

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
Ι Δ Ρ Υ Μ Α



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ  
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΡΟΠΟΥ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ  
ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΩΝ ΣΕ  
ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΙΠΛΕΥΣΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**



**ΠΟΤΣΙΤΑΡΙ ΙΡΙΝΑ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2017**



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ  
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΡΟΠΟΥ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ  
ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΩΝ ΣΕ  
ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΙΠΛΕΥΣΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΠΟΤΣΙΤΑΡΙ ΙΡΙΝΑ**

**ΑΜ: 2012 008**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**

**ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΚΟΤΣΙΡΑΣ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2017**

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναπτύχθηκε στα πλαίσια πειραματικής έρευνας στα εργαστήρια του Τμήματος Βιολογικών Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών Και Ανθοκομίας του ΤΕΙ Πελοποννήσου.

Η πτυχιακή εργασία έχει ως θέμα «Επίδραση τρόπου συγκομιδής στην ποιότητα των καλλιεργούμενων μαρουλιών σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης».

Συγκεκριμένα αναφέρεται στην επίδραση τρόπου συγκομιδής στην ποιότητα του μαρουλιού, επομένως και στη συντήρησή του. Πως παράγοντες όπως θερμοκρασία, ποικιλία και ρίζα επηρεάζουν τη μετασυλλεκτική ζωή του λαχανικού.

Η πτυχιακή εργασία έχει ως θέμα «Επίδραση τρόπου συγκομιδής στην ποιότητα των καλλιεργούμενων μαρουλιών σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης».

Αποτελείται από δεκατέσσερα θεωρητικά κεφάλαια και το πειραματικό μέρος. Στο πρώτο μέρος κάνει λόγο γενικά για το μαρούλι, όπως για την καταγωγή, τους τύπους και ποικιλίες, τη θρεπτική του αξία, την εκτός εδάφους καλλιέργειά του, τη θρέψη, συγκομιδή και συντήρηση κ.λπ..

Στη συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά το πειραματικό μέρος, αναφέροντας τα υλικά και τις μεθόδους του πειράματος, τα αποτελέσματα των πειραμάτων και τέλος τα συμπεράσματα.

## Πίνακας περιεχομένων

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	7
1.1. Βοτανική ταξινόμηση.....	7
1.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	7
2. ΙΣΤΟΡΙΚΟ- ΚΑΤΑΓΩΓΗ.....	8
3. ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	9
3.1. Ποικιλίες τύπου Cos ή Romaine (Κως ή Ρωμάνα).....	9
3.2. Ποικιλίες κατσαρού κεφαλωτού τύπου, Iceberg ή Crisphead.....	10
3.3. Ποικιλίες λείου κεφαλωτού τύπου, Butterhead.....	11
3.4. Ποικιλίες με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα (Looseleaf).....	12
3.5. Batavia.....	13
3.6. Stem lettuce ή celtuce (κινέζικο μαρούλι).....	13
3.7. Τύποι που καλλιεργούνται για τους ελαιούχους σπόρους τους.....	14
4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ.....	14
5. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ.....	15
6. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	16
7. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	18
8. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	22
8.1. Σχετική υγρασία.....	22
8.2. Φωτισμός.....	22
8.3. Διοξείδιο του άνθρακα (CO <sub>2</sub> ).....	23
8.4. Κλιματικές απαιτήσεις- Θερμοκρασία.....	23
9. ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΦΥΤΕΥΣΕΩΣ.....	25
10. ΛΙΠΑΝΣΗ-ΘΡΕΨΗ.....	26
11. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΜΑΡΟΥΛΙ.....	27
11.1. Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC).....	27
11.2. Συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων.....	27
11.3. Το pH θρεπτικού διαλύματος.....	28
12. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	29
12.1. Συλλεκτική ωριμότητα.....	29
12.2. Οριμότητα και ποιότητα.....	29
12.3. Κριτήρια συλλεκτικής ωριμότητας.....	30
12.3.1. Φυσικά χαρακτηριστικά.....	30

12.3.2. Χημικά χαρακτηριστικά .....	31
12.3.3. Μεταβολικές αλλαγές.....	31
12.4. Κριτήρια συγκομιδής μαρουλιού .....	31
12.4.1. Μέγεθος.....	31
12.4.2. Χρόνος.....	31
12.5. Αποδόσεις .....	32
12.6. Διαδικασία συγκομιδής μαρουλιού .....	32
13. Συντήρηση.....	32
13.1. Παράγοντες που επηρεάζουν τη συντήρηση .....	33
13.1.1. Προσυλλεκτικοί παράγοντες .....	33
13.1.2. Συγκομιδή .....	34
13.1.3. Πρόψυξη .....	34
13.1.4. Φυτοϋγεία.....	34
13.1.5. Μετασυλλεκτικές συνθήκες περιβάλλοντος .....	34
13.2. Συντήρηση στο μαρούλι .....	34
13.2.1. Θερμοκρασία .....	34
13.2.2. Σχετική υγρασία .....	35
13.2.3. Σύσταση ατμόσφαιρας .....	35
13.2.4. Αερισμός .....	35
13.2.5. Αναπνοή.....	36
13.2.6. Αιθυλένιο .....	36
13.2.7. Διαπνοή.....	36
13.3. Τροποποιημένη ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα στη συντήρηση του μαρουλιού .....	37
13.3.1.Επιδράσεις τροποποιημένης ή ελεγχόμενης ατμόσφαιρας.....	38
13.3.2. Τροποποιημένη ατμόσφαιρα, συσκευασία και χρήση ημιπερατής μεμβράνης .....	39
13.4. Μεταφορά λαχανικών υπό ψύξη .....	41
13.5. Φυσιολογικές ανωμαλίες .....	41
13.5.1. Καταπόνηση προϊόντων μετά τη συγκομιδή.....	41
13.5.2. Φυσιολογικές ανωμαλίες .....	42
13.5.3. Θερμική καταπόνηση .....	43
13.5.4. Ατμοσφαιρική καταπόνηση.....	43
13.5.5. Καταπόνηση από μηχανικές ζημιές.....	43
13.5.6. Χημική καταπόνηση.....	43
13.6. Ασθένειες ή ανωμαλίες .....	44

14. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ .....	44
14.1. Μυκητολογικές ασθένειες.....	44
14.1.1. Τήξη σπορείων .....	44
14.1.2. Περονόσπορος.....	45
14.1.3. Βοτρύτης (φαιά σήψη) .....	45
14.2. Εντομολογικές προσβολές.....	46
14.2.1. Αφίδες.....	46
14.2.2. Αλευρώδης.....	46
14.2.3. Θρίπας.....	46
14.2.4. Κοχλίες .....	46
14.3. Ιώσεις.....	46
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	48
Υλικά και Μέθοδοι .....	48
Φυτικό Υλικό .....	48
Τρόπος συγκομιδής και συνθήκες αποθήκευσης .....	49
Παράμετροι ποιότητας .....	49
Χρώμα .....	50
Συγκέντρωση χλωροφύλλης (SPAD index) και φθορισμός χλωροφύλλης ( $F_v / F_m$ ) .....	50
Οπτική εκτίμηση (VAR) (κλίμακα 0 – 4).....	50
Αποτελέσματα-Συζήτηση.....	55

# 1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

## 1.1. Βοτανική ταξινόμηση

Το μαρούλι ανήκει στην οικογένεια Σύνθετων (Asteraceae) μαζί με άλλα καλλιεργούμενα λαχανικά, όπως το ραδίκι, το αντίδι και η αγκινάρα. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες έχουν διπλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων με  $2n=18$ . Στο γένος *Lactuca* απαντώνται περισσότερα από 100 είδη, πολλά από τα οποία καταναλώνονται από τον άνθρωπο ως άγρια χόρτα, ενώ αρκετά άλλα αποτελούν ζιζάνια. Οι ποικιλίες του καλλιεργούμενου μαρουλιού διακρίνονται σε διάφορους τύπους ανάλογα με τον τύπο της κεφαλής που σχηματίζουν.

## 1.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Είναι φυτό ετήσιο, ποώδες με ανάπτυξη που ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο (όρθια ή πλάγια). Το κυρίως ριζικό σύστημα είναι επιφανειακό (αναπτύσσεται στα πρώτα 15 εκ.-20 εκ.), αλλά το φυτό σχηματίζει σαρκώδη, κεντρική, πασσαλώδη ρίζα η οποία φτάνει σε μήκος τα 50 εκ. -60 εκ. και καταστρέφεται κατά την μεταφύτευση.

Ο βλαστός έχει μικρό ύψος κατά τη βλαστική φάση, αποτελούμενος από πολλά μικρά μεσογονάτια διαστήματα, αλλά κατά την αναπαραγωγική φάση, όπου το φυτό σχηματίζει ανθικό στέλεχος, μπορεί να φτάσει ή να ξεπεράσει το 1 μ.

Τα φύλλα είναι πυκνά διατεταγμένα στο βλαστό σχηματίζοντας ροζέτα στο στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης, ενώ το μέγεθος, το σχήμα, το χρώμα και η εμφάνισή τους ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο.

Τα άνθη περιβάλλονται από βράκτια και διατάσσονται πάνω στο ανθικό στέλεχος υπό μορφή κορυμβόμορφου βότρυος ή φόβης. Η ανθοδόχη είναι επίπεδη αποτελούμενη από 3-4 σειρές λογχοειδών ή ωοειδών βρακτίων. Τα ανθίδια είναι ερμαφρόδιτα, ακτινόμορφα, πενταμερή, ενώ σε κάθε κεφαλή υπάρχουν 7-35 ανθίδια. Η στεφάνη των ανθιδίων είναι κίτρινη, σωληνοειδής ενώ ο κάλυκας των ανθιδίων είναι υποτυπώδης σχηματίζοντας τον πάππο. Οι στήμονες είναι 5, ενωμένοι, σχηματίζοντας σωλήνα, ο οποίος περιβάλλει το στύλο που καταλήγει σε δισχιδές στίγμα, ενώ η ωοθήκη είναι υποφυής, μονόχωρη. Η άνθηση λαμβάνει χώρα σταδιακά πάνω στο φυτό και διαρκεί συνολικά 1-2 μήνες. Τα ανθίδια ανοίγουν για 1-2 ώρες το πρωί, ενώ δεν ανοίγουν όλα ταυτόχρονα σε κάθε κεφάλιο. Η αυτογονιμοποίηση λαμβάνει χώρα σε πολύ μεγάλο ποσοστό (99%) λόγω της κατασκευής του άνθους, ενώ ένα πολύ μικρό ποσοστό ανθέων σταυρογονιμοποιείται. Οι σπόροι ωριμάζουν σε 9 έως 13 ημέρες μετά την άνθηση.

Ο καρπός είναι αχάινιο, μονόσπερμος, επιμήκης, με μήκος 3-4 χιλιοστά και ο σπόρος λείος ή ραβδωτός, πεπλατυσμένος, σε χρώμα λευκό, κιτρινωπό, γκρίζο, καφετί ή μαύρο και φέρει πάππο. Κάθε φυτό παράγει 10-30 γραμμάρια σπόρου, ενώ κάθε γραμμάριο περιέχει 900-1.000 σπόρους.

(Ιμπραχίμ Αβραάμ Χα και Σπύρος Πετρόπουλος, 2014)

## 2. ΙΣΤΟΡΙΚΟ- ΚΑΤΑΓΩΓΗ

Το καλλιεργούμενο μαρούλι (*Lactuca sativa* L.) θεωρείται ότι κατά πάσα πιθανότητα προήλθε από το άγριο μαρούλι *Lactuca serriola* ή *scariola* L., το οποίο συναντάται ως ζιζάνιο σε πολλές περιοχές της Ευρώπης, ή κατόπιν διασταυρώσεων με τα άγρια είδη *L. saligna* και *L. virosa*. Υπάρχουν πάνω από εκατό είδη στο γένος *Lactuca*. Το μαρούλι ανήκει στη μεγαλύτερη βοτανική οικογένεια των φυτών, τα σύνθετα (Compositae) και στην υποδιαίρεση *Liguliflorae*, στην οποία τα ανθίδια έχουν χαρακτηριστικό σχήμα που μοιάζει σαν λουρί, και στους βλαστούς και τα φύλλα σχηματίζεται ένας γαλακτώδης χυμός (latex). Συγγενικά είδη με το μαρούλι είναι το κιχώριο (chicory), το αντίδι, κ.α. (Ryder and Whitaker, 1976).

Το μαρούλι τύπου Cos πιστεύεται ότι έχει διαδοθεί από την Ελλάδα και το όνομα του τύπου προέρχεται από την νήσο Κω, που βρίσκεται στο Αιγαίο Πέλαγος. Επίσης, χώροι προέλευσης του μαρουλιού θεωρούνται οι περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου, Μικράς Ασίας, Καυκάσου, Περσίας και Τουρκιστάν. Στην Ελλάδα, όπως αναφέρει ο Καββαδάς (1956), αυτοφύονται 9 είδη του γένους *Lactuca*.

Ζωγραφιές του μαρουλιού τύπου Cos έχουν βρεθεί σε επιτύμβιες πλάκες της Αιγύπτου από το 4.500 π.Χ. και είναι γνωστό ότι το μαρούλι χρησιμοποιείται πάρα πολύ στη διατροφή του ανθρώπου πάνω από 2.000 χρόνια. Πολύ πριν από τη χρήση του σαν τροφή χρησιμοποιείτο για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες (έχει νεκρωτικές και παυσίπονες ιδιότητες).

Ο χυμός του ήμερου μαρουλιού *L. sativa* καθώς και των *L. virosa* (λακτούκη η τοξική) και *L. capitata*, είναι φαρμακευτικός, λαμβάνεται δε από τομές που γίνονται στον ανθοφόρο βλαστό του φυτού. Φαρμακευτικό είναι επίσης και το “θριδάκινον ύδωρ”, το οποίο λαμβάνεται μετά απόσταξη των φύλλων του μαρουλιού. Τέλος, η σύνθλιψη του ανθοφόρου βλαστού λαμβάνεται η “θριδακία” (γαλλ. tridace), η οποία χρησιμοποιείται στην κατασκευή του φημισμένου σαπουνιού “tridace” (Γενάδιος, 1959).



Αναφέρεται ότι οι Πέρσες το καλλιεργούσαν τον 6<sup>ο</sup> π.Χ. αιώνα. Επίσης, ήταν γνωστό στους Αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους και αναφέρεται από τους Ηρόδοτο, Θεόφραστο, Διοσκουρίδη κ.α. με το όνομα “Θρίδαξ” ή “Θριδακίνη”, ενώ οι Κύπριοι το ονόμαζαν “Βρένθις”. Ο Θεόφραστος το περιγράφει σαν λαχανικό “επίσπορο”, ότι δηλαδή μπορεί να σπαρεί πολλές φορές μέσα σε ένα έτος και μάλιστα περιγράφει τέσσερα διαφορετικά είδη. Στην Κίνα μεταφέρθηκε το 900 μ.Χ.

Στην Αγγλία αναφέρεται για πρώτη φορά το κεφαλωτό μαρούλι το 1543. Στην Γαλλία, και ιδιαίτερα στην περιοχή του Παρισιού, για εκατοντάδες χρόνια εφαρμόζονταν μια εξειδικευμένη μέθοδος καλλιέργειας μαρουλιού σε “τζάκια” με θερμοστρωμένες από ζυμούμενη κοπριά. (Ολύμπιος, 2001)

### **3. ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ**

Υπάρχουν πάρα πολλές ποικιλίες για κάθε τύπο μαρουλιού, οι οποίες διαφοροποιούνται σε επιμέρους χαρακτηριστικά, όπως το μέγεθος της κεφαλής (για τους κεφαλωτούς τύπους), το χρώμα του φυλλώματος, η ανθεκτικότητα σε διάφορες ασθένειες, ο πρόωρος σχηματισμός ανθικού στελέχους (bolting) και ο λήθαργος υψηλών θερμοκρασιών. Ο κάθε παραγωγός θα πρέπει να επιλέγει την ποικιλία που θα καλλιεργήσει με βάση τις ανάγκες και τις απαιτήσεις της αγοράς, τη εποχή φύτευσης, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν και την ύπαρξη τυχόν προβλημάτων από διάφορες ασθένειες.

Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στις κυριότερες ποικιλίες κατά τύπο που καλλιεργούνται σήμερα στην Ελλάδα αλλά και σε άλλες σημαντικές χώρες παραγωγής μαρουλιού.

#### **3.1. Ποικιλίες τύπου Cos ή Romaine (Κως ή Ρωμάνα)**

Ο τύπος αυτός μαρουλιού καλλιεργείται από πολύ παλιά και το όνομά του προέρχεται από τους ρωμαϊκούς χρόνους, οπότε ήταν διαδεδομένη η καλλιέργειά του, καθώς και από την νήσο Κω, η οποία αποτελούσε κέντρο παραγωγής μαρουλιού κατά τους Βυζαντινούς χρόνους. Ο τύπος αυτός είναι πολύ διαδεδομένος στην χώρα μας και διακρίνεται για τα μικρά, όρθιας ανάπτυξης φύλλα, τα οποία σχηματίζουν κεφαλή επιμήκους σχήματος. (Ιμπραχίμ Αβραάμ Χα και Σπύρος Πετρόπουλος, 2014)

Οι ποικιλίες στον τύπο αυτό μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το χρώμα (πράσινο, πρασινοκίτρινο, με απόχρωση κοκκινωπή), ως προς την πρωιμότητα, ως προς την αντοχή στο σχηματισμό ανθοφόρου βλαστού σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και μεγάλης ημέρας, ως

προς την ανθεκτικότητα σε ασθένειες και ως προς την εποχή καλλιέργειας. Είναι κατ'εξοχήν τύπος που καλλιεργείται στη Ελλάδα.

**Parris Island Cos** (καλλιεργείται το φθινόπωρο και τον χειμώνα)

**Gramsi** (καλλιεργείται το φθινόπωρο και τον χειμώνα)

**Paris White noga** (καλοκαιρινή καλλιέργεια)

**Paris Cos** (καλλιεργείται το φθινόπωρο και τον χειμώνα)

**Fairen** (καλλιεργείται το φθινόπωρο και τον χειμώνα)

**Marvel** (καλλιεργείται αργά την άνοιξη και το καλοκαίρι)

Εισάγονται και αρκετές άλλες ποικιλίες τύπου “Ρωμάνα” όπως: Cos Corsica, Romana Inver, Romana Ballon, Blonde Romaine, Romance, Romana Larca, Valmaine Cos, WinterDensity κ.λπ. σε μικρότερες σχετικά ποσότητες. (Ολύμπιος, 2001)



*Εικόνα 3.1. Μαρούλι τύπου Romaine.*

### **3.2. Ποικιλίες κατσαρού κεφαλωτού τύπου, Iceberg ή Crisphead**

Τα φυτά αυτά σχηματίζουν σφαιρική κεφαλή, ενώ τα φύλλα έχουν κυματοειδή εμφάνιση και είναι αρκετά εύθραυστα. Ο τύπος αυτός είναι διαδεδομένος στην Βόρεια Αμερική, ενώ πρόσφατα ξεκίνησε η καλλιέργειά του και στην Ελλάδα.

Από τις “κεφαλωτές” ποικιλίες του τύπου Iceberg ή Crisphead εισάγονται στην Ελλάδα οι πιο κάτω. Οι εκτάσεις που καλλιεργούνται σήμερα είναι πολύ περιορισμένες. Είναι ο κυρίαρχος τύπος που καλλιεργείται στις Η.Π.Α.

**Salinas** (καλλιεργείται την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, κατάλληλη για παραθαλάσσιες περιοχές)

**Great Lakes 659-700** (καλλιεργείται όλο τον χρόνο)

**Empire** (καλλιεργείται όλο τον χρόνο)

**Italica** (καλλιεργείται αργά την άνοιξη και το καλοκαίρι)

**Brogan** (καλλιεργείται όλο τον χρόνο)

Άλλες επίσης ποικιλίες που καλλιεργούνται κυρίως στην Αμερική είναι: Minetto, Merit, Climax, Cristallo, Montello, Crival, Sterlina, Vanguard 75, Calmar, Nabucco, κ.α. (Ολύμπιος, 2001)



*Εικόνα 3.2. Μαρούλι τύπου Iceberg.*

### **3.3. Ποικιλίες λείου κεφαλωτού τύπου, Butterhead**

Τα φυτά του τύπου αυτού σχηματίζουν χαλαρή κεφαλή σφαιρικού σχήματος, ενώ τα φύλλα έχουν μαλακή υφή και ανοικτό πράσινο χρώμα. Ο τύπος αυτό είναι πολύ διαδεδομένος Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη, ενώ τα τελευταία χρόνια διεισδύει και την ελληνική αγορά. (Ιμπραχίμ Αβραάμ Χα και Σπύρος Πετρόπουλος, 2014)

Καλλιεργείται σε μεγαλύτερη έκταση στην Ελλάδα από τον τύπο Iceberg, αλλά και πάλι σε σχετικά μικρή έκταση. Είναι ο τύπος που προτιμάται στις πλείστες ευρωπαϊκές χώρες. Οι κυριότερες ποικιλίες είναι:

**White Boston** (απαιτεί 70 ημέρες μέχρι τη συγκομιδή)

**Citation** (ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες και στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων)

**Bibb** (πρώιμο, μειονέκτημα πρόωρου σχηματισμού ανθικού στελέχους)

**Artemis** (κατάλληλη για όψιμη καλλιέργεια την άνοιξη προς το καλοκαίρι)

**Rachel** (φυτό ταχείας ανάπτυξης, ανθεκτικό στο ωίδιο και τον περονόσπορο)

Άλλες επίσης ποικιλίες που κυκλοφορούν στη διεθνή αγορά είναι: Miranda, Ravel, Cynthia, Diamant, Hamlet, Marcia, Estelle, Rigoletto, Trocadero Improved, May King Ostinata, Amanda, Magiola. (Ολύμπιος, 2001)



*Εικόνα 3.3. Μαρούλι τύπου Butterhead.*

### **3.4. Ποικιλίες με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα (Looseleaf)**

Τα φυτά δεν σχηματίζουν κεφαλή, ενώ τα φύλλα είναι κυματοειδή και ελεύθερα σε διάφορα χρώματα.

Οι πιο διαδεδομένες ποικιλίες είναι:

**Grand rapids** (πρώιμη ποικιλία, ανάπτυξη σε 43 ημέρες)

**Prizehead** (όψιμη ποικιλία, ανάπτυξη σε 50 ημέρες, ανθεκτική στη μεταφορά)

**Simson's Curled** (ανάπτυξη σε 45 ημέρες)

**Salad Bowl** (ανάπτυξη σε 45 ημέρες, ανθεκτική στον πρώιμο σχηματισμό ανθικού στελέχους)

**E 9908** (ανεκτική στο μωσαϊκό του μαρουλιού)

**Terra** (ανθεκτικό στο σχηματισμό ανθικών στελεχών)

Άλλες ποικιλίες με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα είναι: Mesa, Capitan, Australische gele, κ.α. (Ολύμπιος, 2001)



*Εικόνα 3.4. Μαρούλι τύπου Looseleaf.*

### **3.5. Batavia**

Τα φυτά έχουν φύλλα κατσαρά και σχηματίζουν χαλαρή κεφαλή, αποτελώντας μια ενδιάμεση κατάσταση των τύπων looseleaf και iceberg.



*Εικόνα 3.5. Μαρούλι τύπου Batavia.*

### **3.6. Stem lettuce ή celtuce (κινέζικο μαρούλι)**

Τα φυτά ανήκουν στο είδος *Lactuca sativa* var. *Angustana* και καλλιεργούνται για το σαρκώδες στέλεχος που καταναλώνεται νωπό ή μαγειρεμένο, κυρίως σε διάφορες αστικές χώρες.



*Εικόνα 3.6. Κινέζικο μαρούλι.*

### **3.7. Τύποι που καλλιεργούνται για τους ελαιούχους σπόρους τους.**

Τα φυτά σχηματίζουν μικρό αριθμό φύλλων και εμφανίζουν πολύ πρόωρα ανθικό στέλεχος, πάνω στο οποίο σχηματίζονται μεγάλοι μεγέθους σπόροι, πλούσια σε έλαια.

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται κυρίως οι τέσσερις πρώτοι τύποι, ενώ τα τελευταία χρόνια αρχίζουν να γίνονται γνωστοί και οι άλλοι τύποι. (Ιμπραχίμ Αβραάμ Χα και Σπύρος Πετρόπουλος, 2014)

## **4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ**

Το μαρούλι είναι πολύ δημοφιλές λαχανικό στην Ελλάδα, με μεγάλη οικονομική σημασία. Καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις σε πολλές περιοχές του κόσμου όπως οι Η.Π.Α., οι χώρες της κεντρικής Ευρώπης, η Αυστραλία, η Νέα Ζηλανδία και η Ιαπωνία, αποτελώντας το πιο σημαντικό φυλλώδες λαχανικό για σαλάτες, κυρίως από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη. Είναι κατά κανόνα υπαίθρια καλλιέργεια, αλλά καλλιεργείται και σε θερμοκήπια, σε χώρες όπου ο χειμώνας είναι πάρα πολύ ψυχρός, όπως και στις Β. χώρες της Ευρώπης, στον Καναδά, στη Β. Αμερική κ.λπ. Η ζήτηση και κατανάλωση μαρουλιού έχει σχέση με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Για παράδειγμα, καλός καιρός προτρέπει τους καταναλωτές να φτιάχνουν σαλάτες, με αποτέλεσμα η ζήτηση να ανέρχεται, και αντίστροφα. Οι εκτάσεις και η παραγωγή υπαίθριας και θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού στην Ελλάδα την περίοδο 1980-97 δίνονται παρακάτω και η κατανομή κατά γεωγραφικό διαμέρισμα υπαίθριας καλλιέργειας σε υψηλό θερμοκήπια και χαμηλά σκέπαστρα δίνεται παρακάτω.

Σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας κατά τη διάρκεια του 1999 εισήχθησαν από χώρες της Ε.Ε. και τρίτες χώρες 1.444 τον. μαρουλιού, ενώ παράλληλα την αντίστοιχη περίοδο εξήχθησαν 142 τον. (Ολύμπιος, 2001)

## 5. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ

Το μαρούλι αποτελεί τροφή χαμηλής θερμιδικής αξίας και χαρακτηρίζεται από την υψηλή περιεκτικότητά του σε νερό (94-96%). Είναι λαχανικό με υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνες Α και C. Επίσης περιέχει και φολικό οξύ ή αλλιώς Β9 που είναι μια υδατοδιαλυτή βιταμίνη που ανήκει στη οικογένεια των βιταμινών Β. Το φολικό οξύ είναι απαραίτητο για τον οργανισμό καθώς βοηθάει στην παραγωγή νέων κυττάρων καθώς και στη σύνθεση του DNA και RNA. Το μαρούλι είναι επίσης και λαχανικά πλούσιο σε Ca και P, ανόργανα στοιχεία σημαντικά για τον ανθρώπινο οργανισμό (Ολυμπίου, 2001). Με βάση την περιεκτικότητα σε βιταμίνες και ανόργανα άλατα, το μαρούλι κατατάσσεται στη 26<sup>η</sup> θέση μεταξύ όλων των φρούτων και των λαχανικών. Οι τύποι ρωμάνα και σαλάτα είναι πλουσιότεροι σε Βιταμίνη C, Α και ασβέστιο.

Πίνακας 2: Περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά των 4 τύπων μαρουλιού

Συστατικά	Κεφαλωτός	Ημικεφαλωτό	Ρωμάνα	Σαλάτα
Νερό (%)	95.5	95,1	94	94
Ενέργεια (calories)	13	14	18	18
Πρωτεΐνη (%)	0,9	1,2	1,3	1,3
Λίπος (%)	0,1	0,2	0,3	0,3
Υδατάνθρακες (%)	2,9	2,5	3,5	3,5
Ίνες (%)	0,5	0,5	0,7	0,7
Ανόργανα (%)	0,6	1	0,9	0,9
Ασβέστιο (mg)	20	35	68	68
Φώσφορος (mg)	22	26	25	25
Σίδηρος (mg)	0,5	2	1,4	1,4
Νάτριο (mg)	9	9	9	9
Κάλιο (mg)	175	264	264	264
Βιταμίνη Α (Διεθνείς μονάδες)	330	970	1.900	1.900
Βιταμίνη C(mg)	6	8	18	18
Θειαμίνη (mg)	0,06	0,06	0,05	0,05
Ριβοφλαβίνη (mg)	0,06	0,06	0,08	0,08
Νιασίνη (mg)	0,3	0,3	0,4	0,4

(Ιμπραχίμ Αβραάμ Χα και Σπύρος Πετρόπουλος, 2014)

## 6. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Ποιότητα είναι το σύνολο των χαρακτηριστικών ενός συγκεκριμένου προϊόντος που επιτρέπουν το διαχωρισμό του και σχετίζεται άμεσα με την ικανότητα του καταναλωτή, ο οποίος χρησιμοποιώντας τα χαρακτηριστικά αυτά να είναι σε θέση να ξεχωρίζει το προϊόν και να το διακρίνει από το σύνολο ομοειδών προϊόντων.

Για τον προσδιορισμό της ποιότητας εξετάζονται χαρακτηριστικά των προϊόντων σε σχέση με τα κριτήρια ποιότητας που ισχύουν γι' αυτά.

Πίνακας 3: Ποιοτικά χαρακτηριστικά του μαρουλιού

Κριτήρια ποιότητας	Χαρακτηριστικά
1. Γενική εμφάνιση	Μέγεθος, χρώμα, σχήμα και μορφή
2. Κατάσταση επιφάνειας και ελαττώματα	Εξωτερική, φυσική, φυσιολογική, μηχανική, παθολογική
3. Φυσικά ανατομικά χαρακτηριστικά	Σκληρότητα, τραγανότητα
4. Γεύση- Άρωμα	Γλυκύτητα, οξύτητα, στυφότητα, άρωμα χαρακτηριστικό κάθε φρούτου ή προϊόντος
5. Θρεπτική αξία	Διαιτητική αξία, υδατάνθρακες, λίπη, βιταμίνες, ανόργανα
6. Ασφάλεια	Μολύνσεις, μυκοτοξίνες, υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων, βαριά μέταλλα

Συγκεκριμένα για το μαρούλι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά εκτός από την ποικιλία του φυτού, επηρεάζονται και από άλλους παράγοντες όπως:

- οι εδαφο-κλιματικές συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία, ηλιοφάνεια, υγρασία)
- οι καλλιεργητικές φροντίδες (π.χ. λίπανση, άρδευση, αραίωμα καρπών, καταπολέμηση ζιζανίων, καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών)
- η διατήρηση της ποιότητας (σωστή μετασυλλεκτική μεταχείριση και συντήρηση)
- η υποβάθμιση της ποιότητας (π.χ. μηχανικές ζημιές, προσβολές από διάφορα παθογόνα, απρόσεχτους χειρισμούς κατά τη συγκομιδή, συνθήκες αποθήκευσης προϊόντων)
- μεταφορά προϊόντων και μεταφορικά μέσα

Τα φύλλα του είναι λεία, πλατιά, διαφόρου μεγέθους και σχήματος (ωοειδή, καρδιοειδή, επιμήκη), τα οποία εμφανίζονται πάνω στον κοντό βλαστό κατά σπειροειδή διάταξη, και



είναι ακέραια ή κυματοειδή ή ακανόνιστα οδοντωτά. Τα πρώτα φύλλα είναι σχεδόν επίπεδα, ενώ τα επόμενα εμφανίζουν διαφόρου βαθμού κύρτωση, ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία και καλύπτει το ένα το άλλο σχηματίζοντας κεφάλι με βάρος που φθάνει μέχρι και 1000g. Το χρώμα, ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία, κυμαίνεται από βαθύ πράσινο ή πρασινοκίτρινο ως με κοκκινωπή απόχρωση.

Συνήθως το μαρούλι έχει τραγανή ή μαλακή υφή και πολύ λεπτή, βαθιά γεύση. Πρέπει να είναι πηγή βιταμίνης Α, βιταμίνης Κ, βιταμίνης C, φυλλικού οξέος, καλίου, μαγγανίου, χρωμίου και να περιέχει πολλές φυτικές ίνες.

Ανεξάρτητα από τον τύπο μαρουλιού, όλα τα μαρούλια πρέπει να διαθέτουν μια τραγανή όψη, να μην είναι μαραμμένα τα φύλλα και να είναι απαλλαγμένα από σκούρα ή γλοιώδη σημεία. Επιπλέον, τα άκρα των φύλλων θα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από καφέ ή κίτρινες αποχρώσεις. Τα μαρούλια, όπως τα Ρωμάνα και της Βοστώνης θα πρέπει να έχουν συμπαγή κεφαλή και τα βλαστικά τους άκρα να μην είναι πάρα πολύ σκούρα.

Φυσικά το προϊόν πρέπει να είναι καθαρό, δηλαδή να μην υπάρχουν ξένες ύλες ή υπολείματα ψεκαστικών υλικών, φυτοφαρμάκων, τοξικών ουσιών ή μικροβιακή επιβάρυνση, τα οποία πιθανόν να βλάπτουν την εμφάνιση του καρπού ή ακόμα και τη υγεία του καταναλωτή.



*Εικόνα 6. Καθαρό μαρούλι με τραγανή όψη.*

## 7. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Καλλιέργεια εκτός εδάφους ή αλλιώς υδροπονία καλείται κάθε μέθοδος καλλιέργειας φυτών των οποίων το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται εκτός του φυσικού εδάφους. Στις σύγχρονες καλλιέργειες εκτός εδάφους, η τροφοδότηση των φυτών με νερό και θρεπτικά στοιχεία βασίζεται στην χορήγηση ενός τεχνητά παρασκευασμένου θρεπτικού διαλύματος. Οι ρίζες αναπτύσσονται είτε απευθείας στο θρεπτικό διάλυμα είτε σε πορώδη στερεά υλικά τα οποία καλούνται υποστρώματα και διαβρέχονται τακτικά με θρεπτικό διάλυμα το οποίο καλύπτει παράλληλα και τις αρδευτικές ανάγκες των φυτών.

Το θρεπτικό διάλυμα είναι ένα αραιό υδατικό διάλυμα όλων των θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για τα φυτά και βρίσκονται διαλυμένα στο νερό κατά κανόνα ως ιόντα ανόργανων αλάτων.

Ως υπόστρωμα υδροπονικών καλλιεργειών μπορεί να θεωρηθεί κάθε φυσικό ή προερχόμενο από βιομηχανική επεξεργασία πορώδες υλικό, εκτός από το φυσικό χώμα, το οποίο χάρις στην ύπαρξη των πόρων είναι σε θέση να συγκρατεί νερό (θρεπτικό διάλυμα) και αέρα σε κατάλληλες για την ανάπτυξη των φυτών αναλογίες, με συνέπεια να μπορεί να υποκαθιστά το έδαφος ως μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος.

Συγκεκριμένα, οι καλλιέργειες εκτός εδάφους στις οποίες γίνεται χρήση υποστρώματος ονομάζονται και “καλλιέργειες σε υπόστρωμα”, ενώ αυτές στις οποίες δεν γίνεται χρήση υποστρώματος και οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε στάσιμο ή ρέον θρεπτικό διάλυμα, εκτός από “υδροκαλλιέργειες” καλούνται και “καλλιέργειες σε θρεπτικό διάλυμα”.

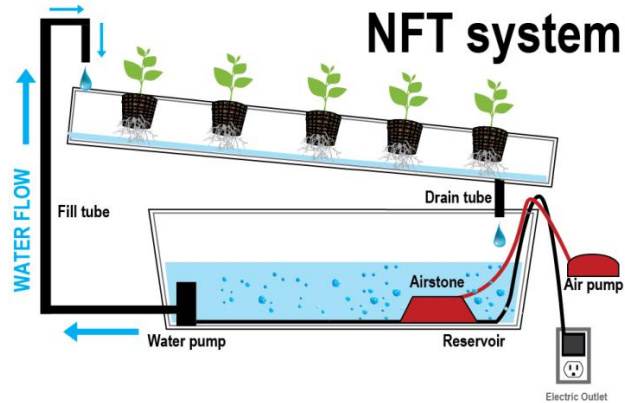
Το μαρούλι μπορεί να καλλιεργηθεί με επιτυχία τόσο σε υποστρώματα, όσο και σε συστήματα υδροκαλλιέργειας όπως το NFT (καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος), το σύστημα επίπλευσης, η επιδαπέδια υδροπονία και η αεροπονία. Από τα παραπάνω τα πιο συνηθισμένα συστήματα καλλιέργειας μαρουλιού εκτός εδάφους σε παραγωγικά θερμοκήπια είναι το NFT και το σύστημα επίπλευσης. Χάρι στον σύντομο χρόνο που απαιτείται από την μεταφύτευση μέχρι την συγκομιδή καθώς και στο μικρό μέγεθος των φυτών, η υδροκαλλιέργεια δεν παρουσιάζει τα προβλήματα που εμφανίζονται στις μακράς διάρκειας καλλιέργειες καρποδοτικών λαχανικών. Αντίθετα, αξιοποιούνται όλα τα πλεονεκτήματα των υδροκαλλιεργειών και ιδιαίτερα η οικονομία σε νερό και λιπάσματα καθώς και η μηδενική δαπάνη για την αγορά υποστρωμάτων (με εξαίρεση το υπόστρωμα που χρησιμοποιείται για τη παραγωγή σποροφύτων στο σπορείο). Επιπλέον, η παράγωγή μαρουλιού σε σύστημα υδροκαλλιέργειας παρέχει αυξημένες δυνατότητες μηχανοποίησης των καλλιεργητικών

εργασιών και της συγκομιδής. Ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα του μαρουλιού που παράγεται σε συστήματα υδροκαλλιέργειας είναι η απουσία χρώματος στη βάση του και στα κατώτερα τμήματα των φύλλων του. Τέλος, τα συστήματα υδροκαλλιέργειας δίνουν τη δυνατότητα παραγωγής μαρουλιών με μεγαλύτερη ικανότητα μετασυλλεκτικής συντήρησης στο ράφι, δεδομένου ότι μπορούν να συγκομιστούν με τμήμα του ριζικού τους συστήματος.



*Εικόνα 7.1. Μαρούλι συγκομισμένο με το τμήμα του ριζικού του συστήματος, για συντήρηση με μεγαλύτερη χρονική διάρκεια.*

Για την εγκατάσταση καλλιέργειας μαρουλιού σε σύστημα NFT χρησιμοποιούνται σπορόφυτα που έχουν παραχθεί σε κύβους πετροβάμβακα, τύρφης, ή μειγμάτων υποστρωμάτων, ακμής 3-4 cm. Η φύτευση του μαρουλιού σε συστήματα NFT συνήθως γίνεται σε κανάλια πλάτους 25-30 cm με τοποθέτηση των φυτών σε διπλή γραμμή. Η καλλιέργεια του μαρουλιού σε συστήματα NFT δεν παρουσιάζει τα προβλήματα της ανεπάρκειας οξυγόνου στις ρίζες που παρατηρούνται ορισμένες φορές μετά από κάποια ηλικία των φυτών στις καλλιέργειες με μεγάλη διάρκεια συγκομιδής. Λόγω της βραχείας διάρκειας της καλλιέργειας του μαρουλιού, η ρίζα του δεν αποκτά τόσο μεγάλο μέγεθος, ώστε να παρεμποδίσει την ροή του αβαθούς ρεύματος θρεπτικού διαλύματος. Συνεπώς, το θρεπτικό διάλυμα δε λιμνάζει κατά μήκος του καναλιού και επομένως δεν δημιουργούνται προβλήματα οξυγόνωσης τη ρίζας. Επιπλέον, αφού η ρίζα του μαρουλιού δεν προλαβαίνει να αποκτήσει μεγάλο μέγεθος, οι ρυθμοί απορρόφησης οξυγόνου από το θρεπτικό διάλυμα παραμένουν σχετικά χαμηλοί. Συνεπώς στις καλλιέργειες μαρουλιού σε NFT ο κίνδυνος εξάντλησης του οξυγόνου του θρεπτικού διαλύματος στην πορεία της ροής του από την κορυφή προς την βάση του καναλιού είναι πολύ μικρός.



*Εικόνα 7.2. Καλλιέργεια σε σύστημα NFT (καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος).*

Το μαρούλι, όπως και πολλά άλλα φυλλώδη λαχανικά, είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για καλλιέργειες σε συστήματα επίπλευσης, λόγω του μικρού του βάρους και της βραχείας διάρκειας της καλλιέργειάς του, αλλά και επειδή δεν χρειάζεται κλάδεμα, πρόσδεση και υποστύλωση. Συνεπώς, τόσο η εγκατάσταση της καλλιέργειας του μαρουλιού, όσο και η συγκομιδή του δεν παρουσιάζουν δυσκολίες στα συστήματα επίπλευσης. Όπως όλα τα συστήματα υδροκαλλιέργειας, το σύστημα επίπλευσης επιτρέπει την παραγωγή καθαρού μαρουλιού με ελάχιστο μικροβιακό φορτίο, δεδομένου ότι τα φυτά δεν έρχονται καθόλου σε επαφή με το έδαφος. Χάρη στη αυτή του την ιδιότητα, το σύστημα επίπλευσης είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για καλλιέργεια μαρουλιού που προορίζεται για παραγωγή κομμένης και τυποποιημένης σαλάτας. Το μόνο μειονέκτημα της καλλιέργειας του μαρουλιού σε συστήματα επίπλευσης είναι η δυσκολία ελέγχου της θερμοκρασίας του θρεπτικού διαλύματος στους θερμούς μήνες του έτους, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρό πρόβλημα έλλειψης οξυγόνου στις ρίζες.



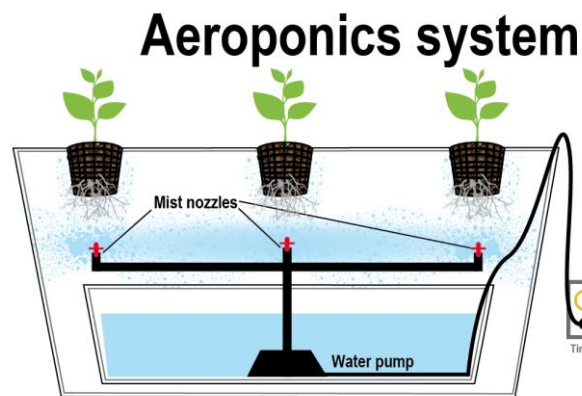
α)



β)

*Εικόνα 7.3. α), β) Καλλιέργεια μαρουλιού σε συστήματα επίπλευσης.*

Εκτός από τα δύο παραπάνω συστήματα, ενδιαφέρον για το μαρούλι παρουσιάζει και η καλλιέργειά του σε συστήματα αεροπονίας. Η αεροπονική καλλιέργεια του μαρουλιού έχει όλα τα πλεονεκτήματα των συστημάτων υδροκαλλιέργειας, ενώ επιπλέον παρέχει ιδανικές συνθήκες αερισμού της ρίζας. Το βασικό μειονέκτημα της παραγωγής μαρουλιού σε συστήματα αεροπονίας είναι το αυξημένο ρίσκο εκτεταμένης καταστροφής της καλλιέργειας σε περίπτωση βλάβης του συστήματος, λόγω απουσίας αποθεμάτων νερού στον χώρο ανάπτυξης των ριζών.



*Εικόνα 7.4. Καλλιέργεια σε συστήματα αεροπονίας.*

Η παραγωγή μαρουλιού σε υπόστρωμα όπως ο πετροβάμβακας και η ελαφρόπετρα είναι λιγότερο διαδεδομένη από την παραγωγή σε συστήματα υδροκαλλιέργειας. Η μειωμένη ελκυστικότητα της παραγωγής μαρουλιού σε υπόστρωμα οφείλεται στο μικρό καλλιεργητικό κύκλο των φυτών και την συνεπακόλουθη ανάγκη για συχνές επαναφυτεύσεις, σε συνδυασμό με την πολύ υψηλή πυκνότητα φύτευσης, η οποία μπορεί να φτάσει μέχρι τα 50 φυτά/m<sup>2</sup>. Η επανειλημμένη φύτευση νέων καλλιεργειών μαρουλιού (συνήθως 6-9 στην διάρκεια ενός έτους) ακυρώνει το πλεονέκτημα της έναρξης της καλλιέργειας με ριζικό σύστημα απαλλαγμένο από εχθρούς και ασθένειες. Σε περίπτωση καλλιέργειας του μαρουλιού σε υπόστρωμα, συνιστάται η υιοθέτηση συστημάτων με χαμηλό κόστος, όπως η παραγωγή σε κοκκώδη υποστρώματα τοποθετημένα σε κανάλια μεγάλου πλάτους (30- 50 cm) με διπλό πυθμένα. Όταν ακολουθείται αυτή η μέθοδος καλλιέργειας του μαρουλιού, το υπόστρωμα θα πρέπει να απολυμαίνεται μια φορά τον χρόνο είτε με ατμό, είτε με διάλυμα υποχλωριώδους οξέος το οποίο μετά την εφαρμογή του θα πρέπει να ξεπλένεται καλά.

## 8. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

### 8.1. Σχετική υγρασία

Το επίπεδο της σχετικής υγρασίας σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια μαρουλιού πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 75% και 85%. Έχει διαπιστωθεί ότι σε καθεστώς σχετικής υγρασίας 60% ένα μεγάλο ποσοστό στομάτων στα φύλλα παραμένει κλειστό με συνέπεια μείωση της διαπνοής αλλά και της ανάπτυξης των φυτών μαρουλιού, ιδιαίτερα αν αυτό το επίπεδο σχετικής υγρασίας συνδυάζεται με οριζόντιο εξαερισμό του θερμοκηπίου. Αντίθετα κάθετος εξαερισμός και σχετική υγρασία 80% διατηρούν τα στόματα ανοιχτά και συντελούν στην αύξηση της παραγωγής (Shibata et al., 1995). Οι τιμές αυτές της σχετικής υγρασίας (75 - 85%) δεν είναι δύσκολο να πραγματοποιηθούν επειδή το μαρούλι είναι καλλιέργεια μικρού ύψους και η κυκλοφορία του αέρα στο θερμοκήπιο είναι ανεμπόδιστη, αρκεί ο παραγωγός να φροντίζει γι' αυτό. Πρόβλημα θα μπορούσε να προκύψει στα θερμοκήπια που εμπλουτίζονται με CO<sub>2</sub> τα οποία παραμένουν κλειστά. Όμως και τότε η λειτουργία των συστημάτων κυκλοφορίας του αέρα για την ομοιόμορφη κατανομή του CO<sub>2</sub> ελαχιστοποιούν την πιθανότητα ανύψωσης της σχετικής υγρασίας πάνω από 85%.

Σοβαρό πρόβλημα μπορεί να προκύψει σε μη θερμαινόμενα πλαστικά θερμοκήπια τη διάρκεια του χειμώνα όταν οι υδρατμοί ερχόμενοι σε επαφή με το ψυχρό πλαστικό κάλυψης συμπυκνώνονται και σχηματίζουν σταγόνες νερού. Οι σταγόνες αυτές αν δεν κυλήσουν στην επιφάνεια του πλαστικού προς τα πλάγια, πέφτουν επί των φυτών όπου και συνιστούν πιθανά σημεία ανάπτυξης μολυσμάτων διάφορων ασθενειών. Για την αποφυγή τέτοιων φαινομένων επιβάλλεται ο εξαερισμός των θερμοκηπίων.

### 8.2. Φωτισμός

Ο φωτισμός είναι ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή. Ακόμη και όταν το υλικό κάλυψης έχει τα καλύτερα χαρακτηριστικά περατότητας στο φως, μόνο το 70% της συνολικής ποσότητας που φτάνει στην επιφάνειά του υλικού το διαπερνά και από την ποσότητα που έχει περάσει, μόνο το 70% αξιοποιείται από τα φυτά (Hanan et al., 1979).

Όταν, επομένως, το φως το χειμώνα είναι περιορισμένο δε χρειάζονται υψηλές θερμοκρασίες, γιατί δεν μπορεί να τις αξιοποιήσει η καλλιέργεια. Όταν όμως συμβαίνει το αντίθετο (αυξημένη ένταση φωτισμού) τότε οι θερμοκρασίες πρέπει να ανεβαίνουν και ο εμπλουτισμός με CO<sub>2</sub> αποδίδει σημαντικό όφελος και η λίπανση και η άρδευση πρέπει να διαμορφώνονται

ανάλογα, ώστε όλοι μαζί οι παράγοντες αυτοί να συμβάλλουν (και συμβάλλουν) στην αύξηση του ρυθμού και του τελικού μεγέθους των φυτών.

Σήμερα η ρύθμιση των πιο πάνω παραγόντων μπορεί να γίνει με ένα πρόγραμμα H/Y, το οποίο μετρά την ακτινοβολία, την υγρασία και ανάλογα ρυθμίζει το ποσό και τη συχνότητα χορήγησης του θρεπτικού διαλύματος.

### **8.3. Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)**

Αναφέρεται ότι το μαρούλι είναι από τα φυτικά είδη που αντιδρούν περισσότερο στην αύξηση του CO<sub>2</sub> στο θερμοκήπιο. Η περιεκτικότητα σε CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου το χειμώνα, κατά τη διάρκεια της ημέρας, που παραμένει κλειστό, παρουσιάζεται χαμηλότερη από το κανονικό.

Έχει αποδειχθεί ότι τεχνητή αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στα 1.000- 2.000 ppm:

- α) επιταχύνει το ρυθμό ανάπτυξης
- β) προϋμίζει την παραγωγή
- γ) αυξάνει την παραγωγή

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση του CO<sub>2</sub> στην καλλιέργεια του μαρουλιού μπορούν να συνοψιστούν στα εξής: □

- Επιταχύνεται η ωρίμαση από 10 ημέρες μέχρι μερικές εβδομάδες. □
- Αυξάνονται οι αποδόσεις κατά 40-100%, εφόσον όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη της καλλιέργειας βρίσκονται σε άριστα επίπεδα. □
- Υποκαθίσταται από το CO<sub>2</sub> η δυσμενής επίδραση της μειωμένης έντασης φωτισμού.
- Αυξάνεται η περιεκτικότητα του μαρουλιού σε ξηρή ουσία.

### **8.4. Κλιματικές απαιτήσεις- Θερμοκρασία**

Το μαρούλι είναι φυτό ψυχρής εποχής και αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (αντέχει μέχρι -5°C). Οι άριστες θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο τόσο κοντά τη διάρκεια της ημέρας όσο και την διάρκεια της νύχτας ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο του μαρουλιού και την ποικιλία, την ηλικία του φυτού, την εποχή, την ένταση του φωτισμού και το επίπεδο του CO<sub>2</sub>.

Υψηλές θερμοκρασίες ευνοούν τη γρήγορη ανάπτυξη των φυτών και νωρίς το φθινόπωρο ή αργά την άνοιξη συχνά ενθαρρύνουν την παραγωγή αδύνατων λεπτών φυτών μικρού βάρους. Όταν οι υψηλές θερμοκρασίες επικρατούν κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ανάπτυξης των φυτών έχουν μικρότερη καταστρεπτική επίδραση, απ' ό,τι στην περίπτωση που τα φυτά έχουν μεγαλύτερη που τα φυτά είναι μεγαλύτερα. Η θερμοκρασία πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο χαμηλή και κοντά στο άριστο επίπεδο όταν τα φυτά πλησιάζουν την ωρίμανση, για να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή ποιότητα. Γενικά τα μαρούλια και ιδίως τα «κεφαλωτά», απαιτούν, κατά την περίοδο κυρίως που σχηματίζουν κεφαλές, χαμηλές θερμοκρασίες, διαφορετικά ενθαρρύνονται για σχηματισμό ανθοφόρων βλαστών πριν από το σχηματισμό της κεφαλής ή εάν σχηματίσουν κεφαλή, αυτή είναι μάλλον χαλαρή και τα φύλλα αποκτούν υπόπικρη γεύση.

Υψηλές θερμοκρασίες νωρίς την άνοιξη, ακόμα και για σύντομο χρονικό διάστημα, πολύ συχνά προκαλούν κάψιμο του άκρου των φύλλων ή της περιφέρειάς του. Είναι γεγονός ότι η κίνηση του αέρα μεταξύ των φυτών είναι περιορισμένη όταν τα φυτά μεγαλώσουν. Για το λόγω αυτό, είναι ανάγκη να εξασφαλίζεται ικανοποιητικός εξαερισμός στα θερμοκήπια, ώστε να εμποδίζεται αυτή η φυσιολογική ανωμαλία.

Γενικά συνίσταται η θερμοκρασία κατά την διάρκεια της νύκτας να κυμαίνεται από 5-7°C πιο χαμηλά από τη αντίστοιχη θερμοκρασία της ημέρας και η θερμοκρασία στο σπορείο, όπου τα φυτά είναι μικρά, να κυμαίνεται μεταξύ 2-3°C πιο ψηλά από τη θερμοκρασία στο χώρο ανάπτυξης, όπου τα φυτά είναι μεγαλύτερα.

Για τα «κεφαλωτά» μαρούλια συνιστώνται οι θερμοκρασίες:

1. Θερμοκρασία νύκτας: 15 °C
2. Θερμοκρασία ημέρας με συννεφιά: 17-20 °C
3. Θερμοκρασία ημέρα ηλιόλουστη: 21-24 °C

Για τα «κατσαρά κεφαλωτά» μαρούλια (Iceberg) συνιστώνται οι θερμοκρασίες:

1. Θερμοκρασία νύκτας: 10-15 °C
2. Θερμοκρασία ημέρας: 13-21 °C



Η διακύμανση της θερμοκρασίας, που παρατηρείται πιο πάνω, συνδέεται με την ένταση του φωτισμού. Όσο υψηλότερη είναι η ένταση του φωτισμού που επικρατεί, τόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι και η θερμοκρασία και αντίστροφα.

Πολλές ποικιλίες που ανήκουν στους διαφορετικούς τύπους μαρουλιού έχουν την ικανότητα ευρείας προσαρμογής σε διάφορες θερμοκρασίες και έτσι μπορούν να καλλιεργηθούν και σε διάφορες εποχές. Όμως, καλό είναι, οι ποικιλίες να διαχωρίζονται και να καλλιεργούνται την εποχή ανάλογα με τις πραγματικές απαιτήσεις τους σε θερμοκρασίες, ώστε να εξασφαλίζεται η ποιότητα του προϊόντος.

(Ιμπραχίμ Αβραάμ Χα και Σπύρος Πετρόπουλος, 2014)

## 9. ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΦΥΤΕΥΣΕΩΣ

Η φύτευση των φυτών του μαρουλιού γίνεται είτε με το χέρι είτε με ειδικές μηχανές και οι αποστάσεις φύτευσης του εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, οι κυριότεροι των οποίων είναι η ποικιλία, η εποχή φύτευσης, ο τύπος του θερμοκηπίου, το μέγεθος του τελικού προϊόντος που προτιμά η αγορά, η τιμή που εξασφαλίζει το μεγαλύτερο μέγεθος ή βάρος και εάν θα εφαρμοστεί εμπλουτισμός με CO<sub>2</sub> (ανθρακολίπανση) ή όχι.

Οι συνηθέστερες αποστάσεις φύτευσης και ο αριθμός των φυτών ανά m<sup>2</sup> που αντιστοιχεί και που συνιστάται στις χώρες της Β. Ευρώπης για καλλιέργεια σε θερμοκήπιο, δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

*Πίνακας 4: Συνδυασμοί αποστάσεων φύτευσης μαρουλιού μεταξύ γραμμών και επί της γραμμής και αριθμός φυτών ανά m<sup>2</sup> που αντιστοιχεί, και ακολουθούνται για φυτείες θερμοκηπίου στην Β. Ευρώπη (Από Grower Guide N<sup>o</sup>21, 1983)*

Αποστάσεις (εκ.)	Αριθμός φυτών/m <sup>2</sup>	Αποστάσεις (εκ.)	Αριθμός φυτών/m <sup>2</sup>
20×20	25	20×15	33
22×22	21	20×17	29
23×23	19	20×18	28
		23×20	22

(Ολύμπιος, 2001)

## 10. ΛΙΠΑΝΣΗ-ΘΡΕΨΗ

Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος που παρέχεται στο μαρούλι δεν διαφοροποιείται στην διάρκεια του καλλιεργητικού του κύκλου, λόγω της βραχείας διάρκειάς του η οποία περιορίζεται μόνο στην βλαστική φάση της ανάπτυξης των φυτών. Η συνιστώμενη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας για το μαρούλι καθώς και οι επιθυμητές συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στο διάλυμα ριζοστρώματος παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα. Όταν παρασκευάζεται θρεπτικό διάλυμα συμπλήρωσης για υδροκαλλιέργειες μαρουλιού, η σύστασή του πρέπει να αντιστοιχεί στις συγκεντρώσεις απορρόφησης του πίνακα.

*Πίνακας 5: Συνιστώμενες συνθέσεις διαλύματος τροφοδοσίας και διαλύματος ριζοστρώματος, καθώς και εκτιμώμενες συγκεντρώσεις απορρόφησης για καλλιέργειες μαρουλιού σε ανοικτά και κλειστά υδροπονικά συστήματα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) δίνεται σε  $dS m^{-1}$ , οι συγκεντρώσεις των μακροστοιχείων σε  $mmol L^{-1}$ , των ιχνοστοιχείων σε  $\mu mol L^{-1}$  και οι αναλογίες των μακροστοιχείων σε γραμμομοριακή βάση.*

Επιθυμητά Χαρακτηριστικά	Διαβροχή Υποστρώματος	Διάλυμα τροφοδοσίας	Συγκεντρώσεις Απορρόφησης	Διάλυμα ριζοστρώματος
EC	2,50	2,40	2,30	2,60
pH	5,60	5,60	-	5,60- 6,50
[K <sup>+</sup> ]	7,50	8,00	9,00	6,20
[Ca <sup>2+</sup> ]	5,40	4,80	3,75	7,30
[Mg <sup>2+</sup> ]	1,50	1,10	1,00	1,60
[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]	0,80	1,30	1,60	<0,6
[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]	1,50	1,40	1,15	2,00
[NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]	17,20	16,40	15,50	18,00
[H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ]	1,40	1,40	1,80	1,20
[Fe]	40,00	35,00	30,00	40,00
[Mn]	5,00	5,00	5,00	1,00
[Zn]	5,00	5,00	4,00	5,00
[Cu]	0,80	0,80	1,00	0,80
[B]	40,00	30,00	30,00	50,00
[Mo]	0,50	0,50	0,50	-
[K] : ([K]+[Ca]+[Mg])	0,52	0,58	0,66	0,41
[Ca] : ([K]+[Ca]+[Mg])	0,38	0,34	0,27	0,48
[Mg] : ([K]+[Ca]+[Mg])	0,10	0,08	0,07	0,11
([NH <sub>4</sub> ]+[NO <sub>3</sub> ]):[K]	2,40	2,20	1,90	2,90
[NH <sub>4</sub> ] : ([NH <sub>4</sub> ]+[NO <sub>3</sub> ])	0,04	0,07	0,09	-

(Σάββας, 2011)

## **11. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΜΑΡΟΥΛΙ**

### **11.1. Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)**

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα στα θρεπτικά διαλύματα που παρέχονται στις καλλιέργειες μαρουλιού πρέπει να κυμαίνεται γύρω στα 2,2-2,6 dS m<sup>-1</sup>. Η ακριβής τιμή της EC στο παρεχόμενο θρεπτικό διάλυμα μπορεί να διαφοροποιείται ανάλογα με το σύστημα καλλιέργειας (ανοικτό ή κλειστό), με τις καιρικές συνθήκες, την εποχή του έτους και τις συγκεντρώσεις NaCl, Ca, Mg και SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> στο νερό άρδευσης, με στόχο την διατήρηση της EC στο διάλυμα ριζοστρώματος σε επίπεδα μεταξύ 2,5-2,7 dS m<sup>-1</sup>. Το μαρούλι είναι σχετικά ευαίσθητο στην αλατότητα (Al-Maskri et al., 2010) και συνεπώς υψηλότερες τιμές EC από τα προαναφερόμενα επίπεδα μπορούν να μειώσουν σημαντικά την συνολική παραγωγή. Επιπλέον, η αύξηση της EC πάνω από προαναφερόμενα όρια μειώνει την ποιότητα του μαρουλιού και αυξάνει την συχνότητα εμφάνισης μίας φυσιολογικής διαταραχής που είναι γνωστή ως «κάψιμο της κορυφής των φύλλων». (Feigin et al., 1991, Fallovo et al., 2009)

### **11.2. Συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων**

Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις των κύριων θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας και τις αναλογίες μεταξύ τους, το μαρούλι γενικά χαρακτηρίζεται από υψηλότερες συγκεντρώσεις απορρόφησης σε σύγκριση με τα περισσότερα καρποδοτικά λαχανικά. Γενικά η αναλογία N/K στο διάλυμα τροφοδοσίας είναι σχετικά χαμηλή γιατί το μαρούλι έχει αυξημένες ανάγκες σε K, όπως φαίνεται και από τις πολύ υψηλές συγκεντρώσεις K στα φύλλα του, οι οποίες συνήθως κυμαίνονται μεταξύ 70-100 mg g<sup>-1</sup> ξηρής ουσίας (Savvas et al., 2006, Fallovo et al., 2009). Αντίθετα, οι συγκεντρώσεις Ca και Mg στα φύλλα του μαρουλιού είναι σχετικά χαμηλές (κατά μέσο όρο 10 και 4 mg g<sup>-1</sup> ξηρής ουσίας για το Ca και το Mg αντίστοιχα), με συνέπεια η γραμμομοριακή αναλογία K:Ca:Mg σε αυτά να ανέρχεται σε 0,83:0,11:0,06 ή 0,80:0,11:0,09 σύμφωνα με τα δεδομένα των Savvas et al. (2006) ή Fallovo et al. (2009) αντίστοιχα. Κατά συνέπεια, η συγκέντρωση K στο διάλυμα τροφοδοσίας πρέπει να είναι αρκετά υψηλότερη από αυτές του Ca και του Mg. Από την άλλη πλευρά όμως, η συγκέντρωση Ca στο διάλυμα ριζοστρώματος δεν θα πρέπει

να είναι χαμηλή γιατί η ανεπαρκής παροχή Ca στις καλλιέργειες μαρουλιού προκαλεί κάψιμο της κορυφής των φύλλων (Cresswell, 1991, Huett, 1994).

Σε αντίθεση με την αναλογία N:K, η απόλυτη συγκέντρωση του αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας δεν θα πρέπει να είναι χαμηλή γιατί το μαρούλι παρουσιάζει υψηλούς ρυθμούς απορρόφησης N.

Το μαρούλι έχει αυξημένες απαιτήσεις σε φώσφορο και γι' αυτό η συνιστώμενη συγκέντρωσή του στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας είναι σχετικά υψηλή ώστε να διατηρείται ένα επαρκές επίπεδο P στο διάλυμα ριζοστρώματος. Σύμφωνα με τους Sonneveld and Straver (1994), η συγκέντρωση P στα θρεπτικά διαλύματα τροφοδοσίας για καλλιέργειες μαρουλιού πρέπει να ανέρχεται σε  $2 \text{ mmol L}^{-1}$ , ώστε τα επίπεδα του P στο διάλυμα ριζοστρώματος να διατηρούνται κοντά στο  $1 \text{ mmol L}^{-1}$ .

Όσον αφορά τα ιχνοστοιχεία, αξίζει να σημειωθεί η αυξημένη ευαισθησία πολλών ποικιλιών εκτός εδάφους καλλιεργειών μαρουλιού στη τοξικότητα μαγγανίου (Sonneveld and Voogt, 1975), η συγκέντρωση του οποίου στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας θα πρέπει να μην υπερβαίνει τα  $5 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ .

### **11.3. Το pH θρεπτικού διαλύματος**

Το pH του θρεπτικού διαλύματος αποτελεί μέτρο της περιεκτικότητας του σε ιόντα υδρογόνου και είναι ένα μέγεθος καθοριστικής σημασίας για την θρεπτική καταλληλότητα ενός θρεπτικού διαλύματος. Όταν το pH είναι υψηλότερο από κάποια κρίσιμα ανώτατα όρια, πολλά θρεπτικά στοιχεία καθίσταται δυσδιάλυτα (κυρίως P, Fe, Mn, Zn, Cu), οπότε η διαθεσιμότητά τους για τα φυτά ελαττώνεται σημαντικά. Κάτω από τέτοιες συνθήκες είναι πιθανή η εμφάνιση λανθάνουσας ή και εμφανούς τροφοπενίας σε κάποιο ή κάποια από αυτά τα θρεπτικά στοιχεία (Adams, 2002, Savvas et al., 2003). Αντίστοιχα όταν το pH πέφτει κάτω από κάποια κρίσιμα κατώτατα όρια ορισμένα θρεπτικά στοιχεία, όπως π.χ. Al, καθίστανται πολύ πιο ευδιάλυτα, με συνέπεια η διαθεσιμότητά τους για τα φυτά να αυξάνεται σε τοξικά επίπεδα (Marschner, 1995, Sonneveld, 2002).

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Σάββα (2011) για την καλλιέργεια του μαρουλιού, το pH του θρεπτικού διαλύματος στο χώρο των ριζών θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 6-7 για να μην υπάρχει πρόβλημα υπερβολικά υψηλής ή χαμηλής διαλυτοποίησης κάποιου θρεπτικού ή άλλου χημικού στοιχείου. (Σάββας, 2011)

## 12. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

### 12.1. Συλλεκτική ωριμότητα

Ένα προϊόν άριστης ποιότητας επιτυγχάνεται όταν συγκομίζεται στο κατάλληλο στάδιο συλλεκτικής ωριμότητας. Η εποχή που το μαρούλι φτάνει στο στάδιο αυτό, καθορίζεται από τη γενική σύσταση της ποικιλίας και από το περιβάλλον του φυτού.

Ο όρος “συλλεκτική ωριμότητα ή φυσιολογική ωριμότητα” (maturity) με τη ευρεία έννοια, αναφέρεται στην άριστη κατάσταση που το προϊόν ενώ βρίσκεται πάνω στο φυτό έχει ολοκληρώσει ορισμένες φάσεις της αύξησης και ανάπτυξής του και είναι κατάλληλο για συγκεκριμένη χρήση, όπως για κατανάλωση, για συντήρηση ή μεταφορά, για ξήρανση ή για βιομηχανική επεξεργασία.

Υπάρχει διάκριση μεταξύ της συλλεκτικής ή της εμπορικής ωριμότητας και της ωριμότητας για κατανάλωση. Η φυσιολογική ωριμότητα αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο στάδιο της ζωής ενός φυτικού οργάνου, ενώ η εμπορική ωριμότητα σχετίζεται περισσότερο με το χρόνο συγκομιδής για ορισμένη χρήση του προϊόντος. (Σφακιωτάκης, 1995) Στα μαρούλια η συλλεκτική ωριμότητα συνήθως συμπίπτει με την ωριμότητα για κατανάλωση.

### 12.2. Ωριμότητα και ποιότητα

Ο καθαρισμός του άριστου σταδίου συλλεκτικής ωριμότητας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που σχετίζονται με όλο το κύκλωμα παραγωγής – συγκομιδής – συντήρησης – εμπορίας – κατανάλωσης του προϊόντος. Στην απόφασή του να καθορίσει τον άριστο χρόνο συγκομιδής ο παραγωγός λαμβάνει υπόψη του την απόδοση και το εμπορικό κέρδος. Αν δηλαδή υπάρχει ζήτηση στην αγορά και αν οι τιμές είναι υψηλές, ο παραγωγός συγκομίζει τα μαρούλια πριν μεγαλώσουν κανονικά.

Πολύ πρόωμη συγκομιδή πρέπει να αποφεύγεται γιατί εκτός από τις απόλυες σε βάρος, οι καρποί δεν αποκτούν τα χαρακτηριστικά της ποιότητας ως προς τη γεύση, το χρώμα, το άρωμα κ.ά. και επί πλέον προσβάλλονται εύκολα από φυσιολογικές ασθένειες. Αλλά και η πολύ όψιμη συγκομιδή πρέπει να αποφεύγεται γιατί η υπερώριμοι καρποί είναι επιρρεπείς σε φυσιολογικές και παθολογικές ασθένειες και για το λόγο αυτό έχουν μειωμένη ικανότητα για συντήρηση και μεταφορά, κάνοντας το μαρούλι πιο ευαίσθητο σε μηχανικές ζημιές έστω και αν χρησιμοποιούνται τα καλύτερα τεχνολογικά μέσα, όπως η τροποποιημένη ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα κ.λ.π. Μεταξύ των δύο τάσεων ο παραγωγός πρέπει να συμβιβαστεί και να κάνει τη χρυσή τομή, ώστε να συνδυάζει ικανοποιητική συντήρηση και καλή ποιότητα καρπών.

Ιδιαίτερα σημαντική για την ποιότητα του μαρουλιού καθορίζεται και η εμφάνισή του, η απουσία συμπτωμάτων εντομολογικής προσβολής, ασθενειών και φυσιολογικών ανωμαλιών, η απουσία ξένων ουσιών (χρώμα, υπολείμματα φυτοφαρμάκων κ.α.), η γεύση (γλυκιά όχι πικρή) και τα φύλλα που πρέπει να είναι τρυφερά και τραγανά.

## **12.3. Κριτήρια συλλεκτικής ωριμότητας**

### **12.3.1. Φυσικά χαρακτηριστικά**

*Μέγεθος, σχήμα και επιφανειακά χαρακτηριστικά*

Οι μεταβολές στο μέγεθος, σχήμα και ορισμένα επιφανειακά χαρακτηριστικά των λαχανικών μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κριτήρια ωριμότητας, συγκομίζονται όταν αποκτήσουν ένα ελάχιστο μέγεθος, πριν όμως μεγαλώσουν υπερβολικά.

*Χρώμα*

Οι μεταβολές στο χρώμα που συνοδεύουν την ωρίμανση στο λαχανικό χρησιμοποιείται ως κριτήριο ωριμότητας. Οι χρωστικές, χλωροφύλλες και τα καροτινοειδή, δίνουν το βασικό χρώμα, το οποίο με την ωρίμανση μετατρέπεται σε διάφορες διαβαθμίσεις, από βαθύ πράσινο σε ανοικτό πράσινο ή κίτρινο. Ο καθορισμός του βασικού χρώματος γίνεται με σύγκριση του χρώματος με χρωματικούς χάρτες οι οποίοι έχουν κατασκευαστεί για κάθε είδος και ποικιλία και περιβάλλουν όλες τις αποχρώσεις του πράσινου που παρουσιάζει το λαχανικό όταν ωριμάζει. Δεν είναι όμως πάντα αξιόπιστο γιατί στηρίζεται σε υποκειμενική εκτίμηση και επηρεάζεται από άλλους παράγοντες εκτός από την ωριμότητα, όπως από την λίπανση την ακτινοβολία κ.τ.λ.

Το χρώμα των λαχανικών προσδιορίζεται με ακριβότερο τρόπο με ειδικά όργανα χρωματόμετρα, αλλά το κόστος προμήθειας αυτών των οργάνων είναι πολύ υψηλό και δικαιολογείται μόνο για εργαστήρια ποιοτικού ελέγχου.

*Ειδικό βάρος του καρπού*

Με την ωρίμανση των καρπών αυξάνεται η περιεκτικότητα των διαλυτών στερεών συστατικών και επομένως και το ειδικό βάρος.

### **12.3.2. Χημικά χαρακτηριστικά**

Η ωρίμανση συνοδεύεται από έντονες μεταβολές στη χημική σύσταση του λαχανικού. Πολλές από τις χημικές αυτές μεταβολές έχουν χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό της ωριμότητας, αλλά λίγα από αυτά δίνουν απότομες μεταβολές που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κριτήριο ωριμότητας. Από τα χημικά χαρακτηριστικά τα ακόλουθα χρησιμοποιούνται ως κριτήρια ωριμότητας: *διαλυτά στερεά συστατικά, άμυλο, συνολικά οξέα και σχέση διαλυτών στερών συστατικών/οξέα.*

### **12.3.3. Μεταβολικές αλλαγές**

*Αναπνευστική δραστηριότητα και παραγωγή αιθυλενίου.*

(Σφακιωτάκης, 1995)

## **12.4. Κριτήρια συγκομιδής μαρουλιού**

### **12.4.1. Μέγεθος**

Στο μαρούλι το μέγεθος είναι το κυριότερο κριτήριο συγκομιδής του φυτού. Η συγκομιδή γίνεται όταν αυτό αποκτήσει εμπορεύσιμο μέγεθος, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αγοράς και ανάλογα με τον τύπο του μαρουλιού και της ποικιλίας.

Οι ποικιλίες του «Κεφαλωτού» τύπου θα πρέπει να συγκομίζονται όταν η κεφαλή έχει σχηματιστεί πλήρως και είναι σφικτή (500- 1000 g βάρος). Οι ανώριμες κεφαλές είναι σπογγώδεις και δεν αντέχουν στους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς. Οι ποικιλίες των τύπων «Ρωμάνο» και «Ημικεφαλωτό» μπορεί να συγκομίζονται πριν ακόμα σχηματιστεί πλήρως η κεφαλή, ενώ οι ποικιλίες τύπου «Σαλάτα» συγκομίζονται όταν έχουν αποκτήσει ικανοποιητικό μέγεθος και πριν σκληρύνουν τα φύλλα και αποκτήσουν πικρή γεύση.

### **12.4.2. Χρόνος**

Ο απαιτούμενος χρόνος από την μεταφύτευση έως την συγκομιδή κυμαίνεται στις 40-110 ημέρες και εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία και την εποχή φύτευσης (την ηλιοφάνεια και τις θερμοκρασίες που επικρατούν στη περιοχή) κ.α.

Οι ποικιλίες του «Κεφαλωτού» τύπου απαιτούν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για να φτάσουν στην ωρίμανση για συγκομιδή, σε σχέση με τις ποικιλίες άλλων τύπων. Την άνοιξη μπορεί να απαιτούνται 70-120 ημέρες για τις ποικιλίες του «Κεφαλωτού» τύπου, σε σύγκριση με τις 55-70 ημέρες που απαιτούνται για τις ποικιλίες των τύπων «Ρωμάνο» και «Ημικεφαλωτού» και 40-50 ημέρες για τον τύπο «Σαλάτα». Ωστόσο, το χρονικό διάστημα μπορεί να είναι μικρότερο

σε περιόδους με υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. 55-60 ημέρες για τον «Κεφαλωτό» τύπο στο τέλος της άνοιξης).

Επίσης το στάδιο συγκομιδής καθορίζει και την τιμή του προϊόντος στην αγορά.

### **12.5. Αποδόσεις**

Οι αποδόσεις κυμαίνονται ανάλογα με τις αποστάσεις φύτευσης, την εποχή καλλιέργειας, τον τύπο, την ποικιλία και το μέγεθος/κεφαλή κατά τη στιγμή της συγκομιδής από 2-4 τον/στρ. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις μπορεί να είναι και μεγαλύτερες.

### **12.6. Διαδικασία συγκομιδής μαρουλιού**

Η συγκομιδή γίνεται με το χέρι σε μια φορά στις περιόδους ταχείας ανάπτυξης, όταν το μεγαλύτερο ποσοστό των φυτών είναι έτοιμο για συγκομιδή ή σε περισσότερες φορές, όταν υπάρχει ανομοιομορφία στην ανάπτυξη των φυτών. Τα φυτά κόβονται με μαχαίρι ή με ειδικό εργαλείο, στη συνέχεια αφαιρούνται τα εξωτερικά κατεστραμμένα φύλλα και τοποθετούνται σε πλαστικές διάτρητες σακούλες ή τοποθετούνται ως έχουν, σε πλαστικά ή ξύλινα κιβώτια όταν προορίζονται για τη ντόπια αγορά ή σε χάρτινα κιβώτια για τη ντόπια αγορά και για εξαγωγή.

Η συγκομιδή στο μαρούλι επιδιώκεται να γίνεται όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή, συνήθως κατά τις πρωινές ώρες της ημέρας έτσι ώστε να μην αποκτά μεγάλη “θερμότητα αγρού”, που συντελεί στην γρήγορη υποβάθμιση και στη συνέχεια προξενεί μεγάλες απώλειες στο προϊόν. Η μεταχείριση που δέχεται το μαρούλι αμέσως μετά τη συγκομιδή επηρεάζει την υποβάθμιση της ποιότητάς του, γι’ αυτό τα προϊόντα πρέπει να τοποθετούνται μετά τη συγκομιδή σε χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι να μεταφερθούν στο συσκευαστήριο (ψυγείο) ή στους τόπους κατανάλωσης και να μην αφήνονται να εκτίθενται στον ήλιο, στη βροχή και στον αέρα.

## **13. Συντήρηση**

Η τεχνική της συντήρησης των φρούτων και λαχανικών αναπτύχθηκε ακόμα από τα προϊστορικά χρόνια, σε βιομηχανικό επίπεδο όμως μετά τα 18ο αιώνα και τελειοποιήθηκε το 19ο. Σήμερα η συντήρηση των πιο ευπαθών νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων έχει



αναπτυχθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό, ώστε πολλά από τα προϊόντα αυτά να διατίθενται όλες τις εποχές του έτους.

Τα οπωροκηπευτικά προϊόντα, που είναι ζωντανοί ιστοί, τα χαρακτηρίζει έντονη εποχικότητα και μεγάλη φθαρτότητα. Για τον λόγο αυτό η διάθεσή τους είναι περιορισμένη και καλύπτει μόνο κοντινές αγορές και για περιορισμένο χρονικό διάστημα. Μετά τη συγκομιδή τους, όταν διατηρούνται σε κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος, παρουσιάζουν σοβαρές απώλειες που οφείλονται:

- α) σε φυσιολογική φθορά από καταβολικές αντιδράσεις λόγω αναπνοής, διαπνοής,
- β) σε πρόωμη ωρίμανση των καρπών και γηρασμό των ιστών και
- γ) σε προσβολές από παθογόνους μικροοργανισμούς.

Εφαρμόζοντας διάφορους τρόπους συντήρησης πετυχαίνουμε να παρατείνουμε τη εμπορική ζωή με τα ακόλουθα:

- επιβραδύνουμε και περιορίζουμε την αναπνοή στο ελάχιστο,
- καθυστερούμε την ωρίμανση των καρπών,
- περιορίζουμε τη διαπνοή και έχουμε μειωμένες απώλειες βάρους,
- αποφεύγουμε την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών.

(Σφακιωτάκης, 1995)

### **13.1. Παράγοντες που επηρεάζουν τη συντήρηση**

Τους μετασυλλεκτικούς παράγοντες ελέγχουμε συγκομίζοντας το προϊόν στο κατάλληλο στάδιο, εφαρμόζοντας τους κανόνες φυτοϋγείας, αλλά κυρίως εφαρμόζοντας διάφορα συστήματα συντήρησης με ψύξη των οπωροκηπευτικών.

#### **13.1.1. Προσυλλεκτικοί παράγοντες**

Προσυλλεκτικοί παράγοντες, όπως το γενετικό υλικό (ποικιλίες, υποκείμενα), το κλίμα (ηλιοφάνεια, υγρασία κ.λπ.) και προσβολές από παθογόνους μικροοργανισμούς, επηρεάζουν την ποιότητα και τη συντηρησιμότητα του λαχανικού.

### **13.1.2. Συγκομιδή**

Το στάδιο συλλεκτικής ωριμότητας και οι χειρισμοί της συγκομιδής έχουν μεγάλη επίδραση στη συντήρηση. Η συγκομιδή στο κατάλληλο στάδιο ωριμότητας και η προσεκτική συγκομιδή, χωρίς να τραυματίζεται το προϊόν, αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για μια καλή συντήρηση.

### **13.1.3. Πρόψυξη**

Η αφαίρεση της θερμότητας αγρού με την πρόψυξη είναι απαραίτητη ενέργεια για την εφαρμογή οποιασδήποτε μεθόδου συντήρησης. Καθυστερημένη πρόψυξη προδιαθέτει το προϊόν για περιορισμένη συντήρηση.

### **13.1.4. Φυτοϋγεία**

Η κατάσταση φυτοϋγείας τόσο του προϊόντος όσο και των χώρων συντήρησης επηρεάζει τη συντήρηση. Ψεκασμοί των χώρων συντήρησης, πριν από το γέμισμα των θαλάμων, με το κατάλληλο διάλυμα (Lysol 5%, φορμόλη 2%) ή επικάλυψη των τοιχωμάτων των θαλάμων με μυκητοστατική βαφή περιορίζει πολύ την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών.

### **13.1.5. Μετασυλλεκτικές συνθήκες περιβάλλοντος**

Μεγάλη επίδραση στη συντήρηση έχουν οι συνθήκες του περιβάλλοντος όπου διατηρούνται τα οπωροκηπευτικά προϊόντα και κυρίως ο έλεγχος της θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα σε οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα και αιθυλένιο. Τη σπουδαιότερη επίδραση έχει ο έλεγχος της θερμοκρασίας.

(Σφακιωτάκης, 1995)

## **13.2. Συντήρηση στο μαρούλι**

### **13.2.1. Θερμοκρασία**

Η συντήρηση για το μαρούλι επιτυγχάνεται με την τοποθέτησή του σε χώρους όπου η θερμοκρασία διατηρείται με ψύξη σε χαμηλά επίπεδα σε μεμονωμένους θερμικά χώρους-ψυγεία. Σημαντικό παράγοντα για την επιμήκυνση της αποθηκευτικής ζωής του λαχανικού αποτελεί η ταχεία ψύξη μετά τη συγκομιδή, στη χαμηλότερη ασφαλή θερμοκρασία, η οποία διατηρείται μετέπειτα καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης. Το μαρούλι μπορεί να αποθηκευτεί κοντά στους 0 °C χωρίς να παρουσιάσει κρυοτραυματισμούς, αλλά λόγω του υψηλού περιεχομένου τους σε νερό είναι ευπαθές σε ζημιές από ψύξη σε χαμηλότερες

θερμοκρασίες, γι' αυτό θα πρέπει να προσεχθεί η θερμοκρασία να μην κατέλθει από τους 0 °C γιατί στους -0,2 °C παρατηρούνται ζημιές από πάγωμα. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες παρουσιάζεται γρήγορη μάρανση, απώλεια θρεπτικής αξίας, μετασυλλεκτικές προσβολές και σήψεις καθώς και άλλες ανεπιθύμητες μεταβολές (π.χ. απώλεια χρώματος). Η ταχεία απομάκρυνση της "θερμότητας του χωραφιού" (δηλ. η μείωση της θερμοκρασίας του προϊόντος που έχει στον αγρό, στη συνιστώμενη θερμοκρασία αποθήκευσης) επιτυγχάνεται με την εφαρμογή πρόψυξης, δηλαδή, με ψύξη σε κενό, ψύξη με νερό, πάγο ή με ρεύμα ψυχρού αέρα (Wang, 2003).

### **13.2.2. Σχετική υγρασία**

Υψηλή σχετική υγρασία (τουλάχιστον 95%) στο χώρο αποθήκευσης είναι απαραίτητη για την παρεμπόδιση της μάρανσης των φυλλωδών λαχανικών, υπό την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία αποθήκευσης βρίσκεται κοντά στους 0 °C, ώστε να αποτρέπεται η ανάπτυξη μετασυλλεκτικών ασθενειών που ευνοείται σε συνθήκες υψηλής υγρασίας. Ακόμη υψηλότερη σχετική υγρασία (98- 100%) μπορεί να είναι επωφελής για τη διατήρηση της ποιότητας στο μαρούλι, μόνο όμως σε θερμοκρασίες 0-1 °C (van den Berg & Lentz, 1977).

### **13.2.3. Σύσταση ατμόσφαιρας**

Η σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα στα συστήματα συντήρησης με κοινή ψύξη παραμένει κοντά στις συνήθεις συνθήκες (21%O<sub>2</sub>, 78%N<sub>2</sub>). Στους κλειστούς όμως χώρους των ψυγείων, αν οι πόρτες παρουσιάζουν στεγανότητα, το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από την αναπνοή των καρπών είναι δυνατόν να συσσωρεύεται με μεγάλες συγκεντρώσεις οπότε το οξυγόνο μειώνεται κάτω από τη συνηθισμένη συγκέντρωση (21%), η ατμόσφαιρα τροποποιείται αισθητά και είναι δυνατό να έχει επίδραση στη συντηρησιμότητα των προϊόντων.

### **13.2.4. Αερισμός**

Η σημασία του αερισμού στα κοινά ψυγεία είναι μεγάλη. Ο αερισμός που επιτυγχάνεται με ειδικούς ανεμιστήρες εξασφαλίζει κίνηση του αέρα εντός του ψυγείου με τέτοιες ταχύτητες ώστε να επαρκεί για την αφαίρεση της θερμότητας αναπνοής. Για ορισμένα προϊόντα χρησιμοποιείται εξαερισμός για την ανανέωση του αέρα του ψυγείου με ορισμένες εναλλαγές το 24ωρο, ώστε να απομακρύνονται τα αέρια εκείνα προϊόντα (π.χ. αιθυλένιο) που έχουν επίδραση στο μεταβολισμό του καρπού. Η εισαγωγή όμως αέρα από το περιβάλλοντα χώρο του ψυγείου μπορεί να δημιουργεί προβλήματα στη διατήρηση σταθερών συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας. Συνήθως ο εξαερισμός γίνεται τις νυχτερινές ώρες, περίοδος που η μειωμένη θερμοκρασία συνοδεύεται από υψηλή σχετική υγρασία. (Σφακιωτάκης, 1995)

### **13.2.5. Αναπνοή**

Είναι η διαδικασία κατά την οποία αποθηκευμένες οργανικές ουσίες (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη) διασπώνται σε απλούστερες ενώσεις με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας. Στην διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται το  $O_2$ , ενώ παράγεται  $CO_2$ . Η απώλεια αποθηκευμένων θρεπτικών ουσιών με τη διαδικασία της αναπνοής για τα φυτικά όργανα έχει ως αποτέλεσμα την επιτάχυνση της φθοράς των προϊόντων, τη μείωση της θρεπτικής τους αξίας για τον καταναλωτή και την υποβάθμιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών.

Η ενέργεια που παράγεται κατά τη διαδικασία της αναπνοής, ελευθερώνεται με τη μορφή αισθητής θερμότητας, παράγοντα πολύ σημαντικού για την εκτίμηση των αναγκών σε ψυκτικό φορτίο και αερισμό. Τα φυλλώδη λαχανικά χαρακτηρίζονται από υψηλό έως πολύ υψηλό ρυθμό αναπνοής, για το λόγο αυτό κατατάσσονται στα ευαίσθητα προϊόντα. Η ένταση της αναπνοής ποικίλει ανάλογα με το είδος του οργάνου, την ποικιλία και την ηλικία. Επηρεάζεται επίσης από εξωτερικούς παράγοντες όπως μηχανικούς (κτυπήματα), φυσικούς (θερμοκρασία, υγρασία), χημικούς (σύνθεση της ατμόσφαιρας) και βιολογικούς (παράσιτα, μικροοργανισμοί).

### **13.2.6. Αιθυλένιο**

Απλή οργανική ένωση που παράγεται από τους φυτικούς ιστούς και επιδρά σε αυτούς (ορμόνη σε αέρια μορφή), η οποία ρυθμίζει φυσιολογικές λειτουργίες πριν και μετά τη συγκομιδή, και σχετίζεται άμεσα με τη γήρανση των αγροτικών προϊόντων.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή του από τους ιστούς είναι το στάδιο ωριμότητας, η θερμοκρασία, το οξυγόνο, η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών και οι μηχανικές ζημιές του προϊόντος.

*Επιθυμητές επιδράσεις:* γρήγορη και ομοιόμορφη ωρίμανση καρπών, αποπρασινισμός, αποκοπή φύλλων.

*Ανεπιθύμητες επιδράσεις:* ταχεία γήρανση μετασυλλεκτικά, υποβάθμιση της ποιότητας των καρπών μετασυλλεκτικά (π.χ. μαλάκωμα της σάρκας), μείωση της διατηρησιμότητας.

### **13.2.7. Διαπνοή**

Ονομάζουμε την απώλεια νερού υπό μορφή υδρατμών από τους φυτικούς ιστούς και είναι η κύρια αιτία καταστροφής του προϊόντος, όχι μόνο γιατί συνεπάγεται με ποσοτικές απώλειες αλλά και με ποιοτικές απώλειες στην εμφάνιση, την υφή και τη θρεπτική αξία. Ο βαθμός που διαπνέουν τα προϊόντα εξαρτάται από τους εσωτερικούς παράγοντες, όπως μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά, τη σχέση επιφάνεια-όγκος και το στάδιο της συλλεκτικής ωριμότητας αλλά και από εξωτερικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία

και η κίνηση του αέρα. Η διαπνοή είναι μια φυσική διεργασία που μπορεί να επηρεαστεί με διάφορες μεταχειρίσεις (π.χ. πλαστικά φιλμ) και με τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας και της κίνησης του αέρα.

### **13.3. Τροποποιημένη ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα στη συντήρηση του μαρουλιού**

Τα τελευταία χρόνια οι μέθοδοι της ελεγχόμενης και τροποποιημένης ατμόσφαιρας βελτιώθηκαν με την εφαρμογή σύγχρονης τεχνολογίας αυτομάτων συστημάτων παραγωγής και ελέγχου των αερίων που ενδιαφέρουν τη συντήρηση ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ) και η χρήση του έχει επεκταθεί στη συντήρηση και μεταφορά πολλών ειδών φρούτων και λαχανικών.

Η εισαγωγή (ή η αφαίρεση) αερίων στο χώρο όπου συντηρούνται οι καρποί έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία ατμόσφαιρας που διαφέρει από την κανονική σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα (78,08%  $\text{N}_2$ , 20,95%  $\text{O}_2$ , 0,03%  $\text{CO}_2$ ). Έτσι η σύσταση του αέρα ως προς το  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$  και  $\text{N}_2$  είναι δυνατόν να ρυθμίζεται για να επιτυγχάνονται ορισμένοι συνδυασμοί. Επίσης είναι δυνατό με την μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης να μεταβάλλεται η μερική πίεση των αερίων που επηρεάζουν το μεταβολισμό των καρπών.

Οι όροι “Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα” (ΤΑ) και “Ελεγχόμενη ή Ρυθμιζόμενη Ατμόσφαιρα” (ΕΑ) χρησιμοποιούνται για την συντήρηση σε περιβάλλον με μειωμένη συγκέντρωση  $\text{O}_2$  και αυξημένη συγκέντρωση  $\text{CO}_2$ . Η πρώτη (ΤΑ) διαφέρει από την δεύτερη (ΕΑ) στο ότι κάτω από τις συνθήκες ελεγχόμενης ατμόσφαιρας υπάρχει συνεχής ρύθμιση με διάφορα μέσα και η σύσταση της ατμόσφαιρας σε  $\text{CO}_2$  και  $\text{O}_2$  παραμένει σταθερή σε ορισμένα επίπεδα, ενώ κάτω από συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας μειώνεται η σύσταση του αέρα σε  $\text{O}_2$  και αυξάνεται σε  $\text{CO}_2$  αλλά η τελική σύσταση δεν παραμένει σταθερή και εξαρτάται από την αναπνευστική δραστηριότητα των καρπών και από τη διάχυση των αερίων δια μέσου των φυσικών φραγμάτων που περιβάλλουν τους καρπούς.

Η τροποποιημένη ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά με την εφαρμογή του ψύχους και είναι φανερό ότι σε καμιά περίπτωση δε μπορεί να αντικαταστήσει τους χειρισμούς του ελέγχου της θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στη διατήρηση της ποιότητας και παράτασης της ζωής κατά τη συντήρηση και μεταφορά των οπών οπωροκηπευτικών προϊόντων.

### **13.3.1.Επιδράσεις τροποποιημένης ή ελεγχόμενης ατμόσφαιρας**

Κατά την εφαρμογή της τροποποιημένης ή ελεγχόμενης ατμόσφαιρας ο συνδυασμός της μειωμένης συγκέντρωσης  $O_2$  και της αυξημένης συγκέντρωσης  $CO_2$ , έχει προσθετική επίδραση στην συντήρηση νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων. Οι διάφορες φυσιολογικές επιδράσεις (οφέλη ή ζημιές) της ΕΑ ή ΤΑ εξαρτώνται από την ποικιλία, το φυσιολογικό στάδιο τη σύσταση της ατμόσφαιρας, την θερμοκρασία και την διάρκεια διατήρησης. Τα όρια ενοχής έκθεσης σε  $<O_2$  ή  $>CO_2$  στα λαχανικά παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές λόγω διαφοροποίησης των ιστών τους.

#### *Ευνοϊκές επιδράσεις*

Οι ευνοϊκές επιδράσεις της ΕΑ ή ΤΑ στην συντήρηση είναι οι ακόλουθες:

1. Καθυστέρηση του γηρασμού ( ωρίμανσης) και όλων των βιοχημικών αντιδράσεων και φυσιολογικών μεταβολών όπως π.χ. της αναπνοής, της παραγωγής και δράσης του αιθυλενίου, του μαλακώματος και γενικώς στην μείωση των ποσοτικών και ποιοτικών απωλειών των οπωροκηπευτικών προϊόντων.
2. Μείωση της ευαισθησίας των ιστών στην επίδραση του αιθυλενίου ιδιαίτερα σε ατμόσφαιρα με περιεκτικότητα  $O_2 < 8\%$  και  $CO_2 > 1\%$
3. Μείωση στην ένταση της εμφάνισης ορισμένων φυσιολογικών ανωμαλιών όπως των ζημιών από χαμηλές θερμοκρασίες.
4. Η ΤΑ ή η ΕΑ είναι δυνατόν να έχουν άμεση ή έμμεση επίδραση στην ανάπτυξη παθογόνων οργανισμών που προκαλούν φθορές και σοβαρές απώλειες στο προϊόν (Barkai- Golan, 1990). Π.χ. το υψηλό  $CO_2$  (10-15%) αναστέλλει την ανάπτυξη του μύκητα *Botrytis* σε καρπούς.
5. Η ΤΑ μπορεί να είναι χρήσιμη για τον έλεγχο εντόμων που προσβάλλουν ορισμένα προϊόντα και προκαλούν απώλειες με τα συλλεκτικά ή και για λόγους καραντίνας που ζητούν ορισμένες χώρες εισαγωγής.

#### *Βλαβερές επιδράσεις*

Οι πιο συνήθεις δυσμενείς επιδράσεις από την χρησιμοποίηση ΤΑ ή ΕΑ στη συντήρηση των οπωροκηπευτικών είναι οι ακόλουθες:

1. Πρόκληση ή επιδείνωση της εμφάνισης ορισμένων φυσιολογικών ανωμαλιών.

2. Ανάπτυξη δυσάρεστης γεύσης και οσμής σε πολύ μειωμένο  $O_2$  ως αποτέλεσμα αναερόβιων συνθηκών.

### **13.3.2. Τροποποιημένη ατμόσφαιρα, συσκευασία και χρήση ημιπερατής μεμβράνης**

Η χρησιμοποίηση των ημιδιαπερατών μεμβρανών-φιλμ έχει βρει μεγάλη εφαρμογή τα τελευταία χρόνια στη συσκευασία των νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων και εκτεταμένες έρευνες έχουν γίνει στη διατήρηση της ποιότητας και παράταση της “ζωής στο ράφι” με τη δημιουργία τροποποιημένης ατμόσφαιρας. (Gorris and Peppelenbos 1992, Smith et al 1987, Zagori and Kader 1988, Ben-Yehoshua 1985)

Τα λαχανικά, τα οποία μετά τη συγκομιδή τους και κατά τη συσκευασία εξακολουθούν να διατηρούν τις μεταβολικές δραστηριότητες τους, καταναλίσκουν  $O_2$  και παράγουν  $CO_2$ , έτσι συμβάλλουν από μόνα τους στη δημιουργία τροποποιημένης ατμόσφαιρας που μπορεί να είναι ωφέλιμη ή επιζήμια στη μετασυλλεκτική ζωή του προϊόντος.

Αν η συσκευασία του προϊόντος γίνει με ημιπερατές μεμβράνες, που επιτρέπουν μερική διάχυση των αερίων, μέρος από το καταναλισκόμενο  $O_2$  αναπληρώνεται με εισαγωγή από τον περιβάλλοντα χώρο ενώ μέρος από το παραγόμενο  $CO_2$  αποβάλλεται προς τον ελεύθερο χώρο χωρίς να αυξάνεται η σχετική υγρασία λόγω διαπνοής ή και παραγωγής μεταβολικού ύδατος.

Διάφορα υλικά χρησιμοποιούνται ως υλικά συσκευασίας για την δημιουργία τροποποιημένης ατμόσφαιρας στα οπωροκηπευτικά προϊόντα όπως πολυαιθυλένιο, Cellophane, PVC κλπ.

*Πολυαιθυλένιο.* Το πιο συνηθισμένο υλικό συσκευασίας είναι το φιλμ πολυαιθυλενίου. Το υλικό αυτό πλεονεκτεί γιατί είναι σχετικά ανθεκτικό υλικό, αδιαπέραστο στην υγρασία και με χαμηλό κόστος αγοράς.



*Εικόνα 13.1. Φιλμ πολυαιθυλενίου.*

*Σελλοφάνη.* Παράγωγο της κυτταρίνης, παράγεται σε διάφορους τύπους και πάχη και χρησιμοποιείται για περιτύλιγμα του μαρουλιού.



*Εικόνα 13.2. Φιλμ σελλοφάνης.*

*Χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC)*. Ορισμένα ήδη PVC είναι σχετικά διαπερατά στο  $O_2$  και στους υδρατμούς και χρησιμοποιούνται ως “αναπνευστικές μεμβράνες” για τα προϊόντα.



**Εικόνα 13.3.** Φιλμ χλωριούχου πολυβινυλίου.

Το αιθυλένιο που προκαλεί την ωρίμανση και είναι παράγοντας γηρασμού είναι δυνατόν να συσσωρεύεται κατά τη συσκευασία με φιλμ, αφού η διαπερατότητα του αιθυλενίου στα περισσότερα φιλμ είναι το  $\frac{1}{2}$  εκείνης του  $O_2$  και  $CO_2$ . Εξάλλου αιθυλένιο είναι δυνατόν να εισέρχεται από τον περιβάλλοντα χώρο στο εσωτερικό των συσκευασμένων προϊόντων ιδιαίτερα όταν η διακίνηση γίνεται με μικτά φορτία όπου ευαίσθητα προϊόντα μεταφέρονται με άλλα προϊόντα που παράγουν μεγάλες ποσότητες αιθυλενίου.

Μετά την συσκευασία του προϊόντος με ημιπερατές μεμβράνες τείνει να αποκατασταθεί μια ισορροπία στο σύστημα. Η τελική σύσταση της ατμόσφαιρας εξαρτάται από την αρχική σύσταση της ατμόσφαιρας, τα χαρακτηριστικά διάχυσης του φιλμ, την θερμοκρασία που επηρεάζει την αναπνοή και την διάχυση των αερίων, το είδος του προϊόντος που καθορίζει και το βαθμό αναπνοής και τη μάζα του συσκευασμένου προϊόντος.



### **13.4. Μεταφορά λαχανικών υπό ψύξη**

Η μεταφορά αποτελεί ένα σπουδαίο μέρος της μετασυλλεκτικής μεταχείρισης των λαχανικών. Κάτω από τις συνθήκες που διακινούνται τα ελληνικά οπωροκηπευτικά προϊόντα κυρίως κατά τους θερινούς μήνες που επικρατούν υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες, υφίστανται σοβαρές απώλειες, στο ένα ή στο άλλο σημείο της μεταφοράς τους. Τις ζημιές αυτές παθαίνει το προϊόν από κακούς χειρισμούς, αδικαιολόγητες καθυστερήσεις και αναμονές στα σημεία διακίνησης, απρόσεχτους χειρισμούς στο φόρτωμα και ξεφόρτωμα, χρησιμοποίηση ακατάλληλων δοχείων-κιβωτίων συσκευασίας ως και μη ικανοποιητική ρύθμιση συνθηκών διακίνησης (θερμοκρασία και σχετική υγρασία).

Η επιτυχία της διατήρησης της ποιότητας των νωπών προϊόντων κατά την μεταφορά απαιτεί έλεγχο των συνθηκών σε κάθε στάδιο διακίνησης. Η ικανοποιητική μεταφορά νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων πρέπει να υπάρχουν τέσσερις προϋποθέσεις:

α) έγκαιρη και γρήγορη διανομή του προϊόντος

β) κατάλληλη συσκευασία

γ) καλός έλεγχος των συνθηκών μεταφοράς για διατήρηση της ποιότητας

δ) ικανοποιητικές τιμές στις αγορές του εσωτερικού που να δικαιολογούν την χρησιμοποίηση των διαθέσιμων μέσων μεταφοράς σύγχρονης τεχνολογίας (αυτοκίνητα ψυγεία, βαγόνια ψυγεία κλπ.)

Η μεταφορά νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων γίνεται οδικά, σιδηροδρομικά, θαλάσσια ή με συνδυασμένες μεταφορές, δηλαδή με την χρήση φορτηγών αυτοκινήτων και οχηματαγωγών πλοίων, ενώ ελάχιστες ποσότητες μεταφέρονται αεροπορικά.

### **13.5. Φυσιολογικές ανωμαλίες**

#### **13.5.1. Καταπόνηση προϊόντων μετά τη συγκομιδή**

Ως καταπόνηση (stress) λοιπόν μπορεί να θεωρηθεί η επίδραση κάθε εξωτερικού παράγοντα που διαταράσσει, περιορίζει ή επιταχύνει κανονικές φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού ή φυτικού οργάνου με αρνητικές επιδράσεις ή ανεπανόρθωτες ζημιές στη ζωή του. Μετά την επιστροφή του φυτού σε κανονικές συνθήκες το κατά πόσο το φυτό είναι σε θέση να αναλάβει κανονικές δραστηριότητες εξαρτάται από το μέγεθος και τη διάρκεια της καταπόνησης.

Τα φυτά όπως και τα διάφορα όργανά τους, έχουν την ικανότητα να αναπτύσσουν μηχανισμούς αντιμετώπισης καταστάσεων από καταπονήσεις με διάφορους τρόπους. Η γνώση της επίδρασης των διαφόρων καταπονήσεων που δέχεται το προϊόν μετασυλλεκτικά ως και των μηχανισμών αντοχής θα βοηθήσει καλύτερα να αντιμετωπιστούν οι ζημιές από μετασυλλεκτικές καταπονήσεις.

Κατά τη μετασυλλεκτική ζωή εκδηλώνονται και ορισμένες διαταραχές του μεταβολισμού, που έχουν τη βάση τους σε προσυλλεκτικές καταπονήσεις. Οι καταπονήσεις αυτές δημιουργούν ένα επιβαρυνόμενο ιστορικό που πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη προκειμένου να μελετηθούν και περιορισθούν οι συνέπειες από διαταραχή του μεταβολισμού.

### **13.5.2. Φυσιολογικές ανωμαλίες**

Με τον όρο “φυσιολογικές ανωμαλίες” εννοούμε αποκλίσεις από την κανονική κατάσταση ποιότητας ως προς την εμφάνιση, το χρωματισμό και τις οργανοληπτικές ιδιότητες του καρπού. Με τη ευρεία έννοια ο όρος αυτός περιλαμβάνει ανωμαλίες που δημιουργούνται από καταπονήσεις (θερμική, υδατική, θρεπτική, μηχανική, χημική, παθολογική κ.λ.π.). οι ανωμαλίες αυτές εμφανίζονται κατά τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς (συγκομιδή, διαλογή-συσκευασία, μεταφορά, εμπορία) και για το λόγο αυτό πολλές φορές αναφέρονται και ως “ασθένειες-ανωμαλίες της εμπορίας” (Pierson et al 1971). Και ενώ η εκδήλωση αυτών των ανωμαλιών συμβαίνει κατά τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς (συσκευασία, μεταφορά, συντήρηση, διάθεση), η έναρξη και η ένταση της προσβολής εξαρτάται από την προσυλλεκτική και μετασυλλεκτική μεταχείριση των καρπών. Έτσι η τυχόν θεραπεία πρέπει να αναζητηθεί όχι μόνο στον τρόπο της μετασυλλεκτικής μεταχείρισης αλλά και στη μεταχείριση πριν τη συγκομιδή. Πολλοί παράγοντες, όπως η ποικιλία, η λίπανση, το κλάδεμα, η άρδευση και η καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών είναι δυνατόν να ευθύνονται για την εμφάνιση τέτοιων ανωμαλιών.

Πολλές από τις ανωμαλίες αυτές δύσκολα αναγνωρίζονται και δημιουργούν σύγχυση ως προς τη αιτιολογία τους. Συνήθως μετά την εμφάνιση των συμπτωμάτων η θεραπεία είναι σχεδόν αδύνατη και για αντιμετώπιση της κατάστασης αυτής απλώς αποφεύγουμε εκείνες τις συνθήκες, οι οποίες ευνοούν την εκδήλωση των ανωμαλιών και επισπεύδουμε τη διάθεση του προϊόντος.

### **13.5.3. Θερμική καταπόνηση** **Επιδράσεις υψηλών θερμοκρασιών**

*Προσυλλεκτική καταπόνηση.* Υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες κατά τη βλαστική περίοδο προκαλούν εγκαύματα στους καρπούς.

*Μετασυλλεκτική καταπόνηση.* Μετασυλλεκτικά τα συγκομισμένα προϊόντα εκτίθενται σε καταπονήσεις από υψηλές θερμοκρασίες χωρίς να είναι σε θέση να ρυθμίζουν τη θερμοκρασία τους με τη διαπνοή. Οι ζημιές εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και τη διάρκεια έκθεσης.

### **Επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών- ζημιές από πάγωμα**

Ζημιές από πάγωμα προκαλούνται όταν η θερμοκρασία του ιστού πέφτει κάτω από το σημείο πήξεώς του. Το σημείο πήξεως των λαχανικών είναι λίγο πιο κάτω από το σημείο πήξεως του νερού (0 °C). Τα φυλλώδη λαχανικά που περιέχουν ελάχιστα σάκχαρα παγώνουν πιο εύκολα, τα μαρούλια μπορεί να παγώσουν σε -2° C.

Οι συνέπειες από πάγωμα είναι καταστροφικές στην ποιότητα.

### **13.5.4. Ατμοσφαιρική καταπόνηση**

Η ατμοσφαιρική καταπόνηση που δέχονται τα νωπά οπωροκηπευτικά προϊόντα είναι δυνατόν να έχει σημαντική επίδραση (θετική ή αρνητική) στην ποιότητά τους. Έτσι η καταπόνηση που δέχεται ένα προϊόν από ένα αέριο μπορεί να επιβραδύνει την ωρίμανση και τον γηρασμό του και να έχει θετικό αποτέλεσμα στη συντηρησιμότητά του. Από τα ατμοσφαιρικά αέρια το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα και το αιθυλένιο ασκούν τη μεγαλύτερη επίδραση στους φυτικούς ιστούς.

### **13.5.5. Καταπόνηση από μηχανικές ζημιές**

Κατά τη βλαστική περίοδο τα περισσότερα φυτά υποβάλλονται σε καταπόνηση από μηχανικά αίτια. Μεγάλες καταπονήσεις από μηχανικά αίτια δέχονται τα προϊόντα και κατά τους διάφορους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς (συγκομιδή, διαλογή, συσκευασία, μεταφορά).

### **13.5.6. Χημική καταπόνηση**

Πολλές φορές οι καρποί έρχονται σε επαφή με χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών, είτε κατά τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς (με διάφορες χημικές ουσίες), με υλικά συσκευασίας ή με άλλες πτητικές ουσίες από διαφυγές

κατά τη συντήρηση. Ζημιές δημιουργούνται από φυτοφάρμακα όταν δεν χρησιμοποιούνται προσεκτικά και οι ουσίες αυτές δρουν τοξικά καταστρέφοντας τους ιστούς του προϊόντος και μπορούν να επηρεάζουν την εμφάνιση του καρπού.

(Σφακιωτάκης, 1995)

### **13.6. Ασθένειες ή ανωμαλίες**

Στην διάρκεια της περιόδου διατήρησης ή και της μεταφοράς μπορεί να εμφανίζονται διάφορες ασθένειες ή ανωμαλίες. Το πλέον συνηθισμένο μετασυλλεκτικό πρόβλημα είναι η μαλακή βακτηριακή σήψη, η οποία μπορεί να περιορισθεί εάν η θερμοκρασία διατήρησης είναι κοντά στους 0 °C. Η κοκκινόμαυρη κηλίδωση των φύλλων (russet spotting) είναι συνηθισμένη μετασυλλεκτική ανωμαλία. Κηλίδες σκουριάς εμφανίζονται στο κατώτερο τμήμα του κεντρικού νεύρου των εξωτερικών φύλλων και μπορεί να επεκτείνονται και στο έλασμα του φύλλου. Η ανωμαλία αυτή μπορεί να προκαλείται από την παρουσία αιθυλενίου στο περιβάλλον διατήρησης σε συγκεντρώσεις >0,1 ppm σε συνδυασμό με υψηλή θερμοκρασία (> 5°C). Το αιθυλένιο μπορεί να παράγεται από τις ίδιες τις κεφαλές του μαρουλιού ή από άλλα είδη που βρίσκονται στον ίδιο αποθηκευτικό χώρο και παράγουν σημαντικές ποσότητες αιθυλενίου (π. χ. μήλα, αχλάδια). Η καστανή κηλίδωση των φυτών (brown stain) είναι επίσης συνηθισμένη μετασυλλεκτική ανωμαλία. Καστανόχρωμες κηλίδες εμφανίζονται κοντά στην βάση των φύλλων στο κεντρικό νεύρο και στο έλασμα. Προκαλείται από υψηλή συγκέντρωση CO<sub>2</sub> στο περιβάλλον διατήρησης και τα συμπτώματα είναι εντονότερα σε χαμηλές συγκεντρώσεις O<sub>2</sub> (περίπου 3%). Ορισμένες ποικιλίες παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ευαισθησία στην ανωμαλία αυτή.

## **14. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ**

### **14.1. Μυκητολογικές ασθένειες**

#### **14.1.1. Τήξη σπορειών, *Pythium* sp., *Rhizoctonia solani* κ.α.**

Οι μύκητες αυτοί προσβάλλουν τα πολύ νεαρά φυτά στο σπορείο και προκαλούν σημαντικές ζημιές. Οι μύκητες αναπτύσσονται στο λαιμό των φυταρίων με αποτέλεσμα τη σήψη, το μαρασμό και την καταστροφή τους.

Για την πρόληψη της ασθένειας συνιστάται η χρησιμοποίηση πάντοτε νέου υποστρώματος στο σπορείο, η απολύμανση τόσο του υποστρώματος όσο και όλων των μέσων που χρησιμοποιούνται στο σπορείο, η χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου, η αποφυγή υπερβολικής υγρασίας και σχετικά αραιή σπορά. Θεραπευτικά, μόλις εμφανιστεί η ασθένεια, μπορεί να γίνει ριζοπότισμα στο σπορείο με Tiram 15 g/10 λίτρα νερού ή Captan 10 g/10 λίτρα νερό ή Zinep 10 g/10 λίτρα νερό. Επίσης μπορεί να γίνει συνδυασμός των φαρμάκων αυτών με Benlate ή Topsin M., για καλύτερο έλεγχο των παθογόνων, στο υπόστρωμα. Η προσβολή εμφανίζεται αρχικά στα κατώτερα φύλλα, υπό μορφή καστανών κηλίδων και στη συνέχεια το φυτό ξηραίνεται. Για την πρόληψη ή θεραπεία ακολουθούνται οι συστάσεις που δόθηκαν για την περίπτωση των σπορείων.

#### **14.1.2. Περονόσπορος, *Bremia iactuca***

Ο μύκητας αυτός προκαλεί στο μαρούλι χλωρωτικές κηλίδες στα κάτω φύλλα, όταν επικρατούν συνθήκες υψηλής υγρασίας και στη συνέχεια προκαλείται σήψη των φύλλων. Στην κάτω επιφάνεια των κηλίδων εμφανίζεται λευκό επίχρισμα που είναι τα κονίδια του μύκητα, τα οποία μεταφέρονται στη συνέχεια με τον αέρα σε άλλα φυτά και φύλλα και με την υψηλή υγρασία που υπάρχει διαιωνίζεται η ασθένεια. Μπορεί να περιοριστεί ή και να προληφθεί με αραιή φύτευση, περιορισμό των αρδεύσεων, αερισμό των θερμοκηπίων και με ψεκασμούς με χαλκούχα ή καρβαμιδικά μυκητοκτόνα, όπως ο οξυχλωριούχος χαλκός Zinep, Antracol, Miltox, Captan κ.α. στις κατάλληλες αναλογίες.

#### **14.1.3. Βοτρύτης (φαιά σήψη), *Botrytis cinerea***

Ο μύκητας προσβάλλει το μαρούλι σε όλα τα στάδια της ανάπτυξής του και προκαλεί σοβαρές ζημιές ιδιαίτερα στις καλλιέργειες του φθινοπώρου και της άνοιξης. Στην αρχή η προσβολή εμφανίζεται σαν στίγματα σκούρου χρώματος (καφέ) στα κάτω φύλλα, εξελίσσεται σε μαλακή σήψη και στη συνέχεια εμφανίζεται η γκριζοκαφέ καρποφορία του μύκητα και το φυτό μαραίνεται και καταστρέφεται. Η ασθένεια προλαμβάνεται ή περιορίζεται με τον καλό εξαερισμό του θερμοκηπίου, την αποφυγή διαβροχής των φυτών για μεγάλα χρονικά διαστήματα και με χημική κάλυψη με φυτοφάρμακα όπως το Rovral, Dichloran, Ronilan. Ωίδιο, *Erysiphe cichoracearum* Ο μύκητας εμφανίζεται υπό μορφή κηλίδων στα φύλλα με το χαρακτηριστικό λευκό επάνθισμα των ωιδίων. Η πιθανότητα προσβολής εντείνεται όταν επικρατούν υψηλά επίπεδα υγρασίας και θερμοκρασίας. Θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια αποφυγής των συνθηκών που ευνοούν την ανάπτυξη του μύκητα και, επίσης, με την εμφάνιση

των συμπτωμάτων, να γίνεται ψεκασμός με ωιδιοκτόνα παρασκευάσματα όπως, Super Milkerp, Afugan, κ.α.

## **14.2. Εντομολογικές προσβολές**

### **14.2.1. Αφίδες**

Οι αφίδες εμφανίζονται και πολλαπλασιάζονται πάνω στα νεαρά κυρίως φύλλα του μαρουλιού. Το μεγαλύτερο πρόβλημα που προκαλούν είναι η συμβολή τους στην μετάδοση των ιώσεων, κυρίως η πράσινη αφίδα *Myzus persicae*. Καταπολεμούνται με ειδικό αφιδοκτόνα, όπως το Pirimor ή με εντομοκτόνα όπως το Lanate, Decis, Malathion κ.α. Επίσης με την εφαρμογή βιολογικής καταπολέμησης.

### **14.2.2. Αλευρώδης, *Trialeurodes vaporariorum***

Στα θερμοκήπια προβλήματα δημιουργεί και ο αλευρώδης, του οποίου οι προνύμφες και τα τέλεια εγκαθίστανται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων και μυζούν. Η παρουσία τους κατά τη συγκομιδή υποβαθμίζει την ποιότητα του προϊόντος. Καταπολεμείται με κίτρινες παγίδες με ψεκασμούς χημικών παρασκευασμάτων και με βιολογική καταπολέμηση. Η καταστροφή των φυτών ξενιστών μέσα και γύρω από τα θερμοκήπια συμβάλλει στον περιορισμό του προβλήματος.

### **14.2.3. Θρίπας, *Frankliniella occidentalis***

Τελευταία παρατηρείται μια έξαρση προσβολής φυτών μαρουλιού από τον θρίπα. Αντιμετωπίζεται με ψεκασμούς με κατάλληλα εντομοκτόνα με κολλητικές παγίδες μπλε χρώματος.

### **14.2.4. Κοχλίες – σαλιγκάρια**

Προκαλούν ζημιές γιατί τρώγουν τα φύλλα των φυτών. Καταπολεμούνται με δολώματα μεταλδεύδης.

## **14.3. Ιώσεις**

Η πιο σημαντική ίωση που προσβάλλει τα μαρούλια είναι το «μωσαϊκό του μαρουλιού» (LMV=Lettuce Mosaic Virus), η οποία μεταφέρεται με το σπόρο και διαδίδεται με τις αφίδες (*Myzus persicae*). Τα συμπτώματα της ίωσης είναι η μωσαϊκή στικτή εμφάνιση των φύλλων

από πράσινα και κίτρινα στίγματα, η παραμόρφωση των φύλλων και η καθυστέρηση στην ανάπτυξη των φυτών. Για την πρόληψη της ίωσης, συνιστάται η χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου, απαλλαγμένου ιώσεων, ο οποίος να προέρχεται από υγιή σποροπαραγωγικά φυτά, η έγκαιρη απομάκρυνση από την καλλιέργεια των προσβεβλημένων φυτών και η άμεση και αποτελεσματική καταπολέμηση των αφίδων.

Επίσης, μία άλλη ίωση που προκαλεί ζημιές στο μαρούλι είναι η "Lettuce big vein" = μεγαλονεύρωση ή ασθένεια των διογκωμένων νεύρων του μαρουλιού.

(Ολύμπιος, 2001)

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### Υλικά και Μέθοδοι

#### Φυτικό Υλικό

Σπόροι μαρουλιού (*L. sativa* L.) των τύπων Lollo rosso cv ‘Carmesi’ (Rijk Zwaan, Fijnaart, Ολλανδία), Butterhead cv ‘Gemmaverde’ (Vilmorin, La Méniltré, France) και Batavia green cv ‘Dragone’ (Vilmorin, La Méniltré, France) σπάρθηκαν σε δίσκους πολλαπλών θέσεων (εταιρεία INA plastics, Αθήνα) διαστάσεων 60 x 20 εκ. Ως υπόστρωμα σποράς χρησιμοποιήθηκε ο διογκωμένος περλίτης του οποίου η διαβροχή πραγματοποιήθηκε με πλήρες θρεπτικό διάλυμα.

Τα φυτάρια παρέμειναν στους δίσκους μέχρι το στάδιο των 3 - 4 πραγματικών φύλλων ( 12-14 ημέρες από την σπορά). Στην συνέχεια, τα φυτάρια μεταφυτεύθηκαν σε πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης (Styrofoam; Dow Hellas, Αθήνα) μήκους 1,25 μ πλάτους 0,60 μ και πάχους 0,05 μ. Τα φυτά τοποθετήθηκαν σε οπές διαμέτρου 4 εκ. Για την στήριξη των φυταρίων χρησιμοποιήθηκαν ειδικοί διάτρητοι υποδοχείς (net pots) . Η πυκνότητα φύτευσης σ’ αυτό το στάδιο ήταν 100 φυτά m<sup>-2</sup>. Δυο εβδομάδες αργότερα, (στο στάδιο των 7-8 πραγματικών φύλλων), τα φυτά μεταφυτεύθηκαν στην οριστική τους θέση με τελική πυκνότητα 20, 30 και 20 φυτά m<sup>-2</sup> για τις ποικιλίες ‘Carmesi’, ‘Gemmaverde’ και ‘Dragone’, αντιστοίχως. Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε αρκετούς καλλιεργητικούς κύκλους σε υαλόφρακτο μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο 200 m<sup>2</sup> του ΤΕΙ Πελοποννήσου στην Καλαμάτα (37° 2' 20" N / 22° 6' 51" E) από τον Νοέμβριο του 2014 έως τον Μάιο του 2015.

Η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία εντός του θερμοκηπίου μετρήθηκαν με data loggers (Argos Electronics, Αθήνα, Ελλάδα). Κατά μέσο όρο, η θερμοκρασία του θρεπτικού διαλύματος κυμαινόταν μεταξύ 16 και 20°C τον χειμώνα (Νοέμβριος-Φεβρουάριος) και μεταξύ 20 – 23°C την άνοιξη (Μάρτιος - Μάιος). Η μέση ελάχιστη και η μέση μέγιστη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας εντός του θερμοκηπίου κυμαινόταν τον χειμώνα μεταξύ 13.2 ± 2°C και 24.2 ± 4°C αντιστοίχως. Την άνοιξη οι αντίστοιχες θερμοκρασίες ήταν μεταξύ 16.0 ± 2.0°C και 27.0 ± 4°C. Η μέση σχετική υγρασία εντός του θερμοκηπίου ήταν μεταξύ 70 - 80%.

Η καλλιέργεια πραγματοποιήθηκε σε υδροπονικό σύστημα επιπλεύσεως. Η λεκάνη καλλιέργειας είχε μήκος 10 μ πλάτος 4 μ και βάθος 0,3 μ. Το θρεπτικό διάλυμα παρασκευάστηκε σύμφωνα με πρότυπα από επιχειρηματικές μονάδες προσαρμοσμένα στις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι συγκεντρώσεις (σε meq L<sup>-1</sup>) των θρεπτικών στοιχείων



στο θρεπτικό διάλυμα ήταν οι εξής:  $\text{Ca}^{2+}$ : 7.47;  $\text{Mg}^{2+}$ : 3.23,  $\text{K}^+$ : 6.54,  $\text{NH}_4^+$ : 0.84;  $\text{SO}_4^{2-}$ : 5.19;  $\text{NO}_3^-$ : 9.62;  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ : 1.92 και (σε  $\mu\text{mol L}^{-1}$ ) Fe: 35; Mn: 8; Zn: 6; Cu: 0.75; B: 30 and Mo: 0.5 (Assimakoroulou et al., 2013). Κατά την διάρκεια της καλλιέργειας, το pH και η EC ρυθμίστηκαν σε επίπεδα: 5.8 – 6.0 και 2.0 - 2.1  $\text{mS cm}^{-1}$ , αντιστοίχως. Το pH διατηρήθηκε σε αυτά τα επίπεδα με την προσθήκη νιτρικού οξέος. Το pH και η EC προσδιορίζονταν σε ημερήσια βάση με φορητά όργανα (Hanna HI9813-5, USA). Το επίπεδο του διαλελυμένου οξυγόνου στο θρεπτικό διάλυμα διατηρήθηκε πάνω από τα 4.5  $\text{mg L}^{-1}$  (Mathieu et al., 2006) χρησιμοποιώντας αεροσυμπιεστή και αντλία ανακυκλοφορίας με παροχή 250  $\text{L min}^{-1}$ . Το διαλελυμένο οξυγόνο προσδιοριζόταν μέσω φορητού οξυγονόμετρου (GMH 3630, Greisinger electronic GmbH, Wuerzburg, Germany).

### **Τρόπος συγκομιδής και συνθήκες αποθήκευσης**

Τα φυτά μαρουλιού με την ρίζα τους συγκομίστηκαν στην εμπορική ωριμότητα, 2 - 3 εβδομάδες μετά την τελική μεταφύτευση, όταν το νωπό τους βάρος ανάλογως της ποικιλίας ήταν 200 - 300 g. Τα συγκομισθέντα φυτά, μεταφέρονταν αμέσως στο εργαστήριο και τοποθετούνταν στους 4°C. Πραγματοποιήθηκαν τρία ξεχωριστά πειράματα σε διαφορετικές εποχές με 9 μεταχειρίσεις συγκομιδής και 3 θερμοκρασίες αποθήκευσης. (Πίνακας 1). Τα φυτά με ολόκληρη την ρίζα τοποθετήθηκαν είτε ελεύθερα στο περιβάλλον είτε με εμβάπτιση των ριζών σε θρεπτικό διάλυμα, ή στο νερό (μέσα σε γυάλινα δοχεία) ή μέσα σε υγρή λινάτσα. Τα φυτά με το 1/3 της ρίζας, τοποθετήθηκαν στις ίδιες συνθήκες. Τα φυτά χωρίς την ρίζα (αποκοπή της ρίζας στην βάση του στελέχους όπως συνηθίζεται σε εμπορικές καλλιέργειες) τοποθετήθηκαν στον αέρα και χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Όλα τα υπέργεια τμήματα των φυτών καλύφθηκαν με διάτρητα διαφανή πλαστικά σακουλάκια (30 x 40 cm) και τοποθετήθηκαν στους 0 - 1, 4 - 5 or 10 - 11°C και 60 - 70% σχετική υγρασία στο σκοτάδι (Πίνακας 1). Η παρατηρήσεις λαμβάνονταν κάθε 2 ημέρες και μέχρι το τέλος του κάθε πειράματος.

### **Παράμετροι ποιότητας**

*Διάρκεια μετασυλλεκτικής ζωής (SL), Σχετικό νωπό βάρος (RFW) και απορρόφηση νερού (WU)*

Η SL μετρήθηκε ως ημέρες από την συγκομιδή (πχ ημέρα-0). Ως τέλος της SL ορίστηκε όταν η τιμή του RFW ήταν < 80% από την αρχική. Ο προσδιορισμός του νωπού βάρους έγινε ζυγίζοντας τα μαρούλια κάθε 2 ημέρες με ζυγαριά ακριβείας (Kern, & Sohn GmbH,

Balingen, Germany) και το RFW ορίσθηκε σαν το ποσοστό (%) της αρχικής τιμής, ακολουθώντας την ακόλουθη εξίσωση:  $RFW = [(FW_i - FW_f / FW_i) * 100] + 100$  όπου  $FW_i =$  το αρχικό νωπό βάρος την ημέρα -0 και  $FW_f =$  το τελικό νωπό βάρος την ημέρα μετρήσεως (Darras et al., 2010). Η WU υπολογίσθηκε ως  $as mL g FW^{-1}$  και μετρήθηκε ζυγίζοντας τα γυάλινα δοχεία με το περιεχόμενό τους.

### **Χρώμα**

Το χρώμα μετρήθηκε στην εξωτερική επιφάνεια των φύλλων με τη χρήση χρωματόμετρου (Minolta colorimeter Model CR-300, Minolta Co. Ltd., Osaka, Japan). Οι παρατηρήσεις λαμβάνονταν τοποθετώντας τον αισθητήρα του οργάνου στην εξωτερική επιφάνεια του φύλλου, στο μέσον μεταξύ του ακραίου τμήματος και της βάσης. Προσδιορίσθηκαν οι παράμετροι:  $L^*$  (lightness index scale from black to white),  $a^*$  [degree of redness (+ $a^*$ ) to greenness (- $a^*$ )],  $b^*$  [degree of yellowness (+ $b^*$ ) to blueness (- $b^*$ )],  $H^*$  (Hue;  $\arctan b^*/a^*$ ),  $C^*$  [chroma;  $(a^2 + b^2)^{1/2}$ ] και ολική διαφορά χρώματος ( $\Delta E$ ) η οποία προσδιορίσθηκε μέσω της εξίσωσης:  $\Delta E = [(L_f - L_i)^2 + (a_f - a_i)^2 + (b_f - b_i)^2]^{1/2}$ , όπου  $L_i =$  η αρχική φωτεινότητα (ημέρα-0),  $L_f =$  η τελική φωτεινότητα (ημέρα-14),  $a_i = a^*$  η αρχική τιμή (ημέρα-0),  $a_f = a^*$  η τελική τιμή (ημέρα-14),  $b_i = b^*$  η αρχική τιμή (ημέρα-0), και  $b_f = b^*$  η τελική τιμή (ημέρα-14).

### **Συγκέντρωση χλωροφύλλης (SPAD index) και φθορισμός χλωροφύλλης ( $F_v / F_m$ )**

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης εκφράσθηκε σε μονάδες SPAD (leaf chlorophyll index) με την χρήση του οργάνου μετρήσεως χλωροφύλλης SPAD-502 (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japan).

Ο φθορισμός της χλωροφύλλης μετρήθηκε την ημέρα-14 του πειράματος 3 για την εκτίμηση της επίδρασης των χαμηλών θερμοκρασιών αποθήκευσης στους ιστούς. Η ελάχιστη ( $F_0$ ), η μέγιστη ( $F_m$ ) και η σχετική [ $F_v / F_m$ ;  $(F_m - F_0) / F_m$ ] μετρήθηκαν μέσω του οργάνου: Model: OS-30p, OptiSciences Inc., NH03051, USA στην εξωτερική επιφάνεια των φύλλων μετά από εγκλιματισμό 15 λεπτών στο σκοτάδι (Schofield et al., 2005).

### **Οπτική εκτίμηση (VAR) (κλίμακα 0 – 4)**

Η συνολική ποιότητα και εμφάνιση των μαρουλιών που συντηρήθηκαν μέχρι 28 ημέρες, μετρήθηκε μέσω της κλίμακας: 0 = κανένα σύμπτωμα αλλαγής χρώματος ή μάρανσης, 1 =

ελαφρά αλλά αποδεκτή μάρανση και καμιά αλλαγή στο χρώμα, 2 = μέτρια μάρανση και ελαφρά αλλαγή στο χρώμα, 3 = σημαντική μάρανση και εμφανής αλλαγή στο χρώμα, 4 = συνολική συρρίκνωση των ιστών και μέτρια αλλαγή στο χρώμα.

Πίνακας 1: Πειραματικός σχεδιασμός των πειραμάτων.

Πείραμα	Παράγοντες	Πειραματικό σχέδιο	Επαναλήψεις	Ποικιλίες	Τρόπος συγκομιδής
1	1. Τρόπος συγκομιδής	CRD	7 φυτά /ποικ / τρόπο συγκ	‘Carmesi’, ‘Gemmaverde’ ‘Dragone’	1. Rooted plants in FHS solution 2. Rooted plants in tap water 3. Rooted plants on air 4. 1/3 rooted plants in FHS 5. 1/3 rooted plants in tap water 6. 1/3 rooted plants on air 7. Rooted plants folded in burlap 8. 1/3 rooted plants folded in burlap 9. Un-rooted plants (controls)
2	1. Harvest practice	CRD	7 φυτά /ποικ / τρόπο συγκ	‘Carmesi’, ‘Gemmaverde’ ‘Dragone’	1. 1/3 Rooted plants 2. Control (un-rooted)
3	1. Harvest practice 2. Cultivar 3. Storage temperature	RBD	7 φυτά /ποικ / τρόπο συγκ	‘Carmesi’ ‘Dragone’	1. 1/3 Rooted plants 2. Control (un-rooted)
4	1. Harvest practice 2. Cultivar 3. Storage	RBD	6 φυτά /ποικ / τρόπο συγκ	‘Carmesi’ ‘Dragone’	1. 1/3 Rooted plants 2. Control (un-rooted)

SL = storage life, RFW = relative fresh weight, VAR = visual appearance rating

**Πίνακας 2:** Χρώμα φύλλων ( $L^*$ ,  $H^*$ ,  $C^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) και ολικές διαφορές χρώματος ( $\Delta E$ ) των ποικιλιών μαρουλιού ‘Carmesi’, ‘Gemmaverde’ και ‘Dragone’ με τους εξής τρόπους συγκομιδής: συγκομιδή με το 1/3 της ρίζας, ή χωρία καθόλου ρίζα (μάρτυρας) και με αποθήκευση για 14 ημέρες στους 4 - 5°C στο σκοτάδι. Οι παράμετροι του χρώματος των φύλλων λήφθηκαν την ημέρα-0 και την ημέρα-14 στο πείραμα 2. Μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα στην ίδια στήλη δηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ακολουθώντας το στατιστικό πρότυπο Tukey (HSD multiple range test) σε επίπεδο σημαντικότητας  $P = 0.05$ .

Ποικιλία	Τρόπος συγκομιδής	$\Delta E$	Παράμετροι χρώματος				
			$L^*$	$H^*$	$C^*$	$a^*$	$b^*$
			<b>Ημέρα-0</b>				
‘Carmesi’	μάρτυρας	16.93 b	22.09	109.32	21.68	-7.18	20,44
	1/3 ρίζας	6,54 a	30.81	107.18	20.21	-5.30	15,41
‘Gemmaverde’	μάρτυρας	9.12 a	41.29	120.6	27.82	-14.16	23,95
	1/3 ρίζας	8.74 a	46.58	121.2	28.80	-14.92	24,64
‘Dragone’	μάρτυρας	10.43 b	49.43	119.3	34.65	-16.98	30.20
	1/3 ρίζας	6.46 a	48.38	119.8	32.71	-16.26	28.39

**Πίνακας 3:** Χλωροφύλλη στα φύλλα (SPAD index) φυτών μαρουλιού ποικιλίας Carmessi, Gemmaverde και Dragone ανεπτυγμένα σε σύστημα επίπλευσης, συγκομισμένα με το 1/3 της ρίζας ή χωρίς ρίζα (μάρτυρας). Τα συγκομισμένα μαρούλια συντηρήθηκαν για 14 ημέρες στους 4 - 5°C στο σκοτάδι. Τα δεδομένα πάρθηκαν την ημέρα-0, την ημέρα-14 και την ημέρα-28 του πειράματος. Μεταξύ των τιμών τα διαφορετικά γράμματα καταδεικνύουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές κατά Duncan.

Ποικιλία	Τρόπος συγκομιδής	Χλωροφύλλη (SPAD index)		
		Ημέρα-0	Ημέρα-14	Ημέρα-28
Carmessi	μάρτυρας	24,06 a	17,80 a	-*

	1/3 ρίζα	23,64 a	11,38 b	10,54
Germaverde	μάρτυρας	24,94 b	21,96 a	-
	1/3 ρίζα	29,20 a	24,50 a	23,90
Dragone	μάρτυρας	32,10 a	33,70 a	-
	1/3 ρίζα	29,50 a	30,50 a	28,30

\*δεν μετρήθηκε

**Πίνακας 4:** Αποτελέσματα της επίδρασης του τρόπου συγκομιδής (1/3 ρίζας, χωρίς ρίζα), των θερμοκρασιών αποθήκευσης (0 - 1, 4 - 5 και 10 - 11°C) και της ποικιλίας ('Carmesi' and 'Dragone') στην διάρκεια μετασυλλεκτικής ζωής (SL), σχετικό νωπό βάρος (RFW), οπτική εκτίμηση εμφάνισης προϊόντος (VAR), φθορισμό χλωροφύλλης ( $F_v / F_m$ ) και στην συνολική διαφορά χρώματος ( $\Delta E$ ). Μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα στην ίδια στήλη δηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ακολουθώντας το στατιστικό πρότυπο Tukey (HSD multiple range test) σε επίπεδο σημαντικότητας  $P = 0.05$ .

Κύριοι παράγοντες	SL		RFW		VAR		$F_v / F_m$
	df	Mean	Sig.	Mean	Sig.	Mean	Sig.
Τρόπος συγκομιδής (H)	1		<0.01		<0.01		<0.01
i. Μάρτυρας		9.2 b		87.9 b		1.2 b	0.73 a
ii. 1/3 ρίζας		21.2 a		107.3a		0.1 a	0.73 a
Θερμοκρασία αποθήκευσης (T)	2		<0.01		<0.01		<0.01
i. 0 - 1°C		16.0 b		94.9 b		0.6 b	0.76 a
ii. 4 - 5°C		18.9 a		98.9 a		0.4 a	0.74 a
iii. 10 - 11°C		12.2 c		98.9 a		0.9 c	0.68 b

Ποικιλία (C)	1	<0.01	<0.01	.906
i. 'Carmesi'	17.2 a	96.3 b	0.6 a	0.77 a
ii. 'Dragone'	14.2 b	98.9 a	0.6 a	0.68 b

## Αποτελέσματα-Συζήτηση

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα του πειράματος, τα φυτά του μαρουλιού μετασυλλεκτικά, είναι πολύ ευαίσθητα στην μάρανση σαν αποτέλεσμα της απώλειας νερού από τους ιστούς (Wills et al., 2004). Γενικά, έχει αναφερθεί σε πολλές εργασίες, τ κάποιοι τύποι φυλλωδών λαχανικών που καλλιεργούνται στο έδαφος, εμφανίζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην απώλεια νερού σε σχέση με αυτά που καλλιεργούνται υδροπονικά (Manzocco et al., 2011). Το γεγονός αυτό αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα για τα υδροπονικώς καλλιεργούμενα φυλλώδη λαχανικά, καθώς η μετασυλλεκτική ποιότητα παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή των καταναλωτών. Η μετασυλλεκτική ποιότητα του μαρουλιού κατά την αποθήκευση, παραμένει σταθερή για περισσότερο χρόνο όταν οι θερμοκρασίες κυμαίνονται μεταξύ 0 - 1°C και η σχετική υγρασία διατηρείται σε επίπεδα >95% (Bolin et al., 1977; Paull, 1999; Wills et al., 2004; Agüero et al., 2011).

Η χαμηλή σχετική υγρασία, σε επίπεδα <70% αυξάνει το έλλειμμα πίεσεως υδρατμών (VPD), με αποτέλεσμα την εξάτμιση του νερού από το προϊόν. Σε επιχειρηματικής μορφής υδροπονικές μονάδες, το μαρούλι συγκομίζεται κυρίως με την ρίζα του, γεγονός το οποίο βελτιώνει την μετασυλλεκτική του συμπεριφορά (Kotsiras pers. com.). Εντούτοις, συγκομίζοντας το μαρούλι με την ρίζα δεν αποτελεί πάντα τον καλύτερο τρόπο για την διατήρηση της ποιότητας. Στην παρούσα εργασία, τα φυτά που συγκομίζονται με την ρίζα και παραμένουν στο αέρα, εμφανίζουν σημαντικά χαμηλότερα SL, RFW και VAR σε σχέση με τα φυτά που συγκομίζονται με τον συμβατικό τρόπο χωρίς την ρίζα. Οι ρίζες των μαρουλιών πρέπει να εμβαπτίζονται σε νερό ή θρεπτικό διάλυμα για να διατηρηθεί για περισσότερο χρόνο σταθερό το νωπό τους βάρος. Στην παρούσα εργασία, αυτό επιβεβαιώνεται με σημαντική αύξηση των RFW και SL.

Στην παρούσα εργασία, επίσης, δοκιμάστηκαν και θερμοκρασίες αποθήκευσης 4 – 5°C and 10 – 11°C. Στην βιβλιογραφία, αναφέρεται ότι η καταλληλότερη θερμοκρασία για την αποθήκευση του μαρουλιού είναι 0 – 1°C (Cantwell and Kasmire, 2002). Η αποθήκευση των τύπων Lollo Rosso και Batavia στους 4 – 5°C είχε σαν αποτέλεσμα την άριστη επίδοση στις παραμέτρους SL, RFW και VAR. Εντούτοις, η αποθήκευση στους 10 – 11°C των μαρουλιών με το 1/3 της ρίζας των ποικιλιών ‘Carnesi’ και ‘Dragone’ είχε σαν αποτέλεσμα την σημαντική αύξηση του RFW και την σημαντικά μειωμένη VAR σε σχέση με τα φυτά χωρίς ρίζα (μάρτυρες), ακόμη και μετά από 15 ημέρες αποθήκευσης. Ήταν ξεκάθαρο ότι τα φυτά με το 1/3 της ρίζας μπορούν να αποθηκευθούν στους 10 – 11°C για 15 ημέρες χωρίς σημαντική μείωση της ποιότητας. Αυτός ο εναλλακτικός τρόπος αποθήκευσης, πιθανόν να

δίνει στους παραγωγούς και στους εμπόρους ένα εξαίρετο πλεονέκτημα κατά την διάρκεια της αποθήκευσης.

Σε γενικές γραμμές, η ποσότητα χλωροφύλλης στα φύλλα των μαρουλιών που συγκομίστηκαν με το 1/3 της ρίζας ή χωρίς ρίζα, δεν διέφεραν μεταξύ τους εκτός από την περίπτωση της ποικιλίας Germaverde (Πίνακας 3). Η ποσότητα χλωροφύλλης στα φύλλα των μαρουλιών των ποικιλιών Carmessi και Germaverde μειώθηκε κατά τη διάρκεια των 14-ημερών του πειράματος. Αντίθετα, παρατηρήθηκε αύξηση της ποσότητας χλωροφύλλης στα φύλλα των μαρουλιών της ποικιλίας Dragone (Πίνακας 3).



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βασιλακάκης Μιλτιάδης, 2006. *Μετασυλλεκτική φυσιολογία- Μεταχείριση οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία*. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, 586 σελ.

Ευάγγελος Σφακιωτάκης, 2004. *Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων*. Θεσσαλονίκη, Διαθέτης (Εκδότης): Γ. Μανουσάκη & Σία Ο.Ε, 381 σελ.

Ιμπραχίμ Αβραάμ Χα, Σπύρος Πετρόπουλος, 2014. *Γενική Λαχανοκομία και Υπαίθρια Καλλιέργεια Λαχανικών*. Εκδότης Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 711 σελ.

Σάββας Δημήτριος, 2011. *Καλλιέργειες εκτός Εδάφους: Υδροπονία, υποστρώματα*. Αθήνα, Εκδόσεις ΑγροΤύπος, 528 σελ.

Χρίστος Μ. Ολύμπιος, 2001. *Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια*. Εκδότης Σταμούλη Α.Ε., 772

ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΟΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ - ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Αναστάσιος Δάρρας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ «Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΡΩΜΑΝΑ Ή ΚΩΣ ΣΤΗΝ ΚΩ», ΣΥΝΕΣΙΟΥ ΓΑΒΡΙΗΛ, ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2011.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ «ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ», Γκλιάτης Τάσος Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ 2002.

<http://www.cold.org.gr/library/Downloads/docs/%CE%97%20%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%91%20%CE%A4%CE%A9%CE%9D%20%CE%9D%CE%A9%CE%A0%CE%A9%CE%9D%20%CE%91%CE%93%CE%A1%CE%9F%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%8F%CE%9D%20%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%99%CE%9F%CE%9D%CE%A4%CE%A9%CE%9D.pdf>

<http://www.chemeng.ntua.gr/courses/sbt/files/%CE%A8%CE%A5%CE%9E%CE%97.pdf>

[http://istath.blogspot.gr/2013/10/blog-post\\_14.html](http://istath.blogspot.gr/2013/10/blog-post_14.html)

<http://www.cropscience.gr/el/articles/maroyli>

Assimakopoulou, A., Kotsiras, A., Nifakos, K., 2013 The incidence of lettuce tipburn as related to hydroponic system and cultivar J.Plant Nutr.36, 1383-1400

Bolin, H. R, Stafford, A,E., King Jr., A. D., Huxsole, C, C., 1977 Factors affecting the storage stability of shredded lettuce. J. Food Sci. 5, 1319-1321

Cantwell, M., Kasmire, R., 2002 Postharvest handling systems, Kader A.A.

Willes, R.W., Mc Glasson, B., Greham, D., Joyle, D., 2004 Postharvest An Introduction to the Physiology and Handling O Fruit, Vegetables and Ornamentals, 4<sup>th</sup> Ed. CAB Intrenational, Oxon, UK.