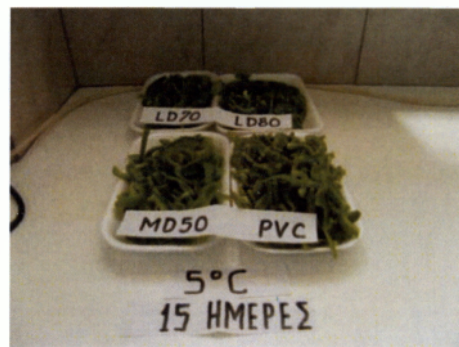


ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ
ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΣΕ
“ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΗ” ΠΡΑΣΙΝΗ ΠΙΠΕΡΙΑ ΠΟΙΚ
Guardian F1»



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
ΑΡΣΕΝΗΣ Α. ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2010

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ
ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΣΕ
“ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΗ” ΠΡΑΣΙΝΗ ΠΙΠΕΡΙΑ ποικ.
Guardian F1»**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
ΑΡΣΕΝΗΣ Α. ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΣ**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΕΛΕΝΗ ΜΑΝΩΛΟΠΟΥΛΟΥ (Εισηγήτρια)
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΡΕΚΟΥΜΗ (Εισηγήτρια)
ΑΓΡΙΟΠΟΥΛΟΥ ΣΟΦΙΑ (Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής)**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2010

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 Πιπεριά – Καταγωγή-Ιστορική αναδρομή.....	4
1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά	5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 Συντήρηση οπωροκηπευτικών με κοινή ψύξη.....	7
2.1.1 Ιστορική αναδρομή	7
2.1.2 Σκοπός της συντήρησης με κοινή ψύξη των νωπών φρούτων και λαχανικών.....	7
2.1.3 Συντήρηση φυτικών ιστών-Σήμερα	8
2.2 Πρόψυξη	9
2.2.1 Γενικά.....	9
2.2.2 Πρόψυξη με βεβιασμένη κίνηση ψυχρού αέρα	9
2.2.3 Υδροψύξη	9
2.2.4 Πρόψυξη με κενό.....	9
2.2.5 Πρόψυξη με πάγο.....	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 Ελάχιστα επεξεργασμένα φυτικά όργανα (Minimal Processed Vegetables- MPV)	11
3.2 Φυσιολογία των ελαφρά επεξεργασμένων οπωροκηπευτικών.....	11
3.3 Κριτήρια αξιολόγησης της ποιότητας των «ελάχιστα επεξεργασμένων λαχανικών»	13
3.3.1 Χρώμα.....	14
3.3.2 Υφή	14
3.3.3 Γεύση και άρωμα	15
3.3.4 Θρεπτικά συστατικά	15
3.4. Ενζυματική ή μη ενζυματική κασπάνωση	16
3.4.1 Μικροβιολογία ελάχιστα επεξεργασμένων λαχανικών	16
3.4.2 Απολύμανση- Σκοπός απολύμανσης	18
3.5 Συσκευασία προϊόντων	18
3.5.1 Σκοπός της συσκευασίας	18
3.5.2 Συσκευασία γεωργικών προϊόντων με τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP)	19
3.5.2.1 Σύνθεση της ατμόσφαιρας	20
3.5.2.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα της συσκευασίας με τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP).....	20
3.6 Μembrάνες που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP).....	21
3.7 Συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας σε «ελάχιστα επεξεργασμένα λαχανικά».....	22

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Υλικά και μέθοδοι

1. Πρώτη ύλη	23
2. Ανάλυση αερίων	24
3. Απώλεια βάρους	24
4. Προσδιορισμός χρώματος.....	24
5. Προσδιορισμός ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (brix)	25
6. Προσδιορισμός του ασκορβικού οξέως (βιταμίνης C)	26
7. Οργανοληπτική Αξιολόγηση (αξιολόγηση εμφάνισης).....	26

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

1. Σύνθεση των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών.....	27
2. Απώλεια βάρους	29
3. Μεταβολή του χρώματος.....	30
4. Μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (brix)	34
5. Μεταβολή της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ	35
6. Οργανοληπτική Αξιολόγηση (αξιολόγηση εμφάνισης).....	36

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	37
--------------------	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	38
--------------------	----

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 Πιπεριά – Καταγωγή-Ιστορική αναδρομή

Η πιπεριά ανήκει στο είδος *Capsicum Anuum* L (οικογένεια Solanaceae). Για την παραγωγή και καλλιέργεια των φυτών της πιπεριάς χρησιμοποιούνται οι σπόροι του φυτού οι οποίοι αναπτύσσονται σε στελέχη που φέρουν καρπούς με διάφορους χρωματισμούς. Οι πιπεριές αυτές ανήκουν στην ομάδα των λιγότερο καυτερών και πικάντικων ποικιλιών γι' αυτό και αποκαλούνται «γλυκές πιπεριές».

Ο τόπος καταγωγής τους είναι το Μεξικό, η Κεντρική Αμερική και η βόρεια περιοχή της Νότιας Αφρικής. Η καλλιέργεια της πιπεριάς στην Ευρώπη ξεκίνησε το 1493 πρώτα στην Ισπανία όπου μεταφέρθηκαν σπόροι του φυτού και αργότερα στην υπόλοιπη Ευρώπη και Ασία. Σήμερα το Μεξικό θεωρείται η χώρα με την μεγαλύτερη παραγωγή πιπεριάς.

Το όνομα του φυτού της πιπεριάς δόθηκε από τον Χριστόφορο Κολόμβο, ο οποίος έφερε το φυτό στην Ευρώπη. Μέχρι την εποχή εκείνη οι σπόροι της πιπεριάς ήταν ένα πανάκριβο καρύκευμα. Υπάρχουν πολλές ποικιλίες πιπεριάς με διάφορα χρώματα όπως: πράσινο, κόκκινο, κίτρινο, πορτοκαλί σπανίως άσπρο, μωβ, μπλε και καφέ. Το χρώμα επηρεάζεται από το στάδιο ανάπτυξης κατά τη συγκομιδή, τις κλιματικές συνθήκες και το είδος της καλλιέργειας. Οι πράσινες πιπεριές είναι λιγότερο γλυκές και ελαφρώς πιο πικρές από τις κόκκινες, κίτρινες και πορτοκαλί. Η γεύση των ώριμων πιπεριών ποικίλει ανάλογα με τις συνθήκες ανάπτυξης, τις μετασυλλεκτικές μεταχειρίσεις και τις συνθήκες συντήρησης. Οι πιπεριές που ωριμάζουν πλήρως πάνω στο φυτό οπότε και δέχονται μεγαλύτερη ηλιοφάνεια είναι πιο γλυκές, από τις «εμπορικά ώριμες» πράσινες.



Εικόνα 1. Ποικιλία από πολύχρωμες πιπεριές



Εικόνα 2. Πράσινη πιπεριά



Εικόνα 3. Έγχρωμες ποικιλίες πιπεριάς

1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Φυτό: η πιπεριά είναι φυτό ποώδες μονοετές (εύκρατες περιοχές) ή διετές (τροπικές χώρες), ορθόκλαδο, ύψους 60-120cm.

Βλαστός: αρχικά είναι τρυφερός, αλλά στη συνέχεια ξυλοποιείται. Πρώτα αναπτύσσεται μονοστέλεχος έως τα 20-30 cm και στη συνέχεια διακλαδίζεται σε 2 και σπανιότερα σε 3 στελέχη (βλαστοί πρώτης τάξης). Το σημείο διακλάδωσης ονομάζεται κόμβος και εκεί σχηματίζεται ο πρώτος ανθοφόρος οφθαλμός, που καλείται βασικός οφθαλμός. Κάθε βλαστός πρώτης τάξης, έπειτα από το σχηματισμό ενός ή δυο φύλλων, διακλαδίζεται εκ νέου σε 2 νέους βλαστούς και με τον ίδιο τρόπο σχηματίζονται ανθοφόροι οφθαλμοί στους νέους κόμβους. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται και χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση το φυτό παίρνει θαμνώδη μορφή. Ο τύπος βλάστησης του φυτού καλείται διχάζιο, καθότι δεν δημιουργεί βλαστανούσα κορυφή ή κεντρικό στέλεχος που να φθάνει την κορυφή.

Ρίζα: το φυτό της πιπεριάς αναπτύσσει ισχυρή, δυνατή, κεντρική πασσαλώδη ρίζα που σε βαθιά, περατά εδάφη φτάνει και σε βάθος 0,60-1,20 m. Στην καλλιεργητική πρακτική, λόγω της μεταφύτευσης, η πασσαλώδης ρίζα αποκόπτεται ή σταματά να αναπτύσσεται και έτσι αναπτύσσονται διακλαδιζόμενες πλευρικές ρίζες που σχηματίζουν πλούσιο θυσανοειδές ριζικό σύστημα.

Φύλλα: είναι απλά, ωοειδή, ακέραια, ελλειπτικά, οξύληκτα, ανοιχτοπράσινα, με λείες παρυφές και με μήκος μίσχου 3-5 cm .

Άνθη: τα άνθη απαντώνται μονήρη στους κόμβους ή διακλαδώσεις των βλαστών και φέρουν ποδίσκο 1,5 cm μήκους. Φέρουν κωνοειδή κάλυκα με 5 οδοντωτά σέπала και τριχοειδή στεφάνη με 5 λευκά ή λευκοπράσινα πέταλα. Οι στήμονες είναι και αυτοί 5 ή περισσότεροι και οι ανθήρες δίλοβοι με ιώδη απόχρωση που σκίζονται κατά μήκος. Η ωοθήκη είναι δίχωρος έως τετράχωρος, φέρει στύλο απλό άσπρο ή ιώδη, που είναι μακρύτερος από τους στήμονες.

Τα άνθη της πιπεριάς είναι ερμαφρόδιτα, αυτογονιμοποιούμενα και μερικώς σταυρογονιμοποιούμενα. Η αυτεπικονίαση των ανθέων διευκολύνεται λόγω του ότι ο ποδίσκος του άνθους στρέφεται προς τα κάτω κι έτσι ο στύλος και το στίγμα βρίσκονται σε χαμηλότερο σημείο από τους ανθήρες, συνεπώς μόλις γίνει η διάρρηξη των γυρεόσακκων, οι γυρεόκοκκοι πέφτουν στο στίγμα. Η σταυρεπικονίαση ενδέχεται να υποβοηθηθεί από τα μυρμήγκια και τα έντομα, αν και είναι γνωστό ότι τα άνθη της πιπεριάς δεν ελκύουν τις μέλισσες και τα έντομα.

Το φυτό της πιπεριάς είναι ουδέτερο ως προς τον φωτοπεριοδισμό, συνεπώς δεν επηρεάζεται η ανθοφορία από το μήκος της ημέρας. Η ωρίμαση του στίγματος και των γυρεόκοκκων είναι ταυτόχρονη και η επιτέλεση της επικονίασης και της γονιμοποίησης δύναται να λάβει χώρα μετά το άνοιγμα του άνθους. Το άνθος παραμένει ανοικτό για 2-3 ημέρες.

Καρπός: ο καρπός είναι ράγα, σχήματος και μεγέθους ανάλογα με την ποικιλία. Έτσι μπορεί να είναι κωνοειδής, κωδωνοειδής, επιμήκης και κερασόμορφος. Ο καρπός είναι πολύχωρος και πολύσπερμος. Αρχικά το χρώμα είναι πράσινο και κατά την ωρίμαση γίνεται ερυθρό, καστανέρυθρο, κίτρινο, κιτρινοπράσινο, πορτοκαλί, ιώδες.. Το χρώμα οφείλεται σε μίγμα καροτινοειδών, με κυριότερη ουσία την καψανθίνη ($C_{40}H_{58}O_3$) και σε μικρότερο βαθμό στα α και β καροτίνη, ξανθοφύλλη, ζεαξανθίνη και κρυπτοξανθίνη. Οι καρποί ως προς την γεύση είναι γλυκείς, μέτρια καυτεροί ή πολύ καυτεροί, ανάλογα με την βοτανική ποικιλία, αλλά και την επίδραση των παραγόντων του περιβάλλοντος. Η καυστικότητα των καρπών οφείλεται σε αλκαλοειδή καυστική ουσία, την καψαϊκίνη ή καψικίνη ($C_{18}H_{27}NO_3$), που συγκεντρώνεται κυρίως στα διαφράγματα ή χωρίσματα «septa» και στον πλακούντα, αλλά όχι τόσο στους καρπούς και στα τοιχώματα του καρπού. Η παρουσία της ελέγχεται από έναν απλό γόνο που είναι επιτακτικός.

Σπόρος: ο σπόρος είναι δισκοειδής, λείος με ωχροκίτρινο ή χρυσαφί χρωματισμό, διαμέτρου 3-4 mm και διάρκειας ζωής 2-4 χρόνια, υπό κανονικές συνθήκες αποθήκευσης. Συνήθως, 1g σπόρου μπορεί να παράγει 100-140 φυτά, στην πραγματικότητα κυρίως 80-100, Έτσι, για κάθε στρέμμα σποράς απαιτούνται 20-30g σπόρου. (Κανάκης, 1998)



Εικόνα 4. Το άνθος του φυτού της πιπεριάς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 Συντήρηση οπωροκηπευτικών με κοινή ψύξη

2.1.1 Ιστορική αναδρομή

Οι χαμηλές θερμοκρασίες έχουν χρησιμοποιηθεί από αρχαιοτάτων χρόνων για τη συντήρηση των τροφίμων. Έτσι κρύες περιοχές, δροσερά σπήλαια, υπεδάφια κοιλάτητες και υπόγεια σπιτιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό. Η πρακτική αυτή βασίστηκε σε παρατηρήσεις ότι τα τρόφιμα διατηρούνταν καλύτερα το χειμώνα, χωρίς όμως να είναι γνωστός ο λόγος. Νεώτερες μελέτες έδειξαν ότι το ψύχος περιορίζει την ταχύτητα αλλοίωσης των τροφίμων από τη δράση των μικροοργανισμών και των ενζύμων καθώς επίσης και από τις φυσικές και χημικές επιδράσεις (αφυδάτωση, οξείδωση, υδρόλυση, κλπ.).

Το φυσικό ψύχος αποτέλεσε την αρχή της εμπορίας της ψύξης. Έτσι στις αρχές του 19^{ου} αιώνα, η πώληση χιονιού ή φυσικού πάγου στις πόλεις υπήρξε αντικείμενο μεγάλου οικονομικού ενδιαφέροντος.

Το τεχνητό ψύχος άρχισε να χρησιμοποιείται από τα μέσα του περασμένου αιώνα με την κατασκευή της πρώτης ψυκτικής μηχανής από τον Jacob Perkins το έτος 1834. Η αποθήκευση των τροφίμων σε θερμοκρασίες πάνω από το σημείο πήξης και κάτω των 15°C είναι γνωστή σαν «κοινή ψύξη» ή αποθήκευση σε ψυγείο. Η κοινή ψύξη χρησιμοποιείται ευρέως γιατί είναι αποτελεσματική συντήρηση για τους εξής λόγους:

- ✓ Επιβραδύνει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών
- ✓ Επιβραδύνει τις μεταβολικές δραστηριότητες μετά τη συλλογή, (αναπνοή, ωρίμαση, υπερωρίμαση, μαλάκωμα υφής, αλλαγή χρώματος, ανεπιθύμητη βλάστηση της πατάτας, κλπ):
- ✓ Επιβραδύνει τις χημικές αντιδράσεις υποβαθμισμού, περιλαμβανομένης της ενζυματικής οξειδωματικής καστανώσης, της οξείδωσης των λιπών και τις χημικές αλλαγές χρώματος
- ✓ Επιβραδύνει την απώλεια υγρασίας (Καραουλάνης, 2005)

2.1.2 Σκοπός της συντήρησης με κοινή ψύξη των νοπών φρούτων και λαχανικών

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό των συγκομισμένων ακέραιων φυτικών οργάνων είναι η συνεχιζόμενη αερόβια αναπνοή καθ όλη τη διάρκεια της συντήρησης τους. Η αερόβια αναπνοή περιλαμβάνει μεταβολισμό των υδατανθράκων και οργανικών οξέων παρουσία ατμοσφαιρικού οξυγόνου με τελική παραγωγή, διοξείδιο του άνθρακα, νερό, θερμότητα και μικρές ποσότητες οργανικών πτητικών και άλλων ουσιών. Για τη μεγιστοποίηση του χρόνου συντήρησης των φυτικών ιστών με κοινή ψύξη, πρέπει α) να διατηρηθεί η αερόβια αναπνοή, να μειωθεί ο ρυθμός της αναπνευστικής δραστηριότητας, να διατηρηθεί η ποιότητα και νεανικότητα της επιδερμίδας ώστε να παρεμποδιστεί η προσβολή από μικροοργανισμούς , και β) να επιλεγεί η θερμοκρασία συντήρησης βάσει της ευαισθησίας των φυτικών οργάνων ώστε να επιβραδύνονται όσο το δυνατόν περισσότερο οι φυσιολογικές λειτουργίες χωρίς όμως να δημιουργούνται προβλήματα όπως π.χ. εμφάνιση ασθενειών ψύχους. (Καραουλάνης, 2005)

2.1.3 Συντήρηση φυτικών ιστών-Σήμερα

Η συντήρηση είναι σημαντικός παράγοντας για τη διασφάλιση μιας καλής και σωστής διατήρησης των οπωροκηπευτικών διότι διατηρεί τα επιθυμητά χαρακτηριστικά και τη θρεπτική τους αξία. Δυο σημαντικοί λόγοι που καθιστούν απαραίτητη τη ψυχοσυντήρηση των οπωροκηπευτικών είναι α) η αύξηση του χρόνου διάθεσης τους ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες της αγοράς και να εξυπηρετούνται μεγάλες βιομηχανίες τροφίμων και β) η μεταφορά τους σε απομακρυσμένες περιοχές και διεθνείς αγορές. Σύμφωνα με μελέτες πρακτικά μιλάμε πως η διάρκεια ζωής των προϊόντων επιμηκύνεται μέχρι τη στιγμή που αυτά καταστούν ποιοτικά κατάλληλα προς εμπορία και διάθεση στην αγορά.

Οι θερμοκρασίες συντήρησης των φυτικών οργάνων, (άνθη, φρούτα, φύλλα, σπόροι, κόνδυλοι, ριζώματα, βολβοί, καρποί κ.τ.λ.) κυμαίνονται μεταξύ 0°C και 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 μικροοργανισμών, τη φυσική αντοχή του σε προσβολές, τις μηχανικές βλάβες και τις ιδιαιτερότητες της φυσιολογικής συμπεριφοράς του.

Οι φυσιολογικές διεργασίες (αναπνοή, παραγωγή αιθυλενίου) των φυτικών οργάνων αδρανοποιείται ή περιορίζονται κατά τη συντήρηση με χαμηλές θερμοκρασίες. Οι χαμηλές θερμοκρασίες επηρεάζουν την απώλεια του νερού η οποία με τη σειρά της επηρεάζει την ποιότητα και την αξία του προϊόντος, την ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων, τη λειτουργία των βιολογικών καταλυτών, και ως εκ τούτου επιβραδύνουν το μεταβολισμό των ζωντανών οργάνων.

Η επιβράδυνση των χημικών αντιδράσεων λόγω ψυχοσυντήρησης έχει ως αποτέλεσμα τη διατήρηση των αποθεμάτων των φυτικών οργάνων και ως εκ τούτου την αύξηση του χρόνου συντήρησης. Έτσι, μια ημέρα 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, όπως παράδειγμα αύξηση των σακχάρων στις πατάτες και τα κάστανα. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι ορισμένα φυτικά όργανα, κυρίως τα τροπικά και υποτροπικά εμφανίζουν αλλοιώσεις που σχετίζονται με μεταβολικές ανωμαλίες που ονομάζονται ασθένειες ή βλάβες ψύχους (chilling injuries). Οι ασθένειες ψύχους αποδίδονται στη διατάραξη του μεταβολισμού των κυττάρων όπως π.χ. μειωμένη διογκωτική ικανότητα των μεμβρανών των μιτοχονδρίων, μειωμένη ευκαμψία, αλλαγή της φυσικής κατάστασης των λιπιδίων.

Τα εξωτερικά συμπτώματα των ασθενειών αυτών είναι επιφανειακά ή εσωτερικά στίγματα και κηλίδες, έλλειψη ή μείωση του αρώματος, εμφάνιση αρωμάτων ξένων προς το είδος και την ποικιλία, υπερβολική μείωση σκληρότητας κλπ. Η διαμονή όμως, για ορισμένο χρονικό διάστημα σε υψηλότερη θερμοκρασία, θα μπορούσε να διαφυλάξει τα κύτταρα από τη δυσμενή επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών και να επιτρέψει τη συντήρηση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Αλλοιώσεις, που μπορούν εκτός των ανωτέρω αναφερομένων να συμβούν στα φυτικά όργανα, είναι αλλοιώσεις από μικροοργανισμούς, που μπορούν να επιδράσουν στο άρωμα και στη σκληρότητα. Οι τοξίνες ορισμένων μικροοργανισμών κρίνονται αρκετά επικίνδυνες. Παράγοντες, οι οποίοι επιδρούν στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών, εκτός της θερμοκρασίας, είναι η υγρασία, η αντίσταση και σύσταση των ιστών των φρούτων, ο βαθμός προσβολής κατά τη συγκομιδή κλπ. (Καραουλάνης, 2005)

2.2 Πρόψυξη

2.2.1 Γενικά

Η πρόψυξη εφαρμόζεται στα φυτικά όργανα αμέσως μετά τη συγκομιδή και πριν την αποθήκευση ή την αποστολή τους σε μεγάλες αποστάσεις. Σκοπός της πρόψυξης είναι η γρήγορη απομάκρυνση της θερμοκρασίας του αγρού, ώστε να μειωθεί ο ρυθμός των βιολογικών αντιδράσεων και να διατηρηθεί η ποιότητα του προϊόντος για μεγάλο χρονικό διάστημα. Είναι απαραίτητη για προϊόντα με έντονη αναπνευστική δραστηριότητα όπως η φράουλα, τα σύκα και τα κεράσια.

Η πρόψυξη μπορεί να εφαρμοσθεί με διάφορους τρόπους όπως: με αέρα, με νερό, με πάγο, με κενό.

Προκειμένου να αποφασίσουμε ποια μέθοδο θα επιλέξουμε για την πρόψυξη των προϊόντων μας, πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τους ακόλουθους παράγοντες:

- το είδος του προϊόντος που πρόκειται να προψύξουμε
- το κατά πόσο συμβιβάζεται η μέθοδος με τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις
- το αρχικό κεφάλαιο που διαθέτουμε για επένδυση
- το λειτουργικό κόστος
- τα απαιτούμενα εργατικά
- το κόστος συντήρησης και το ενεργειακό κόστος (Σφακιωτάκης, 2004)

2.2.2 Πρόψυξη με βεβιασμένη κίνηση ψυχρού αέρα

Το προϊόν προψύχεται με τη δημιουργία διαφοράς πίεσης στις δύο αντίθετες πλευρές του κιβωτίου ή της παλέτας συσκευασίας. Η διάφορα αυτή της πίεσης δημιουργεί ένα ισχυρό ρεύμα αέρα που κυκλοφορεί μέσα σε όλη τη μάζα του προϊόντος, γύρω από κάθε φρούτο ή λαχανικό και απομακρύνει τη θερμότητα. Με τη βεβιασμένη κίνηση αέρα δια μέσου των υλικών συσκευασίας και γύρω από κάθε καρπό είναι δυνατόν να προψυχθεί το προϊόν στο 1/4 ως το 1/10 του χρόνου που θα χρειαζόταν το προϊόν να φτάσει στα ίδια επίπεδα θερμοκρασίας σε ένα κοινό ψυγείο. (Σφακιωτάκης, 2004)

2.2.3 Υδρόψυξη

Η υδρόψυξη είναι ταχεία μέθοδος πρόψυξης γιατί το νερό έχει μεγάλη ικανότητα απορρόφησης θερμότητας. Με την υδρόψυξη δεν έχουμε απώλεια υγρασίας του καρπού. Το προς ψύξη προϊόν εμβαπτίζεται ή ψεκάζεται με κρύο νερό (συντά στους 0°C ή ανάλογα με την ευαισθησία του προϊόντος) που περιέχει ένα ήπιο απολυμαντικό όπως HOCl (100 ppm). Προϊόντα στα οποία εφαρμόζεται η υδρόψυξη είναι: τα σπαράγγια, ο αραβόσιτος, το καρπούζι, τα βερίκοκα, τα ροδάκινα, τα βύσσινα, τα αχλάδια, τα μαρούλια (Romaine), οι γλυκοπατάτες, οι αγκινάρες, τα φασολάκια κ.α. (Kader, 2002).

2.2.4 Πρόψυξη με κενό

Οι μικροί καρποί που έχουν μεγάλη σχέση επιφάνειας /όγκο είναι δυνατόν να προψυχθούν με εξάτμιση του νερού σε κενό. Το προϊόν τοποθετείται σε στεγανούς θαλάμους όπου μειώνεται η πίεση σε 5-10 torr. Στην πίεση αυτή το νερό εξατμίζεται και το προϊόν ψύχεται με την αφαίρεση της λανθάνουσας θερμότητας, που προκαλεί

η εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια των καρπών. Για πτώση 5°C δημιουργείται απώλεια βάρους 1%. (Σφακιωτάκης, 2004)

2.2.5 Πρόψυξη με πάγο

Ορισμένα προϊόντα ψύχονται γεμίζοντας τα κιβώτια συσκευασίας τους με πάγο. Ο πάγος προστίθεται τεμαχισμένος σε μικρά κομμάτια για να έρχεται σε επαφή με το προϊόν. Η άμεση επαφή του προϊόντος με τον πάγο έχει ως αποτέλεσμα τη γρήγορη αφαίρεση θερμότητας. Με το λιώσιμο του πάγου όμως δημιουργούνται κενά γύρω από το προϊόν και επιβραδύνεται η ψύξη. Η μέθοδος εξασφαλίζει υψηλή σχετική υγρασία στα προϊόντα. (Σφακιωτάκης, 2004)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 Ελάχιστα επεξεργασμένα φυτικά όργανα (Minimal Processed Vegetables- MPV)

Τα «ελάχιστα ή ελαφρώς επεξεργασμένα» μεταποιημένα οπωροκηπευτικά υπόκεινται σε ελάχιστους χειρισμούς ή επεξεργασίες, διατηρώντας τη νωπή κατάσταση τους. Η ζήτηση τους βρίσκεται σε αυξανόμενο ρυθμό, καθώς τυγχάνουν παγκοσμίως μεγάλης αποδοχής από τους καταναλωτές. Τα «ελαφρώς επεξεργασμένα» οπωροκηπευτικά μπορούν να είναι φρούτα ή λαχανικά που έχουν υποστεί αποφλοιώση, τεμαχισμό, ψιλοκόψιμο ή τρίψιμο, πλύσιμο, πακετάρισμα και αποτελούν πλήρως χρησιμοποιούμενο προϊόν, το οποίο συσκευάζεται για να προσφέρει υψηλή θρεπτική αξία, ωφελιμότητα και γεύση καθώς διατηρεί τη νωπότητα του. (IFPA,2000). Συνήθως χρησιμοποιούνται από μεγάλα εστιατόρια, καταστήματα γρήγορου φαγητού (fast foods) ή από καταστήματα λιανικής πώλησης. (Watada e Qi,1998)

Ένα από τα μεγαλύτερα μειονεκτήματα των «ελαφρώς επεξεργασμένων» οπωροκηπευτικών είναι ο υψηλός βαθμός φθαρτότητας και η ευπάθεια τους που οφείλεται στο γεγονός ότι υποβάλλονται σε ειδικές μεταχειρίσεις όπως τεμαχισμό, κόψιμο, αποφλοιώση, εκτυρήνωση κλπ. Αυτές οι μεταχειρίσεις δεν βοηθούν καθόλου τη συντήρηση των προϊόντων αφού είναι επιζήμιες σε σχέση με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις που ενισχύουν τη συντήρησή τους. Ως αποτέλεσμα της επεξεργασίας είναι η εύκολη προσβολή τους από μικροοργανισμούς λόγω της καταστροφής μέσω φυσικής άμυνας όπως η επιδερμίδα.

Κατόπιν όλων όσων αναφέρθηκαν ανωτέρω θεωρείται αναγκαίο και επιτακτικό μια σωστή μεταχείριση μετά την επεξεργασία των προϊόντων όπως μια σωστή και αποτελεσματική απολύμανση και αποφυγή επιμολύνσεων. Τα προϊόντα αυτά συσκευάζονται με ειδικές ημιπερατές μεμβράνες στο O₂ και στο CO₂ για να διατηρηθεί η ποιότητα, να αποφευχθεί η επιμόλυνση και να αυξηθεί ο χρόνος συντήρησης.

3.2 Φυσιολογία των ελαφρά επεξεργασμένων οπωροκηπευτικών

Τα ελαφρώς επεξεργασμένα προϊόντα είναι ζωντανοί οργανισμοί και ως εκ τούτου αντιδρούν σε όλες τις διεργασίες παρασκευής τους, στις συνθήκες συσκευασίας και συντήρησης. Λόγω των ειδικών συνθηκών προετοιμασίας τους υπάρχουν πολλές πιθανότητες ανάπτυξης μικροοργανισμών, πρόκληση φθοράς από πολλά αίτια όπως αλλαγή του ρυθμού των μεταβολικών λειτουργιών λόγω των πληγών της επεξεργασίας. Αυτό έχει σαν συνέπεια τη διέγερση του ρυθμού παραγωγής αιθυλενίου, της αναπνευστικής δραστηριότητας, των βιοχημικών διεργασιών που προκαλούν αλλαγές στο χρώμα (καστάνωση), στην υφή, στη θρεπτική αξία (απώλεια βιταμινών) και στη γεύση. Υπάρχουν κάποιες ενέργειες που μπορεί να γίνουν ώστε να επιβραδύνουμε αυτές τις φυσιολογικές αντιδράσεις όπως: ο αυστηρός έλεγχος σε κάθε στάδιο επεξεργασίας και συντήρησης, άριστη ποιότητα πρώτης ύλης, συντήρηση σε όσο το δυνατόν χαμηλότερες θερμοκρασίες, αυστηρές συνθήκες υγιεινής.

Τα νωπά οπωροκηπευτικά από τη φύση τους είναι φθαρτά λόγω του μεγάλου όγκου και μεγάλης περιεκτικότητας τους σε υγρασία που αγγίζει έως και το 90%, της μαλακής υφής τους και της έντονης αναπνευστικής τους δραστηριότητας τους. Η ελάχιστη επεξεργασία καθιστά τα προϊόντα αυτά πιο φθαρτά.

Η διάρκεια συντήρησης και η ποιότητα των ελάχιστα επεξεργασμένων προϊόντων και όλων των νωπών οπωροκηπευτικών επηρεάζεται από α) βιολογικούς παράγοντες (αναπνοή, παραγωγή αιθυλενίου), β) φυσικούς παράγοντες (διαπνοή, θερμοκρασία, υγρασία, σύνθεση ατμόσφαιρας) και γ) παθολογικές αλλοιώσεις (Toivonen & De Ell, 2002).

Η αναπνοή ως λειτουργία επιτελείται σε όλα τα νωπά προϊόντα που παραμένουν 'ζωντανά' και μετά την αποκοπή τους από το φυτό. Ως συνέπεια της αναπνοής έχουμε απώλεια βάρους, που σημαίνει εξάντληση αποθησαυριστικών ουσιών, μειωμένη θρεπτική αξία για τον καταναλωτή, υποβάθμιση της γευστικής ποιότητας, καθώς και μείωση του ξηρού βάρους. Ο ρυθμός αναπνοής είναι έντονος στους άγουρους καρπούς φρούτων και λαχανικών, σταδιακά δε ελαττώνεται, ενώ μια ομάδα καρπών παρουσιάζουν προς το τέλος μια χαρακτηριστική αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας που ονομάζεται κλιμακτηριακή αύξηση της αναπνοής και αντίστοιχα οι καρποί ονομάζονται κλιμακτηριακοί. Η πιπεριά δεν παρουσιάζει κλιμακτηριακή κρίση και ανήκει στη κατηγορία των μη κλιμακτηριακών καρπών.

Η αναπνοή έμμεσα επηρεάζει τη διαπνοή κατά δυο τρόπους, αφ' ενός μεν με την παραγωγή υγρασίας, που αυξάνει τη σχετική υγρασία των ιστών, αφ' ετέρου δε με τη θερμότητα της αναπνοής που ανεβάζει τη θερμοκρασία των ιστών και αυξάνει την εξάτμιση του ύδατος (Σφακιωτάκης, 2004).

Η αναπνοή εντείνεται με την ελάχιστη επεξεργασία σε βαθμό πάντα ανάλογα με το προϊόν (Μανωλοπούλου κ.α, 2007). Η αύξηση αυτή της αναπνοής μπορεί να αποδοθεί στην αυξανόμενη αερόβια αναπνοή των μιτοχονδρίων, λόγω των αλλαγών που παρατηρούνται στη δομή και τη λειτουργία τους, καθώς και στην αύξηση του αριθμού τους (Asahi, T, 1978). Η αφαίρεση της επιδερμίδας που αποτελεί εμπόδιο στην ανταλλαγή αερίων, είναι ένας δεύτερος παράγοντας της αύξησης της αναπνοής.

Το αιθυλένιο παράγεται από όλους σχεδόν τους φυτικούς ιστούς και από ορισμένους μικροοργανισμούς και ασκεί τη φυσιολογική του δράση σε αέρια μορφή. Από την ελάχιστη μεταχείριση προκαλείται στρες, που μπορεί να οδηγήσει σε παραγωγή αιθυλενίου. Η παραγωγή του αιθυλενίου λαμβάνει χώρα στους κομμένους φυτικούς ιστούς και η εκπομπή του μπορεί να γίνει μετά από μερικά λεπτά έως και μετά από ώρες από το κόψιμο, με μέγιστες τιμές παραγωγής αιθυλενίου ανάμεσα στις 6 με 12 ώρες. Οι τιμές παραγωγής αιθυλενίου στα διάφορα προϊόντα που κόβονται διαφοροποιούνται, διότι υπάρχει διαφορά στον τύπο και τη φυσιολογία του ιστού. Επίσης, η χαμηλή θερμοκρασία αποθήκευσης μετά την ελαχίστη μεταχείριση προκαλεί γενικά μείωση της παραγωγής αιθυλενίου (Toivonen & DeEll, 2002).

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

Οι διάφοροι χειρισμοί που εφαρμόζονται για την παραγωγή των «ελάχιστα επεξεργασμένων» προϊόντων προκαλούν συγκέντρωση δευτερογενών μεταβολιτών. Οι τομές επιφέρουν αλλαγές στο μεταβολισμό των φαινολών. Πρώτον, οξειδωση των ενδογενών φαινολών ως αποτέλεσμα της κατάρρευσης των κυττάρων της μεμβράνης και δεύτερον διέγερση των κυττάρων, που είναι παρακείμενα των τομών, με σκοπό την παραγωγή περισσότερων φαινολών, σε μια προσπάθεια να τεθεί σε λειτουργία η διαδικασία αποκατάστασης. Η ρήξη των ιστών από τομές στην πράσινη πιπεριά έχει ως αποτέλεσμα την ταχεία παραγωγή C₆ αλδεϋδών και αλκοολών, λόγω της

οξειδωσης των ελεύθερων λιπαρών οξέων που έχουν ενζυματικώς απελευθερωθεί από τις μεμβράνες (Toivonen & DeEl, 2002).

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

Η ευπάθεια σε μικροοργανισμούς που προκαλούν αλλοίωση είναι ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη φυσιολογία των MPV. Η αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας συνδέεται πολλές φορές με την αύξηση του μικροβιακού πληθυσμού. Πολλοί μικροοργανισμοί παράγουν πηκτινολυτικά ένζυμα, τα οποία οδηγούν σε μαλάκωμα και κατάρρευση των ιστών. Μεγαλύτερος πληθυσμός μικροοργανισμών εντοπίζεται εντός των κατεστραμμένων κυττάρων ή σε ιστούς παρακείμενους σε αυτά τα κύτταρα, στη φάση της συντήρησης των συσκευασμένων MPV. (Toivonen & DeEl, 2002).

Οι φυσιολογικές διεργασίες που έχουν ως επίπτωση το μαρασμό και την φθορά μπορούν να ελαχιστοποιηθούν ή να ρυθμιστούν μέσω μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης, που περιλαμβάνει την επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας, καλή προσυλλεκτική διαχείριση, κατάλληλοι χειρισμοί προ και μετά την ελάχιστη επεξεργασία, καθώς και την επιλογή κατάλληλης συσκευασίας, ώστε να παρέχονται οι ενδεικνυόμενες ατμοσφαιρικές συνθήκες (Brecht, J. K., 1995 and Watada A.E. κ.α., 1996).

3.3 Κριτήρια αξιολόγησης της ποιότητας των «ελάχιστα επεξεργασμένων λαχανικών»

Για να μπορέσουμε να διατηρήσουμε όσο το δυνατό καλύτερα την ποιότητα των ελάχιστα επεξεργασμένων φρούτων και λαχανικών πρέπει να λάβουμε υπόψη μας κάποιες παραμέτρους και κριτήρια τα οποία και μας βοηθούν στην επιλογή των σωστών χειρισμών σε όλα τα στάδια επεξεργασίας τους.

Η ποιότητα των «ελαφρώς επεξεργασμένων» φρούτων και λαχανικών είναι ένας συνδυασμός ιδιοτήτων ή χαρακτηριστικών που προσδιορίζουν την αξία τους για τον καταναλωτή. Για την αξιολόγηση των προϊόντων αυτών λαμβάνουμε υπόψη τις κατωτέρω παραμέτρους: εμφάνιση, υφή, γεύση και θρεπτική αξία. Η σχετική αξία της κάθε μιας από αυτές τις παραμέτρους εξαρτάται από το προϊόν και τον τρόπο που αυτό καταναλώνεται, (φρέσκο, με ή χωρίς μεταβολή της γεύσης π.χ. προσθήκη καρυκευμάτων ή μαγειρεμένο).

Οι καταναλωτές κρίνουν την ποιότητα των «ελάχιστα επεξεργασμένων» φρούτων και λαχανικών με βάση την εμφάνιση, το βαθμό φρεσκάδας και την ημερομηνία χρήσης. Όμως για να συνεχίσουν να αγοράζουν το προϊόν θα πρέπει να έχουν ικανοποιηθεί από τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Οι καταναλωτές ενδιαφέρονται επίσης για την θρεπτική αξία και την ασφάλεια του προϊόντος. (Kader, 2002)

Ως ποιότητα των άθικτων οπωροκηπευτικών ορίζεται το σύνολο εκείνων των χαρακτηριστικών ενός συγκεκριμένου προϊόντος, που επιτρέπουν το διαχωρισμό του και σχετίζονται άμεσα με την ικανότητα του καταναλωτή, ο οποίος χρησιμοποιώντας

τα χαρακτηριστικά αυτά, είναι σε θέση να ξεχωρίσει το προϊόν και να το διακρίνει από το σύνολο ομοειδών προϊόντων. (Σφακιωτάκης, 2004)

Τα κριτήρια για την αξιολόγηση των προϊόντων είναι:

- εμφάνιση
- ο τρόπος συγκομιδής
- ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ συγκομιδής και επεξεργασίας

Πρόσθετοι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των προϊόντων αυτών είναι:

- ο τρόπος επεξεργασίας
- η συσκευασία
- η ταχύτητα ψύξης
- η διατήρηση των ενδεικνυόμενων θερμοκρασιών και υγρασίας
- η ταχύτητα εμπορίας
- οι συνθήκες υγιεινής (Kader, 2002)

3.3.1 Χρώμα

Βασικό χαρακτηριστικό που επηρεάζει την κρίση των καταναλωτών κατά την αξιολόγηση των προϊόντων αυτών είναι το χρώμα. Το χρώμα είναι το πρώτο που ελκύει την προσοχή του καταναλωτή και οφείλεται σε χρωστικές. Οι αλλοιώσεις του χρώματος μπορούν να έχουν ποικίλες αιτίες, όπως τη γήρανση, τη συντήρηση σε υψηλές θερμοκρασίες, τη δράση ενζύμων όπως π.χ. οι πολυφαινολοξειδάσεις, την αφυδάτωση κλπ.

Η ενζυματική καστανώση προκαλεί καφέ ή μαύρες αποχρώσεις στα σημεία τομής των ελαφρά επεξεργασμένων φυτικών οργάνων, λόγω της δράσης των PPOs (πολυφαινολοξειδάσων) παρουσία O₂. Η καστανώση προκαλεί περιοριστικό παράγοντα για την εμπορία των προϊόντων αυτών.

Η απώλεια της φυσικής πράσινης χρωστικής των ιστών και η επικράτηση των κίτρινων χρωστικών είναι μια φυσιολογική διεργασία που προκαλείται λόγω της ωρίμασης. Οι χρωματικές αλλαγές μπορούν να επιταχυνθούν από τη δράση του αιθυλενίου.

3.3.2 Υφή

Η υφή παίζει σημαντικό ρόλο για την ολοκλήρωση της εκτίμησης της ποιότητας των προϊόντων από τον καταναλωτή. Το χρώμα επηρεάζει την προτίμηση των καταναλωτών για την αγορά των προϊόντων, όμως η υποβάθμιση της ποιότητας μπορεί να αξιολογηθεί και από την αλλοίωση της υφής. Βασικός συντελεστής της υφής είναι ο γενετικός παράγοντας, ωστόσο αυτή επηρεάζεται από τη μορφολογία, τη κατασκευή των κυτταρικών τοιχωμάτων, τη σπαργή των κυττάρων, το περιεχόμενο νερό και άμυλο. Η θερμοκρασία συντήρησης επηρεάζει τη σπαργή των κυττάρων, την απώλεια υγρασίας και τη μεταβολική δραστηριότητα. Η φθαρτότητα των φυτικών οργάνων επηρεάζεται από την αναπνευστική δραστηριότητα η οποία είναι εντονότερη στα MPV. Κατά την ωρίμαση παρατηρείται μαλάκωμα των ιστών που σχετίζεται με βιοχημικές μεταβολές στο τοίχωμα των κυττάρων και εντός των κυττάρων. Για τη διατήρηση της υφής γίνεται χρήση διαλυμάτων ασβεστίου αν και μπορεί να προκαλέσει πικρή γεύση στα προϊόντα όταν συνδυασθεί με θερμική επεξεργασία και συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα.

3.3.3 Γεύση και άρωμα

Η γεύση των περισσότερων φρούτων και λαχανικών επηρεάζεται από την περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα (γλυκύτητα), οξέα (οξύτητα), φαινολικά συστατικά (στιφίλα) και πτητικές αρωματικές ουσίες (άρωμα). Απαιτούνται πληροφορίες σχετικά με την ιδανική αναλογία των συστατικών αυτών ώστε να εξασφαλιστεί μία καλή γεύση για κάθε προϊόν, ώστε να ικανοποιηθεί το μεγαλύτερο ποσοστό των καταναλωτών.

Ο αναλυτικός προσδιορισμός της σύστασης των προϊόντων πρέπει να συνδυάζεται με την υποκειμενική οργανοληπτική αξιολόγηση από τους καταναλωτές. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να προσδιορισθεί ένα ελάχιστο επίπεδο ποιότητας, αποδεκτό από τους καταναλωτές.

Κατάλληλοι χειρισμοί κατά την επεξεργασία, τη συντήρηση και την αποθήκευση βοηθούν ώστε να μην αλλοιωθούν τα γευστικά χαρακτηριστικά των προϊόντων. Η σωστή συντήρηση και η ύπαρξη αποκλειστικά προϊόντων της ίδιας ποικιλίας και είδους κατά τη συντήρηση ή μεταφορά δεν επιτρέπει την ανάπτυξη ξένων αρωμάτων και δυσαρέστων οσμών πράγμα που έχει μεγάλο αντίκτυπο για την εμπορία και τη διάθεση του προϊόντος στην αγορά. Η γεύση των προϊόντων επηρεάζεται από τις καλλιεργητικές τεχνικές που ακολουθούνται για την παραγωγή του προϊόντος καθώς επίσης και από τη σύσταση του εδάφους.

3.3.4 Θρεπτικά συστατικά

Τα φρούτα και τα λαχανικά παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη διατροφή, διότι αποτελούν τις κύριες πηγές βιταμινών (βιταμίνη C, A, B₆, θειαμίνη, νιασίνη), ανόργανων συστατικών και φυτικών ινών.

Μετασυλλεκτικές απώλειες της διατροφικής αξίας των φυτικών οργάνων κυρίως της περιεχόμενης βιταμίνης C είναι σημαντικές και προκαλούνται από μηχανικές βλάβες, παράταση του χρόνου συντήρησης, υψηλές θερμοκρασίες και χαμηλή σχετική υγρασία καθώς και από ασθένειες ψύχους ψυχροευαίσθητων ειδών. Η διατροφική αξία ποικίλει ανάλογα με το είδος και την ποικιλία. Με τη γενετική και τη βιοτεχνολογία είναι δυνατόν να δημιουργηθούν γενότυποι με υψηλή διατροφική αξία και γεύση που να προτρέπουν τους καταναλωτές να καταναλίσκουν μεγαλύτερες ποσότητες φυτικών οργάνων.

Η πιπεριά έχει υψηλή διατροφική αξία, επειδή περιέχει υψηλή περιεκτικότητα ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C) και αντιοξειδωτικών στοιχείων. Τα κύρια συστατικά του καρπού της πιπεριάς είναι: νερό 93,4%, πρωτεΐνες 0,6 – 1,2%, υδατάνθρακες 3,7 - 4,8%, λίπη 0,2%. Η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C που περιλαμβάνεται σε 70g καρπού πιπεριάς (εξαρτάται από την ποικιλία), αποτελεί την ημερήσια συνιστώμενη ποσότητα που καλύπτει τις ανάγκες ενός ατόμου. Έχει παρατηρηθεί από μελέτες τόσο σε ολόκληρες όσο και σε «ελάχιστα επεξεργασμένες» πράσινες πιπεριές ότι κατά τη συντήρηση αυξάνεται η περιεκτικότητά τους σε ασκορβικό οξύ. Πιο συγκεκριμένα μελέτες έδειξαν ότι μετά από 13 ημέρες συντήρησης σε ιδανικές συνθήκες, τα αρχικά επίπεδα του ασκορβικού οξέως αυξήθηκαν κατά 30 έως και 59% τόσο στις ολόκληρες όσο και στις κομμένες πράσινες πιπεριές (Kader, 2002).

3.4. Ενζυματική ή μη ενζυματική καστανώση

Συχνά παρατηρούνται φαινόμενα καστανώσης στα σαρκώδη φρούτα και λαχανικά κυρίως κατά τη διάρκεια της συντήρησης ή της επεξεργασίας (κόψιμο, τρίψιμο, απόψυξη κ.λπ.). Η εμφάνιση καστανών χρωστικών, που καλύπτουν το φυσικό χρώμα του φυτικού οργάνου, προκαλεί σοβαρές μεταβολές στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του. Οι καστανώσεις αυτές οφείλονται κυρίως σε δράσεις ενζύμων και η γνώση του μηχανισμού δράσης έχει μεγάλη σημασία για τον έλεγχο και την αποφυγή της εμφάνισής τους. Οι καστανώσεις αυτές μπορεί να εμφανιστούν εξωτερικά λόγω μιας μηχανικής βλάβης ή μιας παθολογικής προσβολής, εσωτερικά λόγω φυσιολογικών βλαβών όπως η κοινή «ασθένεια ψύχους» ή τέλος στα σημεία τομής των φυτικών οργάνων κατά την επεξεργασία τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της τελευταίας περίπτωσης είναι η καστανώση των τομών που παρουσιάζεται στο φυτικό όργανο κατά την προετοιμασία των «ελάχιστα επεξεργασμένων» φυτικών οργάνων.

Σε όλες τις ανωτέρω αναφερθείσες περιπτώσεις υπάρχει ένα κοινό χαρακτηριστικό: η ανάμιξη των φαινολικών ουσιών και των ενζύμων λόγω καταστροφής της κυτταρικής διαμερισματοποίησης. Τα ένζυμα που ενέχονται στην οξείδωση αυτή είναι οι πολυφαινολοξειδάσες (PPO) και οι υπεροξειδάσες. Τον κύριο όμως ρόλο έχουν οι PPO. Ο σχηματισμός των καστανών χρωστικών γίνεται σε δυο στάδια: α) στο πρώτο στάδιο με την ενζυματική δράση παράγονται ορθο-κινόνες και β) στο δεύτερο στάδιο, όπου δεν ενέχονται ένζυμα, έχουμε πολυμερισμό και συμπύκνωση των κινονών σε «καστανά σύμπλοκα».

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση της καστανώσης είναι οι κατωτέρω:

- οι μηχανικές ή φυσιολογικές βλάβες που προκαλούν καταστροφή της διαμερισματοποίησης του κυττάρου
- η δραστηριότητα των οξειδωτικών ενζύμων
- η περιεκτικότητα σε φαινολικές ουσίες
- η παρουσία του O₂
- η παρουσία φυσικών παρεμποδιστών όπως το ακορβικό οξύ
- το φυσιολογικό στάδιο ανάπτυξης των φυτικών οργάνων (Billot , 1999).

3.4.1 Μικροβιολογία ελάχιστα επεξεργασμένων λαχανικών

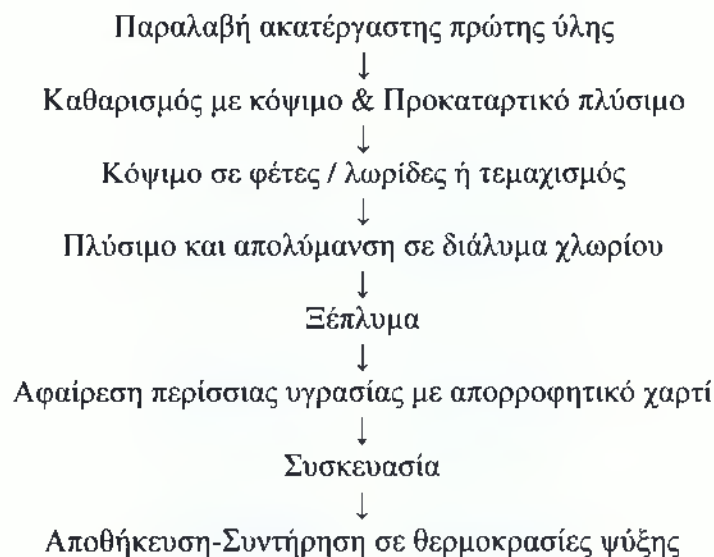
Οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα για την παρασκευή των «ελάχιστα επεξεργασμένων» λαχανικών πρέπει να ελέγχονται διότι κατά την επεξεργασία αυξάνεται ο κίνδυνος επιμόλυνσης από παθογόνους μικροοργανισμούς. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περιοχή της τομής διότι στερείται της επιδερμίδας που αποτελεί και την προστασία της με συνέπεια να αυξάνεται η πιθανότητα ανάπτυξης μικροβίων. Ο κίνδυνος προσβολής είναι μεγαλύτερος όταν η επεξεργασία είναι εντονότερη , υπάρχει υψηλή θερμοκρασία και σχετική υγρασία στο χώρο επεξεργασίας. Γενικά η επιθυμητή θερμοκρασία συντήρησης για την κατηγορία των προϊόντων αυτών είναι οι 0°C, αν και παρασκευάζονται, μεταφέρονται και συντηρούνται στους 5°C και μερικές φορές στους 10°C (Watada *et al.*, 1996).

Η μικροβιακή ανάπτυξη ελέγχεται από την τήρηση υγιεινών συνθηκών και χαμηλών θερμοκρασιών. Η χρησιμοποίηση απολυμασμένων εργαλείων και χλωριωμένου νερού είναι στοιχεία απαραίτητα κατά την επεξεργασία των προϊόντων αυτών (Cantwell, 2002). Έχουν μελετηθεί εναλλακτικές μεταχειρίσεις για τον έλεγχο της ανάπτυξης των μικροοργανισμών, όπως τα εδώδιμα στρώματα επικάλυψης (films) (Watada et al., 1996). Πρακτικά καμία απολυμαντική μέθοδος δεν εξασφαλίζει τέλεια απολύμανση του νωπού προϊόντος, χωρίς υποβάθμιση της εμφάνισής του.

Η μικροβιολογική ασφάλεια των «ελάχιστα επεξεργασμένων» λαχανικών μπορεί να επηρεαστεί κατά τα διάφορα στάδια παραγωγής, που παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Σε πρώτη φάση επιχειρείται μείωση της μολυσματικότητας με αφαίρεση του εξωτερικού φυτικού στρώματος ή απομάκρυνση κάθε ακαθαρσίας. Ακολουθεί κόψιμο σε φέτες / λωρίδες ή τεμαχισμός σε κομματάκια. Το επόμενο βήμα περιλαμβάνει ένα καλό πλύσιμο και απολύμανση με διάλυμα χλωρίου (100 ppm) ή προσθήκη 1% κιτρικού οξέος. Τα φυτικά όργανα μετά το χειρισμό αυτό θα πρέπει να ξεβγαλθούν με κρύο νερό.

Σε «φρεσκοκομμένα προϊόντα» έχει εντοπιστεί ένας αριθμός μικροοργανισμών, όπως μεσόφιλη μικροχλωρίδα, βακτηρίδια του γαλακτικού οξέος, κολοβακτηρίδια, περιττωματικά κολοβακτηρίδια, ζύμες, μύκητες, πηκτινολυτική μικροχλωρίδα. Ο μεγαλύτερος πληθυσμός είναι μεσόφιλη μικροχλωρίδα, αν και ο τύπος και ο πληθυσμός διαφέρει ανάλογα με το προϊόν, την υγιεινή και τις καλλιεργητικές πρακτικές.

Συμπερασματικά, όσον αφορά τη μικροβιολογία των «ελάχιστα επεξεργασμένων» λαχανικών, τα προϊόντα αυτά κρίνονται ασφαλή προς κατανάλωση μόνο όταν τηρούν τα μικροβιολογικά επίπεδα που έχουν θεσπιστεί από εθνικούς κανονισμούς ευρωπαϊκών κρατών ή από έγκυρες επιστημονικές και ερευνητικές μελέτες. Για να πραγματοποιηθεί αυτό πρέπει να γίνονται συνεχείς έλεγχοι που βασίζονται σε γνώση και εφαρμογή βέλτιστων γεωργικών χειρισμών και διαχείρισης υγιεινής και ασφάλειας.



Πίνακας 1. Διαδικασίες προετοιμασίας «ελάχιστα επεξεργασμένων» φρούτων και λαχανικών.

3.4.2 Απολύμανση- Σκοπός απολύμανσης

Η εξασφάλιση όσο το δυνατόν μεγαλύτερης εμπορικής ζωής για τα φρεσκοκομμένα προϊόντα έχει άμεση σχέση με τη διατήρηση των σωστών συνθηκών υγιεινής κατά την προετοιμασία τους. Βιομηχανίες τροφίμων και ινστιτούτα διατροφής όπου αξιολογούνται οι απολυμαντικοί μέθοδοι έθεσαν 5 κριτήρια αξιολόγησης τους οι οποίες είναι οι κατωτέρω:

- Μείωση επικινδυνότητας για μολύνσεις και δηλητηριάσεις
- Μείωση μικροβιακών αλλοιώσεων
- Διατήρηση χαρακτηριστικών νωπών προϊόντων
- Διατήρηση θρεπτικής αξίας
- Αποφυγή παρουσίας μη αποδεκτών επιπέδων από τοξικά υπολείμματα ή σχηματισμό τοξικών υποπροϊόντων

Κάθε μέθοδος απολύμανσης έχει διαφορετική δραστικότητα για τη μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών. Η αποτελεσματικότητα εξαρτάται από τη φύση των κυττάρων και τα χαρακτηριστικά των ιστών των οπωροκηπευτικών. Κάποιοι τύποι απολυμαντικών είναι κατάλληλοι για άμεση επαφή μέσω πλυσίματος ενώ άλλοι είναι κατάλληλοι για τον εξοπλισμό ή τη συσκευασία που χρησιμοποιούνται για μεταποίηση, αποθήκευση ή μεταφορά των οπωροκηπευτικών (Beuchat, 1998).

3.5 Συσκευασία προϊόντων

Συσκευασία προϊόντος είναι: α) η τοποθέτηση του ή η τακτοποίηση του σε κουτί για να διευκολυνθεί η μεταφορά ή β) η περικάλυψη του από κάποιο υλικό. Τεχνολογικός ορισμός είναι η τεχνολογία και η μέθοδος κατάλληλης προετοιμασίας ενός αγαθού προς μεταφορά, αποθήκευση και πώληση. (Αρβανιτόγιαννης, 2001)

3.5.1 Σκοπός της συσκευασίας

Η συσκευασία των τροφίμων είναι απαραίτητη στην εμπορία τους διότι:

- ✓ παρέχει προστασία από περιβαλλοντολογικούς παράγοντες και διατηρεί σταθερή την υγιεινή και ποιότητα του προϊόντος
- ✓ διευκολύνει τη διακίνηση, αποθήκευση, μεταφορά και διάθεση από τον παραγωγό μέχρι το χρήστη ή τον καταναλωτή
- ✓ εξασφαλίζει οικονομία χώρου
- ✓ συντελεί στην καλύτερη εμφάνιση και παρουσίαση των προϊόντων

Ειδικότερα, οι κυριότεροι σκοποί ή βασικές λειτουργίες της συσκευασίας των γεωργικών προϊόντων είναι οι εξής:

A) Η προστασία των προϊόντων

Ο βασικότερος σκοπός της συσκευασίας των γεωργικών προϊόντων είναι η προστασία τους από διάφορους κινδύνους φθοράς που χωρίζονται σε 1) φυσικούς κινδύνους και β) κινδύνους του περιβάλλοντος ώστε να μην καταστραφούν ή αλλοιωθούν.

B) Η επίτευξη αποδοτικής διακίνησης των προϊόντων

Ένας άλλος βασικός σκοπός της συσκευασίας των γεωργικών προϊόντων είναι η αποδοτική διακίνηση, δηλαδή η μεταφορά τους με το χαμηλότερο κόστος, για να μην επιβαρυνθεί πολύ η τελική τιμή του προϊόντος.

Ο σκοπός αυτός θα επιτευχθεί βασικά με ένα τέτοιο είδος συσκευασίας που θα μεγιστοποιήσει τον ωφέλιμο χώρο του μεταφορικού μέσου, θα επιταχύνει τη φόρτωση και εκφόρτωση του οχήματος .

Για να πετύχει τους στόχους αυτούς η συσκευασία θα πρέπει να χρησιμοποιεί υλικό ανθεκτικό και χημικά ουδέτερο, να προσαρμόζει το μέγεθος της στις ανάγκες των καταναλωτών, να διευκολύνει το σχήμα της τις μεταφορές, να είναι εύχρηστη και να μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί.

Γ) Η προώθηση πωλήσεων των προϊόντων

Ένα άλλο σπουδαίο σκοπό που επιδιώκει η συσκευασία των γεωργικών προϊόντων είναι η αύξηση των πωλήσεων . Ο σκοπός αυτός πετυχαίνεται κυρίως με ένα είδος συσκευασίας που καθιστά τα προϊόντα πιο ελκυστικά στους καταναλωτές. (Αρβανιτόγιαννης, 2001)

3.5.2 Συσκευασία γεωργικών προϊόντων με τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP)

Μετά το 2^ο παγκόσμιο πόλεμο σημειώθηκαν σημαντικές αλλαγές στη συσκευασία των τροφίμων αφού οι λιανοπωλητές αντικαταστάθηκαν κατά μείζονα λόγο από τα σουπερμάρκετ. Η διακίνηση μεγάλων ποσοτήτων τροφίμων από τα σουπερμάρκετ σε συνδυασμό με τις διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις του καταναλωτή για πιο ασφαλή και υγιεινά τρόφιμα ήταν τα κυριότερα κίνητρα για την επινόηση μεθόδων που αποσκοπούν στην παράταση της διάρκειας ζωής των φρέσκων προϊόντων. Στα πλαίσια αυτά προτάθηκε η εισαγωγή της συσκευασίας με τροποποιούμενη ατμόσφαιρα (Modified Atmosphere Packaging, MAP). Ωστόσο θα πρέπει να τονιστεί ότι τα πρώτα βήματα της MAP ανάγονται στην δεκαετία του 1920-1930 όταν χρησιμοποιήθηκε για την παράταση της διάρκειας της ζωής του κρέατος, και των φρούτων.

Η συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα ορίζεται ως η συσκευασία ευπαθών τροφίμων, όπου στο εσωτερικό περιβάλλον του περιέκτη έχει γίνει αντικατάσταση του αέρα με αέριο ή μίγμα αερίων, χωρίς περαιτέρω δυνατότητα ρύθμισης της συγκέντρωσης των αερίων.

Ο στόχος της μεθόδου αυτής είναι ο περιορισμός της ποιοτικής φθοράς του φρεσκοκομμένου προϊόντος, μειώνοντας όσο το δυνατό περισσότερο την αναπνευστική του δραστηριότητα και κρατώντας το προϊόν σε συνθήκες υπό συγκεκριμένες συστάσεις αερίων. Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα μπορεί να δημιουργηθεί «παθητικά» από την αναπνοή των φυτικών οργάνων ή «ενεργητικά» με την έγχυση αερίων συγκεκριμένης σύνθεσης. Το σύστημα της συσκευασίας με τροποποιημένη ατμόσφαιρα επιτρέπει την αλληλεπίδραση μεταξύ της φυσιολογίας του προϊόντος και των χαρακτηριστικών της συσκευασίας. (Αρβανιτόγιαννης, 2001)

3.5.2.1 Σύνθεση της ατμόσφαιρας

Τα αέρια που χρησιμοποιούνται στη συντήρηση με τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι κυρίως το οξυγόνο (O_2), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το άζωτο (N_2). Είναι δυνατή και η ύπαρξη άλλων αερίων σε ελάχιστες όμως ποσότητες όπως μονοξείδιο του άνθρακα (CO), διοξείδιο του θείου (SO_2). Ανάλογα με τις μεταβολικές δραστηριότητες του προϊόντος χρησιμοποιείται διαφορετική σύσταση των τριών βασικών αερίων.

Το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί το πιο σημαντικό αέριο στη συντήρηση με τροποποιημένη ατμόσφαιρα των «ελάχιστα επεξεργασμένων» προϊόντων. Έχει ισχυρή αντιμικροβιακή δράση κατά των παθογόνων μικροοργανισμών που μπορούν να προσβάλλουν το προϊόν. Η υψηλή θερμοκρασία συντήρησης επηρεάζει την αντιμικροβιακή του δράση, έτσι όσο η θερμοκρασία αυξάνεται εξασθενεί και η ιδιότητα του αυτή. Η αποτελεσματικότητα του εξαρτάται από τον τύπο, τον αριθμό και την ηλικία των μικροοργανισμών, το ρυθμό της αναπνευστικής δραστηριότητας του φυτικού οργάνου, τη συγκέντρωση του στη συσκευασία, τη θερμοκρασία συντήρησης, την ενεργότητα του νερού και το pH.

Το οξυγόνο συμβάλει στο μεταβολισμό των αερόβιων μικροοργανισμών και των φυτικών ιστών. Στόχος είναι να διατηρείται πάντα σε επιθυμητά επίπεδα ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία αναερόβιων συνθηκών. Η απουσία O_2 ευνοεί την ανάπτυξη αναερόβιων μικροοργανισμών.

Το άζωτο είναι αδρανές αέριο και χρησιμοποιείται για την αντικατάσταση του οξυγόνου. Επιβραδύνει ανεπιθύμητες αντιδράσεις όπως, την οξείδωση καθώς και την ανάπτυξη αερόβιων μικροοργανισμών.

Το μονοξείδιο του άνθρακα έχει ευεργετική επίδραση καθώς βοηθά στη διατήρηση του χρώματος των συντηρημένων προϊόντων και έχει ανασταλτικό χαρακτήρα στη δράση των μικροοργανισμών. (Αρβανιτόγιαννης, 2001)

3.5.2.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα της συσκευασίας με τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP)

Τα πλεονεκτήματα της συσκευασίας με τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι τα εξής:

- ο παράταση της διάρκειας ζωής (50-70%)
- ο διεύρυνση της διανομής των προϊόντων με μειωμένο κόστος, λόγω των λιγότερο συχνών διανομών
- ο παροχή προϊόντων υψηλής ποιότητας
- ο ελκυστικότερη παρουσίαση – καλύτερος περιμετρικός έλεγχος του προϊόντος
- ο ελαχίστη ή καμία ανάγκη για χρήση χημικών συντηρητικών
- ο υγιεινή συσκευασία με ερμητικό σφράγισμα

Στα μειονεκτήματα περιλαμβάνονται τα εξής:

- ο επιπρόσθετο κόστος (κόστος κεφαλαίου για εξοπλισμό, αέρια, αναλυτικά όργανα ελέγχου της σύνθεσης των αερίων, υλικά συσκευασίας, σύστημα διασφάλισης ποιότητας για αποφυγή διαρροών)
- ο επιβεβλημένος έλεγχος της θερμοκρασίας
- ο διαφορετικά μίγματα αερίων ανάλογα με το προϊόν
- ο αναγκαίος ειδικός εξοπλισμός και κατάλληλη εκπαίδευση
- ο ασφάλεια προϊόντων

- αυξημένος όγκος της συσκευασίας → κόστος μεταφοράς υψηλό
- απώλεια κάθε θετικής επίδρασης σε περίπτωση που η συσκευασία διαρρηχθεί ή παρουσιάσει διαρροές (Αρβανιτόγιαννης, 2001)

3.6 Μεμβράνες που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP)

Μεμβράνη (film) είναι ο λεπτός υμένας με πάχος μικρότερο από 0,1mm κατά άλλους 0,25mm ή 15mils = 0,375mm. Σε περίπτωση που ξεπερνιούνται τα όρια αυτά πάχους, τότε χαρακτηρίζονται ως φύλλα (sheets). Το υλικό από το οποίο κατασκευάζονται οι συσκευασίες MAP είναι συνήθως φύλλα πολυαιθυλενίου. Αυτά είναι πολυμερή και για τη συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα χρησιμοποιούνται θερμοπλαστικά πολυμερή που βαθμιαία μαλακώνουν με την αύξηση της θερμοκρασίας και στερεοποιούνται από τη ψύξη. Πλεονέκτημα είναι ότι αυτά τα θερμοπλαστικά μορφοποιούνται εύκολα σε μεμβράνες και φύλλα.

Μεμβράνες που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι οι εξής:

1. Πολυαιθυλένιο (PE):
 - χαμηλής πυκνότητας (LDPE)
 - υψηλής πυκνότητας (HDPE)
 - γραμμικό χαμηλής πυκνότητας (LLDPE)
 - συμπολυμερή αιθυλενίου:
 - Αιθυλενοξικός βινυλεστέρας (EVA)
 - Αιθυλενο-βινυλική αλκοόλη (EVOH)
2. Πολυπροπυλένιο (PP):
 - προσανατολισμένο (OPP)
 - επικαλυμένο με πολυβινυλιδενοχλωρίδιο (PVDC)
 - μεταλλιζέ
3. Πολυβινυλιδενοχλωρίδιο (PVDC)
4. Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)
5. Πολυστυρόλιο (PS)
6. Πολυακρυλονιτρίλιο (PAN)
7. Πολυεστέρες:
 - πολυτερεφθαλικός αιθυλεστερας (PET & PETE):
 - Άμορφη δομή (APET)
 - Κρυσταλλική δομή (CPET)
8. Πολυαμίδια ή Νάιλον (Nylon, PA)
 - nylon 6
 - nylon 6.6
 - nylon 11

Οι προϋποθέσεις όσον αφορά στις ιδιότητες για την επιλογή του πλαστικού συσκευασίας τροποποιημένης ατμόσφαιρας, είναι:

- Η καταλληλότητα του για τρόφιμα (χωρίς τη μεταφορά ουσιών στα τρόφιμα σε μεγαλύτερα επίπεδα από τα επιτρεπόμενα).
- Στεγανότητα ή ελεγχόμενη περατότητα για υδρατμούς και αέρια ανάλογα με τις απαιτήσεις του προϊόντος.
- Ελκυστική εμφάνιση και διαφανές σημείο για οπτικό έλεγχο.
- Αντοχή στα σκισίματα.
- Αντιθαμπωτικές ιδιότητες προς αναχαίτιση της συμπύκνωσης υδρατμών στην εσωτερική πλευρά της συσκευασίας (με επικάλυψη χημικών ουσιών επί της εσωτερικής επιφάνειας του περιέκτη, όπως εστέρες λιπαρών οξέων).
- Ικανότητα για εξασφάλιση ισχυρής θερμοσυγκόλλησης προς αποφυγή διαρροών. (Αρβανιτόγιαννης, 2001)

3.7 Συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας σε «ελάχιστα επεξεργασμένα λαχανικά»

Η συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα επηρεάζει γενικά όλες τις μεταβολικές διεργασίες ενός προϊόντος αρκεί η σύσταση των αερίων να είναι τέτοια που ευνοεί τις συνθήκες αυτές. Έχει διαπιστωθεί πως μια ιδανική σύσταση για τη μείωση του ρυθμού των μεταβολικών διεργασιών ενός προϊόντος συνεπώς, και του ρυθμού φθοράς του, είναι μια σύσταση αέρα με οξυγόνο που κυμαίνεται μεταξύ 3-5% και συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ 3-8%. Στο ρυθμό των μεταβολικών διεργασιών παίζει σπουδαίο ρόλο η θερμοκρασία συντήρησης του προϊόντος. Έτσι, μια ενδεικνυόμενη θερμοκρασία είναι αυτή που κυμαίνεται μεταξύ 0 και 5°C.

Στην περίπτωση της συσκευασίας των «ελάχιστα επεξεργασμένων» λαχανικών σπουδαίο ρόλο παίζει η έντονη αναπνευστική δραστηριότητα που είναι αποτέλεσμα της επεξεργασίας τους. Η ενεργητική τροποποιημένη ατμόσφαιρα μπορεί με σωστή σύσταση αερίων να περιορίσει δραστικά το ρυθμό αναπνοής τους. Στην περίπτωση της παθητικής τροποποιημένης ατμόσφαιρας σημαντικό ρόλο παίζει η περατότητα του πλαστικού φύλλου. Η αναερόβια αναπνοή ευθύνεται άμεσα για την ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος λόγω των οξειδωτικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα και τη μετατροπή ωφέλιμων στοιχείων όπως σάκχαρα και οργανικά οξέα σε διοξείδιο του άνθρακα, αλκοόλη, ακεταλδεΐδη και άλλες οργανικές ουσίες. (Αρβανιτόγιαννης, 2001).

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Υλικά και μέθοδοι

1. Πρώτη ύλη

Πιπεριές (*Capsicum annuum* L.) ποικιλίας Guardian F1, συγκομίστηκαν στο πράσινο στάδιο εμπορικής ωριμότητας και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Μετασσυλεκτικών-Μετασυγκομιστικών Χειρισμών και Τυποποίησης του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας σε 2 ώρες μετά τη συλλογή τους. Η συγκομιδή έγινε τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο του 2008.

1.2 Προετοιμασία πρώτης ύλης

Με την παραλαβή του προϊόντος έγινε διαλογή των καρπών ως προς το χρώμα, το βάρος και το μέγεθος. Καρποί μη κανονικού χρώματος ή μεγέθους και καρποί με βλάβες απομακρύνθηκαν. Ακολούθησε πλύσιμο των καρπών με νερό βρύσης που περιείχε 100 ppm NaOCl και ξέβγαλμα με κρύο νερό. Στη συνέχεια αφαιρέθηκαν οι σπόροι και οι πιπεριές κόπηκαν με κοφτερό μαχαίρι σε λωρίδες πάχους 1 cm. Οι κομμένες πιπεριές απολυμάνθηκαν με νερό βρύσης 5°C που περιείχε 100ppm NaOCl για 2 min. Ακολούθησε ξέβγαλμα με κρύο νερό 5°C και στέγνωμα με απορροφητικό χαρτί. Ποσότητα 100±2 g κομμένου προϊόντος συσκευάστηκε σε πλαστικές συσκευασίες PE χαμηλής και μέσης πυκνότητας πάχους 50, 70, και 80μm, διαστάσεων 15cm x 20cm. Η θερμοκρασία συντήρησης ήταν 5 και 10°C.

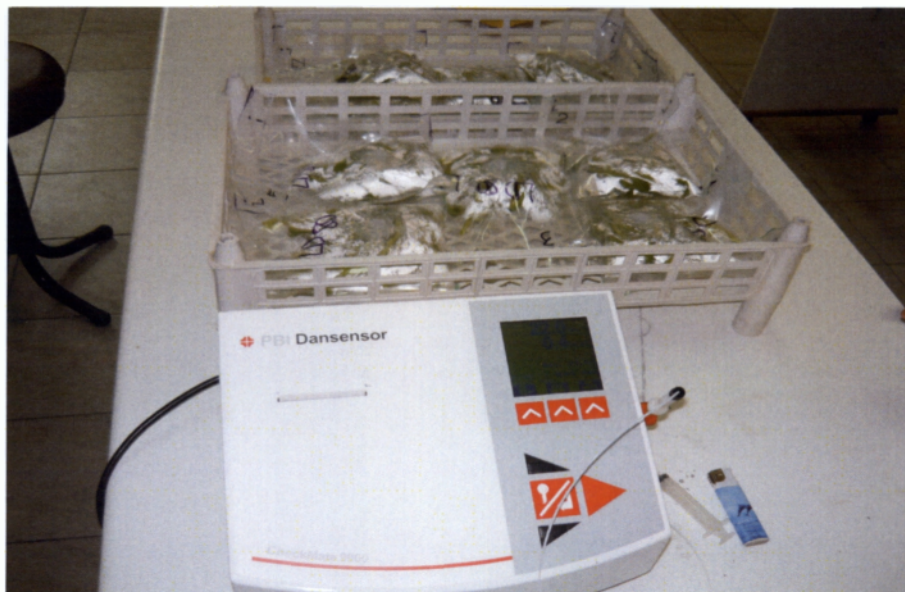
Δημιουργήθηκαν οι κατωτέρω 5 ομάδες:

- Μάρτυρας (πιπεριές μη συσκευασμένες), **P1**
- Πιπεριές συσκευασμένες σε φύλλα PEMD-50, **P2**
- Πιπεριές συσκευασμένες σε φύλλα PELD-70, **P3**
- Πιπεριές συσκευασμένες σε φύλλα PELD-80, **P4**
- Πιπεριές σε δισκάκια πολυστερίνης (120 X 215 X 15mm) καλυμμένες με PVC, **P5**

Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα δημιουργήθηκε παθητικά από την αναπνοή των φυτικών οργάνων και η διάρκεια συντήρησης ήταν 14 ημέρες. Ετοιμάστηκαν 6 συσκευασίες ανά ομάδα και θερμοκρασία για κάθε ημέρα μέτρησης και επί πλέον 10 συσκευασίες ανά ομάδα και θερμοκρασία για την ανάλυση των αερίων και την απώλεια βάρους. Δηλαδή δημιουργήθηκαν 34 συσκευασίες ανά θερμοκρασία και τύπο συσκευασίας. Οι παράγοντες που μελετήθηκαν ήταν: μεταβολή των αερίων, απώλεια βάρους, χρώμα, περιεκτικότητα σε βιταμίνη C, περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά συστατικά (brix), αξιολόγηση εξωτερικής εμφάνισης. Το πείραμα επαναλήφθηκε 3 φορές. Τα πειραματικά δεδομένα αναλύθηκαν στατιστικά με τη μέθοδο της παράλλαξης και οι μέσοι όροι (M.O.) συγκρίθηκαν με την ελάχιστη σημαντική διαφορά (L.S.D.) για $p=0.05$. Το στατιστικό πακέτο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Statgraphics plus. V.5.1.

2. Ανάλυση αερίων

Η ανάλυση των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών έγινε με αναλυτή αερίων Check Mate 9000 (PBI Densensor Co Denmark) την 2^η, 4^η, 7^η, 9^η, 11^η και 14^η ημέρα σε 10 συσκευασίες ανά θερμοκρασία και τύπο συσκευασίας.



Εικόνα 7. Το όργανο μέτρησης των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών

3. Απώλεια βάρους

Ο υπολογισμός της απώλειας βάρους γινόταν με βάση το αρχικό βάρος και παρουσιάζεται σαν απώλεια επί τοις $\%$. Οι μετρήσεις έγιναν με ζυγό ακριβείας Kern 440-45 max 600g \pm 0,01. Οι μετρήσεις γίνονταν σε 10 συσκευασίες ανά θερμοκρασία και χειρισμό την 0^η, 4^η, 7^η, 11^η και 14^η ημέρα συντήρησης

4. Προσδιορισμός χρώματος

Για τον προσδιορισμό του χρώματος χρησιμοποιήθηκε το χρωματομέτρο Minolta CR-300 στο σύστημα CIE. Η μεταβολή του χρώματος παρουσιάζεται με τη φωτεινότητα L^* και τη χρωματική παράμετρο a^* . Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε 6 συσκευασίες κάθε ημέρα μέτρησης ανά ομάδα και θερμοκρασία σε τρία αντίστοιχα σημεία για κάθε συσκευασία. Προσδιορίστηκε το χρώμα στο εσωτερικό και εξωτερικό της επιδερμίδας της πιπεριάς. Το όργανο ρυθμιζόταν πριν από κάθε ανάλυση με λευκή πλάκα ($Y=92,6$ $x=0,3135$ $y=0,3193$). Οι μετρήσεις έγιναν την 0^η, 4^η, 7^η, 11^η και 14^η ημέρα συντήρησης.



Εικόνα 8.Χρωματόμετρο MINOLTA (Minolta chroma meter).

5. Προσδιορισμός ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (brix)

Η μέτρηση των ολικών διαλυτών συστατικών (brix) έγιναν με φορητό ηλεκτρονικό διαθλασίμετρο (Abbe refractometer Ast Co), οι μετρήσεις έγιναν στην έναρξη του πειράματος, σε 10 δείγματα και την 4^η, 7^η, 11^η και 14^η ημέρα σε 6 δείγματα ανά χειρισμό και θερμοκρασία.



Εικόνα 9: Ένα κοινό φορητό ηλεκτρονικό διαθλασίμετρο με ψηφιακή ένδειξη

6. Προσδιορισμός του ασκορβικού οξέως (βιταμίνης C)

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας της πιπεριάς σε ασκορβικό οξύ έγινε σπεκτροφωτομετρικά, με σπεκτροφωτόμετρο Hitachi U-2001 σύμφωνα με τη μέθοδο των Bajee and Gurdeep, 1981. Η βιταμίνη C εκφράζεται σε mg ασκορβικού οξέως ανά 100g φρέσκου βάρους. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν την 0^η, 4^η, 7^η, 11^η και 14^η ημέρα συντήρησης.

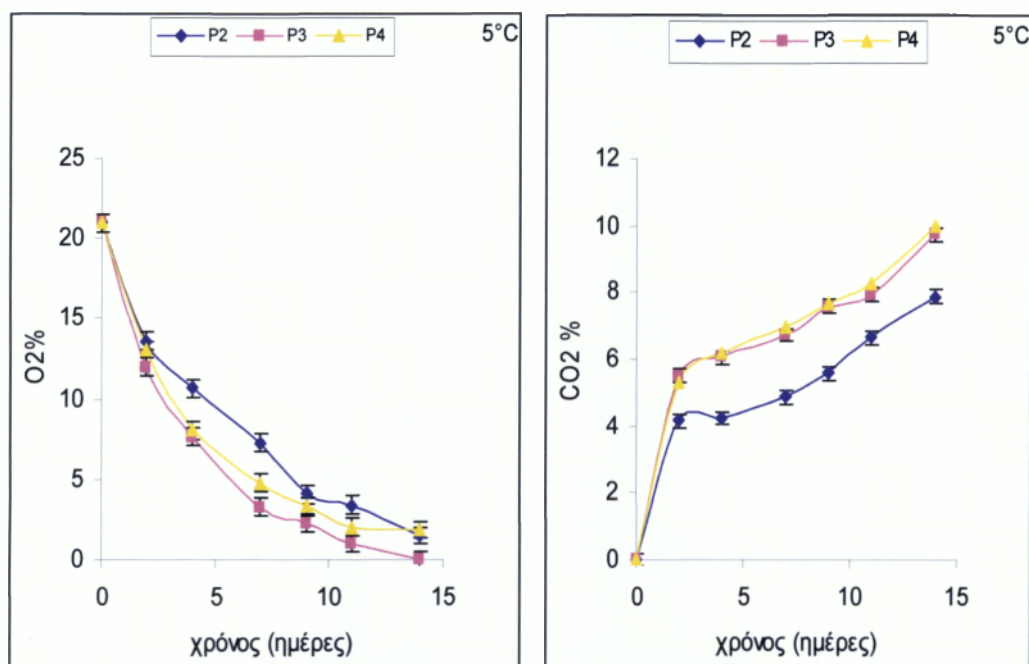
7. Οργανοληπτική Αξιολόγηση (αξιολόγηση εμφάνισης)

Η αξιολόγηση έγινε από μία ομάδα 3 κριτών την 0^η, 4^η, 7^η, 11^η και 14^η σε 6 δείγματα / συσκευασία , χειρισμό και θερμοκρασία. Η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε ήταν από το 1-9, όπου 9= εξαιρετική φρέσκια εμφάνιση, 7= καλή, 5= μέτρια, 3= υποφερτή (χρησιμοποιήσιμη αλλά όχι εμπορεύσιμη), 1= μη εμπορεύσιμη. Η τιμή 6 αποτελεί το όριο της δυνατότητας εμπορίας.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1. Σύνθεση των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών

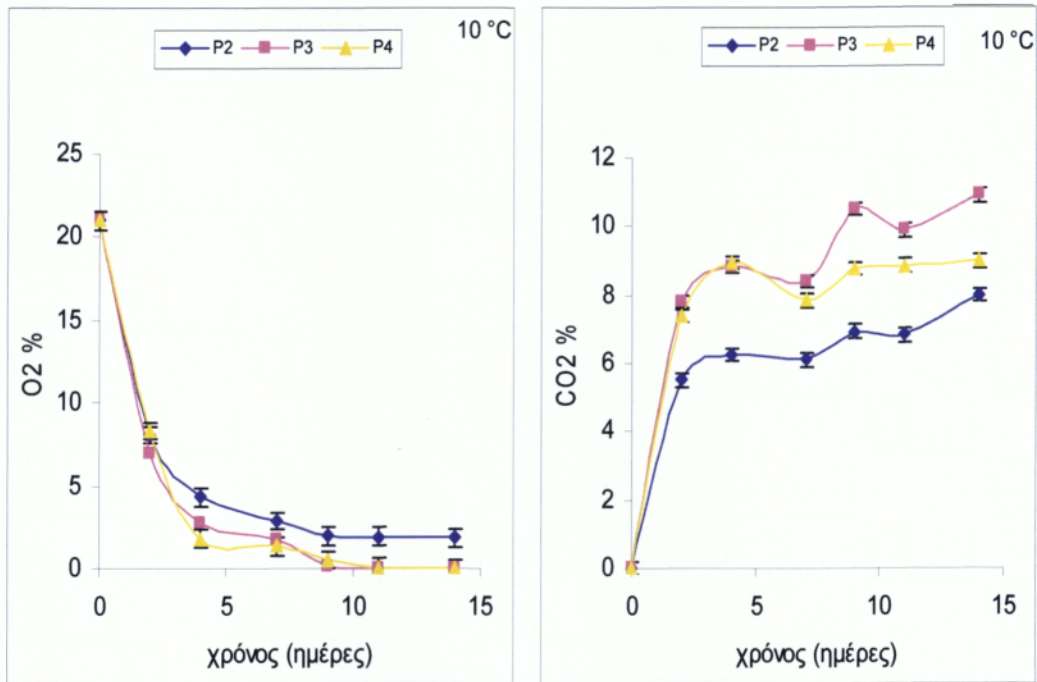
Η μεταβολή των αερίων (O_2 , CO_2) στο εσωτερικό των συσκευασιών στους $5^\circ C$ παρουσιάζεται στο σχήμα 1(α, β), από όπου προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ($p=0.05$) τόσο στη συγκέντρωση του O_2 όσο και του CO_2 μεταξύ



Σχήμα 1(α,β). Μεταβολή της συγκέντρωσης του O_2 και του CO_2 στο εσωτερικό συσκευασιών κομμένης πράσινης πιπεριάς που συντηρήθηκε στους $5^\circ C$ ($N=3$ επαν. $X_{10}=30$)

των συσκευασιών P_2 και P_3 , P_4 . Στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρουσιάζεται μεταξύ των συσκευασιών P_3 , P_4 . Η περιεκτικότητα του O_2 (σχ.1.α) παρουσιάζει συνεχή μείωση και μετά από 14 ημέρες συντήρησης η συγκέντρωση του φθάνει για τη συσκευασία P_2 στο 1,5% , για τη συσκευασία P_3 στο 0% και για τη συσκευασία P_4 στο 1,86%. Η συγκέντρωση του CO_2 (σχ. 1.β) παρουσιάζει ανοδική τάση σε όλες τις περιπτώσεις. Στο τέλος της συντήρησης (14^η ημέρα) η συγκέντρωση του κυμαίνεται στο 7,85% για τη συσκευασία P_2 ,στο 9,72% για τη συσκευασία P_3 και στο 9,99 % για τη συσκευασία P_4 .

Η μεταβολή των αερίων στο εσωτερικό των συσκευασιών στους $10^\circ C$ παρουσιάζεται στο σχήμα 2(α, β) από όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι παρουσιάζεται μία απότομη πτώση του O_2 (σχ.2.α) και μία απότομη άνοδος του CO_2 (σχ.2.β).



Σχήμα 2(α,β). Μεταβολή της συγκέντρωσης του O₂ και του CO₂ στο εσωτερικό συσκευασιών κομμένης πράσινης πιπεριάς ποικιλίας Guardian F1, που συντηρήθηκε στους 10°C. (N=3 επαν. Χ10= 30)

Από το σχήμα 2.(α) μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ($p=0.05$) μεταξύ της συγκέντρωσης σε O₂ της συσκευασίας P₂ και των άλλων δύο συσκευασιών (P₃ και P₄). Έτσι μετά από 14 ημέρες συντήρησης στους 10°C (τέλος συντήρησης) η συγκέντρωση σε O₂ της συσκευασίας P₂ κυμαίνεται στο 1,8% ,ενώ οι άλλες δύο συσκευασίες (P₃ και P₄) παρουσίασαν ανοξία (0% O₂). Η συγκέντρωση σε CO₂ σε όλες τις περιπτώσεις παρουσιάζει ανοδική τάση (σχ.2.β).Τη χαμηλότερη συγκέντρωση (στατιστικά σημαντική διαφορά $p=0.05$) παρουσίασε η συσκευασία P₂ και την υψηλότερη ($p=0.05$) η συσκευασία P₃ . Έτσι στο τέλος της συντήρησης (14^η ημέρα) η συσκευασία P₂ παρουσίασε μία συγκέντρωση της τάξης του 7,98%, η συσκευασία P₃ της τάξης του 10,9%, ενώ η συσκευασία P₄ της τάξης του 8,97%. Αξίζει να σημειωθεί ότι και στις 2 θερμοκρασίες συντήρησης (5, 10°C) δεν παρατηρήθηκε σταθεροποίηση της συγκέντρωσης τόσο του O₂ όσο και του CO₂ .

Η επικάλυψη ορισμένων συσκευασιών με PVC δεν μετέβαλλε τη συγκέντρωση των αερίων (O₂ και CO₂) στο εσωτερικό των συσκευασιών λόγω της μεγάλης περατότητας του στα αέρια αυτά.

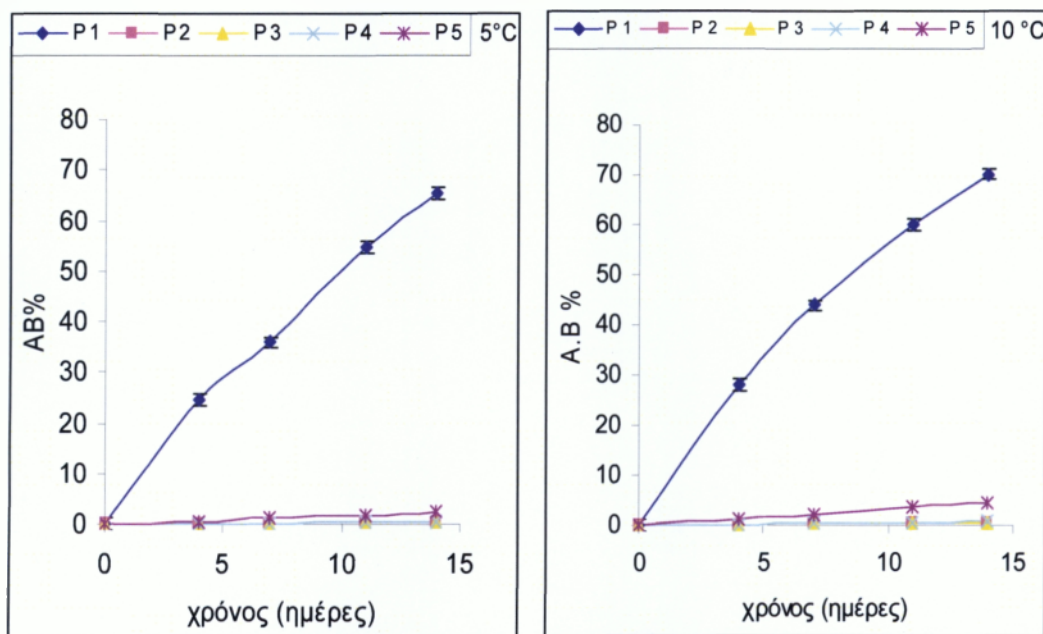
Η μεταβολή της συγκέντρωσης του O₂ στους 5°C ήταν γραμμική του τύπου $O_2\% = a x + b$ με συντελεστή συσχέτισης $R^2 = 0.815-0.9$, ενώ στους 10°C η μεταβολή ήταν πολυωνυμική του τύπου $O_2\% = a x^2 - bx + \gamma$ με συντελεστή συσχέτισης $R^2 = 0.87-0.88$. Η μεταβολή του CO₂ στους 5°C ήταν γραμμική του τύπου $CO_2\% = a x + b$ με συντελεστή συσχέτισης $R^2 = 0.81-0.85$.

Σύμφωνα με το Gorny (2001) η ιδανική σύνθεση της ατμόσφαιρας για τη συντήρηση της κομμένης πράσινης πιπεριάς είναι 3% O₂ και 5-10 % CO₂. Υψηλότερη συγκέντρωση του CO₂ μπορεί να προκαλέσει βλάβες (μαλάκωμα ιστών, καστανώση), όμως η ευαισθησία επηρεάζεται από την ποικιλία

Από τα δικά μας αποτελέσματα προκύπτει ότι σε όλες τις θερμοκρασίες και σε όλες τις συσκευασίες η συγκέντρωση του CO₂ κυμάνθηκε μέσα στα επιτρεπόμενα όρια. Όσον αφορά τη συγκέντρωση του O₂ η συσκευασία P₄ στους 5°C και P₂ στους 10°C βρίσκονται πολύ κοντά στα επιθυμητά επίπεδα.

2. Απώλεια βάρους

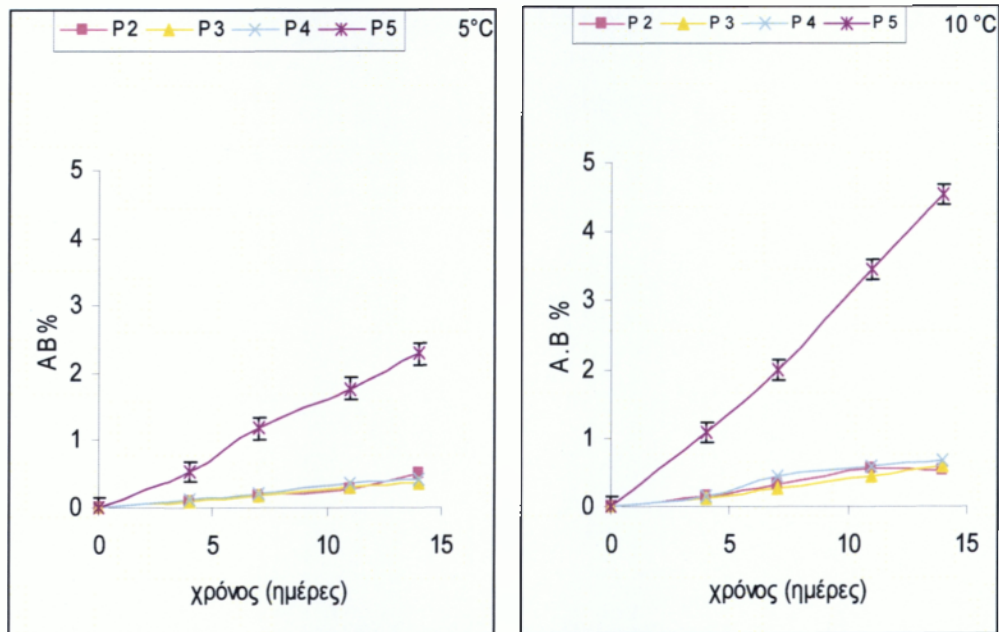
Η μεταβολή του βάρους των συσκευασμένων πιπεριών στους 5 και 10°C παρουσιάζεται στο σχήμα 3 (α, β), από όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ο μάρτυρας (ασυσκευάστες κομμένες πιπεριές) και στις δύο θερμοκρασίες παρουσίασε



Σχήμα 3 (α,β). Μεταβολή του βάρους κομμένης συσκευασμένης πράσινης πιπεριάς και του μάρτυρα (ασυσκευάστος), που συντηρήθηκε στους 5 και 10°C. (N=3 επαν. Χ10= 30).

μία έντονη απώλεια βάρους η οποία στο τέλος της συντήρησης στους 5°C έφθασε στο 65,5% του αρχικού βάρους, ενώ στο τέλος της συντήρησης στους 10 °C έφθασε στο 70,2%. Η μεταβολή της απώλειας βάρους του μάρτυρα και στις δύο θερμοκρασίες ήταν γραμμική συνάρτηση του χρόνου συντήρησης του τύπου $A.B\% = ax + b$ με συντελεστή συσχέτισης R^2 κυμαινόμενο μεταξύ 0,98 και 0,99.

Προκειμένου να συγκρίνουμε την απώλεια βάρους μεταξύ των συσκευασιών P₂, P₃, P₄ και P₅ παρουσιάζεται το σχήμα 4 (α, β) από όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τη μεγαλύτερη απώλεια βάρους και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης (5, 10°C) παρουσιάζει η συσκευασία με PVC.(P₅). Έτσι στο τέλος της συντήρησης στους 5°C (14^η ημέρα), η κομμένη πιπεριά που είχε επικαλυφθεί με PVC.(P₅) παρουσίασε μία απώλεια βάρους της τάξης του 2,27% ενώ η αντίστοιχη συσκευασία στους 10°C παρουσίασε μία απώλεια βάρους της τάξης του 4,54%.



Σχήμα 4(α, β). Μεταβολή του βάρους κομμένης συσκευασμένης πράσινης πιπεριάς ποικιλίας Guardian F1, που συντηρήθηκε στους 5 και 10°C. (N=3 επαν. X10= 30).

Μεταξύ των άλλων συσκευασιών (P₂, P₃, P₄) και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (p=0,05). Έτσι στο τέλος της συντήρησης στους 5 °C η συσκευασία P₂ παρουσίασε μία απώλεια βάρους της τάξης του 0,52%, η συσκευασία P₃ της τάξης του 0,37% ενώ η συσκευασία P₄ της τάξης του 0,42%. Στους 10°C η απώλεια βάρους ήταν της τάξης του 0,53%, 0,58% και 0,68% αντίστοιχα.

Σε όλες τις περιπτώσεις η απώλεια βάρους ήταν γραμμική συνάρτηση του χρόνου συντήρησης του τύπου $A.B\% = ax - b$, με συντελεστή συσχέτισης R² κυμαινόμενο μεταξύ 0,89 και 0,99.

Στα «ελάχιστα επεξεργασμένα λαχανικά» η αύξηση της επιφάνειας σε σχέση με τον όγκο ευνοεί την απώλεια υγρασίας. Η επιλογή όμως του κατάλληλου πλαστικού φύλλου συσκευασίας μπορεί να μειώσει αισθητά την απώλεια υγρασίας δημιουργώντας κεκορεσμένη ατμόσφαιρα. Από τα αποτελέσματα της παρούσης μελέτης προκύπτει ότι η απώλεια βάρους του συσκευασμένου με φύλλα PE προϊόντος και στις δύο θερμοκρασίες ήταν πολύ χαμηλή και δεν δημιουργήθηκε πρόβλημα στην εμφάνιση του προϊόντος μέχρι το τέλος της συντήρησης.

3. Μεταβολή του χρώματος

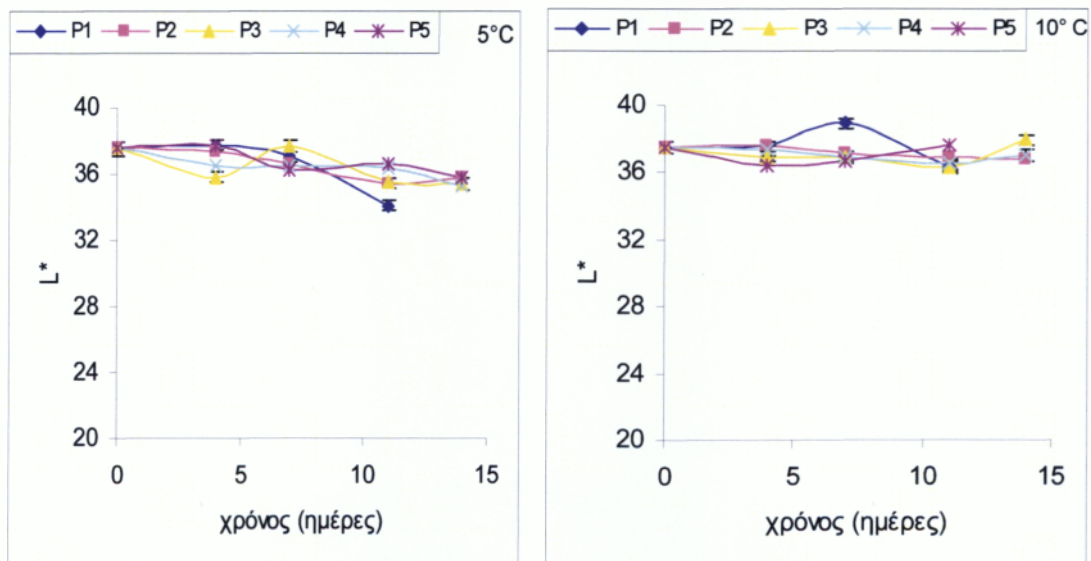
Η στατιστική ανάλυση (ANOVA) των χρωματικών παραμέτρων (πίνακας 1) απέδειξε την επίδραση των μελετώμενων παραγόντων (θερμοκρασία συντήρησης, τύπος συσκευασίας, χρόνος συντήρησης) στη φωτεινότητα L* ,το χρωματικό παράγοντα a* , την ένταση του χρώματος C* και τη χροιά h*.

Πίνακας 1. Ανάλυση παραλλακτικότητας της φωτεινότητας L*, του χρωματικού παράγοντα a*, της έντασης του χρώματος C* και της χροιάς h*

Παράγοντες	df	L*	a*	C*	h*
Τύπος συσκευασίας	4	0.11 ^{NS}	0.26 ^{NS}	0.047 ^{NS}	13.6*
Θερμοκρασία συντήρησης	1	0.27 ^{*a}	1.22*	0.46*	3.5*
Χρόνος συντήρησης	4	1.7*	0.73*	0.7*	0.014 ^{NS}
Λάθος (residual)	2061	97.82	97.8	98.7	82.75
Ολικό (total)	2070				

NS= όχι σημαντική επίδραση, *=σημαντική επίδραση σε επίπεδο $\leq 0,05$, a= ποσοστό αθροίσματος τετραγώνων df= βαθμοί ελευθερίας

Από τον πίνακα 1 προκύπτει ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά τη μεταβολή του χρώματος της κομμένης συσκευασμένης πράσινης πιπεριάς είναι η θερμοκρασία και ο χρόνος συντήρησης. Το ποσοστό του λάθους είναι πολύ μεγάλο, αυτό όμως μπορεί να εξηγηθεί από τον τρόπο μέτρησης του χρώματος (σωρός κομμένου προϊόντος) και από το γεγονός ότι τα δείγματα που χρησιμοποιούνται δεν είναι σταθερά αλλά διαφορετικά σε κάθε ημερομηνία μέτρησης. Η μεταβολή της φωτεινότητας L* της κομμένης και συσκευασμένης πράσινης πιπεριάς στους 5 και 10°C παρουσιάζεται στο σχήμα 5(α, β).

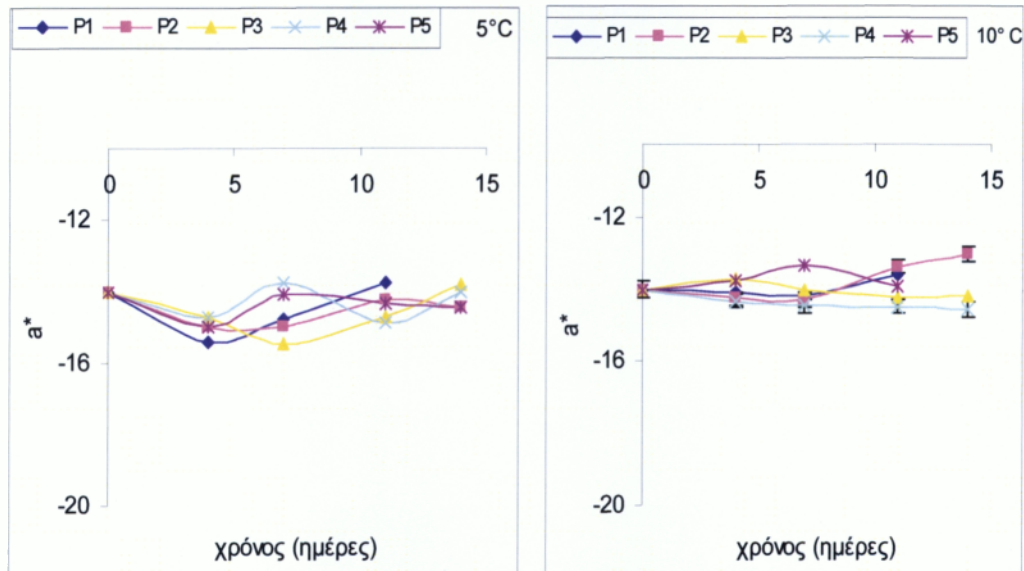


Σχήμα 5(α,β). Μεταβολή της φωτεινότητας L* πράσινης κομμένης και συσκευασμένης πιπεριάς που συντηρήθηκε στους 5 και 10°C (N= 3 επαν X 6= 18).

Από το σχήμα 5 (α) προκύπτει ότι κατά τη διάρκεια της συντήρησης ,οι τιμές της φωτεινότητας στους 5°C ήταν χαμηλότερες συγκριτικά με αυτές στους 10°C (σχ. 5β) γεγονός που μαρτυρά ότι το χρώμα ήταν πιο έντονα πράσινο στους 5°C πράγμα που μπορεί να αποδοθεί στην παρεμπόδιση της αποικοδόμησης της χλωροφύλλης. Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι σε όλους τους χειρισμούς και στις δύο θερμοκρασίες δεν παρατηρούνται μεγάλες αποκλίσεις από την αρχική τιμή. Στο τέλος της συντήρησης στους 5°C ο μάρτυρας (P₁) παρουσίασε μία απώλεια της τάξης

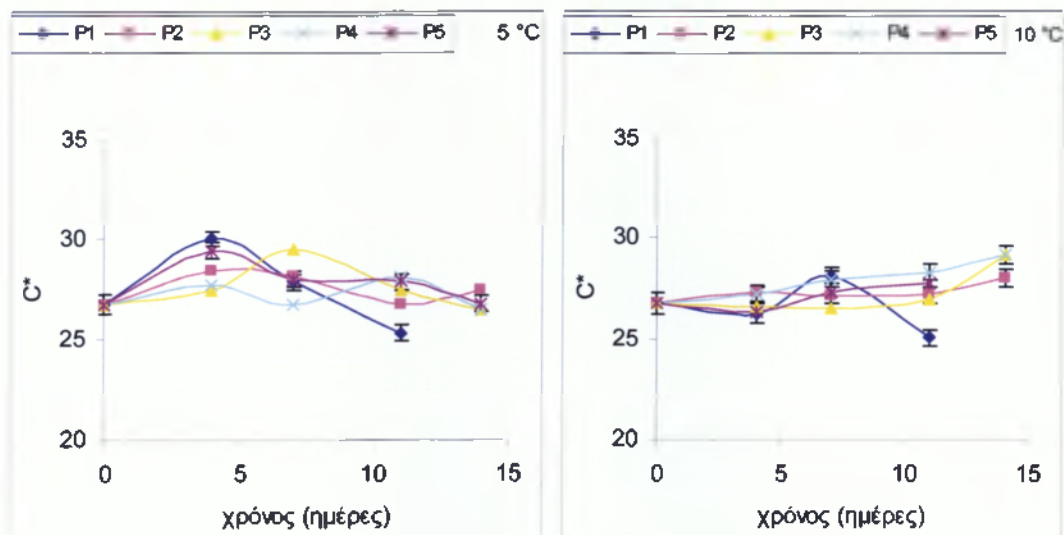
του 9% ενώ οι άλλοι χειρισμοί παρουσίασαν απώλεια της τάξης του 4,7%.

Στο σχήμα 6(α, β) παρουσιάζεται η μεταβολή της χρωματικής παραμέτρου a^* της κομμένης πράσινης πιπεριάς στους 5 και 10 °C



Σχήμα 6(α,β). Μεταβολή της χρωματικής παραμέτρου a^* κομμένης και συσκευασμένης πράσινης πιπεριάς στους 5 και 10°C. (N= 3 επαν X 6= 18).

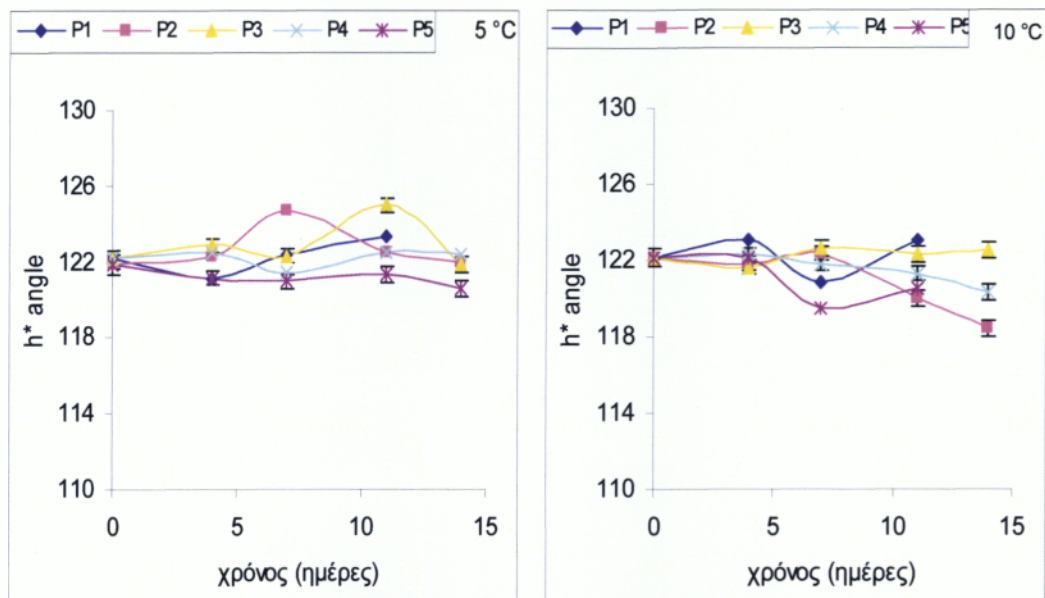
Από το σχήμα 6(α, β) προκύπτει ότι τόσο στους 5 όσο και στους 10°C δεν παρατηρούνται σημαντικές αποκλίσεις από την αρχική τιμή γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στη διατήρηση του πράσινου χρώματος μέχρι το τέλος της συντήρησης. Η θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση του χρώματος, η δε στατιστική ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο θερμοκρασιών συντήρησης. Στο τέλος της συντήρησης (14^η ημέρα) μόνο ο χειρισμός P₂ στους 10°C παρουσίασε μία μεταβολή της χρωματικής παραμέτρου a^* της τάξης του 7%.



Σχήμα 7 (α,β). Μεταβολή της έντασης του χρώματος C^* κομμένης και συσκευασμένης πράσινης πιπεριάς στους 5 και 10°C. (N= 3 επαν X 6= 18).

Στο σχήμα 7 (α, β) παρουσιάζεται η μεταβολή της έντασης του χρώματος (C^*) της κομμένης πράσινης πιπεριάς που είχε συσκευαστεί σε διάφορες πλαστικές συσκευασίες και συντηρήθηκε για 14 ημέρες στους 5 και 10°C. Από το σχήμα 7 (α,β) μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ο μάρτυρας (P_1) και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης παρουσίασε στο τέλος της συντήρησης μία μείωση της τάξης του 5,3% στους 5°C και 6,4% στους 10°C. Όλοι οι άλλοι χειρισμοί και στις δύο θερμοκρασίες δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους και διατηρήθηκαν πολύ κοντά στις αρχικές τιμές, γεγονός που σημαίνει ότι σε όλες τις περιπτώσεις διατηρήθηκε το αρχικό έντονο πράσινο χρώμα της πιπεριάς.

Στο σχήμα 8 (α, β) παρουσιάζεται η μεταβολή της χροιάς του χρώματος της πράσινης κομμένης και συσκευασμένης σε πλαστικά φύλλα πιπεριάς, στους 5 και 10°C συντήρησης.



Σχήμα 8 (α,β) Μεταβολή της χροιάς h^* (angle) κομμένης και συσκευασμένης πράσινης πιπεριάς ποικιλίας Guardian F1, στους 5 και 10°C. (N= 3 επαν X 6= 18).

Από το σχήμα 8(α) προκύπτει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p=0,05$) μεταξύ των χειρισμών και ότι στο τέλος της συντήρησης οι τιμές διατηρήθηκαν στα αρχικά επίπεδα, γεγονός που σημαίνει ότι δεν υπήρξαν αποκλίσεις από το αρχικό χρώμα. Στους 10°C συντήρησης παρατηρείται μία μείωση των τιμών τη 14^η ημέρα (τέλος συντήρησης). Τη μεγαλύτερη μείωση (3,7%) παρουσίασε ο χειρισμός P_2 (PEMD-50), ακολουθούμενος από το χειρισμό P_4 (PELD-80) που παρουσίασε μείωση της τάξης του 1,5%. Από τα δύο ανωτέρω σχήματα προκύπτει ότι η θερμοκρασία συντήρησης αλλά και το υλικό συσκευασίας παίζουν καθοριστικό ρόλο στη μεταβολή του χρώματος της κομμένης πράσινης πιπεριάς.

4. Μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (brix)

Η στατιστική ανάλυση (ANOVA) (πίνακας 2) απέδειξε την επίδραση των μελετώμενων παραγόντων (θερμοκρασία συντήρησης, τύπος συσκευασίας, χρόνος συντήρησης) στην περιεκτικότητα της κομμένης πράσινης πιπεριάς σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά.

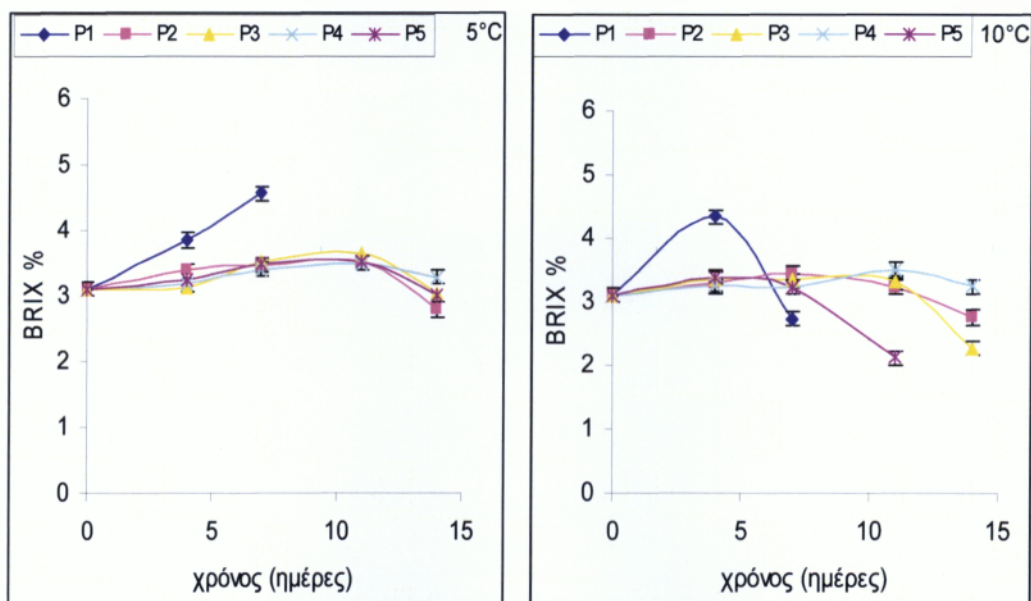
Πίνακας 2. Ανάλυση παραλλακτικότητας της περιεκτικότητας σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά.

Παράγοντες	df	Brix
Τύπος συσκευασίας	4	19.95* ^a
Θερμοκρασία συντήρησης	1	0.2 ^{NS}
Χρόνος συντήρησης	4	6.8*
Λάθος (residual)	812	73.87
Ολικό (total)	821	

NS= όχι σημαντική επίδραση, *=σημαντική επίδραση σε επίπεδο $\leq 0,05$, a= ποσοστό αθροίσματος τετραγώνων df= βαθμοί ελευθερίας

Από τον πίνακα 2 προκύπτει ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά ($p=0,05$) την περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά είναι ο τύπος συσκευασίας και ο χρόνος συντήρησης, ενώ η θερμοκρασία δεν παίζει σημαντικό ρόλο.

Στο σχήμα 9(α, β) παρουσιάζεται η μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών της κομμένης πράσινης πιπεριάς που συντηρήθηκε με τροποποιημένη ατμόσφαιρα στους 5 και 10°C.

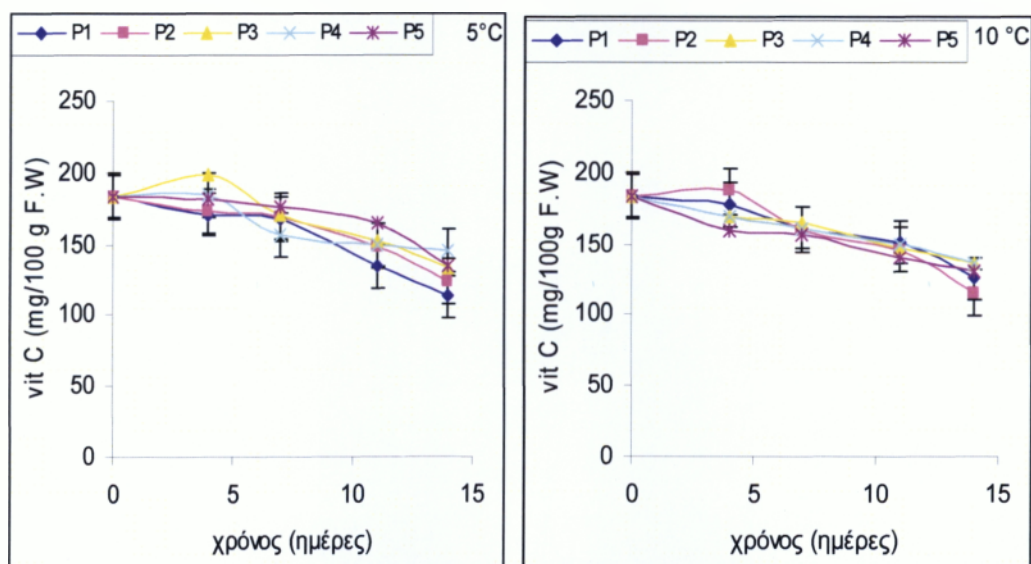


Σχήμα 9(α,β). Μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (brix) πράσινης κομμένης πιπεριάς ποικιλίας Guardian F1, που συντηρήθηκε στους 5 και 10°C. (N= 3 επαν X 6= 18).

Από το σχήμα 9(α) προκύπτει ότι στους 5°C συντήρησης ο μάρτυρας (συσκευασία P₁) παρουσιάζει μία απότομη αύξηση της τάξης του 47,4%, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην έντονη απώλεια βάρους (65,5%) που παρουσίασε ο χειρισμός αυτός στο τέλος της συντήρησης. Όλοι οι άλλοι χειρισμοί στο τέλος της συντήρησης (14^η ημέρα) παρουσίασαν πολύ μικρή απώλεια των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών που κυμαινόταν μεταξύ 2 και 10%. Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χειρισμών. Η διατήρηση των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών πολύ κοντά στα αρχικά επίπεδα σημαίνει ότι το κομμένο προϊόν διατήρησε την αρχική του γεύση. Στους 10°C συντήρησης (σχήμα 9 β) τη 14^η ημέρα (τέλος της συντήρησης) παρουσιάζεται σε όλους τους χειρισμούς μία μείωση της περιεκτικότητας σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά. Η μείωση αυτή ανέρχεται την 7^η ημέρα σε 12% στην περίπτωση του μάρτυρα (συσκευασία P₁) και σε 32% την 11^η ημέρα στην περίπτωση της συσκευασίας P₅ (επικάλυψη με PVC). Η απώλεια αυτή και στις δύο περιπτώσεις μπορεί να αποδοθεί στην εντονότερη αναπνευστική δραστηριότητα που παρουσιάζει η κομμένη πιπεριά στους 10°C συγκριτικά με αυτή στους 5°C. Από μελέτη που έγινε (τα αποτελέσματα της οποίας δεν παρουσιάζονται στην παρούσα μελέτη) απεδείχθη ότι η αναπνευστική δραστηριότητα της κομμένης πιπεριάς στους 10°C είναι διπλάσια αυτής στους 5°C και προς το τέλος της συντήρησης μπορεί να γίνει έως και τετραπλάσια. Από τους άλλους χειρισμούς στο τέλος της συντήρησης τη μεγαλύτερη απώλεια (27%) παρουσίασε ο χειρισμός P₃ (PELD-70) και τη μικρότερη ο χειρισμός P₄ (PELD-80) που διατήρησε τις αρχικές τιμές.

5. Μεταβολή της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ

Η μεταβολή της περιεκτικότητας της κομμένης πιπεριάς σε βιταμίνη C κατά τη διάρκεια της συντήρησης στους 5 και 10 °C παρουσιάζεται στο σχήμα 10(α,β).



Σχήμα 10 (α,β). Μεταβολή της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C της κομμένης και συσκευασμένης πράσινης πιπεριάς ποικιλίας Guardian F1, κατά τη συντήρησή της στους 5 και 10°C. (N= 3 επαν X 6= 18).

Η βιταμίνη C που περιείχε η κομμένη πράσινη πιπεριά στην αρχή της συντήρησης ήταν 183,2 mg/100g φρέσκου βάρους, τιμή πολύ υψηλότερη από αυτή

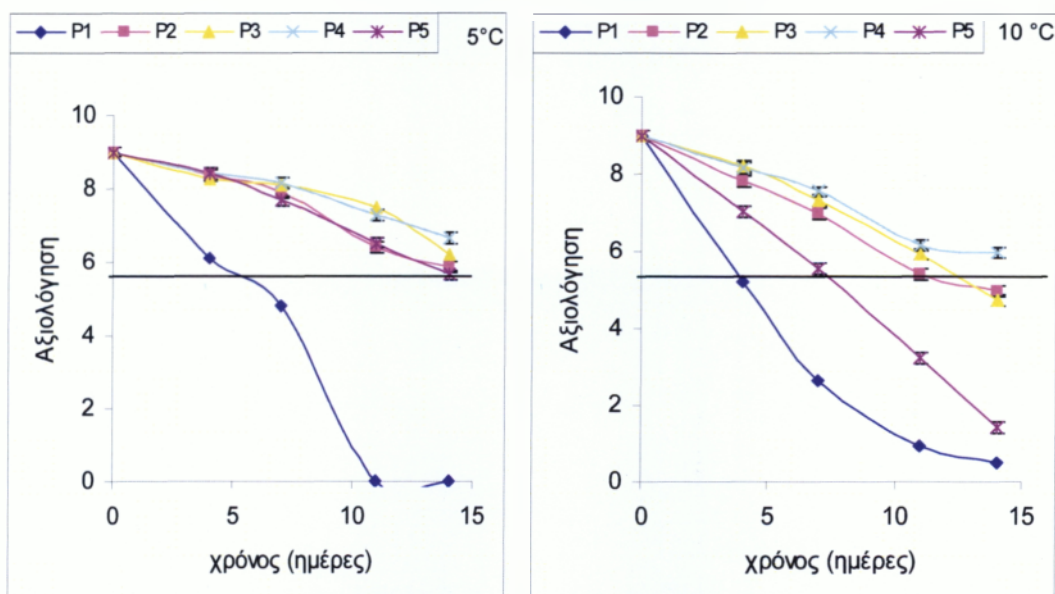
που αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Watada, 1987). Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C δεν επηρεάστηκε ούτε από τη θερμοκρασία συντήρησης αλλά ούτε από τη συσκευασία. Ο μόνος παράγοντας που επηρέασε την περιεκτικότητα της κομμένης πιπεριάς σε βιταμίνη C ήταν ο χρόνος συντήρησης.

Από το σχήμα 10 (α, β) προκύπτει ότι και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης (5 και 10°C) όλοι οι χειρισμοί παρουσιάζουν μία συνεχή μείωση της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ. Έτσι την 14^η ημέρα όλοι οι χειρισμοί και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης παρουσιάζουν μία μείωση που κυμαίνεται μεταξύ 26 και 38%. Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χειρισμών. Η μεταβολή της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C είναι γραμμική συνάρτηση του χρόνου συντήρησης του τύπου $Vit C = -ax + b$ με συντελεστή συσχέτισης R^2 κυμαινόμενο μεταξύ 0,8-0,99.

Ο Senesi *et al* (2000), αναφέρει ότι η περιεκτικότητα της κομμένης πράσινης πιπεριάς σε βιταμίνη C στους 8°C δεν επηρεάστηκε από το χρόνο συντήρησης, ο Gonzalez *et al* (2004) αναφέρει ότι οι πλαστικές συσκευασίες δεν επηρέασαν την περιεκτικότητα της κομμένης πράσινης πιπεριάς σε βιταμίνη C στους 10°C, ενώ η Μανωλοπούλου κ.α (2007) αναφέρει ότι κομμένη πράσινη πιπεριά που συντηρήθηκε με MAP στους 5°C παρουσίασε υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C συγκριτικά με την αρχική. Η περιεκτικότητα της κομμένης πιπεριάς σε βιταμίνη C απαιτεί περαιτέρω έρευνα διότι διάφοροι παράγοντες όπως η ποικιλία, οι καλλιεργητικές συνθήκες, το στάδιο ωριμότητας και οι συνθήκες συντήρησης επηρεάζουν το αποτέλεσμα.

6. Οργανοληπτική Αξιολόγηση (αξιολόγηση εμφάνισης)

Η συνολική εκτίμηση της κομμένης πράσινης πιπεριάς διατηρήθηκε καλλίτερα στους 5°C συγκριτικά με τους 10°C (σχήμα 11 α,β).



Σχήμα 11 (α,β). Μεταβολή της συνολικής εμφανισιακής εκτίμησης κομμένης πράσινης πιπεριάς ποικιλίας Guardian F1, που συντηρήθηκε με MAP στους 5 και 10°C. (N=3 επαν X 6 δείγματα X 6 κριτές=108)

Οι συσκευασίες P₃ (LD-70) και P₄ (LD-80) διατήρησαν καλλίτερα την ποιότητα της κομμένης πιπεριάς και στις δύο θερμοκρασίες. Στο τέλος της

συντήρησης στους 5°C (14^η ημ) μόνο οι πιπεριές των συσκευασιών P₃ και P₄ ήταν (οριακά) εμπορεύσιμες, ενώ αυτές που είχαν καλυφθεί με MD-50 (P₂) και PVC (P₅) ήταν οριακά εμπορεύσιμες την 11^η ημέρα. Στους 10°C οι κομμένες πιπεριές που καλύφθηκαν με PVC (P₅) ήταν οριακά εμπορεύσιμες την 7^η ημέρα ενώ οι συσκευασίες P₃ και P₄ διατήρησαν εμπορεύσιμες (οριακά) τις κομμένες πιπεριές μέχρι την 11^η ημέρα. Συμπερασματικά θα μπορούσε να πει κανείς ότι η τροποποιημένη ατμόσφαιρα που δημιουργήθηκε από τις συσκευασίες P₃ και P₄ με τις πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις O₂ και τις υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ διατήρησαν καλλίτερα την εμφάνιση της κομμένης πιπεριάς, γεγονός που συμφωνεί με τις παρατηρήσεις των Weichman (1987), Hener (1987), Lopez (1997). Σημαντικός όμως παράγοντας στη διατήρηση της ποιότητας της κομμένης πιπεριάς αποδεικνύεται η θερμοκρασία συντήρησης η οποία πρέπει να είναι όσο το δυνατό χαμηλότερη γεγονός που συμφωνεί με παρατηρήσεις των Gorny (2001) και Μανωλοπούλου (2007)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη μελέτη προκύπτουν τα εξής:

- Τα πλαστικά φύλλα που χρησιμοποιήθηκαν δημιούργησαν μία ατμόσφαιρα πολύ φτωχή σε O₂ και πλούσια σε CO₂ του οποίου όμως η συγκέντρωση δεν ξεπέρασε τα ενδεικνύόμενα επίπεδα.
- Η χαμηλή θερμοκρασία συντήρησης παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της κομμένης πιπεριάς .
- Για τη διατήρηση της ποιότητας των «ελάχιστα επεξεργασμένων λαχανικών» θα πρέπει η θερμοκρασία συντήρησης να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερη, πάντα μέσα στα όρια ανοχής των φυτικών οργάνων. Στην περίπτωση της κομμένης πράσινης πιπεριάς ενδεικνύομενη θερμοκρασία συντήρησης είναι αυτή των 5°C.
- Ο χρόνος συντήρησης των «ελάχιστα επεξεργασμένων λαχανικών » παίζει σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του προϊόντος. Ο χρόνος συντήρησης στην περίπτωση της κομμένης πράσινης πιπεριάς δεν πρέπει να ξεπερνά τις 11 ημέρες, χρόνος ικανός για την εμπορία του προϊόντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ader A. Kader, 2002. *Quality parameters of Fresh-cut fruits and vegetables products*, CRC Press LLC, Corporate Blvd., Boca Raton, Florida
- Αρβανιτογιάννης, Σ., Ι., Μποσνέα, Α., 2001. *Στοιχεία Τεχνολογίας, Μεταποίησης & Συσκευασίας Τροφίμων*. Εκδ. University Studio Press Α. Ε., Θεσσαλονίκη.
- 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.
- Brecht, J., K., 1995. *Physiology of lightly processed fruit and vegetables*. Hortscience 30: 18-22.
- Barth, M., M., Kerbel, E., L., Perry, A., K. and Schmidt, S., J., 1993. *Modified atmosphere packaging affects ascorbic acid, enzyme activity and marked quality of pepper*. Journal of Food Science.
- Francis, G., A., Thomas, C., O'Beirne, D., 1999. *The microbiological safety of minimally processed vegetables*. International Journal of Food and Science Technology.
- Gonzalez-Lopez, V., M., 2006. *Decontamination treatments to prolong the self-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.
- Gonzalez-Aguilar G. A, Ayala-Zavala J. F., Ruiz-Cruz S., Acedo-Félix E. & Diaz-Cinco M. E. (2004). *Effect of temperature and modified atmosphere packaging on overall quality of fresh-cut bell peppers*. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie (37), 817-826.
- Gorny R.J. (2001). *A summary of C.A and M.A requirements and recommendations for fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables*. In: Univ. of Davis (ed) *Optimal controlled atmospheres for Horticultural perishables*, Postharvest Horticultural series No 22^a, pp. 95-103.
- Herner, R. 1987. *High CO₂ effects on plant organs*. In: *Postharvest physiology of vegetables*, ed. J. Weichman, Marcel Dekker, Inc:pp. 239-253
- International Institute of Refrigeration (2000). *Recommendation for chilled storage of perishable produce*. Ed. International Institute of Refrigeration, Paris, p.219
- Κανάκης, Α., Γ., 1998, *Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο: Τομάτα, Πιπεριά, Μελιτζάνα, Μαρούλι, Φασολάκι*. Εκδ. Αθ. Σταμούλης.
- Καραουλάνης Γ., Δ., 2005, *Εργαστηριακές Αναλύσεις και Ποιοτικός Έλεγχος στις Βιομηχανίες Τροφίμων*. Εκδ. Αθ. Σταμούλης
- Klein, B., P., 1987, *Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables*. *Journal Food Qual.*, 10 (3), 179 - 193.
- Legnani, P., P., Leoni, E., 2004, *Effect of processing and storage conditions on the microbiological quality of minimally processed vegetables*. International Journal of Food Science & Technology 39: 1061-1068
- Lopez-Galvez, G., Peiser, G., Nie, X. And Cantwell, M. 1997. *Quality of red and green-cut peppers stored in controlled atmospheres*. Proc. of 7th Int. Controlled Atmosphere Conf., July 13-18: pp.152-157
- Λούμου Α., 2002, *Οδηγίες συγγραφής και παρουσίασης επιστημονικών εργασιών*. ΤΕΙ Καλαμάτας, Τμήμα Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων.

- Μανωλοπούλου, Ε., Θ. Σαμαράς, Ν. Χαλασοχώρη, Γρ. Λαμπρινός. 2007. Επίδραση της συσκευασίας στα ποιοτικά χαρακτηριστικά «ελάχιστα επεξεργασμένης πιπεριάς». Πρακτικά 5^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Λάρισα, σελ. 642-650.
- Μπλούκας Γ., Ι., 2004 α. *Επεξεργασία & Συντήρηση Τροφίμων*. Εκδ. Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Μπλούκας Γ., Ι., 2004 β. *Συσκευασία Τροφίμων*. Εκδ. Αθ. Σταμούλης, Αθήνα
- Senesi E., Prinzivalli C., Sala M. & Gennari M. (2000). *Physicochemical and microbiological changes in fresh-cut green bell peppers as affected by packaging and storage*. Italian Journal of Food Science 12(1), pp.55-64
- Slivertsvik M., Rosnes J., T., Bergslien, H., 2002. Chapter 4: Modified Atmosphere Packaging. In: Minimal processing technologies in the food industry. Eds: Ohisson, T., Bengtsson, N., Woodhead Publishing Ltd., Cambridge., U.K. pp. 61-86.
- Σφακιωτάκης Ε., 2004. Μετασσυλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων. Εκδ. Τυρο Man, Θεσσαλονίκη.
- Toivonen, P., M., A., Stan, S., 2004. *The effect of washing on physicochemical changes in packaged, sliced green peppers*. International Journal of Food Science & Technology 39 (1), 43-51.
- Toivonen, P., M., A., DeEll, J., R., 2002. *Physiology of fresh-cut fruits and vegetables*. In: *Fresh-cut Fruits and Vegetables, Science, Technology, and Market*. Ed: Lamikanra, O., Technomic Publishing Company, CRC Press, Boca Raton, FL., pp 91-123.
- Turtoi, M., Nicolau, A., 2006. *Intense light pulse treatment as alternative method for mould spores destruction on paper-polyethylene packaging material*. Journal of Food Engineering, Elsevier Ltd., 83 (1), November 2007, 47-53.
- Watada, A. E., Ko, N. P., and Minottt, D.A., 1996. *Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products*. Postharvest Biol. Technology., 9: 115-125.
- Watada A. (1987). *Vitamins*. In: Postharvest Physiology of Vegetables. Ed. J. Weichmann, Marcel Dekker, Inc. pp455-468
- Weichman, j. 1987. *Low oxygen effects*. In: Postharvest physiology of vegetables, ed. J. Weichman, Marcel Dekker, Inc.: Pp.231-237
- Χριστόπουλος Α., Ρεκούμη Κ., & Μανωλοπούλου Ε., 2009. *Ο ρόλος της θερμοκρασίας και της τροποποιημένης ατμόσφαιρας στη συντήρηση «Ελάχιστα επεξεργασμένης» πράσινης πιπεριάς*. Πρακτικά 6^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Θεσσαλονίκη, σελ.747-753.