



ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΤΜΗΜΑ  
ΕΚΔΟΣΕΩΝ & ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ

ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΣΤΑ  
ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΛΑΧΙΣΤΑ  
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ROMANA**

Σπουδαστής:  
**ΚΑΠΕΤΑΝΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

Επιβλέπων Καθηγήτρια:  
**Ελένη Μανωλοπούλου**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2010

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΙΓΟΣ.....	4
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....</b>	<b>5</b>
1.1.: Μαρούλι: .....	5
1.1.2.: Καταγωγή – Ιστορικό του φυτού.....	5
1.1.3.: Ποικιλία τύπου Cos ή Romaine (Κως ή Ρωμάνα).....	6
1.1.4.: Ποικιλία κεφαλωτού τύπου, Iceberg ή Crisphead.....	7
1.1.5.: Ποικιλία κεφαλωτού τύπου, Butterhead.....	7
1.1.6.: Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα (Looseleaf).....	8
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο: ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΟΠΩΡΩΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ.....</b>	<b>9</b>
2.1.: Γιατί συντηρούμε τα νωπά φρούτα και λαχανικά.....	9
2.2.: Παράγοντες που επηρεάζουν τη συντήρηση.....	9
2.3.: Ψύξη οπωροκηπευτικών προϊόντων.....	10
2.4.: Συνθήκες ψυχοσυντήρησης.....	10
2.5.: Πρόψυξη.....	11
2.6.: Συντήρηση με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα.....	11
2.6.1.: Σύνθεση της ατμόσφαιρας.....	12
2.6.2.: Ρύθμιση θερμοκρασίας υγρασίας και αρωματικών ουσιών..	12
2.6.3.: Δημιουργία και σταθεροποίηση της ελεγχόμενης ατμόσφαιρας...	13
2.7.: Συντήρηση οπωρολαχανικών με τη χρησιμοποίηση ημιπερατών μεμβρανών.....	13
2.7.1.: Χαρακτηριστικά διαπερατότητας των μεμβρανών.....	14
2.7.2.: Τρόπος χρήσης των φυσιολογικών συσκευασιών.....	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΥΠΟΣΤΕΙ “ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΠΕΞΑΡΓΑΣΙΑ” (MINIMALY PROCESSED FRUITS AND VEGETABLES) ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ.....</b>	<b>16</b>
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	18
Υλικά και Μεθόδοι.....	18

Προετοιμασία α' ύλης.....	18
Συσκευασία.....	19
Αναπνευστική δραστηριότητα ολόκληρου και κομμένου μαρουλιού.....	20
Ανάλυση αερίων συσκευασιών.....	21
Απώλεια βάρους.....	21
Ανάλυση υφής.....	22
Μέτρηση χρώματος.....	22
Δείκτης καστίανωσης.....	22
Ποιοτική αξιολόγηση (οπτική).....	23
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>24</b>
Αναπνευστική δραστηριότητα ολόκληρου και κομμένου μαρουλιού.....	24
Σύνθεση των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών.....	24
Απώλεια βάρους.....	26
Υφή.....	27
Χρώμα.....	27
Δείκτης καστίανωσης.....	29
Ποιοτική αξιολόγηση.....	30
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>31</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>32</b>
<b>ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>	<b>34</b>

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας και της συσκευασίας στα ποιοτικά χαρακτηριστικά «ελάχιστα επεξεργασμένου» μαρουλιού τύπου *Romana*. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι πλαστικές συσκευασίες που χρησιμοποιήθηκαν μείωσαν αισθητά την απώλεια βάρους και διατήρησαν το χρώμα και την υφή. Το αέριο μίγμα 10% O<sub>2</sub>-5% CO<sub>2</sub> διατήρησε και στις δύο μελετηθείσες θερμοκρασίες (0°C, 5°C) την ποιότητα του προϊόντος, παρουσιάζοντας τα μικρότερα ποσοστά καστανώσεων. Από τις δύο θερμοκρασίες αυτή των 0°C κρίθηκε πιο αποτελεσματική στη διατήρηση της ποιότητας.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

### ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

#### 1.1. Μαρούλι (*Lactuca sativa* L.) :

**Μαρούλι :** *Lactuca sativa* L.

**Οικογένεια :** *Compositae*

**Καλλιεργούνται κυρίως ποικιλίες με  $2n=18$   
χρωμοσώματα.**

**Συνώνυμα :** Λακτούκη, Μαρούλιον, Μαϊούνιον  
(Βυζάντιο), Θρίδαξ, Σαλάτα.

**Αγγλικά :** Lettuce, **Γαλλικά :** Laitue, **Γερμανικά :**  
Korfsalat, **Ισπανικά :** Lechuga, **Ιταλικά :** Lattuga,  
**Πορτογαλικά :** Alface.

#### 1.1.2. Καταγωγή - Ιστορικό του φυτού :

Το καλλιεργούμενο μαρούλι (*Lactuca sativa* L.) θεωρείται ότι προήλθε από το άγριο μαρούλι *Lactuca serriola* ή *scariola* L., το οποίο συναντάται ως ζιζάνιο σε πολλές περιοχές της Ευρώπης. Κατά μία άλλη θεωρία προήλθε από διασταυρώσεις με τα άγρια είδη *L. saligna* και *L. virosa*. Υπάρχουν πάνω από εκατό είδη στο γένος *Lactuca*. Το μαρούλι ανήκει στη μεγαλύτερη βοτανική οικογένεια, τα σύνθετα (*Compositae*) και στην υποδιαίρεση *Liguliforae*, 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. Άλλοι χώροι προέλευσης του μαρουλιού θεωρούνται οι περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου, Μικράς Ασίας, Καύκασου, 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 στην Αίγυπτο από το 4.500 π.Χ. και είναι γνωστό ότι το μαρούλι χρησιμοποιείται πάνω από 2.000 χρόνια στη διατροφή του ανθρώπου. Πολύ πριν από τη χρήση του σαν τροφή χρησιμοποιείτο για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες (έχει ναρκωτικές και παυσίπονες ιδιότητες).

Ο χυμός του ήμερου μαρουλιού *Lactuca sativa* L. 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 από απόσταξη των φύλλων του μαρουλιού. Τέλος, με σύνθλιψη του ανθοφόρου βλαστού λαμβάνεται η «θριδακία» (γαλλ. tridace), η οποία χρησιμοποιείται στην κατασκευή του φημισμένου σαπουνιού «tridace» (Γεννάδιος, 1959).

Αναφέρεται ότι οι Πέρσες το καλλιεργούσαν τον 6<sup>ο</sup> π.χ. αιώνα, ήταν δε γνωστό στους Αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους. Οι Ηρόδοτος, Θεόφραστος, Διοσκουρίδης κ.α. το αναφέρουν με το όνομα «Θρίδαξ» ή «Θριδακίνη», ενώ οι Κύπριοι το ονόμαζαν «Βρένθις». Ο Θεόφραστος το περιγράφει σαν λαχανικό «επίσπορο», ότι δηλαδή μπορεί να σπαρθεί πολλές φορές μέσα σε ένα έτος και μάλιστα περιγράφει τέσσερα διαφορετικά είδη. Στην Κίνα μεταφέρθηκε το 900 μ.χ.

Στην Αγγλία το 1543 αναφέρεται για πρώτη φορά το κεφαλωτό μαρούλι. Στη Γαλλία, και ιδιαίτερα στην περιοχή του Παρισιού, για εκατοντάδες χρόνια εφαρμοζόταν μια εξειδικευμένη μέθοδος καλλιέργειας μαρουλιού σε «τζάκια» με θερμοστρωμένες από ζυμούμενη κοπριά.

### 1.1.3. Ποικιλία τύπου Cos ή Romaine (Κως ή Ρωμάνα) :

***Parris Island Cos*** : Είναι η πιο διαδεδομένη ποικιλία μαρουλιού τύπου «Ρωμάνα» που καλλιεργείται στην Ελλάδα. Τα φυτά είναι όρθια, ύψους 20 – 25cm. Τα εσωτερικά νεαρά φύλλα σχηματίζουν κεφαλή, ενώ τα εξωτερικά είναι ελαφρά κυματοειδή. Το χρώμα των φύλλων είναι ελαφρά γκριζοπράσινο. Είναι μεσοπρώιμη ποικιλία κατάλληλη για φθινοπωρινή και χειμερινή καλλιέργεια και απαιτεί περίπου 70 ημέρες μέχρι τη συγκομιδή. Είναι ανθεκτική στο μωσαϊκό του μαρουλιού. (Εικόνα 1.).



**Εικόνα 1.** Φυτό μαρουλιού «Ρωμάνα» της ποικιλίας «Parris Island Cos».

#### 1.1.4. Ποικιλία κεφαλωτού τύπου, **Iceberg** ή **Crisphead** :

**Great Lakes:** Ποικιλία τύπου Iceberg. Σχηματίζει κεφαλή μετρίου μεγέθους, χρώματος σκούρου πράσινου και με επιφάνεια κεφαλής ελαφρά κυματοειδούς εμφάνισης. Είναι πολύ ανθεκτική στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων (tipburn). (Εικόνα 2).



*Εικόνα 2. Φυτό μαρουλιού «κεφαλωτού» τύπου (Iceberg) της ποικιλίας «Great Lakes».*

#### 1.1.5. Ποικιλία κεφαλωτού τύπου, **Butterhead** :

**White Boston:** Ποικιλία «κεφαλωτού» μαρουλιού τύπου Butterhead. Το μέγεθος του φυτού είναι μέτριο, τα φύλλα είναι λεία και κυματοειδή και το χρώμα ελαφρύ πράσινο. Απαιτεί 70 ημέρες μέχρι τη συγκομιδή. (Εικόνα 3).



*Εικόνα 3. Φυτό μαρουλιού «κεφαλωτού» τύπου (Butterhead) της ποικιλίας «White Boston».*

#### 1.1.6. Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα (Looseleaf) :

***Grand rapids*** : Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα. Φυτά όρθια μετρίου μεγέθους. Τα φύλλα είναι ελεύθερα κυματιστά στο σύνολό τους και με έντονο κυματισμό στην περιφέρειά τους, με ελαφρύ πράσινο χρώμα. Είναι πρόιμη ποικιλία, συμπληρώνει δε την ανάπτυξή της σε 43 ημέρες. Η ποικιλία είναι κατάλληλη για καλλιέργεια σε θερμοκήπια.



**Εικόνα 4.** Φυτό μαρουλιού με χαλαρό φύλλωμα (looseleaf) ποικιλίας «*Grand rapids*»



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

### ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ

#### 2.1. ΓΙΑΤΙ ΣΥΝΤΗΡΟΥΜΕ ΤΑ ΝΩΠΑ ΦΡΟΥΤΑ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΑ

Τα οπωροκηπευτικά προϊόντα είναι ζωντανοί ιστοί, που τους χαρακτηρίζει έντονη εποχικότητα και μεγάλη φθαρτότητα. Για το λόγο αυτό η διάθεση 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:

- Σε φυσιολογική φθορά από καταβολικές αντιδράσεις λόγω αναπνοής, διαπνοής
- Σε πρόωμη ωρίμαση των καρπών και γηρασμό των ιστών
- Σε προσβολές από παθογόνους μικροοργανισμούς και
- Σε φυσιολογικές ασθένειες ( ασθένειες ψύχους, πρασίνισμα πατάτας).

Με τη συντήρηση επιδιώκουμε να παρατείνουμε, πέρα από την περίοδο συγκομιδής, την εμπορική ζωή των προϊόντων με σκοπό τη διάθεση τους σε απομακρυσμένες αγορές και σε άλλες εποχές εκτός από την εποχή συγκομιδής. Εφαρμόζοντας διάφορους τρόπους συντήρησης πετυχαίνουμε να παρατείνουμε την εμπορική ζωή διότι:

- Επιβραδύνουμε και περιορίζουμε την αναπνοή στο ελάχιστο
- Καθυστερούμε την ωρίμαση των καρπών
- Περιορίζουμε τη διαπνοή και έχουμε μειωμένες απώλειες βάρους.
- Αποφεύγουμε την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών και για ορισμένα προϊόντα (βολβώδη, κονδυλώδη, ριζώδη λαχανικά) ελέγχουμε ανεπιθύμητες φυσιολογικές λειτουργίες όπως το φύτρωμα (Σφακιωτάκης, 2004).

#### 2.2. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Η ποιότητα των νωπών οπωροκηπευτικών επηρεάζεται από ένα σύνολο παραγόντων προσυλλεκτικών, συλλεκτικών και μετασυλλεκτικών. Εφαρμόζοντας τους κανόνες φυτοϋγείας και διατηρώντας τα προϊόντα σε χαμηλές θερμοκρασίες μπορούμε να διατηρήσουμε την ποιότητα και να παρατείνουμε τη διάρκεια ζωής. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα και τη συντηρησιμότητα των νωπών οπωροκηπευτικών είναι οι κατωτέρω:

- Προσυλλεκτικοί παράγοντες: εδώ πρέπει να αναφέρουμε το γενετικό υλικό, το κλίμα τις καλλιεργητικές τεχνικές και τις προσβολές από παθογόνους μικροοργανισμούς.
- Συγκομιδή: Το στάδιο συλλεκτικής ωριμότητας και οι χειρισμοί της συγκομιδής έχουν μεγάλη επίδραση στην ποιότητα και τη συντήρηση. Η συγκομιδή στο κατάλληλο στάδιο ωριμότητας και η προσεκτική

συγκομιδή, χωρίς να τραυματίζεται το προϊόν, αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για μια καλή συντήρηση.

- Μετασυλλεκτικοί παράγοντες:
  - Πρόψυξη. Η αφαίρεση της θερμότητας αγρού είναι απαραίτητη ενέργεια για οποιασδήποτε μέθοδο συντήρησης. Καθυστερημένη πρόψυξη προδιαθέτει το προϊόν για περιορισμένη συντήρηση .
  - Μετασυλλεκτικές συνθήκες περιβάλλοντος. Μεγάλη επίδραση στη συντήρηση έχουν οι συνθήκες περιβάλλοντος όπου διατηρούνται τα οπωροκηπευτικά προϊόντα και κυρίως ο έλεγχος της θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και της σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα σε οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα και αιθυλένιο. Τη σπουδαιότερη επίδραση έχει ο έλεγχος της θερμοκρασίας. (Σφακιωτάκης Ε. 2004).
  - 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 μυκητοστατική βαφή περιορίζει πολύ την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών.

### **2.3. ΨΥΞΗ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

Τα οπωροκηπευτικά προϊόντα αμέσως μετά τη συγκομιδή τους πρέπει να ψυχθούν για να διατηρηθεί η ποιότητα τους σε ικανοποιητικά επίπεδα, ώστε για αρκετό μεγάλο διάστημα να είναι δυνατή η εμπορία τους και η κατανάλωση τους. Με την ψύξη επιβραδύνονται οι ενζυματικές αντιδράσεις και κυρίως η αναπνοή και η ωρίμαση, περιορίζονται οι απώλειες υγρασίας από τη διαπνοή και μειώνεται η ανάπτυξη παθογόνων οργανισμών.

Η ωρίμαση που συνεχίζεται και μετά τη συγκομιδή είναι απαραίτητη για ορισμένα προϊόντα για να αποκτήσουν καλή ποιότητα για κατανάλωση. Η ψύξη όμως χρειάζεται για να αποφύγουμε την υπερωρίμαση και τη κατάρρευση των λαχανικών, πριν το προϊόν φθάσει στα χέρια του καταναλωτή. Η έγκαιρη ψύξη είναι σπουδαία για τα περισσότερα φρούτα και λαχανικά γιατί αν καθυστερήσει η πρόψυξη, έστω και για λίγες ώρες, η φθορά των προϊόντων αυτών είναι μεγάλη. (Σφακιωτάκης Ε. 2004).

### **2.4. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΨΥΧΡΟΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ**

Για μια μακροχρόνια συντήρηση, πρέπει να διαλέγουμε σωστά τη θερμοκρασία, την υγρασία και τη σύσταση του αέρα. Η θερμοκρασία συντήρησης εξαρτάται από την ευαισθησία του φυτικού προϊόντος ,τη διάρκεια της εφαρμογής της και την κατάσταση που θέλουμε να έχουν τα φρούτα στο τέλος της συντήρησης .

Για κάθε φυτικό όργανο υπάρχει:

- Μια θερμοκρασία θανατηφόρος κάτω από την οποία επέρχεται ο θάνατος από πάγωμα.
- Μια θερμοκρασία κρίσιμη κάτω από την οποία μπορεί να εκδηλωθούν φυσιολογικές ασθένειες, μεταβολές μη αντιστρεπτές των οργανοληπτικών ιδιοτήτων, καθώς και μια μη κανονική ωρίμαση.

Για μια μακροχρόνια συντήρηση πρέπει να εφαρμόζεται η ελάχιστη θερμοκρασία, υψηλότερη όμως της κρίσιμης θερμοκρασίας.

Για συντήρηση μικρής διάρκειας διακρίνονται τρεις περιπτώσεις.

- Όταν το φυτικό προϊόν βρίσκεται ήδη στο ευνοϊκό στάδιο κατανάλωσης, χρησιμοποιείται η πιο χαμηλή θερμοκρασία συντήρησης αμέσως μετά τη συγκομιδή του.
- Όταν το προϊόν είναι ευαίσθητο στο ψύχος, οπότε για μια σύντομη συντήρηση χωρίς προβλήματα μπορούμε να διατηρήσουμε τη θερμοκρασία ελάχιστα κάτω από την κρίσιμη.

Όταν το φυτικό προϊόν δεν έχει φθάσει στο ευνοϊκό στάδιο κατανάλωσης, εφαρμόζεται θερμοκρασία υψηλότερη από την κρίσιμη, για την εξασφάλιση μιας προοδευτικής ωρίμασης στα χρονικά όρια που επιδιώκονται. (Μανωλοπούλου, 2000).

## 2.5. ΠΡΟΨΥΞΗ

Με τον όρο πρόψυξη των οπωρολαχανικών εννοούμε την ταχεία απομάκρυνση της θερμότητας του αγρού από τα προϊόντα, όσο γίνεται συντομότερα από τη στιγμή της συλλογής. Η πρόψυξη έχει ως σκοπό την επιβράδυνση της λειτουργίας της ωρίμασης, έτσι ώστε το συντηρούμενο προϊόν να μπορεί να διατηρηθεί για αρκετές μέρες σε κατάσταση που ελάχιστα διαφέρει ποιοτικά από τη στιγμή της συλλογής.

Τρεις έννοιες υπεισέρχονται στην αποτελεσματική πρόψυξη του φυτικού οργάνου.

- Το χρονικό διάστημα μεταξύ συλλογής και ψύξης δεν πρέπει να ξεπερνά μερικές ώρες όταν πρόκειται για συντήρηση πολύ ευαίσθητων προϊόντων π.χ. φυλλώδη λαχανικά.
- Η ταχύτητα ψύξης που είναι συνάρτηση του συστήματος πρόψυξης και του τρόπου συσκευασίας του προϊόντος. Η ταχύτητα πρόψυξης επηρεάζεται από τις διαστάσεις του προϊόντος, την ευκολία που το ψυκτικό μέσο φθάνει το προϊόν, τη διαφορά μεταξύ ψυκτικού μέσου και προϊόντος, τη φύση και την ταχύτητα του μέσου. Τα βασικά συστήματα πρόψυξης είναι με ψυχρό αέρα με παγωμένο αέρα και με κενό.
- Η θερμοκρασία ψύξης και συντήρησης, παράγοντα του οποίου η σημασία είναι μεγαλύτερη όταν πρόκειται για ευαίσθητα προϊόντα. (Μανωλοπούλου, 2000).

## 2.6. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Οι όροι Τροποποιημένη ατμόσφαιρα (ΤΑ) και Ελεγχόμενη Ατμόσφαιρα (ΕΑ) χρησιμοποιούνται για συντήρηση σε περιβάλλον με μειωμένη συγκέντρωση  $O_2$  και αυξημένη συγκέντρωση  $CO_2$ . Η (ΤΑ) διαφέρει από την (ΕΑ) στο βαθμό ελέγχου της σύστασης της ατμόσφαιρας. Έτσι στην περίπτωση της ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (ΕΑ) υπάρχει συνεχής ρύθμιση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας με διάφορα μέσα έτσι ώστε η σύσταση της ατμόσφαιρας σε  $CO_2$  και  $O_2$  να παραμένει σταθερή σε ορισμένα επίπεδα, ενώ κάτω από συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας (ΤΑ) μειώνεται η σύσταση του αέρα σε  $O_2$  και αυξάνεται σε  $CO_2$  αλλά η τελική σύσταση δεν παραμένει σταθερή αλλά εξαρτάται από την αναπνευστική δραστηριότητα των καρπών και από τη διάχυση των αερίων δια μέσου των φυσικών φραγμάτων που περιβάλουν τους καρπούς. (Σφακιωτάκης, 2004).

Η εξάπλωση της συντήρησης με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα τα τελευταία χρόνια οφείλεται στους εξής λόγους:

- Στην αύξηση του χρόνου συντήρησης των προϊόντων και την ικανοποίηση των απαιτήσεων των καταναλωτών για φρέσκα προϊόντα υψηλής ποιότητας.
- Στην παράταση του χρόνου προμήθειας της αγοράς, ώστε οι τιμές να διαμορφώνονται πιο ομαλά και ομοιόμορφα.
- Στην αύξηση του βαθμού εκμετάλλευσης των ψυκτικών εγκαταστάσεων και κυρίως των θαλάμων που είναι κατασκευασμένοι μέσα στις φρουτοπαραγωγικές περιοχές, όπου δεν υπάρχει ευχέρεια για συντήρηση άλλων προϊόντων.
- Στην ελάττωση της ανάγκης εισαγωγής φρούτων κατά την περίοδο που παρουσιάζεται έλλειψη (Απρίλιος-Ιούνιος).
- Στη μείωση των απωλειών από μυκητολογικές και φυσιολογικές προσβολές κατά 30-50%.
- Στη μείωση των απωλειών μάζας κατά 40-60%.
- Στη μείωση της επενδύμενης ψυκτικής ισχύος και του αντίστοιχου κόστους λειτουργίας.

Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος επένδυσης (στεγανοποίηση θαλάμων, μηχανήματα για τη δημιουργία και τον έλεγχο ειδικής ατμόσφαιρας) (Μανωλοπούλου Ε. 2000).

### 2.6.1.ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Τα ποσοστά του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα που πρέπει να διατηρούνται μέσα στους θαλάμους ελεγχόμενης ατμόσφαιρας πρέπει να προσαρμόζονται στην ποικιλία, τις συνθήκες παραγωγής καθώς και τις συνθήκες συντήρησης.(Μανωλοπούλου, 2000).

Τα διάφορα μείγματα που χρησιμοποιούνται μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κυρίως τύπους:

- Τύπος I: μείγματα σχετικά πλούσια σε οξυγόνο και μέτρια έως πλούσια σε διοξείδιο του άνθρακα, έτσι ώστε το άθροισμα των περιεκτικοτήτων  $O_2$  και  $CO_2$  να είναι 21%.(π.χ. 16%  $O_2$  και 5%  $CO_2$ ).
- Τύπος II: μείγματα φτωχά σε  $O_2$ (2-4%) και μέτρια σε  $CO_2$  5%.
- Τύπος III: μείγματα πολύ φτωχά τόσο σε  $O_2$ (2-3%) όσο και σε  $CO_2$ (1-2%).(Μανωλοπούλου, 2000).

### 2.6.2.ΡΥΘΜΙΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

#### Θερμοκρασία

Σε συνθήκες ελεγχόμενης ατμόσφαιρας παρουσιάζεται μια αυξημένη ευαισθησία των φυτικών οργάνων στην εμφάνιση φυσιολογικών ασθενειών που προκαλούνται από τις χαμηλές θερμοκρασίες, γι' αυτό το λόγο συνίσταται η χρησιμοποίηση τουλάχιστον  $1^{\circ}C$  υψηλότερης θερμοκρασίας από αυτή που συνίσταται για τη συντήρηση κάποιου οπωρολαχανικού με κοινή ψύξη. Επίσης θα πρέπει να αποφεύγονται έντονες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας για αποφυγή ζημιών τόσο στο προϊόν, όσο και στην στεγανότητα του θαλάμου (Μανωλοπούλου 2000)

#### Υγρασία



Η σημερινή τάση είναι να χρησιμοποιούνται υψηλά ποσοστά σχετικής υγρασίας για την ελάττωση των απωλειών βάρους των προϊόντων. Η χρήση όμως υψηλής σχετικής υγρασίας αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης φυτοπαθολογικών προσβολών. (Μανωλοπούλου, Ε. 2000).

#### **Αρωματικές ουσίες**

Κατά τη συντήρηση με απλή ψύξη, στα προϊόντα που παρουσιάζουν κλιμακτήρια κρίση θα πρέπει να ανανεώνεται επαρκώς η ατμόσφαιρα για να παρεμποδιστεί η αύξηση της συγκέντρωσης πτητικών αρωματικών ουσιών που παράγονται από φρούτα και κυρίως του αιθυλενίου. Είναι δύσκολο να παρεμποδιστεί η αύξηση της περιεκτικότητας σε πτητικές αρωματικές ουσίες και κυρίως αιθυλενίου γι' αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται κάθε επιβάρυνση από εξωγενές αιθυλένιο. (Μανωλοπούλου Ε. 2000).

### **2.6.3.ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ**

Η συντήρηση με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα περιλαμβάνει κυρίως 4 στάδια τα οποία χρονολογικά είναι :

- Πλήρωση του θαλάμου και ψύξη των φρούτων.
- Σφράγισμα του θαλάμου, μείωση της περιεκτικότητας του  $O_2$  και αύξηση της περιεκτικότητας του  $CO_2$  από την αναπνοή των προϊόντων.
- Λειτουργία των μηχανημάτων σταθεροποίησης της ατμόσφαιρας και ρύθμιση της επιθυμητής σύνθεσης.
- Περίοδος συντήρησης σε σταθερό μίγμα.

Όταν επιτευχθούν τα επιθυμητά επίπεδα σε  $O_2$  και  $CO_2$  χρησιμοποιούνται διάφοροι μέθοδοι για τη διατήρηση των επιπέδων αυτών σταθερών.

Στην περίπτωση της ατμόσφαιρας του τύπου I η σταθεροποίηση του  $O_2$  και του  $CO_2$  γίνεται με απλό περιορισμένο αερισμό θαλάμου, ενώ για τα μείγματα τύπου II και III η διατήρηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας γίνεται με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- Με συνδυασμένη χρήση ενός δεσμευτή  $CO_2$  και αερισμού.
- Με ειδικούς εναλλάκτες διάχυσης και
- Με αναγεννητές ατμόσφαιρας. (Μανωλοπούλου, 2000).

### **2.7.ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΟΠΩΡΟΛΑΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΗΜΙΠΕΡΑΤΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ.**

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 ζωής στο ράφι με τη δημιουργία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (Gorris and Peppelenbos 1992, Smith et al 1987, Zagory and Kader 1998, Ben Yehoshua 1985).

Τα νωπά φρούτα και 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. (Σφακιωτακης, 2004)

Οι πλαστικές αυτές μεμβράνες δημιουργούν γύρω από τα προϊόντα μια ατμόσφαιρα ευνοϊκή για τη συντήρηση, που μειώνει την αναπνευστική δραστηριότητα και διατηρεί τη σπαργή των φρούτων (Μανωλοπούλου, 2000).

Το πολυαιθυλένιο με τη μορφή συσκευασιών διαφόρων τύπων, χρησιμοποιείται ευρέως, κυρίως στις Η.Π.Α για τη συντήρηση, μεταφορά και την εμπορία πολλών ειδών φρούτων και λαχανικών. Τα films πολυαιθυλενίου παρουσιάζουν μια διαφορετική περατότητα στους υδρατμούς και στις αρωματικές ουσίες που εκπέμπονται από τα φρούτα καθώς και στα αναπνευστικά αέρια  $O_2$  και  $CO_2$ , για αυτό είναι ένα πολύ ενδιαφέρον υλικό γιατί από τη μια πλευρά διατηρεί τη σπαργή των προϊόντων αντιστεκόμενο, στη διέλευση προς τα έξω των υδρατμών, από την άλλη παρεμποδίζει τη συγκέντρωση των αρωματικών ουσιών που μπορεί να προκαλέσει φυσιολογικές ανωμαλίες (Μανωλοπούλου, 2000).

### 2.7.1.ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ MEMBRANΩΝ.

Στην επιλογή του κατάλληλου film πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά διάχυσης της μεμβράνης και τα όρια ανοχής του προϊόντος σε μειωμένη συγκέντρωση  $O_2$  και αυξημένη συγκέντρωση  $CO_2$ . Από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του film λαμβάνουμε υπόψη μας την ταχύτητα διάχυσης (liters/m /ημέρα/atm) και τη σχέση διαφοράς διάχυσης  $CO_2/O_2$ , που αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες διακίνησης του προϊόντος.

Η περατότητα των μεμβρανών σε αέρια εξαρτάται από το μέγεθος των πόρων, το πάχος τους και το μέγεθος των μορίων των αερίων που διαχέονται δια μέσου των πόρων. Φιλμ με μεγάλο άνοιγμα, μικρό πάχος και μικρό μέγεθος μορίων που διαχέονται επιτρέπουν μεγάλη περατότητα. Το  $O_2$  και το  $N_2$  είναι αέρια με σχετικά απλό μόριο που δεν αντιδρούν με το υλικό της μεμβράνης και μετακινούνται σχετικά εύκολα. Οργανικές πτητικές ουσίες έχουν διαφορετικό βαθμό περατότητας. Ουσίες με πολικότητα στο μόριο τους έχουν μικρό βαθμό περατότητας στο πολυαιθυλένιο.

Διάφορα υλικά χρησιμοποιούνται ως υλικά συσκευασίας για τη δημιουργία τροποποιημένης ατμόσφαιρας στα οπωροκηπευτικά προϊόντα όπως : πολυαιθυλένιο, Cellophane, Pliofilm, PVC.

- Πολυαιθυλένιο : Το πιο συνηθισμένο υλικό συσκευασίας είναι το φιλμ πολυαιθυλενίου. Το υλικό αυτό πλεονεκτεί γιατί είναι σχετικά ανθεκτικό υλικό, αδιαπέρατο στην υγρασία και με χαμηλό κόστος αγοράς.
- Σελοφάν: Παράγωγο της κυτταρίνης, παράγεται σε διάφορους τύπους και πάχη και χρησιμοποιείται για περιτύλιγμα φρουτοθηκών, δίσκων ή και των ίδιων των προϊόντων (μαρούλια).
- Χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC): Ορισμένα είδη PVC είναι σχετικά διαπερατά σε  $O_2$  και στους υδρατμούς και χρησιμοποιούνται ως αναπνευστικές μεμβράνες για ορισμένα προϊόντα. (Σφακιωτάκης, 2004).

### 2.7.2.ΤΡΟΠΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ.

Τα σημεία που θα πρέπει να προσεχθούν στον τρόπο χρήσης των φυσιολογικών συσκευασιών είναι τα εξής:

- Η ποιότητα του πλαστικού υλικού: οι συσκευασίες πολυαιθυλενίου δεν θα πρέπει να εκτίθενται στον ήλιο, ούτε στην επίδραση ορισμένων χημικών παραγόντων
- Φρούτα και συσκευασίες πρέπει να τοποθετούνται στο χώρο που θα γίνει η συσκευασία πριν, ώστε να απέλθει, θερμική ισορροπία.
- Η συσκευασία να γίνεται στο χώρο που θα γίνει η αποθήκευση ή σε ένα χώρο πιο θερμό.

- Το κλείσιμο της συσκευασίας πρέπει να γίνεται με θερμοσυγκολλητική μηχανή, έτσι ώστε να είναι στεγανή. Πρέπει να γίνεται προσπάθεια να μην υπάρχει μεγάλη ποσότητα αέρα μέσα στη συσκευασία.
- Ο χώρος συντήρησης να αερίζεται και να είναι δροσερός.
- Οι γρήγορες και συχνές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας είναι επιβλαβείς για τη συντήρηση.
- Συμπληρωματική ωρίμαση στο τέλος της συντήρησης (Μανωλοπούλου 2000).

Εκτός από τις φυσιολογικές συσκευασίες που επινοήθηκαν από τον Marcellin και χρησιμοποιούνται για μικρές συσκευασίες, ο ίδιος ερευνητής επινόησε άλλο ένα είδος που αποσκοπεί στη συντήρηση φρούτων και λαχανικών με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, τους σάκους με παράθυρο διάχυσης. Αυτοί είναι κατασκευασμένοι από χοντρό πολυαιθυλένιο που περιλαμβάνει ένα παράθυρο διάχυσης, κατασκευασμένο από νάιλον ύφασμα καλυμμένο με μια λεπτή (90mm) και συνεχή στρώση ελαστομερούς σιλκόνης. Υπάρχει μια πολύ μικρή τρύπα (3-4mm) για να γίνεται η εξίσωση των πιέσεων (εσωτερική και εξωτερικής) μετά το κλείσιμο των σάκων (Μανωλοπούλου, 2000).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

### 3.1.ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΥΠΟΣΤΕΙ “ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ” (MINIMALLY PROCESSED FRUITS AND VEGETABLES) ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ.

Οι πρόσφατες αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες του πληθυσμού λόγω της μεταβολής των εργασιακών συνθηκών και συνθηκών στα σύγχρονα νοικοκυριά, επιβάλλουν την ανάπτυξη στην αγορά νωπών φρούτων και λαχανικών, ενός νέου τύπου προϊόντος, το «έτοιμο για άμεση κατανάλωση» φρούτο ή λαχανικό. Τα προϊόντα αυτά είναι ένα μίγμα φρέσκων φρούτων ή λαχανικών συσκευασμένων με πλαστικά εύκαμπτα φύλλα σε συσκευασίες οικογενειακού ή επαγγελματικού μεγέθους, έτοιμα για κατανάλωση (πλυμένα, κομμένα ή τριμμένα) (Bouyer 1986) που συντηρούνται στα ψυγεία σε θερμοκρασίες μικρότερες των 5°C , ενώ η διάρκεια της ζωής τους είναι μικρή. Στις ΗΠΑ η αγορά των προϊόντων αυτών τριπλασιάστηκε την τελευταία πενταετία ,αλλά και στην Ευρώπη η βιομηχανία αναπτύσσεται ραγδαίως (Watada *et al.*1996). Ο κύριος όγκος είναι κομμένες σαλάτες (μαρούλι, λάχανο) τριμμένα προϊόντα όπως καρώτα, ολόκληρα λαχανικά καθώς και αρωματικά φυτά.

Ο τύπος αυτός του προϊόντος ενδιαφέρει πολύ τις βιομηχανίες τροφίμων διότι εξυπηρετεί μεγάλα εστιατόρια, μονάδες προετοιμασίας γευμάτων (catering) αλλά και τα σύγχρονα νοικοκυριά όπου η έλλειψη χρόνου είναι αποτέλεσμα, του σύγχρονου τρόπου ζωής.

Τα προϊόντα αυτά είναι ζωντανά, αναπνέουν και ως εκ τούτου δημιουργούν και συντηρούν μια τροποποιημένη ατμόσφαιρα όταν συσκευαστούν με πλαστικά φύλλα. Η μεταβολική τους δραστηριότητα εξαρτάται από τον τύπο του προϊόντος, το είδος της επεξεργασίας και τις συνθήκες συντήρησης. Τα ολόκληρα φυτικά όργανα έχουν: α) μικρότερη αναπνευστική δραστηριότητα συγκριτικά με τα τεμαχισμένα, έτσι το τεμαχισμένο μαρούλι έχει 20% μεγαλύτερη αναπνευστική δραστηριότητα συγκριτικά με το ολόκληρο (Chambroy 1989), το μπρόκολο 40% ( Ballantyne 1987), το τριμμένο καρώτο 40% - 70% ( Mclachlan and Stark 1985), β) είναι πιο ανθεκτικά στις οξειδωτικές καστανώσεις διότι οι χειρισμοί προετοιμασίας ενεργοποιούν ένζυμα που ελέγχουν μία σειρά από βιοχημικές αντιδράσεις (Conzalez *et al.*2001, Buta and

Abbot 2000) και γ) είναι πιο ανθεκτικά στις προσβολές των βακτηρίων. Η διαδικασία προετοιμασίας ερεθίζει την παραγωγή αιθυλενίου (αιθυλένιο από stress) (Watada *et al* 1990).

Η έντονη αναπνευστική δραστηριότητα και ως εκ τούτου η εξάντληση των αποθεμάτων, η απώλεια υγρασίας λόγω διαπνοής και αφυδάτωσης, και η παραγωγή αιθυλενίου καθιστούν απαραίτητη τη ψυχοσυντήρησή τους. Πριν μερικά χρόνια η θερμοκρασία που συνιστούσαν για την προετοιμασία, διανομή και συντήρηση ήταν 8°C (Scandella 1990). Μετά όμως από μελέτες που έγιναν αποδείχθηκε ότι όσο πιο χαμηλή η θερμοκρασία συντήρησης τόσο πιο καλή η ποιότητα και πιο μεγάλος ο χρόνος συντήρησης. Έτσι οι συνθήκες που συνιστώνται σήμερα κυμαίνονται μεταξύ 0°C και 5°C.

Η πλαστική συσκευασία προστατεύει το προϊόν από την αφυδάτωση, διατηρεί τη φρεσκάδα, τις οργανοληπτικές και διαιτητικές ιδιότητές και τέλος την εμπορική αξία του (Lioutas 1988, Gunes *et al* 2001). Η συσκευασία όμως πρέπει να είναι περατή στα αέρια (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) για να μη δημιουργηθούν αναερόβιες συνθήκες, εμφανισθούν προϊόντα ζυμώσεως και αναπτυχθούν αναερόβιοι παθογόνοι μικροοργανισμοί (*clostridium botulinum*). Τα «ελάχιστα επεξεργασμένα» φυτικά όργανα είναι επιρρεπή στην αναερόβια αναπνοή όταν μέσα στη συσκευασία υπάρχουν υψηλά ποσοστά CO<sub>2</sub> και χαμηλά O<sub>2</sub>, όμως η ευαισθησία τους στην τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι τελείως διαφορετική αυτής των ολόκληρων φυτικών οργάνων. Έτσι κομμένο μαρούλι είναι λιγότερο πιθανόν να παρουσιάσει αναερόβιο αναπνοή σε σύγκριση με το ολόκληρο μαρούλι όταν εκτεθεί σε υψηλά ποσοστά CO<sub>2</sub> (Mateos *et al* 1993). Η υπερβολική υγρασία στο εσωτερικό της συσκευασίας μπορεί να ευνοήσει την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών όπως *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophilla*, *Listeria monocytogenes* (Carlin *et al* 1990).



## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### Υλικά και Μέθοδοι

#### Α! Υλη

Μαρούλια τύπου Romana, ποικιλίας Paris Island συγκομίστηκαν στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας τους μήνες Μάιο και Ιούνιο του 2006, από καλλιέργεια στην περιοχή Μεσσηνίας. Αμέσως μετά τη συγκομιδή μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και υπέστησαν όλους τους χειρισμούς επεξεργασίας την ίδια ημέρα.

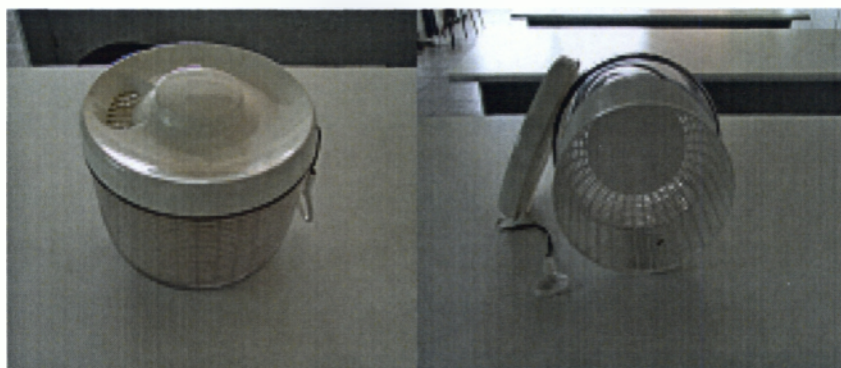
#### Προετοιμασία α! ύλης

Έγινε διαλογή ως προς το μέγεθος των κεφαλών και χρησιμοποιήθηκαν μαρούλια που δεν παρουσίαζαν εξωτερικές βλάβες. Αφαιρέθηκαν τα εξωτερικά φύλλα και οι καρδιές και τα υπόλοιπα φύλλα πλύθηκαν με νερό της βρύσης και κόπηκαν με κοφτερά απολυμασμένα μαχαίρια σε μέγεθος 3 X 5 cm.(εικόνα 1)



Εικόνα 1. Τεμαχισμένο μαρούλι (έναρξη πειράματος)

Ακολούθως τα κομμάτια πλύθηκαν για 2 λεπτά με κρύο νερό (5°C) που περιείχε 100 ppm NaOCl και ξεβγάλθηκαν με κρύο νερό βρύσης (5°C) για 1 λεπτό. Στη συνέχεια τα κομμάτια τοποθετήθηκαν σε μία φυγόκεντρο οικιακής χρήσης για την απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού και αμέσως συσκευάστηκαν.



Εικόνα 2. Φυγόκεντρος οικιακής χρήσης

### Συσκευασία

Ποσότητα περίπου 120g κομμένου προϊόντος τοποθετήθηκε σε σακούλες πολυαιθυλενίου (εικόνα 3) χαμηλής ή υψηλής πυκνότητας ή συσκευάστηκε με PVC (εικόνα 4).



Εικόνα 3. Συσκευασία μαρουλιού με πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου



Εικόνα 4. Συσκευασία κομμένου μαρουλιού με PVC

Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα δημιουργήθηκε παθητικά από την αναπνοή ή έγινε έγχυση αερίων με ειδική κλειστική μηχανή Multivac type A300/16 (εικόνα 5).



Εικόνα 5. Κλειστική μηχανή Multivac type A300/16

Οι συσκευασίες που δημιουργήθηκαν ήταν οι εξής:

- (ΣΑ), Χειρισμός 1= σακούλες πολυαιθυλενίου (1025cm<sup>2</sup>) χαμηλής πυκνότητας (PE-LD) πάχους 30μm, γνωστής περατότητας. Στις σακούλες έγινε έγχυση μίγματος αερίων 5% O<sub>2</sub> -5% CO<sub>2</sub> – 90% N<sub>2</sub>.
- (ΣΒ), Χειρισμός 2 = σακούλες πολυαιθυλενίου (1410 cm<sup>2</sup>) χαμηλής πυκνότητας (PE-HD) πάχους 30μm, πρακτικά αδιαπέρατες. Στις σακούλες έγινε έγχυση μίγματος αερίων 10% O<sub>2</sub> -5% CO<sub>2</sub> – 85 % N<sub>2</sub>.
- (ΣΓ), Χειρισμός 3= σακούλες πολυαιθυλενίου (1025cm<sup>2</sup>) χαμηλής πυκνότητας (PE-LD) πάχους 30μm, γνωστής περατότητας. Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα δημιουργήθηκε παθητικά.
- (Μάρτυρας) = το δείγμα τοποθετήθηκε σε δισκάκια πολυστερίνης διαστάσεων 215 X 145 X 25 mm και καλύφθηκε με PVC, επιφάνειας 312 cm<sup>2</sup> στο οποίο έγιναν τρύπες για να μη δημιουργηθεί τροποποιημένη ατμόσφαιρα.

Οι συσκευασίες συντηρήθηκαν στους 0 °C και 5 °C (90% Σ.Υ) στο σκοτάδι για 14 ημέρες. Ακολούθως τοποθετήθηκαν στους 20 °C για 12 h για να δημιουργηθούν οι συνθήκες που επικρατούν συνήθως κατά την εμπορία. Η θερμοκρασία των 0 °C είναι η ενδεδειγμένη θερμοκρασία συντήρησης ενώ οι 5 °C είναι η θερμοκρασία που επικρατεί στο εμπόριο.

Ετοιμάστηκαν έξι (6) συσκευασίες για κάθε ημέρα συντήρησης ανά χειρισμό και θερμοκρασία και επί πλέον 10 συσκευασίες ανά χειρισμό και θερμοκρασία για την ανάλυση των αερίων των συσκευασιών και την απώλεια βάρους.

Οι παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν οι εξής:

**Αναπνευστική δραστηριότητα ολόκληρου και κομμένου μαρουλιού:** Μία κεφαλή μαρουλιού (~180g) και κομμένο μαρούλι (~100g) τοποθετήθηκαν σε στεγανές αναπνευστικές αίθουσες ( 5600 ml για το ολόκληρο και 960 ml για το κομμένο). Η παραγωγή του CO<sub>2</sub> μετρήθηκε με τη βοήθεια της διάταξης Rikclos (Λαμπρινός και Μητρόπουλος, 2004, Λαμπρινός κ.α., 2006) (εικόνα 6) . Η κλίμακα μέτρησης του οργάνου είναι 0-5000 ppm CO<sub>2</sub> και η διακριτική ικανότητα 25 ppm CO<sub>2</sub> )

Ο ρυθμός της αναπνοής μετρήθηκε βάσει του τύπου:

$$q_R = \frac{\Delta C}{\Delta t} \frac{V}{m} \times 10^{-4}$$



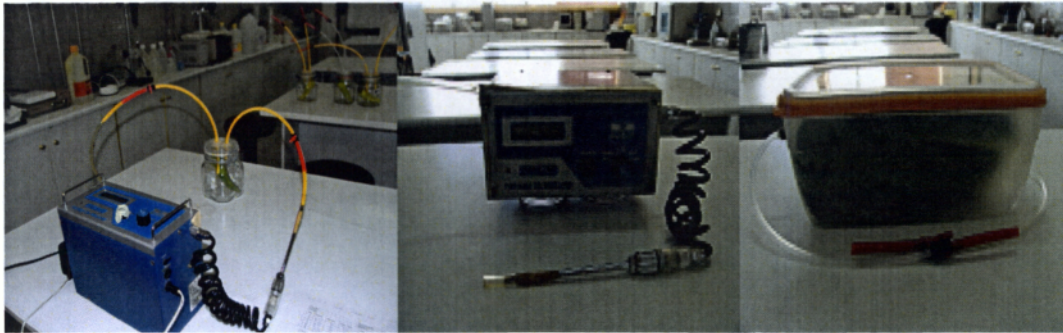
$q_R$  = ρυθμός αναπνοής ml CO<sub>2</sub> /h /100 g F.W

$\Delta C$  = τελική ένδειξη οργάνου – αρχική

$\Delta t$  = t τελικό – t αρχικό

V = ελεύθερος όγκος (όγκος θαλάμου – όγκος φυτικού οργάνου)

m = μάζα καρπού.



Εικόνα 6. Συσκευή Rikclos και αναπνευστική αίθουσα

**Ανάλυση αερίων συσκευασιών:** Η ανάλυση των αερίων της εσωτερικής ατμόσφαιρας των συσκευασιών γινότανε καθημερινά, καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης. Δέκα (10) συσκευασίες ανά χειρισμό και θερμοκρασία αναλύθηκαν χωριστά. Η ανάλυση γινόταν με ένα αναλυτή αερίων Check Mate 9000, τοποθετώντας τη βελόνα μέσα στη συσκευασία μέσω ειδικής προετοιμασίας με σιλκόνη (εικόνα 7). Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν επί τοις %.



Εικόνα 7. Συσκευή Check Mate 9000 για μέτρηση εσωτερικών αερίων.

**Απώλεια βάρους:** Η μέτρηση του βάρους έγινε με ζυγό με διακριτική ικανότητα 0,01 g. Ο υπολογισμός της απώλειας βάρους γινόταν με βάση το αρχικό βάρος, παρουσιάζεται δε ως απώλεια επί τοις %. (εικόνα 8)





Εικόνα 8. Μέτρηση βάρους συσκευασιών μαρουλιού.

**Ανάλυση υφής:** Η ανάλυση της υφής γινόταν με το όργανο Texture Analyzer Tx-2i . Για την ανάλυση χρησιμοποιηθήκανε 10 g κομμένου μαρουλιού που τοποθετήθηκαν σε ειδικό κελί (Kramer shear cell) με 5 κάθετες λάμες. Η μετρούμενη αντίσταση εκφράσθηκε σε Newton. (εικόνα 9)



Εικόνα 9. Όργανο Texture Analyzer Tx-2i με ειδικό κελί Kramer για την ανάλυση της υφής.

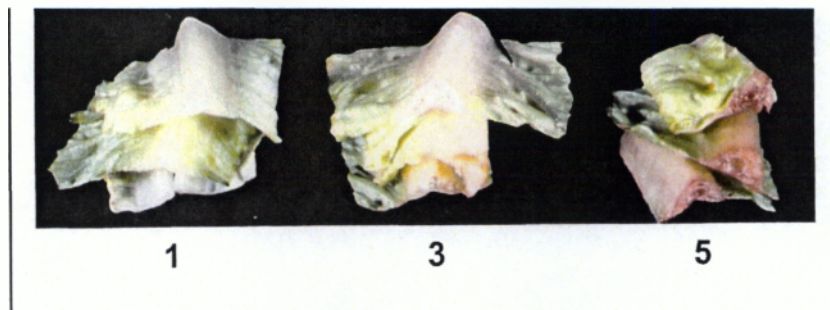
**Μέτρηση χρώματος :** Το χρώμα προσδιορίστηκε με τη βοήθεια ενός χρωματομέτρου Minolta CR-300 (εικόνα 10) στο σύστημα CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Το όργανο ρυθμίστηκε με μία λευκή πλάκα που είχε τα χαρακτηριστικά ( $Y=92.6$   $x=0.3135$   $y=0.3193$ ). Η μεταβολή του  $L^*$  προσδιορίζει τη φωτεινότητα του αντικειμένου και μεταβάλλεται από 0 (μαύρο) έως 100 (απόλυτο λευκό), το  $a^*$  είναι χρωματική παράμετρος και προσδιορίζει το κόκκινο ( $+a^*$ ) ή το πράσινο ( $-a^*$ ), το  $b^*$  είναι χρωματική παράμετρος που προσδιορίζει το κίτρινο ( $+b^*$ ) ή το μπλέ ( $-b^*$ ). Οι χρωματικοί παράμετροι  $a^*$  και  $b^*$  μετατράπηκαν σε  $C^*_{ab}=(a^{*2}+b^{*2})^{0.5}$  και  $h^*_{ab}=\tan^{-1}(b^*/a^*)$  όπου  $0^\circ$  αντιστοιχεί στο  $+a^*$  (κόκκινο),  $90^\circ$  αντιστοιχεί στο  $+b^*$  (κίτρινο),  $180^\circ$  αντιστοιχεί στο  $-a^*$  (πράσινο), και  $270^\circ$  αντιστοιχεί στο  $-b^*$  (μπλέ).



Εικόνα 10. Χρωματόμετρο Minolta CR-300 και προσδιορισμός χρώματος κομμένου μαρουλιού.

**Δείκτης καστανώσης:** Τα τεμάχια του μαρουλιού των συσκευασιών διαλέχθηκαν βάσει της παρουσίας νεκρωτικών κηλίδων (δείκτης καστανώσης). Τα τεμάχια με νεκρωτικές κηλίδες μεγαλύτερες από  $0.5 \text{ cm}^2$  ζυγίστηκαν και έγινε αναγωγή τους στο συνολικό βάρος κάθε συσκευασίας. Ο προσδιορισμός γινόταν σε έξι συσκευασίες ανά χειρισμό και θερμοκρασία. Η μέθοδος αυτή προσδιορισμού των αποχρωματισμών είναι λιγότερο υποκειμενική συγκριτικά με τον προσδιορισμό της ποιότητας οργανοληπτικά (Varoquaux et al, 1996). Δείγματα με τιμή υψηλότερη από 3% συνήθως δεν είναι αποδεκτά από τον καταναλωτή

**Ποιοτική Αξιολόγηση (οπτική):** Το συντηρημένο «ελαφρά τεμαχισμένο» μαρούλι αξιολογήθηκε από 6 άτομα (2 άνδρες και 4 γυναίκες) χρησιμοποιώντας τις παρακάτω παραμέτρους: Συνολική οπτική ποιότητα: με κλίμακα από 9 έως 1 όπου 9=εξαιρετική φρέσκια εμφάνιση, 7=καλή, 5= μέτρια, 3=υποφερτή (χρησιμοποιήσιμη αλλά όχι εμπορεύσιμη), 1=μη εμπορεύσιμη. Η τιμή 6 είναι το όριο της δυνατότητας εμπορίας (τέλος συντήρησης). Για την καστανώση των τομών (εικόνα 11) χρησιμοποιήθηκε μία κλίμακα από 1 έως 5 όπου: 1=χωρίς καστανώση, 2=ελαφριά καστανώση, 3=μέτρια καστανώση (μόλις εμπορεύσιμο), 4=σοβαρή καστανώση, 5=πολύ σοβαρή καστανώση.



Εικόνα 11. Κλίμακα αξιολόγησης της καστανώσης των τομών

Η εκτίμηση της απώλειας βάρους, της υφής, του χρώματος και της ποιοτικής αξιολόγησης έγιναν την 0<sup>η</sup>, 4<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα καθώς και στο τέλος του shelf-

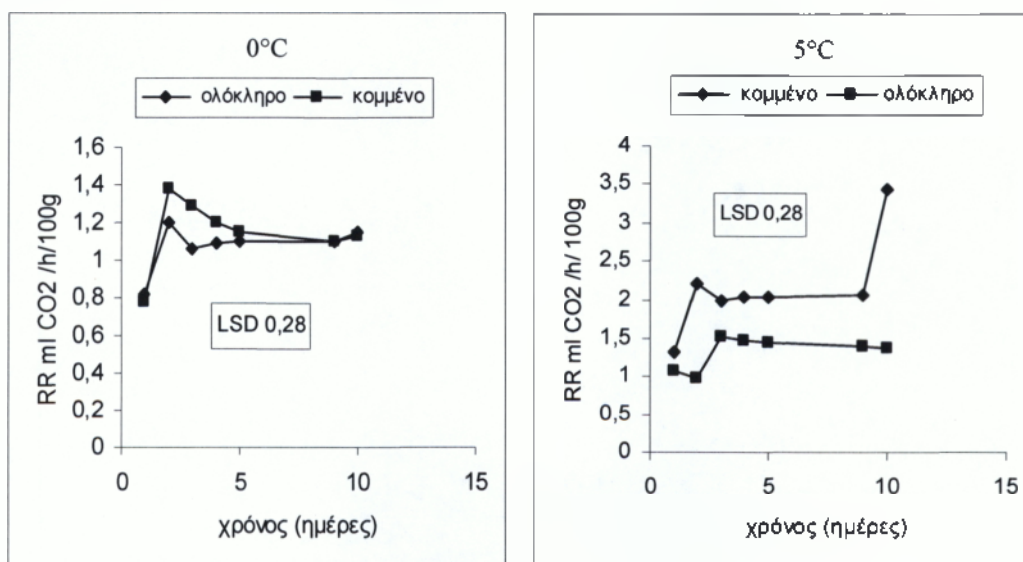
life, σε δέκα συσκευασίες ανά χειρισμό και θερμοκρασία στην περίπτωση της απώλειας βάρους και σε έξι συσκευασίες χωριστά για τις άλλες ποιοτικές αναλύσεις

Το πείραμα ήταν παραγοντικό με κύριους παράγοντες τη θερμοκρασία, τους χειρισμούς και τη διάρκεια συντήρησης. Τα πειραματικά δεδομένα αναλύθηκαν με ANOVA χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο Statgraphics Plus 5.1. Η σύγκριση των Μ.Ο έγινε με την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ .

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### Αναπνευστική δραστηριότητα ολόκληρου και κομμένου μαρουλιού.

Η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας του ολόκληρου και κομμένου μαρουλιού παρουσιάζεται στο σχήμα 1.



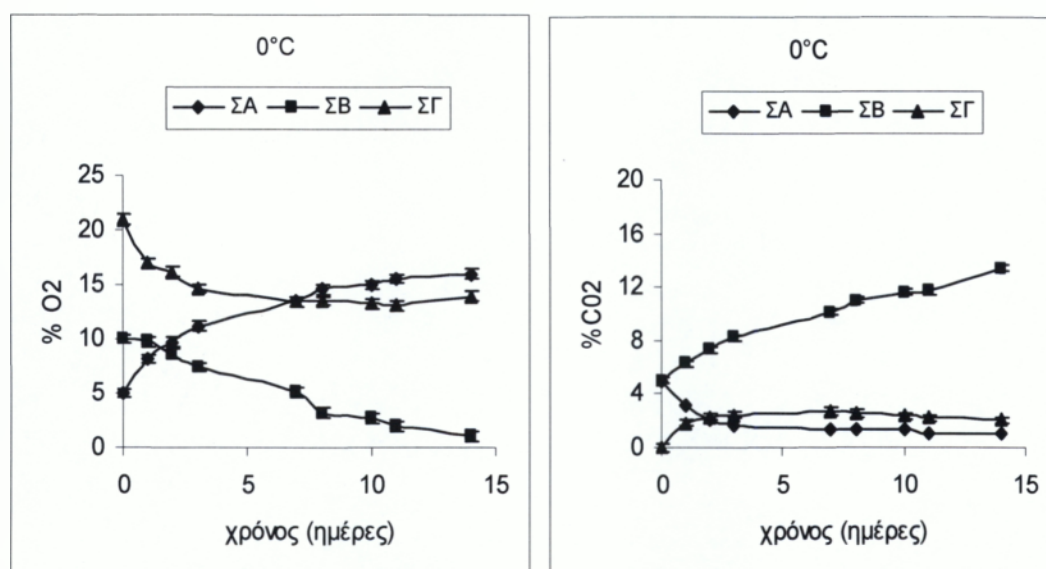
Σχήμα 1. Μεταβολή του ρυθμού της αναπνευστικής δραστηριότητας ολόκληρου και κομμένου μαρουλιού ποικιλίας *Paris Island*

Από το σχήμα 1 προκύπτει ότι η αναπνευστική δραστηριότητα (παραγωγή  $CO_2$ ) του κομμένου μαρουλιού στους  $0^\circ C$  δεν επηρεάστηκε από τη διαδικασία της προετοιμασίας και κυρίως από τον τεμαχισμό καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης. Το κομμένο όμως μαρούλι που συντηρήθηκε στους  $5^\circ C$  παρουσίασε στατιστικά υψηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα συγκριτικά με το ολόκληρο στην ίδια

θερμοκρασία. Το ποσοστό της μεταβολής κυμαίνεται γύρω στο 64%. Η έντονη αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας την 10<sup>η</sup> ημέρα μπορεί να αποδοθεί και σε ανάπτυξη μικροοργανισμών. Η αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας του κομμένου μαρουλιού μπορεί να αποδοθεί στην αύξηση της επιφάνειας των ιστών. Πολλά «ελάχιστα τεμαχισμένα» φυτικά όργανα παρουσιάζουν αύξηση της αναπνευστικής τους δραστηριότητας η οποία είναι εντονότερη στις υψηλές θερμοκρασίες (Watada *et al*, 1996) γεγονός που συμφωνεί με τα αποτελέσματά μας.

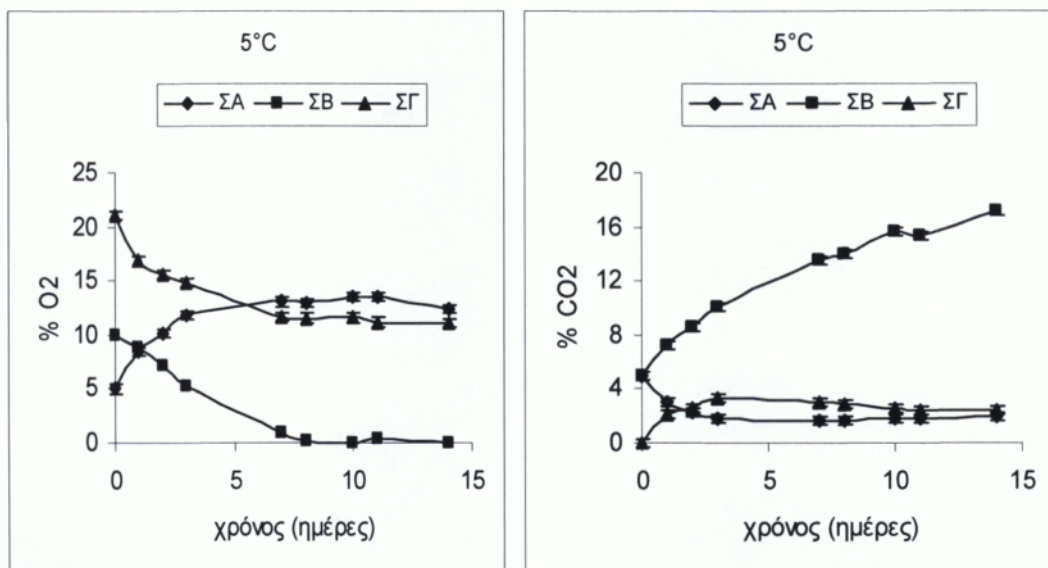
#### Σύνθεση των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών.

Η μεταβολή της σύνθεσης των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών παρουσιάζεται στο σχήμα 2 για τους 0°C και στο σχήμα 3 για τους 5°C.



Σχήμα 2. Μεταβολή των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών στους 0°C





Σχήμα 3. Μεταβολή των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών στους 5°C.

Όσον αφορά στη μεταβολή του O<sub>2</sub>, ο χειρισμός ΣΒ (πολυαιθυλένιο πρακτικά αδιαπέρατο) παρουσιάζει από τις πρώτες κιόλας ημέρες μία πτώση εντονότερη στους 5 °C (σχήμα 3), πιο αργή στους 0 °C (σχήμα 2). Έτσι στους 0 °C την 14<sup>η</sup> ημέρα παρουσιάζει συγκέντρωση της τάξης του 1% ενώ στους 5 °C την 8<sup>η</sup> ημέρα η συγκέντρωση σε οξυγόνο έχει πρακτικά μηδενισθεί.

Οι χειρισμοί ΣΑ και ΣΓ στους 0 °C την 7<sup>η</sup> ημέρα παρουσιάζουν συγκέντρωση O<sub>2</sub> της τάξης του 13% και ο μεν χειρισμός ΣΓ τη διατηρεί περίπου σταθερή μέχρι το τέλος της συγκέντρωσης (14%), ο δε χειρισμός ΣΑ παρουσιάζει μία ελαφριά άνοδο, έτσι ώστε στο τέλος της συντήρησης η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> να είναι της τάξης του 17%. Στους 5 °C οι χειρισμοί ΣΑ και ΣΓ την 7<sup>η</sup> ημέρα παρουσιάζουν συγκέντρωση O<sub>2</sub> της τάξης του 13% και 11,6% αντίστοιχα την οποία και διατηρούν σταθερή μέχρι το τέλος της συντήρησης.

Όσον αφορά το CO<sub>2</sub> ο χειρισμός ΣΒ παρουσιάζει ανοδική τάση και στις δύο θερμοκρασίες (0 °C και 5 °C) και στο τέλος της συντήρησης στους 0 °C φθάνει στο 13% ενώ στους 5 °C στο 17%. Οι χειρισμοί ΣΑ και ΣΓ τόσο στους 0 °C όσο και στους 5 °C από τη 2<sup>η</sup> κιόλας ημέρα ισορροπούν γύρω στο 2,0–2,5% CO<sub>2</sub> μέχρι το τέλος της συντήρησης.

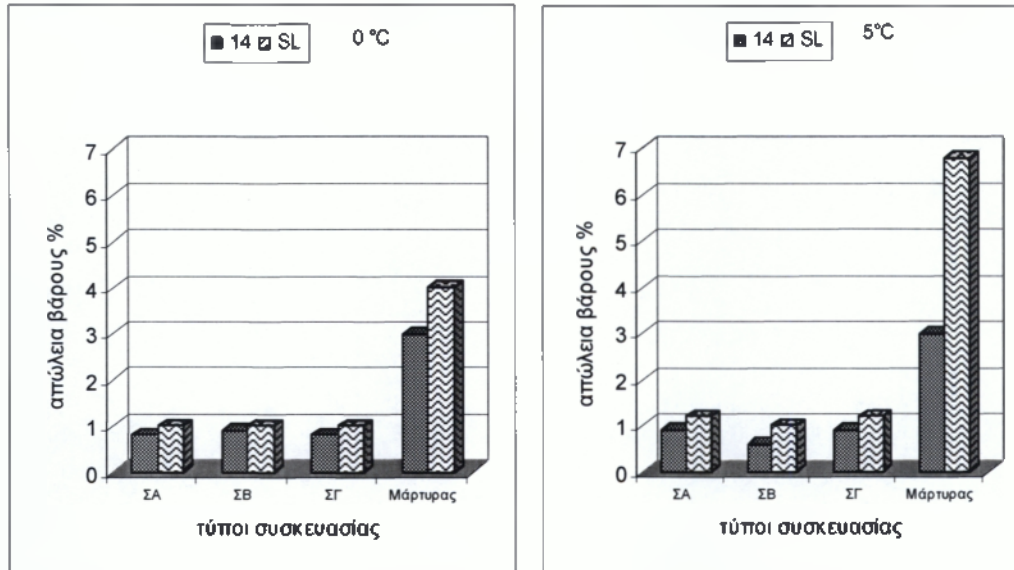
Σύμφωνα με το Gorny (2001), η ιδανική σύνθεση της ατμόσφαιρας για τη συντήρηση κομμένου μαρουλιού τύπου *Romana* είναι 0,5–3,0% O<sub>2</sub> και 5–10% CO<sub>2</sub>. Η σύνθεση αυτή μειώνει το ποσοστό των καστανώσεων στις τομές και αυξάνει το χρόνο συντήρησης.

Η ευαισθησία του κομμένου μαρουλιού στη χαμηλή συγκέντρωση O<sub>2</sub> και την υψηλή CO<sub>2</sub> είναι τελείως διαφορετική συγκριτικά με το ολόκληρο μαρούλι. Έτσι ο μεταβολισμός του μαρουλιού μπορεί να διατηρηθεί αερόβιος ακόμα και σε συγκέντρωση O<sub>2</sub> μικρότερη από 1% (Varoquaux *et al*, 1996). Η συνεχιζόμενη αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στην περίπτωση του χειρισμού ΣΒ τόσο στους 0 °C όσο και στους 5 °C μπορεί να αποδοθεί σε μία βαθμιαία αλλαγή του μεταβολισμού από αερόβιο σε αναερόβιο. Η εμφάνιση καστανών κηλίδων στα φύλλα επηρεάζεται από τη συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στις συσκευασίες. Υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> και συνολικής αξιολόγησης του προϊόντος καθώς και εμφάνισης

καστανώσεων που εμφανίζονται σε συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> γύρω στο 10%. Οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> και συνολικής αξιολόγησης του προϊόντος στους 0 °C είναι R<sup>2</sup>=0.70, στους 5 °C R<sup>2</sup>=0.73, ενώ μεταξύ συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> και καστανώσεων στους 0 °C είναι R<sup>2</sup>=0,78 και στους 5 °C R<sup>2</sup>=0,79. Οι τιμές αυτές δείχνουν μία σχετικά στενή σχέση μεταξύ της περιεκτικότητας CO<sub>2</sub> και εμφάνισης του κομμένου μαρουλιού.

### Απώλεια βάρους

Η απώλεια βάρους των συσκευασιών στο τέλος της συντήρησης καθώς και στο τέλος του shelf life παρουσιάζεται στο σχήμα 4 από το οποίο προκύπτει.



Σχήμα 4. Απώλεια βάρους του κομμένου μαρουλιού την 14<sup>η</sup> ημέρα και στο τέλος του SL.

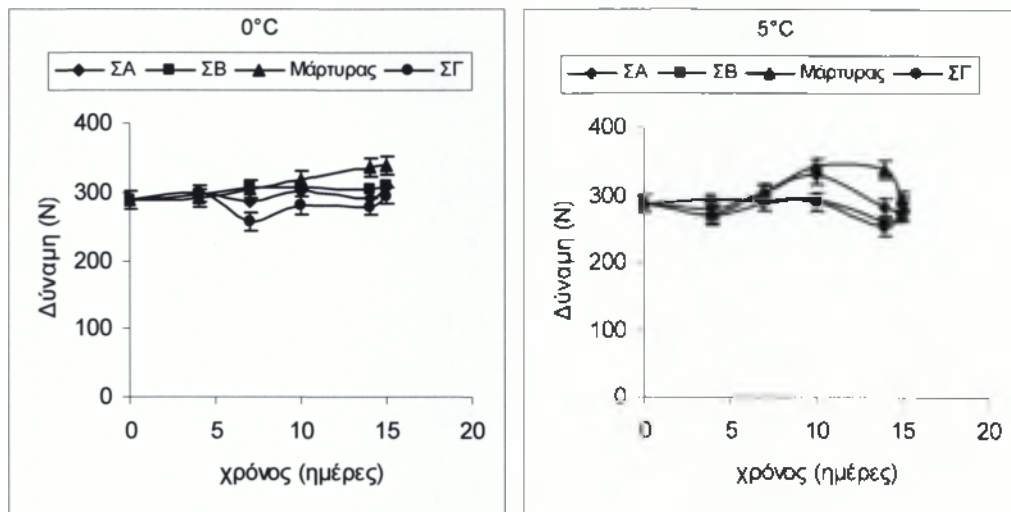
ότι το κομμένο μαρούλι μετά από 14 ημέρες στους 0°C παρουσίασε απώλεια βάρους μικρότερη από 1% στην περίπτωση των χειρισμών ΣΑ, ΣΒ, ΣΓ και 3% στην περίπτωση του μάρτυρα. Μετά από 12h στους 20°C (SL) η απώλεια βάρους των ΣΑ, ΣΒ, ΣΓ ανήλθε περίπου στο 1% ενώ του μάρτυρα στο 4%. Στους 5°C οι χειρισμοί ΣΑ και ΣΓ παρουσίασαν απώλεια βάρους ≅ 0.9%, ο ΣΒ 0.6% και ο μάρτυρας 6%. Μετά από 12h στους 20°C οι χειρισμοί ΣΑ και ΣΓ παρουσίασαν απώλεια της τάξης του 1.2%, ο ΣΒ 1% και ο μάρτυρας 6.8%.

Σύμφωνα με τον Burton (1982) η μέγιστη επιτρεπτή απώλεια υγρασίας για το ολόκληρο μαρούλι είναι 5%.

Η απώλεια υγρασίας στα λαχανικά επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, ο πιο σημαντικός των οποίων είναι η αντίσταση της επιδερμίδας ή της εφυμενίδας στην κίνηση του νερού (Burton, 1982). Ο τεμαχισμός αυξάνει την ελεύθερη επιφάνεια των ιστών και αυξάνει τη διαπνοή. Η συσκευασία όμως σε πλαστικές συσκευασίες εξασφαλίζει υψηλή σχετική υγρασία και έτσι μειώνεται αισθητά η απώλεια βάρους

### Υφή

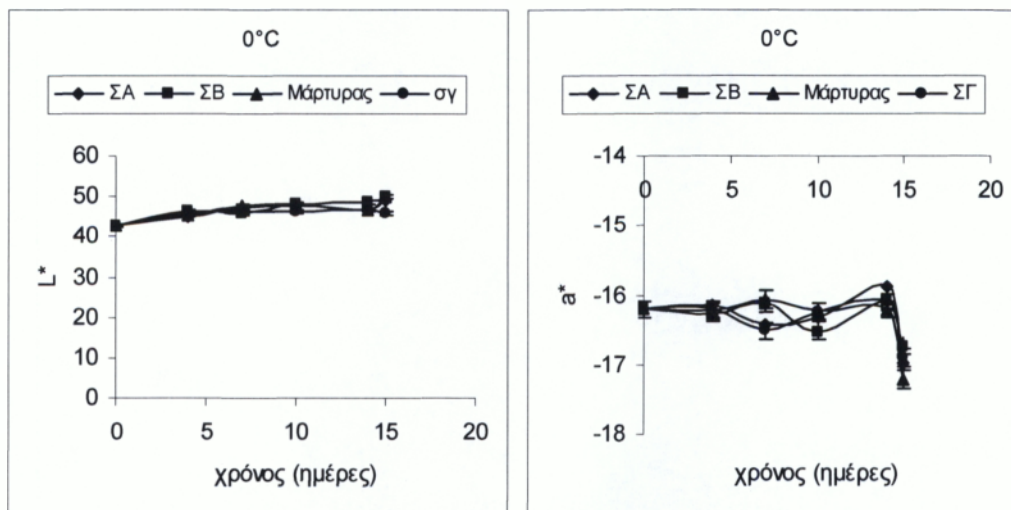
Η υφή στους 0°C παρέμεινε στα αρχικά της επίπεδα χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων χειρισμών (σχήμα 5). Στους 5°C μετά την 7<sup>η</sup> ημέρα ο μάρτυρας και ο χειρισμός ΣΑ παρουσίασαν υψηλότερη τιμή η οποία όμως στο τέλος της συντήρησης δεν διέφερε στατιστικά από αυτές των άλλων χειρισμών



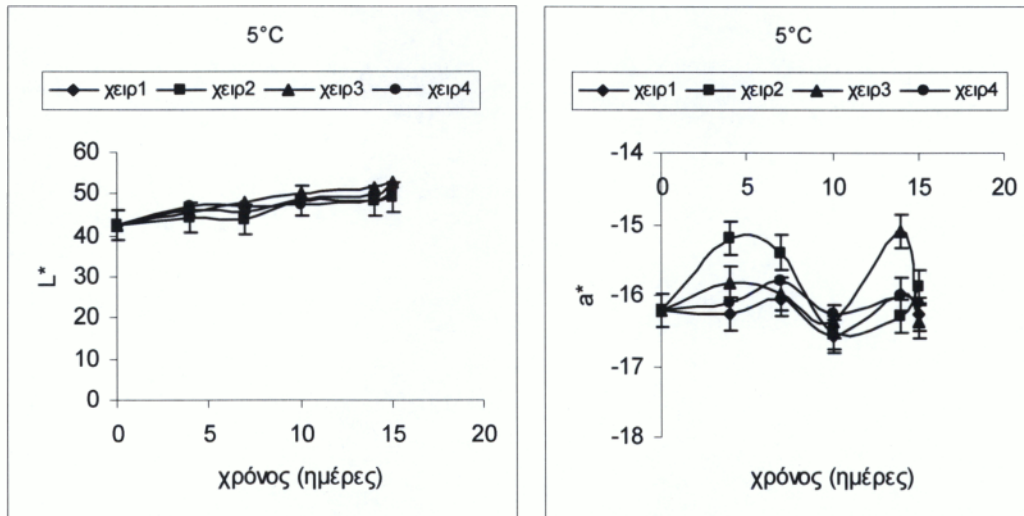
Σχήμα 5. Μεταβολή της υφής του κομμένου και συσκευασμένου μαρουλιού κατά τη διάρκεια της συντήρησης του στους 0°C και 5°C

### Χρώμα

Η μεταβολή της φωτεινότητας L\* και της χρωματικής παραμέτρου a\* κατά τη διάρκεια της συντήρησης του κομμένου μαρουλιού στους 0°C και 5°C παρουσιάζεται στα σχήματα 6 και 7.



Σχήμα 6. Μεταβολή της φωτεινότητας L\* και της χρωματικής παραμέτρου a\* κατά τη διάρκεια της συντήρησης του κομμένου μαρουλιού στους 0°C



Σχήμα 7. Μεταβολή της φωτεινότητας  $L^*$  και της χρωματικής παραμέτρου  $a^*$  κατά τη διάρκεια της συντήρησης του κομμένου μαρουλιού στους  $5^{\circ}\text{C}$

Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται η μεταβολή όλων των χρωματικών παραμέτρων του κομμένου, συσκευασμένου μαρουλιού που συντηρήθηκε στους  $0^{\circ}\text{C}$  και  $5^{\circ}\text{C}$ .

Πίνακας 1. Μεταβολή του  $L^*$ , του  $a^*$ , του κορεσμού ( $C^*$ ) και της χροιάς ( $H^*$ ) του κομμένου μαρουλιού

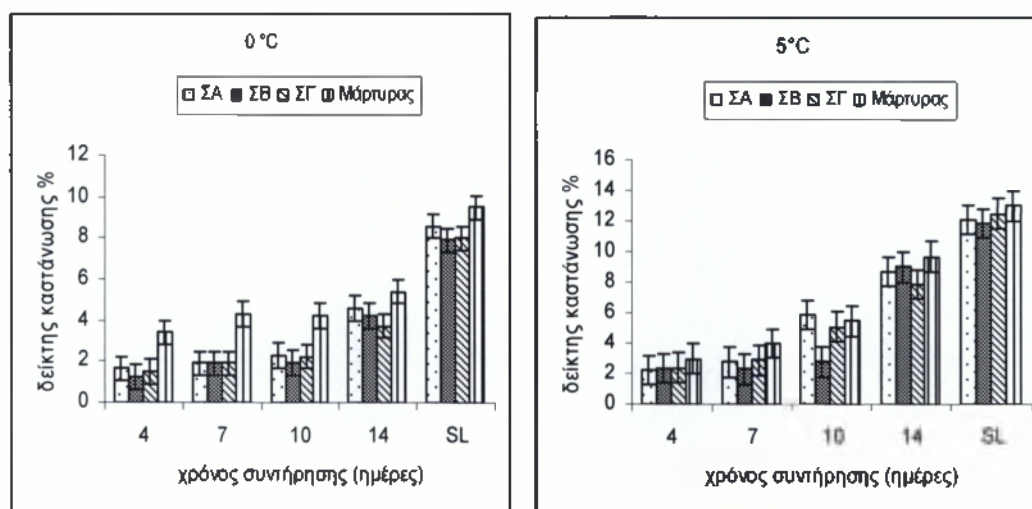
Χρωματική Παράμετρος Και Θερμοκρασία	Αρχ. τιμές	ΣΑ		ΣΒ		ΣΓ		Μάρτυρας	
		14 <sup>η</sup> ημ	SL	14 <sup>η</sup> ημ	SL	14 <sup>η</sup> ημ	SL	14 <sup>η</sup> ημ	SL
<b><math>L^*</math></b>									
$0^{\circ}\text{C}$	42.97	47.14	49.38	48.57	49.97	46.43	47.02	46.82	50.57
$5^{\circ}\text{C}$	42.97	49.55	52.17	48.40	49.23	47.05	45.72	51.53	52.84
<b><math>a^*</math></b>									
$0^{\circ}\text{C}$	-16.25	-15.88	-16.98	-16.08	-16.74	-15.34	-15.81	-16.21	-17.03
$5^{\circ}\text{C}$	-16.25	-15.97	-16.25	-16.29	-15.86	-14.78	-15.69	-15.10	-16.37
<b><math>C^*</math></b>									
$0^{\circ}\text{C}$	32.71	33.05	35.40	32.61	35.30	32.43	33.89	33.21	35.55
$5^{\circ}\text{C}$	32.71	35.43	37.55	33.12	34.21	32.22	33.46	35.66	37.54
<b>Hue*</b>									
$0^{\circ}\text{C}$	119.76	118.84	118.73	119.61	118.40	116.63	115.99	119.26	118.65
$5^{\circ}\text{C}$	119.76	118.91	115.75	119.5	117.60	115.41	117.70	117.33	115.90
LSD = $0^{\circ}\text{C}$ : $L^*=4.36$ $a^*=0.165$ $C^*=0.289$ Hue* = 0.19									
$5^{\circ}\text{C}$ : $L^*=3.27$ $a^*=0.24$ $C^*=0.32$ Hue* = 0.511									



Από τα σχέδια και τον πίνακα προκύπτει ότι: η φωτεινότητα ( $L^*$ ) του κομμένου μαρουλιού δεν άλλαξε ουσιαστικά καθ'όλη τη διάρκεια της συντήρησης στους  $0^{\circ}\text{C}$  ενώ στους  $5^{\circ}\text{C}$  παρουσιάζει μία ελαφριά αύξηση. Η χρωματική παράμετρος  $a^*$  παρουσιάζει πάντα αρνητικές τιμές πολύ κοντά στις αρχικές και στις δύο θερμοκρασίες γεγονός που αποδεικνύει ότι διατηρήθηκε το πράσινο χρώμα των τεμαχίων. Οι τιμές του  $C^*$  (κορεσμός) διατηρήθηκαν στα αρχικά επίπεδα, ενώ οι τιμές τέλος του Hue\* (χροιά) διατηρήθηκαν πολύ κοντά στα αρχικά επίπεδα, γεγονός που μαρτυρά ότι σε όλες τις περιπτώσεις διατηρήθηκε το έντονο πράσινο χρώμα. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η θερμοκρασία των  $0^{\circ}\text{C}$  διατήρησε καλλίτερα το χρώμα των κομμένων φύλλων.

### Δείκτης καστανώσης

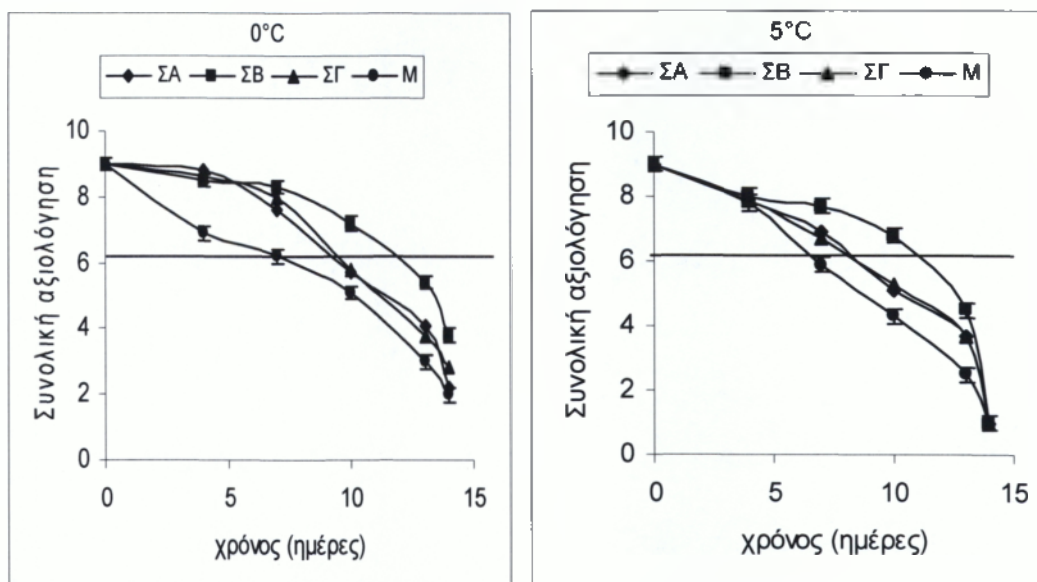
Η μεταβολή του δείκτη καστανώσης συναρτήσει του χρόνου συντήρησης, στη θερμοκρασία των  $0^{\circ}\text{C}$  και  $5^{\circ}\text{C}$  παρουσιάζεται στο σχήμα 8. Αν θέσουμε σαν όριο εμπορευσιμότητας το 3% μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής: στους  $0^{\circ}\text{C}$  οι χειρισμοί ΣΑ, ΣΒ & ΣΓ διατήρησαν το κομμένο μαρούλι εμπορεύσιμο μέχρι και τη 10<sup>η</sup> ημέρα, ενώ στους  $5^{\circ}\text{C}$  την 7<sup>η</sup> ημέρα ήταν εμπορεύσιμο μόνο το προϊόν της συσκευασίας ΣΒ



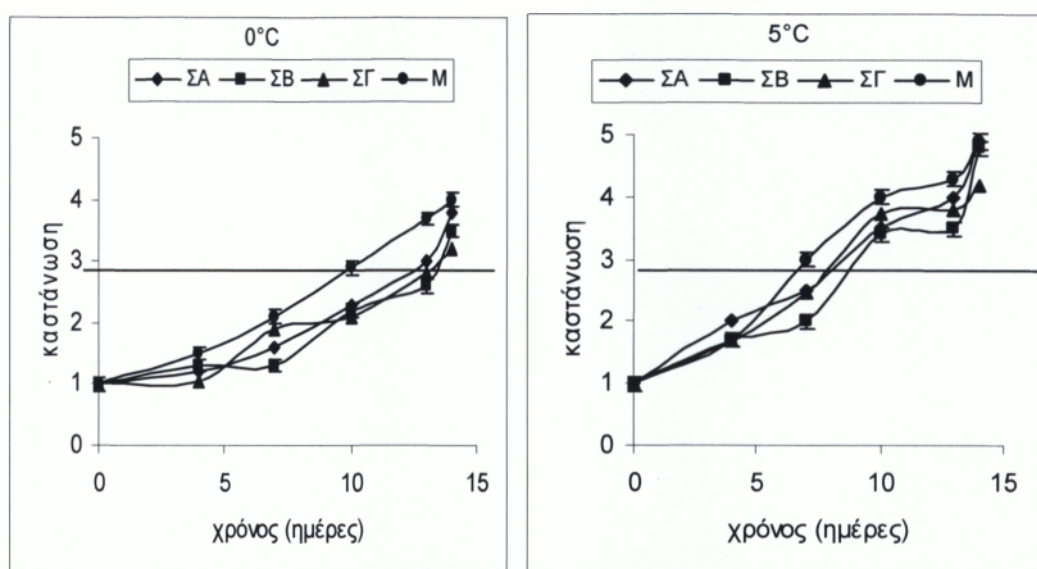
Σχήμα 8. Μεταβολή του δείκτη καστανώσης (επεφρασμένου % φρέσκου βάρους) «ελαφρά τεμαχισμένου μαρουλιού» συντηρουμένου στους  $0^{\circ}\text{C}$  και  $5^{\circ}\text{C}$ , συναρτήσει του χρόνου συντήρησης

### Ποιοτική αξιολόγηση

Η συνολική ποιοτική (οπτική) αξιολόγηση του κομμένου, συσκευασμένου και συντηρημένου στους  $0^{\circ}\text{C}$  και  $5^{\circ}\text{C}$  μαρουλιού, παρουσιάζεται στα σχήματα 9 (για τη συνολική αξιολόγηση) και 10 (για την καστανώση). Από τα σχήματα αυτά



Σχήμα 9. Μεταβολή της συνολικής εκτίμησης κομμένου μαρουλιού τύπου *Romana* που συντηρήθηκε στους 0°C και 5°C σε πλαστικές συσκευασίες.



Σχήμα 10. Μεταβολή της καστάνωσης των τομών κομμένου μαρουλιού τύπου *Romana* που συντηρήθηκε στους 0°C και 5°C σε πλαστικές συσκευασίες.

όσον αφορά στη συνολική οπτική αξιολόγηση προκύπτει ότι:

- Ο χειρισμός ΣΒ διατήρησε καλλίτερα τη συνολική εμφάνιση του προϊόντος τόσο στους 0 °C όσο και στους 5 °C. Την 10<sup>η</sup> ημέρα το κομμένο μαρούλι του χειρισμού ΣΒ παρουσίασε τιμές υψηλότερες της οριακής τιμής εμπορίας ενώ οι άλλοι χειρισμοί εμπορικά δεν ήταν αποδεκτοί (οριακή τιμή 6) (σχήμα 9).
- Οι χειρισμοί ΣΑ και ΣΓ δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους γεγονός που σημαίνει ότι δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ ενεργούς και παθητικής τροποποιημένης ατμόσφαιρας στην προκειμένη περίπτωση.
- Στους 0 °C την 7<sup>η</sup> ημέρα ο μάρτυρας είχε οριακή τιμή, ενώ οι χειρισμοί ΣΑ, ΣΒ και ΣΓ παρουσίασαν τιμές πολύ κοντά στην αρχική. Στους 5 °C η

ποιότητα του μαρουλιού παρουσίασε πτώση και μετά την 7<sup>η</sup> ημέρα μόνο ο χειρισμός ΣΒ ήταν εμπορεύσιμος.

Όσον αφορά στην καστάνωση προκύπτει ότι:

- στους 0 °C ο μάρτυρας την 10<sup>η</sup> ημέρα είχε οριακή τιμή εμπορίας ενώ οι άλλοι χειρισμοί (ΣΑ, ΣΒ, ΣΓ) ήταν εμπορεύσιμοι μέχρι και την 14<sup>η</sup> ημέρα.
- στους 5 °C την 7<sup>η</sup> ημέρα ο μάρτυρας είχε οριακή τιμή ενώ την 10<sup>η</sup> ημέρα όλοι οι χειρισμοί ήταν ακατάλληλοι για εμπορία.

Η καστάνωση των φύλλων και των τομών είναι ένας περιοριστικός παράγοντας εμπορίας των «ελάχιστα επεξεργασμένων προϊόντων» που επηρεάζεται από τη συσκευασία (αέριο μίγμα), τη θερμοκρασία και το χρόνο συντήρησης. Η καστάνωση επηρεάζει τις τιμές της χρωματικής παραμέτρου  $a^*$  καθώς και του  $h_{ab}^*$ . Υπάρχει μία γραμμική συσχέτιση αφενός μεν μεταξύ υποκειμενικής αξιολόγησης της καστάνωσης και παραμέτρου  $a^*$  ( $R^2=0.867$ ) αφετέρου δε μεταξύ υποκειμενικής αξιολόγησης για την καστάνωση και του  $h_{ab}^*$  ( $R^2=0.865$ )

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αναπνευστική δραστηριότητα του κομμένου μαρουλιού τύπου *Romana* στους 0 °C δεν διαφέρει αυτής του ολόκληρου, στους 5 °C όμως είναι στατιστικά υψηλότερη. Η εσωτερική ατμόσφαιρα των συσκευασιών αφενός μεν λόγω αναπνοής αφετέρου δε λόγω περατότητας των μεμβρανών συσκευασίας, διαμορφώθηκε σε επίπεδα πολύ χαμηλού O<sub>2</sub> 1% ή 0.1% και υψηλού CO<sub>2</sub> 13% ή 17% (χειρισμός ΣΒ) ανάλογα με τη θερμοκρασία, ή σε επίπεδα σχετικά υψηλού O<sub>2</sub> 14% ή 16% και χαμηλού CO<sub>2</sub> 1–2 % (χειρισμοί ΣΑ, ΣΓ). Οι δείκτες ποιότητας του κομμένου μαρουλιού διατηρήθηκαν καλλίτερα στην περίπτωση του χειρισμού ΣΒ (μίγμα πολύ φτωχό σε O<sub>2</sub> και πλούσιο σε CO<sub>2</sub>), από δε τις μελετηθείσες θερμοκρασίες οι 0 °C διατήρησαν καλλίτερα και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα την ποιότητα του μαρουλιού.

Από τη μελέτη αυτή προκύπτει ότι μία ατμόσφαιρα φτωχή σε O<sub>2</sub> (κάτω από 1%) και μετρίως πλούσια σε CO<sub>2</sub> (10–15%) στη θερμοκρασία των 0 °C επιτρέπει την εμπορία του κομμένου μαρουλιού για ένα διάστημα 10 ημερών.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Burton, W.G. 1982. *Postharvest Physiology of Food Crops*, Longman Publishing, Co, London and New York.

Karel, M.1975. *Protective packaging of foods. In Physical Principles of Food Preservation*, Karel, M., Fennema, O.R and Lund, D.B.eds. Marcel Dekker, N.York

Mateos, M., Ke, D., Cantwell, M. and Kader, A.A. 1993. *Phenolic metabolism and ethanolic fermentation of intact and cut lettuce exposed to CO<sub>2</sub> enriched atmospheres. Postharvest Biol. Technol.*

Varoquaux, P., Mazollier, J., Albagnac, G. 1996. *The influence of raw material characteristics on the storage life of fresh-cut butterhead lettuce. Postharvest Biol. Technol.*

Watada, A.E, Ko, N.P and Minott, D.A. 1996. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biol. Technol.*

Watada A., Qi, L. 1999. *Quality of fresh-cut produce. Postharvest Biology and Technol.*

Γεννάδιος, Π.Γ. 1959. *Φυτολογικό Λεξικό*. Εκδόσεις "Μόσχου Χρ., Γκιούρδα,

Δημητράκης, Κ.Γ 1998. *Λαχανοκομία*. Αθήνα. Εκδόσεις Αγρότυπος.

Κανάκης Ανδρέας, 1998, *Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο (τομάτα-πιπεριά-μελιτζάνα-μαρούλι-φασολάκι)*, Εκδόσεις "ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ"

Λαμπρινός, Γ., Μητρόπουλος, Δ., 2004. *Φορητή συσκευή και μέθοδος μέτρησης αναπνοής καρπών. Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας (ΟΒΙ)*. Αρ. Ευρεσιτεχνίας 1004590/07-06-2004

Λαμπρινός, Γ., Ε. Μανωλοπούλου, Μητρόπουλος, Δ., 2006. *Αναπνευστικός θάλαμος. Φορητή συσκευή και μέθοδος μέτρησης του ρυθμού αναπνοής καρπών*. ΔΕ ΟΒΙ αριθμ. 1005205/02-05-2006

Μανωλοπούλου Ε. Λαμπρινός Γρ., Φιλιπούσης Α., Σαμαράς Φ., Βεκιάρη Ρ. 2000. *Συντήρηση μανιταριών (Agaricus bisporus) με πλαστικές συσκευασίες*. Έκθεση Ερευνητ. Προγράμματος 96 ΣΥΝ 111 της ΓΓΕΤ

Μανωλοπούλου Ε. – Λαμπρινός Γρ., 2000. *Συντήρηση με ψύξη φρούτων και λαχανικών*. Σημειώσεις ΤΕΙ Καλαμάτας

Ολύμπιος, Χ.Μ. 2001. *Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια*. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης

Σφακιωτάκης, Ε. 2004. *Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και τεχνολογία νωπών προϊόντων*. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις τυρο Man.



## ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Κατάσταση τομών μαρουλιού στην έναρξη του πειράματος

Μετά 4 ημέρες συντήρησης στους 5°C



ΣΑ



ΣΒ



PVC



Μετά 4 ημέρες συντήρησης στους 0°C



ΣΑ



ΣΒ



PVC



Σύγκριση των 3 χειρισμών στους 5°C μετά από 4 ημέρες συντήρησης



Σύγκριση των 3 χειρισμών στους 0°C μετά από 4 ημέρες συντήρησης



Σύγκριση του ίδιου χειρισμού στις δύο θερμοκρασίες



ΣΑ



ΣΒ



PVC



Μετά από 8 ημέρες συντήρησης στους 0°C



ΣΑ



ΣΒ



PVC

Μετά από 8 ημέρες συντήρησης στους 5°C



ΣΑ



ΣΒ





Σύγκριση των 3 χειρισμών στους 5°C μετά από 8 ημέρες συντήρησης



Σύγκριση των 3 χειρισμών στους 0°C μετά από 8 ημέρες συντήρησης



Σύγκριση του ίδιου χειρισμού στις δύο θερμοκρασίες



ΣΑ



ΣΒ





PVC

Μετά από 14 ημέρες συντήρησης στους 0°C +12 h περιβάλλον (SL)



ΣΑ



τομή ΣΑ



ΣΒ



τομή ΣΒ





PVC

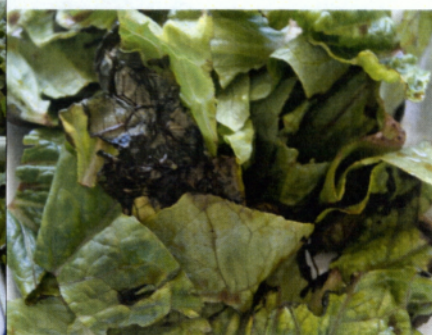


τομή PVC

Μετά από 14 ημέρες συντήρησης στους 5°C +12 h περιβάλλον (SL)



ΣΑ



τομή ΣΑ





ΣΒ

τομή ΣΒ



PVC

τομή PVC

Σύγκριση των 3 χειρισμών στους 0°C μετά από 14 ημέρες συντήρησης  
+12h SL



Σύγκριση των 3 χειρισμών στους 5°C μετά από 14 ημέρες συντήρησης  
+12h SL



Σύγκριση του ίδιου χειρισμού στις δύο θερμοκρασίες μετά από 14 ημέρες συντήρησης +12h SL





ΣB



PVC