

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ

(ΑΤΕΙ)

ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΣΤΑ  
ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ)  
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΜΑΡΑΘΗΝ



Πτυχιακή Εργασία

Σπουδάστρια: ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΕΛΕΝΗ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2010

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
(ΑΤΕΙ)

ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΣΤΑ  
ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ)  
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΜΑΡΑΘΗΝ



Πτυχιακή Εργασία

Σπουδάστρια: **ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΕΛΕΝΗ**

Εισηγήτριες: **Δρ. ΜΑΝΩΛΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ**

**ΡΕΚΟΥΜΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2010

## Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
<b>ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> .....	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	6
1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	7
1.3 ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	7
1.4 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ – ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ.....	8
1.5 ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	9
1.6 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ.....	9
1.7 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗΣ ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΣΤΑΔΙΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΣΥΓΚΟΜΟΙΔΗ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup>	
2.1 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	11
2.2 Η ΛΙΠΑΝΣΗ ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ & ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ.....	13
2.2.1 Χλωρή λίπανση.....	14
2.2.2 Οργανική λίπανση.....	14
2.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> .....	17
3.1 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ.....	17
3.2. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	18
3.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΝΩΠΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ.....	19
3.4 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> .....	20
4.1 ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΑ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΑ (MPV).....	20
4.2 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ MPV.....	21
4.3 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ MPV.....	23
4.3.1 Χρώμα.....	23

4.3.2 Υφή.....	25
4.4.ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ.....	26
4.4.1Ορισμός.....	26
4.5 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΜΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ.....	26
4.5.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΑΡ.....	28
4.5.2 Μικροβιολογική ασφάλεια των προϊόντων που έχουν συσκευασθεί με ΜΑΡ.....	28
4.5.3 ΜΡV σε συσκευασία ΜΑΡ.....	29
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	31
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> .....	33
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	33
5.1 ΥΛΙΚΑ.....	33
5.1.1Φυτικό υλικό.....	33
5.1.2 Προετοιμασία α΄ ύλης.....	35
5.1.3 Πειραματικό σχέδιο – Στατιστική Ανάλυση.....	41
5.2ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	43
5.5.1 Αναπνευστική δραστηριότητα ολόκληρης κεφαλής και ανθιδίων μπρόκολου.....	43
5.2.2 Σύσταση της ατμόσφαιρας.....	45
5.2.3 Απώλεια βάρους.....	46
5.2.4 Ξηρά ουσία.....	47
5.2.5 Χρώμα.....	48
5.2.6 Μεταβολή της χλωροφύλλης.....	51
5.2.7 Υφή.....	52
5.2.8 Ολική οπτική ποιότητα.....	53
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	56

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

MAP	Modified Atmosphere Packaging (Συσκευασία με Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα)
MPV	Minimally Processed Vegetables (Ελάχιστα Επεξεργασμένα Λαχανικά)
PELD-30	Low-density polyethylene (Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας, πάχους 30μm)
PVC	Polyvinyl Chloride (Πολυβινυλοχλωρίδιο)
PE	Πολυαιθυλένιο

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μελέτη της επίδρασης της τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP) στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του βιολογικού μπρόκολου (*Brassica oleracea var. Italica* L.) πραγματοποιήθηκε σε σπορόφυτα που αναπτύχθηκαν στο αγρόκτημα του Εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΑΤΕΙ Καλαμάτας.

Τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες όγκου 11 L στις 22 Οκτωβρίου του 2009. Η θερμοκρασία αποθήκευσης ήταν 0°C και 5°C και οι χειρισμοί που εφαρμόστηκαν ήταν: συσκευασία με φιλμ πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας πάχους 30 μm (LD-30), και επικάλυψη με PVC.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι: η πλαστική συσκευασία μείωσε την περιεκτικότητα του O<sub>2</sub> και αύξησε αυτού του CO<sub>2</sub>. Η χαμηλή συγκέντρωση O<sub>2</sub> διατηρεί το πράσινο χρώμα. Τα ανθίδια που ήταν συσκευασμένα με PVC και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης παρουσίασαν πενταπλάσια απώλεια βάρους σχετικά με αυτά που ήταν συσκευασμένα σε φύλλα P.E. Όσον αφορά την ολική χλωροφύλλη μπορούμε να πούμε ότι τα υψηλότερα ποσά είχαν τα ανθίδια που συντηρήθηκαν στους 0°C και ήταν συσκευασμένα σε PELD 30 και την χαμηλότερη είχαν αυτά που καλύφθηκαν με PVC στους 5°C.

Τέλος οι πλαστικές συσκευασίες και η κάλυψη με PVC κατέστησαν τα ανθίδια εμπορεύσιμα μέχρι και το τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) όπως αυτό προκύπτει από την αξιολόγηση μίας ομάδας έμπειρων κριτών.

## **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το μπρόκολο (*Brassica oleracea* var. *Italika* L.) είναι ετήσιο φυτό της οικογένειας των Σταυρανθών (Cruciferae), ανήκει δε στην ίδια οικογένεια με το λάχανο και το κουνουπίδι. Η καταγωγή του είναι από την Ιταλία εξ' ου και η επιστημονική του ονομασία *Brassica oleracea* var. *Italika*. Είναι ένα γρήγορα αναπτυσσόμενο φυτό ύψους 50-90 cm που φέρει πυκνές ταξιανθίες στο άκρο του κεντρικού άξονα και των κλάδων. Τα χρώματα στις ανθοκεφαλές ποικίλουν από πράσινο έως μωβ ανάλογα με το είδος. Τα φύλλα του είναι στενά, σαρκώδη και οι κεφαλές μικρές. Υπάρχουν πολλές ποικιλίες που καλλιεργούνται στις εύκρατες και ψυχρές περιοχές γιατί το μπρόκολο είναι ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες. Οι πολύ χαμηλές όμως θερμοκρασίες μπορεί να προκαλέσουν ζημιά, που προσδίδει στα ανθίδια πορφυρό χρώμα και μερικές φορές μαλάκωμα της κεφαλής. Ο πολλαπλασιασμός του γίνεται με σπορά είτε απευθείας στους αγρούς είτε σε σπορεία.. Τα νεαρά φυτά μεταφυτεύονται στην οριστική θέση. Το μπρόκολο ευνοείται από την υγρασία και θέλει καλό πότισμα όταν φυτευτεί. Βλαστάνει όψιμα και ανθίζει τον επόμενο χρόνο. Αναπτύσσεται καλύτερα σε ελαφρώς όξινο περιβάλλον (pH μεταξύ 6 και 6,8), πλούσιο σε οργανική ουσία. Η σπορά του γίνεται τον Ιούλιο-Αύγουστο και η μεταφύτευση του μετά από ενάμιση περίπου μήνα. Η συγκομιδή των ανθοκεφαλών γίνεται αργά το χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη, 60-100 μέρες μετά από τη μεταφύτευση ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και την ποικιλία. Η γεύση του μπρόκολου είναι κάτι ενδιάμεσο μεταξύ λάχανου και κουνουπιδιού. Τρώγεται βραστό σαν σαλάτα, μαγειρεμένο, ωμό και στο ξύδι (τουρσί). Το εδώδιμο μέρος είναι ολόκληρη η ανθοκεφαλή όμως προτιμώνται τα ανθίδια. Τη μεγαλύτερη παραγωγή στον κόσμο έχουν οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (Η.Π.Α) και ακολουθούν η Ιταλία, όπου το μπρόκολο είναι ιδιαίτερα αγαπητό και η Ισπανία. Στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκε πολύ η καλλιέργεια αφού αυξήθηκε και η ζήτηση.

Οι συνιστώμενες συνθήκες ψυχοσυντήρησης της κεφαλής είναι: θερμοκρασία 0°C και σχετική υγρασία 98-100%. Τα συνιστώμενα αέρια μίγματα στην περίπτωση της συντήρησης με συνθήκες Ελεγχόμενης Ατμόσφαιρας είναι 1-2% O<sub>2</sub> και 5-10% CO<sub>2</sub> (Makhlouf et al., 1989, Cantwell and Suslow, 1999).

Υπό τις παραπάνω συνθήκες οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα το μπρόκολο συντηρείται επί 21 ημέρες περισσότερο από ότι σε κοινά ψυγεία. Εκτεταμένη έρευνα έχει πραγματοποιηθεί για την βελτίωση των μεθόδων συντήρησης του μπρόκολου, με σκοπό την καθυστέρηση του μετασλλεκτικού γηρασμού εφαρμόζοντας διάφορες μεθόδους όπως τροποποιημένη ατμόσφαιρα, διαφορετικές συσκευασίες, επεμβάσεις με εφαρμογή κυτοκινινών, αναστολέων δράσης αιθυλενίου και κρυοσυντήρηση με ποικίλο βαθμό επιτυχίας. (Βασιλακάκης, 2006).



## 1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Άθροισμα	Magnoliophyta
Κλάση	Magnoliopsida
Υποκλάση	Dilleniidae
Τάξη	Capparales
Οικογένεια	Brassicaceae (Cruciferae)
Γένος	<i>Brassica</i> sp.
Είδος	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>

Το μπρόκολο (*Brassica oleracea* var. *italica* L.) ή λαχανώδης κράμβη, είναι μέλος της οικογένειας Brassicaceae (Σταυρανθή), η οποία ανήκει στη τάξη των ροϊαδωδών, της κλάσης των δικοτυλήδων. Η οικογένεια Brassicaceae περιλαμβάνει ετήσια, διετή ή πολυετή ποώδη φυτά, που ευδοκίμουν στην εύκρατη ζώνη του βόρειου ημισφαιρίου. Ο συνολικός αριθμός των ειδών που ανήκουν στην οικογένεια είναι περίπου 2000, από τα οποία τα 225 είδη φυτρώνουν στην Ελλάδα. Μερικά σταυρανθή είναι ζιζάνια, άλλα καλλιεργούνται ως διακοσμητικά ή λαχανικά, ενώ μερικά χρησιμοποιούνται στη φαρμακευτική επειδή έχουν θεραπευτικές ιδιότητες ή για την εξαγωγή ελαίου, καθώς και ως νομευτικά. Τα πιο γνωστά είδη που ανήκουν στην οικογένεια των σταυρανθών είναι το κουνουπίδι, η λαχανίδα, το κραμπολάχανο, τα γογγύλια, τα σινάπια, το γουλί, η μαύρη βρούβα, το ρεπάνι κ.ά. Τα φυτά αυτά ονομάζονται σταυρανθή, γιατί τα διάφορα μέρη του άνθους τους είναι διαταγμένα σε σταυρωτούς σπονδύλους. Τα άνθη τους είναι ερμαφρόδιτα, συνήθως ακτινωτά, η στεφάνη τους αποτελείται από τέσσερα πέταλα, ο κάλυκας τους από τέσσερα σέπαλα, έχουν έξι στήμονες και η ωοθήκη τους είναι επιφυής και δίχωρη. Τα άνθη σχηματίζουν βοτρυοειδείς ταξιανθίες. Ο καρπός τους είναι κεράτιο. Όταν οι καρποί ωριμάσουν, ανοίγουν μόνοι τους, οπότε αφήνονται ελεύθερα τα σπέρματα που περιέχουν. Ένα άλλο χαρακτηριστικό των φυτών που ανήκουν στην οικογένεια των σταυρανθών είναι ότι περιέχουν μέσα σε ασκόμορφα κύτταρα ένα γλυκοζίτη που ονομάζεται σινιγρίνη. Η ουσία αυτή διασπάται με το ένζυμο μυροσίνη σε γλυκόζη, νερό, σιναπέλαια και όξινοθειικό κάλιο. Τα σιναπέλαια που σχηματίζονται από τη διάσπαση αυτή δίνουν στα φυτά την καυτερή γεύση και τη χαρακτηριστική μυρωδιά, ιδιαίτερα όταν τριφτούν με το χέρι. Η σινιγρίνη περιέχεται σε όλα τα μέρη των φυτών, αλλά σε μεγαλύτερες ποσότητες μέσα στα σπέρματα. Πολλά σταυρανθή είναι δηλητηριώδη όταν αποτελούν βοσκήσιμη ύλη για τα ζώα (αγριορεπάνι κ.ά.) (Αnon, 2009a).

## 1.3 ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η λέξη **μπρόκολο** προέρχεται από την ιταλική λέξη, *brocco*, που σημαίνει *βλαστός, μίσχος*. Το μπρόκολο είναι μια ποικιλία άγριου λάχανου που δημιουργήθηκε κατά μήκος των βόρειων και δυτικών ακτών της Μεσογείου, όπου ήταν προφανώς εξημερωμένο εκατοντάδες χρόνια πριν. Από το λάχανο εκείνο προέκυψαν τελικά ποικίλες μορφές, συμπεριλαμβανομένου του μπρόκολου, του κουνουπιδιού, του λάχανου, του κατσαρού λάχανου, του γογγυλιού, και το λαχανάκι Βρυξελλών.

Οι ρωμαϊκές αναφορές σε ένα λάχανο που το χρησιμοποιούσαν σαν οικογενειακό λαχανικό και που μπορεί να ήταν μπρόκολο είναι σαφείς: Ο ρωμαίος

συγγραφέας φυσικής ιστορίας, Πλίνιος είναι ο παλαιότερος που ανέφερε ένα λαχανικό που μοιάζει με το μπρόκολο. Στη Γαλλία αναφέρεται το 1560. Σύμφωνα με ιστορικές πηγές, καλλιεργήθηκε αρχικά από τους Ρωμαίους και εισήχθη στην Αγγλία στις αρχές του 16ου αιώνα. Το μπρόκολο έφτασε αργότερα στις Ηνωμένες Πολιτείες στους αποικιακούς χρόνους, που διαδόθηκαν από τους ιταλικούς μετανάστες, ενώ αυξήθηκε σημαντικά η παραγωγή του στις αρχές του 1800. Η πρώτη αποστολή από τη δύση στην ανατολή ήταν το 1923, ενώ κατέκτησε σημαντική θέση στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (Η.Π.Α.) κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '30. Αργότερα επέστρεψε πίσω στην Ιταλία όπου καλλιεργήθηκε περαιτέρω.

#### 1.4 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ – ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Το μπρόκολο περιέχει 91% νερό και είναι ιδιαίτερα πλούσιο σε βιταμίνη C, φολικό οξύ, βιταμίνη B1, βιταμίνη A, Β-καροτίνη, κάλιο, σίδηρο, μαγνήσιο και ασβέστιο. Περιέχει επίσης υψηλά επίπεδα της ουσίας γλυκοζιδάσης, η οποία, όταν διασπάται στον οργανισμό, παράγει μια άλλη ουσία που αποτελεί έναν από τους ισχυρότερους αντικαρκινικούς παράγοντες στη διατροφή και έχει αποδειχθεί σημαντικός σύμμαχος του οργανισμού απέναντι στα καρδιαγγειακά νοσήματα και σε άλλες ασθένειες. (Αnon., 2009).

Πίνακας 1. Περιεκτικότητα του μπρόκολου σε θρεπτικά συστατικά.

Νερό %	89,1
Πρωτεΐνες	3,6
Λιπαρά %	0,3
Υδατάνθρακες %	5,9
Ενέργεια (cal/100g)	32
Vit. A(I)	2500
Thiamin(mg)	0,1
Riboflavin (mg)	0,23
Niacin (mg)	0,9
Vit. C (mg)	113
Ca	0,3
P	78
Fe	1,1
Na	15
K	282
Mg	24

Περιεκτικότητα ανά mg/100 g εδώδιμης μερίδας.

ΠΗΓΗ : Adapted from Salunkhe and Desai, 1984

## 1.5 ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Το μπρόκολο ευδοκίμει στους περισσότερους τύπους εδαφών αρκεί να είναι γόνιμα και να έχουν υγρασία. Για πρώιμες φυτεύσεις, (τέλος Χειμώνα – αρχές Άνοιξης), καταλληλότερα εδάφη είναι τα ελαφρά αμμώδη ως αμμοπηλώδη που στραγγίζουν καλύτερα και θερμαίνονται ταχύτερα. Για όψιμες φυτεύσεις (τέλος Άνοιξης-αρχές Καλοκαιριού) καταλληλότερα είναι τα βαρύτερα εδάφη (π.χ. πηλώδη) που έχουν μεγαλύτερη υδατοϊκανότητα. Τα οργανικά εδάφη είναι κατάλληλα για όψιμες φυτεύσεις, ενώ δεν συνιστώνται για πρώιμες φυτεύσεις, γιατί αργούν να ζεσταθούν την Άνοιξη. Προτιμά εδάφη ελαφρώς όξινα (pH=6-7) και έχει μεγάλες απαιτήσεις σε νερό. Υποφέρει σε βαριά αργιλώδη εδάφη. Η ασβέστωση του εδάφους αυξάνει το pH των όξινων εδαφών το οποίο είναι σημαντικό μέτρο προστασίας από κάποιες ασθένειες όπως οι σηψηριζίες. (ηλεκτρ.διευθ.1)

Το σωστό πότισμα μπορεί να κάνει τη διαφορά μεταξύ καλής και ανεπαρκούς παραγωγής. Τα λαχανικά χρειάζονται 25-40 mm νερού από βροχοπτώσεις ή πότισμα ανά βδομάδα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης.(ηλεκτρ.διευθ.2)

Τα πολύ αμμώδη εδάφη χρειάζονται συχνότερο πότισμα με μικρότερη δόση νερού. Τα βρώσιμα μέρη σε περίπτωση έλλειψης υγρασίας, υποβαθμίζονται ποιοτικά, διότι τα αγγεία ξυλοποιούνται, γεγονός που δεν εκτιμά ο καταναλωτής.

Η λίπανση έχει πολύ μεγάλη σημασία για την καλή παραγωγή και ποιότητα. Είναι φυτό μεγάλων απαιτήσεων σε Άζωτο και Κάλιο και μεσαίων απαιτήσεων σε Φώσφορο, Μαγνήσιο, Θείο και Ασβέστιο. Το μπρόκολο πρέπει να σχηματίσει πολλά φύλλα πριν σχηματιστεί το εδάδιμο μέρος, διαφορετικά δεν θα είναι καλής ποιότητας η ανθοκεφαλή. Για το σκοπό αυτό χρειάζεται πολύ άζωτο. Μέρος αυτής της ανάγκης μπορεί να καλύπτεται από κοπριά, όταν χρησιμοποιούμε. Το μπρόκολο χρειάζεται σχετικά υψηλή ποσότητα βορίου (προσοχή στους πρόσφατα ασβεστωμένους αγρούς).καθώς και μολυβδαινίου όπως και το κουνουπίδι. Η σωστή λίπανση είναι ακόμα σημαντικότερη όταν καλλιεργείται το φυτό κάθε χρόνο.(ηλεκτρ.διευθ.3)

Η καλλιέργεια πρέπει να κρατηθεί χωρίς ζιζάνια. Η κάλυψη του εδάφους με διάφορα υλικά π.χ. άχυρο ρυζιού, είναι ευεργετική δεδομένου ότι διατηρεί την υγρασία, κρατά τις θερμοκρασίες χαμηλά και αναστέλλει την ανάπτυξη ζιζανίων. Η αύξηση στη θερμοκρασία του εδάφους μπορεί να προκαλέσει το σχηματισμό βρακτείων και την πρόωρη άνθηση (www.world lingo).

## 1.6 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ

Οι ανθοκεφαλές μπρόκολου διαμορφώνουν ένα είδος κεφαλιού που αποτελείται από τους πράσινους οφθαλμούς και τους παχιάς σαρκώδεις μίσχους των ανθιδίων. Το τελικό κεφάλι είναι χαλαρό, πράσινου χρώματος και οι μίσχοι των ανθιδίων είναι μακρύτεροι από εκείνους του κουνουπιδιού. Είναι ένα γρήγορα αναπτυσσόμενο φυτό ύψους 50-90 εκατοστών που φέρει πυκνές ταξιανθίες στο άκρο του κεντρικού άξονα και των κλάδων. Το χρώμα των οφθαλμών των ανθιδίων που διαμορφώνει την εδάδιμη μερίδα ποικίλει από άσπρο σε πράσινο ανάλογα με την ποικιλία. Τα φύλλα του είναι στενά, σαρκώδη και τα κεφάλια μικρά.(Παρασκευόπουλος 1990).Το τελικό κεφάλι και οι συστάδες οφθαλμών καταναλώνονται ως τρόφιμα.

## **1.7 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗΣ ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΣΤΑΔΙΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΤΟΥ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ**

Τα μπρόκολα συγκομίζονται όταν η κεφαλή είναι καλά αναπτυγμένη και σφικτή (διάμετρος 8-10 ίντσες) και τα ανθίδια κλειστά.. Ο καθορισμός του άριστου σταδίου ανάπτυξης της ανθοκεφαλής για συγκομιδή είναι πολύ μεγάλης σημασίας για την εξασφάλιση άριστης ποιότητας. Τα μπρόκολα που πωλούνται ως «ολόκληρη ανθοκεφαλή» πρέπει να είναι σφικτά, καλά αναπτυγμένα και τα ανθίδια όχι ανοιγμένα. Τα φύλλα απομακρύνονται και οι κεφαλές πωλούνται με το κομμάτι ή με βάση το βάρος. Μετά τη συγκομιδή το μπρόκολο παρουσιάζει πολύ υψηλή αναπνευστική δραστηριότητα. Παράγει πολύ λίγο αιθυλένιο (<4  $\mu\text{M}$ ) αλλά παρουσιάζει πολύ υψηλή ευαισθησία σε αυτό. Για το λόγο αυτό δεν πρέπει να συναποθηκεύεται ούτε να μεταφέρεται με προϊόντα που παράγουν αιθυλένιο (Βασιλακάκης 2006). Σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ποιότητας παίζει η ταχύτητα της πρόψυξης. Η πρόψυξη γίνεται στο χωράφι με πάγο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### 2.1 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Η βιολογική καλλιέργεια είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής και διαχείρισης αγροτικών προϊόντων, που προστατεύει το περιβάλλον σε όλα τα στάδια διαχείρισης του οικοσυστήματος, προασπίζοντας ταυτόχρονα την υγεία των καταναλωτών. Κύριο χαρακτηριστικό της βιολογικής καλλιέργειας είναι η απουσία χημικών λιπασμάτων, ζιζανιοκτόνων, φυτοφαρμάκων, ορμονών και άλλων εξίσου επικίνδυνων χημικών ουσιών σε όλα τα στάδια της παραγωγής. Βασίζεται κυρίως στην αξιοποίηση των δυνατοτήτων που παρέχουν η αμειψισπορά των καλλιεργειών, η ανακύκλωση των φυτικών υπολειμμάτων και η ζωική κοπριά, η χλωρά λίπανση και οι βιολογικές μορφές καταπολέμησης.

Η βιολογική γεωργία είναι μία από τις εναλλακτικές μορφές γεωργικής παραγωγής και αποτελεί αντικείμενο αυξανόμενου και πολύπλευρου ενδιαφέροντος, ιδιαίτερα κατά τα τελευταία χρόνια. Ο όρος «βιολογική» φαίνεται επικρατέστερος ύστερα από τη χρησιμοποίηση και άλλων συνωνύμων όρων, όπως «οργανική», «οικολογική», «αιεφόρος», «φυσική» κλπ. Η βιολογική γεωργία, η οποία είναι ευρέως γνωστή ως «η παραγωγή αγροτικών προϊόντων χωρίς τη χρήση τεχνητών χημικών ουσιών», διαφέρει από τη λεγόμενη συμβατική γεωργία, βασικά κατά το ότι η δεύτερη χαρακτηρίζεται από καλλιεργητικές πρακτικές υψηλών εξωτερικών εισροών και προϋποθέτει γι' αυτό την εντατική χρήση καλλιεργητικών, αγροχημικών, φυσικών όρων και πηγών ενέργειας, οι οποίες τείνουν να εξαντληθούν ή να γίνουν ασύμφορες. Η βιολογική γεωργία δεν πρέπει να συγχέεται με τη μέθοδο της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης εχθρών και ασθενειών, κατά την οποία εφαρμόζεται συνδυασμός προληπτικών, φυσικών, βιολογικών, βιοχημικών, χημικών και βιοτεχνολογικών πρακτικών.

Για τον ακριβή ορισμό της έννοιας της βιολογικής γεωργίας, είναι σκόπιμο ν' αναφερθούμε στον ορισμό που έχει αναπτυχθεί από τον κώδικα τροφίμων, με βάση συμβολές εμπειρογνομόνων απ' όλο τον κόσμο. Ο κώδικας θεωρεί τη βιολογική γεωργία ως ένα σφαιρικό σύστημα γεωργικής παραγωγής (φυτικών και ζωικών προϊόντων) που ευνοεί τις πρακτικές διαχείρισης μάλλον παρά την προσφυγή σε παράγοντες παραγωγής εξωτερικής προέλευσης. Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές του Κώδικα, η βιολογική γεωργία πρέπει να συμβάλλει στους εξής στόχους :

- στην αύξηση της βιοποικιλότητας στο σύνολο του συστήματος
- στην αύξηση της βιολογικής δραστηριότητας των εδαφών
- στη διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών μακροπρόθεσμα
- στην ανακύκλωση των αποβλήτων φυτικής και ζωικής προέλευσης προκειμένου να αποκατασταθούν τα στοιχεία που είναι θρεπτικά για τη γη μειώνοντας έτσι, όσο είναι δυνατόν, τη χρήση μη ανανεώσιμων πόρων
- στην προσφυγή στους ανανεώσιμους πόρους στα γεωργικά συστήματα που είναι οργανωμένα τοπικά
- στην πρόωθηση της ορθής χρήσης των εδαφών, του νερού και του αέρα και τη μείωση όλων των μορφών μόλυνσης που θα μπορούσαν να προκαλέσουν οι καλλιεργητικές πρακτικές και οι πρακτικές εκτροφής ζώων
- στο χειρισμό των γεωργικών προϊόντων, προσέχοντας ιδίως τις μεθόδους μεταποίησης, προκειμένου να διατηρηθεί η βιολογική ακεραιότητα και οι ουσιαστικές ποιότητες του προϊόντος σε όλα τα στάδια

- στην πρόβλεψη, σε μια υπάρχουσα εκμετάλλευση μετά από μια περίοδο μετατροπής, η διάρκεια της οποίας καθορίζεται από ειδικούς παράγοντες του τόπου, όπως, για παράδειγμα, του ιστορικού της γης, των τύπων καλλιέργειας και εκτροφής προς πραγματοποίηση».

(Organic farming: guide to community roles. *Europ. Comm. Dir. Gen. Agr.*)

Ανεξάρτητα από τα προϊόντα, φυτικά ή ζωικά, οι στόχοι της βιολογικής παραγωγής παραμένουν οι ίδιοι :

- εφαρμογή περιοριστικών πρακτικών από την άποψη της προστασίας του περιβάλλοντος,
- αρμονικότερη κατοχή του αγροτικού χώρου,
- σεβασμός της καλής φυσικής διαβίωσης των ζώων,
- παραγωγή γεωργικών προϊόντων υψηλής ποιότητας.

Προκειμένου να δοθεί συγκεκριμένο περιεχόμενο σ' αυτούς τους στόχους, που να μπορεί να καταστήσει εξειδικευμένη τη βιολογική γεωργία σε σχέση με τη συμβατική, ήταν απαραίτητο να κωδικοποιηθούν οι αποδεκτές πρακτικές. Αυτό πραγματοποιήθηκε κατ' αρχήν στις ιδιωτικές συγγραφές υποχρεώσεων, μετά από τις νομοθεσίες ή τις επίσημες κατευθυντήριες γραμμές, σε διεθνές ή εθνικό επίπεδο.

Προκειμένου να δει κανείς ειδικότερα τις πρώτες βασικές πρακτικές που έχουν καθιερωθεί για την έναρξη των διαφόρων συστημάτων – μοντέλων βιολογικής αγροτικής παραγωγής, είναι σκόπιμο να ξεκινήσει από την ποιότητα εδάφους η οποία αποτελεί βασική προϋπόθεση επιτυχούς άσκησης της βιολογικής παραγωγής αγροτικών προϊόντων και να καταλήξει στην αποτελεσματική και ασφαλή εμπορία τους, η οποία πρέπει να πείθει απόλυτα τον καταναλωτή για κάθε τι που αφορά την ποιότητα και τις προδιαγραφές των προϊόντων.

Ακολουθώντας, εκθέτονται περιληπτικά τέτοιες προϋποθέσεις άσκησης βιολογικής γεωργίας, σύμφωνα με παραδεκτές και υιοθετημένες απόψεις ειδικών (USDA) :

- Απαγόρευση χρήσης συνθετικών λιπασμάτων επί 36 μήνες πριν από τη συγκομιδή των πιστοποιηθέντων βιολογικών αγροτικών προϊόντων.
- Απαγόρευση χρήσης συνθετικών φυτοφαρμάκων (μυκητοκτόνων, εντομοκτόνων, ζιζανιοκτόνων) επί 36 μήνες πριν από τη συγκομιδή των πιστοποιηθέντων βιολογικών αγροτικών προϊόντων.
- Εφαρμογή αμειψισπορών οι οποίες περιλαμβάνουν εδαφοβελτιωτικές ψυχανθείς καλλιέργειες ή συγκαλλιέργειες μικρόσπερων σιτηρών με μικρόσπερμα ψυχανθή είδη, κάθε πέντε χρόνια τουλάχιστον. Η τακτική των αμειψισπορών αυτών συμβάλλει στον περιορισμό (λόγω διακοπής του βιολογικού κύκλου) ζιζανίων, εντόμων και ασθeneιών, καθώς και στην αποκατάσταση της εξαντλημένης από ορισμένες κύριες καλλιέργειες, εδαφικής γονιμότητας και υγιεινής κατάστασης. Για την αποκατάσταση ή διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους εφαρμόζονται κατάλληλα συστήματα αμειψισποράς με ψυχανθή, χλωρές ή οργανικές λιπάνσεις και προσθήκες διαφόρων ειδών κομπόστας.

Κατά τη μετατροπή μιας έκτασης, όπου ασκείται συμβατική γεωργία, σε έκταση βιολογικής γεωργίας, η ελάχιστη διάρκεια μετατροπής είναι δύο χρόνια πριν από τη σπορά ετήσιων καλλιεργειών και τρία χρόνια πριν από την πρώτη συγκομιδή πολυετών καλλιεργειών, οι οποίες δεν χρησιμοποιούνται ως λιβάδια. Βέβαια, η περίοδος αυτή μπορεί να παραταθεί ή να μειωθεί, ανάλογα με τα καλλιεργητικά περιστατικά που προηγήθηκαν, όπως ορίζουν οι εθνικοί και κοινοτικοί κανονισμοί.

Τέλος, η συγκομιδή αυτοφυών φυτών στο φυτικό περιβάλλον (δάση και γεωργικές εκτάσεις), εξομοιώνεται με μεθόδους βιολογικής παραγωγής, εφ' όσον οι

εν λόγω εκτάσεις δεν έχουν δεχτεί, κατά τη διάρκεια των τριών χρόνων που προηγήθηκαν της συγκομιδής, προϊόντα που είναι απαγορευμένα στη βιολογική γεωργία και εφ' όσον η ίδια συγκομιδή δεν θίγει τη σταθερότητα του φυσικού οικοτύπου και την επιβίωση των ειδών.

## **2.2 Η ΛΙΠΑΝΣΗ ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ & ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ**

Η βιολογική καλλιέργεια του μπρόκολου βασίζεται σε πρόγραμμα αναζωογόνησης του εδάφους με χλωρή λίπανση και με αξιοποίηση των υποπροϊόντων και άλλων διαθέσιμων οργανικών υλικών. Οι καλλιεργητικές τεχνικές και η άρδευση παίζουν βασικό ρόλο :

- στη διατήρηση της παραγωγής σε ισορροπία με τη γονιμότητα του εδάφους
- στην ευκολότερη αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών.

Στη βιολογική γεωργία, η λίπανση είναι μια γεωργική πρακτική που αντιμετωπίζεται με εντελώς διαφορετικό τρόπο απ' ό τι στη συμβατική γεωργία.

Διαφέρει τόσο στο πως βλέπει το φυτό και το έδαφος, όσο και στον τύπο των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται. Σε αντίθεση με τη συμβατική που θεωρεί τα φυτά μηχανές παραγωγής καρπών και το έδαφος ένα υπόστρωμα στο οποίο απλώς στηρίζονται, η βιολογική γεωργία αντιμετωπίζει φυτό και έδαφος σαν ένα ζωντανό δυναμικό σύστημα όπου συνυπάρχουν χιλιάδες μορφές ζωής. Ένα υγιές και γόνιμο έδαφος είναι βασική προϋπόθεση για την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων. Έτσι τα περισσότερα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στη βιολογική γεωργία στοχεύουν τόσο στην αύξηση της γονιμότητας του εδάφους όσο και στην προσθήκη των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών για την ανάπτυξη των φυτών. Μια άλλη σημαντική διαφορά είναι και ο τύπος των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται.

Η λίπανση στοχεύει στη διατήρηση της καλής γονιμότητας και της φυσικής κατάστασης του εδάφους, οπότε αποτελεί πρακτική εξαιρετικά σημαντική. Η δομή και η υφή του εδάφους έχουν άμεση επίδραση στην ικανότητα συγκράτησης του νερού, στον αερισμό του, και επιδρούν στην ανάπτυξη όχι μόνο των ριζών αλλά και των ωφέλιμων μικροοργανισμών του.

Η λίπανση βιολογικής καλλιέργειας μπρόκολου, γίνεται με χλωρή λίπανση και οργανικά υλικά. Αυτά μπορεί να είναι ζωική κοπριά, κομπόστ, επεξεργασμένα φύκια, χώμα από γεωσκοληκοτροφεία κ.λ.π. Η επιλογή εξαρτάται από τις ανάγκες του εδάφους και των φυτών, αλλά και από τα διαθέσιμα στην κάθε περιοχή υλικά.

Συμπληρωματικά μπορούν να προστεθούν καλιούχα πρόσθετα ορυκτής προέλευσης καθώς και φωσφορικά σε περίπτωση τροφοπενιών. Με την ισορροπημένη λίπανση διατηρείται η γονιμότητα του εδάφους, τα φυτά δίνουν καλές αποδόσεις και αποφεύγονται προβλήματα λόγω της μη ισορροπημένης θρέψης.

Οι τεχνικές που εφαρμόζει η βιολογική γεωργία αποτελούν κατά το μεγαλύτερο ποσοστό προσπάθειες μίμησης των διαδικασιών που ακολουθεί η φύση σ' ένα φυσικό οικοσύστημα και στοχεύουν:

- Στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους.
- Στην προστασία των φυτών από επιβλαβή παράσιτα.

Το πρόγραμμα της λίπανσης θα πρέπει να καταστρώνεται με σκοπό την αύξηση της οργανικής ουσίας και της εδαφικής γονιμότητας. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να συνδυάζεται με τις εργασίες διαχείρισης του εδάφους. Η λίπανση για βιολογική καλλιέργεια μπρόκολου γίνεται με τους εξής τρόπους:

### 2.2.1 Χλωρή λίπανση

Για τη χλωρή λίπανση μπορούν να αξιοποιηθούν όλα τα είδη φυτών ακόμη και αυτά που χαρακτηρίζονται ως ζιζάνια. Με τον όρο χλωρή λίπανση, εννοούμε «την καλλιέργεια οιοδήποτε φυτικού είδους σε μια επιθυμητή πυκνότητα με σκοπό τη διακοπή του βλαστικού κύκλου του και την ενσωμάτωση της οργανικής ύλης στο έδαφος σ' ένα τέτοιο στάδιο, όπου τα θρεπτικά στοιχεία και κυρίως το άζωτο να βρίσκεται στη μέγιστη δυνατή συγκέντρωση».

Τον Οκτώβριο γίνονται σπορές ψυχανθών (συνήθως βίκος, λούπινο, κουκιά, ή μείγμα βίκου με κριθάρι, κλπ). Τα φυτά που χρησιμοποιούνται για χλωρή λίπανση κόβονται, ψιλοτεμαχίζονται με καταστροφέα ή ενσωματώνονται με φρεζάρισμα με μεγάλη ταχύτητα και πολύ ψηλά τη φρέζα για τη μείωση όσο το δυνατόν της καταστροφής των επιφανειακών ριζιδίων. Η κοπή γίνεται με την εμφάνιση των πρώτων ανθέων των ψυχανθών γιατί θα πρέπει οι μικροοργανισμοί να αρχίσουν να δουλεύουν στο έδαφος για την αφομοίωση της χλωρής λίπανσης.

Η χλωρή λίπανση, εκτός του ότι εφοδιάζει το έδαφος με οργανική ουσία, το εμπλουτίζει και με θρεπτικά συστατικά, όπως στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται ψυχανθή. Τα θρεπτικά αυτά συστατικά αποθηκεύονται μέσα στη φυτική μάζα και δεν απομακρύνονται με τις εκπλύσεις. Αποδίδονται στο έδαφος σταδιακά με την αποσύνθεση της οργανικής ύλης και το καλύπτουν προωθώντας το σχηματισμό της δομής και περιορίζοντας τη διάβρωση. Με τον τρόπο αυτό η έκπλυση των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους μειώνεται, αξιοποιείται το βρόχινο νερό με τη δημιουργία φυτικής μάζας που συμβάλει στη χαλάρωση του εδάφους και κυρίως του υπεδάφους. Με τη χλωρή λίπανση μπορεί να γίνει καταπολέμηση των ζιζανίων λόγω του ανταγωνισμού και της στέρξης του φωτός και μείωση της προσβολής από νηματώδεις.

### 2.2.2 Οργανική λίπανση

Με τη λίπανση με οργανικά υλικά παρέχονται στο έδαφος τα αναγκαία θρεπτικά στοιχεία που έχουν ευεργετικές επιδράσεις στο έδαφος όπως και η χλωρή λίπανση. Τα οργανικά λιπάσματα αποτελούνται από απορρίμματα και υπολείμματα φυτικής και ζωικής παραγωγής καθώς και από απορρίμματα της βιομηχανικής επεξεργασίας φυτικών και ζωικών μερών.

Τα οργανικά λιπάσματα προστιθέμενα στο έδαφος αυξάνουν την περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία με συνέπεια τη:

- βελτίωση των συνθηκών αερισμού και στράγγισης του εδάφους
- ευκολότερη κατεργασία των λεπτόκοκκων εδαφών
- συγκράτηση μεγαλύτερου ποσοστού των θρεπτικών στοιχείων
- αύξηση της υδατοχωρητικότητας και μείωση της διαβρωσιμότητας των αμμωδών εδαφών.

Η εφαρμογή της λίπανσης με οργανικά υλικά γίνεται νωρίς το φθινόπωρο, πριν τη σπορά των φυτών της χλωρής λίπανσης. Τα υλικά της οργανικής λίπανσης τοποθετούνται γύρω από τα δέντρα καλύπτοντας όλη σχεδόν την επιφάνεια του αγρού ή την περιοχή γύρω από τον λαιμό των δέντρων και ακολουθεί η ενσωμάτωσή τους στο έδαφος. Η ποσότητα εξαρτάται κυρίως από την γονιμότητα του εδάφους και την θρεπτική κατάσταση των δέντρων

Τα είδη οργανικής λίπανσης που χρησιμοποιούνται είναι:

1. Η κοπριά



Εδώ και αιώνες αποτελούσε τη μοναδική πηγή θρεπτικών ουσιών για τις καλλιέργειες, αφού σε γενικές γραμμές ένας τόνος κοπριά ανά στρέμμα (75% υγρασία), εφοδιάζει με 4-5 kg αζώτου, 2-3 κιλά φωσφόρου, 7 kg καλίου, 6-7 kg ασβεστίου και 2 kg μαγνησίου. Βέβαια, τότε η κοπριά στοίχιζε φθηνά αφού κάθε νοικοκυριό είχε τα δικά του ζώα ή μπορούσε να βρει εύκολα και φθηνά τις απαιτούμενες ποσότητες. Η κοπριά όμως δεν είναι πλέον φθηνή λιπαντική ύλη, ούτε εύκολα διαθέσιμη και επομένως πολλές φορές δεν αποτελεί και την καλύτερη λύση για τον παραγωγό. Η κοπριά πρέπει να χωνεύεται καλά, πριν ενσωματωθεί στο έδαφος για να μπορούν τα θρεπτικά στοιχεία να βρίσκονται σε προσλήψιμες μορφές. Με τη διαδικασία της χώνεψης καταστρέφονται οι σπόροι των ζιζανίων και των διάφορων παθογόνων, αλλά χάνεται και μέρος των θρεπτικών της στοιχείων. Η κοπριά περιέχει και σημαντικές ποσότητες ιχνοστοιχείων.

## 2. Το Κομπόστ

Είναι ένα άλλο είδος οργανικού λιπάσματος, που παράγεται με την αερόβια βιολογική αποδόμηση οργανικών υπολειμμάτων και τη μετατροπή τους σε χούμο, σε ουσίες σχετικά σταθερές, καθώς επίσης και στο σχηματισμό άργιλο-χουμικών συμπλόκων. Για την παραγωγή του κομπόστ μπορούν να χρησιμοποιηθούν κοπριά ζώων και φυτικά υπολείμματα που είναι εύκολο να βρεθούν στην περιοχή που βρίσκεται η καλλιέργεια. Για μια ικανοποιητική λίπανση της καλλιέργειας απαιτούνται ποσότητες 1,5-3 τόνοι / στρ., μπορεί δε να πραγματοποιείται εναλλακτικά με την κοπριά ή τη χλωρή λίπανση. Μετά την εφαρμογή στη καλλιέργεια έχει διαπιστωθεί ότι το κομπόστ δίνει το 5-15% των στοιχείων του, ενώ έχει υπολειμματική δράση τρία χρόνια.

## 2.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας, το έτος 1995 υπήρχαν στην Ελλάδα 774 000 γεωργικές εκμεταλλεύσεις, συνολικής έκτασης περί τα 51 480 000 στρέμματα. Το μέσο μέγεθος της κάθε γεωργικής εκμετάλλευσης ήταν περίπου 66 στρέμματα.. Σημειωτέον ότι οι μεγαλύτερες γεωργικές εκμεταλλεύσεις περιλαμβάνουν και ένα σημαντικό ποσοστό ενοικιαζόμενης γεωργικής γης. Το ίδιο ισχύει, σε γενικές γραμμές και για τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις βιολογικής κατεύθυνσης. Βασικός καθοριστικός παράγοντας της φυτικής παραγωγής στην Ελλάδα είναι το νερό. Η σπουδαιότητα του νερού για τη φυτική παραγωγή στην Ελλάδα είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη του εδάφους και των συνθηκών κλίματος.

Έτσι, η φυτική παραγωγή υπό ξηρικές συνθήκες καλλιέργειας, χαρακτηρίζεται από πολύ μεγαλύτερους κινδύνους και αστάθεια παραγωγής, σε σύγκριση με την παραγωγή υπό ποτιστικές συνθήκες. Η φυτική παραγωγή υπό ξηρικές συνθήκες περιλαμβάνει κυρίως καλλιέργειες σιτηρών, οσπρίων, μερικές καλλιέργειες κτηνοτροφικών φυτών για παραγωγή σανού, λίγο σουσάμι, ελιές και αμπέλια. Οι ποτιστικές καλλιέργειες ακολουθούν τα πρότυπα της παγκόσμιας συμβατικής γεωργίας : εφαρμογή εισροών και τεχνητών χημικών ουσιών, σε υψηλό βαθμό, πράγμα που ως ένα σημαντικό βαθμό οφείλεται και στις τεράστιες διαφημιστικές δραστηριότητες των χημικών βιομηχανιών. Τα μοντέλα της παραδοσιακής καλλιέργειας έχουν μάλλον εξαφανιστεί. Ωστόσο, τις παραδοσιακές τεχνικές καλλιέργειας μπορεί ακόμα να τις συναντήσει κανείς στους παλιότερους Έλληνες γεωργούς, οι οποίοι γνωρίζουν από παλιά τη χλωρή λίπανση (με αναστροφή και ενσωμάτωση στο έδαφος της πράσινης φυτικής μάζας ψυχανθών ή και μερικών άλλων χορτοδοτικών ειδών). Κατά την άποψη πολλών ειδικών, στην Ελλάδα είναι

ευκολότερο να μετατραπεί μία συμβατική καλλιέργεια εκτατικής μορφής σε βιολογική, παρά μια συμβατική καλλιέργειας εντατικής μορφής, η οποία θα χρειαστεί περισσότερες και δυσκολότερες τεχνολογικές προσαρμογές στο σύστημα εκμετάλλευσης. Όμως, το βασικό πρόβλημα για την επέκταση της βιολογικής γεωργίας στην Ελλάδα, είναι η έλλειψη πληροφοριών και κατάρτισης για θέματα βιολογικής καλλιέργειας.

Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία, μόνο το 5,7 % των Ελλήνων αγροτών έχουν παρευρεθεί σε γεωργικά προγράμματα κατάρτισης, ενός ή περισσότερων ετών. (ηλεκτ.διευθ.4)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ

Η συντήρηση αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη διατήρηση της ποιότητας και την επέκταση του χρόνου αποθήκευσης των τροφίμων. Ιδιαίτερα στα φρούτα και στα λαχανικά λόγω της έντονης εποχικότητας και της υψηλής φθαρτότητας που τα χαρακτηρίζει, η συντήρηση παρατείνει την εμπορική τους ζωή. Η συντήρηση αποφέρει μεγάλα κέρδη διότι διευκολύνει τη διάθεση των προϊόντων σε απομακρυσμένες περιοχές, προμηθεύει την αγορά με εκτός εποχής προϊόντα και επιμηκύνει το χρόνο μεταποίησης (Σφακιωτάκης, 2004).

Η διάρκεια της εμπορικής ζωής των φυτικών προϊόντων, πρακτικά εκτείνεται μέχρι τη στιγμή που το 10% των υπό συντήρηση προϊόντων καταστεί ακατάλληλο προς πώληση. Η εμπορική ζωή μπορεί να συντομευτεί από την απώλεια υγρασίας, τις φυσιολογικές ασθένειες, από μυκητολογικές προσβολές και τη γρήγορη εξέλιξη των φυτικών οργάνων (Μανωλοπούλου, 2000).

Η ψυχροσυντήρηση και οι βοηθητικές μέθοδοι του ψύχους (E.A., T.A., υποπίεση) επιβραδύνουν και περιορίζουν την αναπνευστική δραστηριότητα, καθυστερούν την ωρίμαση των καρπών, περιορίζουν τη διαπνοή, μειώνουν την απώλεια βάρους, καθυστερούν την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών και σε ορισμένα προϊόντα ελέγχουν ανεπιθύμητες λειτουργίες, όπως το φύτρωμα, τη βλάστηση και το σχηματισμό ανεπιθύμητων χρωστικών ουσιών (σπαράγγια) και σολανίνης (πατάτες) (Σφακιωτάκης, 2004).

Οι θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται για τη συντήρηση των φυτικών τμημάτων, όπως άνθη, καρποί, φύλλα, σπόροι, κόνδυλοι, ριζώματα, βολβοί κλπ., κυμαίνονται από 0 έως 12°C, ανάλογα με το προϊόν. Κατά τη συντήρηση θα πρέπει να λάβουμε υπόψη το είδος του προϊόντος, την ποικιλία, το φυσιολογικό στάδιο κοπής τους, το φορτίο των παθογόνων που φέρουν, τη φυσική αντοχή τους στους παράγοντες προσβολής, τις μηχανικές βλάβες και τις ιδιαιτερότητες της φυσιολογικής συμπεριφοράς τους. Απ' όλα αυτά εξαρτάται η διάρκεια συντήρησης των οπωροκηπευτικών (Μανωλοπούλου, 2000).

Οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη συντήρηση, περιορίζουν τα φυσιολογικά φαινόμενα, αυξάνουν τη διαλυτότητα των αερίων, συντελούν στην πτώση της τάσης των ατμών, τη μείωση της διαλυτότητας ορισμένων συστατικών στο νερό, τη στερεοποίηση των λιπιδίων κλπ. Η επιμήκυνση της μετασυλλεκτικής ζωής των φυτικών οργάνων επιτυγχάνεται με τις χαμηλές θερμοκρασίες, καθότι επηρεάζεται η ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων, επιβραδύνεται η λειτουργία των βιολογικών καταλυτών (ενζύμων), συνεπώς επιβραδύνεται ο μεταβολισμός των ζωντανών φυτικών οργάνων (Μανωλοπούλου, 2000).

Η επιβράδυνση των χημικών φαινομένων έχει ως αποτέλεσμα τη διατήρηση των αποθεμάτων των ψυχροσυντηρούμενων οργάνων. Μια μέρα ζωής στους 25°C ισοδυναμεί με 2 ημέρες στους 15°C, 4 ημέρες στους 10°C, 8 ημέρες στους 4°C και 16 ημέρες στους 0°C. Οι χαμηλές θερμοκρασίες όμως μπορούν να προκαλέσουν μεταβολές στη χημική σύσταση των προϊόντων, δηλαδή αύξηση των σακχάρων π.χ. στις πατάτες και στα κάστανα, που οφείλεται στην υδρόλυση του αμύλου, καθώς και πικρή γεύση στα καρότα που συντηρούνται με ψύξη, λόγω της εμφάνισης 6-μεθοξυμελίνης. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι παρόλο που τα χημικά φαινόμενα έχουν επιβραδυνόμενο ρυθμό στις χαμηλές θερμοκρασίες, όταν το μεγαλύτερο ποσοστό

παγώσει, ορισμένα προϊόντα εμφανίζουν αλλοιώσεις που σχετίζονται με μεταβολικές ανωμαλίες και ονομάζονται ασθένειες ή βλάβες λόγω ψύχους (chilling injury). Οι ασθένειες ψύχους περιλαμβάνουν, μειωμένη διογκωτική ικανότητα των μεμβρανών των μιτοχονδρίων, μειωμένη ευκαμψία, αλλαγή της φυσικής κατάστασης των λιπιδίων, εμφάνιση επιφανειακών ή εσωτερικών καστανώσεων, έλλειψη ή μείωση αρώματος (μπανάνα), εμφάνιση αρωμάτων ξένων προς το είδος αυτό και την ποικιλία, υπερβολική μείωση σκληρότητας κλπ. Η διαμονή όμως, για ορισμένο χρονικό διάστημα σε υψηλότερη θερμοκρασία, θα μπορούσε να διαφυλάξει τα κύτταρα από τη δυσμενή επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών και να επιτρέψει τη συντήρηση για εκτενέστερο χρονικό διάστημα (Μανωλοπούλου, 2000).

Οι αλλοιώσεις, που μπορούν επιπλέον να συμβούν στα προϊόντα, είναι από μικροοργανισμούς, που μπορούν να αλλοιώσουν με τη δράση τους το άρωμα και τη σκληρότητα. Οι τοξίνες ορισμένων κρίνονται αρκετά επικίνδυνες. Η διάκριση των βακτηρίων γίνεται με βάση τις θερμοκρασιακές τους απαιτήσεις και διακρίνονται σε θερμόφιλα (>45°C), μεσόφιλα (20-45°C), ψυχρότροφα (4-20°C) και ψυχρόφιλα (<4°C). Όσον αφορά στους μύκητες, η χαμηλή θερμοκρασία επιδρά ανασταλτικά στη βλάστηση των σπορίων, στην ανάπτυξη του μυκηλίου και τη σποροπαραγωγή. Οι θερμοκρασιακές απαιτήσεις όμως, στα διάφορα είδη μυκήτων είναι διαφορετικές. Επιπλέον παράγοντες, οι οποίοι επιδρούν για την ανάπτυξη μυκήτων, εκτός της θερμοκρασίας, είναι η υγρασία, η αντίσταση και σύνθεση των ιστών των φρούτων, ο βαθμός προσβολής κατά τη συγκομιδή κλπ (Μανωλοπούλου, 2000).

### 3.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Η συντήρηση των οπωροκηπευτικών μπορεί να επηρεαστεί από προσυλλεκτικούς και μετασυλλεκτικούς παράγοντες. Οι μετασυλλεκτικοί παράγοντες είναι: το στάδιο της συγκομιδής του προϊόντος, η πρόψυξη, οι συνθήκες φυτουγείας, και τα συστήματα συντήρησης με ψύξη.

Στους προσυλλεκτικούς παράγοντες περιλαμβάνονται: το γενετικό υλικό (ποικιλίες, υποκείμενα), το κλίμα (θερμοκρασία, βροχόπτωση, ηλιοφάνεια, υγρασία κλπ.), οι καλλιεργητικές τεχνικές και οι προσβολές από παθογόνους μικροοργανισμούς.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες αναφέρονται μέχρι τη συγκομιδή του προϊόντος και περιλαμβάνουν τις κλιματικές συνθήκες. Ιδιαίτερη είναι η επίδραση της θερμοκρασίας και της ηλιοφάνειας ειδικά σε καρπούς που ο χρωματισμός σηματοδοτεί την ποιοτική κατάταξη τους. Στις ανθρώπινες επεμβάσεις περιλαμβάνονται τόσο οι καλλιεργητικές φροντίδες όσο και ο χειρισμός των προϊόντων από τη συγκομιδή μέχρι την έκθεσή τους προς κατανάλωση. Για τα λαχανοκομικά προϊόντα η συγκομιδή πρέπει να γίνεται στον κατάλληλο για κάθε είδος χρόνο. (ηλεκτρ.διευθ.5)

Συγκομιδή: για να έχουμε τα καλύτερα αποτελέσματα κατά τη συντήρηση, η συγκομιδή θα πρέπει να λαμβάνει χώρα στο κατάλληλο στάδιο συλλεκτικής ωριμότητας, που αποτελεί και το τελικό στάδιο της ανάπτυξης για τα ριζώματα, τα φυλλώδη λαχανικά και τα περισσότερα φρούτα. Επιπλέον, θα πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα ώστε να μην τραυματίζονται τα προϊόντα κατά τη συλλογή, συσκευασία και μεταφορά τους.

Πρόψυξη: η αφαίρεση της θερμότητας αγρού αποτελεί απαραίτητη διαδικασία για την εφαρμογή όλων των μεθόδων συντήρησης. Η πρόψυξη επιβραδύνει τη φυσιολογική εξέλιξη του οργάνου και συνεπώς συντελεί στον περιορισμό απώλειας

βάρους λόγω διαπνοής, μείωση πολλαπλασιασμού βακτηρίων, βλάστησης, σπορίων και ανάπτυξης μυκηλίων μυκήτων (Μανωλοπούλου, 2000; Σφακιωτάκης, 2004).

### **3.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΝΩΠΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ**

Οι μέθοδοι που συνήθως χρησιμοποιούνται για τη συντήρηση των νωπών προϊόντων είναι η συντήρηση σε ψυκτικούς θαλάμους, η αποθήκευση σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα ή επικάλυψη των προϊόντων με βιοαποικοδομήσιμες ή εδώδιμες μεμβράνες, η συσκευασία υπό κενό ή τροποποιημένη ατμόσφαιρα και η χρήση ενεργούς συσκευασίας.

### **3.4 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ**

Το μπρόκολο είναι φθαρτό προϊόν με μικρή διάρκεια ζωής στο ράφι η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με τις ποικιλίες. Η απώλεια της ποιότητας οφείλεται κυρίως στην αφυδάτωση της επιφάνειάς του και στην αλλαγή του πράσινου χρώματος των ανθιδίων σε κίτρινο (Toivonen and Sweeney, 1998). Η απώλεια του πράσινου χρώματος των ανθιδίων αποδίδεται στην αποικοδόμηση της χλωροφύλλης και σχετίζεται με το ρυθμό της αναπνοής, την παραγωγή του αιθυλενίου και τη διαδικασία οξείδωσης των λιπιδίων (King and Morris, 1994, Zhuang et al., 1995).

Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης λαμβάνουν χώρα απώλεια σακχάρων, ασκορβικού οξέος και αποικοδόμηση πρωτεϊνών προκαλώντας αύξηση των ελεύθερων αμινοξέων (Zhuang et al., 1995; Zhuang et al., 1997; Pogson and Morris, 1997). Για να διατηρηθεί η ποιότητα του μπρόκολου πρέπει αμέσως μετά τη συγκομιδή να γίνει πρόψυξη η οποία οδηγεί σε χαμηλό ρυθμό αναπνοής και διατήρηση της υφής των ιστών (Brennan and Shewfelt, 1989; Toivonen, 1997). Τα κατάλληλα πλαστικά φιλμ, με την τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) που δημιουργούν, συντελούν στη διατήρηση της ποιότητας του μειώνοντας το ρυθμό της αναπνοής, διατηρώντας τις οργανοληπτικές ιδιότητες και αυξάνοντας το χρόνο ζωής στο ράφι (Toivonen and DeEll, 2001).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### **4.1 ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΑ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΑ (MPV)**

Τα ελάχιστα (ελαφρώς επεξεργασμένα) μεταποιημένα οπωροκηπευτικά προϊόντα (MPV: Minimally Processed Fruits and Vegetables or lightly / partially / fresh-processed or pre-prepared ή με το γαλλικό όρο "IV gamme"), που αναφέρονται και ως φρεσκοκομμένα οπωροκηπευτικά προϊόντα ή έτοιμα προς κατανάλωση (fresh-cut, ready-to-use, pre-cut fruits and vegetables) υπόκεινται σε ελάχιστους χειρισμούς ή επεξεργασίες, διατηρώντας τη νωπή υπόστασή τους. Η ζήτησή τους βρίσκεται σε αυξανόμενο ρυθμό, καθώς τυγχάνουν παγκοσμίως ευρείας αποδοχής από τους καταναλωτές. Η αυξανόμενη ζήτησή τους σχετίζεται αφ' ενός με την επιστημονικά αποδεδειγμένη ωφέλεια των φρέσκων φρούτων και λαχανικών για την υγεία μας, αφ' ετέρου δε για λόγους κόστους, εργατικού δυναμικού και υγιεινής, που αφορά στις εταιρίες παροχής ή τροφοδοσίας τροφίμων, οι οποίες αποβλέπουν στην αγορά οπωροκηπευτικών, που έχουν ήδη υποστεί ελάχιστη επεξεργασία. Σύμφωνα με τη Διεθνή Υπηρεσία Φρεσκοκομμένων Προϊόντων (IFPA= International Fresh-cut Produce Association), τα ελάχιστα επεξεργασμένα προϊόντα, μπορούν να είναι φρούτα ή οπωροκηπευτικά, που έχουν υποστεί αποφλοιώση, τεμαχισμό, ψιλοκόψιμο ή τρίψιμο, πλύσιμο, πακετάρισμα και αποτελούν πλήρως χρησιμοποιούμενο προϊόν, το οποίο συσκευάζεται ή προσυσκευάζεται για να προσφέρει υψηλή θρεπτική αξία, ωφελιμότητα και γεύση καθώς διατηρεί τη νωπότητά του.

Τα φρεσκοκομμένα οπωροκηπευτικά από τον ορισμό τους και μόνο διαφαίνεται ότι είναι εξαιρετικής φθαρτότητας προϊόντα και η ευπάθειά τους οφείλεται στο ότι υποβάλλονται σε ειδικές μεταχειρίσεις, όπως ψιλοκόψιμο, τεμαχισμό, κόψιμο σε φέτες, εκπυρήνωση κλπ. Αυτές οι μεταχειρίσεις έρχονται σε αντίθεση με τις περισσότερες μεταχειρίσεις τροφίμων, στις οποίες η συντήρηση ενισχύεται με τις μεταποιητικές επεξεργασίες. Αυτό έχει ως συνέπεια, τα MPV να είναι ευπρόσβλητα από μικροβιακές προσβολές, λόγω της διάρρηξης και καταστροφής της προστατευτικής επιδερμίδας των νωπών προϊόντων, με συνέπεια την ελεύθερη έκθεση των φυτικών ιστών. Για τους λόγους αυτούς γίνεται έκδηλη η ανάγκη για απολύμανση και ειδική μέριμνα για ειδικές μεταχειρίσεις, που απαιτούν γνώση της τεχνολογίας των τροφίμων, καθώς και της μετασυλλεκτικής φυσιολογίας των οπωροκηπευτικών (Omafra, 2003; Watada & Qi, 1998).

Τα προϊόντα αυτά συσκευάζονται με ειδικές μεμβράνες (films) εκλεκτικής περατότητας στο O<sub>2</sub> και στο CO<sub>2</sub>. Συνήθως τα προϊόντα αυτά προορίζονται για εστιατόρια, για καταστήματα με γρήγορο φαγητό (fast food) και καταστήματα λιανικής πώλησης (Watada & Qi, 1998).

Οι ανωμαλίες που δύναται να προκύψουν λόγω της υψηλής φθαρτότητάς τους, μπορούν να ελαχιστοποιηθούν με τη χρήση κοφτερών εργαλείων, ενζυματικών αναστολέων, τροποποιημένης ατμόσφαιρας και τη συντήρηση σε χαμηλές θερμοκρασίες. Η υψηλή ποιότητα μπορεί να διατηρηθεί εφόσον γίνει επιλογή της πρώτης ύλης, η οποία πρέπει να βρίσκεται στο άριστο στάδιο ωριμότητας και ρυθμίζοντας τους παράγοντες φθαρτότητας με τη χρήση χαμηλών θερμοκρασιών και συνθηκών τροποποιημένης ατμόσφαιρας (Watada & Qi, 1998).

## 4.2 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΜΡV

Τα ελάχιστα επεξεργασμένα προϊόντα (MPV) είναι ζωντανοί οργανισμοί και ως εκ τούτου αντιδρούν στις διεργασίες παρασκευής τους και στις συνθήκες συντήρησης. Λόγω δε των εργασιών προετοιμασίας τους είναι επιρρεπή στην ανάπτυξη μικροοργανισμών (Toivonen & DeEll, 2002). Γενικά, οι ελάχιστες μεταχειρίσεις αυξάνουν το ρυθμό των μεταβολικών λειτουργιών και προκαλούν φθορά του φρέσκου προϊόντος. Οι πληγές, που δημιουργούνται κατά την επεξεργασία, διεγείρουν τη παραγωγή αιθυλενίου, την αναπνοή, το ρυθμό άλλων βιοχημικών διεργασιών και προκαλούν αλλαγές στο χρώμα (συμπεριλαμβάνεται και η καστανώση), στη γεύση, στην υφή (τραγανότητα, σκληρότητα) και στη θρεπτική αξία (απώλεια βιταμινών). Για την επιβράδυνση αυτών των φυσιολογικών αντιδράσεων, συνιστάται η τοποθέτηση του προϊόντος πριν την επεξεργασία σε χαμηλές θερμοκρασίες, αλλά και αυστηρός έλεγχος αυτής μετά. Άλλες τεχνικές που συμβάλλουν σημαντικά στην ίδια κατεύθυνση είναι η χρήση κοφτερών εργαλείων κοπής, εφαρμογή αυστηρών συνθηκών υγιεινής και αποτελεσματικό πλύσιμο με απολυμαντικά και στέγνωμα (Cantwell, 2002).

Τα νωπά οπωροκηπευτικά προϊόντα από τη φύση τους και χωρίς ακόμα να υποστούν τις ελάχιστες κατεργασίες, χαρακτηρίζονται από φθαρτότητα και εποχικότητα. Έχουν μεγάλο μέγεθος, μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία (50-90%), εκδηλώνουν έντονη αναπνευστική δραστηριότητα και η φθαρτότητά τους οφείλεται στη μαλακή υφή των ιστών τους (Σφακιωτάκης, 2004). Συνεπώς, οι ελάχιστες επεξεργασίες επιδρούν ως ένας παράγοντας που επιβαρύνει επιπρόσθετα την ήδη ευαίσθητη φύση των νωπών φυτικών προϊόντων. Η φθαρτότητα των οπωροκηπευτικών που έχουν υποστεί ελάχιστη μεταποίηση, επηρεάζεται από βιολογικούς παράγοντες όπως η αναπνοή, η παραγωγή αιθυλενίου, η διαπνοή, παθολογικές αλλοιώσεις κλπ (Toivonen & DeEll, 2002).

Η αναπνοή ως λειτουργία επιτελείται απ'όλα τα νωπά προϊόντα διότι παραμένουν «ζωντανά» και μετά την αποκοπή τους από το φυτό. Ως συνέπεια της αναπνοής έχουμε απώλεια βάρους, που σημαίνει εξάντληση αποθησαυριστικών ουσιών, μειωμένη θρεπτική αξία για τον καταναλωτή, υποβάθμιση της γευστικής ποιότητας (κυρίως γλυκύτητα), καθώς και μείωση του ξηρού βάρους. Ο ρυθμός αναπνοής είναι έντονος στους άγουρους καρπούς φρούτων και λαχανικών και σταδιακά ελαττώνεται, ενώ μια ομάδα καρπών παρουσιάζουν προς το τέλος μια χαρακτηριστική αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας που ονομάζεται κλιμακτηριακή αύξηση της αναπνοής και αντίστοιχα οι καρποί ονομάζονται κλιμακτηριακοί. Το μπρόκολο δεν παρουσιάζει κλιμακτηριακή κρίση και ανήκει στην κατηγορία των μη κλιμακτηριακών καρπών. Η αναπνοή έμμεσα επηρεάζει τη διαπνοή κατά δύο τρόπους, αφ' ενός μεν με την παραγωγή υγρασίας, που αυξάνει τη σχετική υγρασία των ιστών, αφ' ετέρου δε με τη θερμότητα της αναπνοής που ανεβάζει τη θερμοκρασία των ιστών και αυξάνει την εξάτμιση του ύδατος (Σφακιωτάκης, 2004). Η αναπνοή εντείνεται με την ελάχιστη επεξεργασία σε βαθμό πάντα ανάλογα με το προϊόν. Η αύξηση αυτή της αναπνοής μπορεί να αποδοθεί στην αυξανόμενη αερόβια αναπνοή των μιτοχονδρίων, λόγω των αλλαγών που παρατηρούνται στη δομή και τη λειτουργία τους, καθώς και στην αύξηση του αριθμού τους. Η αφαίρεση της επιδερμίδας που αποτελεί εμπόδιο στην ανταλλαγή αερίων, είναι ένας δεύτερος παράγοντας της αύξησης της αναπνοής.

Το αιθυλένιο παράγεται απ' όλους σχεδόν τους φυτικούς ιστούς και από ορισμένους μικροοργανισμούς (μύκητες) και ασκεί τη φυσιολογική του δράση σε αέρια μορφή. Από την ελάχιστη μεταχείριση προκαλείται stress, που μπορεί να

οδηγήσει σε παραγωγή αιθυλενίου. Η παραγωγή αιθυλενίου λαμβάνει χώρα στους κομμένους φυτικούς ιστούς και η εκπομπή του μπορεί να γίνει μετά από μερικά λεπτά έως και μετά από ώρες από το κόψιμο, με μέγιστες τιμές παραγωγής αιθυλενίου ανάμεσα στις 6 με 120 ώρες.(Toivonen & DeEll,2002). Οι τιμές παραγωγής αιθυλενίου στα διάφορα προϊόντα που κόβονται διαφοροποιείται, διότι υπάρχει διαφορά στο τύπο και στη φυσιολογία του ιστού. Η χαμηλή θερμοκρασία αποθήκευσης μετά την ελάχιστη μεταχείριση προκαλεί γενικά μείωση της παραγωγής του αιθυλενίου (Toivonen & DeEll, 2002).

Η φθορά της μεμβράνης, λόγω της ελάχιστης επεξεργασίας, έχει ως αποτέλεσμα την αποδόμηση της κυτταρικής δομής και οργάνωσης, καθώς και της απώλειας των φυσιολογικών κυτταρικών λειτουργιών. Αποτέλεσμα της φθοράς της μεμβράνης είναι οι πολλές δευτερογενείς εκδηλώσεις, με πιο συχνά απαντώμενη την καστανώση των ιστών. Άλλες συνέπειες είναι η αλλοίωση του αρώματος (ξένες οσμές), η παραγωγή ελεύθερων ριζών οξυγόνου, η παραγωγή λιπαρών οξέων κλπ.

Οι διάφοροι χειρισμοί που εφαρμόζονται για την παραγωγή των ελάχιστα επεξεργασμένων προϊόντων (ξεφλούδισμα, κόψιμο, τρίψιμο κλπ.) προκαλούν συγκέντρωση δευτερογενών μεταβολιτών. Οι τομές επιφέρουν αλλαγές στο μεταβολισμό των φαινολών: πρώτον, οξείδωση των ενδογενών φαινολών ως αποτέλεσμα της «κατάρρευσης» των κυττάρων της μεμβράνης και δεύτερον διέγερση των κυττάρων, που είναι παρακείμενα των τομών, με σκοπό την παραγωγή περισσότερων φαινολών, σε μια προσπάθεια να τεθεί σε λειτουργία η διαδικασία αποκατάστασης (Toivonen & DeEll, 2002).

Η απώλεια υγρασίας συγκαταλέγεται στους παράγοντες που επηρεάζουν τη φυσιολογία των MPV. Προσδιορίζεται από πολλούς παράγοντες και ίσως ο πιο σημαντικός είναι η αντίσταση της επιδερμίδας στην κίνηση των υδρατμών. Οι παράγοντες που επιταχύνουν την απώλεια υγρασίας στην κατηγορία αυτή των προϊόντων είναι: α) η αύξηση της επιφάνειας των φυτικών οργάνων σε σχέση με τον όγκο και β) η απομάκρυνση της επιδερμίδας. Τα αυξημένα ποσοστά απώλειας ύδατος συντελούν σε μεγαλύτερη ευπάθεια στο μαρασμό και / ή τη συρρίκνωση (Toivonen & DeEll, 2002).

Η ευπάθεια σε μικροοργανισμούς που προκαλούν αλλοίωση είναι ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζει τη φυσιολογία των MPV. Η αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας συνδέεται πολλές φορές με την αύξηση του μικροβιακού πληθυσμού.

Πολλοί μικροοργανισμοί παράγουν πηκτινολυτικά ένζυμα, τα οποία οδηγούν σε μαλάκωμα και «κατάρρευση» των ιστών. Μεγαλύτερος πληθυσμός μικροοργανισμών εντοπίζεται εντός των κατεστραμμένων κυττάρων ή σε ιστούς παρακείμενους σε αυτά τα κύτταρα, στη φάση της συντήρησης των συσκευασμένων MPV.

Οι φυσιολογικές διεργασίες που έχουν ως επίπτωση το μαρασμό και την φθορά μπορούν να ελαχιστοποιηθούν ή να ρυθμιστούν μέσω μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης, που περιλαμβάνει την επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας, την καλή προσυλλεκτική διαχείριση, τους κατάλληλους χειρισμούς προ και μετά την ελάχιστη επεξεργασία, καθώς και την επιλογή κατάλληλης συσκευασίας, ώστε να παρέχονται οι ενδεικνυόμενες ατμοσφαιρικές συνθήκες (Toivonen & DeEll, 2002).



### 4.3 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ MPV

Η ποιότητα και η διάρκεια ζωής των MPV επηρεάζεται από το stress που υφίστανται κατά την επεξεργασία, τη σύνθεση της ατμόσφαιρας της συσκευασίας που επιδρά στη φυσιολογία και τη βιοχημεία του προϊόντος, τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία, καθώς και την υγιεινή τακτική που εφαρμόζεται (Watada et al., 1996).

Τα MPV πρέπει να είναι αποδεκτά και ευχάριστα ως προς την εμφάνιση, να έχουν φρέσκια εμφάνιση καθ' όλη τη διάρκεια συντήρησης και να είναι απαλλαγμένα από ελαττώματα και κάθε είδους μειονεκτήματα. Σε ανάμεικτες φρεσκοκομμένες σαλάτες, η ποιότητα του συνολικού προϊόντος εξαρτάται από το φυτικό τμήμα με την υψηλότερη φθαρτότητα. Τα προγράμματα διασφάλισης ποιότητας, που θεωρούνται απαραίτητα στα βιομηχανοποιημένα / επεξεργασμένα προϊόντα, είναι δύσκολο να εφαρμοσθούν στα κηπευτικά προϊόντα και στα αντίστοιχα MPV (Cantwell, 2002).

Τα κριτήρια για την ποιότητα των οπωροκηπευτικών είναι διαφορετικά για τον παραγωγό, τον έμπορο, τον καταναλωτή ή το βιομήχανο, αλλά σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι επιθυμίες του τελικού χρήστη, που είναι ο καταναλωτής. Ο πιο διαδεδομένος ορισμός της ποιότητας είναι εκείνος που έχει δοθεί από τους Kramer και Twing (1970), που ορίζει ότι "ποιότητα είναι το σύνολο εκείνων των χαρακτηριστικών ενός συγκεκριμένου προϊόντος, που επιτρέπουν το διαχωρισμό του και σχετίζονται άμεσα με την ικανότητα του καταναλωτή, ο οποίος χρησιμοποιώντας τα χαρακτηριστικά αυτά, είναι σε θέση να ξεχωρίσει το προϊόν και να το διακρίνει από το σύνολο ομοειδών προϊόντων". Τα κύρια γνωρίσματα της ποιότητας για τα τρόφιμα αποτελούν το χρώμα, η υφή, η γεύση, που εντάσσονται στην οργανοληπτική ποιότητα, οι βιταμίνες, οι αντιοξειδωτικές ουσίες και τα θρεπτικά στοιχεία που αφορούν στην θρεπτική ποιότητα. Κατά την αξιολόγηση της ποιότητας των προϊόντων από τους καταναλωτές, βασικό κριτήριο που λαμβάνεται υπόψη είναι η οπτική εμφάνιση, όπου το χρώμα είναι ο βασικότερος παράγοντας (Garcia and Barrett, 2002, Σφακιωτάκης, 2004).

#### 4.3.1 Χρώμα

Βασικό μέλημα για τα προϊόντα MPV είναι η διατήρηση του χρώματος. Το χρώμα είναι το πρώτο που ελκύει την προσοχή του καταναλωτή και οφείλεται στις χρωστικές ουσίες. Το πράσινο χρώμα των οπωροκηπευτικών οφείλεται στη χλωροφύλλη, το κόκκινο έως το μωβ στις ανθοκυανίνες, το κίτρινο, το πορτοκαλί και το κόκκινο στα καροτενοειδή. Οι αλλοιώσεις του χρώματος μπορούν να έχουν ποικίλες αιτίες, όπως το γηρασμό, τη συντήρηση σε υψηλές θερμοκρασίες, τις πολυφαινολοξειδάσες, την αφυδάτωση κλπ.

Η ενζυματική καστάνωση (enzymatic browning) εκδηλώνεται με το σχηματισμό καφέ ή μαύρων χρωστικών. Είναι από τους παράγοντες που περιορίζουν την εμπορική ζωή των MPV και κάνει την εμφάνισή της με αποχρωματισμό των κομμένων επιφανειών λόγω της δράσης ομάδας ενζύμων, κυρίως των πολυφαινολοξειδασών (PPOs). Η ενζυματική καστάνωση διακρίνεται από τη μη ενζυματική καστάνωση, που οφείλεται στη θερμική επεξεργασία, στην οξείδωση του ασκορβικού οξέος κλπ. Αποτέλεσμα της ενζυματικής δράσης μπορεί να είναι εκτός του αποχρωματισμού και η ανεπιθύμητη γεύση, καθώς και η απώλεια της θρεπτικής αξίας. Προσυλλεκτικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην ανάπτυξη της ενζυματικής καστάνωσης είναι οι καλλιεργητικές πρακτικές, το έδαφος, τα λιπάσματα, το κλίμα

και οι συνθήκες κατά τη συλλογή, ενώ η ευπάθεια μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία. Γενικά, οι νεαροί ιστοί έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων και παρατηρείται μια διαφοροποίηση στη συγκέντρωση ανάλογα με το στάδιο ωριμότητας. Η επεξεργασία που λαμβάνει χώρα κατά την προετοιμασία των MPV, προκαλεί μηχανικές ζημιές στους φυτικούς ιστούς, με συνέπεια την αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας και την παραγωγή αιθυλενίου που διεγείρει τη σύνθεση φαινολικών ουσιών.

Ο έλεγχος της αντίδρασης που προκαλεί την ενζυματική κασπάνωση μπορεί να επιτευχθεί με το συνδυασμό φυσικών και χημικών μεθόδων. Οι φυσικοί μέθοδοι περιλαμβάνουν μείωση της θερμοκρασίας και / ή του οξυγόνου, συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα, χρήση εδώδιμων μεμβρανών, εφαρμογή γ-ακτινοβόλησης ή υψηλής πίεσης. Οι χημικές μέθοδοι αξιοποιούν ουσίες που αναστέλλουν την ενζυματική δράση, απομακρύνοντας το υπόστρωμα (οξυγόνο και φαινόλες) ή λειτουργώντας ως κατάλληλο υπόστρωμα. Για τον περιορισμό της ενζυματικής κασπάνωσης γίνεται ζεμάτισμα των ιστών. Η διεργασία αυτή δεν μπορεί να εφαρμοσθεί στα MPV. Πολλοί τύποι χημικών ουσιών χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της κασπάνωσης και κατανέμονται σε διάφορες κατηγορίες. Μέσα οξίνισης (acidulants), όπως το κιτρικό οξύ (το βασικότερο της κατηγορίας αυτής), αναγωγικές ουσίες (reductants), όπως το ασκορβικό οξύ, χηλικές ενώσεις (chelating agents), σύμπλοκα μέσα (complexing agents), ενζυματικοί αναστολείς (enzyme inhibitors).

Αποτελεσματική είναι η εφαρμογή των οξέων, σε συνδυασμό με άλλες ουσίες. Η δράση του ασκορβικού οξέος είναι προσωρινή. Άλλοι παράγοντες ελέγχου της ενζυματικής κασπάνωσης είναι το χλωριούχο νάτριο, το οποίο έχει αυξημένη δραστηριότητα σε χαμηλά επίπεδα pH, το ασβέστιο, το μέλι που περιέχει ένα μικρό δραστικό πεπτιδίο, η εφαρμογή πρωτεολυτικών ενζύμων ή πρωτεασών ή πρωτεϊνών όπως βρωμελίνη που εξάγεται από τον ανανά, παπαΐνη από την παπάγια και φικίνη από το σύκο και τέλος τα αρωματικά καρβοξυλικά οξέα, τα οποία όμως φαίνονται αποτελεσματικά μόνο για βραχύ χρονικό διάστημα.

Οι καταναλωτές γενικά δείχνουν μια τάση να αποφεύγουν τα τρόφιμα με συντηρητικές ουσίες και αντιλαμβάνονται τα MPV ως προϊόντα με χαρακτηριστικά κοινά με τα νωπά ανεπεξεργαστα προϊόντα. Τα τελικά χαρακτηριστικά του χρώματος, της γεύσης και της υφής επιτυγχάνονται πολλές φορές με τη βοήθεια κάποιων χημικών ουσιών, μερικοί όμως επεξεργαστές αποφεύγουν να τα χρησιμοποιήσουν, διότι θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι αντιτίθεται στην αποδοχή ότι τα MPV είναι “φυσικά” προϊόντα. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο το ασκορβικό οξύ, το οποίο χρησιμοποιείται σαν αντιοξειδωτικός παράγοντας προτιμάται ν’ αναγράφεται ως βιταμίνη C, ενώ επίσης προτιμούνται ουσίες που απαντώνται φυσικά, όπως το κιτρικό οξύ. Οι φυσικές μέθοδοι που συμβάλλουν στον έλεγχο της ενζυματικής κασπάνωσης αλλά και γενικά στην επιμήκυνση της εμπορικής ζωής των MPV, είναι η διατήρηση χαμηλών θερμοκρασιών κατά τα στάδια της επεξεργασίας και της συντήρησης, η συσκευασία σε τροποποιημένη / ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, οι εδώδιμες μεμβράνες, η ακτινοβόληση με γ ακτίνες και η εφαρμογή υψηλής πίεσης.

Η απώλεια της πράσινης φυσικής χρωστικής των ιστών και η επικράτηση κίτρινων χρωστικών (κιτρίνισμα), είναι μια φυσιολογική διεργασία που προκαλείται λόγω της ωρίμασης και αυτές οι χρωματικές μεταλλαγές μπορούν να επιταχυνθούν από τη δράση του αιθυλενίου. Το μετατραυματικό stress προκαλεί αύξηση της αναπνοής, της παραγωγής αιθυλενίου και οδηγεί σε γηρασμό. Δεν έχει ακόμα πλήρως διαλευκανθεί ποιες αντιδράσεις υπεισέρχονται κατά την απώλεια της χλωροφύλλης στα πράσινα MPV. Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των MPV παρατηρείται

έκλυση οξέων και ενζύμων, όπου και τα δύο αυτά μπορεί να εμπλέκονται στην αποικοδόμηση της χλωροφύλλης.

### 4.3.2 Υφή

Η υφή παίζει σημαντικό ρόλο στην εκτίμηση της ποιότητας από τον καταναλωτή. Το χρώμα έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στην εκτίμηση, αλλά η υποβάθμιση της ποιότητας επηρεάζεται και από αλλοιώσεις στην υφή. Αν και ο βασικός συντελεστής που επηρεάζει την υφή είναι ο γενετικός παράγοντας, ωστόσο υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που την επηρεάζουν όπως η μορφολογία, η κατασκευή του κυτταρικού τοιχώματος, η σπαργή των κυττάρων, η περιεκτικότητα σε νερό και τα βιοχημικά συστατικά. Αμέσως μετά τη συγκομιδή κρίνεται απαραίτητη η συντήρηση των οπωροκηπευτικών στην ενδεδειγμένη θερμοκρασία και σχετική υγρασία για τη διατήρηση της ποιότητας. Η θερμοκρασία κατά την αποθήκευση επηρεάζει την περιεχόμενη υγρασία, την απώλεια βάρους και τη μεταβολική δραστηριότητα. Η φθαρτότητα των ολόκληρων οπωροκηπευτικών είναι ανάλογη της αναπνευστικής δραστηριότητας, ενώ η αναπνοή είναι εντονότερη στα MPV. Κατά την ωρίμαση παρατηρείται μαλάκωμα των ιστών που σχετίζεται με βιοχημικές αλλαγές στο κυτταρικό τοίχωμα και εντός του κυττάρου. Αν και ο ακριβής μηχανισμός που οδηγεί στο μαλάκωμα δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως, αποδίδεται σημαντικό μερίδιο ευθύνης στα πηκτινολυτικά ένζυμα. Για τη διατήρηση της ποιότητας της υφής γίνεται χρήση διαλυμάτων ασβεστίου – αν και μπορεί να προσδώσουν πικρή γεύση στο προϊόν – σε συνδυασμό με θερμική επεξεργασία και συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα (Garcia and Barrett, 2002).

Τα φρέσκα οπωροκηπευτικά περιέχουν μεγάλο ποσοστό νερού, για τη διατήρησή του οποίου πρέπει μετά τη συγκομιδή να συντηρούνται σε περιβάλλον με υψηλά ποσοστά υγρασίας, καθώς η απώλεια του νερού μέσω της διαπνοής δεν αναπληρώνεται. Ακόμα και μικρές απώλειες υγρασίας μπορούν να έχουν μεγάλη επίπτωση στην ποιότητα των προϊόντων. Πολλά οπωροκηπευτικά έχουν ένα λεπτό προστατευτικό κηρώδες στρώμα, που εμποδίζει την απώλεια υγρασίας. Τα MPV είναι πολύ ευπαθή στην αφυδάτωση, αφ' ενός μεν στην αφαίρεση της επιδερμίδας που διατηρεί τη σπαργή και τα προστατεύει από τις απώλειες υγρασίας, αφ' ετέρου δε στους τραυματισμούς που εκθέτουν το εσωτερικό του κυττάρου στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον. Αφυδάτωση των MPV μπορεί να λάβει χώρα και κατά το στέγνωμα όταν αυτό γίνεται με φυγοκέντριση με μεγάλη ταχύτητα και για πολλή ώρα. Γενικά, κατάλληλοι χειρισμοί συμπεριλαμβανομένης της συντήρησης σε άριστες συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, μπορούν να ελαχιστοποιήσουν τις απώλειες σε νερό, ενώ είναι σημαντικό να περιορίζονται τα αέρια ρεύματα γύρω από τα προϊόντα (Garcia and Barrett, 2002).

## 4.4 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

### 4.4.1 Ορισμός

Συσκευασία (αγγλ. Packaging, γαλλ. Emballage, γερμ. Verpackung) σύμφωνα με το Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας (Μπαμπινιώτης, 2002) και το λεξικό “Μείζον Ελληνικό Λεξικό” (Τεγόπουλος – Φυτράκης, 2002), ορίζεται: 1) το να συσκευάζει κανείς (κάτι), δηλαδή να τοποθετεί ή να τακτοποιεί σε κουτί ή κιβώτιο για διευκόλυνση της μεταφοράς και 2) το τυποποιημένο περιτύλιγμα εμπορεύματος (με χαρτί κλπ.). Η συσκευασία περιέχει, προστατεύει, συντηρεί, μεταφέρει, ενημερώνει.

Ο τεχνολογικός ορισμός της λέξης (σύμφωνα με την εγκυκλοπαίδεια *Paryrus Larousse Britannica*), είναι η τεχνολογία και η μέθοδος κατάλληλης προετοιμασίας ενός αγαθού προς μεταφορά, αποθήκευση και πώληση.

Τώρα όσον αφορά στη συσκευασία τροφίμων (food packaging) αυτή ορίζεται ως το σύνολο των δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν το σχεδιασμό, την κατασκευή και την τοποθέτηση του προϊόντος σε κατάλληλο περιέκτη (Μπλούκας, 2004).

## 4.5 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΜΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Μετά τη συγκομιδή τα οπωροκηπευτικά προϊόντα είναι ζωντανά και συνεχίζουν να εκτελούν μεταβολικές αντιδράσεις προκειμένου να διατηρηθεί το φυσιολογικό σύστημά τους. Αυτό προκαλεί μια μείωση της ποιότητας και της διάρκειας διατήρησής τους. Προκειμένου να επεκταθεί η ζωή του προϊόντος στο ράφι, είναι απαραίτητο να καθυστερήσουν ορισμένες μεταβολικές διεργασίες. Για την καθυστέρηση χρησιμοποιείται το ψύχος. Πολλές φορές όμως για να γίνει πιο αποτελεσματική η δράση του ψύχους χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές βοηθητικές. Μία από αυτές είναι η τροποποιημένη ατμόσφαιρα που δημιουργείται από τις συσκευασίες. (Μανωλοπούλου, 2000, Shewfelt, 1986). Η MAP ορίζεται ως η διαδικασία συσκευασίας των τροφίμων σε πλαστικά φύλλα εκλεκτικής περατότητας στα αναπνευστικά αέρια έτσι ώστε μέσα στη συσκευασία να δημιουργηθεί ένα μίγμα φτωχό σε O<sub>2</sub> και πλούσιο σε CO<sub>2</sub>. Τα πλεονεκτήματα της τροποποιημένης ατμόσφαιρας είναι: η μείωση της αποικοδόμησης της χλωροφύλλης, η διατήρηση της ποιότητας, η μείωση παραγωγής αιθυλενίου, η διατήρηση των μηχανικών ιδιοτήτων των προϊόντων, η μείωση απώλειας βάρους. (Rakotonirainy et al., (2001).

Η MAP επιτυγχάνεται παθητικά με την τοποθέτηση των MPV σε ερμητικά σφραγισμένες ημιπερατές συσκευασίες και ενεργητικά με την αντικατάσταση του αέρα της συσκευασίας με συγκεκριμένο μίγμα αερίων. Για την αντικατάσταση του αρχικού αέρα της συσκευασίας εφαρμόζονται δύο τεχνικές: η πρώτη περιλαμβάνει διοχέτευση μεγάλης ποσότητας αερίου υπό πίεση, ώστε να γίνει αντικατάσταση του αέρα (αν και παραμένει περίπου 2-5% O<sub>2</sub>) και η δεύτερη τεχνική πραγματοποιείται με διοχέτευση του επιθυμητού μίγματος. Τα αποτελέσματα είναι επιθυμητά εάν επικρατούν χαμηλές συγκεντρώσεις O<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub> παράλληλα. (Kader et al. 1989). Η έκθεση των φρέσκων λαχανικών σε συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> πάνω από το όριο ανοχής τους μπορεί να προκαλέσει φυσιολογικές βλάβες, η δε έκθεση σε συγκεντρώσεις O<sub>2</sub> κάτω από το όριο ανοχής τους μπορεί να αυξήσει την αναερόβια αναπνοή και να δημιουργήσει δυσάρεστες γεύσεις λόγω της συσσώρευσης της αιθανόλης και της ακεταλδεΐδης.

Τα ανεκτά όρια σε O<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub> φρούτων και λαχανικών έχουν δημοσιευθεί σε πίνακες (Kader, 1997a Kupferman, 1997 Richardson και Kupferman, 1997 Saltveit, 1997 Beaudry 1999, 2000), (Gorny, 1997). Ένας από αυτούς είναι και ο παρακάτω:

Πίνακας 2. Επιθυμητές συγκεντρώσεις O<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub> για συντήρηση με MAP

ΠΡΟΪΟΝ	Θερμοκρ. °C	% σχετική υγρασία	% O <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>
Μπανάνα	12-15	85-100	2-5	3-5
Μανιτάρια	0-5	90-98	5	10
Αγγούρι	8-12	90-95	3-5	0
Τομάτα (ώριμη/πράσινη)	12-20	90-98	3-5	5-10
Ροδάκινο	0-5	90	1-2	5
Μήλο	0-5	90	2-3	1-2
Αχλάδι	0-5	90-95	2-3	0-1
Φράουλα	0-5	90-95	10	15-20
Μαρούλι	0-5	95	2-5	0
Κουνουπίδι/μπρόκολο	0-5	90-95	2	5

Πηγή: Danish Technological Institute Packaging and Transport(2008)

Οι αλλαγές στη σύνθεση της ατμόσφαιρας μέσα στη συσκευασία των προϊόντων μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές αλλαγές στην αναπνευστική διαδικασία. Σύμφωνα με τον Kader,(1986) η μείωση του ρυθμού αναπνοής οφείλεται στη μείωση της δραστηριότητας της πολυφαινολοξειδάσης και της οξειδάσης του ασκορβικού και γλυκολικού οξέος. Η επίδραση της θερμοκρασίας διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία της συσκευασίας MAP, ενώ επηρεάζει την αλληλεπίδραση τριών μεταβλητών: τη μεταβολή της αναπνοής, την ταυτόχρονη διαφοροποίηση της περατότητας της μεμβράνης και την ανεκτικότητα των οπωροκηπευτικών σε υψηλές συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> και χαμηλές συγκεντρώσεις O<sub>2</sub> (Prince, 1989). Δεδομένου ότι η θερμοκρασία μειώνεται η απαιτούμενη συγκέντρωση O<sub>2</sub> για τη διαδικασία της αναπνοής μειώνεται επίσης (Wills και λοιποί., 1982). Ο Lebermann (1968) αναφέρει ότι το ποσοστό αναπνοής του μπρόκολου μειώθηκε κατά 50% όταν η περιεκτικότητα σε O<sub>2</sub> μειώθηκε από 21% σε 1% σε θερμοκρασία 23,8 °C.

Στην πραγματικότητα, ο συνδυασμός χαμηλών συγκεντρώσεων O<sub>2</sub> και υψηλών συγκεντρώσεων CO<sub>2</sub> κατά τη διάρκεια της συντήρησης, συμβάλλουν αποτελεσματικότερα στη μείωση της αναπνευστικής δραστηριότητας και επομένως αυξάνεται η διάρκεια χρόνου ζωής των οπωροκηπευτικών (Kader, 1986). Ο Lebermann (1968) διαπίστωσε ότι η αναπνευστική δραστηριότητα του μπρόκολου μειώθηκε 59% σε μια ατμόσφαιρα 2% σε O<sub>2</sub> και 20% σε CO<sub>2</sub> σε σύγκριση με τα δείγματα που αποθηκεύτηκαν στον αέρα σε θερμοκρασία 7,2 °C.

#### 4.5.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ MAP

Η ταχεία ανάπτυξη της αγοράς για προϊόντα υψηλής ποιότητας απέδειξε στη πράξη ότι τα πλεονεκτήματα της MAP είναι πολύ πιο σημαντικά από τα αντίστοιχα μειονεκτήματα. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν πρώτα τα πλεονεκτήματα και στη συνέχεια τα μειονεκτήματα της συσκευασίας αυτής

##### Πλεονεκτήματα της MAP:

- α) Αυξημένη διάρκεια ζωής
- β) Μείωση των αποβλήτων
- γ) Βελτίωση της παρουσίας ( σαφή εικόνα των προϊόντων και ορατότητα από όλες τις οπτικές γωνίες)
- δ) Δεν υπάρχει αποβολή υγρών ή απελευθέρωση οσμών
- ε) Εύκολος διαχωρισμός των προϊόντων
- στ) Ελάχιστη ή καθόλου χρήση χημικών συντηρητικών
- ζ) Αύξηση της περιοχής διανομής των προϊόντων και μειωμένο μεταφορικό κόστος λόγω λιγότερων συχνών παραδόσεων
- η) Μείωση του κόστους παραγωγής και αποθήκευσης που οφείλεται στην καλύτερη αξιοποίηση του εργατικού δυναμικού, του εργοστασιακού χώρου και του εξοπλισμού

##### Μειονεκτήματα της MAP:

- α) Υψηλό κόστος των μηχανημάτων συσκευασίας
- β) Κόστος των αερίων και των υλικών συσκευασίας
- γ) Κόστος εξοπλισμού ανάλυσης για έλεγχο σωστής σύστασης του μίγματος αερίων.
- δ) Το κόστος των συστημάτων διασφάλισης της ποιότητας για αποτροπή διαρροών
- ε) Αύξηση του όγκου των συσκευασιών που θα επηρεάσει αντίστοιχα το κόστος μεταφοράς και τον απαιτούμενο χώρο για έκθεση του προϊόντος
- στ) Επιβεβλημένος έλεγχος της θερμοκρασίας
- ζ) Τα οφέλη της MAP χάνονται όταν η συσκευασία ανοιχτεί

#### 4.5.2 Μικροβιολογική ασφάλεια των προϊόντων που έχουν συσκευασθεί με MAP

Η ανάπτυξη των περισσότερων βακτηρίων, ειδικότερα των ψυχρότροφων που είναι υπεύθυνα για την αλλοίωση των τροφίμων, παρεμποδίζεται από το CO<sub>2</sub> σε συγκεντρώσεις 5-50% κατ' όγκο, ενώ η δράση του είναι αποτελεσματικότερη σε συγκέντρωση 20-30% και σε χαμηλές θερμοκρασίες συντήρησης. Γενικά, τα παθογόνα βακτήρια είναι λιγότερο ευαίσθητα από τα αρνητικά κατά Gram βακτήρια. Οι περισσότεροι μύκητες για να επιβιώσουν χρειάζονται την παρουσία O<sub>2</sub> και χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερη ευαισθησία σε υψηλά ποσοστά CO<sub>2</sub>. Πολλές ζύμες είναι ικανές να αναπτυχθούν με πλήρη απουσία O<sub>2</sub> και στην πλειοψηφία τους είναι ανθεκτικές στο CO<sub>2</sub>.

Η ελεγχόμενη ατμόσφαιρα σε σχέση με τη χαμηλή θερμοκρασία αποθήκευσης είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για τη μείωση της μικροχλωρίδας και των παθογόνων μικροοργανισμών λόγω της αύξησης της διαλυτότητας του CO<sub>2</sub> στην υγρή φάση που περιβάλλει τα τρόφιμα γεγονός που αποτελεί επαυξημένο παράγοντα παρεμπόδισης

και αναστολής στους μικροοργανισμούς *Staphylococcus aureus*, είδη *Salmonella*, *Escherichia coli* και *Yersinia enterocolitica*

Το CO<sub>2</sub> είναι ένας ανασταλτικός παράγοντας αύξησης σε βακτήρια και μύκητες. Αν και είναι άγνωστο πώς το CO<sub>2</sub> έχει επιπτώσεις στους μικροοργανισμούς, ο Farber (1991) διατύπωσε την εξής θεωρία: Το CO<sub>2</sub> προκαλεί αλλαγή στη λειτουργία των μεμβρανών των κυττάρων, άμεση παρεμπόδιση των ενζύμων, μειώνει το ποσοστό των αντιδράσεων, προκαλεί αλλαγές στο pH που οφείλονται στη διείσδυση του στη βακτηριακή μεμβράνη καθώς και άμεσες αλλαγές των φυσικο-χημικών ιδιοτήτων των πρωτεϊνών. Επιπλέον, η επίδραση του CO<sub>2</sub> επηρεάζεται από τον τύπο μικροοργανισμού. Τα αρνητικά κατά Gram βακτηρίδια είναι πιο ευαίσθητα από τα θετικά κατά Gram.

Ωστόσο, σε θερμοκρασίες <5<sup>0</sup>C δεν αναστέλλεται πλήρως η δράση των μικροοργανισμών *Clostridium botulinum* τύπου E, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, εντεροτοξigenική *Escherichia coli* και *Aeromonas Hydrophilia*. Αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες λίγο υψηλότερες των 5<sup>0</sup>C τα *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus* και τα είδη *Salmonella*, ενώ χρήζει προσοχής η *Listeria monocytogenes*, που αναπτύσσεται σε σχετικά αντίξοες συνθήκες, δηλαδή παρουσίας μικρής ποσότητας O<sub>2</sub> και χαμηλών θερμοκρασιών. Γενικά, ενδείκνυται η αποθήκευση του προϊόντος σε χαμηλές θερμοκρασίες (<3,3<sup>0</sup>C) και με CO<sub>2</sub> τουλάχιστον 2%, προς αποφυγή μόλυνσης με *Clostridium botulinum* τύπου E. Ανάλογα με το παθογόνο βακτήριο μπορεί να προκληθεί νευρομυϊκή παράλυση, διάρροια, γενική μόλυνση συστήματος κλπ.

Τα ψυχρότροφα παθογόνα είναι προαιρετικώς αναερόβια, έτσι ώστε η συσκευασία MAP δεν προσφέρει απαραίτητα τρόπους καταστολής της ανάπτυξής τους. Τα *E. Coli*, *Y. enterocolitica*, και *A. Hydrophilia* μπορούν να εξολοθρευτούν με τη διαδικασία της παστερίωσης, ενώ το *L. monocytogenes* μπορεί να ελεγχθεί όταν το pH κυμαίνεται κάτω από 5,6 (Αρβανιτογιάννης & Μποςνέα, 2001; Brody, 1989 ; Μπλούκας, 2004a).

Το πρόβλημα είναι ιδιαίτερα φθαρτό και η ποιότητά του εξαρτάται πολύ από τις συνθήκες συντήρησης του.

Κατάλληλα υλικά για τη συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι τα εξής:

- Πλαστικές μεμβράνες
- Πολύφυλλες ή πολυστρωματικές μεμβράνες (laminates) και οι μεμβράνες συνεξώθησης (coextruded films)
- Ημιδύσκαμπτοι πλαστικοί περιέκτες (δίσκοι, κύπελλα, σκαφάκια, κ.α.)

### 4.5.3 MPV σε Συσκευασία MAP

Η συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος συσκευασίας των MPV. Με τον τρόπο αυτό οι μεταβολικές διεργασίες ελαττώνονται λόγω της μεταβολής της σύνθεσης της εσωτερικής ατμόσφαιρας είτε από την αναπνευστική δραστηριότητα των φυτικών ιστών είτε από την έγχυση εντός της συσκευασίας αερίων μιγμάτων (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) επιθυμητών συγκεντρώσεων.

Η θερμοκρασία συντήρησης παίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της ποιότητας και στο χρόνο συντήρησης δεδομένου ότι, ο ρυθμός των μεταβολικών αντιδράσεων τριπλασιάζεται ή τετραπλασιάζεται για κάθε αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10<sup>0</sup>C. Η θερμοκρασία παίζει καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία της MAP διότι

έχει ένα τριπλό ρόλο, ήτοι: επηρεάζει την αναπνευστική δραστηριότητα των φυτικών οργάνων, επηρεάζει την περατότητα των πλαστικών φύλλων και τέλος καθορίζει την ανεκτικότητα των οπωροκηπευτικών σε υψηλές συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> και χαμηλές συγκεντρώσεις O<sub>2</sub> (Prince, 1989). Έτσι η ιδανικότερη θερμοκρασία συντήρησης και διακίνησης είναι όσο το δυνατόν πιο χαμηλή και γενικά κυμαίνεται στο θερμοκρασιακό εύρος των 0-5°C (Gomez-Lopez, 2006).

Μεγάλο πρόβλημα στη συντήρηση των MPV είναι ο προσδιορισμός της ελάχιστης συγκέντρωσης του O<sub>2</sub>, αφ' ενός μεν για να μην έχουμε αναερόβιες συνθήκες, αφ' ετέρου δε για να ελαττωθεί σημαντικά η αναπνευστική δραστηριότητα των φυτικών ιστών (Watada et al., 1996).

Χαμηλή συγκέντρωση O<sub>2</sub> (συνήθως <2%) οδηγεί σε αναερόβια αναπνοή ανάλογα με το προϊόν, ενώ υψηλότερες συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> προκαλούν ζημιά για ορισμένα προϊόντα. Η παρουσία O<sub>2</sub> σε συνιστώμενη χαμηλή συγκέντρωση εμποδίζει την ανάπτυξη του *C. Botulinum*, αλλά δεν εξαλείφεται ο κίνδυνος ανάπτυξης παθογόνων, όπως της *Listeria monocytogenes*, σε χαμηλές θερμοκρασίες (0°C), γι' αυτό και συνιστάται να τηρούνται κανόνες υγιεινής καθ' όλη τη διάρκεια προετοιμασίας και συσκευασίας (Gomez-Lopez, 2006; Μπλούκας, 2004b).

Το σημαντικότερο μειονέκτημα των πολυμερών μεμβρανών, που χρησιμοποιούνται στην MAP, είναι ότι εμποδίζουν σε μεγαλύτερη κλίμακα την κίνηση του CO<sub>2</sub> απ' ότι του O<sub>2</sub>, γεγονός που μπορεί να συντελέσει στη μείωση του χρόνου ζωής των προϊόντων, λόγω της μη διατήρησης της απαιτούμενης αναλογίας του μίγματος αερίων εντός του περιέκτη και αυτό αντιτίθεται στο σκοπό της εφαρμογής της MAP (Tareq & Hotchkiss, 2002).



## ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της φυσιολογικής συμπεριφοράς και της μεταβολής των ποιοτικών χαρακτηριστικών ανθιδίων μπρόκολου (ποικ. "Marathon") βιολογικής καλλιέργειας, τα οποία συντηρήθηκαν σε δύο θερμοκρασίες (0°C και 5°C) συσκευασμένα (σε πλαστική μεμβράνη πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας, LDPE30) και ασυσκευάστα.

Προκειμένου να εξεταστεί η επίδραση της τροποποιημένης ατμόσφαιρας στην ποιότητα των ανθιδίων του μπρόκολου κατά τη ψυχοσυντήρηση, μελετήθηκαν ειδικότερα η επίδραση της θερμοκρασίας, του χρόνου συντήρησης και της συσκευασίας:

- στη μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας
- στη μεταβολή της συγκέντρωσης των αερίων εντός της συσκευασίας
- στην απώλεια μάζας
- στη μεταβολή του χρώματος
- στη μεταβολή της υφής
- στην περιεκτικότητα της ολικής χλωροφύλλης των ανθιδίων

Τέλος έγινε οργανοληπτική αξιολόγηση από ομάδα εκτιμητών.

## **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### 5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 5.1 ΥΛΙΚΑ

##### 5.1.1 Φυτικό υλικό

Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν ανθοκεφαλές μπρόκολου (*Broccoli var. italica*) ποικιλίας "Marathon". Οι ανθοκεφαλές που χρησιμοποιήθηκαν προήλθαν από φυτά που καλλιεργήθηκαν στο αγρόκτημα του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας. Τα φυτά του μπρόκολου προήλθαν από σπόρο του εμπορίου. Ως υπόστρωμα σποράς χρησιμοποιήθηκε εμπλουτισμένη τύρφη (KTS2 Klasman-Deilmann GmbH, Geeste, Germany), ενώ ως υπόστρωμα ανάπτυξης των σποριόφυτων χρησιμοποιήθηκε εμπλουτισμένη τύρφη και περλίτης, (Perloflor, Isocon A.E., Athens, Greece) σε αναλογία 2:1 (v/v). Η σύσταση της εμπλουτισμένης τύρφης παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.1 Χαρακτηριστικά της εμπλουτισμένης τύρφης KTS2

pH	5,5-6,0
Οργανική ουσία	16-20Kg/300L
Άλατα	2000 mg/L
N	280-360 mg/L
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	320-410 mg/L
K <sub>2</sub> O	370-460 mg/L

**Σπορά:** Πραγματοποιήθηκε σε δίσκους σποράς με υπόστρωμα εμπλουτισμένη τύρφη που στη συνέχεια μεταφέρθηκαν σε πλαστικό θερμοκήπιο του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας, όπου και παρέμειναν μέχρι την ανάπτυξη των φυταρίων. Το πότισμα στο σπορείο γινόταν με αυτόματο σύστημα καταιονισμού και η διάρκεια ποτίσματος ήταν 10 min / ημέρα.

**Μεταφύτευση:** Τα νεαρά σποριόφυτα μεταφυτεύτηκαν από τα ομαδικά σπορεία σε φυτοδοχεία (γλάστρες) 2 Lt στις 31/09/2009 και έπειτα μεταφυτεύτηκαν στην τελική θέση σε φυτοδοχεία (γλάστρες) όγκου 11 L στις 22/10/2009. Το υπόστρωμα ανάπτυξης των νεαρών σποριόφυτων ήταν μίγμα εμπλουτισμένης τύρφης και περλίτη σε αναλογία 2:1 (v/v). Οι γλάστρες με τα φυτά τοποθετήθηκαν σε εξωτερικό χώρο του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας και παρέμειναν εκεί μέχρι το τέλος του πειράματος.

**Καλλιέργεια:** Το πότισμα γινόταν μέσω αυτόματου συστήματος άρδευσης από τη γεώτρηση του ιδρύματος και η διάρκεια άρδευσης ήταν 3 min κάθε μέρα (Εικόνα 1). Η οργανική λίπανση που ήταν πλήρης και ισορροπημένη, γινόταν κάθε εβδομάδα από την αρχή της μεταφύτευσης των νεαρών φυταρίων στις γλάστρες και

μέχρι μια εβδομάδα πριν τη συγκομιδή (Εικόνα 2α,2β). Τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα



Εικόνα 1. Πότισμα φυταρίων μπρόκολου μέσω αυτόματου συστήματος άρδευσης από τη γεώτρηση του ιδρύματος



Εικόνα 2 α, β. Οργανική, πλήρης και ισορροπημένη λίπανση των φυταρίων μπρόκολου

Πίνακας 3.2 Βιολογικά λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν για τη λίπανση των φυτών του μπρόκολου

Τύπος λιπάσματος	Ποσότητα (γραμμ.)/10 L	N (mg/l)	K <sub>2</sub> O (mg/l)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	S (mg/l)	B (mg/l)	Fe (mg/l)
AVANT NATUR (5.5% N)	43.5	239.8	-	-	-	-	-	-	-
FISH FERT (2-4-0,5)	20.5	41.0	10.25	82.0	15.37	0.82	3.48	-	-
ACADIAN (1-1-16)	18	18.75	287.5	18.75	-	-	-	-	-
ΒΟΡΑΚΑΣ	0.02	-	-	-	-	-	-	0.22	-
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ (6%)	0.19	-	-	-	-	-	-	-	1.12
<b>Σύνολο</b>	-	299,5	297,5	100,7	15,37	0,82	3,48	0,22	1,12

**Συγκομιδή:** Οι κεφαλές συγκομίστηκαν στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας στις 28/12/2009 και μεταφέρθηκαν αμέσως στο εργαστήριο Μετασυλλεκτικών – Μετασυγκομιστικών Χειρισμών και Τυποποίησης, για περαιτέρω χειρισμούς με σκοπό την προετοιμασία τους, τη συσκευασία τους και τη συντήρησή τους.

### 5.1.2 Προετοιμασία α' ύλης

Αρχικά έγινε διαλογή των κεφαλών, κεφαλές με βλάβες ή προχωρημένης ωριμότητας απομακρύνθηκαν. Ακολούθησε κοπή των ανθιδίων με απολυμασμένο, κοφτερό μαχαίρι για αποφυγή επιμολύνσεων. Η διάμετρος των ανθιδίων ήταν έως 5 cm. Στη συνέχεια το κομμένο προϊόν πλύθηκε για 2 min με νερό βρύσης θερμοκρασίας 5°C, που περιείχε 200 ppm χλωρίου. Ακολούθησε ξέβγαλμα με νερό βρύσης 5°C για 2 λεπτά, στέγνωμα με απορροφητικό χαρτί για απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού και συσκευασία σε πλαστικές συσκευασίες (PVC, LD-30).

Για τη συσκευασία των ανθιδίων χρησιμοποιήθηκε πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας πάχους 30μm (PELD-30). Ο μάρτυρας τοποθετήθηκε σε δισκάκια πολυστερίνης διαστάσεων (180mm x 90mm x 30mm) και καλύφθηκε με film PVC πάχους 13μm προκειμένου να προφυλαχθεί από την αφυδάτωση. Ετοιμάστηκαν 24 συσκευασίες ανά πλαστικό συσκευασίας και το κλείσιμο των συσκευασιών του PE έγινε με θερμοσυγκολλητική μηχανή (Sealer), ενώ του μάρτυρα με θερμαινόμενη πλάκα. Κάθε συσκευασία περιείχε περίπου 100±2 g ανθιδίων.

**Μέθοδος συσκευασίας:** Χρησιμοποιήθηκαν φύλλα πολυαιθυλενίου, χαμηλής πυκνότητας, πάχους 30μm (LDPE-60), και PVC πάχους 13 μm. Το κλείσιμο των συσκευασιών έγινε με θερμοσυγκολλητική μηχανή (Sealer), στην περίπτωση των φύλλων του πολυαιθυλενίου και με θερμαινόμενη πλάκα στην περίπτωση του PVC. Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα δημιουργήθηκε παθητικά.

Συνθήκες συντήρησης: Η θερμοκρασία συντήρησης ήταν 0°C και 5°C. Η σχετική υγρασία των θαλάμων συντήρησης ήταν 90%, η δε διάρκεια συντήρησης ήταν 14 ημέρες.

Οι παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν:

- Η μεταβολή της σύστασης της ατμόσφαιρας στο εσωτερικό των συσκευασιών.
- Σύσταση της ατμόσφαιρας
- Η απώλεια μάζας
- Η ξηρά ουσία
- Το χρώμα
- Η μεταβολή της χλωροφύλλης
- Η υφή
- Η ολική οπτική ποιότητα

#### **Μεταβολή της σύνθεσης της ατμόσφαιρας στο εσωτερικό των συσκευασιών PE:**

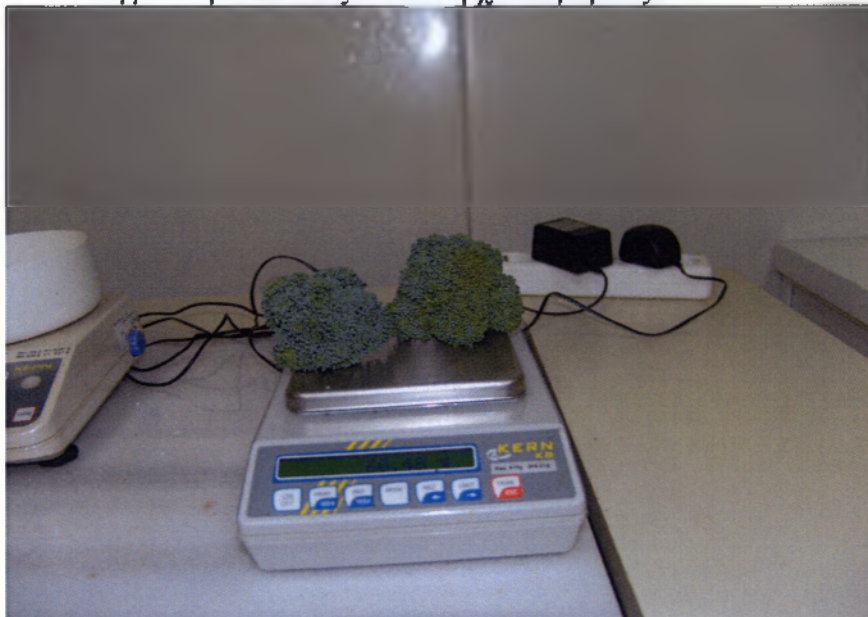
Η μέτρηση γινόταν σε 10 σταθερές συσκευασίες ανά θερμοκρασία συντήρησης. Οι συσκευασίες προετοιμάστηκαν καταλλήλως (μικρή επιφάνεια 2-3 cm<sup>2</sup> καλύφθηκε με σιλκόνη για να χρησιμεύσει ως septum) για να παίρνεται αέριο δείγμα με τη βοήθεια υποδερμικής βελόνας. Η ανάλυση του αερίου δείγματος έγινε με φορητό αναλυτή O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> (Model: Check Mate 9900, PBI Dansensor A/S, Denmark). (Εικόνα 3). Οι μετρήσεις έγιναν την 2<sup>η</sup>, 4<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα.



Εικόνα 3. Φορητός αναλυτής για τον προσδιορισμό της μεταβολής της σύνθεσης της ατμόσφαιρας εντός των συσκευασιών PE.

#### **Προσδιορισμός της απώλειας μάζας:**

Ο προσδιορισμός της απώλειας μάζας γινόταν σε 10 σταθερές συσκευασίες / χειρισμό και θερμοκρασία συντήρησης. Οι μετρήσεις γινόντουσαν με τη βοήθεια ζυγού 2 δεκαδικών ψηφίων (Model: KERN 440-33N, Kern & Sohn GmbH, Germany). (Εικόνα 4). Η απώλεια βάρους προσδιορίστηκε την 2<sup>η</sup>, 4<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 9<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα και εκφράστηκε επί τοις % του αρχικού βάρους.



Εικόνα 4. Ζυγός ακριβείας για τον προσδιορισμό της απώλειας βάρους των ανθιδίων μπρόκολου.

#### **Προσδιορισμός ξηράς ουσίας:**

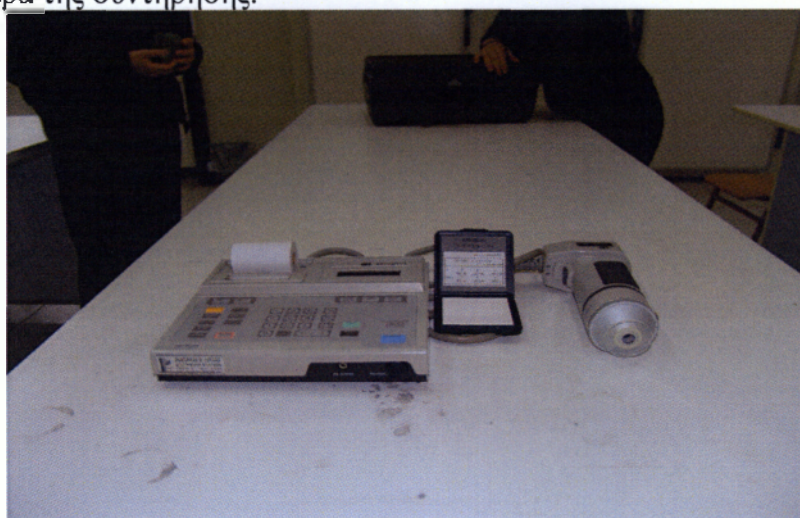
Τα ανθίδια τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο (LabTech DAIHAN LABTECH CO., LTD) για απομάκρυνση της υγρασίας, αφού πρώτα είχαν ζυγιστεί. Η θερμοκρασία ξήρανσης ήταν 70°C και η διάρκεια 48h. Η ξηρά ουσία εκφράστηκε ως ποσοστό % του αρχικού νωπού βάρους.



Εικόνα 5. Ξηραντήριο για τον προσδιορισμό της ξηράς ουσίας των ανθιδίων μπρόκολου.

### **Προσδιορισμός του χρώματος:**

Το χρώμα του φρεσκοκομμένου μπρόκολου προσδιορίστηκε σε 5 σημεία ανά κεφαλή. Η μέτρηση του χρώματος έγινε σε ανθίδια 6 συσκευασιών ανά χειρισμό και θερμοκρασία συντήρησης, την 4<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα με τη βοήθεια χρωματόμετρου Minolta (Model CR-300, Minolta Co. Ltd., Osaka)(Εικόνα 6α,6β). Πριν από κάθε μέτρηση το όργανο ρυθμιζόταν με πλάκα βαθμονόμησης ( $Y=92,6$ ,  $X=0,3135$  και  $y=0,3193$ ). Το χρώμα αποδόθηκε με τις χρωματικές παραμέτρους  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  οι οποίες μετατράπηκαν στις  $C^*$  και  $h^*$ . Η παράμετρος  $L^*$ (Lightness) παρουσιάζει τη φωτεινότητα (0=μαύρο, 100=λευκό), η χρωματική παράμετρος  $a^*$  παρουσιάζει τη διαβάθμιση του χρώματος από το πράσινο (αρνητικές τιμές) στο κόκκινο (θετικές τιμές) και η χρωματική παράμετρος  $b^*$  τη διαβάθμιση του χρώματος από το μπλε (αρνητικές τιμές) στο κίτρινο (θετικές τιμές). Οι παράμετροι  $L^*$ ,  $h^*$  (hue angle) και  $C^*$  (chroma) σχετίζονται με την οπτική ποιότητα (McGuire 1992). Οι μετρήσεις ελήφθησαν σε 5 διαφορετικά σημεία των ανθιδίων την 2<sup>η</sup>, 4<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 9<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα της συντήρησης.



Εικόνα 6α. Χρωματόμετρο Minolta για τον προσδιορισμό του χρώματος των ανθιδίων μπρόκολου.



Εικόνα 6β. Προσδιορισμό του χρώματος των ανθιδίων μπρόκολου στην κορυφή κάθε ανθιδίου με τη βοήθεια χρωματόμετρου Minolta.



### Προσδιορισμός χλωροφύλλης :

Η εκχύλιση της χλωροφύλλης έγινε με διαλύτη διμεθυσουλφοξείδιο (DMSO) σύμφωνα με τη μέθοδο Hiscox & Israelstam 1979, Barnes et al. 1992. Ποσότητα 1 mg ανθιδίων τοποθετήθηκε σε δοκιμαστικό σωλήνα που περιείχε 10ml DMSO. Οι σωλήνες χαλαρά πωματισμένοι, τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 60°C για 40 min (αρκετά για πλήρη αποχρωματισμό των ανθιδίων). Ακλούθησε ψύξη για 30 min (χρόνος ικανός για να αποκτήσουν τη θερμοκρασία δωματίου) και η μέτρηση της απορρόφησης του διαλύματος έγινε με τη βοήθεια φασματοφωτομέτρου (Uitachi 2000) (Εικόνα 7α, 7β), στα μήκη κύματος 665nm ( $A_{665}$ ) και 648nm ( $A_{648}$ ). Ο μηδενισμός του οργάνου (blank) πραγματοποιούνταν με το εκχυλιστικό Dimethylsulfoxide 100%. Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a ( $C_a$ ), της χλωροφύλλης b ( $C_b$ ) και της ολικής χλωροφύλλης ( $C_{a+b}$ ), που εκφράστηκε ως mg/g νωπού βάρους δείγματος, υπολογιζόταν βάσει των εξισώσεων :

$$C_a = 14,85 A^{665} - 5,14 A^{648}$$

$$C_b = 25,48 A^{648} - 7,36 A^{665}$$

$$C_{a+b} = 7,49 A^{665} + 20,34 A^{648}$$

Ο προσδιορισμός γινόταν σε 6 συσκευασίες ανά χειρισμό και θερμοκρασία συντήρησης την 4<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα.



Εικόνα 7α. Φασματοφωτομέτρο για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη των ανθιδίων μπρόκολου.



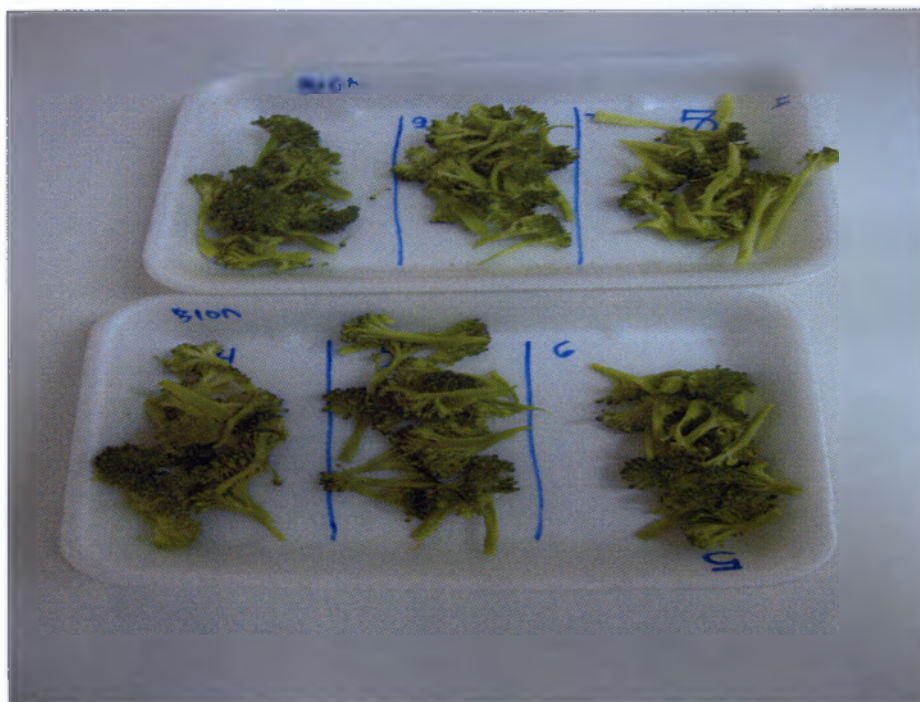
Εικόνα 7β. Προσδιορισμός της περιεχόμενης χλωροφύλλης των ανθιδίων μπρόκολου με το φασματοφωτομέτρο.

### **Προσδιορισμός της υφής (σκληρότητας):**

Για τη μέτρηση της υφής των ανθιδίων του μπρόκολου χρησιμοποιήθηκε το όργανο Texture analyzer (TAXT2i) χρησιμοποιώντας το κύτταρο krammer με 5 κάθετες λεπίδες (Εικόνα 8α). Οι μετρήσεις γινόντουσαν κάθε 4 ημέρες σε 6 δείγματα των 12g ανά τύπο πλαστικού (LD-30, PVC) και θερμοκρασία συντήρησης (0°C, 5°C), την 4<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα (Εικόνα 8β). Η δύναμη που απαιτήθηκε για τη διάτμηση του φρεσκοκομμένου μπρόκολου εκφράστηκε σε N (Newton) .



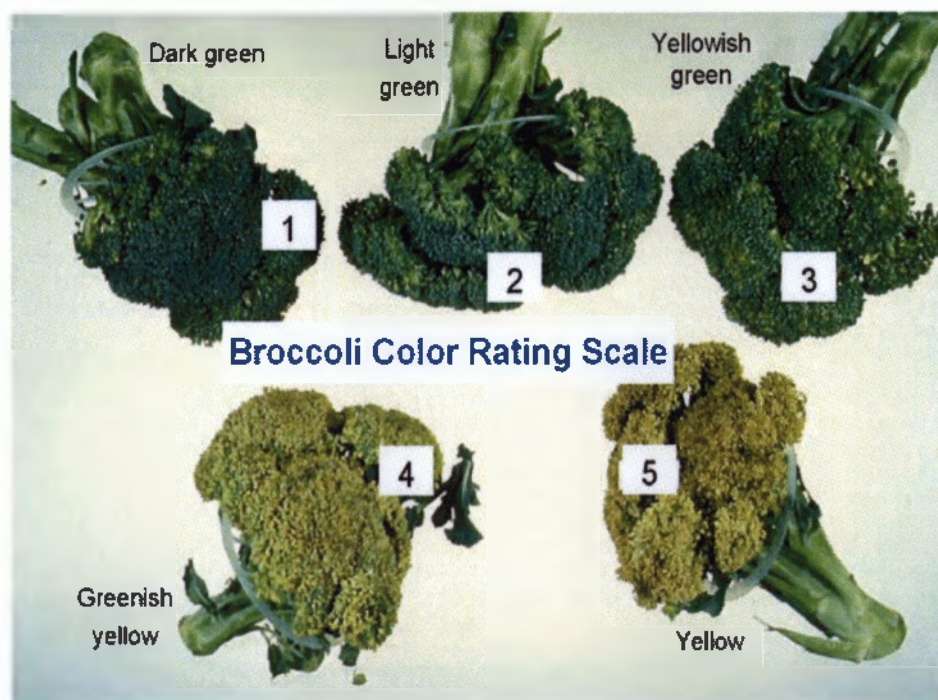
Εικόνα 8α. Προσδιορισμός της μεταβολής της σκληρότητας (υφής) των ανθιδίων μπρόκολου με το όργανο Texture analyzer (TAXT2i).



Εικόνα 8β. Προσδιορισμός της μεταβολής της σκληρότητας (υφής) των ανθιδίων μπρόκολου στα 6 δείγματα των 12 g.

### Οπτική ποιότητα - Οργανοληπτική αξιολόγηση:

Η αξιολόγηση γινόταν σε 6 συσκευασίες ανά χειρισμό και θερμοκρασία την 4<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα από μία ομάδα 6 κριτών. Η αξιολόγηση έγινε βάσει μίας κλίμακας από το 1-5, όπου 1 αντιστοιχούσε σε μπρόκολο με σκούρο πράσινο χρώμα, το 2 σε μπρόκολο με ανοικτό πράσινο χρώμα, το 3 σε πρασινοκίτρινο, το 4 σε κιτρινοπράσινο και το 5 σε κίτρινο (Εικόνα 9). Ως όριο της εμπορευσιμότητας θεωρήθηκε η τιμή 3. Με τον ίδιο τρόπο αξιολογήθηκαν τα ανθίδια στην αρχή του πειράματος (0 ημέρα).



Εικόνα 9. Προσδιορισμός οπτικής αξιολόγησης της εμφάνισης των ανθιδίων μπρόκολου βάσει της κλίμακας από το 1-5.

### 5.1.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ – ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν το εντελώς τυχαιοποιημένο. Σε κάθε επέμβαση υπήρχαν 6 επαναλήψεις.

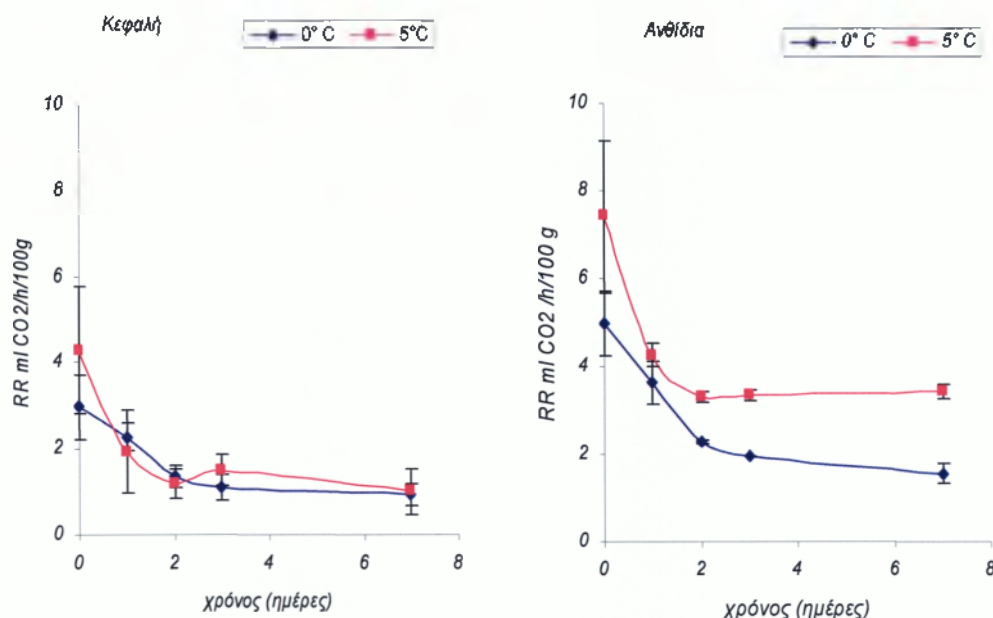
Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων τους πειράματος έγινε με το πρόγραμμα Stat Graphics. Τα αποτελέσματα εκτιμήθηκαν με Ανάλυση της Διασποράς (Analysis of Variance) των δειγμάτων και οι M.O. συγκρίθηκαν με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD για  $p=0,05$ ). Σε κάθε τέτοια ανάλυση εκτιμήθηκε ο πίνακας των Πιθανοτήτων που είναι και το βασικό. Οι τιμές των Πιθανοτήτων ελέγχουν, αποφαίνονται για τη σημαντικότητα του κάθε παράγοντα καθώς και των αλληλεπιδράσεων των αναλυθέντων παραγόντων. Όταν μια τιμή των πιθανοτήτων είναι μικρότερη από 0,05, τότε ο αντίστοιχος παράγοντας ή η αλληλεπίδραση παρουσιάζουν μια στατιστικά σημαντική επίδραση στο εκάστοτε αποτέλεσμα σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Όταν η τιμή είναι μικρότερη από 0,01

τότε το επίπεδο εμπιστοσύνης είναι 99% και τέλος για τιμή μικρότερη από 0,001 το επίπεδο είναι 99,9%. Η μέθοδος της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς συγκρίνει κάθε μέσο όρο με τους υπόλοιπους μέσους όρους, όλους ανά δύο, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Η μέθοδος αυτή μας δίνει και τη δυνατότητα σύγκρισης επεμβάσεων με άνισο αριθμό παρατηρήσεων. Οι αναλύσεις για κάθε παράγοντα παρουσιάζονται χωριστά επειδή καλύπτουν τον έλεγχο της σημαντικής επίδρασης του κάθε παράγοντα, είναι περισσότερο ευανάγνωστες και δεν αλλοιώνουν καμιά σημαντική άλλη επίδραση. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε πίνακες και διαγράμματα.

## 5.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.2.1 Αναπνευστική δραστηριότητα ολόκληρης κεφαλής και ανθιδίων μπρόκολου.

Η συντήρηση των ανθιδίων του μπρόκολου έγινε στους 0°C και στους 5 °C. Προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση των δύο αυτών θερμοκρασιών στην ποιότητα των ανθιδίων του μπρόκολου θα πρέπει να μελετηθεί ο τρόπος με τον οποίο δρουν στη φυσιολογία του προϊόντος. Είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία επιδρά στο ρυθμό της αναπνευστικής δραστηριότητας των φυτικών οργάνων. Για το λόγο αυτό μελετήθηκε η επίδραση των δύο αυτών θερμοκρασιών στην αναπνευστική δραστηριότητα της κεφαλής του μπρόκολου και των ανθιδίων. Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται η αναπνευστική δραστηριότητα της κεφαλής (ολόκληρης) και των ανθιδίων στους 0°C και στους 5 °C

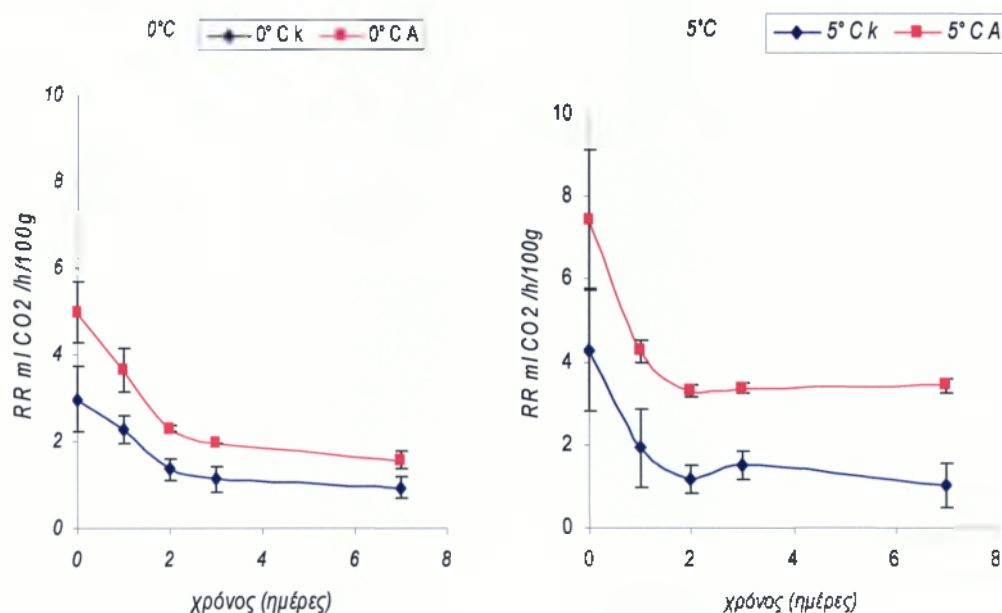


Σχήμα 1. Μεταβολή του ρυθμού της αναπνευστικής δραστηριότητας κεφαλής και ανθιδίων μπρόκολου στους 0°C και 5°C (I= STDEV)

από το σχήμα 1 προκύπτει ότι η θερμοκρασία συντήρησης επηρεάζει περισσότερο την αναπνευστική δραστηριότητα των ανθιδίων παρά των ολόκληρων κεφαλών. Στην αρχή της συντήρησης (0 ημέρα) η αναπνευστική δραστηριότητα των κεφαλών που συντηρήθηκαν στους 5°C ήταν κατά 44% υψηλότερη αυτής των κεφαλών που συντηρήθηκαν στους 0°C. Στη συνέχεια δεν παρατηρήθηκε καμιά στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο θερμοκρασιών. Στην περίπτωση των ανθιδίων η διαφορά της αναπνευστικής δραστηριότητας τους στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης είναι στατιστικά σημαντική. Στην αρχή της συντήρησης (0 ημέρα), η αναπνευστική

δραστηριότητα των ανθιδίων στους 5°C ήταν κατά 49,6% υψηλότερη αυτής στους 0°C. Στο τέλος της συντήρησης η διαφορά αυτή ήταν της τάξης του 118,5%. Θα πρέπει να τονιστεί ότι στην περίπτωση των ανθιδίων υπαισέρονται και άλλοι παράγοντες (ο τραυματισμός κατά την προετοιμασία) που δεν υφίστανται στις ολόκληρες κεφαλές.

Προκειμένου να μελετήσουμε την επίδραση των τομών, που λαμβάνουν χώρα κατά την προετοιμασία των ανθιδίων, συγκρίναμε την αναπνευστική δραστηριότητα της ολόκληρης κεφαλής και των ανθιδίων στις δύο θερμοκρασίες.



Σχήμα 2. Συγκριτική μελέτη της αναπνευστικής δραστηριότητας ολόκληρης κεφαλής και ανθιδίων στους 0°C και 5°C (I= STDEV, K= κεφαλή, A= ανθίδια)

από το σχήμα 2 προκύπτει ότι και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης η αναπνευστική δραστηριότητα των ανθιδίων διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτή των κεφαλών. Στην αρχή της συντήρησης (0 ημέρα) ο ρυθμός της αναπνευστικής δραστηριότητας των ανθιδίων που συντηρήθηκαν στους 0°C ήταν κατά 67% υψηλότερος αυτού των κεφαλών, ενώ στους 5°C η διαφορά αυτή ήταν της τάξης του 72%. Την 7<sup>η</sup> ημέρα η διαφορά αυτή στους 0°C παρέμεινε πολύ κοντά στα αρχικά επίπεδα ενώ στους 5°C τριπλασιάστηκε. Ανάλογα αποτελέσματα έχουν αναφερθεί και από άλλες μελέτες (Bastrash *et al.* 1993, Τοϊνονεν and Forney, 2004).

Οι πληγές που δημιουργούνται από την προετοιμασία αυξάνουν την εκτεθειμένη επιφάνεια των ιστών στον αέρα και ως εκ τούτου αυξάνεται η αναπνευστική δραστηριότητα. Ένας μεγάλος αριθμός φυτικών οργάνων παρουσιάζει αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας λόγω τραυματισμού και αυτό γίνεται αισθητό κυρίως στις υψηλές θερμοκρασίες (Watada and Minott, 1996).

Στην περίπτωση του μπρόκολου η διαφορά του ρυθμού αναπνοής μεταξύ της κεφαλής και των ανθιδίων μπορεί να αποδοθεί και στο γεγονός ότι τα ανθίδια περιλαμβάνουν ένα μεγαλύτερο ποσοστό ανθέων τα οποία είναι νεότεροι ιστοί και με μεγαλύτερη μεταβολική δραστηριότητα συγκριτικά με τους βλαστούς (Kader, 1987). Η μεγαλύτερη μεταβολική

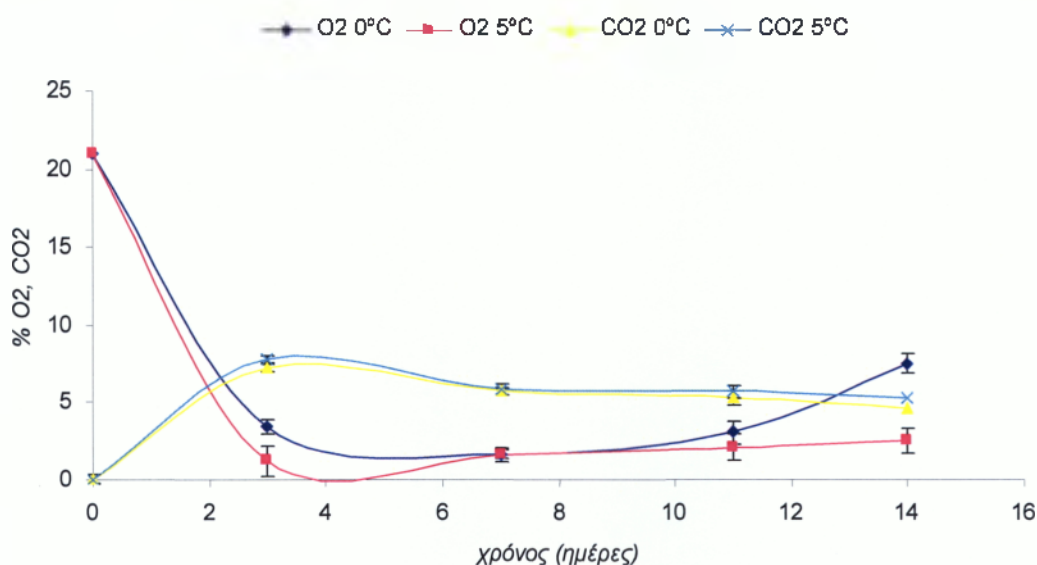
δραστηριότητα των ανθέων εκφράζεται με το μεγαλύτερο ρυθμό αναπνευστικής δραστηριότητας (Ryall and Lipton, 1979).

Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω γίνεται σαφές ότι η θερμοκρασία συντήρησης έχει μεγάλη σημασία, διότι επιδρά στην αναπνευστική δραστηριότητα των ανθιδίων του μπρόκολου και ως εκ τούτου στην αύξηση του χρόνου συντήρησης και τη διατήρηση της ποιότητας.

## 5.2.2 Σύσταση της ατμόσφαιρας

Η μεταβολή των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών στους 0°C και 5°C παρουσιάζεται στο σχήμα 3.

Από το σχήμα 3 προκύπτει ότι τόσο στους 0°C όσο και στους 5°C η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> παρουσιάζει απότομη πτώση από τη 3<sup>η</sup> κιόλας ημέρα. Έτσι στους 0°C η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> την 3<sup>η</sup> ημέρα ήταν 3,45% στους δε 5°C ήταν 1,23%. Στο τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> στους 5°C ήταν 2,52% , στους 0°C όμως ανήλθε στο 7% γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στη μη καλή στεγανότητα της συσκευασίας. Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο θερμοκρασιών.



Σχήμα 3. Μεταβολή του O<sub>2</sub> και του CO<sub>2</sub> στο εσωτερικό των συσκευασιών στους 0 και 5°C

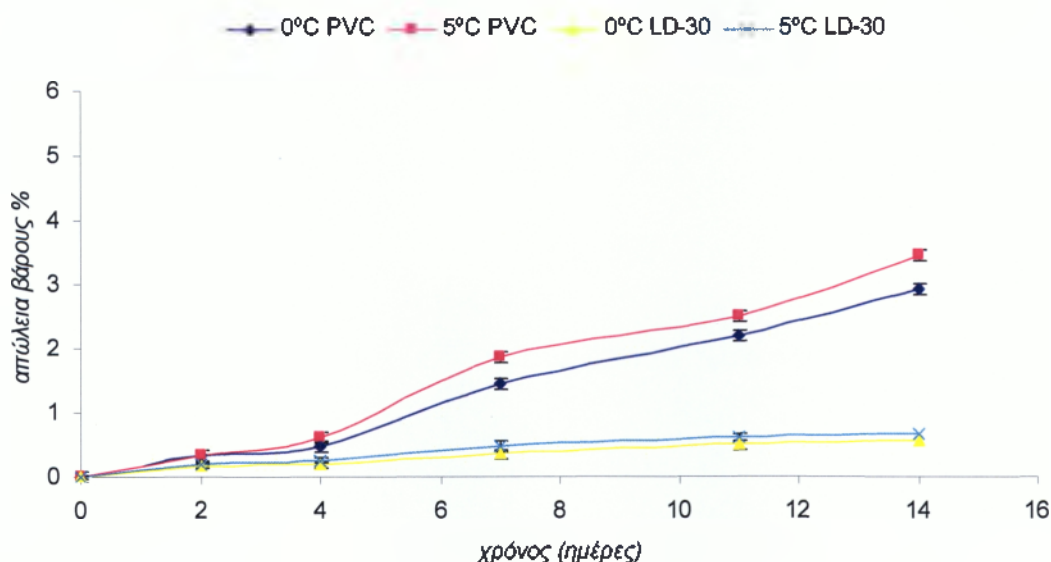
όσον αφορά στη μεταβολή της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub>, από το σχήμα 3 προκύπτει ότι παρουσιάζεται μία απότομη αύξηση τη 3<sup>η</sup> ημέρα και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης. Έτσι την 3<sup>η</sup> ημέρα συντήρησης η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στους 0°C ανήλθε σε 7,28% ενώ στους 5°C σε 7,7%. Στη συνέχεια παρατηρείται μία σταδιακή μείωση ανάλογη και στις δύο θερμοκρασίες. Στο τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στους 0°C ανήλθε σε 4,56% στους δε 5°C σε 5,31%. Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο θερμοκρασιών, όσον δε αφορά στην επίδραση των δύο παραγόντων: χρόνος αποθήκευσης, θερμοκρασία αποθήκευσης, προκύπτει ότι τόσο αυτοί όσο και η αλληλεπίδρασή τους επιδρά σημαντικά στη διαμόρφωση της τελικής συγκέντρωσης των αερίων μέσα στη συσκευασία..

Σύμφωνα με το Saltveit (1997), η ιδανικότερη θερμοκρασία συντήρησης των ανθιδίων του μπρόκολου είναι οι 0°C και 5°C, η δε ιδανικότερη σύνθεση της ατμόσφαιρας και στις δύο θερμοκρασίες είναι 0,5% O<sub>2</sub> και 10% CO<sub>2</sub>. Ο Ballantyne *et al.* (1988) αναφέρει ότι μία ατμόσφαιρα που περιείχε 2-3% CO<sub>2</sub> + 2-3% O<sub>2</sub> δεν ήταν ικανή να διατηρήσει την ποιότητα των ανθιδίων του μπρόκολου. Ο Bastrash *et al.* (1993) αναφέρει ότι ο χρόνος συντήρησης των ανθιδίων του μπρόκολου αυξήθηκε χρησιμοποιώντας μία ατμόσφαιρα που περιείχε 6% CO<sub>2</sub> + 2% O<sub>2</sub>. Σύμφωνα με τον Jones *et al.* (2006) η ιδανικότερη σύνθεση της ατμόσφαιρας προκειμένου να διατηρηθεί το πράσινο χρώμα του μπρόκολου είναι: 1-2% O<sub>2</sub> και 5-10% CO<sub>2</sub>. Μπρόκολα που συντηρούνται σε ατμόσφαιρα φτωχή σε O<sub>2</sub> και πλούσια σε CO<sub>2</sub> έχουν μεγαλύτερο χρόνο συντήρησης και καλλίτερη ποιότητα συγκριτικά με αυτά που συντηρούνται σε κανονικές συνθήκες. Συγκεντρώσεις 0,5-2% O<sub>2</sub> και 10% CO<sub>2</sub> μειώνουν το ρυθμό της αναπνοής και καθυστερούν το κιτρίνισμα της κεφαλής του μπρόκολου (Lebermann *et al.* 1968, Lipton and Harris, 1974). Όμως η μεγάλη μείωση της συγκέντρωσης του O<sub>2</sub> μπορεί να δημιουργήσει άσχημη οσμή στο προϊόν. Σύμφωνα με τους Lipton and Harris (1974), όταν η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> είναι ≤ 0,25% χωρίς CO<sub>2</sub>, δημιουργούνται ανεπιθύμητες οσμές. Όταν η ατμόσφαιρα περιέχει 10% CO<sub>2</sub> τότε ανεπιθύμητες οσμές δημιουργούνται όταν η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> ανέρχεται σε 1%.

Από τα αποτελέσματα μας προκύπτει ότι η σύνθεση της ατμόσφαιρας και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης ήταν μέσα στα ενδεικνυόμενα όρια.

### 5.2.3 Απώλεια βάρους

Η μεταβολή του βάρους των ανθιδίων στους 0°C και 5°C συσκευασμένων με φύλλο PE χαμηλής πυκνότητας, πάχους 30μm (PE -LD30), ή καλυμμένων με PVC παρουσιάζεται στο σχήμα 4.



Σχήμα 4. Απώλεια βάρους ανθιδίων μπρόκολου ποικιλίας “Marathon” συσκευασμένων σε 2 υλικά (LD-30, PVC) κατά τη διάρκεια 14 ημερών αποθήκευσης στους 0°C και 5°C.

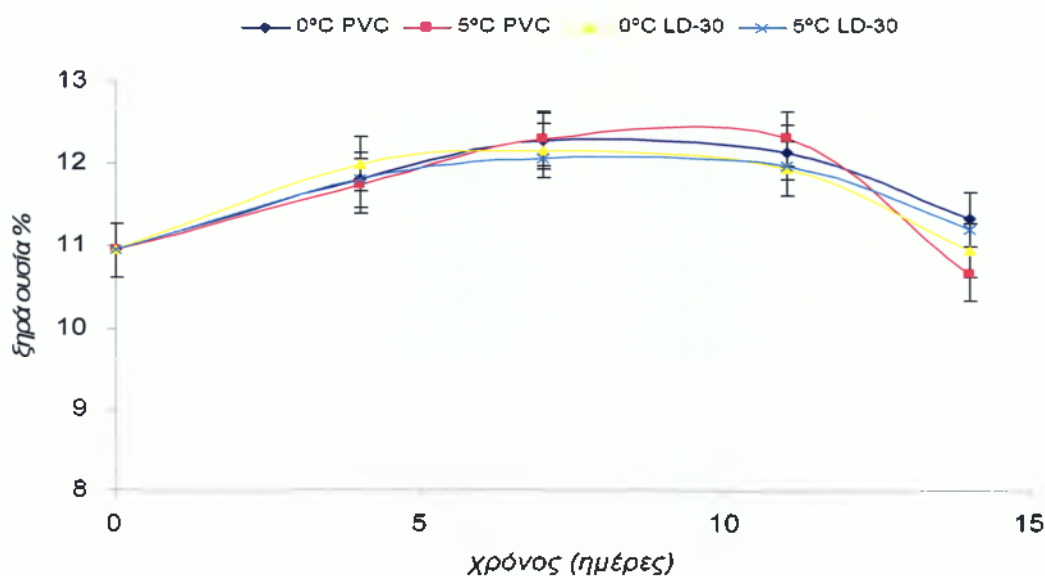


από το σχήμα 4 προκύπτει ότι παρατηρείται μία συνεχή αύξηση της απώλειας βάρους των ανθιδίων, τόσο στους 0°C όσο και στους 5°C, τόσο στα συσκευασμένα με φύλλα πολυαιθυλενίου όσο και στα καλυμμένα με PVC. Τη μεγαλύτερη απώλεια παρουσίασαν τα καλυμμένα με PVC και από τις δύο θερμοκρασίες συντήρησης η θερμοκρασία των 5°C. Στο τέλος της συντήρησης τα ανθίδια που ήταν συσκευασμένα με PVC και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης παρουσίασαν πενταπλάσια απώλεια βάρους σχετικά με αυτά που ήταν συσκευασμένα σε φύλλα PE. Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η μεταβολή του βάρους σε όλες τις περιπτώσεις είναι γραμμική συνάρτηση του χρόνου συντήρησης του τύπου:  $A \cdot B = ax + \beta$  με  $R^2$  κυμαινόμενο μεταξύ 0,96 και 0,99%. Η στατιστική ανάλυση του τριπαραγοντικού πειράματος έδειξε ότι οι παράγοντες: χρόνος αποθήκευσης, υλικό συσκευασίας, θερμοκρασία αποθήκευσης και η αλληλεπίδρασή τους επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά την απώλεια βάρους.

Ένα από τα κύρια προβλήματα κατά τη συντήρηση του μπρόκολου είναι η μεγάλη απώλεια βάρους που επηρεάζει την εμπορικότητά του. Η επίδραση της MAP στη μείωση της απώλειας βάρους οφείλεται στη μείωση της διάχυσης των υδρατμών μέσω του πλαστικού φύλλου και στη δημιουργία μιας ατμόσφαιρας κορεσμένης σε υδρατμούς. Η ευνοϊκή αυτή επίδραση έχει αναφερθεί σε ένα μεγάλο αριθμό φρούτων και λαχανικών όπως τα αγγούρια, τα κεράσια και τα σταφύλια. (Wang and Qi 1997, Kappel et al. 2002, Martinez-Romero et al. 2003).

#### 5.2.4 Ξηρά ουσία

Η περιεχόμενη ξηρά ουσία των ανθιδίων κατά τη διάρκεια της συντήρησης στους 0°C και 5°C παρουσιάζεται στο σχήμα 5.



Σχήμα 5. Μεταβολή της περιεκτικότητας σε ξηρά ουσία ανθιδίων μπρόκολου ποικιλίας “Marathon” ,συσκευασμένων σε 2 υλικά (LD-30, PVC) κατά τη διάρκεια συντήρησης στους 0°C και 5°C

από το σχήμα 5 προκύπτει ότι παρατηρείται μία αύξηση της ξηράς ουσίας μέχρι την 11<sup>η</sup> ημέρα που ακολουθείται από μία πτώση στο τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα). Την 14<sup>η</sup> ημέρα τη μικρότερη περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία παρουσίασαν τα ανθίδια που είχαν συσκευαστεί με PVC και είχαν συντηρηθεί στους 5°C χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 4 χειρισμών.

Η στατιστική ανάλυση του πειράματος έδειξε ότι οι παράγοντες: χρόνος αποθήκευσης, θερμοκρασία συντήρησης και υλικό συσκευασίας επηρεάζουν σημαντικά τη ξηρά ουσία των ανθιδίων του μπρόκολου. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των τριών παραγόντων

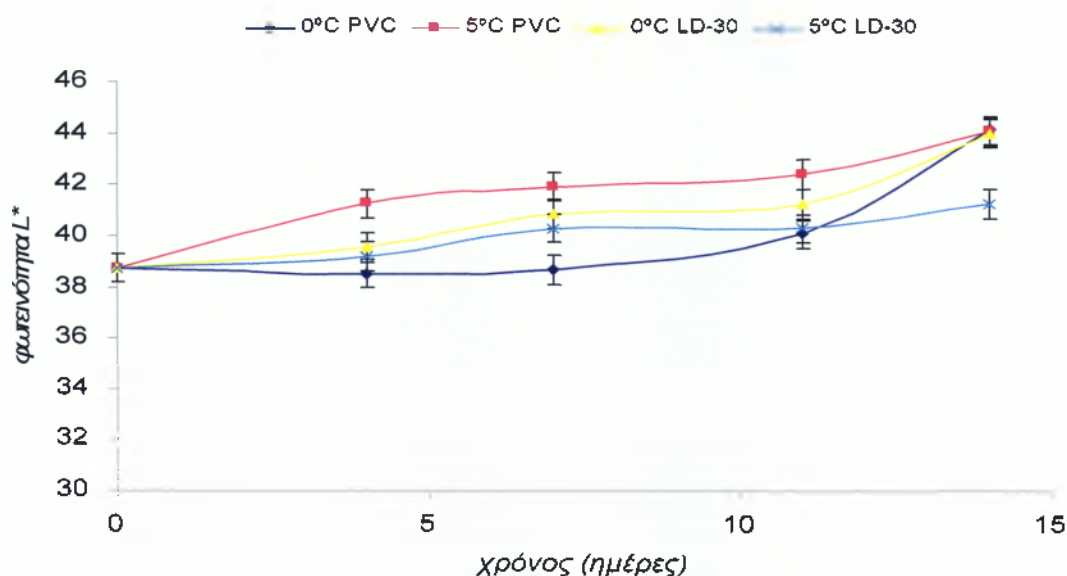
Ο Paradis *et al.*(1996) παρατήρησε μία πτώση της περιεχόμενης ξηράς ουσίας τις 4 πρώτες εβδομάδες κατά τη συντήρηση των ανθιδίων σε ατμόσφαιρα που περιείχε 2% O<sub>2</sub> και 6% CO<sub>2</sub>. Ανάλογη παρατήρηση έκανε και ο Kurki (1979) σε τεμαχισμένο πράσσο που συντηρήθηκε σε κεκορεσμένη ελεγχόμενη ατμόσφαιρα. Η πτώση της περιεχόμενης ξηράς ουσίας μπορεί να αποδοθεί στην αναπνοή (Mitchell *et al* 1992) δεδομένου ότι το 75% της ξηράς ουσίας είναι υδατάνθρακες.

## 5.2.5 Χρώμα

Η μεταβολή του χρώματος των ανθιδίων παρουσιάζεται με τις παραμέτρους: L\*, C\*, h\*.

### Μεταβολή της φωτεινότητας L\*

Η μεταβολή της φωτεινότητας L\*, παρουσιάζεται στο σχήμα 6 από όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:



Σχήμα 6. Μεταβολή της φωτεινότητας (L\*) ανθιδίων μπρόκολου, ποικιλίας “Marathon”, που συσκευάστηκαν με PELD-30 ή καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C .

σε όλες τις περιπτώσεις παρουσιάζεται μία διατήρηση των τιμών πολύ κοντά στα αρχικά επίπεδα μέχρι την 7<sup>η</sup> ημέρα, πλην των ανθιδίων που καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 5 °C. Μετά την 7<sup>η</sup> ημέρα παρατηρείται μία αύξηση των τιμών της φωτεινότητας. Τη μεγαλύτερη αύξηση παρουσίασαν τα ανθίδια που συσκευάστηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 5°C. Στο τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) τη μικρότερη μεταβολή παρουσίασαν τα ανθίδια που συσκευάστηκαν με PELD-30 και συντηρήθηκαν στους 5 °C ενώ όλοι οι άλλοι χειρισμοί δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Οι παράγοντες που μελετήθηκαν ήταν η θερμοκρασία συντήρησης, ο τύπος της συσκευασίας και ο χρόνος συντήρησης. Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι και οι τρεις αυτοί παράγοντες καθώς και η αλληλεπίδρασή τους, επιδρούν στατιστικά σημαντικά στη μεταβολή της φωτεινότητας. Η μεταβολή της φωτεινότητας συναρτῆσει του χρόνου συντήρησης είναι εκθετική του τύπου:

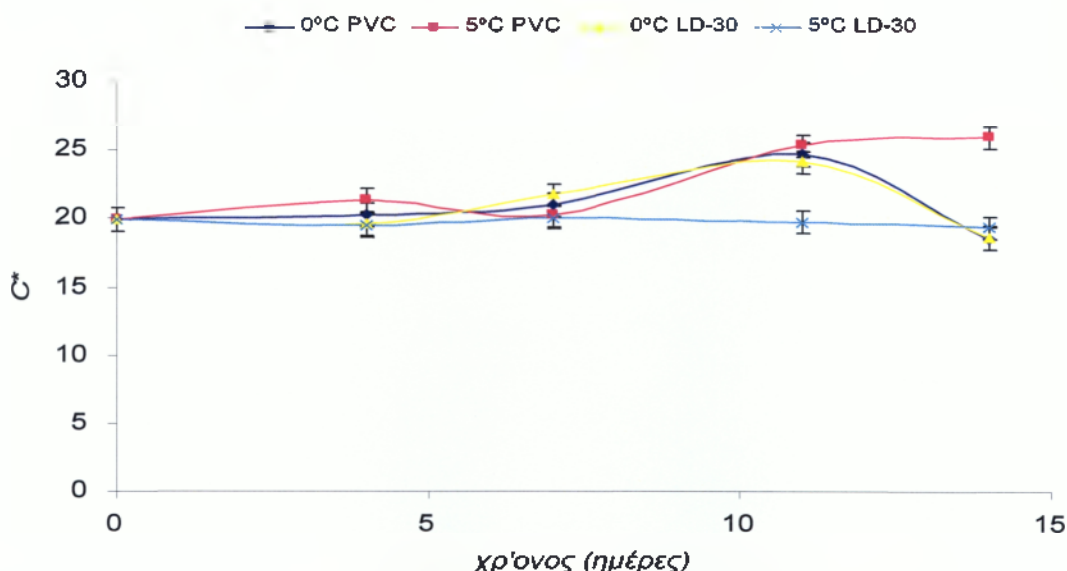
$$L^* = A \exp B^t \quad (1)$$

με συντελεστή συσχέτισης  $R^2 = 0,90-0,92$ .

Η αύξηση των τιμών της φωτεινότητας μετά την 7<sup>η</sup> ημέρα οφείλεται στο κιτρίνισμα των ανθιδίων γεγονός που συμφωνεί με παρατηρήσεις και άλλων μελετητών (Serrano *et al.* 2006).

### Μεταβολή της έντασης του χρώματος (C\*)

Η μεταβολή της έντασης του χρώματος των ανθιδίων του μπρόκολου παρουσιάζεται στο σχήμα 7 από όπου παρατηρούμε τα εξής:



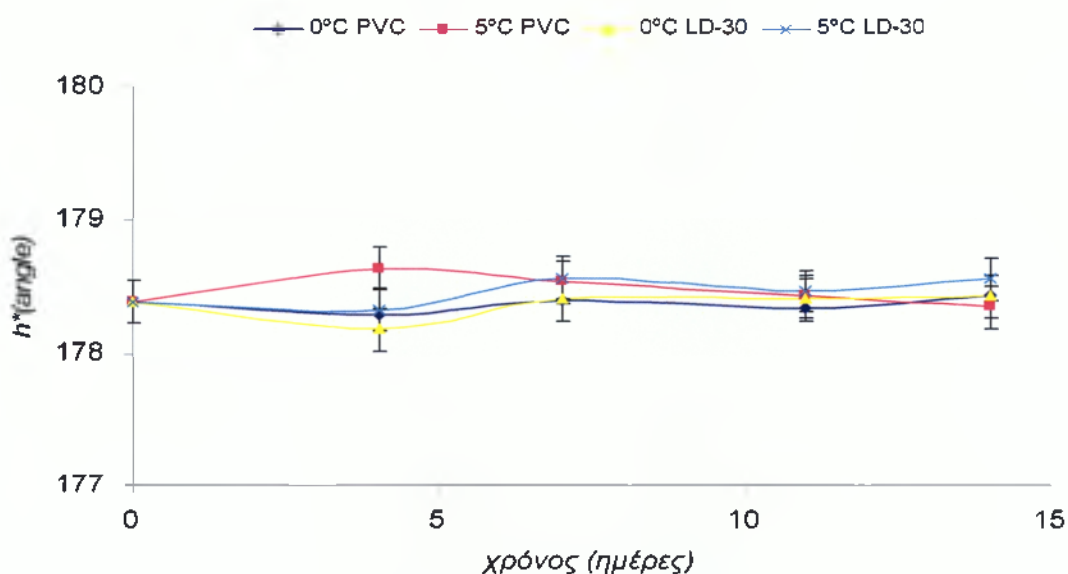
Σχήμα 7. Μεταβολή της έντασης του χρώματος ανθιδίων μπρόκολου συσκευασμένων με PELD-30 ή καλυμμένων με PVC, τα οποία συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C.

σε όλες τις περιπτώσεις η ένταση του χρώματος διατηρήθηκε σταθερή μέχρι την 7<sup>η</sup> ημέρα μετά την πάροδο της οποίας τα ανθίδια που καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν και στις 2 θερμοκρασίες καθώς και αυτά που συσκευάστηκαν με PELD-30 και συντηρήθηκαν στους 0°C παρουσίασαν μία αύξηση. Τα ανθίδια που συσκευάστηκαν με PELD-30 και συντηρήθηκαν στους 5°C δεν παρουσίασαν καμιά μεταβολή της έντασης του χρώματος μέχρι το τέλος της συντήρησης. Στο τέλος της συντήρησης ο χειρισμός [PVC, 5°C] παρουσίασε μία μεταβολή της τάξης του 30%, ο χειρισμός [PELD-30, 5°C] παρουσίασε μία μεταβολή της τάξης του 3% ενώ η μεταβολή των δύο άλλων χειρισμών κυμάνθηκε γύρω στο 6-7%. Δεδομένου ότι όσο υψηλότερες είναι οι τιμές του C\* τόσο πιο έντονο είναι το χρώμα, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι μέχρι την 7<sup>η</sup> ημέρα η ένταση του χρώματος διατηρήθηκε κοντά στα αρχικά επίπεδα, ενώ στο τέλος της συντήρησης η μείωση που παρατηρείται μπορεί να αποδοθεί στο κιτρίνισμα των ανθιδίων.

Η πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι η μεταβολή της έντασης του χρώματος επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά ( $p=0,05$ ) τόσο από το υλικό της συσκευασίας όσο και από το χρόνο συντήρησης, ενώ η θερμοκρασία δεν παίζει κάποιο ρόλο.

### Μεταβολή της χροιάς ( $h^*$ )

Η μεταβολή της χροιάς του χρώματος των ανθιδίων του μπρόκολου παρουσιάζεται στο σχήμα 8.



Σχήμα 8. Μεταβολή της χροιάς ανθιδίων μπρόκολου που συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C και ήταν συσκευασμένα σε PELD-30 ή καλυμμένα με PVC.

από το σχήμα 8 προκύπτει ότι σε όλες τις θερμοκρασίες συντήρησης και σε όλους τους τύπους συσκευασίας, η χροιά διατηρήθηκε σταθερή μέχρι και το τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα).

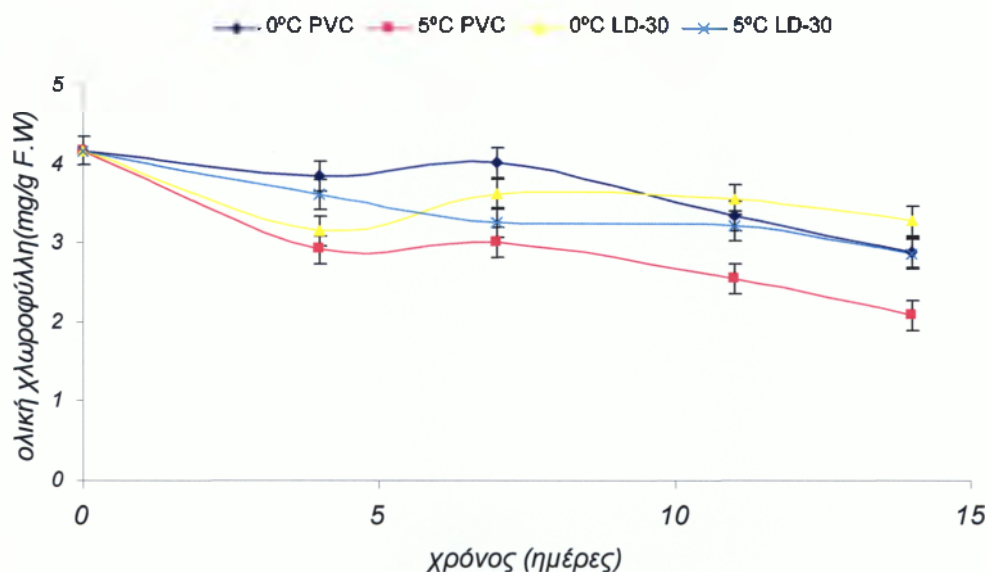
Από τη στατιστική ανάλυση του τριπαραγοντικού πειράματος προκύπτει ότι και οι τρεις παράγοντες (θερμοκρασία, υλικό συσκευασίας, χρόνος συντήρησης)

επιδρούν στατιστικά σημαντικά στη μεταβολή της χροιάς του χρώματος του μπρόκολου.

Σύμφωνα με το Serrano *et al.* (2006), παρουσιάστηκε μία αύξηση των τιμών όλων των παραμέτρων που αποδίδουν το χρώμα ( $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$ ) σε κεφαλές μπρόκολου που συντηρήθηκαν συσκευασμένες ή μη σε  $1^\circ\text{C}$ . Η έντονη μεταβολή των χρωματικών αυτών παραμέτρων παρουσιάστηκε μεταξύ της  $10^{\text{ης}}$  και  $15^{\text{ης}}$  ημέρας συντήρησης, γεγονός που συμφωνεί με τα δικά μας αποτελέσματα όσον αφορά τη φωτεινότητα  $L^*$  και την ένταση  $C^*$ . Στην περίπτωσή μας δεν παρατηρήθηκε μεταβολή της χροιάς γεγονός που μαρτυρά ότι το χρώμα διατηρήθηκε πολύ κοντά στα αρχικά επίπεδα. Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι πολύ αποτελεσματική στη διατήρηση του χρώματος του μπρόκολου. Ο καλλίτερος συνδυασμός  $\text{O}_2$  και  $\text{CO}_2$  για τη διατήρηση του έντονου πράσινου χρώματος του μπρόκολου σύμφωνα με τους Jones *et al.* (2006) είναι 1-2%  $\text{O}_2$  και 5-10%  $\text{CO}_2$ .

### 5.2.6. Μεταβολή της χλωροφύλλης

Η μεταβολή της ολικής χλωροφύλλης των ανθιδίων που συντηρήθηκαν στους 0 και  $5^\circ\text{C}$  και είχαν συσκευασθεί σε PELD-30 ή είχαν καλυφθεί με PVC, παρουσιάζεται στο σχήμα 9.



Σχήμα 9. Μεταβολή της ολικής χλωροφύλλης ανθιδίων μπρόκολου που συντηρήθηκαν στους 0 και  $5^\circ\text{C}$  και συσκευάστηκαν με PELD-30 ή επικαλύφθηκαν με PVC

από το σχήμα 9 προκύπτει ότι σε όλες τις περιπτώσεις παρουσιάζεται μείωση της περιεχόμενης χλωροφύλλης. Την εντονότερη μείωση παρουσίασαν τα ανθίδια που συσκευάστηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους  $5^\circ\text{C}$ . Η μείωση αυτή στο τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) ανήλθε στο 50%. Οι άλλοι χειρισμοί στο τέλος της συντήρησης παρουσίασαν μείωση που κυμάνθηκε μεταξύ 20% [PELD-30,  $0^\circ\text{C}$ ] και 31% [PVC,  $0^\circ\text{C}$  - PELD-30,  $5^\circ\text{C}$ ]. Η μεταβολή της περιεχόμενης χλωροφύλλης

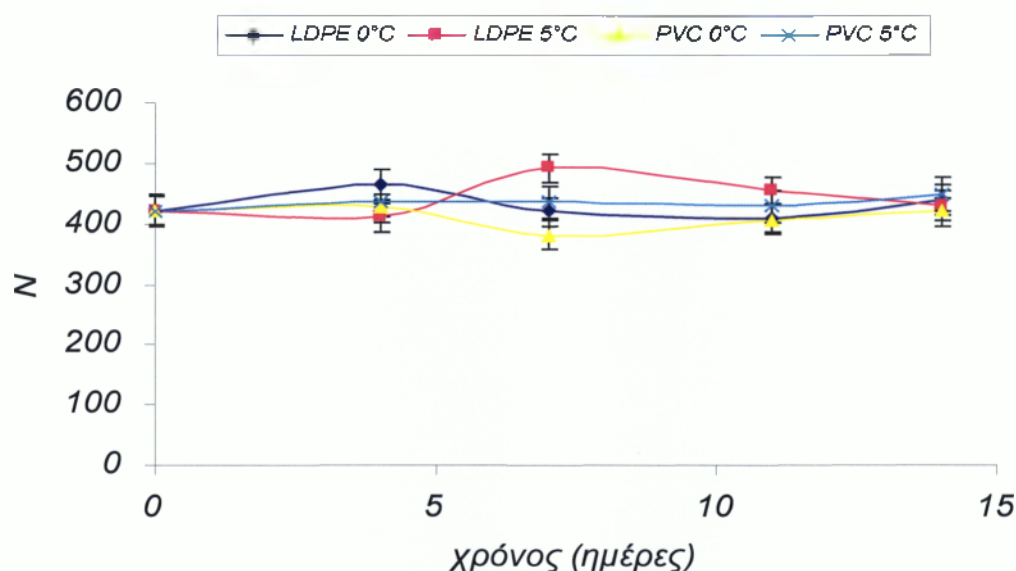
στους χειρισμούς [PVC, 0°C και PVC, 5°C] ήταν γραμμική συνάρτηση του χρόνου συντήρησης του τύπου **Chl. ολική**= **at +b** με  $R^2=(0,88)$ .

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι και οι τρεις παράγοντες (θερμοκρασία, υλικό συσκευασίας και χρόνος συντήρησης) επιδρούν στατιστικά σημαντικά στην αποικοδόμηση της χλωροφύλλης.

Η μείωση της χλωροφύλλης είναι ένδειξη της γήρανσης των ιστών. Σημαντικό ρόλο στη γήρανση των ιστών παίζει η θερμοκρασία συντήρησης και η τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Από τα αποτελέσματά μας προκύπτει ότι στο τέλος της συντήρησης τα υψηλότερα ποσά χλωροφύλλης είχαν τα ανθίδια που συντηρήθηκαν στους 0°C και ήταν συσκευασμένα σε PE/D-30 και τη χαμηλότερη τα ανθίδια που καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 5°C. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αποτελέσματα άλλων μελετητών (Makhlouf *et al.* 1989, Bastrash *et al.* 1993).

### 5.2.7 Υφή

Η μεταβολή της υφής των ανθιδίων παρουσιάζεται στο σχήμα 10.



Σχήμα 10. Μεταβολή της υφής ανθιδίων μπρόκολου που συσκευάστηκαν με φύλλα πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας (LDPE-30) ή συσκευάστηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 0°C και 5°C.

από το σχήμα 10 προκύπτει ότι η υφή διατηρήθηκε πολύ κοντά στα αρχικά επίπεδα σε όλη τη διάρκεια της συντήρησης. Στο τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 4 χειρισμών. Η αύξηση της αντίστασης στον τεμαχισμό στο τέλος της συντήρησης ήταν της τάξης του 2-6%.

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι κανένας από τους παράγοντες που μελετήθηκαν: χρόνος, θερμοκρασία συντήρησης, τύπος συσκευασίας, δεν ασκεί στατιστικά σημαντική επίδραση στην υφή των ανθιδίων.

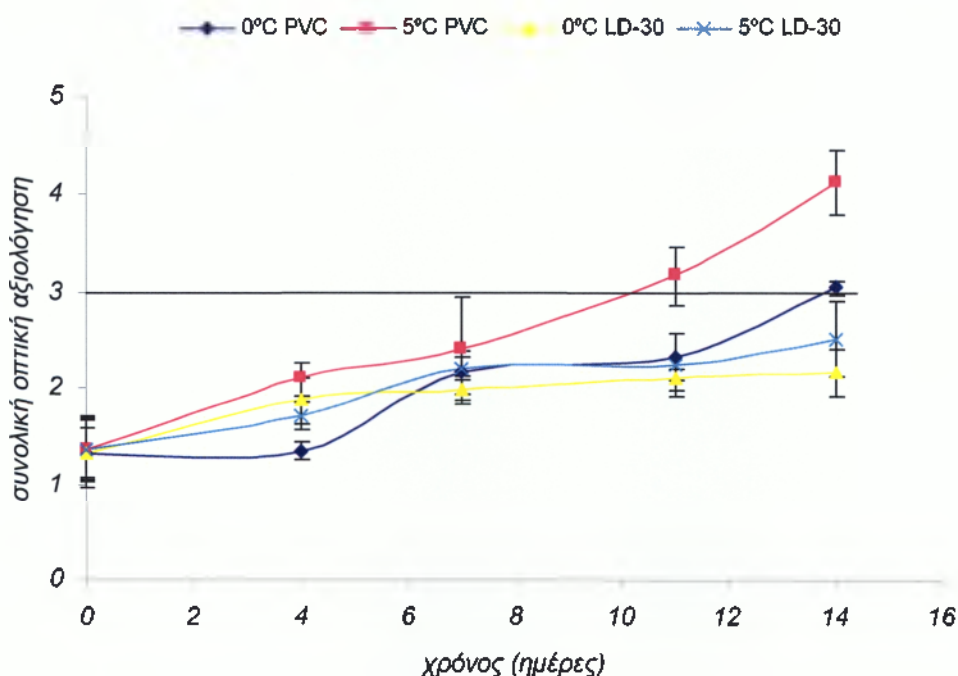
Ανάλογα αποτελέσματα αναφέρει ο Serrano *et al.*, (2006) σε ολόκληρες κεφαλές μπρόκολου. Η απώλεια βάρους παίζει ρόλο στην υφή των στελεχών του μπρόκολου καθώς η αφυδάτωση των φυτικών ιστών συνοδεύεται από αύξηση της

ελαστικότητας και σχηματισμό περισσότερων ινών, με συνέπεια να απαιτείται μεγαλύτερη δύναμη για τον τεμαχισμό /κοπή του στελεχούς. Η αύξηση αυτή της ελαστικότητας, όπως είναι αναμενόμενο είναι πιο έντονη σε ασυσκευαστο προϊόν όπου σημειώνονται μεγαλύτερες απώλειες υγρασίας. Στο συσκευασμένο με φύλλα LDPE προϊόν που συντηρήθηκε στους 0°C, όπως φαίνεται στο σχήμα σημειώνεται ελαφριά αύξηση στη δύναμη κοπής (shear force) στην αρχή της συντήρησης διότι αυξάνεται η σπαργή στους φυτικούς ιστούς, λόγω της υψηλής σχετικής υγρασίας εντός της συσκευασίας (Serrano *et al.*, 2006).

Η σκλήρυνση των στελεχών του μπρόκολου, μπορεί να αποδοθεί στην αύξηση της λιγνίνης που λαμβάνει χώρα κατά την επούλωση των πλεγών. Ανάλογες παρατηρήσεις έχουν γίνει για το σπαράγγι, τις πατάτες και άλλα νωπά λαχανικά (Jacobsson, 2004a). Σύμφωνα με τον ίδιο ερευνητή η υφή του μπρόκολου επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία συντήρησης, η σχετική υγρασία και η σύνθεση της ατμόσφαιρας. Αλλαγές στη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ψυχοσυντήρησης του μπρόκολου σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα, προκαλούν μεταβολές στην υφή του που επηρεάζονται από το πλαστικό φιλμ συσκευασίας που χρησιμοποιείται κάθε φορά (Jacobsson, 2004 b). Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι φυτά όπως τα φασόλια, το σπαράγγι και το μπρόκολο έχει διαπιστωθεί ότι γίνονται ινώδη και πιο σκληρά με την πρόοδο της ωρίμασης (Sams, 1999).

## 5.2.8 Ολική οπτική ποιότητα

Η μεταβολή της ολικής οπτικής ποιότητας του κομμένου και συσκευασμένου μπρόκολου που συντηρήθηκε στους 0°C και 5°C παρουσιάζεται στο σχήμα 11.



από το σχήμα 11 προκύπτει ότι την εντονότερη και γρηγορότερη υποβάθμιση παρουσίασαν τα ανθίδια που συσκευάστηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 5°C και τα οποία από την 11<sup>η</sup> ημέρα δεν ήταν εμπορεύσιμα. Τα ανθίδια που

συσκευάσθηκαν με PELD – 30 και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης ήταν εμπορεύσιμα μέχρι το τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα). Ο χειρισμός PVC ,0°C την 14<sup>η</sup> ημέρα ήταν οριακά εμπορεύσιμος. Την καλλίτερη συνολική ποιότητα σύμφωνα με τους κριτές διατήρησαν τα ανθίδια που συσκευάσθηκαν με (PELD - 30) και συντηρήθηκαν στους 0°C.

Η στατιστική ανάλυση του τριπαραγοντικού πειράματος έδειξε ότι και οι τρεις παράγοντες (θερμοκρασία συντήρησης, χρόνος συντήρησης, τύπος συσκευασίας) καθώς επίσης και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ανά 2 μεταξύ και των 3 μαζί επηρέασαν σημαντικά τη μεταβολή της οπτικής ποιότητας των συσκευασμένων ανθιδίων.

Το εξωτερικό χρώμα επηρεάζει πολύ την οπτική αξιολόγηση του μπρόκολου. Ο Jacobsson *et al.*,(2004b), καθόρισαν το επίπεδο αποδεκτικότητας για την εμπορία του μπρόκολου βάσει του ποσοστού των ανθιδίων που είχαν κίτρινο χρώμα. Έτσι θεώρησαν ότι όταν το ποσοστό αυτό ανερχόταν στο 30% το προϊόν δεν μπορούσε να θεωρηθεί εμπορεύσιμο. Σύμφωνα πάντα με τους ίδιους ερευνητές Το υλικό συσκευασίας και η θερμοκρασία συντήρησης επηρέασαν πολύ την οπτική εμφάνιση.

Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν τη σπουδαιότητα της συσκευασίας στη διατήρηση της οπτικής εμφάνισης του προϊόντος και κατ' επέκταση της ποιότητας. Η εμφάνιση του προϊόντος μάλιστα, αποδείχθηκε ότι εξαρτάται περισσότερο από τη σύνθεση της ατμόσφαιρας παρά από τη θερμοκρασία συντήρησης, αν και η τελευταία έχει επίσης σπουδαία επίδραση. Γενικότερα διαπιστώθηκε (Serrano *et al.*, 2006) ότι το μπρόκολο που ήταν συσκευασμένο σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας (για διάφορους τύπους πλαστικών φιλμς) διατηρήθηκε καλύτερα συγκριτικά με το μπρόκολο που ήταν τελείως ασυσκευαστο και εκτεθειμένο στον ατμοσφαιρικό αέρα.



## Συμπέρασμα

Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω αποδεικνύεται ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των ανθιδίων του μπρόκολου είναι η θερμοκρασία συντήρησης, η σύνθεση της ατμόσφαιρας μέσα στη συσκευασία και ο χρόνος συντήρησης. Λόγω της μεγάλης ευαισθησίας του μπρόκολου και της έντονης μεταβολικής του δράσης είναι απαραίτητη η εφαρμογή της τροποποιημένης ατμόσφαιρας προκειμένου να αυξηθεί ο χρόνος συντήρησης.

Η χαμηλή συγκέντρωση  $O_2$  διατηρεί το πράσινο χρώμα. Η σύνθεση της τροποποιημένης ατμόσφαιρας που δημιουργήθηκε από το πλαστικό φύλλο που χρησιμοποιήθηκε ήταν μέσα στα αποδεκτά όρια για το προϊόν. Η ατμόσφαιρα αυτή και η χαμηλή θερμοκρασία των  $0^{\circ}C$  διατήρησε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ανθιδίων για 14 ημέρες.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anonymous, (2009a). <http://www.livepedia.gr/index.php>.

Anonymous,(2009).[http://kouzinokalismata.blogspot.com/2009/03/blog\\_post\\_8146.html](http://kouzinokalismata.blogspot.com/2009/03/blog_post_8146.html).

Ballantyne, A., Stark, R and Seldam, J.D., 1988. Modified atmosphere packaging of broccoli florets. Intern. J. Food Sci. Technol. 23, 353-360.

Bastrash,S., Makhoul,J., Castaigne, F. and Willemot, C., 1993. Optimal controlled atmosphere conditions for storage of broccoli florets. J. Food Sci. 58, 338-341,360.

Beaudry, R.M. 1999. Effect of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality. Postharvest Biol. Technol. 15:293-303.

Beaudry, R.M. 2000. Responses of horticultural commodities to low oxygen: limits to the expanded use of modified atmosphere packaging. Hort Technology 10:491-500.

Brennan, P.S., Shewfelt, R.L., 1989. Effect of cooling delay at harvest on broccoli quality during postharvest storage. J. Food Quality 12,13–22.

Cantwell, M. and T. Suslow. 1999. Broccoli: recommendations for maintaining postharvest quality. [Http://postharvest.ucdavis.edu/produce/producefacts/veg/broccoli.html](http://postharvest.ucdavis.edu/produce/producefacts/veg/broccoli.html).

Cantwell, M., (2002). Postharvest Handling Systems: minimally processed fruits and vegetables. U.S.A., <http://vric.ucdavis.edu/selectnewtopic.minproc.htm>.

Carole Paradis, François Castaigne, Thérèse Desroisiers, Jacinthe Fortin, Natalie Rodrigue and Claude Willemot., 1996. Sensory, nutrient and chlorophyll changes in broccoli florets during controlled atmosphere storage. Journal of Food Quality, 19, 303-316.

Danish Technological Institute Packaging and Transport (2008). Packing Fresh Fruit and Vegetables. GUIDE Packing Fresh Fruit and Vegetables Danish.

Farber,J.M(1991).Microbiological Aspect of Modified-Atmosphere packaging-a review. Journal of food protection, 54,58-70.

Garcia, E., L., and Barrett, D., M., (2002). Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. In: Fresh-cut Fruits and Vegetables, Science, Technology, and Market. Ed: Lamakanra, O., Technomic Publishing Company, CRC Press, Boca Raton, Fl., pp. 267-303.

Gomez-Lopez, V., M., (2006). *Decontamination treatments to prolong the shelf-life of minimally processed vegetables*. Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of doctor (Ph.D) in Applied Biological Sciences. Faculty of Bioscience Engineering, University of Ghent.

Gorny, J.R. 1997. A summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh-cut (minimally-processed) fruits and vegetables. In: J. Gorny (ed) Fresh-cut fruits and vegetables and MAP. Postharvest Hort. Series No. 19, Univ. Calif., Davis CA, CA'97 Proc. 5:30-66.

Jacobsson Annelie, Tim Nielsen, Ingegerd Sjöholm, 2004a. "Effects of type of packaging material on shelf-life of fresh broccoli by means of changes in weight, colour and texture", *European Food Research Technology* 218:157–163.

Jacobsson Annelie, Tim Nielsen, Ingegerd Sjöholm, Karin Wendin, 2004b. "Influence of packaging material and storage condition on the sensory quality of broccoli" *Food Quality and Preference* 15:301–310.

Jones, R.B., Faragher, J.D., Winkler, S., 2006. A review of the influence of postharvest treatments on quality and glucosinolate content in broccoli heads. *Postharvest Biol. Technol.* 41, 1-8.

Jones, R.B., Faragher, J.D., Winkler, S., 2006. A review of the influence of postharvest treatments on quality and glucosinolate content in broccoli heads. *Postharvest Biology and Technology* 41, 1-8.

Kader, A. A., et al.(1989). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28(1), 1–30.

Kader, A.A. 1997. A summary of CA requirements and recommendations for fruits other than apples and pears. In: A. Kader (ed) Fruits other than apples and pears. Postharvest Hort. Series No. 17, Univ. Calif., Davis CA, CA'97 Proc. 2:1-36.

Kader, A.A., 1987. Respiration and gas exchange of vegetables. In: Postharvest Physiology of vegetables, Weichmann, J. (Ed.), p. 25. Marcel Dekker Inc., New York.

Kader.A.a.1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruits and vegetables. *Food Technol.*40(5):99.

Kappel, F., Toivonen, P., McKenzie, D.L., Stan, S., 2002. Storage characteristics of new sweet cherry cultivars. *HortScience* 37, 139-143.

King,G.A.and Morris,S.C.,1994. Physiological changes of broccoli during early postharvest senescence and through the preharvest-postharvest continuum. *J.Am.Soc.Hort.Sci.*,119: 270-275.

Kupferman, E. 1997. Controlled atmosphere storage of apples. In: E.J. Mitcham (ed) Apples and Pears. Postharvest Hort. Series No. 16, Univ. Calif., Davis CA, CA'97 Proc. 3:1-30.

Kurki, L., 1979. Leek quality changes in CA-storage. *Acta Hort.* 93, 85-90.

Lebermann, 1968. Postharvest changes of broccoli stored in modified atmospheres. 1. Respiration of shoots and color of flower heads. *Food Technol.* 22, 487-518.

Lebermann, K.W., Nelson, A.I., Steinberg, M.P., 1968. Postharvest changes of broccoli stored in modified atmospheres. 1. Respiration of shoots and color of flower heads. *Food Technol.* 22, 487-518.

Lipton, W.J., Harris, C.M., 1974. Controlled atmosphere effects on the market quality of stored broccoli. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 99, 200-205.

Makhlouf, J., F. Castaign, J. Arul, C. Willemot, and A. Gosselin. (1989). Long-term storage of broccoli under CA. *HortScience* 24: 637-639.

Martinez-Romero, D., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M., 2003. Modified atmosphere packaging maintains quality of table grapes. *J. Food Sci.* 68, 1838-1843.

Mitchell, F.G., Mayer, G., Biasi, W., 1992. Effect of harvest maturity on storage performance of Haward kiwifruit. *Acta Hort.* 297, 617-625.

Omarfa Food Safety and Environment Division, (2003). Minimally Processed Vegetable Risk Assessment, Introduction and Summary. Food Safety Risk Assessment, Foods of Plants Origin, Ontario. [http://www.omarfa.gov.on.ca/english/food/inspection/fruitveg/riskassessment\\_pdf/mpv/30ra.pdf](http://www.omarfa.gov.on.ca/english/food/inspection/fruitveg/riskassessment_pdf/mpv/30ra.pdf).

Pogson, J.B., Morris, S.C., 1997. Consequences of cool storage of broccoli on physiological and biochemical changes and subsequent senescence. *C. J. Am. Soc. Hort. Sci.* 122, 553-558.

Prince, T., A., (1989). Modified atmosphere packaging of horticultural commodities. In: *Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packaging of Foods*. Ed: Brody, A., L., pp. 67-117. Food & Nutrition Press, Inc, Trumbull, Connecticut.

Rakotonirainy, A. M., Wang, Q., & Padua, G. W. (2001). Evaluation of zein films as Richardson, D.G. and E. Kupferman. 1997. Controlled atmosphere storage of pears. In: E.J. Mitcham (ed) *Apples and pears. Postharvest Hort. Series No. 16*, Univ. Calif., Davis CA, CA'97 Proc. 2:31-35.

Richardson, D.G. and E. Kupferman. 1997. Controlled atmosphere storage of pears. In: E.J. Mitcham (ed) *Apples and pears. Postharvest Hort. Series No. 16*, Univ. Calif., Davis CA, CA'97 Proc. 2:31-35.

Ryall, A.L., and Lipton, W.J., 1979. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Vol. I. Vegetables and melon AVI, Westport. C.T.

Sams Carl E., 1999 "Preharvest factors affecting postharvest texture" *Postharvest Biology and Technology* 15:249-254.

Saltveit, M.E. 1997. A summary of CA and MA recommendations for harvested vegetables. In: M.E. Saltveit (ed) *Vegetables and ornamentals. Postharvest Hort. Series No. 18*, Univ. Calif., Davis CA, CA'97 Proc. 4:98-117.

Salunkhe, D.K. and Desai, B.B. (1984). Post-Harvest Biotechnology of Vegetables. Vol.I. CRC Press, Boca Raton, FA.

Serrano, M., Martinez-Romero, d., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D., 2006. Maintenance of broccoli quality and functional properties during cold storage as affected by modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology* 39, 61-68.

Shewfelt.(1986).Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. *Food Technol.*40(5), 70.

Tareq, A-A., Hotchkiss, J., H., (2002). Application of Packaging and Modified Atmosphere to Fresh-cut Fruits and Vegetables, In: *Fresh-cut Fruits and Vegetables, Science, Technology, and Market*. Ed: Lamikanra, O., Technomic Publishing Company, CRC Press, Boca Raton, Fl., pp. 311-344.

Toivonen, P.M.A., DeEll, J.R., 2001. Chlorophyll fluorescence, fermentation product accumulation, and quality of stored broccoli in modified atmosphere packages and subsequent air storage. *Postharvest Biol. Technol.* 23, 61–69.

Toivonen, P., M., A., DeEll, J., R., (2002). Physiology of fresh-cut fruits and vegetables. In: *Fresh-cut Fruits and Vegetables, Science, Technology, and Market*. Ed: Lamikanra, O., Technomic Publishing Company, CRC Press, Boca Raton, Fl., pp. 91-123.

Toivonen, P.M.A., 1997. The effects of storage temperature, storage duration, hydro-cooling, and micro-perforated wrap on shelf life of broccoli (*Brassica oleracea* L., Italica Group). *Postharvest Biol. Technol.*10, 59–65.

Toivonen, P.M.A., Sweeney, M., 1998. Differences in chlorophyll loss at 13 °C for two broccoli (*Brassica oleracea* L.) cultivars associated with antioxidant enzyme activities. *J. Agric. Food Chem.* 46, 20–24.

Wang, C.Y., Qi,L., 1997. Modified atmosphere packaging alleviates chilling injury in cucumbers. *Postharvest Biol. Technol.* 10, 195-200.

Watada, A., E., Ko, N., P., and Minott, A., D., (1996). Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biology and Technology* 9: 115-125.

Watada, A., E., Qi, L., (1998). Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biol. Technol.*15, 201-205.

Zhuang, H., Hidebrand, D.F., Barth, M.M., 1995. Senescence of broccoli buds is related to changes in lipid peroxidation. *J. Agric. Food Chem.* 43, 2585–2591.

Zhuang, H., Hidebrand, D.F., Barth, M.M., 1997. Temperature influenced lipid peroxidation and deterioration in broccoli buds during post-harvest storage. *Postharvest Biol. Technol.* 10, 49–58.

Αρβανιτογιάννης, Σ., Ι., Μπονσέα, Λ., (2001). Στοιχεία Τεχνολογίας, Μεταποίησης & Συσκευασίας Τροφίμων. Εκδ. University Studio Press A. E., Θεσσαλονίκη.

Βασιλακάκης, Μ., (2006). Μετασυλλεκτική φυσιολογία - Μεταχείριση οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία. Εκδ. Γαΐταγάνη, Θεσσαλονίκη.

Μανωλοπούλου, Ε., (2000). Εργαστηριακές σημειώσεις. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής.

Μπλούκας, Γ., Ι., (2004a). Επεξεργασία & Συντήρηση Τροφίμων. Εκδ. Αθ. Σταμούλη, Αθήνα.

Μπλούκας, Γ., Ι., (2004b). Συσκευασία Τροφίμων. Εκδ. Αθ. Σταμούλη, Αθήνα.

Παρασκευόπουλος, Κ., Π., (2006). Σύγχρονη Λαχανοκομία. Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα.

Ποδηματάς Κ., (2008). «Πρακτικές Άσκησης Βιολογικής Γεωργίας», Εκπαιδευτικές Σημειώσεις ΤΕΙ Λάρισας.

Σφακιωτάκης, Ε., (2004). Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων. Εκδ. tyro Man, Θεσσαλονίκη.

Τεγόπουλος – Φυτράκης, (2002). Μείζον Ελληνικό Λεξικό (MEL), Ηλεκτρονική έκδοση.

#### Internet sites:

(1): (<http://www.compo.gr/lahano.htm>).

(2): ([http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/cabbage/growth01\\_cab.htm](http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/cabbage/growth01_cab.htm)).

(3): ([http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/cabbage/growth01\\_cab.htm](http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/cabbage/growth01_cab.htm)).

(4): ([http://www.organic-europe.net/country\\_reports/greece/default.asp](http://www.organic-europe.net/country_reports/greece/default.asp)).

(5): ([http://www.itr.si/javno/youth\\_farm/el/quality-food5.html](http://www.itr.si/javno/youth_farm/el/quality-food5.html)).