth and nutritional quality of Brassica microgreens. *Central European Journal of Biology*, 8(12), 1241–1249.
- Sanz, S., Olarte, C., Ayala, F., & Echa, J. F. (2008). The response to lighting of minimally processed chard: Influence on its shelf life. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 1622-1631.

- 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/HRMS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 10960-10970.
- Toledo, M. E. A., Ueda, Y., Imahori, Y., & Ayaki, M. (2003). L-ascorbic acid metabolism in spinach (*Spinacia oleracea* L.) during postharvest storage in light and dark. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 47-57.
- Treadwell, D., Hochmuth, R., Landrum, L., & Laughlin, W. (2010). Microgreens: A new specialty crop (p. HS1164). University of Florida, IFAS Extension.
- Weber, C. F. (2017). Microgreen farming and nutrition: A discovery-based laboratory module to cultivate biological and information literacy in undergraduates. *The American Biology Teacher*, 79(5), 375.
- 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.
- 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., Nou, X., Luo, Y., & 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*, 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.