

**ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΓΕΩ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ  
ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΟΥΝΟΥΠΙΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ  
ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΑΣ**



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

Της φοιτήτριας Κουρέπη Στεφανίας

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2018

**ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΓΕΩ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ  
ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΟΥΝΟΥΠΙΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ  
ΜΙΚΡΟΣΑΛΑΤΑΣ**



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

Της φοιτήτριας Κουρέπη Στεφανίας

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2018

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή .....	5
1.1 Μικροσαλάτες.....	5
1.2 Φύτρα.....	7
1.3 Φυλλώδη λαχανικά .....	8
1.4 Σύγκριση μικροσαλατών, φυλλωδών λαχανικών και φύτρων.....	9
2. Μικροσαλάτες και ασφάλεια τροφίμων.....	10
3.1 Χαρακτηριστικά των φυτικών ειδών .....	12
3.2 Βιοποικιλότητα .....	13
4. Θρεπτική αξία μικροσαλατών.....	14
5. Η τεχνική της καλλιέργειας των μικροσαλατών.....	16
5.1 Συνθήκες περιβάλλοντος καλλιέργειας και μεταφοράς.....	16
5.2 Θερμοκρασία και υγρασία .....	16
5.3 Συνθήκες φωτισμού και φυσιολογία μικροσαλατών .....	17
5.4 Πυκνότητα Σποράς .....	18
5.5 Υποστρώματα καλλιέργειας .....	18
5.6 Άρδευση.....	19
5.7 Λίπανση-Θρέψη-Θρεπτικά Διαλύματα.....	19
6. Συστήματα Καλλιέργειας.....	20
8. Συγκομιδή-Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί-Αποθήκευση-Συσκευασία .....	22
8.1 Συγκομιδή .....	22
8.2 Αποθήκευση και ποιοτικός έλεγχος.....	23
8.2.1 Θερμοκρασία αποθήκευσης.....	23
8.2.2 Συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας.....	24
8.2.3 Βρώσιμες επιστρώσεις.....	25

9. Διασφάλιση ποιότητας.....	25
9.1 Πλύσιμο και απολύμανση.....	25
9.3 Απολύμανση με έντονο φως.....	27
10. Πειραματικό μέρος .....	28
10.1 Εισαγωγή .....	28
10.2 Σκοπός του πειράματος.....	28
10.3 Υλικά και μέθοδοι.....	29
11. Συζήτηση-Συμπεράσματα.....	36
12. Βιβλιογραφία .....	38

## 1. Εισαγωγή

Οι ενδείξεις υποσιτισμού στη σύγχρονη κοινωνία παρουσιάζουν μια άνοδο τα τελευταία χρόνια, όπου αρκετές φορές οφείλεται και επιδεινώνεται από τις σύγχρονες πρακτικές γεωργίας που επηρεάζουν αρνητικά το περιβάλλον, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο την θρεπτική αξία της παραγόμενης τροφής. Καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός μεγαλώνει με έναν πρωτοφανή ρυθμό, τα συστήματα παραγωγής τροφίμων πρέπει να αναθεωρηθούν ώστε να παρέχουν επαρκή τροφή, ελαχιστοποιώντας παράλληλα τις περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις. Η παραγωγή μικροσαλατών είναι μια πρόσφατα αναδυόμενη μέθοδος καλλιέργειας που μπορεί να αποτελέσει μια πηγή τροφής με εξαιρετικά μεγάλη θρεπτική αξία. Στην παρούσα εργασία θα πραγματοποιηθεί μια ανάλυση για τη νέα αυτή μέθοδο καλλιέργειας και στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα μιας πειραματικής διαδικασίας που εφαρμόστηκε κατά την καλλιέργεια δύο φυτών μικροσαλάτας του μπρόκολου calabrese και του κουνουπιδιού early snowball καθώς και η περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά συστατικά.

### 1.1 Μικροσαλάτες

Οι μικροσαλάτες καλλιεργούνται από τους σπόρους ενός μεγάλου φάσματος καλλιεργειών όπως λαχανικά, βότανα και άλλα φυτά. Οι μικροσαλάτες ορίζονται ως βλαστοί σαλάτας καλλιεργειών που συγκομίζονται για κατανάλωση εντός 10-20 ημερών από την εμφάνιση του δενδρυλλίου (Xiao et al., 2012). Τα δενδρύλλια είναι μεγαλύτερα από τα φύτρα, αλλά είναι μικρότερα από τα 'baby' χόρτα. Οι μικροσαλάτες έχουν ένα κεντρικό στέλεχος με δύο πλήρως ανεπτυγμένα κοτυληδονόφυλλα και ως επί το πλείστον ένα ζευγάρι των μικρών τους φύλλων. Οι πιο συχνές μορφές μικροσαλατών περιλαμβάνουν αμάραντο, βασιλικό, λάχανο, σέλινο, κινέζικο μπρόκολο, κόλιανδρο, μάραθο, κάρδαμο, μουστάρδα, μαϊντανό, ραπανάκι, ρόκα, μπιζελιών χιονιού, οξαλίδα, και σέσκουλο (Kyriacou et al., 2016). Σε αντίθεση με τα φύτρα, οι μικροσαλάτες δεν καλλιεργούνται στο νερό, αλλά στο έδαφος ή σε υποκατάστατα χώματος όπως το βρύο τύρφης ή άλλα ινώδη υλικά (πολτός κυτταρίνης), και κάτω από το φως, και κατά συνέπεια είναι λιγότερο επιρρεπείς σε βακτηριακή μόλυνση (Xiao et al., 2012). Αν και το ξύλο ή το χαρτί ίνας προστασίας έχουν χαμηλότερο κόστος από την τύρφη ως μέσο ανάπτυξης μαζικής παραγωγής μικροσαλατών, ο τελευταίος τρόπος βρέθηκε να είναι πιο αποτελεσματικός για την καλλιέργεια τεύτλων, ρόκας και μικροσαλάτας αμάραντου (Charlebois, 2018). Ανεπαρκή επίπεδα θρεπτικών συστατικών, χαμηλή ανταλλαγή κατιόντων

χωρητικότητα, και η υπερβολική κατακράτηση υγρών που οδηγεί σε ανεπαρκή αερισμό, αποτελούν παράγοντες οι οποίοι είναι πιθανό να συμβάλουν στη μειωμένη ανάπτυξη των μικροσαλατών αυτών σε σύγκριση με την ανάπτυξη μικροσαλατών σε τύρφη. Η παραγωγή μικροσαλάτας τεύτλων σε γούρνες χρησιμοποιώντας την υδροπονική θρεπτική τεχνική ταινιών (NFT) οδήγησε σε μεγαλύτερο νωπό βάρος ανά τετραγωνικό μέτρο σε σύγκριση με την παραγωγή σε δίσκους που περιέχουν τύρφη (Weber, 2017). Η μεγιστοποίηση νωπού βάρους επιτεύχθηκε χρησιμοποιώντας μπάλες σπόρων τεύτλων στον υγρό βερμικουλίτη και μετέπειτα ακολούθησε ανάπτυξη σε γούρνες με υδροπονική θρεπτική τεχνική ταινιών (NFT). Καθώς οι μικροσαλάτες είναι σε επαφή με το χώμα ή τα υποστρώματά του, είναι επιρρεπείς στο να μαραθούν και αυτό προκαλείται από παθογόνους μύκητες. Λόγω της πολύ σύντομης περιόδου μέχρι τη συγκομιδή, γίνεται βιολογικός έλεγχος ο οποίος είναι προτιμότερος από χημικές επεξεργασίες για την ασφαλή παραγωγή των μικροσαλατών (Bulgari et al., 2016). Αυξημένα επίπεδα της ThTv για τα τεύτλα σπόρων ή άλλων μέσων ανάπτυξης οδήγησε σε μια μειωμένη συχνότητα απόσβεσης μαζί με ταυτόχρονη αύξηση του φρέσκου βάρους ανά m<sup>2</sup> στις 14 ημέρες μετά τη φύτευση που οφείλεται στο αυξημένο ποσοστό επιβίωσης των φυτών (Franks and Richardson, 2009). Οι μικροσαλάτες συνήθως καλλιεργούνται σε συνθήκες υψηλού φωτισμού με χαμηλή υγρασία και καλή κυκλοφορία του αέρα (Kyriacou et al., 2016). Η πυκνότητα των σπόρων προς σπορά είναι πολύ χαμηλότερη από ό, τι με τα φύτρα. Ως εκ τούτου, οι μικροσαλάτες ανέπτυξαν πολύ καλύτερες γεύσεις από ό, τι τα φύτρα, κι έτσι αποτελούν ένα ιδανικό συστατικό για οποιοδήποτε γεύμα, προσθέτοντας ένα ευρύ φάσμα και ποικιλία σε σχήματα, υφές, χρώματα και ξεχωριστές γεύσεις. Επιπλέον, πολλές ποικιλίες της από την ίδια καλλιέργεια ή διαφορετικές καλλιέργειες μπορούν να καλλιεργηθούν μαζί για να δημιουργήσουν ελκυστικούς συνδυασμούς γεύσεων, υφών και χρωμάτων. Αυτά τα μείγματα είναι διαθέσιμα στο εμπόριο και είναι γνωστά ως «μεσκλάν» (Charlebois, 2018). Ακριβώς όπως και τα φύτρα, οι μικροσαλάτες μπορούν να καλλιεργηθούν εύκολα στο σπίτι, σε δοχεία ή σε μια βεράντα. Δημοφιλείς οδηγοί για την καλλιέργεια μικροσαλατών είναι διαθέσιμοι για άτομα που έχουν την κηπουρική ως χόμπι, μαζί με πληροφορίες σχετικά με τη διατροφική τους αξία, ιδέες σχετικά με τον τρόπο χρήσης τους, καθώς και συνταγές (Janovská, Štočková and Stehno, 2010). Οι μικροσαλάτες χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο ως μια προσφορά φρέσκιας γεύσης στα καλύτερα εστιατόρια όπου βοηθούν σε μια δημιουργική παρουσίαση, φρέσκια εμφάνιση και ξεχωριστή γεύση, στοιχεία τα οποία αναζητούν ολοένα και περισσότερο οι πελάτες. Υπάρχει μια σειρά από εμπορικούς καλλιεργητές μικροσαλατών για την τροφοδοσία προς αυτή τη νέα τάση εστίασης. Εταιρείες συνήθως εν συντομία περιγράφουν τις ξεχωριστές γεύσεις σε κάθε

προϊόν και κάνουν προτάσεις για πιάτα που θα ταίριαζαν καλύτερα με τις μικροσαλάτες. Η γραμμή παραγωγής που χρησιμοποιείται για να αυξηθούν οι μικροσαλάτες είναι ένα εμπορικό μυστικό και συχνά χρειάζεται δίπλωμα ευρεσιτεχνίας. Πολλές από τις ποικιλίες που καλλιεργούνται για εμπορική εκμετάλλευση έχουν προμηθευτεί από την Ασία και πιθανότατα δεν έχουν υποστεί μεγάλες προσπάθειες εκτροφής, αλλά μάλλον έχουν ληφθεί από μια άγρια ή ημι-εξημερωμένη κατάσταση έτσι ώστε να μπορέσουν να εγγυηθούν πιο πλούσια γεύση και καλύτερη ποιότητα(Weber, 2017).

## 1.2 Φύτρα

Τα φύτρα μπορούν εύκολα να καλλιεργηθούν από ένα ευρύ φάσμα σπόρων, όλο το χρόνο, είτε στο σπίτι είτε σε μεγάλη βιομηχανική κλίμακα. Οι ακατέργαστοι σπόροι καλής ποιότητας και υψηλού βλαστικού ποσοστού πλένονται σε χλιαρό νερό για 6 έως 12 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου (Franks and Richardson, 2009). Οι σπόροι, στη συνέχεια, συσκευάζονται πυκνά σε βλαστικά κύτταρα (γυάλινο βάζο, πλαστικό τηγάνι) και σκεπάζονται με τουλπάνι ή με μια σκηνή του θερμοκηπίου για τη διατήρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Οι σπόροι πρέπει να ξεπλένονται ή να πασπαλίζονται αρκετές φορές την ημέρα για να κρατάνε την υγρασία τους σε υψηλά επίπεδα για την διευκόλυνση της βλάστησης. Μετέπειτα, αποσταγμένο νερό πρέπει να χρησιμοποιείται για τη διαδικασία ξεπλύματος διότι το χλωριωμένο νερό μπορεί να οδηγήσει σε κακή βλάστηση (Janovská, Štočková and Stehno, 2010). Τα φύτρα χρειάζονται από 5 έως 14 ημέρες για να ωριμάσουν, ανάλογα με την καλλιέργεια. Οι ομάδες καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται για φύτρα είναι:

1. ψυχανθή (μηδική, φασολιά αντζούκι, φασόλι μούνγκο, ρεβίθια, φακές, κόκκους μούνγκο, σόγια)
2. δημητριακά (κριθάρι, καλαμπόκι, βρώμη, ρύζι, σίκαλη, σιτάρι)
3. ψευδοδημητριακά (αμάραντος, φαγόπυρο, κινόα)
4. ελαιούχων σπόρων (αμύγδαλο, φουντούκι, λιναρόσπορο, σουσάμι, ηλιόσποροι)
5. λαχανικά και βότανα (μπρόκολο, λάχανο, καρότο, σέλινο, τριφύλλι, μάραθος, τριγωνέλλα, καλέ, μαρούλι, μουστάρδα, μαϊντανός, ραπανάκι, ρόκα, μπιζέλια χιονιού και κήπου, σπανάκι, φρέσκο κρεμμυδάκι, γογγύλι, κάρδαμο)

Μεταξύ των βλαστών από τα φασόλια, τα φύτρα από φασόλια μούνγκο είναι η πιο κοινή επιλογή όπως και σε κατανάλωση και μπορεί κανείς να τα βρει πλέον σε όλο τον κόσμο (Hill, 2010). Τα φύτρα φασολιών μούνγκο, και σε μικρότερο βαθμό, τα φύτρα σόγιας αποτελούν εδώ και αρκετό καιρό βάση της ανατολίτικης και χορτοφαγικής διατροφής. Τα φύτρα σόγιας είναι γνωστά για την ελκυστική γεύση καρυδιού που έχουν όπως και για την καλή υφή τους. Αυτά παράγονται από ποικιλίες ειδικών μικροσπόρων σόγιας και είναι τα πιο δημοφιλή φύτρα στην Κορέα. Στην Ιαπωνία, τα φασόλια μούνγκο (Vignamungo) τα προτιμούν καθώς τα φύτρα τους είναι λευκότερα και μένουν φρέσκα για περισσότερο καιρό από ότι αυτά των φασολιών (Janovská, Štočková and Stehno, 2010). Τα φύτρα θεωρούνται συνήθως ιδιαίτερα θρεπτικά και ονομάζονται μερικές φορές επίσης φαγητό θαύμα. Τα φύτρα σόγιας έχουν το υψηλότερο επίπεδο της πρωτεΐνης 28% από όλα τα άλλα φύτρα, ακολουθούμενη από τα φύτρα φακής και μπιζελιών με 26%. Τα φύτρα σόγιας έτσι έχουν τις διπλάσιες πρωτεΐνες σε σχέση με τα αυγά, αλλά μόνο το 1/10 του λίπους. Λόγω της αναπνοής κατά τη διαδικασία της βλάστησης, υπάρχει μια απώλεια στην συνολική ξηρά ύλη, μια αύξηση της συνολικής πρωτεΐνης, μια μείωση σε άμυλο, μια αύξηση σε σάκχαρα και μια μικρή αύξηση σε ορισμένες βιταμίνες και ανόργανα άλατα. Καθώς οι υδατάνθρακες μειώνονται κατά τη βλάστηση, αυξάνεται το ποσοστό των άλλων θρεπτικών συστατικών (Franks and Richardson, 2009).

### **1.3 Φυλλώδη λαχανικά**

Στην πραγματική αγορά φρεσκοκομμένων φυλλωδών λαχανικών, η ανάπτυξη νέων ποικιλιών από πρώτες ύλες έχει γίνει απαραίτητη έτσι ώστε να εκπληρώνουν τις προσδοκίες των καταναλωτών όσο αφορά την ευκολία, την φρεσκάδα, την γεύση και την ποιότητα. Οι καταναλωτές φαίνεται να εκτιμούν μαλακότερες υφές, διαφορετικές γεύσεις, σχήματα και χρώματα. Αυτή η ζήτηση για μεγαλύτερη ποικιλία προώθησε την εισαγωγή σε παγκόσμιο επίπεδο των «φρεσκοκομμένων φυλλωδών λαχανικών» (Martínez-Sánchez et al., 2008). Τα φρεσκοκομμένα φυλλώδη λαχανικά εμφανίζονται ως μία από τις πιο αναπτυγμένες μορφές φρεσκοκομμένων λαχανικών, όπως επίσης παρουσιάζονται ως μια φυσική πηγή βιοενεργών φυτοχημικών το οποίο θεωρείται ως κάτι πολύ υγιεινό. Η αγορά των προ-συσκευασμένων φρεσκοκομμένων φυλλωδών λαχανικών σε μορφή σαλάτας έδειξε σπουδαία αποτελέσματα την τελευταία δεκαετία, και φαίνεται πιθανό ότι η τάση αυτή θα συνεχιστεί και στο εγγύς μέλλον (Li and Kubota, 2009). Οι σαλάτες αυτές παρασκευάζονται με μικρά φύλλα, που συγκομίζονται σε ένα πρώιμο στάδιο της ωρίμανσης. Τα φύλλα πλένονται, μικτά, και



συσκευάζονται ως σύνολο και έχουν διάρκεια ζωής περίπου από 7 έως 10 ημέρες μετά την επεξεργασία, ανάλογα με τον τύπο. Τα φρεσκοκομμένα φυλλώδη λαχανικά έχουν δείξει κάποια πλεονεκτήματα κατά την επεξεργασία πέρα από τα παραδοσιακά προϊόντα φρεσκοκομμένων λαχανικών. Κατ' αρχάς, αυτά τα φύλλα μπορούν να επεξεργαστούν χωρίς οποιαδήποτε περαιτέρω κοπή μόλις συλλέγεται και συσκευάζεται το σύνολο των φύλλων. Η υψηλότερη αποδοτικότητα της διαδικασίας που μπορεί να επιτευχθεί σε αυτές τις σαλάτες οφείλεται σε ένα υψηλότερο ποσοστό του ωφέλιμου προϊόντος, δεδομένου ότι η μέθοδος επεξεργασίας είναι ευκολότερη και ταχύτερη. Έχουν επίσης μια πιο ελκυστική παρουσία, επειδή τα φύλλα διατηρούν τη 3-D δομή τους και έχουν λιγότερα σημάδια της οξειδωσής λόγω μικρότερης διαμέτρου στελέχους (Li and Kubota, 2009). Αυτά τα χαρακτηριστικά δείχνουν ότι τα φρεσκοκομμένα φυλλώδη λαχανικά θα μπορούσαν να έχουν μια σχετικά πιο σταθερή ποιότητα όσον αφορά το χρώμα, τη θρεπτική αξία όπως και τη μικροβιολογική ποιότητα. Από την άλλη πλευρά, ο ρυθμός αναπνοής σε πιο ανώριμα λαχανικά είναι συνήθως υψηλότερος από ό, τι τα πιο ώριμα προϊόντα, τα οποία μπορεί να οδηγήσουν σε ταχύτερη απώλεια ποιότητας. Ένα υψηλότερο ποσοστό αναπνοής μπορεί να οδηγήσει σε ταχεία απώλεια των οξέων, σακχάρων και άλλων στοιχείων που καθορίζουν την ποιότητα γεύσης και θρεπτικής αξίας. Ωστόσο, λόγω χαμηλότερου βαθμού κοπής, σε συνδυασμό με μια χαμηλή θερμοκρασία αποθήκευσης, ο ρυθμός αναπνοής μπορεί να μειωθεί και οι αντιδράσεις δυσμενούς αποσύνθεσης να καθυστερήσουν, καθιστώντας τα φρεσκοκομμένα φυλλώδη λαχανικά κατάλληλα για τη βιομηχανία φρεσκοκομμένων λαχανικών(Charlebois, 2018).

#### **1.4 Σύγκριση μικροσαλατών, φυλλωδών λαχανικών και φύτρων**

Οι μικροσαλάτες εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στα μενού των σεφ του Σαν Φρανσίσκο, στην Καλιφόρνια, στις αρχές της δεκαετίας του 80 και έχουν καλλιεργηθεί στο νότιο τμήμα της Καλιφόρνια από το δεύτερο μισό της δεκαετίας του 90 του περασμένου αιώνα. Σε σύγκριση με τα φύτρα, τα οποία αποτελούνται από βλαστούς και ριζίδια μαζί, που απορρέουν από την μερική βλάστηση των σπόρων, και συνήθως παράγονται στο σκοτάδι και είναι εμποτισμένα με νερό, με ένα κύκλο παραγωγής μόνο λίγων ημερών, οι μικροσαλάτες καλλιεργούνται σε θερμοκήπιο ή σε ανοιχτό περιβάλλον, σε χώμα ή εναλλακτικούς τρόπους καλλιέργειας σε υποστρώματα, υπό την παρουσία φωτός (Li and Kubota, 2009). Επιπλέον, οι μικροσαλάτες έχουν πλέον αυξανόμενο κύκλο βλάστησης και μόνο το εναέριο μέρος χωρίς τις ρίζες είναι βρώσιμα (Kyriacou et al., 2016). Σε αντίθεση με τα φρεσκοκομμένα φυλλώδη λαχανικά, των οποίων η εδώδιμη μερίδα αποτελείται μόνο από τα αληθινά φύλλα

και συγκομίζεται αναγκαστικά μέσα από μια περικοπή, οι μικροσαλάτες έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να πωλούνται ακόμη και πριν από τη συγκομιδή με την περικοπή τους, έτσι ώστε ο σεφ ή ο τελικός καταναλωτής μπορεί να κόψει το προϊόν στην κουζίνα του, ακόμη και μόλις λίγα λεπτά πριν από τη χρήση τους. Τέτοια δυνατότητα να πωληθεί ένα προϊόν, ενώ εξακολουθεί να αναπτύσσεται, θεωρείται ως μια μεγάλη καινοτομία, καθώς μπορεί να εγγυηθεί μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του προϊόντος στην αγορά και εξασφαλίζει υψηλή ποιότητα όσον αφορά την θρεπτική αξία και την φρεσκάδα του (Charlebois, 2018). Από την άλλη πλευρά, ένας από τους λόγους της επιτυχίας αυτής της νέας κατηγορίας προϊόντων οφείλεται στη μείωση του απαιτούμενου χρόνου ή της εναλλακτικής χρήσης ελεύθερου χρόνου εκτός εργασίας, η οποία οδηγεί όλο και περισσότερο προς την κατανάλωση λαχανικών που δεν συνεπάγονται ιδιαίτερες δυσκολίες ή πάρα πολύ χρόνο στη φάση της προετοιμασίας (Janovská, Štočková and Stehno, 2010). Τόσο οι μικροσαλάτες όσο και τα φρεσκοκομμένα φυλλώδη λαχανικά δεν έχουν έναν νομικό ορισμό αλλά όρους του μάρκετινγκ που έχουν χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουν δύο συγκεκριμένες κατηγορίες προϊόντων. Αντίθετα, τα φύτρα έχουν έναν νομικό ορισμό για την παραγωγή και εμπορευματοποίηση τους και πρέπει να συμμορφώνονται με αυστηρούς κανονισμούς, λόγω των σχετικά υψηλών κινδύνων μικροβιακής μόλυνσης σε σύγκριση με τις μικροσαλάτες και τα φρεσκοκομμένα φυλλώδη λαχανικά (Li and Kubota, 2009).

## **2. Μικροσαλάτες και ασφάλεια τροφίμων**

Μοντέλα προβλέψεων δείχνουν ότι σε 30 χρόνια ο παγκόσμιος πληθυσμός θα μπορούσε να φτάσει πάνω από 9 δισεκατομμύρια ανθρώπους. Σήμερα, σε έναν κόσμο όπου οι περίπου 795 εκατομμύριο άνθρωποι (πάνω από 14% του παγκόσμιου πληθυσμού) είναι υποσιτισμένοι, η συνεχής πληθυσμιακή αύξηση, ιδίως στις αναπτυγμένες χώρες, αποτελεί σημαντική πρόκληση για την επίτευξη του στόχου που είναι να μπορούν να καλυφθούν οι διατροφικές ανάγκες των ανθρώπων αυτών (Kyriacou et al., 2016). Οι κύριες προκλήσεις για τον κλάδο της γεωργίας και παραγωγής τροφίμων είναι, να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες του αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού, χωρίς να υπάρχει έλλειψη στην παραγωγή τροφίμων, και βεβαιώνοντας ότι τα παραγόμενα τρόφιμα είναι διαθέσιμα σε άτομα με ανάγκη. Αυτές οι προκλήσεις πρέπει να αντιμετωπιστούν με ένα βιώσιμο τρόπο προκειμένου να εγγυηθεί η διαθεσιμότητα πόρων για τις μελλοντικές γενιές (Mir, Shah and Mir, 2016). Την ίδια στιγμή, η γεωργία έχει να αντιμετωπίσει τις επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή, τον αυξανόμενο ανταγωνισμό για τους υδάτινους πόρους, την απώλεια της παραγωγικής γης και τον

ανταγωνισμό για τη γη, όπως επίσης έχει να αντιμετωπίσει τη συνεχή μετανάστευση ανθρώπων από τις αγροτικές στις αστικές περιοχές, καθώς και τις αυξανόμενες κοινωνικές ανησυχίες σχετικά με τη φύση και το σύστημα παραγωγής τροφίμων. Με βάση όλες αυτές τις προκλήσεις για την ασφάλεια των τροφίμων, μια μεγαλύτερη διαφοροποίηση στα πλαίσια των συστημάτων γεωργικής καλλιέργειας αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο ως σημαντική ανάγκη για βιώσιμη ανάπτυξη. Μια προσέγγιση για την αντιμετώπιση των ζητημάτων αυτών είναι να ενταθούν οι γεωργικές παραγωγές με το να γίνουν πιο αποδοτικές οι καλλιέργειες (Mir, Shah and Mir, 2016). Ωστόσο, κατά πάσα πιθανότητα αυτό δεν θα είναι αρκετό, και μια άλλη πιθανή προσέγγιση, είναι η αύξηση των καλλιεργήσιμων επιφανειών, χωρίς περαιτέρω μείωση στις φυσικές περιοχές, για παράδειγμα με την καλλιέργεια λαχανικών σε αστικές περιοχές. Με αυτή την προοπτική, οι μικροσαλάτες είναι πολύ ενδιαφέρουσες, καθώς, εκτός από το ότι παράγονται σε εμπορικό επίπεδο, μπορούν εύκολα να καλλιεργούνται σε αστικούς κήπους ή στο σπίτι με αυλή και με κήπο, καθώς επίσης και χρησιμοποιώντας πολύ λίγο χώρο, όπως αυτά που είναι διαθέσιμα για να τοποθετηθούν σε ένα μπαλκόνι ή σε ένα παράθυρο, ακόμη και μέσα στο σπίτι, αν υπάρχει αρκετό φως. Για παράδειγμα, είναι εμβληματική, η περίπτωση του πρώτου υπόγειου αστικού αγροκτήματος το οποίο χρησιμοποιεί λαμπτήρες LED (δίοδος εκπομπής φωτός), παράγει μικροσαλάτες στα καταφύγια από τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, ακριβώς στη μέση του Λονδίνου (Samuolienė et al., 2013). Χάρη στο σύντομο βλαστικό κύκλο τους, είναι δυνατό να καλλιεργηθούν μικροσαλάτες με χαμηλό κόστος στο έδαφος ή σε συστήματα χωρίς χώμα, όλους τους μήνες του χρόνου, ακόμη και χωρίς τη χρήση λιπασμάτων και χημικών. Η δυνατότητα να παραχθούν μικροσαλάτες για ίδια κατανάλωση, ακόμη και σε μικρούς χώρους, ενδεχομένως με τη χρήση σπόρων τοπικών ποικιλιών που χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά, όχι μόνο μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της διαθεσιμότητας και της προσβασιμότητας σε τρόφιμα από τους φτωχότερους πληθυσμούς του κόσμου, αλλά μπορεί επίσης να συμβάλει και στη βελτίωση της ποιότητας της διατροφής, αυξάνοντας τη διαθεσιμότητα και την ποικιλία των φρέσκων και ιδιαίτερα θρεπτικών γευμάτων. Επιπλέον, οι μικροσαλάτες συνήθως καταναλώνονται ωμές και άθικτες, το οποίο επιτρέπει να μειωθεί και η απόρριψη τροφίμων, καθώς και η απώλεια ή υποβάθμιση των θρεπτικών συστατικών, που παρατηρείται συχνά κατά την προετοιμασία του φαγητού στην κουζίνα, ιδίως στην περίπτωση των μαγειρεμένων τροφίμων (Cerny, Rajapakse and Rieck, 2004).

### 3. Μικροσαλάτες και Βιοποικιλότητα

#### 3.1 Χαρακτηριστικά των φυτικών ειδών

Τα είδη των λαχανικών που πιο συχνά χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μικροσαλάτων ανήκουν σε πολλές βοτανικές οικογένειες, μεταξύ των οποίων, της οικογένειας Κραμβοειδών ( κουνουπίδι, μπρόκολο, λάχανο, κινέζικο λάχανο, κατσαρό λάχανο, νεροκάρδαμο, ραπανάκι, ρόκα, κ.α.), Σελινοειδή (άνηθο, μάραθο, καρότο, σέλινο), Αμαρυλλιδοειδή (σκόρδο, κρεμμύδι, πράσο), Αμαρανθοειδή (αμαράνθη, βλήτα, τεύτλων, σπανάκι) και Κολοκυνθοειδή (καρπούζι, αγγούρι, σκούζ) (Cerny, Rajapakse and Rieck, 2004). Άλλα ποώδη είδη που χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή μικροσαλάτων είναι δημητριακά (βρώμη, μαλακό σιτάρι, σκληρό σιτάρι, καλαμπόκι, κριθάρι, ρύζι), το κινόα που συχνά παρομοιάζεται με δημητριακά αλλά ανήκει στην οικογένεια των Αμαρυλλιδοειδών, όσπρια (ρεβίθι, φασόλια, πράσινα φασόλια, φάβα, φακή, μπιζέλι, τριφύλλι), ελαιωδών φυτών (ηλιέλαιο) και ακόμη και είδη ινών φυτών όπως το λινάρι, καθώς και πολλά είδη αρωματικά, όπως βασιλικό, σχινόπρασο, κόλιανδρο και κύμινο (Di Gioia et al., 2016). Για όλα αυτά τα είδη, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν είτε εμπορικές ποικιλίες, κάποια από αυτά επιλέγονται κυρίως για την παραγωγή μικροσαλάτων, ή τοπικές ποικιλίες και πληθυσμοί οι οποίες ενδεχομένως να χαρακτηρίζονται από σπορόφυτα με ένα συγκεκριμένο σχήμα, χρώμα, υφή, γεύση και υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Μεταξύ των άγριων βρώσιμων φυτών, μερικά από τα πιο ενδιαφέροντα είδη που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή της μικροσαλάτας είναι, για παράδειγμα: ο κοινός αμαράνθος, ο κόκκινος αμαράνθος (*Amaranthus cruentus*), αγριοσέσκουλο (*Beta vulgaris*), αγριοζοχός (*Urospermum picroides*), μπουράντζα (*Borago officinalis*), κιχώριο το ραδίκι (*Cichorium intybus*), κρίταμος (*Crithmum maritimum*), άγρια ρόκα (*Diplotaxis tenuifolia*), άγριος μάραθος (*Foeniculum vulgare*), νεροκάρδαμο (*Nasturtium officinale*), αντράκλα (*Portulaca oleracea*), ραφανίδα (*Raphanus raphanistrum*), σαλικόρνια (*Salicornia patula*), σινάπι λευκό (*Sinapis alba*), πικραλίδα (*Taraxacum officinale*), λαγόχορτο (*Tragopogon porrifolius*) κ.α. Από την άλλη πλευρά, είναι σημαντικό να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή των ειδών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή μικροσαλάτων, αξιολογώντας προσεκτικά την βρωσιμότητα κάθε είδους στο στάδιο που αρχίζουν οι σπόροι. Πράγματι, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν όλα τα είδη των οποίων η βρωσιμότητα είναι γνωστή, όπως επίσης πρέπει να αποκλειστούν όλα τα εξημερωμένα ή άγρια είδη, των οποίων τα δενδρύλλια δεν είναι βρώσιμα. Μεταξύ αυτών, για παράδειγμα τα είδη που ανήκουν στην οικογένεια των στρυγνοειδών, όπως ντομάτα, πιπεριά και μελιτζάνα στο στάδιο του

δενδρυλλίου περιέχουν αντι-θρεπτικές ουσίες και συνεπώς δεν μπορούν να θεωρηθούν βρώσιμα(Hill, 2010).

### **3.2 Βιοποικιλότητα**

Οι μικροσαλάτες μπορούν να συμβάλλουν στην διατήρηση και αξιοποίηση πολλών ντόπιων ποικιλιών που κινδυνεύουν από γενετική διάβρωση ή εξαφάνιση, προσφέροντας την ευκαιρία να ανακτηθεί και να χρησιμοποιηθεί τέτοιο γενετικό υλικό για την παραγωγή αυτής της νέας κατηγορίας λαχανικών (Di Gioia et al., 2016). Η διατήρηση και η καλλιέργεια της βιοποικιλότητας των φυτών και την αγρο-βιοποικιλότητα, είναι μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της εποχής μας. Παρόλο που οι σπόροι πολλών οικοτύπων και οι ποικιλίες έχουν επιλεγεί ειδικά για την παραγωγή των μικροσαλάτων οι οποίες είναι διαθέσιμες στην αγορά, τα είδη και ποικιλίες που είναι δυνητικά χρήσιμες για την παραγωγή μικροσαλάτων είναι πολλά, και η τεράστια κληρονομιά της αγρο-βιοποικιλότητας από κάθε γεωγραφική περιοχή μπορεί να αποτελέσει μια εξαιρετική πηγή πόρων που πρέπει να διερευνηθούν, κυρίως για την παραγωγή ιδιαίτερα θρεπτικών μικροσαλατών (Mir, Shah and Mir, 2016). Τις τελευταίες δεκαετίες, η επιλογή των βελτιωμένων ποικιλιών λαχανικών, σύμφωνα με χαρακτηριστικά όπως υψηλή παραγωγικότητα, αισθητική ποιότητα και διάρκεια ζωής, έχει οδηγήσει σε μια ανεπιθύμητη μείωση της γεύσης και σε μείωση του ποσού των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών σε διάφορα είδη λαχανικών (Hill, 2010). Αντιθέτως, πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι οι τοπικές ποικιλίες των παραδοσιακών λαχανικών, καθώς και τα άγρια είδη, χαρακτηρίζονται συχνά από μια υψηλότερη θρεπτική πυκνότητα σε σύγκριση με τις εμπορικές βελτιωμένες ποικιλίες, που καλλιεργούνται ευρέως σε παγκόσμιο επίπεδο, και αντιπροσωπεύουν ως εκ τούτου, μια καλή πηγή βιταμινών, απαραίτητων μικρο-θρεπτικών συστατικών και άλλων φυτο-θρεπτικών συστατικών. Έτσι, η παραγωγή μικροσαλατών από τοπικές ποικιλίες και ποικιλίες άγριων βρώσιμων ειδών, εκτός από τη διατήρηση φυτικών πόρων που κινδυνεύουν από γενετική διάβρωση, μπορεί να παρέχουν μια ποικιλία από φρέσκιες και πολύ θρεπτικές τροφές, οι οποίες μπορούν να ικανοποιήσουν τη ζήτηση των προϊόντων καινοτομίας της βιομηχανίας γεωργικών προϊόντων διατροφής, καθώς και στις ανάγκες του σύγχρονου καταναλωτή, οι οποίοι τείνουν να προσέχουν και είναι επιλεκτικοί στην επιλογή της διατροφής τους έτσι ώστε να είναι πιο υγιεινή και πιο πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Επίσης πολύ σημαντικό είναι ότι η παραγωγή των μικροσαλατών απαιτεί μια μεγάλη ποσότητα σπόρων, που ενδεχομένως να χαρακτηρίζεται από υψηλή αποδοτικότητα όσο αφορά την εμφάνιση δενδρυλλίων και χαμηλό κόστος, κι έτσι χρησιμοποιούνται σπόροι

από ντόπιες ποικιλίες που έχουν αυτά τα χαρακτηριστικά(Cerny, Rajapakse and Rieck, 2004).

#### **4. Θρεπτική αξία μικροσαλατών**

Οι μικροσαλάτες είναι ήδη δημοφιλείς στη βόρεια Αμερική όπως επίσης, στην Βόρεια Ευρώπη, την Ασία και την Ωκεανία και χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο από σερβιτόρους για να προετοιμάσουν γκουρμέ πιάτα που προορίζονται για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες του σύγχρονου καταναλωτή, του όλο και περισσότερο πιο συνειδητοποιημένου και ιδιαίτερα προσεκτικού σε σχέση με την υγεία του και κατ' επέκταση με την ποιότητα της διατροφής του και των τροφίμων που καταναλώνει (Hill, 2010). Παρόλο που συχνά χρησιμοποιούνται με κύριο σκοπό την αισθητική της γαρνιτούρας στα πιάτα, οι μικροσαλάτες έχουν επίσης ένα πολύ καλό διατροφικό προφίλ και αποτελούν σήμερα, μία από τις πιο ενδιαφέρουσες καινοτομίες στην αγορά των νωπών φρούτων και λαχανικών στο βαθμό που μπορούν να θεωρηθούν «λειτουργικά τρόφιμα» ή «σούπερ τροφές», δεδομένου ότι εκτός από την πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών, μπορούν επίσης να παρέχουν βιοενεργές ενώσεις που είναι σε θέση να βελτιώσουν ορισμένες λειτουργίες του οργανισμού ή ακόμα και να συμβάλλουν στη μείωση του κινδύνου ορισμένων ασθενειών (Mir, Shah and Mir, 2016). Εκτός από την υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνες και αντιοξειδωτικές ενώσεις, οι μικροσαλάτες έχουν καλή περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα. Αναλύοντας το περιεχόμενο των κύριων συστατικών σε ορισμένες μικροσαλάτες, είναι δυνατόν να παρατηρηθεί ότι αποτελούν μια καλή πηγή καλίου και ασβεστίου. Ωστόσο, όπως άλλα φυλλώδη λαχανικά, οι μικροσαλάτες μπορεί να χαρακτηρίζονται επίσης από υψηλή περιεκτικότητα σε νιτρικά άλατα, τα οποία θεωρούνται αντι-θρεπτικοί παράγοντες. Αναλύοντας πιο προσεκτικά τα μεταλλικά στοιχεία των πολλών μικροσαλάτων, παρατηρείται ότι ειδικά στο βασιλικό και την οικογένεια κραμβοειδών, η παρουσία σε μεγάλη ποσότητα νιτρικού αζώτου, ενώ κάτω από χαμηλά επίπεδα φωτός του ήλιου, το περιεχόμενο των νιτρικών αλάτων μπορεί να αυξηθεί πάνω από 4.000 mg/kg νωπού προϊόντος. Αντιθέτως, το περιεχόμενο του νατρίου φαίνεται να είναι γενικά πολύ χαμηλό. Έτσι οι μικροσαλάτες μπορούν επίσης να θεωρηθούν ως τρόφιμα με χαμηλά επίπεδα νατρίου. Από την άλλη πλευρά, το περιεχόμενο των μεταλλικών στοιχείων στις μικροσαλάτες καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα των ίδιων μεταλλικών στοιχείων σε καλλιεργητικά μέσα ή στο θρεπτικό διάλυμα που παρέχεται (Di Gioia et al., 2016). Επομένως, είναι δυνατό να αποκτήσετε μικροσαλάτες με υψηλή περιεκτικότητα σε βασικά μακρο και μικρο-στοιχεία ή με χαμηλή

περιεκτικότητα σε ανεπιθύμητα στοιχεία, όπως τα νιτρικά άλατα και το νάτριο, τροποποιώντας τη σύνθεση και τη διαχείριση του θρεπτικού διαλύματος. Με βάση την προοπτική αυτή, η εφαρμογή των τεχνικών οικολογικών και καινοτόμων τεχνικών που είναι σε θέση να ενισχύσουν τις θρεπτικές αξίες των μικροσαλάτων (Martínez-Sánchez et al., 2008), μπορεί να βοηθήσει να καλύπτουν επίσης τις ανάγκες καταναλωτών που έχουν ιδιαίτερες διατροφικές προτιμήσεις. Μέχρι στιγμής, δεδομένα σχετικά με την περιεκτικότητα σε ίνες, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, βασικά μικρο-στοιχεία και άλλα φυτικά θρεπτικά συστατικά δεν είναι διαθέσιμα ακόμα. Ωστόσο, μέσα από δραστηριότητες και έρευνα σε μικροσαλάτες από ραπίνι (*Brassica rapa*), έχει επιβεβαιωθεί ότι το περιεχόμενο σε ίνες και πρωτεΐνες, καθώς και η συγκέντρωση των βασικών μικρο-στοιχείων, είναι χαμηλότερα στις μικροσαλάτες από ό, τι στο κανονικό λαχανικό. Αναμφίβολα, απαιτούνται περαιτέρω μελέτες να εξετάσουν αυτές τις πτυχές εις βάθος και να επαληθεύσουν αν οι μικροσαλάτες μπορούν να θεωρηθούν ως «σούπερ τροφές». Χάρη στις ιδιαιτερότητές τους, οι μικροσαλάτες αποτελούν μια πηγή πλούσιας τροφής για τις κατηγορίες των καταναλωτών που είναι ιδιαίτερα απαιτητικοί, όπως οι χορτοφάγοι, που μπορεί να διαφοροποιήσουν και να εμπλουτίσουν τη διατροφή τους, χρησιμοποιώντας τη μεγάλη ποικιλία των μικροσαλάτων που είναι διαθέσιμες (Di Gioia et al., 2016



## **5. Η τεχνική της καλλιέργειας των μικροσαλατών**

### **5.1 Συνθήκες περιβάλλοντος καλλιέργειας και μεταφοράς**

Οι μικροσαλάτες παράγονται σε μια ποικιλία από περιβάλλοντα (ανοιχτό περιβάλλον, προστατευμένο περιβάλλον, εσωτερικά) και συστήματα καλλιέργειας (χώμα, υδροπονικές), ανάλογα με την κλίμακα της παραγωγής. Οι θαλάσσιες μεταφορές με εμπορευματοκιβώτια παραγωγής, προσαρμόζονται τόσο σε μικρή κλίμακα αστικής και μεγάλη κλίμακα εμπορικής πράξης, επιτρέπει την εμπορευματοποίηση και μεταφορά του προϊόντος ενώ καλλιεργείται έτσι ώστε να συλλέγεται το τελικό προϊόν απευθείας από τον τελικό χρήστη. Η προσέγγιση αυτή παρακάμπτει τη συγκομιδή και πολλά ζητήματα που προκύπτουν από αυτή, και μπορούν να εξασφαλίσουν τη φρεσκάδα και την υψηλή ποιότητα. Ωστόσο, το προϊόν παραμένει υπό συνθήκες περιβάλλοντος, επιβαρύνοντας την εφοδιαστική αλυσίδα των μεταφορών, ενώ το στάδιο της τελικής ανάπτυξης κατά τη συγκομιδή θέτει όρια ανάλογα με τη διάρκεια ζωής του προϊόντος μετά από τη συγκομιδή (Xiao et al., 2014).

### **5.2 Θερμοκρασία και υγρασία**

Οι σπόροι μικροσαλάτας που είναι έτοιμοι προς σπορά συνήθως μεταφέρονται στην επιφάνεια του καλλιεργητικού μέσου με το χέρι, ενώ οι εμπορικές φάρμες χρησιμοποιούν συχνά εκκοκκιστικές μηχανές ακριβείας. Η βλαστική ικανότητα πρέπει να πραγματοποιηθεί στο σκοτάδι, στη βέλτιστη θερμοκρασία για τα είδη (15-25 ° C) και με την παρουσία υψηλής σχετικής υγρασίας (80-90%). Για την παραγωγή μικροσαλατών, ο σπόρος δεν χρειάζεται να τοποθετηθεί βαθιά στα καλλιεργητικά μέσα, κι επίσης θα πρέπει να αποφευχθεί κατά τη διάρκεια της βλάστησης το φυτό να μολύνεται από τα ίδια καλλιεργητικά μέσα. Ωστόσο, οι σπόροι πρέπει να διατηρούνται υγροί για να ενεργοποιηθεί η πλήρης βλαστική τους ικανότητα. Ως εκ τούτου, ιδιαίτερα υπό την παρουσία κατάλληλων κλιματολογικών συνθηκών, για δύο έως τρεις ημέρες μετά την σπορά, οι δίσκοι ή τα κανάλια στα οποία καλλιεργούνται, μπορούν να καλυφθούν χωρίς να υπάρξει επαφή με τους σπόρους, χρησιμοποιώντας για παράδειγμα μια μαύρη πλαστική ταινία, προκειμένου να αυξηθεί η θερμοκρασία και έτσι να επιταχυνθεί η βλαστική ικανότητα, και να διατηρηθεί ένα επίπεδο υψηλής υγρασίας. Μόλις βλαστήσουν οι σπόροι πρέπει να αφαιρεθεί το κάλυμμα. Οι εμπορικές φάρμες έχουν συχνά θαλάμους βλάστησης που διασφαλίζουν τον πλήρη έλεγχο των κλιματικών συνθηκών και τη διατήρηση βέλτιστων συνθηκών για την καλλιέργεια των διάφορων ειδών (Chandra, Kim and Kim, 2012).



### 5.3 Συνθήκες φωτισμού και φυσιολογία μικροσαλατών

Οι συνθήκες φωτισμού έχουν εξαιρετικά μεγάλη επιρροή στην μορφολογία των μικροσαλατών, την βιοσύνθεση και συσσώρευση των φυτοχημικών, ειδικά σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα στα οποία μπορούν να αναπτυχθούν. Συμπληρωματικές πηγές φωτός που χρησιμοποιούνται συχνά στην παραγωγή λαχανικών περιλαμβάνουν λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων, λαμπτήρες φθορισμού, πυρακτώσεως και λαμπτήρες υψηλής πίεσης νατρίου (HPS) (Samuolienė et al., 2012). Κατά την τελευταία δεκαετία, ωστόσο, η τεχνολογία προηγμένης διόδου εκπομπής φωτός (LED) έχει γίνει ολοένα και πιο εφικτή παρέχοντας βέλτιστη διαχείριση συνθηκών φωτισμού: φωτονίων υψηλής ροής (έντασης) και η φασματική ποιότητα (μήκος κύματος) προκαλούν εκλεκτική ενεργοποίηση των φωτοϋποδοχέων και αύξηση των φυτοχημικών που περιέχονται στα λαχανικά, συμπεριλαμβανομένων των μικροσαλατών (Li and Kubota, 2009). Μία από τις δυνατότητες να χειραγωγήσουν την φυσιολογία του φυτού, συμπεριλαμβανομένων βιο-δραστικών ενώσεων είναι ο έλεγχος των περιβαλλοντικών συνθηκών. Το φως είναι ένας από τους κύριους εξωτερικούς παράγοντες, που είναι απολύτως απαραίτητοι για τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, δεδομένου ότι είναι μια πηγή ενέργειας και πληροφορίας από το περιβάλλον. Όλοι οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί οξυγόνου χρειάζονται στρατηγικές για τη διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ αποδοτικής συγκομιδής φωτός, φωτοχημεία και προστατευτική δράση από το υπερβολικό φως. Η ένταση και η ποιότητα του φωτός δεν επηρεάζουν μόνο το ποσοστό της φωτοσύνθεσης των φυτών, αλλά και τη συσσώρευση των διάφορων οργανικών ενώσεων (όσον αφορά την ποσότητα και την ποιότητα), συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής δευτερευουσών φυτικών ενώσεων (Li and Kubota, 2009). Οι μικροσαλάτες περιέχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις βιολογικών δραστικών ενώσεων όπως βιταμίνες, μέταλλα και αντιοξειδωτικά, σε σχέση με τα ώριμα πράσινα λαχανικά. Έχει επίσης παρατηρηθεί ότι μία σημαντική κατηγορία φυτοχημικών είναι τα καροτενοειδή. Σε πρόσφατες μελέτες σε σχέση με την ένταση του φωτός και την επιρροή αυτού στην ποιότητα, παρατηρήθηκε ότι οι μικροσαλάτες από κραιμβοειδή φυτά συσσωρεύουν περισσότερα καροτενοειδή συνολικά σε αυτή την περίπτωση  $330 - 440 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  επίπεδα μήκος κύματος, έναντι  $220 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , που θεωρείται ως κανονική. Από την άλλη πλευρά, μπορεί να επιτευχθούν αλλαγές της περιεκτικότητας σε καροτενοειδή αλλάζοντας τη φασματική σύνθεση του φωτός, ανάλογα με τα διαφορετικά είδη. Έτσι, στη μουστάρδα, η συμπλήρωση με πράσινο φως καθορίζει την αύξηση λουτεΐνης / ζεαξανθίνης

και βήτα-καροτίνης. Στην περίπτωση άλλων ειδών (κόκκινο λάχανο), το καθιερωμένο μπλε, το κόκκινο και το πολύ-κόκκινο φως προτιμώνται (Samuolienė et al., 2012).

#### **5.4 Πυκνότητα Σποράς**

Μια άλλη θεμελιώδης πτυχή της παραγωγής μικροσαλάτων, που σχετίζονται με τους σπόρους είναι η πυκνότητα σποράς. Στο εμπορικό επίπεδο, οι περισσότεροι από τους καλλιεργητές προτιμούν να χρησιμοποιούν υψηλές πυκνότητες σποράς για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη το κόστος των σπόρων, θα πρέπει να θεωρηθεί ότι με την αύξηση της πυκνότητας της σποράς, το μέσο βάρος των δενδρυλλίων μειώνεται και μια πυκνότητα υψηλής σποράς συχνά προωθεί μια ανεπιθύμητη επιμήκυνση των μίσχων σε εκείνα που είναι λιγότερο εκτεθειμένα στο φως του ήλιου και ιδιαίτερα σε συνθήκες μικροκλίματος που χαρακτηρίζεται από υψηλή υγρασία και λιγιστό αέρα κυκλοφορίας. Έτσι θα γίνει πιο τρυφερό και θα μπορεί να είναι εύκολα επιρρεπείς σε μυκητιακές ασθένειες, με επακόλουθη τη μείωση του χρόνου ζωής και την ποιότητα των μικροσαλατών. Η πυκνότητα σποράς μπορεί να κυμαίνεται περίπου από 1 σπόρο/cm<sup>2</sup> (για τους μεγαλύτερους σπόρους όπως για παράδειγμα ρεβίθια, καλαμπόκι, πράσινα μπιζέλια, κ.λπ.) μέχρι 4 σπόροι/cm<sup>2</sup> (για τους μικρότερους σπόρους, όπως, για παράδειγμα το ραπάνι, το μπρόκολο, το κουνουπίδι, τα ραδίκια, κ.λπ.) (Xiao et al., 2014).

#### **5.5 Υποστρώματα καλλιέργειας**

Τα μέσα στα οποία καλλιεργούνται οι σπόροι θα πρέπει να έχουν ένα pH 5.5-6.5, χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα (< 500 μS/cm), βέλτιστη ικανότητα στο να κρατάει νερό (55-70% v/v) και αερισμός (20-30% v/v). Η τύρφη είναι από τα πιο συχνά υποστρώματα, τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μικροσαλάτων (Hill, 2010). Η καρύδα από κοκοφοίνικα είναι μια εναλλακτική λύση για την τύρφη, που προέρχεται από ένα ανανεώσιμο πόρο, αλλά έχει μεταβλητές φυσικοχημικές ιδιότητες, έχει συχνά υψηλής περιεκτικότητας ποσοστά σε αλάτι και υψηλά επίπεδα σε μύκητες και βακτήρια. Τα συνθετικά ινώδη μέσα καλλιέργειας έχουν αναπτυχθεί ειδικά για την παραγωγή μικροσαλάτων, όπως ο πετροβάμβακας ή το πολυαιθυλένιο (PET), τα οποία έχουν παρουσιάσει προβλήματα. Τα μέσα καλλιέργειας που βασίζονται σε φυσικές ίνες, όπως τα τρόφιμα και άλλα ανακυκλώσιμα υλικά, έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται για την εμπορευματοποίηση των μικροσαλάτων. Υπάρχουν και εναλλακτικές λύσεις χαμηλού κόστους φυσικής και ανακυκλώσιμης προέλευσης (π.χ. πολτό, βαμβάκι, κάνναβης και ίνες κυτταρίνης) και μείγματα υλικών συνδυάζοντας επιθυμητές ιδιότητες αποτελώντας πιθανά καλλιεργητικά μέσα για

μικροσαλάτες. Τέτοια μέσα χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της θρεπτικής αξίας των μικροσαλάτων ή εμβολιάζονται με ωφέλιμους μικροοργανισμούς για την τόνωση της ανάπτυξης τους ή για τον έλεγχο παθογόνων.

## **5.6 Άρδευση**

Κατά τη βλάστηση, οι σπόροι συνήθως ποτίζονται χρησιμοποιώντας συστήματα υπερυψωμένης ομίχλης. Ενώ, μετά το φύτερωμα, είναι επιθυμητή η χρήση συστημάτων που επιτρέπουν την άρδευση των νεαρών φυτών από το κατώτατο σημείο, αποφεύγοντας υπερβολές στην υγρασία, περιορίζοντας έτσι την εμφάνιση των φυτοϋγειονομικών θεμάτων. Ακόμα κι αν οι μικροσαλάτες είναι μικρά σπορόφυτα με μικρά κοτυληδονόφυλλα, η λίπανση είναι υψίστης σημασίας για την επίτευξη μιας καλής παραγωγής (Bulgari et al., 2016). Τα θρεπτικά συστατικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν πριν από τη σπορά, ενσωματώνοντας τα σε ικανοποιητικό ρυθμό με απλά ή σύνθετα λιπάσματα μεταλλικών στοιχείων στα μέσα που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια, ή μετά από την ολοκλήρωση της βλάστησης με ένα θρεπτικό διάλυμα. Μερικά είδη βραδείας ανάπτυξης όπως το καρότο, ο άνηθος, το σέλινο και τα τεύτλα μπορεί να ωφεληθούν από τη λίπανση του υποστρώματος πριν από τη σπορά, ενώ άλλα είδη πιο ταχέως αναπτυσσόμενα, όπως η μουστάρδα, το κάρδαμο, το ραπίνι, το μπρόκολο, το ραδίκι και παρόμοια είδη, που φυτρώνουν εύκολα και γρήγορα καταστρέφουν το θρεπτικό αποθεματικό που παρέχεται από τους σπόρους και μπορούν να επωφεληθούν περισσότερο από την υδρολίπανση μετά τη διαδικασία βλαστήσεως (Xiao et al., 2014).

## **5.7 Λίπανση-Θρέψη-Θρεπτικά Διαλύματα**

Επαρκή θρεπτικά συστατικά για την παραγωγή υψηλής απόδοσης και ποιότητας μικροσαλάτων μπορεί να παρέχονται από τα μέσα στα οποία καλλιεργούνται, με συμπληρωματική λίπανση πριν από τη σπορά, με υδρολίπανση μετά την εμφάνιση του βλαστού, ή από το συνδυασμό και των δύο αυτών τρόπων. Πριν από τη σπορά η εφαρμογή των 1000 mg/L N ως νιτρικό ασβέστιο, σε συνδυασμό με την καθημερινή υδρολίπανση χρησιμοποιώντας 21-22-16,6 (N-P-K) σε 150 mg/L N, ή 75 mg/l N, ήταν πιο επιτυχής στην αύξηση απόδοσης της ανάπτυξης της μικροσαλάτας ρόκας που καλλιεργήθηκε σε τύρφη (Kou et al., 2014). Οι ίδιοι ερευνητές διαπίστωσαν ότι πριν από τη σπορά η λίπανση με νιτρικό ασβέστιο 2000 mg/l σε συνδυασμό με την καθημερινή μετά τη σπορά υδρολίπανση χρησιμοποιώντας 21-22-16,6 (N-P-K) 150 mg/l οδήγησε σε αύξηση της απόδοσης δύο φορές περισσότερο σε μικροσαλάτες τεύτλου που καλλιεργούνταν σε τύρφη, σε σύγκριση με το αγονιμοποίητο έλεγχο. Εκτός από το ρυθμό και τον τρόπο εφαρμογής λιπάσματος, ιδιαίτερα

η αναλογία: Νιτρικό αμμώνιο ( $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ ), μπορεί να επηρεάσει την απόδοση και την ποιότητα των μικροσαλάτων. Περεταίρω έρευνες έδειξαν ότι μέτριες συγκεντρώσεις του αμμωνίου ( $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  15:85), σε σύγκριση με την αναλογία 0:100  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ , ενίσχυσαν την ανάπτυξη των φυτών, την φωτοσύνθεση, την ρίζα του κινέζικου λάχανου (Chandra, Kim and Kim, 2012). Μερικά είδη μικροσαλάτας (π.χ. ρόκα) μπορούν να συσσωρεύσουν υψηλά επίπεδα νιτρικών αλάτων ( $>4000$  mg/kg), κι αυτό θεωρείται ένας αντι-θρεπτικός παράγοντας, με έλεγχο της μορφής του N και της συγκέντρωσης του σε θρεπτικές εφαρμογές μπορεί να επιτευχθεί χαμηλότερη περιεκτικότητα σε νιτρικά ιόντα. Εκτός από την επιβάρυνση, η σωστή άρδευση και η σωστή εφαρμογή των θρεπτικών διαλυμάτων, όπως επίσης η διαφυλλική εφαρμογή φαίνεται να είναι μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος για την ενίσχυση της απόδοσης των μικροσαλάτων (Kou et al., 2014).

## 6. Συστήματα Καλλιέργειας

Οι μικροσαλάτες μπορούν να καλλιεργηθούν από ιδιώτες για οικιακή χρήση. Η καλλιέργεια στο σπίτι σε μικρές ποσότητες είναι σχετικά εύκολη. Ωστόσο, η καλλιέργεια και εμπορία υψηλής ποιότητας μικροσαλάτων είναι πολύ πιο δύσκολη. Για να επιτευχθεί το σωστό μίγμα στο ιδανικό στάδιο για συγκομιδή είναι μία από τις πιο κρίσιμες στρατηγικές παραγωγής (Bulgari et al., 2016). Ο χρόνος από τη σπορά για συγκομιδή ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό από καλλιέργεια σε καλλιέργεια. Όταν γίνεται σπορά ενός μίγματος από σπόρους σε ένα ενιαίο μέσο καλλιέργειας, οι καλλιεργητές θα πρέπει να επιλέξουν από τις καλλιέργειες που έχουν μια παρόμοια ανάπτυξη σε ένα ποσοστό έτσι ώστε να μπορεί να γίνει η συγκομιδή ταυτόχρονα. Εναλλακτικά, οι καλλιεργητές μπορούν να σπείρουν τις διάφορες καλλιέργειες μεμονωμένα και να τις ανακατέψουν μετά τη συγκομιδή. Μια πιθανότητα είναι να καλλιεργηθούν οι μικροσαλάτες σε «δοχεία» που αποτελούνται από πλαστικές θήκες και έχουν διαφορετικά μεγέθη, με μεταβλητό ύψος από 3 έως 5 cm. Ανάλογα με την περίπτωση, το κατώτατο σημείο του εμπορευματοκιβωτίου που περιέχει τα μέσα καλλιέργειας μπορεί να είναι άθικτο, χωρίς τρύπες, ή πιο συχνά με τρύπες, προκειμένου να ενισχυθεί η αποστράγγιση του περίσσιου νερού (ή θρεπτικό διάλυμα) 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 μικροσαλατών (Xiao et al., 2014). Συνήθως, τα δοχεία τοποθετούνται σε κανάλια καλλιέργειας, χωρίς δυνατότητα μετακίνησης, σε τέλεια διαμορφωμένα επίπεδα και με την ολοκλήρωση ενός συστήματος για την αποστράγγιση και την ανάκτηση του περίσσιου νερού ή θρεπτικού διαλύματος. Το νερό και τα θρεπτικά

στοιχεία μπορούν να μεταδίδονται από την κορυφή με ένα σύστημα νεφελοποίησης, το οποίο ενεργοποιείται με αυτόματο ή χειροκίνητο τρόπο, ή από το κάτω μέρος, μέσω της υπο-άρδευσης. Στην τελευταία περίπτωση, είναι σημαντικό τα δοχεία να έχουν τρύπες στο κάτω μέρος. Γενικά, η καλλιέργεια σε Containers, επιτρέπει την εμπορευματοποίηση του προϊόντος μαζί με μέσα καλλιέργειας, έτσι αποφεύγεται η ανάγκη να κοπεί το προϊόν, πριν τη διάθεσή του στην αγορά. Μια άλλη μέθοδος είναι να καλλιεργηθούν οι μικροσαλάτες σε «κανάλια» ή πάγκους (από πλαστικό, αλουμίνιο, γαλβανισμένο σίδηρο, το ξύλο) διαφόρων μεγεθών, τοποθετώντας το μέσο καλλιέργειας ακριβώς μέσα στα κανάλια ή στους πάγκους. Επίσης στην περίπτωση αυτή, τα κανάλια και οι πάγκοι μπορεί να είναι κινητοί ή μη μετακινήσιμοι και πρέπει να είναι τέλεια διαμορφωμένοι σε επίπεδα, με μια ελαφρά κλίση προκειμένου να αυξηθεί η ροή του νερού ή το θρεπτικό διάλυμα από το ένα άκρο του καναλιού ή του πάγκου στο άλλο, που επίσης επιτρέπει την ανάκτηση και την ανακύκλωση, εάν είναι δυνατόν, του πλεονάσματος νερού ή του θρεπτικού διαλύματος. Όπως στο προηγούμενο σύστημα καλλιέργειας, το νερό και το θρεπτικό διάλυμα μπορούν να μεταδίδονται από την κορυφή, μέσω συστήματος νεφελοποίησης ή από το κάτω μέρος με τη χρήση υπο-άρδευσης. Με αυτό το σύστημα καλλιέργειας μόλις οι μικροσαλάτες φτάσουν στο βέλτιστο στάδιο ανάπτυξης, συγκομίζονται κόβοντας τα δενδρύλλια στη βάση. Μετά το κόψιμο, αφού πλυθεί και στεγνώσει, το προϊόν είναι έτοιμο για το στάδιο της συσκευασίας και έπειτα έτοιμο για διάθεση στο εμπόριο ως φρέσκο κομμένα λαχανικά, προϊόν έτοιμο προς κατανάλωση. Ένα τρίτο σύστημα καλλιέργειας, αρκετά απλό, αλλά λιγότερο συχνό σε εμπορικό επίπεδο είναι το «πλωτό σύστημα». Στην περίπτωση αυτή, η πολυστερίνη συνδέεται στους δίσκους διαφόρων μεγεθών, οι οποίοι επιπλέουν πάνω στο θρεπτικό διάλυμα που περιέχεται σε μια λεκάνη ή σε παγκάκια, έτσι ώστε τα μέσα καλλιέργειας που περιέχονται στα κύτταρα μπορούν να διαποτίζονται από το κάτω μέρος. Αυτό είναι ένα στατικό αυξανόμενο σύστημα, στο οποίο το θρεπτικό διάλυμα δεν κυκλοφορεί, προκειμένου να διατηρηθεί ένα καλό επίπεδο οξυγόνου το οποίο είναι απαραίτητο για να εμπλουτιστεί το θρεπτικό διάλυμα με αέρα. Η σπάνια χρήση αυτού του συστήματος καλλιέργειας σε εμπορικό επίπεδο οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι σε υγρό περιβάλλον είναι δύσκολο να παραχθούν μικροσαλάτες που να έχουν μια ξηρή βάση και με μια καλή διάρκεια ζωής (Langowski and Wani, 2014).

## **7. Εχθροί και ασθένειες**

Διάφοροι παράγοντες μετά τη συγκομιδή μπορεί να αλληλοεπιδράσουν έτσι ώστε να δημιουργηθούν μικρόβια επάνω στις μικροσαλάτες, με την επαφή με το χώμα (π.χ. ύψος φυτού) κατά τη συγκομιδή, με την υπολειμματική υγρασία μετά από πλύση πριν από τη διαδικασία συσκευασίας, περιποίησης και αποθήκευσης όπως και την παρακολούθηση της θερμοκρασίας (Chandra, Kim and Kim, 2012). Έχει διατυπωθεί ότι η λεπτή, μαλακή υφή στα υποκοτύλια των μικροσαλάτων μπορεί να ευνοεί περισσότερο τη μικροβιακή αύξηση σε σύγκριση με τους ώριμους ομόλογούς τους.

Επίσης, μετά τη συγκομιδή υπάρχει θεραπεία κατά την οποία εμβαπτίζονται οι μικροσαλάτες σε γαλακτικό ασβέστιο, σκληρυντικό παράγοντα που δεν επηρεάζει την γεύση των φρεσκοκομμένων προϊόντων και η τεχνική αυτή έδειξε ελπιδοφόρα αποτελέσματα στην καταστολή της μικροβιακής εξάπλωσης στις μικροσαλάτες από μπρόκολο (Xiao et al., 2014). Ωστόσο, μηχανικές βλάβες που προκύπτουν από τις διαδικασίες πλυσίματος και στεγνώματος, θέτουν εμπόδιο στην ευρεία εφαρμογή τους. Μικροβιακή ανάπτυξη μπορεί να ενθαρρυνθεί επίσης από μη ευνοϊκές θερμοκρασίες αποθήκευσης που προκαλεί σοβαρή ζημία, η οποία παρεμποδίζει τη λειτουργία της κυτταρικής μεμβράνης, αυξάνει την διαρροή ηλεκτρολύτη, και πυροδοτεί μια σειρά από αντιδράσεις, συμπεριλαμβανομένων της αύξησης της αναπνευστικής δραστηριότητας και παραγωγής αιθυλενίου (Lu et al., 2018). Το πλύσιμο των μικροσαλάτων γίνεται πριν από τη συσκευασία, σε χλωριωμένο νερό, μπορεί να μειώσει αποτελεσματικά τους πληθυσμούς AMB. Στην πραγματικότητα, μικροσαλάτες που δεν είχαν πλυθεί στις παραπάνω μελέτες υποστηρίζεται ότι είχαν χαμηλότερους μικροβιακούς πληθυσμούς σε όλους τους χώρους αποθήκευσης. Αυτό τονίζει το δίλημμα που αντιμετωπίζεται σε σχέση με το χειρισμό των μικροσαλάτων μετά από τη συγκομιδή: τα αρχικά οφέλη των θεραπειών πλύσης έχουν εξουδετερωθεί από υπερβολική υπολειμματική υγρασία, ενώ το πλύσιμο και ιδιαίτερα οι διαδικασίες ξήρανσης είναι πιθανόν να επιδεινώσουν την μηχανική βλάβη και να μειώσουν τη διάρκεια ζωής (Chandra, Kim and Kim, 2012).

## **8. Συγκομιδή-Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί-Αποθήκευση-Συσκευασία**

### **8.1 Συγκομιδή**

Οι μικροσαλάτες είναι έτοιμες για συγκομιδή όταν φτάσουν το πρώτο πραγματικό στάδιο βλάστησης, συνήθως όταν είναι περίπου 2 ίντσες ψηλό (Xiao et al., 2014). Ο χρόνος από τη

σπορά έως τη συγκομιδή μπορεί να ποικίλει από καλλιέργεια σε καλλιέργεια από 7 έως 21 ημέρες. Η παραγωγή σε μικρούς δίσκους θα απαιτήσει πιθανώς τη συγκομιδή με ψαλίδι. Αυτή είναι μια πολύ χρονοβόρα διεργασία του κύκλου παραγωγής και αναφέρεται συχνά από τους παραγωγούς ως ένα σημαντικό μειονέκτημα (Langowski and Wani, 2014). Κατά τη συγκομιδή οι μικροσαλάτες αλλοιώνονται εύκολα για αυτό πρέπει να πλένονται και να ψύχονται όσο το δυνατόν συντομότερα. Ορισμένοι σεφ ζητούν από τους καλλιεργητές να παραδώσουν τους δίσκους με τις μικροσαλάτες για να τις κόψουν εκείνοι όπως απαιτείται για τη βελτίωση της ποιότητας. Η πλύση των μικροσαλάτων γίνεται για την ασφάλεια των τροφίμων. Οι μικροσαλάτες συνήθως συσκευάζονται σε μικρές, πλαστικές συσκευασίες και ψύχονται σε συνιστώμενες θερμοκρασίες ανάλογα με το μίγμα των καλλιεργειών (Officer and Officer, 2018). Οι καλλιεργητές θα πρέπει να γνωρίζουν ότι οι εμπορικές συμφωνίες όπως η National Leafy Green Marketing Agreement (NLGMA) έχουν προταθεί για να μειωθεί ο κίνδυνος μικροβιακής μόλυνσης των ώριμων και ανώριμων πράσινων φύλλων.



## **8.2 Αποθήκευση και ποιοτικός έλεγχος**

### **8.2.1 Θερμοκρασία αποθήκευσης**

Η θερμοκρασία αποθήκευσης είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη μετά τη συγκομιδή φυσιολογία και την συμπεριφορά αποθήκευσης των

προϊόντων. Σε γενικές γραμμές, η χαμηλή θερμοκρασία αποθήκευσης μπορεί να μειώσει την απώλεια ποιότητας και να επεκτείνει τη διάρκεια ζωής από μεγάλα ποσοστά αναπνοής, γήρανσης και ανάπτυξης μικροοργανισμών αλλοίωσης (Xiao et al., 2014). Η βέλτιστη θερμοκρασία αποθήκευσης ποικίλλει ανάλογα με το φρούτο ή το λαχανικό. Για την ψύξη ευαίσθητων φρούτων και λαχανικών, η χρήση χαμηλής θερμοκρασίας αποθήκευσης επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα και προκαλεί ραγδαία επιδείνωση. Ακόμα κι αν μια βέλτιστη χαμηλή θερμοκρασία διατηρείται μέσω της αποθήκευσης, μεταφοράς και λιανικής πώλησης, τα φρούτα και τα λαχανικά μπορεί να χαλάσουν ακόμα, κι όπως αποδεικνύεται από τις μυκητολογικές προσβολές και τις επιζήμιες αλλαγές ποιότητας. Ως εκ τούτου, η χαμηλή θερμοκρασία αποθήκευσης πρέπει να συνδυαστεί με άλλες μεθόδους μετά τη συγκομιδή, όπως και η συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας ή η υπεριώδη ακτινοβολία. Μια τεχνική αποθήκευσης είναι η μέθοδος της ταχείας ψύξης με την χρήση υγρού αζώτου και η αποθήκευση σε κατάψυξη (Chandra, Kim and Kim, 2012).

### **8.2.2 Συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας**

Η συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας είναι μια αποτελεσματική τεχνολογία για τη διατήρηση της φρεσκάδας και παρατείνει τη διάρκεια ζωής των προϊόντων, που μπορούν να δημιουργηθούν από την αλλαγή της σύνθεσης του αερίου στο πακέτο, έτσι ώστε να παρέχουν μια ιδανική ατμόσφαιρα για να παρατείνουν τη διάρκεια αποθήκευσης και τη διατήρηση της ποιότητας των τροφίμων (Lu et al., 2018). Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (CA) και ενεργητική ή παθητική τροποποίηση της ατμόσφαιρας της συσκευασίας (MAP). Δεδομένα, από τις μεθόδους αυτές έχουν εφαρμοστεί επιτυχώς σε φρέσκα και ελάχιστα επεξεργασμένα προϊόντα για την αύξηση της ποιότητας, όπως το μήλο, το αχλάδι, το μαρούλι, το μπρόκολο, το σπανάκι και τα μανιτάρια. Επιπλέον, η τροποποίηση της ατμόσφαιρας μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών γύρω από το προϊόν. Ο συνδυασμός χαμηλών θερμοκρασιών και η τροποποίηση της ατμόσφαιρας γενικά οδηγεί σε μια πιο αποτελεσματική και ασφαλέστερη αποθήκευση και σε μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (Chandra, Kim and Kim, 2012). Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την ατμόσφαιρα των πακέτων των προϊόντων, συμπεριλαμβανομένου το ρυθμό αναπνοής των προϊόντων, όπως και το ρυθμό διαπερατότητας οξυγόνου και την ταινία συσκευασίας (OTR), το βάρος των προϊόντων, το πακέτο επιφάνειας, τη θερμοκρασία αποθήκευσης και τη σχετική υγρασία. Σε αλυσίδες προμήθειας τροφίμων, το μέγεθος πακέτου και βάρος του προϊόντος είναι συχνά προκαθορισμένα, ως εκ τούτου, επιλέγοντας μια ταινία συσκευασίας με κατάλληλο OTR



ώστε να ταιριάζει με το ποσοστό αναπνοής του προϊόντος είναι ο καλύτερος τρόπος να διατηρηθεί η ποιότητα και να επεκταθεί η διάρκεια ζωής των προϊόντων (Langowski and Wani, 2014).

### **8.2.3 Βρώσιμες επιστρώσεις**

Οι βρώσιμες επιστρώσεις, είναι μια νέα στρατηγική για να επεκταθεί η διάρκεια ζωής και η βελτίωση της ποιότητας των τροφίμων ολόκληρων φρεσκοκομμένων φρούτων και λαχανικών και έχουν εφαρμοστεί σε πολλά προϊόντα. Από τη μία πλευρά, οι βρώσιμες επικαλύψεις παρέχουν επιλεκτικά εμπόδια για την υγρασία, το οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα, τα οποία καθυστερούν τη μεταφορά φυσικού αερίου, που επιβραδύνει την ωρίμανση, μειώνει την απώλεια υγρασίας και βοηθά να διατηρηθεί το φρέσκο άρωμα και η γεύση (Langowski and Wani, 2014). Από την άλλη πλευρά, οι βρώσιμες επικαλύψεις που χρησιμοποιούνται ως μεταφορείς δραστικών συστατικών, όπως αντιμικροβιακά, ενισχυτές υφής, γεύσεις και θρεπτικά συστατικά, μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα, την ασφάλεια και τη διατροφική αξία από τα φρεσκοκομμένα φρούτα. Διάφοροι τύποι βρώσιμων επιστρώσεων, όπως αλγινικό, πηκτίνη, μεθυλοκυτταρίνη, έχουν χρησιμοποιηθεί για την παράταση του χρόνου διατήρησης των φρεσκοκομμένων προϊόντων όπως τα μήλα, τα αχλάδια, τα πεπόνια, η παπάγια και ο ανανάς. Πολυάριθμες μελέτες έχουν δείξει ότι η χρήση βρώσιμων επιστρώσεων είναι μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για τη διατήρηση του «φρέσκου» και την ποιότητα των προϊόντων συμβάλλοντας έτσι στην μεγαλύτερη αποδοχή από τους καταναλωτές (Bulgari et al., 2016).

## **9. Διασφάλιση ποιότητας**

### **9.1 Πλύσιμο και απολύμανση**

Οι θεραπείες πλυσίματος και απολύμανσης παίζουν σημαντικό ρόλο στη μείωση των μικροβιακών πληθυσμών σε φρέσκα φρούτα και λαχανικά, και στη βελτίωση της ποιότητας και της ασφάλειας των νωπών και φρεσκοκομμένων προϊόντων (Xiao et al., 2014). Το χλωρίο είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο για την απολύμανση φρέσκων προϊόντων. Φαίνεται ότι δεν αρκεί η αποτελεσματικότητα του χλωρίου στην επιφάνεια στην οποία παράγονται οι μικροσαλάτες εντός του εύρους των 1-2 καταγραφής μείωσης του μικροβιακού πληθυσμού. Εν τω μεταξύ, η αντίδραση του χλωρίου με οργανικά υπολείμματα μπορεί να οδηγήσει στο σχηματισμό των προϊόντων αντίδρασης πιθανώς μεταλλαξιογόνες ή καρκινογόνες (Lu et al., 2018). Η χρήση του χλωρίου στα προϊόντα τροφίμων είναι

περιορισμένη ή και απαγορεύεται σε αρκετές χώρες, όπως στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ως εκ τούτου, έχουν μελετηθεί εναλλακτικές λύσεις σε χλώριο, και μερικά είναι για εμπορική χρήση. Το νερό ηλεκτρολύσεως (EW) έχει λάβει πολλή προσοχή ως ένας νέος παράγοντας στη απολύμανση τα τελευταία χρόνια. Το νερό με ηλεκτρολύτες έχει πολλά πλεονεκτήματα, όπως η αποτελεσματική απολύμανση, εύκολη λειτουργία, το σχετικά φθινό κόστος και είναι φιλικό προς το περιβάλλον. Ωστόσο φαίνεται να έχει και ορισμένα μειονεκτήματα: 1) το αρχικό κόστος για την αγορά εξοπλισμού είναι υψηλό, και 2) το χλώριο σε μορφή αερίου που δημιουργείται είναι ενοχλητικό για τους φορείς. Μόνο πρόσφατα το νερό με ηλεκτρολύτες έχει δοκιμαστεί και χρησιμοποιηθεί ως απολυμαντικό στη βιομηχανία τροφίμων (Lu et al., 2018). Το όζον (O<sub>3</sub>) είναι ένας ισχυρός οξειδωτικός πράκτορας με πολλές πιθανές εφαρμογές για τη βιομηχανία τροφίμων, το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί επί δεκαετίες σε πολλές χώρες. Παρόλα αυτά μεγάλη προσοχή απαιτείται από τους εργαζόμενους, δεδομένου ότι η αναπόφευκτη επαφή του όζοντος μπορεί να επηρεάσει την αναπνοή και να προκαλέσει ζάλη και ερεθισμό.

## 9.2 Ακτινοβολία

Η ακτινοβολία (ολοένα και περισσότερο αναφέρεται ως «κρύα παστερίωση») είναι ένας τρόπος ελέγχου στην παραγωγή διαφόρων τύπων σε ωμά ή ελάχιστα επεξεργασμένα τρόφιμα όπως τα πουλερικά, το κρέας και προϊόντα κρέατος, ψάρια, θαλασσινά, και κάποια φρούτα και λαχανικά. Έχει τη δυνατότητα να εξαλείψει τις φυτικές μορφές των παθογόνων βακτηρίων, καθώς και τα παράσιτα (Samuolienė et al., 2013). Η ακτινοβολία είναι μια ασφαλής τεχνολογία, δεδομένου ότι επιστημονικές έρευνες έχουν διαπιστώσει ότι η ακτινοβόληση τροφίμων δεν κάνει τα τρόφιμα «ραδιενεργά» και στις χαμηλές έως μεσαίες δόσεις, έχει μικρή αρνητική επίδραση σε βιταμίνες και άλλα θρεπτικά συστατικά για τους ανθρώπους. Σήμερα, 40 χώρες επιτρέπουν την ακτινοβόληση των τροφίμων μία ή περισσότερες φορές: 12 χώρες έχουν εγκρίνει τη χρήση του για τον έλεγχο παθογόνων στα πουλερικά, 8 άλλες για τη χρήση σε κρέατα και 13 χώρες σε ψάρια και θαλασσινά. Στις ΗΠΑ, υπάρχουν περισσότερες από 40 εγκαταστάσεις ακτινοβόλησης σε λειτουργία σήμερα, οι οποίες προορίζονται για την αποστείρωση προϊόντων σε ορισμένα βιομηχανικά προϊόντα και ιατρικές προμήθειες και υπάρχει μόνο μία εγκατάσταση εμπορικών τροφίμων ακτινοβόλησης που λειτουργεί στις ΗΠΑ. Σε κάποιο βαθμό, η αργή ανάπτυξη της επεξεργασίας σε αυτή τη χώρα για την ακτινοβόληση τροφίμων οφείλεται κυρίως στις αντιλήψεις των καταναλωτών. Οι έρευνες δείχνουν ότι οι Αμερικανοί γνωρίζουν ελάχιστα σχετικά με τη διαδικασία ακτινοβόλησης τροφίμων και είναι διατεθειμένοι να απαντήσουν

όχι, όταν ρωτήθηκαν αν θα μπορούν να αγοράσουν ακτινοβολημένα τρόφιμα. Ωστόσο, οι ίδιες έρευνες δείχνουν ότι όταν οι καταναλωτές μιλάνε για τα οφέλη και την ασφάλεια της ακτινοβόλησης, το επίπεδο αποδοχής αυξάνεται συνεχώς. Ενώ υπάρχει πολύ ισχυρή υποστήριξη για την ακτινοβόληση τροφίμων μεταξύ των επιστημονικών κοινοτήτων και των οργανισμών υγείας, εκτεταμένη εκπαίδευση θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση για την ευρεία αποδοχή από το κοινό(Cerny, Rajapakse and Rieck, 2004).

### **9.3 Απολύμανση με έντονο φως**

Το έντονο φως σφυγμού (Intense light pulses) όπως αναφέρεται στην διεθνή βιβλιογραφία είναι μια αναδυόμενη τεχνολογία για την απολύμανση των επιφανειών τροφίμων και συσκευασίας τροφίμων, που αποτελείται από σύντομους παλμούς υψηλής τάσης και ευρέος φάσματος λευκού φωτός (Samuolienė et al., 2013). Θεωρείται μια εναλλακτική λύση για θεραπείες συνεχούς υπεριώδους φωτός για στερεά και υγρά τρόφιμα και έχει εγκριθεί από το FDA των ΗΠΑ και θα μπορούσε να είναι κατάλληλο για την απολύμανση φρεσκοκομμένων προϊόντων. Η θεραπεία υψηλής τάσης με παλμούς φωτός σκοτώνει μικροοργανισμούς, χρησιμοποιώντας σε σύντομο χρονικό διάστημα (από 85 ns σε 0,3 ms) παλμούς υψηλής συχνότητας (από 0,45 έως 15 Hz) και ενέργειας ανά παλμό που κυμαίνονται από 3 έως 551 J από μια έντονη ευρέος φάσματος, πλούσια σε UV-C ακτίνα φωτός. Φαίνεται να έχει προκαλέσει διαρθρωτικές αλλαγές του μικροβιακού DNA, συγκρίσιμα με τις επιπτώσεις που προκαλούνται από συνεχείς πηγές υπεριώδους ακτινοβολίας, αλλά και άλλοι μηχανισμοί φαίνεται να συμμετέχουν σε αυτό το αποτέλεσμα. Δεδομένου ότι η επίδραση της απολύμανσης ILP φαίνεται να εξαρτάται από την απορρόφηση του φωτός από μικροοργανισμούς, ορισμένα συστατικά τροφίμων θα μπορούσαν επίσης να απορροφούν το αποτελεσματικό μήκος κύματος και να μειώνουν την αποτελεσματικότητά τους (Samuolienė et al., 2012). Η μέθοδος ILP έχει χρησιμοποιηθεί για την αδρανοποίηση με επιτυχία στους μηδικούς σπόρους. Η μέθοδος ILP έχει σημαντικές προοπτικές να εφαρμοστεί στη βιομηχανία τροφίμων. Ωστόσο, τεχνολογικά προβλήματα πρέπει να επιλυθούν προκειμένου να αποφευχθεί η υπερθέρμανση των τροφίμων, καθώς και να επιτευχθεί καλύτερη διείσδυση της θεραπείας (Li and Kubota, 2009)

## **10. Πειραματικό μέρος**

### **10.1 Εισαγωγή**

Τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον των καταναλωτών να αναβαθμίσουν τις διατροφικές τους συνήθειες, σε συνδυασμό την παγκόσμια ανάγκη για δημιουργία τροφών με μεγάλη διατροφική αξία είχε ως αποτέλεσμα την παραγωγή μικροσαλατών. Οι μικροσαλάτες αποτελούν την νέα τάση τροφίμων όχι μόνο λόγω της μεγάλης διατροφικής τους αξίας αλλά και λόγω της ευκολίας παραγωγής τους για οικιακή χρήση. Στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστεί η διαδικασία παραγωγής για δύο είδη μικροσαλάτας το μπρόκολο Calabrese και το κουνουπίδι early snowball. Θα γίνει παρουσίαση των αναλύσεων των φυτικών ιστών και των δυο ειδών σε διαφορετικά βλαστικά στάδια.

### **10.2 Σκοπός του πειράματος**

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να δείξει αρχικά την ευκολία παραγωγής των μικροσαλατών σε επίπεδο οικιακής παραγωγής. Στην συνέχεια με βάση την αναλυτική περιγραφή στο κάθε στάδιο της καλλιέργειας θα εξαχθούν δεδομένα που θα δείχνουν την απόδοση της μεθόδου. Πιο συγκεκριμένα με βάση της μεθόδου που θα ακολουθηθεί μέσα από το πείραμα θα προσδιοριστεί η αποδοτικότητα της πυκνότητας σποράς που χρησιμοποιήθηκε. Μετά την συγκομιδή θα γίνουν οι κατάλληλες μετρήσεις ώστε να προσδιοριστεί η διατροφική αξία των μικροσαλατών που είναι ο βασικός σκοπός της παρούσας μελέτης.

### 10.3 Υλικά και μέθοδοι

#### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

##### Υλικά και Μέθοδοι

Χρησιμοποιήθηκαν δυο είδη λαχανικών α) το μπρόκολο (Calabrese) και β) το κουνουπίδι (Early Snowball). Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 24/1/17. 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

Φυτικό είδος	Ημερομηνία σποράς	1 <sup>η</sup> συγκομιδή	2 <sup>η</sup> συγκομιδή	3 <sup>η</sup> συγκομιδή
Μπρόκολο	24/1/2017	8/2 (15 ημέρες από την σπορά)	13/2 (20 ημέρες από την σπορά)	18/2 (25 ημέρες από την σπορά)
Κουνουπίδι	24/1/2017	8/2 (15 ημέρες από την σπορά)	13/2 (20 ημέρες από την σπορά)	18/2 (25 ημέρες από την σπορά)

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

##### Συγκομιδή

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

##### Αναλύσεις φυτικών ιστών

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

Η ξήρανση των φυτικών ιστών έγινε μετά από παραμονή τους σε θάλαμο με θερμοκρασία 72°C μέχρις ότου σταθεροποιηθεί το βάρος τους. Οι φυτικοί ιστοί (φύλλα και ρίζες) που προορίζονταν για τους προσδιορισμούς των θρεπτικών στοιχείων, ξηπλύθηκαν προσεκτικά με απιονισμένο νερό και ξηράνθηκαν στους 72°C 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 550° C. Στην θερμοκρασία αυτή το δείγμα παρέμεινε για 4,5 ώρες, μέχρι καύσεως όλης της οργανικής ουσίας του υπό ανάλυση φυτικού ιστού (λευκός χρωματισμός της τέφρας). Μετά την παρέλευση των 4,5 ωρών και αφού κρύωσε ο θάλαμος καύσεως του πυριαντηρίου (την επομένη ημέρα), το δείγμα (τέφρα φυτικού ιστού) υπέστη εκχύλιση με 15 ml HCl 10% (9:1) (1 μέρος HCl 37% και 9 μέρη καθαρό νερό).

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

### **Προσδιορισμός του P**

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

### **Προσδιορισμός του B**

Η συγκέντρωση του B προσδιορίσθηκε 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 (Gurta και Stewart, 1975).

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

Οι συγκεντρώσεις των Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Mn and Zn προσδιορίστηκαν μέσω της φασματοφωτομετρίας ατομικής απορρόφησης με τη βοήθεια του οργάνου της ατομικής απορρόφησης (GBC 906A/A Australia). Χρησιμοποιήθηκε φλόγα αέρα-ασετυλίνης υψηλής καθαρότητας. Ειδικότερα, για τον προσδιορισμό των Ca και Mg προστέθηκε διάλυμα συγκέντρωσης  $4.500 \text{ mg l}^{-1}$  La στα δείγματα και στα πρότυπα διαλύματα, για την αποφυγή παρεμβολών από άλλα στοιχεία. Στην περίπτωση των Ca, Mg, K και Na οι συγκεντρώσεις εκφράστηκαν σε % των στοιχείων επί της ξηράς ουσίας, ενώ στην περίπτωση των Fe, Cu, Mn και Zn οι συγκεντρώσεις εκφράστηκαν σε ppm των στοιχείων επί της ξηράς ουσίας.

### **Στατιστική ανάλυση**

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

## **Αποτελέσματα**

### **1. Μπρόκολο**

#### **Πίνακας 2.**

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

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος ( $\text{g/m}^2$ )	Ξηρά ουσία %
15	347,4	6,91 b
20	343,7	9,97 a
25	353,9	9,49 a

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

Βάσει των αποτελεσμάτων του πίνακα 2 συνάγεται ότι το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος δεν μεταβάλλεται σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής. Η ξηρά ουσία αυξάνεται σημαντικά μετά τις 20 ημέρες από την σπορά, με την μικρότερη τιμή να παρατηρείται στις 15 ημέρες.

### Πίνακας 3.

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

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Ca	Mg	K	Na	P
15	3,18	0,44 b	4,62	0,33 c	0,69 b
20	2,75	0,44 b	4,52	0,44 b	0,85 a
25	2,92	0,48 a	4,77	0,50 a	0,85 a

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

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 3 προκύπτουν τα εξής:

- Ca, K: δεν επηρεάζονται από το στάδιο συγκομιδής.
- Mg: η υψηλότερη τιμή παρουσιάζεται στις 25 ημέρες από την σπορά
- P: η υψηλότερη συγκέντρωσή του παρατηρείται στις 20 και 25 ημέρες από την σπορά, και η χαμηλότερη στις 15.
- Na: η χαμηλότερη συγκέντρωσή του παρατηρείται στις 15 και η υψηλότερη στις 25 ημέρες από την σπορά.



#### Πίνακας 4.

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

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Fe	Mn	Zn	Cu	B
15	90,3 c	53,8 a	53,4 a	10,8	17,7 b
20	96,5 b	38,6 b	45,5 b	10,6	22,8 a
25	102,7 a	53,6 a	43,7 b	10,4	20,8 a

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

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 4 προκύπτουν τα εξής:

- Mn: Η μικρότερη συγκέντρωση παρατηρείται στις 20 ημέρες από την σπορά.
- Fe: η συγκέντρωσή του αυξάνεται σημαντικά, αυξανόμενου του χρόνου συγκομιδής.
- Zn: Η συγκέντρωσή του μειώνεται σημαντικά στις 20 και 25 ημέρες από την σπορά.
- Cu: Η συγκέντρωσή του δεν επηρεάζεται από το στάδιο συγκομιδής

## 2. Κουνουπίδι

### Πίνακας 5.

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

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος (g/m <sup>2</sup> )	Ξηρά ουσία %
15	306,7 c	7,81
20	473,7 b	7,90
25	596,4 a	7,85

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

Βάσει των αποτελεσμάτων του πίνακα 5 συνάγεται ότι το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος αυξάνεται σημαντικά σε σχέση με το στάδιο συγκομιδής με την μεγαλύτερη τιμή να παρατηρείται στις 25 ημέρες και την μικρότερη στις 15 ημέρες από την σπορά. Η ξηρά ουσία δεν δείχνει να επηρεάζεται από το στάδιο συγκομιδής.

### Πίνακας 6.

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

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Ca	Mg	K	Na	P
15	1,62 b	0,40	3,74 b	0,37 c	0,89 a
20	2,37 a	0,43	5,15 a	0,55 b	0,82 b
25	2,35 a	0,42	4,84 a	0,62 a	0,76 c

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

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 6 προκύπτουν τα εξής:

- Ca, K: η συγκέντρωσή τους παρουσιάζει σημαντική αύξηση, στις 20 και 25 ημέρες από την σπορά σε σχέση με τις 15 ημέρες.
- P: η συγκέντρωσή του παρουσιάζει σταδιακή μείωση, αυξανόμενου του χρόνου συγκομιδής με όλες τις μεταχειρίσεις να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.
- Na: η συγκέντρωσή του αυξάνεται σταδιακά, αυξανόμενου του χρόνου συγκομιδής.
- Mg: η συγκέντρωσή του δεν επηρεάζεται από το στάδιο συγκομιδής

### Πίνακας 7.

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

Στάδιο συγκομιδής (ημέρες από την σπορά)	Fe	Mn	Zn	Cu	B
15	101,7 b	30,1	73,8 a	11,1	21,6
20	110,8 b	31,5	75,7 a	15,4	25,0
25	139,7 a	28,9	63,7 b	13,4	24,8

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

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7 προκύπτουν τα εξής:

- Fe: οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρούνται στις 20 και 25 ημέρες από την σπορά και η χαμηλότερη στις 15.
- Mn, Cu, B: Οι συγκεντρώσεις τους δεν επηρεάζονται από το στάδιο συγκομιδής.
- Zn: οι υψηλότερες τιμές παρατηρούνται στις 15 και 20 ημέρες από την σπορά και η μικρότερη στις 25.

## 11. Συζήτηση - Συμπεράσματα

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

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα του πειράματος, το κουνουπίδι παρουσιάζει σημαντική μεταβολή στην παραγωγή νωπού προϊόντος σε συνάρτηση με τον χρόνο συγκομιδής, σε αντίθεση με μπρόκολο που δεν δείχνει να επηρεάζεται. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση του μπρόκολου η μη διαφοροποίηση στην παραγωγή νωπού βάρους, πιθανότατα να επηρεάστηκε από διάφορες πηγές παραλλακτικότητας που δεν μπόρεσαν να απομονωθούν, όπως η ανομοιομορφία της σποράς και η συχνότητα των ποτισμάτων.

Η κατάσταση αυτή αντιστρέφεται με την μεταβολή της ξηράς ουσίας με το κουνουπίδι να μην επηρεάζεται σημαντικά σε σχέση με το μπρόκολο. 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 πιθανόν 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.

## 12. Βιβλιογραφία

1. Bulgari, R., Baldi, A., Ferrante, A. and Lenzi, A. (2016). Yield and quality of basil, Swiss chard, and rocket microgreens grown in a hydroponic system. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 45(2), pp.119-129.
2. Cerny, T., Rajapakse, N. and Rieck, J. (2004). Height Control of Vegetable Seedlings by Greenhouse Light Manipulation. *Journal of Vegetable Crop Production*, 10(1), pp.67-80.
3. Chandra, D., Kim, J. and Kim, Y. (2012). Changes in microbial population and quality of microgreens treated with different sanitizers and packaging films. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 53(1), pp.32-40.
4. Charlebois, S. (2018). Can Greenbelt Microgreens Expand its Model? A Discussion on the Future of Microgreens. *Journal of Agricultural Studies*, 6(2), p.17.
5. Di Gioia, F., De Bellis, P., Mininni, C., Santamaria, P. and Serio, F. (2016). Physicochemical, agronomical and microbiological evaluation of alternative growing media for the production of rapini (*Brassica rapa*L.) microgreens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(4), pp.1212-1219.
6. Franks, E. and Richardson, J. (2009). *Microgreens*. Layton, Utah: Gibbs Smith.
7. Gupta, S.K., Stewart, J.W.B., 1975. The extraction and determination of plant available boron in soil. *Schweiz. Landwirtsch. Forsch.* 14: 153-169.
8. 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
9. Hill, F. (2010). *How to grow microgreens*. Auckland, N.Z.: David Bateman.
10. Janovská, D., Štočková, L. and Stehno, Z. (2010). Evaluation of buckwheat sprouts as microgreens. *ActaagriculturaeSlovenica*, 95(2).
11. Kou, L., Yang, T., Luo, Y., Liu, X., Huang, L. and Codling, E. (2014). Pre-harvest calcium application increases biomass and delays senescence of broccoli microgreens. *Postharvest Biology and Technology*, 87, pp.70-78.

12. Kyriacou, M., Roupael, Y., Di Gioia, F., Kyratzis, A., Serio, F., Renna, M., De Pascale, S. and Santamaria, P. (2016). Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. *Trends in Food Science & Technology*, 57, pp.103-115.
13. Langowski, H. and Wani, A. (2014). A warm welcome to Food Packaging and Shelf Life!. *Food Packaging and Shelf Life*, 1(1), pp.1-2.
14. Li, Q. and Kubota, C. (2009). Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. *Environmental and Experimental Botany*, 67(1), pp.59-64.
15. Lu, Y., Dong, W., Alcazar, J., Yang, T., Luo, Y., Wang, Q. and Chen, P. (2018). Effect of preharvest CaCl<sub>2</sub> spray and postharvest UV-B radiation on storage quality of broccoli microgreens, a richer source of glucosinolates. *Journal of Food Composition and Analysis*, 67, pp.55-62.
16. Martínez-Sánchez, A., Gil-Izquierdo, A., Gil, M. and Ferreres, F. (2008). A Comparative Study of Flavonoid Compounds, Vitamin C, and Antioxidant Properties of Baby Leaf Brassicaceae Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(7), pp.2330-2340.
17. Mir, S., Shah, M. and Mir, M. (2016). Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(12), pp.2730-2736.
18. 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.
19. Nutrition, Sensory, Quality and Safety Evaluation of A New Specialty Produce: Microgreens. (2013). 2013.
20. Officer, C. and Officer, C. (2018). *Post-harvest Physiology of Microgreens*. [online] Journal of Young Investigators. Available at: <https://www.jyi.org/2012-july/2017/9/12/post-harvest-physiology-of-microgreens> [Accessed 27 May 2018].
21. Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Jankauskienė, J., Viršilė, A., Sirtautas, R., Novičkovas, A., Sakalauskienė, S., Sakalauskaitė, J. and Duchovskis, P. (2013). LED irradiance level affects growth and nutritional quality of Brassica microgreens. *Open Life Sciences*, 8(12).
22. Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Sirtautas, R., Sakalauskienė, S., Jankauskienė, J., Duchovskis, P. and Novičkovas, A. (2012). THE IMPACT OF SUPPLEMENTARY SHORT-TERM RED LED LIGHTING ON THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF MICROGREENS. *Acta Horticulturae*, (956), pp.649-656.

23. Weber, C. (2017). Broccoli Microgreens: A Mineral-Rich Crop That Can Diversify Food Systems. *Frontiers in Nutrition*, 4.
24. Xiao, Z., Lester, G., Luo, Y. and Wang, Q. (2012). Assessment of Vitamin and Carotenoid Concentrations of Emerging Food Products: Edible Microgreens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(31), pp.7644-7651.
25. Xiao, Z., Luo, Y., Lester, G., Kou, L., Yang, T. and Wang, Q. (2014). Postharvest quality and shelf life of radish microgreens as impacted by storage temperature, packaging film, and chlorine wash treatment. *LWT - Food Science and Technology*, 55(2), pp.551-558.