

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
( ΑΤΕΙ ) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ (ΣΤΕΓ)  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (ΦΠ)



**ΘΕΜΑ:**

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ  
ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ  
(ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ) ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ  
ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΜΑΡΑΘΗΝ».**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**  
της σπουδάστριας **Κακογιάννη Αικατερίνης**

Καλαμάτα, Νοέμβριος 2010

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
( ΑΤΕΙ ) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ (ΣΤΕΓ)  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (ΦΠ)

**ΘΕΜΑ:**

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ  
ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ  
(ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ) ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ  
ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ MARATHON».**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**  
της σπουδάστριας **Κακογιάννη Αικατερίνης**

**Επιβλέπουσες : Δρ. Μανωλοπούλου Ελένη,  
Ρεκούμη Κωνσταντίνα**

Καλαμάτα, Νοέμβριος 2010

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Για την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής μελέτης θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στις καθηγήτριες Κυρία Μανωλοπούλου Ελένη, Κυρία Ρεκούμη Κωνσταντίνα και στη Κυρία Ψυχογιού Σταματίνα για τις χρήσιμες συμβουλές και επεμβάσεις τους καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Καθώς επίσης για το χρόνο που μου αφιέρωσαν και την επιστημονική υποστήριξη που μου προσέφεραν, διευκολύνοντας έτσι τη συγγραφή της παρούσας πτυχιακής μελέτης.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Τ Ε Ι Κ Α Λ Α Μ Α Τ Α Σ Τ Μ Η Μ Α Ε Κ Δ Ο Σ Ι Ε Ω Ν & Β Ι Β Λ Ι Ο Θ Η Κ Η Σ	Σελ.
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ		1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ		2
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>		
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>		
1.1 ΓΕΝΙΚΑ		3
1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗ		4
1.3. ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ		5
1.4. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ – ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ		5
1.5. ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΣ		7
1.5.1 ΚΛΙΜΑ		7
1.5.2 ΈΔΑΦΟΣ		7
1.6.ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ		8
1.6.1 ΛΙΠΑΝΣΗ		8
1.6.3 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ		9
1.6.4 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ		10
1.7. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ		11
1.7.1 ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ		12
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>		
<b>2. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ</b>		
2.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ		16
2.2 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ		17
2.3 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ		18



**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

<b>3. ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΑ ΦΡΟΥΤΑ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΑ</b>	<b>20</b>
3.1 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ «ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ» ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ.	21
3.2 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ «ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ» ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ	23
3.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ «ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ» ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΜΕ ΜΑΡ	24
<b>ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</b>	<b>26</b>

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

<b>4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	
4.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	28
4.1.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	28
4.1.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ Α΄ ΥΛΗΣ	30
4.1.3 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ	30
4.1.4. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	31
4.1.5 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ – ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	40

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

5.1 ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΗΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΚΑΙ ΑΝΘΙΔΙΩΝ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ.	41
5.2 ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ	43
5.3 ΑΠΩΛΕΙΑ ΒΑΡΟΥΣ	46
5.4 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΥΦΗΣ	50
5.5 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	52
5.5.1 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑΣ L*	52
5.5.2 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ (C*)	56
5.5.3 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΧΡΟΙΑΣ (H*)	58

5.6 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ	61
5.7 ΞΗΡΑ ΟΥΣΙΑ	63
5.8 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	65
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</b>	
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	68
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>69</b>

## Π Ι Ν Α Κ Α Σ Π Α Ρ Α Μ Ε Τ Ρ Ω Ν

<b>MAP</b>	Modified Atmosphere Packaging (Συσκευασία με Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα)
<b>MPV</b>	Minimally Processed Vegetables (Ελάχιστα Επεξεργασμένα Λαχανικά)
<b>PELD-30</b>	Low-density polyethylene (Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας)
<b>PVC</b>	Polyvinyl Chloride (Πολυβινυλοχλωρίδιο)
<b>PE</b>	Polyethylene (Πολυαιθυλένιο)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Μετασυλλεκτικών - Μετασυγκομιστών χειρισμών-Τυποποίησης, του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της επίδρασης της τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP) στα ποιοτικά χαρακτηριστικά «ελάχιστα επεξεργασμένου» μπρόκολου (*Brassica oleracea var. Italica L.*) ποικιλίας Marathon.

Για τις ανάγκες της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν σπορόφυτα ποικιλίας Marathon που καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες όγκου 11 L, στο αγρόκτημα του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας (εργαστήριο Λαχανοκομίας). Έγιναν δύο καλλιέργειες, η πρώτη τον Οκτώβριο του 2008 και η δεύτερη τον Οκτώβριο του 2009.

Για τη συσκευασία του μπρόκολου χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου (PE) χαμηλής πυκνότητας πάχους 30μm. γνωστής περατότητας. Η θερμοκρασία αποθήκευσης ήταν 0°C και 5°C, η δε διάρκεια συντήρησης 14 ημέρες.

Οι παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν: α) η επίδραση της κοπής (τραυματισμός) στην αναπνευστική δραστηριότητα του μπρόκολου, β) η μεταβολή των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών, γ) η απώλεια βάρους, δ) η μεταβολή της υφής ε) η μεταβολή του χρώματος στ) η μεταβολή της περιεχόμενης χλωροφύλλης, ξ) η μεταβολή της ξηράς ουσίας, η) η συνολική οπτική αξιολόγηση των ανθιδίων. Η αξιολόγηση έγινε από μία ομάδα 6 ατόμων.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1****1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ****1.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Το μπρόκολο (*Brassica oleracea* var. *Italica* L.) είναι ετήσιο φυτό, προήλθε δε από το άγριο λάχανο μετά από συνεχείς καλλιέργειες που είχαν ως σκοπό την εξέλιξη των ταξιανθιών. Συσχετίζεται πολύ με το κουνουπίδι δεδομένου ότι και τα δύο καλλιεργούνται για τις συστάδες των κλειστών οφθαλμών και των τρυφερών μίσχων. Η λέξη «brocco» Ιταλικά σημαίνει το νεαρό βλαστό, τον οφθαλμό, ή το βλαστό και προέρχεται από το λατινικό «brachium» που σημαίνει βραχίονας ή κλάδος (Αποη,2009). Είναι φυτό που αναπτύσσεται γρήγορα και μπορεί να φθάσει σε ύψος τα 50-90 cm, φέρει δε πυκνές ταξιανθίες στο άκρο του κεντρικού άξονα και των κλάδων. Τα χρώματα των ανθοκεφαλών ποικίλουν από πράσινο έως μωβ ανάλογα με την ποικιλία. Τα φύλλα του είναι στενά, σαρκώδη και οι κεφαλές μικρές. Υπάρχουν πολλές ποικιλίες οι οποίες διακρίνονται ως προς το χρώμα των κεφαλών και την πρωιμότητα, όπως η πρώιμη άσπρη και η όψιμη που σχηματίζουν μεγάλες κεφαλές (Παρασκευόπουλος, 1990) και που καλλιεργούνται στις Εύκρατες και ψυχρές περιοχές, αφού το μπρόκολο είναι ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες. Ο πολλαπλασιασμός του γίνεται με σπορά, είτε απευθείας στον αγρό είτε σε σπορεία και στη συνέχεια γίνεται μεταφύτευση των φυταρίων. Το μπρόκολο ευνοείται από την υγρασία και θέλει καλό πότισμα όταν φυτευτεί. Βλαστάνει όψιμα και ανθίζει τον επόμενο χρόνο. Η σπορά του γίνεται τον Ιούλιο-Αύγουστο και η μεταφύτευση του μετά από ενάμιση μήνα. Η συγκομιδή των ανθοκεφαλών γίνεται αργά το Χειμώνα ή νωρίς την Άνοιξη, 60-100 μέρες μετά από τη φύτευση ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και την ποικιλία. Η κεντρική ανθοκεφαλή συγκομίζεται όταν είναι ακόμα σφιχτή και συμπαγής, προτού ανοίξουν τα ανθίδια. Οι δευτερεύοντες βλαστοί αναπτύσσονται όταν αφαιρεθεί η κεντρική ανθοκεφαλή. Η γεύση του μπρόκολου είναι κάτι ενδιάμεσο μεταξύ λάχανου και κουνουπιδιού. Τρώγεται βραστό σαν σαλάτα, μαγειρεμένο, ωμό και στο ξύδι (τουρσί). Το εδάδιμο 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 η καλλιέργεια αναπτύχθηκε πολύ αφού αυξήθηκε και η ζήτηση. (Apon,2009)

Οι συνιστώμενες συνθήκες ψυχοσυντήρησης είναι: θερμοκρασία 0°C και σχετική υγρασία 98-100%. Στην περίπτωση συντήρησης με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, η σύνθεση της ατμόσφαιρας πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 1-2% για το O<sub>2</sub> και 5-10% για το CO<sub>2</sub> (Makhlouf et al., 1989; Cantwell and Suslow, 1999).

## 1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

**Πίνακας 1 : Βοτανική Ταξινόμηση Μπρόκολου.**

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

Το μπρόκολο (*Brassica oleracea* var. *Italica* L.) ή λαχανώδης κράμβη Λ. είναι μέλος της οικογένειας Brassicaceae (Σταυρανθή) με ανθικό τύπο \*K<sub>4</sub>Σ<sub>4</sub>A<sub>4+2</sub>Γ<sub>(2)</sub>, η οποία ανήκει στην τάξη των ροιαδωδών, της κλάσης των δικοτυλήδωνων.

Περιλαμβάνει ετήσια, διετή ή πολυετή ποώδη φυτά, με ποικιλόμορφα κατ'εναλλαγή φύλλα, που ευδοκιμούν στην εύκρατη ζώνη του βόρειου ημισφαιρίου. Ο συνολικός αριθμός των ειδών που ανήκουν στην οικογένεια Brassicaceae είναι 2000 περίπου, από τα οποία 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 τέλος για την εξαγωγή ελαίου. Τα πιο γνωστά είδη που ανήκουν στην οικογένεια των σταυρανθών είναι το μπρόκολο, το κουνουπίδι, η λαχανίδα, το κραμβολάχανο, τα γογγύλια, τα σινάπια, το γουλί, η μαύρη βρούβα, το ρεπάνι κ.ά.

Τα άνθη τους είναι αρρενοθήλεα, συνήθως ακτινωτά, η στεφάνη τους αποτελείται από τέσσερα πέταλα, ο κάλυκας τους από τέσσερα σέπαλα, έχουν έξι στήμονες και η ωοθήκη τους είναι επιφυής χωρισμένη σε δύο χώρους από ένα λεπτό



διάφραγμα (ψευδοδιάφραγμα) πάνω στο οποίο ευρίσκονται τα σπέρματα. Τα άνθη σχηματίζουν βοτρυοειδείς ταξιανθίες, ο δε καρπός τους είναι κέρασ μακρύ με πολυάριθμους σπόρους. Όταν οι καρποί ωριμάσουν, ανοίγουν μόνοι τους, και τα σπέρματα που περιέχουν ελευθερώνονται. Τα σπέρματα είναι ελαιούχα, πολλές φορές καυστικά, με μεγάλο έμβρυο και σχεδόν χωρίς ενδοσπέρμιο.

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 όξινο θειικό 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.). (Anon,2009a)

### 1.3. ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το μπρόκολο κατάγεται από την Ευρώπη και τη Μέση Ανατολή. Ένας πρόγονός του, παρόμοιος με κατσαρό λάχανο, βρισκόταν στα περιβόλια από την εποχή της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας. Στην Ευρώπη στη διάρκεια του Μεσαίωνα, οι λαχανόκηποι υπήρξαν σημαντικότετη πηγή διατροφής. Το μπρόκολο είναι από τα λίγα λαχανικά τα οποία απέκτησαν μεγάλη δημοτικότητα παγκοσμίως τα τελευταία χρόνια.

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 από τους Ιταλούς 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 (Anon., 2009b).

### 1.4. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ – ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Το μπρόκολο είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά. Έχει σημαντικές ποσότητες ασβεστίου, καλίου, μαγνησίου, σεληνίου, σιδήρου, φυλλικού οξέος,

βιταμίνης A, βιταμίνης B1, βιταμίνης C και σχεδόν όλα τα υπόλοιπα ιχνοστοιχεία και βιταμίνες, ενώ αποτελεί κύρια πηγή κυτταρινών (Αnon, 2009c). και είναι πλούσιο σε φυτικές ίνες. 100 g νωπού μπρόκολου προσφέρουν μόλις 26 θερμίδες στον οργανισμό. Έχει ελάχιστες ποσότητες λιπιδίων.

**Πίνακας 2. Διατροφική αξία μπρόκολου.**

Θρεπτικά Συστατικά	Περιεκτικότητα ανά 100 g. νωπού ιστού
Νερό (g)	88,2
Πρωτεΐνες (g)	4,4
Ενέργεια (KJ)	138
Υδατάνθρακες (g)	1,8
Πρωτεΐνες (g)	3,1
Λίπη (g)	0,9
Ασβέστιο (mg)	56
Βιταμίνη A (mg)	0,10
Βιταμίνη C (mg)	90
Καροτένιο (μg)	575
Κάλιο (mg)	370
Χλώριο (mg)	100
Ολικά σάκχαρα (g)	1,5

Για να καταλάβουμε πόσο σημαντική πηγή ασβεστίου είναι το μπρόκολο, αρκεί να αναφερθεί ότι ένα συγγενικό του λαχανικό, το κουνουπίδι, έχει μόλις 21 mg ασβεστίου/100g νωπού βάρους έναντι 56 του μπρόκολου. Παρόλο που το μπρόκολο περιέχει 88,2% νερό συνεισφέρει στο διαιτολόγιο σημαντικές ποσότητες θρεπτικών ουσιών. Θεωρείται ότι περιέχει ουσίες με αντικαρκινική δράση, διότι περιέχει υψηλά επίπεδα «γλυκοζιδάσης» η οποία όταν διασπάται στον οργανισμό παράγει μια άλλη ουσία «ισοθιοκινάτες» που αποτελεί έναν από τους ισχυρότερους αντικαρκινικούς παράγοντες της διατροφής. Το μπρόκολο είναι σημαντικός σύμμαχος του οργανισμού έναντι των καρδιαγγειακών νοσημάτων και άλλων ασθενειών (Αnon., 2009c).

Εκτός από την αντικαρκινική του δράση βρέθηκε ότι έχει και αντιμικροβιακή. Μάλιστα θεωρείται ότι η ουσία «σουλφοραφάνη» που περιέχει, μπορεί να εξουδετερώσει το ελικοβακτηρίδιο του πυλωρού το οποίο είναι η αιτία του έλκους του στομάχου( Αnon., 2009d).

Η ουσία «σουλφοραμάνη» που περιέχει πιθανολογείται ότι προστατεύει τα κύτταρα του ματιού από την υπεριώδη ακτινοβολία. Με όσο περισσότερη σουλφοραμάνη «οπλιστούν» τα κύτταρα του αμφιβληστροειδούς πριν από την έκθεση στον ήλιο, τόσο μεγαλύτερη η άμυνα απέναντι στις βλαβερές του επιδράσεις. Λόγω της Βιταμίνης C του ασβεστίου και του καλίου που περιέχει σε μεγάλες ποσότητες, προφυλάσσει από την οστεοπόρωση, παρέχει προστασία κατά της στεφανιαίας νόσου και είναι ευεργετικό για την ισορροπία των υγρών του σώματος και της αρτηριακής πίεσης. Τέλος, το μπρόκολο αποτελεί καλή πηγή διαλυτών φυτικών ινών, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση της LDL-χοληστερόλης για αυτό και συστήνεται η συχνή του κατανάλωση (Αnon., 2009b).

## 1.5. ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΣ

### 1.5.1 Κλίμα

Το μπρόκολο είναι λιγότερο απαιτητικό σε κλιματικές συνθήκες σε σύγκριση με το κουνουπίδι και το λάχανο. Για την παραγωγή καλής ποιότητας προϊόντος οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες πρέπει να κυμαίνονται γύρω στους 16 °C ή και χαμηλότερα. Το φυτό είναι ευαίσθητο και υφίσταται ζημιές από θερμοκρασίες παγετού μετά το σχηματισμό των ανθοταξιών. Υπάρχουν διαφοροποιήσεις μεταξύ ποικιλιών όσον αφορά την ανάγκη έκθεσής τους σε χαμηλές θερμοκρασίες για το σχηματισμό ανθικών στελεχών (Αnon,2009). Για παράδειγμα , οι πρώιμες και μέσης πρωιμότητας ποικιλίες δεν απαιτούν περίοδο χαμηλών θερμοκρασιών ενώ οι όψιμες και αυτές που καλλιεργούνται το χειμώνα απαιτούν χαμηλές θερμοκρασίες πριν την άνθιση για πρόκληση εαρινοποίησης. Χρειάζεται επομένως προσοχή κατά την επιλογή της ποικιλίας που θα καλλιεργηθεί σε μια περιοχή ώστε να εξασφαλίζονται οι αναγκαίες κλιματικές συνθήκες που απαιτεί. (Αnon,2009).

### 1.5.2 Έδαφος

Το μπρόκολο ευδοκimei στους περισσότερους τύπους εδαφών αρκεί να διαθέτουν επαρκή γονιμότητα και υγρασία. Για πρώιμες φυτεύσεις, (τέλος Χειμώνα –αρχές Άνοιξης), καταλληλότερα εδάφη είναι τα ελαφρά αμμώδη ως αμμοπηλώδη που στραγγίζουν καλύτερα και θερμαίνονται ταχύτερα σε σύγκριση με τα βαρέα πηλώδη εδάφη. Για όψιμες φυτεύσεις, (τέλος Άνοιξης-αρχές καλοκαιριού),

καταλληλότερα είναι τα βαρύτερα εδάφη (π.χ. πηλώδη) που έχουν μεγαλύτερη υδατοϊκανότητα. Εδάφη τα οποία αερίζονται καλά, στραγγίζουν καλά, έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, είναι γόνιμα, ασφαλώς και δίνουν υψηλές αποδόσεις και προϊόντα καλύτερης ποιότητας

Προτιμά εδάφη με pH 5.5-7, έχει μεγάλες απαιτήσεις σε νερό αλλά υποφέρει σε εδάφη που συγκρατούν πάρα πολύ νερό.

## 1.6.ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

### 1.6.1 ΛΙΠΑΝΣΗ

Στις παραδοσιακές μεθόδους καλλιέργειας του μπρόκολου όπου κατά την προετοιμασία του εδάφους εφαρμόζεται η βασική λίπανση με φώσφορο , κάλιο και άζωτο, κατά την ανάπτυξη του εφαρμόζονται μια ή περισσότερες επιφανειακές λιπάνσεις με άζωτο. Εάν εφαρμόζεται το σύστημα υδρολίπανσης δηλαδή όλα τα θρεπτικά στοιχεία που απαιτεί η καλλιέργεια δίνονται δια μέσου του νερού άρδευσης, τότε οι θρεπτικές ανάγκες του φυτού για όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία ικανοποιούνται δια μέσου του νερού άρδευσης.

Το μπρόκολο είναι φυτό μεγάλων απαιτήσεων σε άζωτο και κάλιο και μέτριων απαιτήσεων σε φώσφορο, μαγνήσιο, θείο και ασβέστιο. Μια ενδεικτική αναλογία των λιπαντικών μονάδων που ενδείκνυται για την καλλιέργεια του μπρόκολου είναι η ακόλουθη: 15-35 Kg αζώτου, 10-15 Kg φωσφόρου, 20-40 Kg κάλιο και 5 Kg μαγνησίου ανά στρέμμα. Η σωστή δόση αζώτου είναι καθοριστική γιατί παίζει σπουδαίο ρόλο στην ομαλή πορεία ανάπτυξης σύμφωνα με το βλαστικό τύπο και κύκλο του υβριδίου ή της ποικιλίας. (Anon,2009)

### 1.6.2 ΑΡΔΕΥΣΗ

Το μπρόκολο και γενικά τα σταυρανθή λαχανικά έχουν ανάγκη αρδεύσεων ακόμη και όταν αναπτύσσονται κατά τη περίοδο του χειμώνα, διότι η κατανομή των βροχών δεν είναι ομοιόμορφη. Η συχνότητα εφαρμογής του νερού και η ποσότητα του, είναι ανάλογη με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, του τύπου του εδάφους και του σταδίου ανάπτυξης των φυτών. Οι ανάγκες σε νερό αυξάνουν με την



ανάπτυξη των φυτών για αυτό πρέπει την περίοδο αυτή οι αρδεύσεις να γίνονται πιο συχνά μέχρι το τέλος της συγκομιδής .

Η ποιότητα του νερού άρδευσης είναι σημαντική προκειμένου να εξασφαλιστούν υψηλές αποδόσεις. Για παράδειγμα έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε συγκέντρωση βορίου και είναι μετρίως ανθεκτικά στην αλατότητα του εδάφους (Αnon,2009)

### 1.6.3 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Ο χρόνος που απαιτείται από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή εξαρτάται από το είδος ,τις κλιματικές συνθήκες, τη θρέψη, τις συνθήκες άρδευσης, την ποικιλία. Είναι πολύ δύσκολο να προβλέψει κανείς με ακρίβεια το χρόνο συγκομιδής .Μια γενική προσέγγιση επιχειρείται στο πίνακα 3 .

**Πίνακας 3 .Εύρος θερμοκρασιών στο σπορείο και ημέρες από μεταφύτευση μέχρι συγκομιδή του μπρόκολου .**

Είδος	Θερμοκρασία βλάστησης ( °C )	Ημέρες στο σπορείο	Ημέρες από μεταφύτευση μέχρι τη συγκομιδή
Μπρόκολο	10 - 30	30	55 - 150

Η συγκομιδή του μπρόκολου ξεκινά από την κεντρική ανθοκεφαλή (κορυφαία) όταν αυτή φθάσει σε εμπορεύσιμο μέγεθος, τα άνθη είναι μικρά και η κεφαλή είναι συνεκτική. Καθυστέρηση στη συγκομιδή έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη των ανθέων, τη χαλάρωση της ανθοκεφαλής και την υποβάθμιση της ποιότητας . Μετά την αφαίρεση της κεντρικής ανθοκεφαλής δίνεται η ευκαιρία στην ανάπτυξη των πλευρικών ανθοκεφαλών, οι οποίες συγκομίζονται όταν φτάσουν στο κατάλληλο μέγεθος, Κατά τη συγκομιδή οι ανθοκεφαλές κόβονται με μέρος του στελέχους μήκους 10 -15 εκ. περίπου, συσκευάζονται σε κιβώτια και προωθούνται στην αγορά. (Αnon,2009)

#### 1.6.4 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Οι ποικιλίες διακρίνονται στις πρώιμες, μέσης προωμίσης και όψιμες, η επιλογή των οποίων γίνεται ανάλογα με την εποχή καλλιέργειας τον επιθυμητό τύπο του προϊόντος, τις αποδόσεις και άλλα.

Ορισμένες Ποικιλίες μπρόκολου που διατίθενται στην Ελλάδα είναι :

- i. **Marathon:** Είναι μία από τις πολύ καλές ποικιλίες η οποία καλλιεργείται κυρίως Αύγουστο – Οκτώβριο. Διάρκεια βιολογικού κύκλου 80-90 ημέρες. Παρουσιάζει ανοχή στον περονόσπορο.
- ii. **15G-20-7019:** Μονοκέφαλο υβρίδιο, πρώιμης ωρίμανσης με εξαιρετικής ποιότητας κεφαλή.
- iii. **Greenbelt:** Ποικιλία που καλλιεργείται κυρίως τον Αύγουστο για φθινοπωρινή παραγωγή. Διάρκεια βιολογικού κύκλου 75 – 80 ημέρες. Παρουσιάζει ανοχή στις υψηλές θερμοκρασίες και στον περονόσπορο.
- iv. **Cumbal F1 “Clause” :** Υβρίδιο με πολύ συνεκτική και εξαιρετικής ποιότητας κεφαλή. Διάρκεια βιολογικού κύκλου 90 – 100 ημέρες. Συνιστώμενη εποχή καλλιέργειας το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Παρουσιάζει καλή ανοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλή ανοχή στο *Xanthomonas campestris*.
- v. **Poseidon :** Ποικιλία κατάλληλη και για περιορισμένης γονιμότητας εδάφη. Διάρκεια βιολογικού κύκλου 70 ημέρες. Συνιστώμενη εποχή καλλιέργειας από Αύγουστο έως Σεπτέμβριο. Παρουσιάζει ανοχή στον περονόσπορο.
- vi. **Steel F1 :** Υβρίδιο κατάλληλο για νοπή κατανάλωση και για βιομηχανία. Εμφανίζει βαρύ κεφάλι και ικανοποιητικού μεγέθους παραπούλια. Πολύ ανθεκτικό στο κορύφωμα του βλαστού. Πολύ ανθεκτικό στο κούφωμα του βλαστού και πολύ καλή παραγωγικότητα. Παρουσιάζει ανοχή στο ωίδιο. Διάρκεια βιολογικού 80 – 120 ημέρες. Συνιστώμενη εποχή καλλιέργειας το φθινοπώρου.
- vii. **NS 13106 F1 :** Υβρίδιο πολύ συνεκτικό με μικρό σκούρο πράσινο άνθος. Παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες και στο ξεβλάστωμα. Διάρκεια βιολογικού κύκλου 75 ημέρες. Συγκομίζεται Μάιο – Νοέμβριο.
- viii. **Penta F1 :** Υβρίδιο μεγάλης εποχιακής προσαρμοστικότητας, κατάλληλο για πολύ όψιμη (χειμερινή) παραγωγή. Χαρακτηριστικό του γνώρισμα είναι η παραγωγή μεγάλου αριθμού από παραπούλια. Διάρκεια βιολογικού κύκλου 90



- 140 ημέρες. Παρουσιάζει ανοχή στο ωίδιο. Συνιστώμενη εποχή καλλιέργειας από το φθινόπωρο έως το χειμώνα. (Αnon,2009)

## 1.7. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Η γεωργία γενικά αφορά όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες κατά τις οποίες διάφοροι φυσικοί πόροι και παράγοντες (έδαφος, φυτά, ζώα και άλλα) χρησιμοποιούνται για την παραγωγή προϊόντων τα οποία σκοπό έχουν να ικανοποιήσουν ορισμένες βασικές ανάγκες του ανθρώπου (διατροφή, ένδυση κ.α.) (Τζουμάκας,2009).

Υπολογίζεται ότι έχουν περάσει πάνω από 10.000 ως 12.000 χρόνια από τότε που ο άνθρωπος άρχισε να ασχολείται με τη γεωργία. Χάρη στα πλεονεκτήματα της (παραγωγή πολλαπλάσιας τροφής σε σχέση με την απλή συλλογή τροφής που βρίσκεται ελεύθερη στη φύση) αναπτύχθηκαν πολλοί αρχαίοι αλλά και νεότεροι πολιτισμοί. Όμως παρά το γεγονός ότι η ενασχόληση του ανθρώπου με τη γεωργία αποτελεί την αρχαιότερη ανθρώπινη δραστηριότητα, μετά το πέρασμα από το στάδιο κυνηγού-συλλέκτη τροφής, οι μέθοδοι και οι τεχνικές άσκησης της γεωργίας για πάρα πολλά χρόνια παρέμειναν σχεδόν ίδιες και η παραγωγικότητα της γεωργίας χαμηλή.

Μέχρι την εποχή του μεσοπόλεμου ο τρόπος άσκησης των διαφόρων κλάδων της γεωργίας δεν διέφερε και πολύ από εκείνο ο οποίος εφαρμοζόταν στα παλαιότερα χρόνια (πέρα από την μερική εκμηχάνιση των καλλιεργειών και την εφαρμογή ορισμένων φυτοπροστατευτικών προϊόντων με βάση το χαλκό και το θείο ή φυσικών ανόργανων ουσιών φυτικής προέλευσης όπως η ροτενόνη, η νικοτίνη και οι φυσικές πυρεθρίνες ) (Τζουμάκας,2009)..

Μετά το Β! παγκόσμιο πόλεμο αρχίζει η μαζική εφαρμογή νέων εισροών [η εισαγωγή σ' ένα οικοσύστημα (αγροτικό-τεχνητό ή φυσικό) πάσης φύσεως παραγόντων (βιοτικών και αβιοτικών) όπως ζώα, φυτά μικροοργανισμοί, λιπάσματα, φυτοφάρμακα, νερό, ενέργεια (ηλιακή, χημική, ηλεκτρική), τεχνολογία και τεχνικές, υλικά καλλιέργειας (π.χ. πλαστικά) κ.α.] στη γεωργία με τη μορφή συνθετικών αγροχημικών (φυτοφάρμακα- λιπάσματα), βελτιωμένων ποικιλιών φυτών, σύγχρονων μηχανικών μέσων και συστημάτων άρδευσης. Χάρη σ' αυτές τις εισροές επιτεύχθηκε μια σημαντικότερη βελτίωση στις αποδόσεις των καλλιεργούμενων φυτών και κατακόρυφη αύξηση στην παραγωγή των αγροτικών προϊόντων.

### 1.7.1 ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Η συμβατική γεωργία αποτελεί την κυριότερη μορφή άσκησης της γεωργίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Κύριος στόχος της είναι η αύξηση της γεωργικής παραγωγής και η βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων που παράγει. Οι στόχοι αυτοί είναι και οι μοναδικοί σ' αυτή τη μορφή άσκησης της γεωργίας. Στη συμβατική γεωργία (κλασική- χημική γεωργία), οι εισροές σε ενέργεια και ύλη είναι σχεδόν ανεξέλεγκτες ποιοτικά και ποσοτικά. Για την υλοποίηση της αύξησης της παραγωγής δεν λαμβάνεται υπόψη κανένας περιορισμός στις απαιτήσεις σε εισροές, αρκεί το τελικό οικονομικό αποτέλεσμα να είναι θετικό. Έχει υπολογισθεί, κατά την έναρξη της εφαρμογής χημικής-συμβατικής γεωργίας, ότι για το διπλασιασμό της παραγόμενης ποσότητας προϊόντων χρειάστηκε ο δεκαπλασιασμός των απαιτούμενων εισροών και κατά κύριο λόγο των χημικών μέσων (ανόργανα λιπάσματα και φυτοφάρμακα) (Τζουμάκας,2009)..

Αυτή όμως η «σπατάλη» εισροών στη συμβατική γεωργία δημιούργησε ποικίλα και σοβαρότατα προβλήματα μερικά από τα οποία είναι τα εξής :

➤ Υποβάθμιση των συντελεστών της παραγωγής όπως είναι το έδαφος και το νερό.

Η εκμετάλλευση των αγροσυστημάτων στη συμβατική γεωργία έχει οδηγήσει σε διάβρωση των εδαφών και στη ρύπανση των υπογείων και επιφανειακών υδάτων με κατάλοιπα από φυτοπραστατευτικά προϊόντα και λιπάσματα τα οποία έχουν επιβαρύνει τα εδάφη και τα νερά με νιτρικά άλατα τα οποία είναι επικίνδυνα για την υγεία. Υπάρχουν σοβαρότατες ενδείξεις ότι νιτρικά ιόντα ( $\text{NO}_3$ ) στον οργανισμό του ανθρώπου ανάγονται σε νιτρώδη ( $\text{NO}_2$ ) και στη συνέχεια σε νιτροζαμίνες οι οποίες θεωρούνται καρκινογόνες. Ο άνθρωπος μπορεί να προσλάβει νιτρικά ιόντα είτε από την κατανάλωση νερού το οποίο περιέχει νιτρικά και νιτρώδη ιόντα λόγω μόλυνσης του υδροφόρου ορίζοντα, είτε από την κατανάλωση φυλλωδών λαχανικών τα οποία έχουν τη τάση να συσσωρεύουν στα χιμοτοπία τους νιτρικά ιόντα, ιδιαίτερα όταν λιπαίνονται υπερβολικά με αζωτούχα λιπάσματα] (Τζουμάκας,2009).

➤ Δημιουργία κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία από τη χρήση τοξικών φυτοφαρμάκων (για τους παραγωγούς) και από την ύπαρξη τοξικών υπολειμμάτων στα τρόφιμα (για τους καταναλωτές).

- Διαταραχή της φυσικής ισορροπίας στα αγροσυστήματα με την καταστροφή των ωφέλιμων βιολογικών ειδών και με την ανάπτυξη ανθεκτικότητας εκ μέρους των επιβλαβών ειδών.
- Εξάντληση των φυσικών και ενεργειακών πόρων (π.χ. νερό, πρώτες ύλες για την παραγωγή λιπασμάτων και εφοδίων, ορυκτά καύσιμα κ.α.). Οι πηγές από τις οποίες προέρχονται όλες οι εισροές στη γεωργία δεν είναι ανεξάντλητες. Εκτός από την ηλιακή ενέργεια όλες οι άλλες εισροές σε ενέργεια και ύλη είτε κοστίζουν είτε είναι πεπερασμένες.

Μπροστά σ' αυτά τα προβλήματα γεννήθηκε η ιδέα της «αιιφόρου» ή αλλιώς αιιφορικής ανάπτυξης η οποία αφορά τη δραστηριοποίηση του ανθρώπου σε μια διαδικασία που σκοπό έχει τη συνεχή οικονομική ανάπτυξη αλλά που δεν οδηγεί σε καταστροφή του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων, χρήσιμων για τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Δηλαδή ανάπτυξη που να ικανοποιεί τις παρούσες ανάγκες αλλά και τις ανάγκες των μελλοντικών γενεών. Είναι σαφές ότι η συμβατική γεωργία δεν είναι σε θέση με τον τρόπο που ασκείται να θεωρηθεί ότι συμβάλει στην αιιφορική ανάπτυξη(Τζουμάκας,2009).

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2****2. 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 (Ε.Α, ΤΑ, 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).

Η θερμοκρασία που χρησιμοποιείται για τη συντήρηση των φυτικών τμημάτων, όπως άνθη, καρποί, φύλλα, σπόροι, κόνδυλοι, ριζώματα, βολβοί κλπ., κυμαίνεται από 0 έως 12°C, ανάλογα πάντα με το προϊόν. Κατά τη συντήρηση θα πρέπει να λάβουμε υπόψη το είδος του προϊόντος, την ποικιλία, το φυσιολογικό στάδιο κοπής του, το φορτίο των παθογόνων που φέρει, τη φυσική αντοχή του στους παράγοντες προσβολής, τις μηχανικές βλάβες και τις ιδιαιτερότητες της φυσιολογικής



συμπεριφοράς του. 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 της 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 μικροοργανισμών 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).

## 2.1 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 φυτοϋγείας, και τα συστήματα συντήρησης με ψύξη.
- Στους **προσυλλεκτικούς** παράγοντες περιλαμβάνονται: το γενετικό υλικό (ποικιλίες, υποκειμένα), το κλίμα (θερμοκρασία, βροχόπτωση, ηλιοφάνεια, υγρασία κλπ.), οι καλλιεργητικές τεχνικές και οι προσβολές από παθογόνους μικροοργανισμούς.

Όλοι αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν την ποιότητα και τη συντηρησιμότητα των οπωροκηπευτικών. Η διάρκεια συντήρησης περιορίζεται όταν έχουμε άφθονες βροχοπτώσεις, που ευνοούν την αύξηση της σπαργής των φυτικών κυττάρων. Γενικά, η εκτενής ηλιοφάνεια και η καθαρή ατμόσφαιρα ευνοούν την ποιότητα. Η σύσταση του εδάφους, η λίπανση και γενικότερα οι καλλιεργητικές μέθοδοι επηρεάζουν τη συντήρηση. Συγκεκριμένα το άζωτο σε μεγάλες ποσότητες επιδρά αρνητικά στη συντήρηση, το κάλιο επιτρέπει μακρά συντήρηση, ενώ όσον αφορά στα άλλα στοιχεία, θα πρέπει να βρίσκονται σε ικανοποιητικές ποσότητες. Οι καλλιεργητικές φροντίδες επηρεάζουν έμμεσα τη συντήρηση και πρέπει να σημειωθεί ότι η εφαρμογή άφθονου νερού τις τελευταίες εβδομάδες προ της συγκομιδής κρίνεται επιβλαβής, καθώς παρατηρούνται σκασίματα στην επιδερμίδα των φρούτων, μικρή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και σε αρωματικές ουσίες (Μανωλοπούλου, 2000; Σφακιωτάκης, 2004).

Το γενετικό υλικό και άλλοι φυσιολογικοί παράγοντες, όπως η ηλικία, η θέση και το φορτίο του δέντρου, παίζουν καθοριστικό ρόλο στη συντήρηση. Τα νέα δέντρα



γενικά, δίνουν φρούτα με πιο ευαίσθητα προϊόντα στις φυσιολογικές ασθένειες. Δέντρα με μικρό φορτίο έχουν καλύτερα τρεφόμενα φρούτα, με έντονη αναπνοή και πρόωμη ωρίμαση. Επιτυγχάνεται πιο δύσκολα ωρίμαση σε φρούτα, που βρίσκονται στο εσωτερικό των δέντρων, ενώ καλύτερης ποιότητας κρίνονται τα φρούτα της περιφέρειας και της κορυφής. Τα φρούτα που είναι μικρά σε μέγεθος εξομοιώνονται με φρούτα που συγκομίστηκαν πρώιμα, ενώ αντίθετα τα μεγάλα σε μέγεθος φρούτα εξομοιώνονται με όψιμα. (Μανωλοπούλου, 2000).

**Συγκομιδή:** για να έχουμε τα καλύτερα αποτελέσματα κατά τη συντήρηση, η συγκομιδή θα πρέπει να λαμβάνει χώρα κατά το βέλτιστο στάδιο συγκομιδής ή αλλιώς κατά το 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 της απώλειας βάρους λόγω διαπνοής, στη μείωση του πολλαπλασιασμού των βακτηρίων, στην καθυστέρηση της βλάστησης των σπορίων και ανάπτυξης των μυκηλίων των μυκήτων (Μανωλοπούλου, 2000; Σφακιωτάκης, 2004).

## 2.2 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΠΡΟΚΟΛΟΥ

Το μπρόκολο είναι ένα ιδιαίτερο φθαρτό προϊόν, χάνει υγρασία εξαιτίας της μεγάλης επιφάνειας σε σχέση με τον όγκο του και του υψηλού ρυθμού αναπνοής και δε μπορεί να διατηρηθεί εύκολα για χρονικό διάστημα πέραν των 2-3 εβδομάδων. Για το λόγο αυτό σημαντικές ποσότητες μπρόκολου διατηρούνται με κατάψυξη. Το μπρόκολο παρουσιάζει κιτρίνισμα των κεφαλών, ανοίγματα των ανθιδίων, σκλήρυνση των στελεχών, ανάπτυξη ανεπιθύμητων οσμών, μαλακή σήψη και ανάπτυξη μυκήτων κατά την αποθήκευσή του. Αμέσως μετά τη συγκομιδή το μπρόκολο απαιτεί πρόψυξη, αλλιώς οι κεφαλές κιτρινίζουν λόγω παραγωγής αιθυλενίου εντός 3 ημερών. 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). Προτιμάται η συντήρησή του σε

θερμοκρασία 0°C όπου και διατηρείται για 3-4 εβδομάδες, ενώ μπορεί να αποθηκευτεί ικανοποιητικά στους 10 °C για 10-14 ημέρες, εάν οι θάλαμοι έχουν καλή κυκλοφορία αέρα. Κατά τη διάρκεια της συντήρησης λαμβάνει 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 τη μείωση της απώλειας βάρους μπορεί να τυλιχθεί σε πλαστικό φύλλο. Τα κατάλληλα πλαστικά φύλλα, με την τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) που δημιουργούν, συντελούν στη διατήρηση της ποιότητας του μπρόκολου. Η χρήση της MAP μειώνει το ρυθμό της αναπνοής, διατηρεί τις οργανοληπτικές ιδιότητες και αυξάνει το χρόνο ζωής στο ράφι (Toivonen and DeEll, 2001).

### 2.3 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Η συντήρηση με τροποποιημένη ατμόσφαιρα (modified atmosphere packaging, MAP) είναι μία μέθοδος βοηθητική του ψύχους. Τα τρόφιμα συντηρούνται σε μία ατμόσφαιρα της οποίας η σύνθεση είναι διαφορετική αυτής του αέρα, δηλ. φτωχή σε O<sub>2</sub> και πλούσια σε CO<sub>2</sub>, η οποία δημιουργείται από την αναπνοή των φυτικών οργάνων (παθητική), ή από εμφύσηση αερίων επιθυμητής σύνθεσης (ενεργητική). Σκοπός της MAP είναι να μειώσει σε μεγάλο ποσοστό την περιεκτικότητα σε οξυγόνο, να διατηρήσει γύρω από το προϊόν ένα περιβάλλον πλούσιο σε υγρασία και να αναστείλει την ανάπτυξη αερόβιων μικροοργανισμών (Μανωλοπούλου, 2000). Απώτερος σκοπός της τροποποιημένης ατμόσφαιρας είναι η επιμήκυνση του χρόνου συντήρησης των φυτικών οργάνων.

Με τη μειωμένη περιεκτικότητα οξυγόνου περιορίζεται η αναπνευστική δραστηριότητα, καθυστερεί η ωρίμαση και η γήρανση και ως εκ τούτου αυξάνει ο χρόνος συντήρησης. Για να δημιουργηθεί μέσα στη συσκευασία μία ατμόσφαιρα επιθυμητής σύνθεσης για ένα ορισμένο προϊόν, πρέπει να επιλεγεί το κατάλληλο πλαστικό φύλλο βάσει της αναπνευστικής δραστηριότητας του φυτικού οργάνου στην επιθυμητή θερμοκρασία συντήρησης και της περατότητας του πλαστικού φύλλου στο O<sub>2</sub> και το CO<sub>2</sub> στη θερμοκρασία αυτή. Η τελική σύνθεση της ατμόσφαιρας μέσα στη συσκευασία είναι αποτέλεσμα της αναπνευστικής δραστηριότητας και της περατότητας του πλαστικού φύλλου. Η σύνθεση της ατμόσφαιρας επηρεάζεται από

τη θερμοκρασία, την επιφάνεια της συσκευασίας, τη μάζα του προϊόντος και τέλος από την αρχική σύνθεση.

Η μέθοδος αυτή έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα όσον αφορά την αναστολή της ανάπτυξης αποκλειστικά αερόβιων μικροοργανισμών αλλοίωσης, πολλά όμως βακτήρια που συνδέονται με τροφικές λοιμώξεις, όπως το *Clostridium botulinum*, το *Campylobacter* και η *Listeria monocytogenes*, δεν επηρεάζονται στον ίδιο βαθμό. Ευτυχώς, υπάρχουν άλλοι τρόποι ελέγχου αυτών των βακτηρίων, όπως ο έλεγχος των επιπέδων υγρασίας και του pH των τροφίμων, καθώς και η παρακολούθηση του χρόνου και της θερμοκρασίας αποθήκευσης. (Anon,2009)

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3****3. ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΑ ΦΡΟΥΤΑ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΑ**

Η απαίτηση του καταναλωτή για υψηλής ποιότητας τρόφιμα τα οποία όμως να απαιτούν λίγο χρόνο προετοιμασίας, οδήγησε τη βιομηχανία στην παραγωγή της «έτοιμης σαλάτας» (ready-to-use, minimally processed fruits and vegetables, lightly processed, partially processed, prepared, 4ème gamme). Τα «ελάχιστα επεξεργασμένα ψυχοσυντηρούμενα φρέσκα φρούτα και λαχανικά» ή «έτοιμη σαλάτα» είναι ένας νέος τύπος προϊόντος που αναπτύσσεται και διαδίδεται τα τελευταία χρόνια και αποβλέπει στη διευκόλυνση των σύγχρονων νοικοκυριών, των μεγάλων εστιατορίων και των μονάδων ομαδικής εστίασης. Μοιάζουν με τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά, έχουν μεγάλη διάρκεια εμπορικής ζωής, διατηρούν τη θρεπτική αξία τους, την οργανοληπτική τους ποιότητα και εξασφαλίζουν την ασφάλεια του προϊόντος. Είναι μία από τις πιο ανεπτυγμένες κατηγορίες προϊόντων τα τελευταία 10 χρόνια και ο τζίρος της ξεπερνά τα 10 δισεκατομμύρια, στην Αμερική, χωρίς σημάδια υποχώρησης (IFPA 1999).

Η κατηγορία αυτή των προϊόντων είναι πολύ δημοφιλής στους καταναλωτές γιατί τα προϊόντα διατηρούν το άρωμα τους, τη θρεπτική τους αξία και τη φρεσκάδα τους. Η Διεθνής Ένωση Κομμένων Προϊόντων (IFPA) προσδιορίζει τα προϊόντα αυτά σαν :«Κάποια φρούτα ή λαχανικά ή συνδυασμό αυτών τα οποία έχουν υποστεί μια φυσική αλλαγή σε σύγκριση με την αρχική τους κατάσταση αλλά παραμένουν φρέσκα»

Στην κατηγορία αυτή των προϊόντων περιλαμβάνονται: (Yildiz, 1994)

- ✓ Οι καθαρισμένες και τεμαχισμένες πατάτες
- ✓ Το τεμαχισμένο μαρούλι, λάχανο
- ✓ Το πλυμένο και καθαρισμένο σπανάκι
- ✓ Το τριμμένο καρότο
- ✓ Τα καθαρισμένα και τεμαχισμένα κρεμμύδια
- ✓ Οι φέτες φρούτων

- ✓ Τα λαχανικά snacks (καρότο, σέλινο, πιπεριά, μπρόκολο, κουνουπίδι)
- ✓ Τα καθαρισμένα εσπεριδοειδή

Η προσπάθεια των κατασκευαστών είναι η διατήρηση της καλής εμφάνισης του προϊόντος γιατί στα σημεία της τομής εμφανίζονται καστανώσεις. Η συντήρηση σε χαμηλή θερμοκρασία (1- 5 °C ) αυξάνει το χρόνο συντήρησης σε 12-14 ημέρες για τα λαχανικά και 8-10 ημέρες για τα φρούτα, αλλά δεν ελέγχει τον αποχρωματισμό στις τομές ή άλλα ορατά ελαττώματα. (Ahvenainen, 1996).

Οι χειρισμοί που πρέπει να γίνουν για την αύξηση του χρόνου συντήρησης των «ελάχιστα επεξεργασμένων προϊόντων» είναι: (Bolin *et al.*1989)

- ✓ Έλεγχος του pH
- ✓ πλύσιμο με χλωριωμένο νερό
- ✓ Εφαρμογή αντιοξειδωτικών
- ✓ Συντήρηση με τροποποιημένη ατμόσφαιρα

Τα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τη συντήρηση είναι:

- ✓ Ο έντονος μεταβολισμός του κομμένου προϊόντος
- ✓ Οι χημικές μεταβολές που οδηγούν στη γήρανση και την ποιοτική υποβάθμιση
- ✓ Η ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών

### **3.1 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ «ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ» ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ.**

Τα έτοιμα προς χρήση φρούτα και λαχανικά είναι ζωντανά και ως εκ τούτου αντιδρούν στους διάφορους χειρισμούς προετοιμασίας καθώς και στο περιβάλλον που δημιουργείται από τη συσκευασία. Η επιβίωση των φυτικών οργάνων συνδέεται άμεσα με την κυτταρική ακεραιότητα, τη διατήρηση των μεταβολικών δραστηριοτήτων και την ευαισθησία στους παράγοντες του περιβάλλοντος. (Toivonen & DeEll, 2002).

Οι βλάβες της προετοιμασίας αυξάνουν:

- ✓ Το ρυθμό της αναπνοής
- ✓ Την παραγωγή του αιθυλενίου



- ✓ Τις βιοχημικές αντιδράσεις (αλλαγή χρώματος, γεύσης, υφής, θρεπτικής αξίας)

Για την επιβράδυνση των φαινομένων αυτών συνιστάται η τοποθέτηση του προϊόντος σε χαμηλές θερμοκρασίες. Άλλες τεχνικές που συμβάλλουν σημαντικά στον σκοπό αυτό είναι η χρήση κοφτερών εργαλείων κοπής, η εφαρμογή αυστηρών συνθηκών υγιεινής, αποτελεσματικό πλύσιμο και στέγνωμα (Cantwell, 2002).

Οι χειρισμοί προετοιμασίας αυξάνουν την αναπνευστική δραστηριότητα των φυτικών οργάνων. Η αύξηση εξαρτάται από το είδος και τη θερμοκρασία συντήρησης και μπορεί να αποδοθεί στην εντονότερη αναπνοή των μιτοχονδρίων, λόγω αλλαγών στη δομή και τη λειτουργία τους και την αύξηση του αριθμού τους (Asahi, 1978). Η αφαίρεση της επιδερμίδας που αποτελεί εμπόδιο στην ανταλλαγή των αερίων είναι ένας ακόμα παράγον για την αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας.(Toivonen & DeEll, 2002).

Οι χειρισμοί προετοιμασίας προκαλούν stress το οποίο μπορεί να προκαλέσει παραγωγή αιθυλενίου. Η παραγωγή του μπορεί να γίνει αμέσως μετά την κοπή ή μετά από ώρες (6-12). Οι συγκεντρώσεις του αιθυλενίου ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο, τη φυσιολογία του ιστού και το βαθμό καταπόνησης. Η συντήρηση σε χαμηλή θερμοκρασία μειώνει την παραγωγή του αιθυλενίου. (Toivonen & DeEll, 2002).

Με τους χειρισμούς καταστρέφονται οι μεμβράνες με αποτέλεσμα την καταστροφή της διαμερισματοποίησης του κυττάρου, της οργάνωσης και της καλής λειτουργίας του. Συνέπεια αυτών είναι η καστανώση των ιστών και η δημιουργία ξένων οσμών. Με την καταστροφή των μεμβρανών δημιουργούνται ελεύθερες ρίζες οξυγόνου .

Οι διάφοροι χειρισμοί που εφαρμόζονται κατά την προετοιμασία (ξεφλούδισμα, κόψιμο, τρίψιμο κλπ) προκαλούν συγκέντρωση δευτερογενών μεταβολιτών. Οι τομές επιφέρουν αλλαγές στο μεταβολισμό των φαινολών. Οι αλλαγές αυτές είναι: οξειδωση των ενδογενών φαινολών ως αποτέλεσμα της καταστροφής της μεμβράνης και διέγερση των κυττάρων που πρόσκεινται στις τομές να παράγουν περισσότερες φαινόλες για να αποκατασταθούν οι βλάβες (Toivonen & DeEll, 2002).

Η απώλεια νερού από τους φυτικούς ιστούς επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, μεταξύ των οποίων ο πιο σημαντικός είναι η αντίσταση της επιδερμίδας ή της εφυμενίδας στη διακίνηση των υδρατμών. Οι χειρισμοί που εφαρμόζονται για την παραγωγή των «έτοιμων σαλατών» απομακρύνουν την επιδερμίδα και αυξάνουν



τη διαπνοή, εκτός δε αυτού αυξάνουν την επιφάνεια του προϊόντος σε σχέση με τον όγκο του.

Η ευπάθεια σε μικροοργανισμούς που προκαλούν αλλοίωση είναι ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζει τη φυσιολογία των ελάχιστα επεξεργασμένων προϊόντων. Η αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας συνδέεται πολλές φορές με την αύξηση του μικροβιακού πληθυσμού. Πολλοί μικροοργανισμοί παράγουν πηκτινολυτικά ένζυμα που οδηγούν σε μαλάκωμα των ιστών. Ικανός αριθμός μικροοργανισμών αναπτύσσεται στα κατεστραμμένα κύτταρα ή σε προσκείμενους ιστούς.

Οι φυσιολογικές διεργασίες που προκαλούν φθορά και υποβάθμιση της ποιότητας μπορούν να ελαχιστοποιηθούν μέσω μιας σωστής προσέγγισης που περιλαμβάνει, επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας, καλούς χειρισμούς προετοιμασίας, σωστή επιλογή της συσκευασίας και όσο το δυνατόν χαμηλότερη θερμοκρασία συντήρησης.

### **3.2 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ «ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ» ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ**

Η ποιότητα των «ελάχιστα επεξεργασμένων» προϊόντων είναι ένας συνδυασμός χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων που καθορίζουν την αξία τους για τον καταναλωτή. Οι ποιοτικοί παράμετροι περιλαμβάνουν την εμφάνιση, την υφή, τη γεύση και το άρωμα καθώς και τη διατροφική αξία. Οι καταναλωτές κρίνουν την ποιότητα των «ελάχιστα επεξεργασμένων» προϊόντων βάσει της εμφάνισης και της φρεσκάδας. Ωστόσο για να αγοράσουν το προϊόν πρέπει να μείνουν ικανοποιημένοι από την υφή και τη γεύση. Η διατροφική αξία και η ασφάλεια του προϊόντος είναι δύο άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά την απόφαση των καταναλωτών.

Η ποιότητα των «ελάχιστα επεξεργασμένων» προϊόντων επηρεάζεται από τον τρόπο και το στάδιο συγκομιδής, τις συνθήκες και το χρόνο που μεσολάβησε μεταξύ συγκομιδής και χρόνου παρασκευής, καθώς και από την ποιότητα της α! ύλης. Πρόσθετοι παράγοντες είναι ο τρόπος προετοιμασίας (πόσο αιχμηρό είναι το μέσο κοπής, το μέγεθος των τεμαχίων, το πλύσιμο, η απομάκρυνση της υγρασίας), η συσκευασία, η ταχύτητα ψύξης, η διατήρηση των ενδεικνυομένων συνθηκών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, η διάρκεια συντήρησης και οι συνθήκες υγιεινής. (Kader, 2002).

### 3.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ «ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ» ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΜΕ MAP

Η συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι ή πιο ενδεδειγμένη μέθοδος για τη διατήρηση της ποιότητας και την αποφυγή των βλαβών των «ελάχιστα επεξεργασμένων» προϊόντων. Η μέθοδος αυτή μειώνει το ρυθμό της αναπνευστικής δραστηριότητας και καθυστερεί τη γήρανση. Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα που δημιουργείται από τη συσκευασία γύρω από το προϊόν μεταβάλλεται συνεχώς. Αυτό οφείλεται στη φυσιολογία του φυτικού οργάνου (ρυθμός αναπνοής), στους φυσικούς παράγοντες του περιβάλλοντος (θερμοκρασία) και στη διαπερατότητα του πλαστικού φύλλου. Οι παράγοντες που αναφέρθηκαν ανωτέρω καθορίζουν τη σύνθεση των αναπνευστικών αερίων κατά την ισορροπία.

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°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 «ελάχιστα επεξεργασμένων» προϊόντων 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 των παθογόνων, όπως *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 (ελάχιστα επεξεργασμένου) ποικιλίας “Marathon”, τα οποία συντηρήθηκαν με τροποποιημένη ατμόσφαιρα, σε δύο θερμοκρασίες : 0 και 5°C.

Οι παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν:

- Η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας στις 2 θερμοκρασίες συντήρησης
- Η μεταβολή των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών,
- Η μεταβολή του βάρους
- Η μεταβολή της υφής
- Η μεταβολή του χρώματος
- Η μεταβολή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης
- Η μεταβολή της ξηράς ουσίας
- Η μεταβολή της οπτικής ποιότητας (συνολική εκτίμηση)

# ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### 4.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

##### 4.1.1 Φυτικό υλικό

Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν ανθοκεφαλές μπρόκολου (*Broccoli var. Italica*) ποικιλίας “Marathon”.

Οι ανθοκεφαλές που χρησιμοποιήθηκαν προήλθαν από φυτά που καλλιεργήθηκαν με το συμβατικό τρόπο στο αγρόκτημα του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας. Ως υπόστρωμα σποράς χρησιμοποιήθηκε εμπλουτισμένη τύρφη (KTS2 Klasman-Deilmann GmbH, Geeste, Germany), ενώ ως υπόστρωμα ανάπτυξης των σπορόφυτων 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 4 . Χαρακτηριστικά της εμπλουτισμένης τύρφης KTS2.**

pH=5,5-6,0
Οργανική Ουσία: 16-20Kg/300L
Άλατα: 2000 mg/L
N: 280-360 mg/L
P2O5: 320-410 mg/L
K2O: 370-460 mg/L

**Σπορά:** Πραγματοποιήθηκε στις 20/08/2008 (1η επανάληψη) και 12/08/2009 (2η επανάληψη) σε δίσκους σποράς με υπόστρωμα εμπλουτισμένη τύρφη. Οι δίσκοι μεταφέρθηκαν σε πλαστικό θερμοκήπιο, 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 σπορόφυτα μεταφυτεύτηκαν σε φυτοδοχεία (γλάστρες) όγκου 11 L στις 9/10/2008 (1η επανάληψη) και στις 30/09/2009 (2η επανάληψη). Το υπόστρωμα ανάπτυξης των νεαρών σπορόφυτων ήταν μίγμα εμπλουτισμένης τύρφης και περλίτη σε αναλογία 2:1 (v/v). Οι γλάστρες με τα φυτά τοποθετήθηκαν σε εξωτερικό χώρο και παρέμειναν εκεί μέχρι το τέλος του πειράματος.

**Καλλιέργεια:** Όπως ήδη αναφέρθηκε η ανάπτυξη των φυτών έγινε σε γλάστρες (καλλιέργεια εκτός εδάφους). Το πότισμα γινόταν μέσω αυτόματου συστήματος άρδευσης από τη γεώτρηση του ιδρύματος. Η διάρκεια άρδευσης ήταν 10 min / ημέρα. Η ανόργανη λίπανση ήταν πλήρης και ισορροπημένη, γινόταν δε κάθε εβδομάδα από την αρχή της μεταφύτευσης των νεαρών φυταρίων στις γλάστρες μέχρι και μια εβδομάδα πριν τη συγκομιδή. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα .

**Πίνακας 5.** Ανόργανα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν για τη λίπανση των φυτών του μπρόκολου.

Τύπος λιπάσματος
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ
ΘΕΪΚΟ ΚΑΛΙΟ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ
ΒΟΡΑΚΑΣ
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ (6%)

**Συγκομιδή:** Οι κεφαλές συγκομίστηκαν στις 12/01/2009 (1η επανάληψη) και στις 28/12/2009 (2η επανάληψη), στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας και μεταφέρθηκαν αμέσως στο εργαστήριο Μετασυλλεκτικών – Μετασυγκομιστικών Χειρισμών και Τυποποίησης, για περαιτέρω χειρισμούς.

#### 4.1.2 Προετοιμασία α΄ ύλης

Μετά την άφιξη των κεφαλών στο εργαστήριο έγινε διαλογή. Κεφαλές με βλάβες ή προχωρημένης ωριμότητας απομακρύνθηκαν. Ακολούθησε κοπή των ανθιδίων με απολυμασμένο, κοφτερό μαχαίρι. Τα ανθίδια είχαν διάμετρο έως 5cm. Στη συνέχεια πλύθηκαν για 2 min με νερό βρύσης θερμοκρασίας 5°C, που περιείχε 200 ppm χλωρίου. Ακολούθησε ξέβγαλμα με νερό βρύσης 5 °C για 2 λεπτά. και στέγνωμα με απορροφητικό χαρτί.

#### 4.1.3 Συσκευασία

Για τη συσκευασία των ανθιδίων χρησιμοποιήθηκε πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας πάχους 30μm (PELD-30), διαστάσεων (24cm x 12 cm). Η περατότητα του πλαστικού φύλλου στους 0°C είναι για το μεν O<sub>2</sub> 2200±800 ml/m<sup>2</sup>/day/bar, για δε το CO<sub>2</sub> 20600±4500 ml/m<sup>2</sup>/day/bar (Εικόνα 1). Ο μάρτυρας τοποθετήθηκε σε δισκάκια πολυστερίνης διαστάσεων (180mm x 90mm x 30mm) και καλύφθηκε με PVC πάχους 13 μm προκειμένου να προφυλαχθεί από την αφυδάτωση(Εικόνα 2).

Για κάθε υλικό συσκευασίας δημιουργήθηκαν 6 ομάδες (επαναλήψεις) ανά ημέρα μέτρησης. Επίσης για κάθε υλικό χρησιμοποιήθηκαν 10 ομάδες / θερμοκρασία συντήρησης, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη της μεταβολής των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών καθώς και της απώλειας βάρους κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Συνολικά για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 24 ομάδες ανά υλικό συσκευασίας και ανά θερμοκρασία συντήρησης.

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.



**Εικόνα 1: Μπρόκολα που είχαν συσκευαστεί με PELD-30 &**

**Εικόνα 2: Μπρόκολα που είχαν συντηρηθεί με PVC.**

#### 4.1.4. Συνθήκες συντήρησης

Οι συσκευασίες με φύλλο PELD-30, καθώς και ο μάρτυρας συντηρήθηκαν στους 0°C και 5°C στο σκοτάδι. Η σχετική υγρασία των θαλάμων ήταν 90%. Η διάρκεια συντήρησης ήταν 14 ημέρες.

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος οι παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν οι εξής:

- **Μεταβολή του ρυθμού της αναπνευστικής δραστηριότητας ολόκληρης κεφαλής και ανθιδίων.** Προκειμένου να μελετηθεί η επίδραση της τομής στην αναπνευστική δραστηριότητα των ανθιδίων, 6 ολόκληρες κεφαλές βάρους περίπου 80g (κάθε μία) / θερμοκρασία, καθώς και 6 ομάδες ανθιδίων βάρους περίπου 50 g (κάθε μία) / θερμοκρασία κλείστηκαν σε στεγανές αναπνευστικές αίθουσες όγκου 1124,8 ml<sup>3</sup> για τις κεφαλές και 835,83 ml<sup>3</sup> για τα ανθίδια (Εικόνα 3). Οι αναπνευστικές αίθουσες διατηρήθηκαν στις δύο μελετώμενες θερμοκρασίες 0°C και 5°C. Οι μετρήσεις γινόντουσαν κάθε ημέρα για 5 ημέρες.



Για τον προσδιορισμό της αναπνευστικής δραστηριότητας μετρήθηκε το εκπεμπόμενο CO<sub>2</sub> με τη βοήθεια της συσκευής RIKCLOS (Mitropoulos *et al.* 2000)(Εικόνα 4) χρησιμοποιώντας την παρακάτω σχέση:

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

όπου: q<sub>R</sub> = ρυθμός αναπνοής σε ml CO<sub>2</sub> /h/100 g προϊόντος

ΔC = [CO<sub>2</sub>]<sub>f</sub> - [CO<sub>2</sub>]<sub>i</sub>, μεταβολή της CO<sub>2</sub> συγκέντρωσης σε ppm

V = V<sub>c</sub> - V<sub>p</sub>, ελεύθερος όγκος αέρα στο κλειστό κύκλωμα σε ml

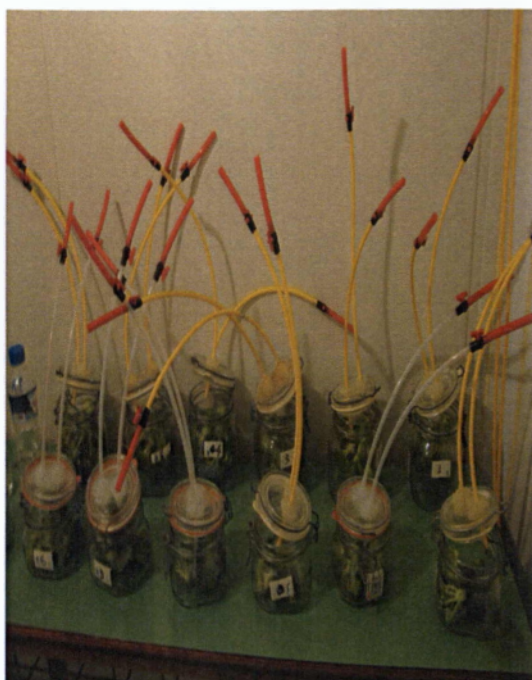
C = CO<sub>2</sub> συγκέντρωση σε ppm

t = χρόνος σε h

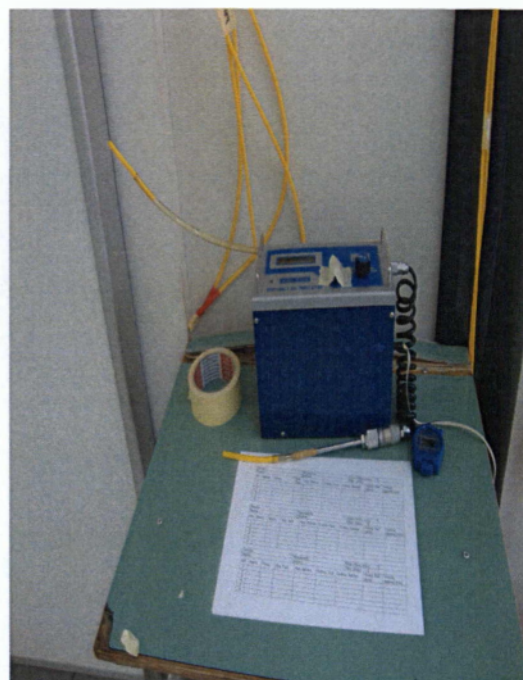
m = μάζα προϊόντος σε g

i=αρχικές συνθήκες; c= κλειστό κύκλωμα; f= τελικές συνθήκες; p=προϊόν.

Το συνολικό σφάλμα στον υπολογισμό της αναπνευστικής δραστηριότητας κυμαίνεται μεταξύ 3.9 % και 6.3 % (Mitropoulos *et al.* 2000).



Εικόνα 3: Αναπνευστικές αίθουσες.



Εικόνα 4: Συσκευή RIKCLOS

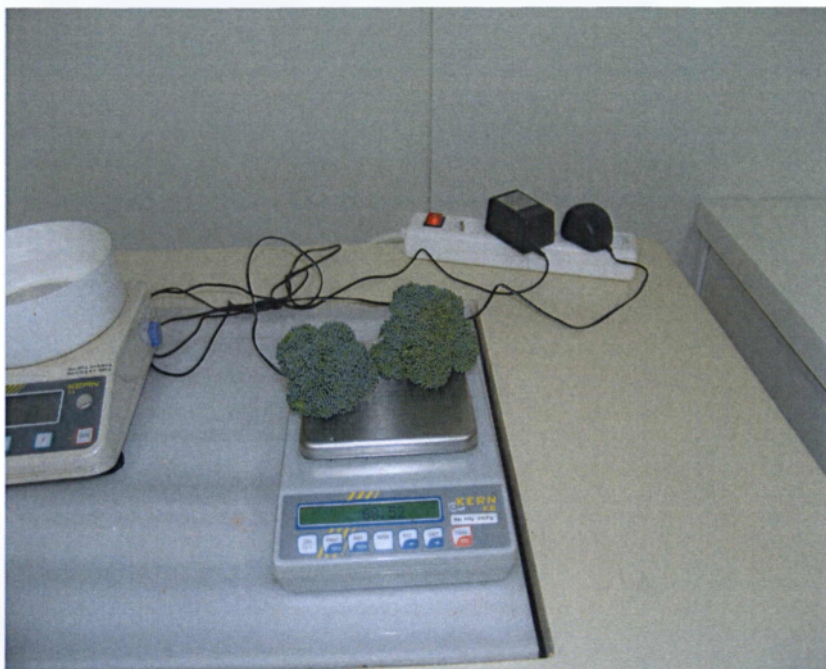


➤ Μεταβολή της σύνθεσης της ατμόσφαιρας στο εσωτερικό των συσκευασιών PE. Η μέτρηση γινόταν σε 10 σταθερές συσκευασίες ανά θερμοκρασία συντήρησης. Οι συσκευασίες προετοιμάστηκαν καταλλήλως ( μικρή επιφάνεια 2-3 cm<sup>2</sup> καλύφθηκε με σιλικόνη για να χρησιμεύσει ως septum) για να παίρνεται αέριο 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 5). Οι μετρήσεις έγιναν την 2η, 4η, 7η, 11η και 14η ημέρα και στις δυο επαναλήψεις.



**Εικόνα 5: Φορητός αναλυτής O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> (Model: Check Mate 9900, PBI Dansensor A/S, Denmark).**

➤ **Απώλεια βάρους.** Για τον προσδιορισμό της απώλειας βάρους χρησιμοποιήθηκαν 10 συσκευασίες /θερμοκρασία και υλικό συσκευασίας. Ο προσδιορισμός της απώλειας βάρους έγινε με ζυγό 2 δεκαδικών ψηφίων (Model: KERN 440-33N, Kern & Sohn GmbH, Germany). (Εικόνα 6 ).Η απώλεια βάρους προσδιορίστηκε την 2η, 4η, 7η ,9η, 11η και 14η ημέρα. Εκφράσθηκε σαν ποσοστό % του αρχικού βάρους.



Εικόνα 6: Ζυγό 2 δεκαδικών ψηφίων (Model: KERN 440-33N, Kern & Sohn GmbH, Germany)

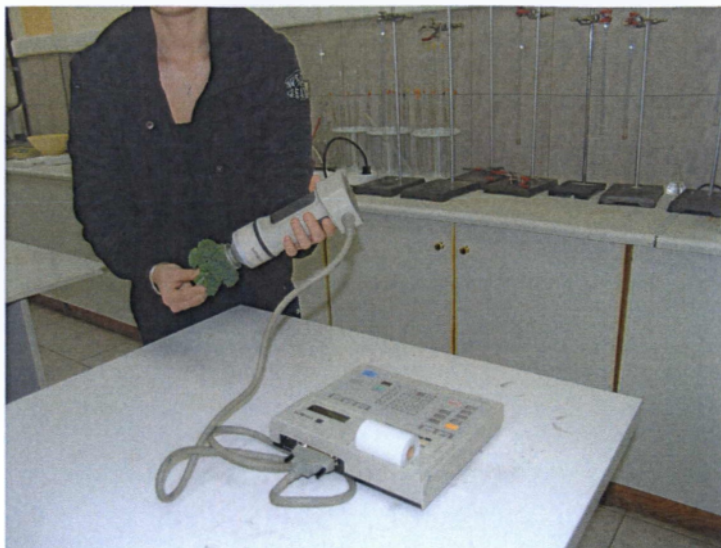
➤ **Μεταβολή της υφής.** Η μεταβολή της υφής των ανθιδίων κατά τη διάρκεια της συντήρησης έγινε με το όργανο Texture analyzer (TAXT2i) χρησιμοποιώντας κύτταρο krammer με 5 κάθετες λεπίδες (Εικόνα 7).Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε 6 δείγματα των 12 g / χειρισμό και θερμοκρασία. Οι μετρήσεις έγιναν στην αρχή της συντήρησης την 4η, 7η, 11η και 14η ημέρα .Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην **α!** επανάληψη (μόνο) λόγω έλλειψης της **α!** ύλης οι μετρήσεις της υφής των δειγμάτων που συντηρήθηκαν στους 5° C έγιναν στην αρχή της συντήρησης, την 4<sup>η</sup> και την 14<sup>η</sup> ημέρα.



Εικόνα 7: Texture analyzer με 5 κάθετες λεπίδες

➤ **Προσδιορισμός χρώματος:** Ο προσδιορισμός του χρώματος γινόταν στην κορυφή κάθε ανθιδίου με τη βοήθεια χρωματόμετρου Minolta (Model CR-300, Minolta Co. Ltd., Osaka) (Εικόνα 8). Το χρώμα αποδόθηκε με τις χρωματικές παραμέτρους  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  οι οποίες μετατράπηκαν στις  $C^*$  και  $h^*$ . Η παράμετρος  $L^*$  (Lightness) εκφράζει τη φωτεινότητα (μαύρο 0, λευκό 100) του χρώματος, η παράμετρος  $a^*$  τη διαβάθμιση του χρώματος από το πράσινο (αρνητικές τιμές) στο κόκκινο (θετικές τιμές) και η 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). Ο προσδιορισμός γινόταν σε 6 συσκευασίες / χειρισμό και θερμοκρασία συντήρησης. Η μέτρηση του χρώματος έγινε στην αρχή της συσκευασίας και στη συνέχεια την 4<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην **α!** επανάληψη (μόνο) λόγω έλλειψης της  $a!$  ύλης οι μετρήσεις του χρώματος των δειγμάτων που συντηρήθηκαν στους 5° C έγιναν στην αρχή της συντήρησης, την 4<sup>η</sup> και την 14<sup>η</sup> ημέρα.





**Εικόνα 8:** Χρωματόμετρο Minolta (Model CR-300, Minolta Co. Ltd., Osaka).

➤ **Προσδιορισμός της μεταβολής της χλωροφύλλης.** Η εκχύλιση της χλωροφύλλης έγινε με διαλύτη διμεθυσουλφοξειδίου (DMSO) (Εικόνα 9) 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 τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 60°C για 40 min (αρκετά για πλήρη αποχρωματισμό των ανθιδίων). Ακολούθησε ψύξη για 30 min (χρόνος ικανός για να αποκτήσουν τη θερμοκρασία δωματίου) και η μέτρηση της απορρόφησης του διαλύματος, με τη βοήθεια φασματοφωτομέτρου Uitachi 2000, (Εικόνα 10) στα μήκη κύματος 665nm (A665) και 648nm (A648). Ο μηδενισμός του οργάνου (blank) πραγματοποιούνταν με το εκχυλιστικό Dimethylsulfoxide 100%. Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a (Ca), της χλωροφύλλης b (Cb) και της ολικής χλωροφύλλης (Ca+b), που εκφράστηκε ως mg/g νωπού βάρους δείγματος, υπολογιζόταν βάσει των εξισώσεων :

$$Ca = 14,85 A_{665} - 5,14 A_{648}$$

$$Cb = 25,48 A_{648} - 7,36 A_{665}$$

$$Ca + b = 7,49 A_{665} + 20,34 A_{648}$$

Ο προσδιορισμός γινόταν σε 6 συσκευασίες / χειρισμό και θερμοκρασία. Οι μετρήσεις έγιναν στην αρχή της συντήρησης, την 4<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα της συντήρησης. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην α! επανάληψη (μόνο) λόγω έλλειψης της α! ύλης οι μετρήσεις του χρώματος των δειγμάτων που συντηρήθηκαν στους 5° C έγιναν στην αρχή της συντήρησης, την 4<sup>η</sup> και την 14<sup>η</sup> ημέρα.



Εικόνα 9: Διμεθυλσουλφοξείδιο (DMSO )



Εικόνα 10 :Φασματοφωτομέτρο

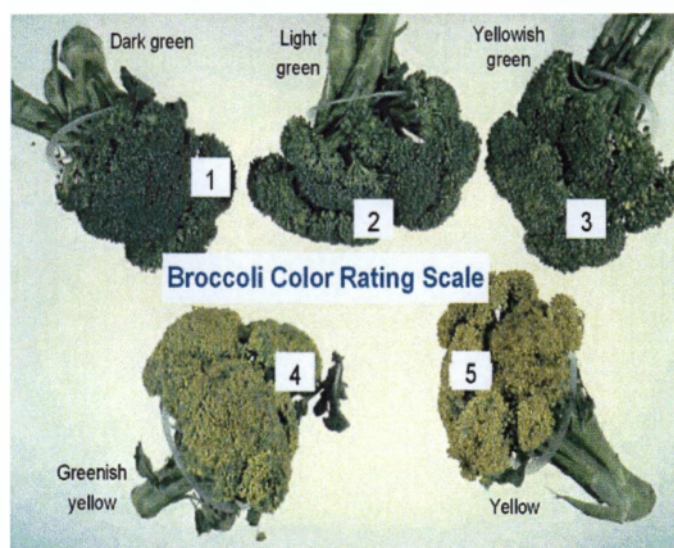


- **Προσδιορισμός ξηράς ουσίας.** Ανθίδια γνωστού βάρους (περίπου 40g.) τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο (LabTech DAIHAN LABTECH CO., LTD). Η θερμοκρασία θέρμανσης ήταν 70°C και η διάρκεια ξήρανσης 48 h (μέχρι σταθερού βάρους) (Εικόνα 11). Ο προσδιορισμός γινόταν σε 6 δείγματα / θερμοκρασία και χειρισμό. Οι μετρήσεις έγιναν στην αρχή της συντήρησης, την 4<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα της συντήρησης. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην **α!** επανάληψη (μόνο) λόγω έλλειψης της **α!** ύλης ο προσδιορισμός της ξηράς ουσίας των δειγμάτων που συντηρήθηκαν στους 5° C έγιναν στην αρχή της συντήρησης, την 4<sup>η</sup> και την 14<sup>η</sup> ημέρα.



Εικόνα 11: Ξηραντήριο (LabTech DAIHAN LABTECH CO., LTD)

➤ **Οπτική αξιολόγηση της εμφάνισης του προϊόντος.** Για την αξιολόγηση του προϊόντος χρησιμοποιήθηκε μία ομάδα 6 κριτών. Η αξιολόγηση έγινε βάσει μίας κλίμακας από το 1-5, (Εικόνα 12), 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. Ως όριο της εμπορευσιμότητας θεωρήθηκε η τιμή 3 (Kader and Cantwell, 2006). Η αξιολόγηση γινόταν σε 6 δείγματα / θερμοκρασία και χειρισμό. Η αξιολόγηση έγινε στην αρχή της συντήρησης την 4<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα της συντήρησης. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην **α!** επανάληψη (μόνο) λόγω έλλειψης της **α!** ύλης η αξιολόγηση των δειγμάτων που συντηρήθηκαν στους 5° C έγιναν στην αρχή της συντήρησης, την 4<sup>η</sup> και την 14<sup>η</sup> ημέρα.



Εικόνα 12: Κλίμακα αξιολόγησης

#### 4.1.5 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ – ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Το πείραμα επαναλήφθηκε 2 φορές. Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν το τελείως τυχαιοποιημένο. Σε κάθε επέμβαση υπήρχαν 6 επαναλήψεις.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των δύο επαναλήψεων έγινε με το πρόγραμμα StatGraphics. 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. Οι τιμές των πιθανοτήτων 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.

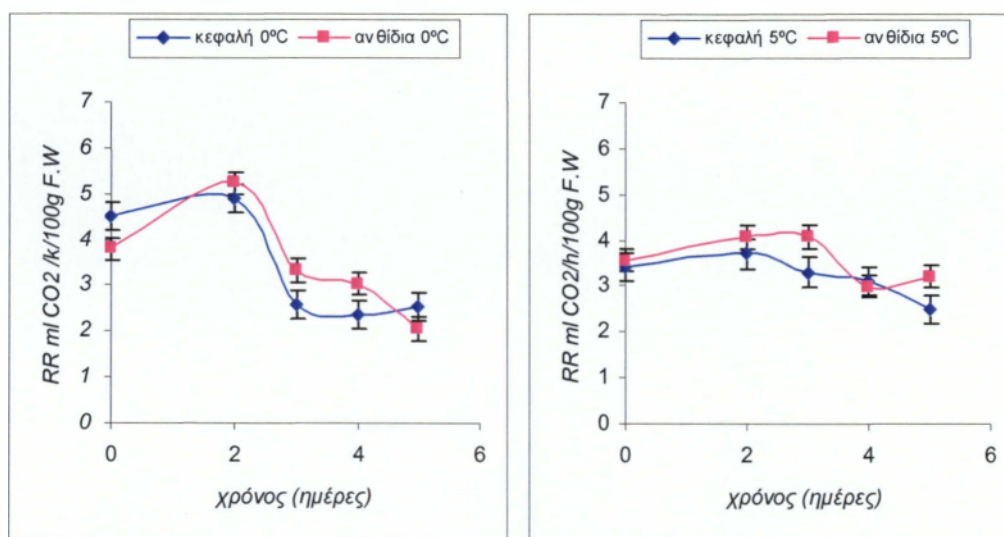
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

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

##### A! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2008)

Προκειμένου να διαπιστώσουμε την επίδραση της κοπής (τραυματισμού) στη φυσιολογία του μπρόκολου, μελετήσαμε την αναπνευστική δραστηριότητα ολόκληρης της κεφαλής και των ανθιδίων του μπρόκολου στους 0°C και 5°C. Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται η αναπνευστική δραστηριότητα ολόκληρης της κεφαλής και των ανθιδίων στις δύο μελετώμενες θερμοκρασίες.



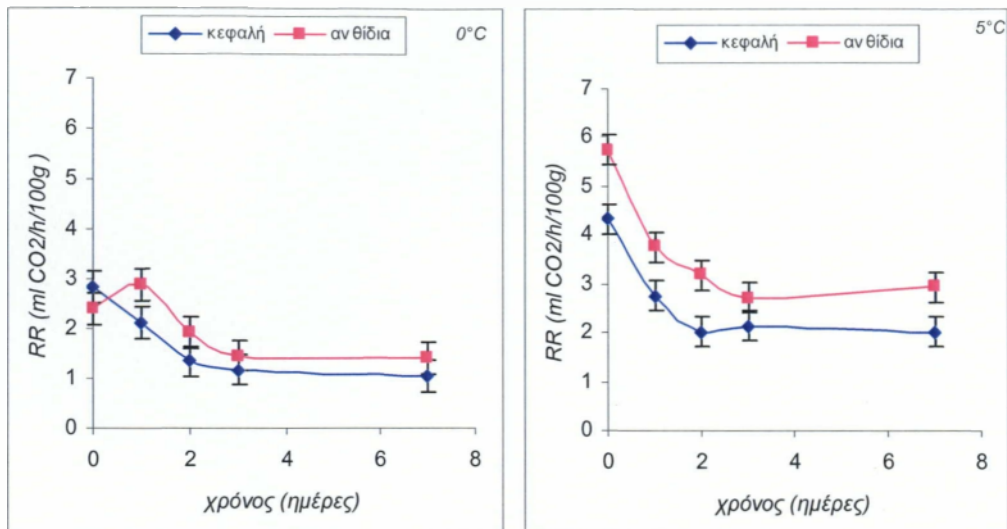
Σχήμα 1. Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας ολόκληρης της κεφαλής και ανθιδίων μπρόκολου στους 0°C και 5°C.

Από το σχήμα 1 προκύπτει ότι τόσο στους 0°C όσο και στους 5°C δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο χειρισμών.

##### B! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2009)

Στο σχήμα 2 παρουσιάζεται η αναπνευστική δραστηριότητα ολόκληρης της κεφαλής μπρόκολου και των ανθιδίων στους 0°C και 5°C.





Σχήμα 2. Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας ολόκληρης της κεφαλής και ανθιδίων μπρόκολου στους 0°C και 5°C.

από το σχήμα 2 προκύπτει ότι στους 0°C δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ολόκληρης κεφαλής και των ανθιδίων, στους 5°C όμως τα ανθίδια έχουν υψηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα συγκριτικά με την ολόκληρη κεφαλή. Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική. Το μπρόκολο υπάγεται στα λαχανικά με πάρα πολύ υψηλό ρυθμό αναπνευστικής δραστηριότητας ως μεριστωματικός ιστός (Saltveit, 2004), ενώ τα κομμένα ανθίδια μπρόκολου έχουν ελαφρώς υψηλότερο ρυθμό αναπνοής από τις κεφαλές (Toivonen 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). Η παρατήρηση αυτή εξηγεί τη μεγάλη σημασία που έχει ο έλεγχος της θερμοκρασίας στην κατηγορία αυτή των προϊόντων. Για να αποφεύγεται υποβάθμιση του προϊόντος θα πρέπει η θερμοκρασία συντήρησης να είναι η χαμηλότερη δυνατή.

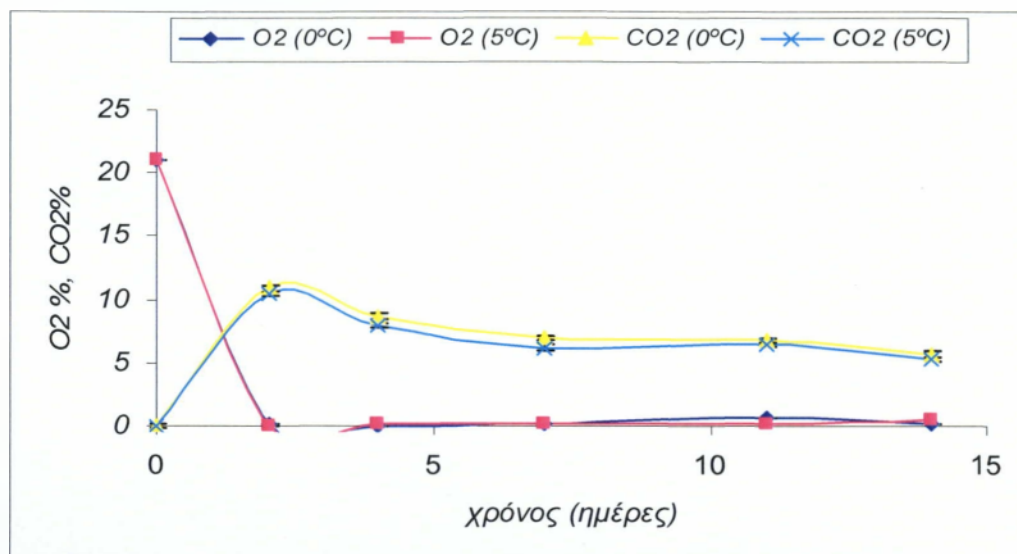
Στην περίπτωση του μπρόκολου η διαφορά του ρυθμού αναπνοής μεταξύ της κεφαλής και των ανθιδίων μπορεί να αποδοθεί και στο γεγονός ότι τα ανθίδια περιλαμβάνουν ένα μεγαλύτερο ποσοστό ανθέων τα οποία είναι νεότεροι ιστοί και με μεγαλύτερη μεταβολική δραστηριότητα συγκριτικά με τους βλαστούς (Kader, 1987). Η μεγαλύτερη μεταβολική δραστηριότητα των ανθέων εκφράζεται με μεγαλύτερο ρυθμό αναπνευστικής δραστηριότητας (Ryall and Lipton, 1979).



## 5.2 Σύσταση της ατμόσφαιρας

### A! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2008)

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



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

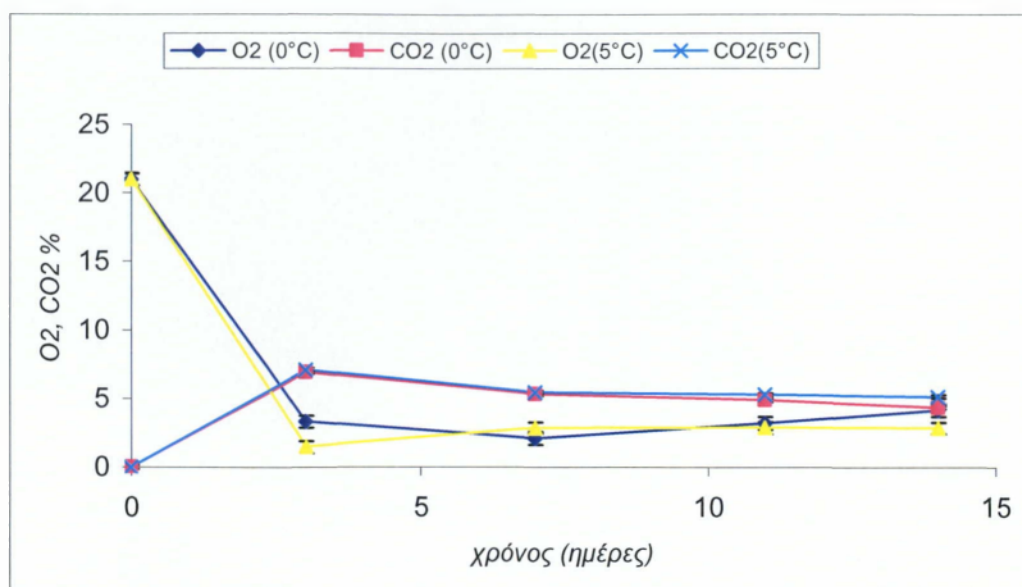
από το παραπάνω σχήμα προκύπτει ότι και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> παρουσιάζει απότομη μείωση από τη 2η κιόλας ημέρα. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι και στις δύο θερμοκρασίες τα ανθίδια του μπρόκολου βρίσκονται σε ανοξία.. Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης (0°C, 5°C ) δεν διαφέρει στατιστικά ( $p=0,05$ ). Οι παράγοντες που μελετήθηκαν ήταν η θερμοκρασία και ο χρόνος συντήρησης. Η στατιστική ανάλυση απέδειξε ότι μόνο ο χρόνος συντήρησης επηρεάζει στατιστικά σημαντικά ( $p=0,05$ ) τη συγκέντρωση του O<sub>2</sub> στο εσωτερικό των συσκευασιών. Όσον αφορά στη μεταβολή της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στο εσωτερικό των συσκευασιών, από το σχήμα 3 προκύπτει ότι παρουσιάζεται μία απότομη αύξηση και στις δύο θερμοκρασίες από τη 2η κιόλας ημέρα της συντήρησης. Τη 2<sup>η</sup> ημέρα η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στους 0 °C ανέρχεται σε 10,85% ενώ στους 5 °C σε 10,41%. Ακολουθεί μία σταδιακή μείωση και στις δύο θερμοκρασίες. Στο τέλος της συντήρησης (14η ημέρα) η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στους 0 °C ανέρχεται σε

5,7 % στους δε 5 °C σε 5,4 %. Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι: υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p=0,05$ ) μεταξύ των δύο θερμοκρασιών, η θερμοκρασία και ο χρόνος συντήρησης έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση στη μεταβολή της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> και τέλος η αλληλεπίδραση των δύο αυτών παραγόντων δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τη μεταβολή των αερίων (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) στο εσωτερικό της συσκευασίας.

Σύμφωνα με το Saltveit (2004), η ιδανική θερμοκρασία συντήρησης των ανθιδίων του μπρόκολου είναι οι 0 °C και 5 °C, η δε ιδανική σύνθεση της ατμόσφαιρας και στις δύο θερμοκρασίες είναι 1-2 % O<sub>2</sub> και 5 - 10% CO<sub>2</sub> (Toivonen and Fomey, 2004). Ο Gorny (2001) θεωρεί άριστη θερμοκρασία συντήρησης των ανθιδίων του μπρόκολου τους 0°C, θα μπορούσε όμως να γίνει αποδεκτό το εύρος 0-5°C, όσον αφορά στη σύνθεση της ατμόσφαιρας θεωρεί ότι η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 2-3% του δε CO<sub>2</sub> 6-7%. 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>. Η εφαρμογή της επιδιωκόμενης τροποποιημένης ατμόσφαιρας είναι δυνατόν να διπλασιάσει το χρόνο συντήρησης του προϊόντος, να διατηρήσει το χρώμα μειώνοντας την αποικοδόμηση της χλωροφύλλης καθώς και να διατηρήσει υψηλά τα επίπεδα του ασκορβικού οξέος, σε συνδυασμό πάντα με την άριστη θερμοκρασία συντήρησης. Πτώση της συγκέντρωσης του O<sub>2</sub> κάτω από το 1% καθώς και αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> πάνω από το 10%, ενέχει κινδύνους δημιουργίας ανεπιθύμητων οσμών (off-odors), οι οποίες προκαλούνται κυρίως από την παραγωγή σουλφιδίων (Jacobsson *et al.*, 2004a; Fomey *et al.*, 1991). Από τα αποτελέσματα μας προκύπτει ότι η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> ήταν χαμηλότερη της ενδεικνυόμενης, παρόλα αυτά δεν παρατηρήθηκαν δυσάρεστες οσμές κατά το άνοιγμα των συσκευασιών. Η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> ήταν μέσα στα συνιστώμενα όρια.

### **B! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2009)**

Η μεταβολή των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών της β! πειραματικής σειράς, παρουσιάζεται στο σχήμα 4 από όπου προκύπτουν τα εξής:



Σχήμα 4. Μεταβολή των αερίων (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) στο εσωτερικό των συσκευασιών στους 0 και 5 °C.

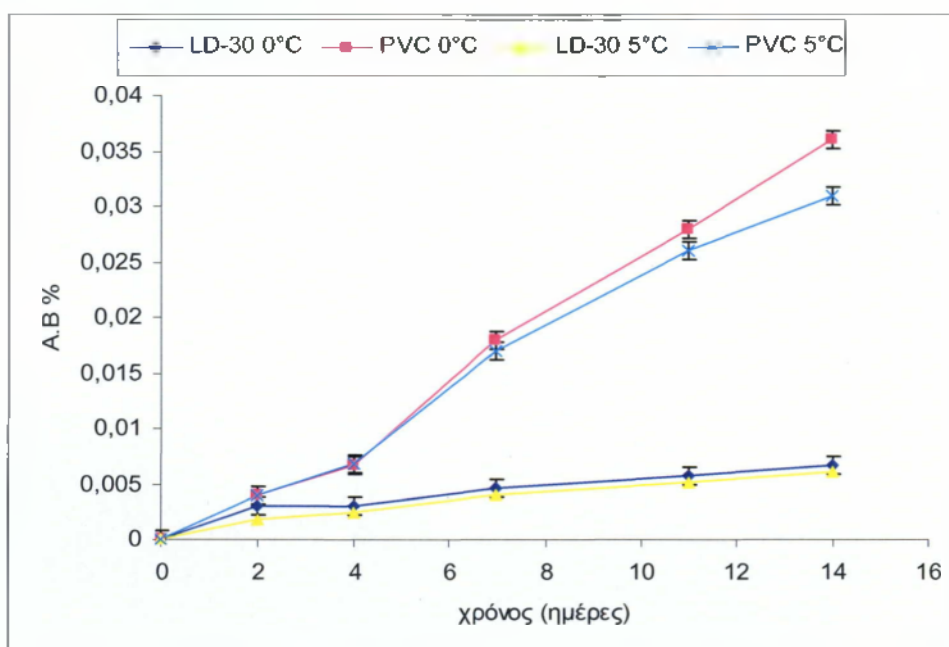
Η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> παρουσιάζει και στις δύο θερμοκρασίες μία απότομη μείωση από τη 3<sup>η</sup> ημέρα της συντήρησης (3,34 % και 1,48 % για τους 0 και 5 °C αντίστοιχα), ενώ η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> παρουσιάζει μία αύξηση. Η συμπεριφορά των αερίων των συσκευασιών της β' σειράς είναι ανάλογη αυτής της πρώτης. Η μόνη διαφορά μεταξύ των δύο σειρών είναι ότι στη β' σειρά τα ανθίδια δεν βρισκότουσαν σε ανοξία αλλά μέσα στα ενδεικνυόμενα όρια συγκέντρωσης O<sub>2</sub>. Όσον αφορά στο CO<sub>2</sub> αυτό κυμάνθηκε μετά την ισορροπία (7<sup>η</sup> ημέρα) γύρω στο 5%, δηλ. δεν υπήρξε απόκλιση από τις τιμές της α' σειράς. Η διαφορά στη συγκέντρωση του O<sub>2</sub> μεταξύ των 2 σειρών οφείλεται στην αύξηση της επιφάνειας των συσκευασιών (από 14 X 12 cm σε 24 X 12 cm) και επομένως στην αύξηση αφ' ενός μεν του ελεύθερου όγκου αέρα μέσα στη συσκευασία αφ' ετέρου δε της επιφάνειας ανταλλαγών αερίων. Η αύξηση στην επιφάνεια των συσκευασιών έγινε μετά την α' σειρά προκειμένου να αποφευχθούν οι συνθήκες ανοξίας και οι δυσμενείς επιπτώσεις τους στην ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων του πειράματος έδειξε ότι: υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p=0,05$ ) στη συγκέντρωση του O<sub>2</sub> μεταξύ των δύο θερμοκρασιών, η θερμοκρασία συντήρησης επηρεάζει τη συγκέντρωση ενώ ο χρόνος συντήρησης δεν επηρεάζει τη συγκέντρωση. Όσον αφορά στη συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο θερμοκρασιών συντήρησης, η θερμοκρασία και ο χρόνος συντήρησης επηρεάζουν σημαντικά τη συγκέντρωση του ενώ η αλληλεπίδραση τους δεν ασκεί επίδραση.

### 5.3 Απώλεια βάρους

#### Α! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2008)

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



Σχήμα 5. Μεταβολή του βάρους ανθιδίων μπρόκολου ποικιλίας “Marathon” που συντηρήθηκαν στους 0°C και 5°C και συσκευάστηκαν σε PE -LD30 ή καλύφθηκαν με PVC.

από το σχήμα 5 προκύπτει ότι και στους δύο τύπους συσκευασίας και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης παρατηρείται μία συνεχής αύξηση της απώλειας βάρους των ανθιδίων. Τη μεγαλύτερη απώλεια βάρους παρουσίασαν τα καλυμμένα με PVC ανθίδια, ενώ από τις δύο θερμοκρασίες συντήρησης τη μεγαλύτερη απώλεια παρουσίασε η θερμοκρασία των 0 °C. Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η μεταβολή του βάρους σε όλες τις περιπτώσεις είναι γραμμική συνάρτηση ( $R^2=0.80 - 0.99\%$ ) του χρόνου συντήρησης, του τύπου:

$$A.B. = a \cdot t \quad (1)$$

Όπου: A.B.: το ποσοστό απώλειας βάρους (%)

t: ο χρόνος συντήρησης (σε ημέρες)

a: η κλίση (συντελεστής)

Στον πίνακα 6 παρουσιάζονται οι συντελεστές  $a$  της σχέσης (1) καθώς και οι συντελεστές προσδιορισμού για τις δύο θερμοκρασίες συντήρησης και για τους δύο χειρισμούς.

Πίνακας 6: Συντελεστές  $a$  και συντελεστές προσδιορισμού της σχέσης (1) για τις δύο θερμοκρασίες συντήρησης και για τους δύο χειρισμούς (  $a'$  πειραματική σειρά).

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ $a$	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ( $R^2$ )
0	PVC	0,0025	0,99
	PELD-30	0,0005	0,80
5	PVC	0,0024	0,99
	PELD-30	0,0005	0,94

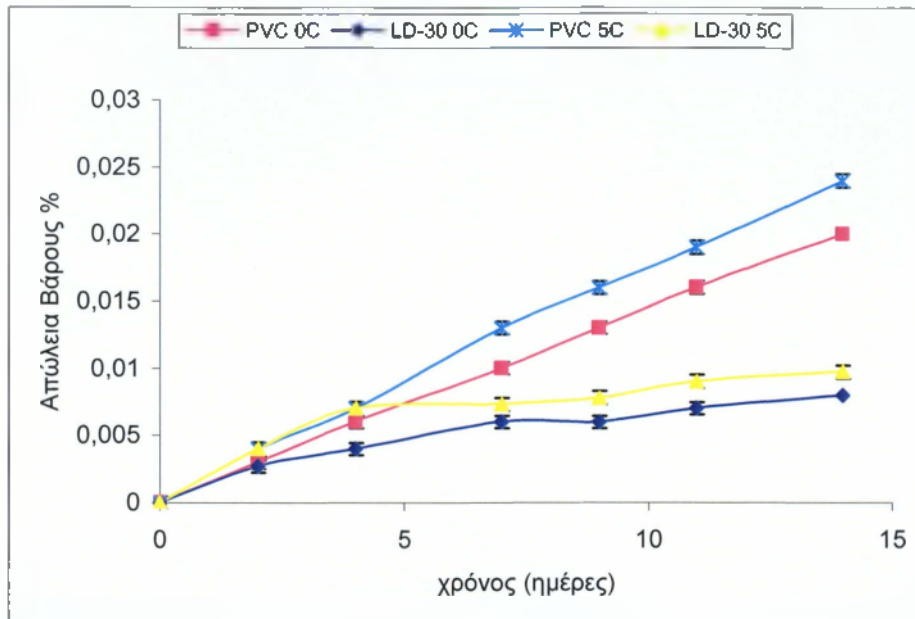
Οι παράγοντες που μελετήθηκαν ήταν: ο χρόνος αποθήκευσης, το υλικό συσκευασίας και η θερμοκρασία αποθήκευσης. Η στατιστική ανάλυση του τριπαραγοντικού πειράματος έδειξε ότι οι τρεις παράγοντες καθώς και η αλληλεπίδρασή τους επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά ( $p=0.05$ ) την απώλεια βάρους.

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).



## B! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2009)

Η μεταβολή της απώλειας βάρους των ανθιδίων της β' πειραματικής σειράς παρουσιάζεται στο σχήμα 6.



Σχήμα 6. Μεταβολή του βάρους ανθιδίων μπρόκολου ποικιλίας “Marathon” συσκευασμένων σε PE -LD30 ή καλυμμένων με PVC και συντηρημένων στους 0°C και 5°C.

από το σχήμα 6 προκύπτει ότι σε όλες τις περιπτώσεις παρουσιάζεται μία συνεχής αύξηση της απώλειας βάρους των ανθιδίων συναρτήσει του χρόνου συντήρησης. Το μπρόκολο θεωρείται προϊόν υψηλής φθαρτότητας, εξαιτίας του υψηλού ρυθμού αναπνοής του, της ευαισθησίας του στο αιθυλένιο καθώς και του έντονου ρυθμού απώλειας βάρους (Jacobsson *et al.*, 2004a). Οι ιδιαίτερα υψηλές απώλειες βάρους του μπρόκολου κατά τη συντήρησή του, αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα καθώς επιδρούν δυσμενώς στην εμπορικότητά του. Η απώλεια βάρους συνίσταται κυρίως σε απώλεια υγρασίας, καθώς έχει βρεθεί ότι το 86–90% της συνολικής απώλειας βάρους του μπρόκολου, αποδίδεται σε απώλεια υγρασίας, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό συνιστούν απώλειες από την αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας (Serrano *et al.*, 2006). Η χρήση της τροποποιημένης ατμόσφαιρας μπορεί να δώσει λύση στο πρόβλημα της απώλειας υγρασίας, έτσι σύμφωνα με το Serrano *et al.* (2006), κεφαλές μπρόκολου που συντηρήθηκαν ασυσκευαστες (μάρτυρας), μετά από 20 ημέρες στον 1°C έχασαν 46,4% του αρχικού τους βάρους ενώ οι κεφαλές που

συντηρήθηκαν με τροποποιημένη ατμόσφαιρα στο τέλος της συντήρησης έχασαν 1,5-13,3% του αρχικού τους βάρους ανάλογα με τον τύπο του πλαστικού

Στο πείραμα αυτό, τη μεγαλύτερη απώλεια βάρους παρουσίασαν τα ανθίδια που καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 5 °C, τα οποία στο τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) παρουσίασαν περίπου 40% μεγαλύτερη απώλεια βάρους συγκριτικά με αυτά που συντηρήθηκαν με PELD-30 στην ίδια θερμοκρασία..

Η στατιστική ανάλυση απέδειξε ότι η μεταβολή του βάρους είναι γραμμική συνάρτηση του χρόνου συντήρησης του τύπου  $A.B = a \cdot t$  (με  $0.63 \leq R^2 \leq 0.99$ ). Ουσιαστικά επαληθεύεται η σχέση (1) που ισχύει για την α' πειραματική σειρά και περιγράφει τη μεταβολή της απώλειας βάρους. Στον πίνακα ~~66~~<sup>7</sup> παρουσιάζονται οι συντελεστές  $a$  της σχέσης (1) καθώς και οι συντελεστές προσδιορισμού για τις δύο θερμοκρασίες συντήρησης και για τους δύο χειρισμούς.

**Πίνακας 7: Συντελεστές  $a$  και συντελεστές προσδιορισμού της σχέσης (1) για τις δύο θερμοκρασίες συντήρησης και για τους δύο χειρισμούς, για την β' πειραματική σειρά.**

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ $a$	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ( $R^2$ )
0	PVC	0,0014	0,99
	PELD-30	0,0007	0,84
5	PVC	0,0017	0,99
	PELD-30	0,0008	0,63

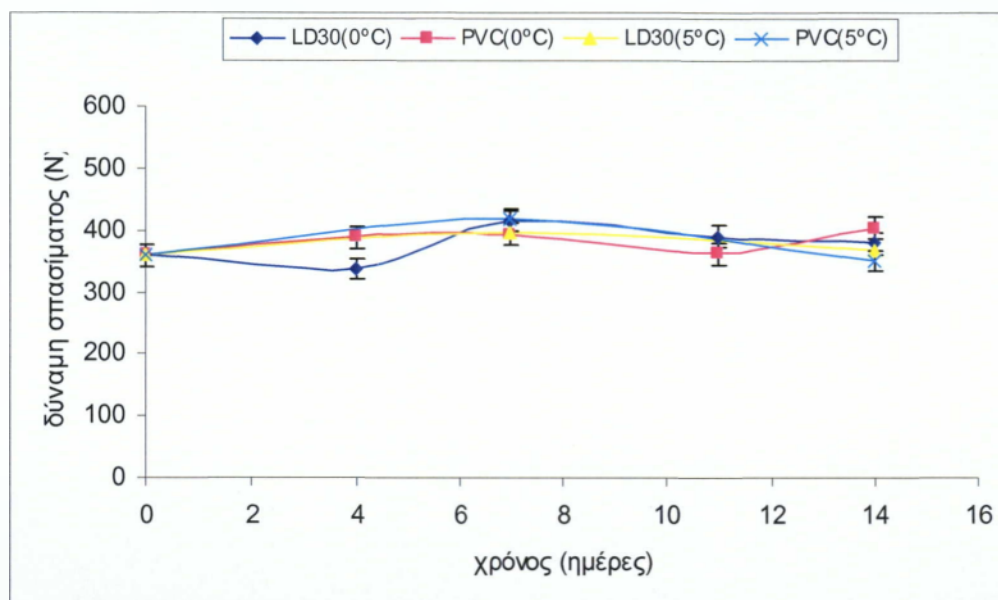
Η στατιστική ανάλυση του τριπαραγοντικού πειράματος έδειξε ότι η απώλεια βάρους επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά ( $p=0,05$ ) και από τους τρεις παράγοντες (χρόνος αποθήκευσης, τύπος συσκευασίας, θερμοκρασία αποθήκευσης) καθώς και από την αλληλεπίδραση τους.

Από τη στατιστική σύγκριση των μέσων τιμών των απωλειών μάζας για τις δύο πειραματικές σειρές, προέκυψε ότι αυτές διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

## 5.4 Μεταβολή της υφής

### A! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2008)

Στο σχήμα 7 παρουσιάζεται η μεταβολή της υφής των ανθιδίων του μπρόκολου που συσκευάστηκαν με φύλλα πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας πάχους 30μm ή καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 0 και 5°C.

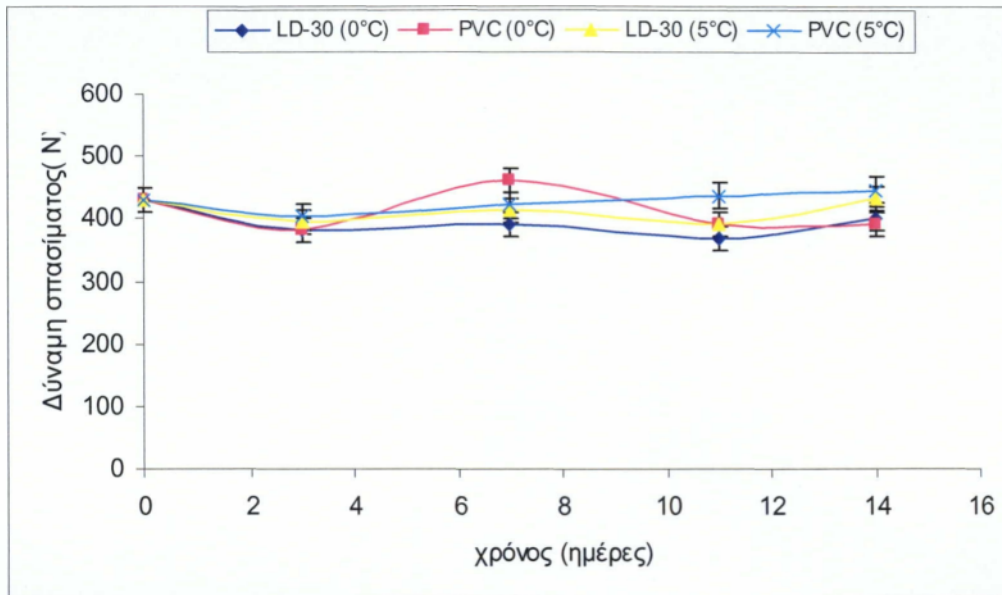


Σχήμα 7. Μεταβολή της υφής ανθιδίων μπρόκολου συσκευασμένων σε LD-30 ή καλυμμένων με PVC στους 0 και 5°C.

από το σχήμα 7 παρατηρούμε ότι γενικά παρουσιάζεται μία ελαφριά αύξηση της σκληρότητας των ανθιδίων. Στο τέλος της συντήρησης σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρείται μία μεταβολή, σχετικά με την αρχική τιμή, της τάξης του 2-12%. Οι παράγοντες που μελετήθηκαν ήταν: τύπος συσκευασίας, θερμοκρασία συντήρησης, χρόνος συντήρησης. Από τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων προέκυψε ότι οι παράγοντες: τύπος συσκευασίας, θερμοκρασία αποθήκευσης και η αλληλεπίδραση τους δεν ασκούν καμία στατιστικά σημαντική επίδραση στην υφή των ανθιδίων. Οι μόνιμοι παράγοντες που ασκούν στατιστικά σημαντική επίδραση είναι ο χρόνος συντήρησης καθώς και η αλληλεπίδραση των τριών μελετηθέντων παραγόντων.

## B! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2009)

Η μεταβολή της υφής των ανθιδίων κατά τη β' πειραματική σειρά παρουσιάζεται στο σχήμα 8.



Σχήμα 8. Μεταβολή της υφής ανθιδίων μπρόκολου συσκευασμένων σε LD-30 ή καλυμμένων με PVC και συντηρημένων στους 0 και 5°C

από το ανωτέρω σχήμα προκύπτει ότι σε όλες τις περιπτώσεις η υφή διατηρήθηκε πολύ κοντά στα αρχικά επίπεδα. Στο τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) στις συσκευασίες που συντηρήθηκαν στους 0 °C παρατηρήθηκε μία μείωση της υφής της τάξης του 7-9%, ενώ στους 5 °C παρατηρήθηκε μία αύξηση της τάξης του 4-10%. Η αύξηση των τιμών στο τέλος της συντήρησης στους 5 °C μπορεί να αποδοθεί στη μεγαλύτερη απώλεια βάρους που παρουσίασαν τα ανθίδια στη θερμοκρασία αυτή. Ανάλογα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν από αντίστοιχη μελέτη κεφαλών μπρόκολου, συσκευασμένων και μη (Seppano *et al.*, 2006). Η απώλεια βάρους φαίνεται να 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 στελέχους. Η αύξηση αυτή της ελαστικότητας, όπως είναι αναμενόμενο είναι πιο έντονη στο ασυσκευαστο προϊόν καθώς σημειώνεται μεγαλύτερη απώλεια υγρασίας. Αντίθετα σε συσκευασμένο προϊόν, στην αρχή της

συντήρησης σημειώνεται ελαφριά πτώση στη δύναμη κοπής (shear force) και τούτο διότι λόγω της υψηλής σχετικής υγρασίας εντός της συσκευασίας αυξάνεται η πίεση σπαργής στους φυτικούς ιστούς, (Serrano *et al.*, 2006).

Η σκλήρυνση των στελεχών του μπρόκολου, μπορεί να αποδοθεί στην αύξηση της λιγνίνης που λαμβάνει χώρα κατά την επούλωση των πληγών που δημιουργούνται με το κόψιμο των φυτικών ιστών. Ανάλογες παρατηρήσεις έχουν γίνει για σπαράγγι, πατάτες και άλλα νωπά λαχανικά (Jacobsson, 2004a).

Γενικότερα η υφή όσον αφορά στο μπρόκολο, έχει αποδειχτεί ότι επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία συντήρησης, η σχετική υγρασία και η σύνθεση της ατμόσφαιρας (Jacobsson *et al.*, 2004a). Αλλαγές στη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ψυχοσυντήρησης μπρόκολου σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας, προκαλούν μεταβολές στην υφή του ανάλογα και με το πλαστικό φιλμ συσκευασίας που χρησιμοποιείται κάθε φορά (Jacobsson *et al.*, 2004b). 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).

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι κανένας από τους παράγοντας που μελετήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα (χρόνος, θερμοκρασία συντήρησης, τύπος συσκευασίας) δεν ασκεί στατιστικά σημαντική επίδραση στην υφή των ανθιδίων.

Τέλος από τη σύγκριση των δύο πειραματικών σειρών προέκυψε ότι αυτές διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

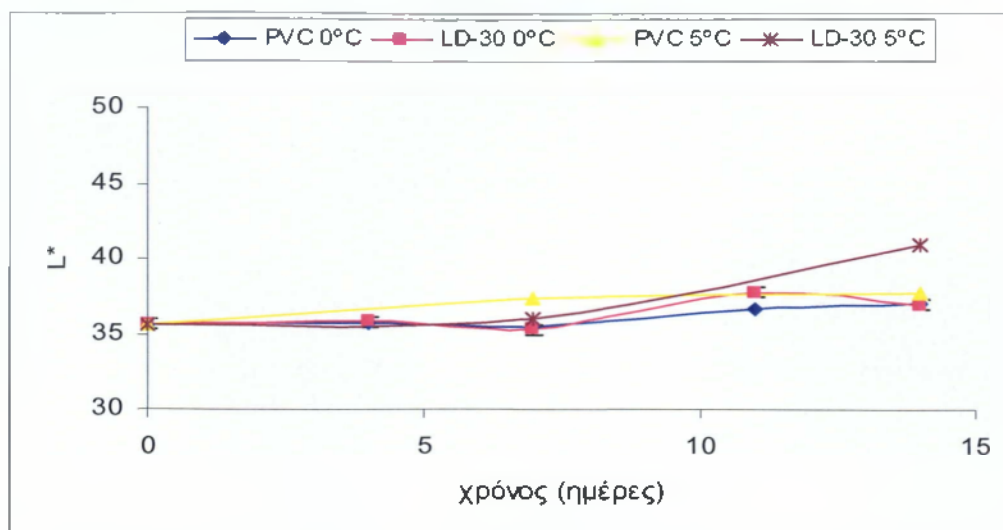
## 5.5 Μεταβολή του χρώματος

### 5.5.1 Μεταβολή της φωτεινότητας $L^*$

#### **A! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2008)**

Η μεταβολή του χρώματος των ανθιδίων εκφράστηκε με τις παραμέτρους:  $L^*$ (φωτεινότητα),  $C^*$ (κορεσμός),  $h^*$ (χροιά). Η μεταβολή της φωτεινότητας  $L^*$  παρουσιάζεται στο σχήμα 9 από όπου προκύπτουν τα εξής:





Σχήμα 9. Μεταβολή της φωτεινότητας  $L^*$  ανθιδίων μπρόκολου που συσκευάστηκαν με PE LD-30 ή καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C .

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

Οι παράγοντες που μελετήθηκαν ήταν: ο χρόνος συντήρησης, ο τύπος συσκευασίας και η θερμοκρασία . Από τη στατιστική ανάλυση του πειράματος προκύπτει ότι από τους τρεις αυτούς παράγοντες μόνο ο χρόνος συντήρησης επηρεάζει στατιστικά σημαντικά ( $p=0,05$ ) τη μεταβολή της φωτεινότητας των ανθιδίων. Τα ανθίδια που συντηρήθηκαν στους 0 °C και συσκευάστηκαν και με τους δύο τύπους συσκευασίας , στο τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) παρουσίασαν τη μικρότερη μεταβολή (περίπου 4%) της φωτεινότητας  $L^*$  .Τη μεγαλύτερη μεταβολή παρουσίασε η συσκευασία PE LD-30 (14%) στους 5 °C . Δεδομένου ότι οι χαμηλές τιμές του  $L^*$  αντιστοιχούν σε σκούρα χρώματα (στην προκειμένη περίπτωση σκούρο πράσινο χρώμα) ενώ οι υψηλές τιμές  $L^*$  σε ανοιχτά χρώματα, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η χαμηλή θερμοκρασία συντήρησης (0°C) διατήρησε το σκούρο πράσινο χρώμα των ανθιδίων μέχρι το τέλος της συντήρησης.

Από τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων και με απλή παλινδρόμηση για τις δύο θερμοκρασίες συντήρησης και για τους δύο χειρισμούς, προέκυψε ότι η μεταβολή της φωτεινότητας συναρτίζεται του χρόνου συντήρησης είναι εκθετικής μορφής και περιγράφεται ( $R^2=0.63$ ) από την παρακάτω σχέση:

$$L^* = \exp(a + b \cdot t^2) \quad (2)$$

Όπου:  $L^*$ : η μεταβολή της φωτεινότητας του χρώματος (αδιάστατο μέγεθος)

$t$ : ο χρόνος συντήρησης (σε ημέρες)

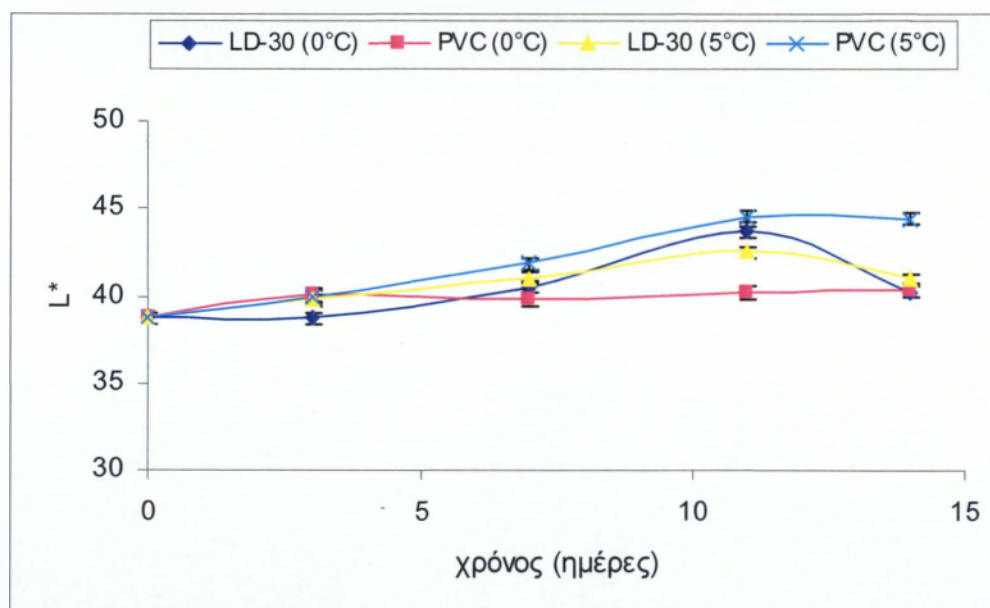
$a, b$ : συντελεστές οι οποίοι δίνονται στον πίνακα 8

**Πίνακας 8:** Συντελεστές  $a, b$  και συντελεστής προσδιορισμού της σχέσης (2) για την  $\alpha'$  πειραματική σειρά.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ	a	b	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ( $R^2$ )
0, 5	PVC, PE LD-30	3.386	0.005	0.63

### B! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2009)

Η μεταβολή της φωτεινότητας των ανθιδίων κατά τη δεύτερη πειραματική σειρά παρουσιάζεται στο σχήμα 10.



Σχήμα 10. Μεταβολή της φωτεινότητας  $L^*$  ανθιδίων μπρόκολου που συσκευάστηκαν με PE LD-30 ή καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C.

από το σχήμα 10 προκύπτει ότι και στη β! πειραματική σειρά όπως και στην α! η φωτεινότητα διατηρείται πολύ κοντά στα αρχικά επίπεδα μέχρι την 7<sup>η</sup> ημέρα, στη συνέχεια παρουσιάζεται μία ελαφρά αύξηση σε όλες τις περιπτώσεις πλην των ανθιδίων που καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 0°C. Στο τέλος της συντήρησης τα ανθίδια που καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 5°C παρουσίασαν τη μεγαλύτερη μεταβολή της φωτεινότητας (περίπου 14%), ενώ όλες οι άλλες περιπτώσεις παρουσίασαν μία μεταβολή της τάξης του 4%. Όλοι οι χειρισμοί πλην του χειρισμού PVC 5°C, δεν διέφεραν στατιστικά ( $p=0,05$ ) μεταξύ τους. Η στατιστική ανάλυση του τριπαραγοντικού πειράματος έδειξε ότι και οι τρεις παράγοντες (χρόνος συντήρησης, τύπος συσκευασίας, θερμοκρασία συντήρησης) επηρέασαν σημαντικά τη μεταβολή της φωτεινότητας. Από τις δύο θερμοκρασίες που μελετήθηκαν οι 0 °C διατήρησαν καλλίτερα τη φωτεινότητα των ανθιδίων.

Από τη στατιστική σύγκριση των δύο σειρών, προέκυψε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους όσον αφορά στη μεταβολή της φωτεινότητας των ανθιδίων, γι' αυτό και η σχέση (2) δεν μπορεί να περιγράψει τη μεταβολή της φωτεινότητας της β' πειραματικής σειράς. Έτσι από τη στατιστική επεξεργασία των μέσων όρων των δεδομένων της β' πειραματικής σειράς και με πολλαπλή παλινδρόμηση για τις δύο θερμοκρασίες συντήρησης και για τους δύο χειρισμούς, προέκυψε ότι η μεταβολή της φωτεινότητας συναρτήσει του χρόνου και της θερμοκρασίας συντήρησης περιγράφεται ( $R^2=0.64$ ) από την παρακάτω σχέση:

$$L^* = 1/[a + b \cdot \theta - (c + d \cdot \theta) \cdot t^{0.5}] \quad (3)$$

Όπου:  $L^*$ : η μεταβολή της φωτεινότητας του χρώματος (αδιάστατο μέγεθος)

t: ο χρόνος συντήρησης (σε ημέρες)

$\theta$ : η θερμοκρασία συντήρησης (σε °C)

a, b, c και d: συντελεστές οι οποίοι δίνονται στον πίνακα

**Πίνακας 9: Συντελεστές a, b, c και d και συντελεστής προσδιορισμού της Σχέσης 3 για τη β' πειραματική σειρά.**

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ	a	b	c	d	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ (R <sup>2</sup> )
0, 5	PVC, PELE-30	0.0259	0.00002	0.0004	0.00006	0.64

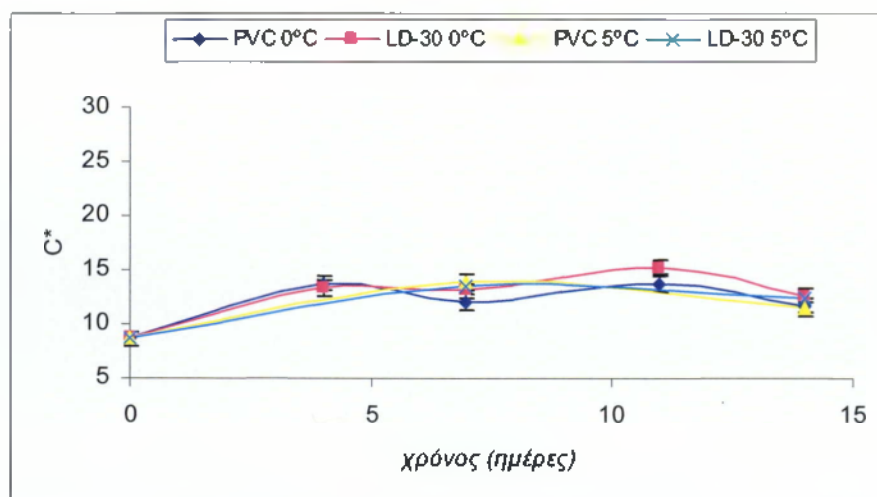
Η αύξηση των τιμών της φωτεινότητας μετά την 7<sup>η</sup> ημέρα οφείλεται στο κιτρίνισμα των ανθιδίων γεγονός που συμφωνεί με παρατηρήσεις και άλλων μελετητών (Seitano *et al.* 2006).

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

Η μεταβολή της έντασης του χρώματος των ανθιδίων του μπρόκολου εκφράστηκε με τον αδιάστατο παράγοντα C\*.

#### A! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2008)

Στο σχήμα 11 παρουσιάζεται η μεταβολή της έντασης του χρώματος των ανθιδίων μπρόκολου που συσκευάστηκαν με PEVD-30 ή καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C.



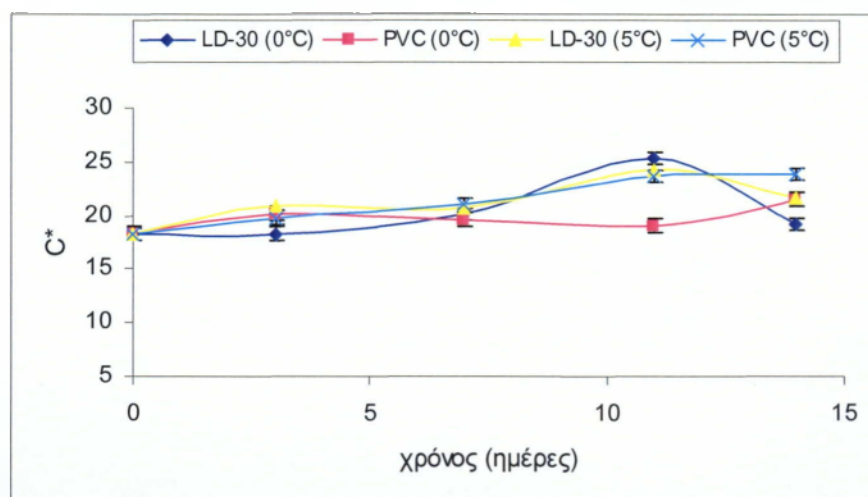
Σχήμα 11. Μεταβολή της έντασης του χρώματος ανθιδίων μπρόκολου συσκευασμένων με PEVD-30 ή καλυμμένων με PVC, τα οποία συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C.

από το σχήμα 11 προκύπτει ότι σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρείται μία αύξηση των τιμών μέχρι την 11<sup>η</sup> ημέρα οπότε και παρατηρείται μία πτώση. Στο τέλος της συντήρησης σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρήθηκε μία μεταβολή της τάξης του 4-5%. Δεδομένου ότι όσο υψηλότερες είναι οι τιμές τόσο πιο έντονο το χρώμα, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι μέχρι την 11<sup>η</sup> ημέρα η ένταση του χρώματος διατηρήθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα ενώ από την ημέρα αυτή και μέχρι το τέλος της συντήρησης παρατηρείται μείωση που μπορεί να αποδοθεί στο κιτρίνισμα των ανθιδίων.

Η πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι η μεταβολή της έντασης του χρώματος επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά ( $p=0,05$ ) μόνο από το χρόνο συντήρησης, ενώ μεταξύ των θερμοκρασιών (0 και 5°C) και των χειρισμών (συσκευασία με PELD-30 ή κάλυψη με PVC) δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p=0,05$ ).

### B! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2009)

Η μεταβολή της έντασης του χρώματος των ανθιδίων που συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C κατά τη δεύτερη πειραματική σειρά παρουσιάζεται στο σχήμα 12.



Σχήμα 12. Μεταβολή της έντασης του χρώματος ανθιδίων μπρόκολου συσκευασμένων σε PELD-30 ή καλυμμένων με PVC, τα οποία συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C.

Από το σχήμα 12 προκύπτει ότι η ένταση του χρώματος διατηρήθηκε περίπου στα αρχικά επίπεδα μέχρι την 11<sup>η</sup> ημέρα οπότε και παρατηρείται μία αύξηση σε όλες τις περιπτώσεις πλην αυτής του PVC στους 0°C. Στο τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) τη μικρότερη μεταβολή παρουσίασε ο χειρισμός PELD-30 στους 0°C, η μεταβολή αυτή κυμάνθηκε γύρω στο 5%, ενώ την υψηλότερη μεταβολή (περίπου 30%) παρουσίασε ο χειρισμός PVC στους 5°C. Οι άλλοι δύο χειρισμοί παρουσίασαν μία μεταβολή της τάξης του 17%.

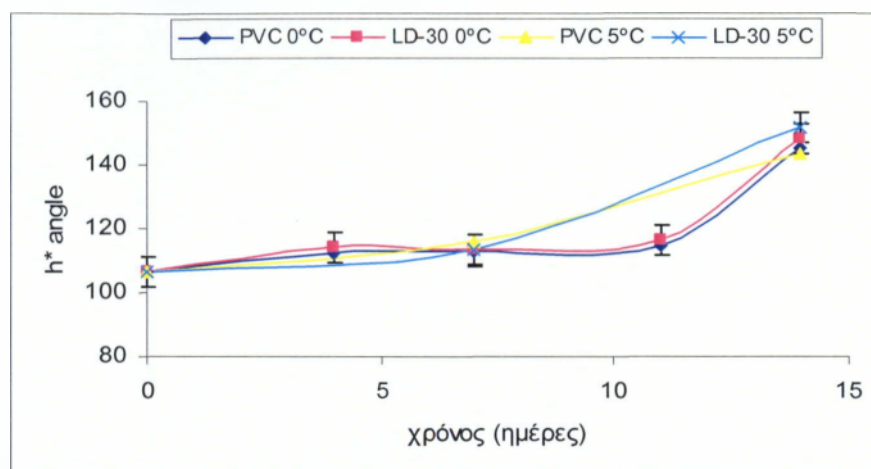
Από τη στατιστική ανάλυση του πειράματος προκύπτει ότι και οι τρεις παράγοντες (χρόνος, θερμοκρασία συντήρησης, τύπος συσκευασίας) επιδρούν στατιστικά σημαντικά ( $p=0,05$ ) στη μεταβολή της έντασης του χρώματος.



### 5.5.3 Μεταβολή της χροιάς ( $h^*$ )

#### A! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2008)

Η μεταβολή της χροιάς του χρώματος των ανθιδίων του μπρόκολου παρουσιάζεται στο σχήμα 13.



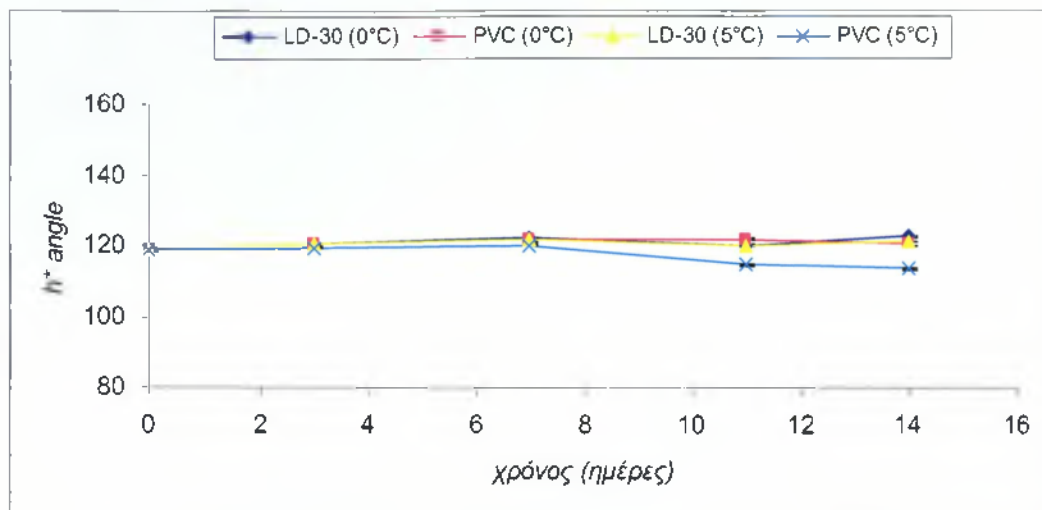
Σχήμα 13. Μεταβολή της χροιάς ανθιδίων μπρόκολου που συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C και ήταν συσκευασμένα σε PE/LD-30 ή καλυμμένα με PVC.

από το σχήμα 13 προκύπτει ότι στους 5 °C και για τους δύο τύπους συσκευασίας, η χροιά διατηρήθηκε σταθερή μέχρι και την 7<sup>η</sup> ημέρα, ενώ στους 0 °C και για τους δύο τύπους συσκευασίας η χροιά διατηρήθηκε σταθερή μέχρι την 11<sup>η</sup> ημέρα. Στο τέλος της συντήρησης οι τιμές της χροιάς για όλους τους χειρισμούς παρουσιάζουν μία έντονη αύξηση της τάξης του 35-42%.

Από τη στατιστική ανάλυση του τριπαραγοντικού πειράματος προκύπτει ότι ο παράγοντας που επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τη μεταβολή της χροιάς είναι ο χρόνος αποθήκευσης.

### Β! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2009)

Η μεταβολή της χροιάς των ανθιδίων του μπρόκολου για τη β' πειραματική σειρά παρουσιάζεται στο σχήμα 14 από όπου προκύπτει ότι:



Σχήμα 14. Μεταβολή της χροιάς ανθιδίων μπρόκολου που συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C, συσκευασμένα σε PELD-30 ή καλυμμένα με PVC.

σ' όλες τις περιπτώσεις πλην αυτής της συσκευασίας PVC στους 5 °C η χροιά του χρώματος των ανθιδίων διατηρήθηκε μέχρι το τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) σταθερή σε τιμές πολύ κοντά στις αρχικές.

Από τη στατιστική ανάλυση του τριπαραγοντικού αυτού πειράματος προκύπτει ότι και οι τρεις παράγοντες δηλ. θερμοκρασία, τύπος συσκευασίας, χρόνος συντήρησης, επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά ( $p=0,05$ ) τη χροιά του χρώματος. Από τη στατιστική σύγκριση των δύο πειραματικών σειρών προέκυψε ότι αυτές διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

Σύμφωνα με τους Seppano *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°C γεγονός που μαρτυρά κιτρίνισμα και γήρανση. Η έντονη μεταβολή των χρωματικών αυτών παραμέτρων παρουσιάστηκε μεταξύ της 10<sup>ης</sup> και 15<sup>ης</sup> ημέρας συντήρησης, γεγονός που συμφωνεί με τα δικά μας αποτελέσματα.. Στην περίπτωσή μας δεν παρατηρήθηκε μεταβολή της χροιάς ( $h^*$ ) κατά τη β' πειραματική σειρά 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

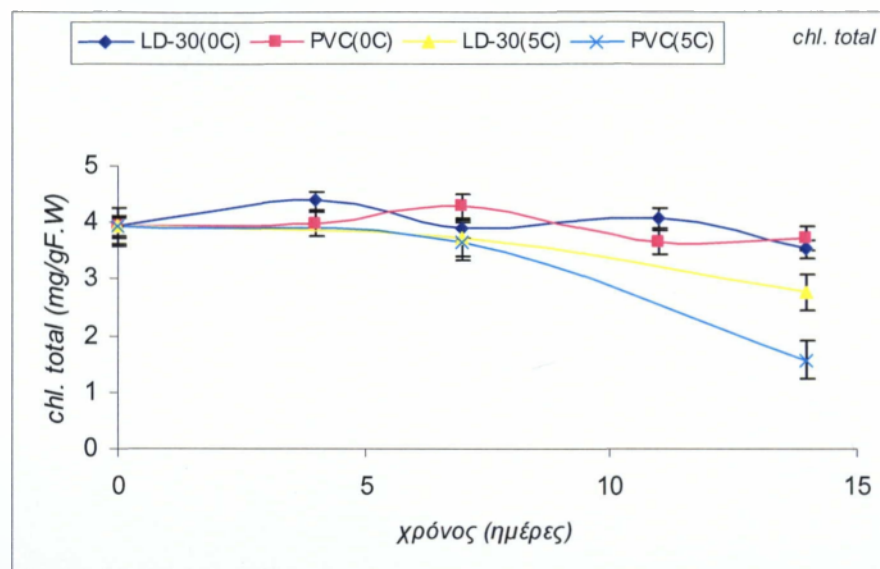
συνδυασμός  $O_2$  και  $CO_2$  για τη διατήρηση του έντονου πράσινου χρώματος του μπρόκολου σύμφωνα με τους Jones *et al.* (2006) είναι 1-2%  $O_2$  και 5-10%  $CO_2$ .

Το χρώμα στο μπρόκολο φαίνεται να επηρεάζεται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και η σύσταση της ατμόσφαιρας. Καθώς το μπρόκολο γηράσκει οι κεφαλές αποκτούν κίτρινο χρωματισμό συνέπεια της αποικοδόμησης της χλωροφύλλης, του ρυθμού αναπνοής, της παραγωγής αιθυλενίου και διαδικασιών υπεροξειδωσης λιπιδίων (Serrano *et al.*, 2006; Jacobsson *et al.*, 2004a). Η απώλεια του πράσινου χρώματος αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την εμπορευσιμότητα του προϊόντος. Η συντήρηση σε συνθήκες MAP (υψηλή συγκέντρωση  $CO_2$  και μειωμένη  $O_2$ ) έχει δείξει ότι διατηρεί καλά το χρώμα στο μπρόκολο και επομένως σε υψηλά επίπεδα την εμπορική ποιότητά του (Jacobsson *et al.*, 2004a). Η παρουσία κίτρινων κεφαλών στο μπρόκολο, σημαίνει αυτόματα το τέλος της εμπορικής ζωής του προϊόντος (Toivonen and Forney, 2004). Χρειάζεται προσοχή ώστε να διακρίνεται το κιτρίνισμα που οφείλεται στη γήρανση του μπρόκολου, από το κίτρινο/ ανοικτό πράσινο χρώμα που αποκτούν ορισμένες περιοχές στην κεφαλή του εξαιτίας της σκιάσής τους κατά την ανάπτυξη του ανθικού μέρους του (Cantwell and Suslow, 1999).

## 5.6 Μεταβολή της χλωροφύλλης

### A! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2008)

Η μεταβολή της ολικής χλωροφύλλης των ανθιδίων που συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C και είχαν συσκευασθεί σε PELD-30 ή είχαν καλυφθεί με PVC, παρουσιάζεται στο σχήμα 15.

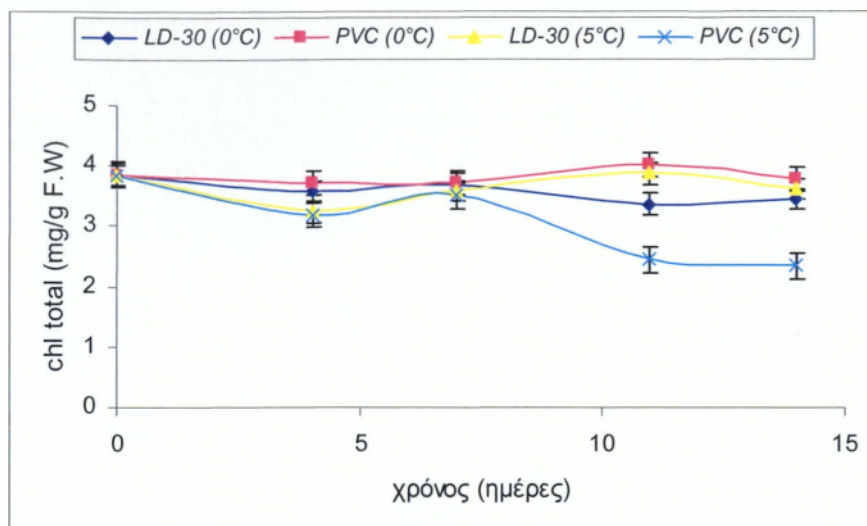


Σχήμα 15. Μεταβολή της ολικής χλωροφύλλης ανθιδίων μπρόκολου που συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C και συσκευάστηκαν με PELD-30 ή επικαλύφθηκαν με PVC

από το σχήμα 15 προκύπτει ότι στους 0 °C και στις δύο συσκευασίες καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης η ολική χλωροφύλλη διατηρήθηκε σε επίπεδα πολύ κοντά στα αρχικά. Η μείωση που παρατηρήθηκε στο τέλος της συντήρησης στους 0°C και για τις δύο συσκευασίες κυμάνθηκε γύρω στο 5-10 %. Στους 5 °C στο τέλος της συντήρησης παρατηρείται μία έντονη μείωση η οποία στην περίπτωση της συσκευασίας PELD-30 κυμάνθηκε γύρω στο 30% ενώ στη συσκευασία PVC κυμάνθηκε γύρω στο 60%. Η στατιστική ανάλυση του πειράματος έδειξε ότι οι παράγοντες, χρόνος συντήρησης, θερμοκρασία συντήρησης και τύπος συσκευασίας επηρέασαν στατιστικά σημαντικά τη μεταβολή της ολικής χλωροφύλλης. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι η θερμοκρασία των 0°C διατήρησε το έντονο πράσινο χρώμα των ανθιδίων.

### B! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2009)

Στο σχήμα 16 παρουσιάζεται η μεταβολή της ολικής χλωροφύλλης των ανθιδίων που συντηρήθηκαν σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα ή καλύφθηκαν με PVC στους 0 και 5 °C.



Σχήμα 16. Μεταβολή της ολικής χλωροφύλλης ανθιδίων μπρόκολου που συντηρήθηκε συσκευασμένο σε PELED-30 ή καλυμμένο με PVC στους 0 και 5 °C.

από το παραπάνω σχήμα προκύπτει ότι στους 0°C και οι δύο συσκευασίες διατήρησαν την ολική χλωροφύλλη σε επίπεδα πολύ κοντά με τα αρχικά. Στο τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) η μεταβολή που παρατηρήθηκε κυμάνθηκε μεταξύ 2% (PVC) και 10% (PELD-30). Η ίδια παρατήρηση ισχύει και για τη συσκευασία PELED-30 στους 5 °C η οποία παρουσίασε απώλεια της τάξης του 6%. Μεταξύ των 3 αυτών χειρισμών δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Τη μεγαλύτερη απώλεια σε χλωροφύλλη παρουσίασε ο χειρισμός PVC στους 5 °C ο οποίος από την 7<sup>η</sup> ημέρα παρουσίασε σημαντική μείωση. Έτσι την 14<sup>η</sup> ημέρα (τέλος συντήρησης) ο χειρισμός σημείωσε μία μείωση της τάξης του 40%. Συγκρίνοντας τις δύο πειραματικές σειρές μεταξύ τους μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι και στις δύο, ο χειρισμός PVC στους 5 °C παρουσίασε τη μεγαλύτερη απώλεια χλωροφύλλης

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων προκύπτει ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά ( $p=0,05$ ) την απώλεια της χλωροφύλλης είναι η θερμοκρασία συντήρησης και ο τύπος συσκευασίας. Από τη σύγκριση των δύο σειρών μεταξύ τους, προέκυψε ότι αυτές διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Όπως ήδη αναφέρθηκε ένας σημαντικός παράγοντας για την ποιότητα του μπρόκολου είναι η ανάπτυξη κίτρινου χρώματος στην κεφαλή, το οποίο οφείλεται



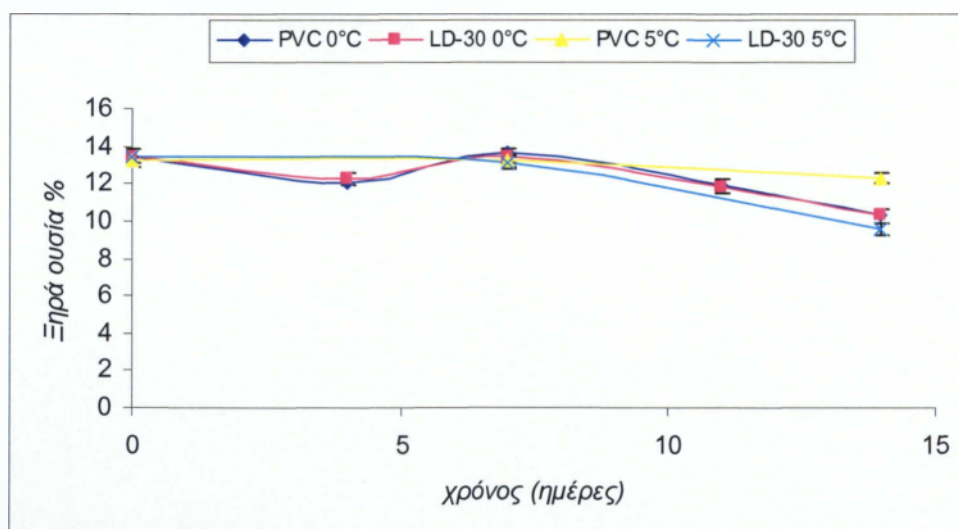
κυρίως στη μείωση της περιεχόμενης χλωροφύλλης (a + b). Σύμφωνα με τους Seppano et al., (2006), η μείωση αυτή φαίνεται να συμβαίνει πιο γρήγορα σε ασυσκευαστο μπρόκολο, ενώ το συσκευασμένο σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας, διατήρησε το πράσινο χρώμα που είχε κατά τη συγκομιδή για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (περίπου 14 ημέρες).

Σύμφωνα με άλλη μελέτη (Jacobsson et al., 2004a) η αποικοδόμιση της χλωροφύλλης δεν ήταν αισθητή σε μπρόκολο συσκευασμένο που συντηρήθηκε στους 4 °C ενώ παρατηρήθηκε μείωση της ολικής χλωροφύλλης σε μπρόκολο που συντηρήθηκε στους 10 °C. Η διαφορά πιθανόν έγκειται στο γεγονός ότι στην υψηλότερη θερμοκρασία, ο ρυθμός αναπνοής είναι πιο έντονος και κατά συνέπεια και η αποικοδόμιση της χλωροφύλλης πιο γρήγορη. Ασυσκευαστο μπρόκολο παρουσίασε ταχύτερη αποικοδόμιση της χλωροφύλλης συγκριτικά με συσκευασμένο, καθώς δεν είχε την ευεργετική επίδραση της τροποποιημένης ατμόσφαιρας (Jacobsson et al., 2004b).

## 5.7 Ξηρά ουσία

### A! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2008)

Η ξηρά ουσία των ανθιδίων κατά τη συντήρηση στους 0 °C και 5 °C παρουσιάζεται στο σχήμα 17.



Σχήμα 17. Μεταβολή της περιεκτικότητας σε ξηρά ουσία ανθιδίων μπρόκολου ποικιλίας “Marathon”, συσκευασμένων σε PELD-30 ή καλυμμένων με PVC κατά τη συντήρηση στους 0 °C και 5 °C.

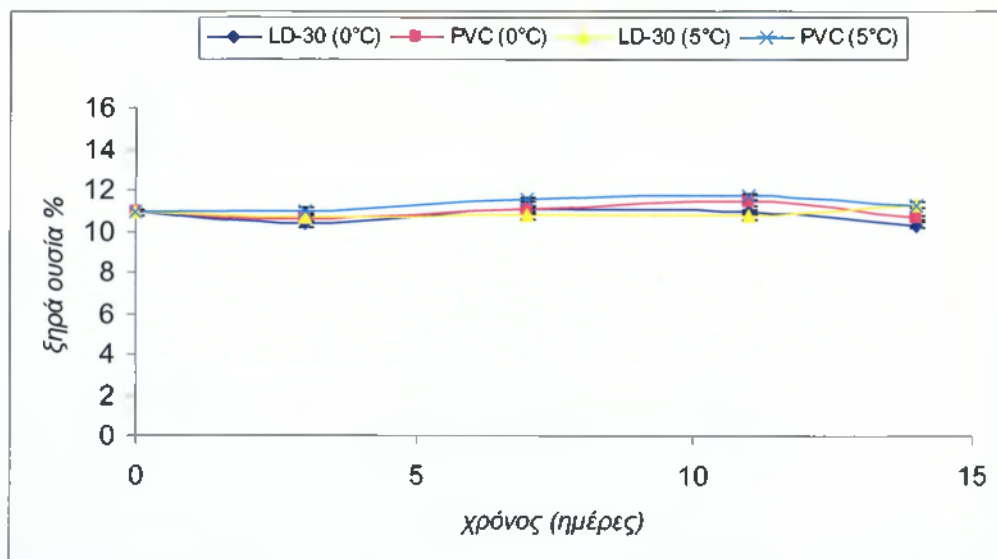
από το σχήμα 17 προκύπτει ότι η ξηρά ουσία σε όλες τις συσκευασίες και στις δύο θερμοκρασίες παραμένει σταθερή μέχρι την 7<sup>η</sup> ημέρα, μετά παρουσιάζεται μία πτώση σε όλες τις περιπτώσεις πλην της συσκευασίας με PVC στους 5 °C που παραμένει σχεδόν σταθερή μέχρι το τέλος της συντήρησης. Στο τέλος της συντήρησης τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία παρουσίασαν τα ανθίδια που συσκευάστηκαν με φύλλα PE χαμηλής πυκνότητας (LD-30) και συντηρήθηκαν στους 5 °C, ενώ την υψηλότερη τα ανθίδια που καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 5 °C. Η μεταβολή της ξηράς ουσίας σε όλες τις περιπτώσεις είναι πολυωνμική του τύπου:

$$\text{Ξηρά ουσία} = -\alpha \chi^2 + \beta \chi + \gamma \text{ με } R^2=1 \quad (4)$$

Οι παράγοντες που μελετήθηκαν ήταν: ο τύπος συσκευασίας, η θερμοκρασία, ο χρόνος συντήρησης καθώς και η αλληλεπίδρασή τους. Η στατιστική ανάλυση του τριπαραγοντικού πειράματος έδειξε ότι ο χρόνος συντήρησης, ο τύπος συσκευασίας και η αλληλεπίδραση των τριών μελετημένων παραγόντων επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά ( $p=0,05$ ) τη ξηρά ουσία των ανθιδίων του μπρόκολου.

### B! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2009)

Η μεταβολή της περιεχόμενης ξηράς ουσίας των ανθιδίων κατά τη διάρκεια της συντήρησης στους 0 °C και 5 °C, στη δεύτερη πειραματική σειρά παρουσιάζεται στο σχήμα 18.



Σχήμα 18. Μεταβολή της ξηράς ουσίας ανθιδίων μπρόκολου που συντηρήθηκαν στους 0 °C και 5 °C και ήταν συσκευασμένα με PE LD-30 και PVC

από το σχήμα 18 προκύπτει ότι σε όλες τις περιπτώσεις παρουσιάζεται μία ελαφρά αύξηση μέχρι την 11<sup>η</sup> ημέρα. Στο τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) παρουσιάζεται μία μείωση σε όλες τις περιπτώσεις. Η στατιστική ανάλυση του τριπαραγοντικού πειράματος (χρόνος αποθήκευσης, τύπος συσκευασίας, θερμοκρασία συντήρησης) έδειξε ότι οι τρεις παράγοντες και η αλληλεπίδρασή τους ασκούν στατιστικά σημαντική επίδραση ( $p=0,05$ ) στη μεταβολή της ξηράς ουσίας των ανθιδίων.

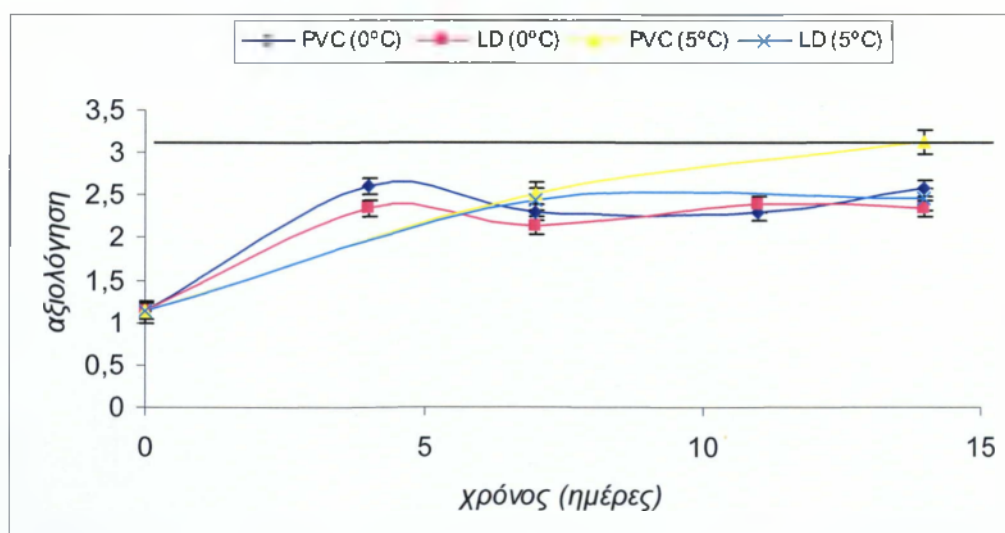
Από τη σύγκριση των δύο πειραματικών σειρών προέκυψε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

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

## 5.8 Μεταβολή της ολικής οπτικής εμφάνισης του προϊόντος

### A! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2008)

Η μεταβολή της εμφάνισης των ανθιδίων σύμφωνα με την αξιολόγηση των κριτών (οργανοληπτικός έλεγχος) παρουσιάζεται στο σχήμα 19.



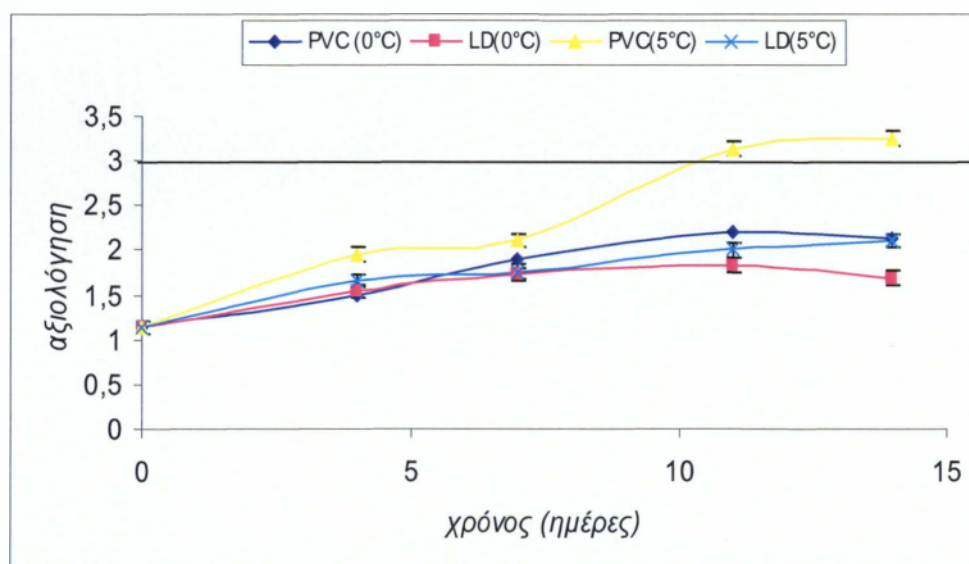
Σχήμα 19. Μεταβολή της οπτικής ποιότητας ανθιδίων μπρόκολου που συντηρήθηκαν στους 0 και 5 °C είτε σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας είτε καλυμμένα με PVC.

από το σχήμα 19 προκύπτει ότι μέχρι την 14<sup>η</sup> ημέρα συντήρησης η οπτική ποιότητα των ανθιδίων όλων των χειρισμών με εξαίρεση το χειρισμό PVC στους 5°C, διατηρήθηκε σε επίπεδα αποδεκτά από τους καταναλωτές και επομένως τα ανθίδια ήταν εμπορεύσιμα.

Η στατιστική ανάλυση του τριπαραγοντικού πειράματος έδειξε ότι και οι τρεις παράγοντες (θερμοκρασία, τύπος συσκευασίας, χρόνος συντήρησης) επηρέασαν σημαντικά τη μεταβολή της οπτικής ποιότητας των ανθιδίων. Στο τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα) οι χειρισμοί PVC 0°C, PELD-30 0°C και PELD-30 5°C δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

### Β! Πειραματική Σειρά (Δεκέμβριος 2009)

Η μεταβολή της εμφάνισης των ανθιδίων του μπρόκολου της β! πειραματικής σειράς όπως αυτή καταγράφηκε κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο παρουσιάζεται στο σχήμα 20.



Σχήμα 20. Μεταβολή της οπτικής ποιότητας ανθιδίων μπρόκολου που συντηρήθηκαν στους 5 °C και 0 °C είτε σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας είτε καλυμμένα με PVC.

από το σχήμα 20, προκύπτει ότι την εντονότερη και πιο γρήγορη υποβάθμιση παρουσίασαν τα ανθίδια του χειρισμού PVC 5°C τα οποία την 11<sup>η</sup> ημέρα δεν ήταν πια εμπορεύσιμα. Οι τρεις άλλοι χειρισμοί διατηρήθηκαν εμπορεύσιμοι μέχρι το τέλος της συντήρησης (14<sup>η</sup> ημέρα). Την καλύτερη ποιότητα σύμφωνα με τους κριτές

διατήρησαν τα ανθίδια που συσκευάστηκαν 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) επηρέασαν σημαντικά τη μεταβολή της οπτικής ποιότητας των συσκευασμένων ανθιδίων. Οι δύο πειραματικές σειρές διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους.

Το εξωτερικό χρώμα επηρεάζει πολύ την οπτική αξιολόγηση του μπρόκολου. Οι 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 ασυσκευάστο και εκτεθειμένο στον ατμοσφαιρικό αέρα.



**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6****6. Συμπεράσματα**

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 στη β! πειραματική σειρά 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.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahvenainen, R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 7, 179-187.
- Anonymous, (2009a). <http://www.livepedia.gr/index.php>.
- Anonymous, (2009) Αφιέρωμα ΣΤΑΥΡΑΝΘΗ Γεωργία - Κτηνοτροφία, τεύχος, 10/2009 (Δεκέμβριος).
- Anonymous,(2009b).[http://kouzinoskalismata.blogspot.com/2009/03/blogpost\\_8146.html](http://kouzinoskalismata.blogspot.com/2009/03/blogpost_8146.html)
- Anonymous,(2009c). [www.healingdaily.com](http://www.healingdaily.com)
- Anonymous,(2009d )[www.medlook.net/article.asp?item\\_id=411](http://www.medlook.net/article.asp?item_id=411) )
- Anonymous,(2010). <http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/el/Broccoli#History>.
- Asahi, T., 1978. Biogenesis of cell organelles in wounded plant storage tissue cells. In: *Biochemistry of wounded plant tissues*, ed. G. Kahl, Walter de Gruyter, Berlin, pp. 391-419.
- Bastrash,S., Makhlof,J., Castaigne, F. and Willemot, C., 1993. Optimal controlled atmosphere conditions for storage of broccoli florets. *J. Food Sci.* 58, 338-341,360.
- Bolin, R.Harold and Charles C. Huxsoll, 1989. Storage stability of minimally processed fruit. *Journal of Food Processing and Preservation* 13, 281-292
- Cantewell, M., 2002. Postharvest Handling Systems:minimally processed fruits and vegetables. U. Davis (<http://vric.ucdavis.edu/selectnewtopic.minproc.htm>)
- Cantwell, M. and T. Suslow. 1999. Broccoli: recommendations for maintaining postharvest quality.  
( <http://postharvest.ucdavis.edu/produce/producefacts/veg/broccoli.html> )
- 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

- Fatih Yildiz, 1994. Initial preparation, handling and distribution of minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In: Minimally processed refrigerated fruits & vegetables. Ed. Robert C. Wiley, Chapman & Hall, N. York, London, pp.15-65.
- Forney, C.F., J.P. Mattheis, and R.K. Austin., 1991. "Volatile compounds produced by broccoli under anaerobic conditions" *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 39:2257-2259.
- 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, R.J., 2001. A summary of CA and MAP recommendations for selected fresh-cut fruits and vegetables. In: Optimal controlled atmospheres for horticultural perishables. Postharvest Horticulture series No 22A, pp.121
- International Fresh-cut Produce Association (IFPA) and the Produce Marketing Association (PMA), 1999. Handling Guidelines for the fresh-cut Produce Industry. 3<sup>rd</sup> edition, pp5, 7 IFPA Alexandria. V.A.
- 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.
- Kader, A. 2002 .Quality parameters of fresh-cut fruit and vegetable products. In: Fresh-cut fruits and vegetables. Ed. Olusola Lamikanra, CRC Press, London, pp. 11-43.
- Kader, A., M. Cantwell, 2006. Produce quality rating scales and color charts. *Postharvest Horticulture Series No 23* . University of California, Davis.

- Kappel, F., Toivonen, P., McKenzie, D.L., Stan, S., 2002. Storage characteristics of new sweet cherry cultivars. *HortScience* 37, 139-143.
- Kurki, L., 1979. Leek quality changes in CA-storage. *Acta Hort.* 93, 85-90.
- Makhoulouf, J., F. Castaigne, J. Arul, C. Willemot, and A. Gosselin. 1989. Long-term storage of broccoli under controlled atmosphere. *HortScience* 24:637-639.
- Martinez-Romero, D., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M., 2003. "Modified atmosphere packaging maintains quality of table grapes" *Journal of Food Science* 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.
- MITROPOULOS, D., G. LAMPRINOS, H. MANOLOPOULOU. 2000. A portable setup for fruit respiration measurement. In: Artés, F., M.I. Gil and M.A.Conesa (Eds). 'Improving postharvest technologies of fruits, vegetables and ornamentals'. Vol.II, IIR Edition, pp. 926–931.
- 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
- Saltveit Mikal E., 2004. *Respiratory Metabolism. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*, Agriculture Handbook Number 66 <http://usna.usda.gov/hb66/contents.html>
- Sams Carl E., 1999 "Preharvest factors affecting postharvest texture" *Postharvest Biology and Technology* 15:249–254.
- Serrano M., D. Martinez-Romero, F. Guill'en , S. Castillo , D. Valero, 2006. "Maintenance of broccoli quality and functional properties during cold storage as affected by modified atmosphere packaging", *Postharvest Biology and Technology* 39:61–68.
- 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 Peter M. A. and Charles Forney 2004. *Broccoli. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*, Agriculture Handbook Number 66 <http://usna.usda.gov/hb66/contents.html>

- Toivonen, P. M., 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.,
- 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, D.A. 1996. 'Factors affecting quality of fresh - cut horticultural products'. *Postharvest Biology and Technology* 9:115–125.
- Ηλιόπουλος, Α., (2002). Οδηγίες συγγραφής και παρουσίασης επιστημονικών εργασιών. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής.
- Μανωλοπούλου, Ε., (2000). Εργαστηριακές σημειώσεις. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής.
- Μπλούκας, Γ., Ι., (2004a). Επεξεργασία & Συντήρηση Τροφίμων. Εκδ. Αθ. Σταμούλη, Αθήνα.
- Παρασκευόπουλος, Κ., Π., (2006). Σύγχρονη Λαχανοκομία. Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα.
- Σφακιωτάκης, Ε., (2004). Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων. Εκδ. tyro Man, Θεσσαλονίκη.
- Τζουμάκας, Κ., (2009). Σημειώσεις Βιολογικής Γεωργίας. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής.