



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 403
Ημερομηνία 9-10-12

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού
Περιβάλλοντος

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Καινοτόμες μέθοδοι διατήρησης της ποιότητας έτοιμων για
κατανάλωση ακτινιδίων και μήλων



Επιμέλεια: Γεωργουδάκη Τριανταφυλλιά

Επιβλέπων: Γεώργιος Νάνος, Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ.

Βόλος, 2012



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 11212/1

Ημερ. Εισ.: 10-12-2012

Δωρεά: Συγγραφέα

Ταξινόμησης Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ

2012

ΓΕΩ

Επιβλέπων:

Γεώργιος Νάνος, Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ.

Μέλη επιτροπής:

Αθανάσιος Μαυρομάτης, Επίκουρος Καθηγητής Π.Θ.

Νικόλαος Τσιρόπουλος, Καθηγητής Π.Θ.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διατριβή πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του κ. Γεώργιου Νάνου, Αναπληρωτή Καθηγητή και Διευθυντή του Εργαστηρίου Δενδροκομίας της σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, αλλά και για την καθοδήγηση και υποστήριξη του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Νικόλαο Τσιρόπουλο, Καθηγητή της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και τον κ. Αθανάσιο Μαυρομάτη, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τα εποικοδομητικά τους σχόλια και για τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσαν στη διόρθωση της πτυχιακής μου διατριβής.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω τους γονείς μου για την αμέριστη συμπαράσταση που επέδειξαν τόσο κατά τη διάρκεια συγγραφής της πτυχιακής μου διατριβής, αλλά και κατά τη μέχρι τώρα φοίτησή μου στο Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά τη φίλη και συμφοιτήριά μου Αγγελική Τζιαστούδη για τον καθοριστικό της ρόλο κατά τα πέντε έτη φοίτησης, καθώς και τον φίλο και συμφοιτητή Χρυσοβαλάντη Σταγκούδη για την άριστη συνεργασία τους κατά το ίδιο διάστημα.

Περιεχόμενα

Σελίδα

Περίληψη.....	1
1. Εισαγωγή.....	2
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	5
2.1 Ποιότητα οπωροκηπευτικών.....	5
2.1.1 Γενικά.....	5
2.1.2 Κριτήρια ποιότητας νωπών οπωροκηπευτικών.....	6
2.1.2.1 Γενική εμφάνιση προϊόντος.....	6
2.1.2.2 Κατάσταση επιφάνειας προϊόντος και ελαττώματα.....	8
2.1.2.3 Φυσικά - ανατομικά χαρακτηριστικά προϊόντος (υφή, σκληρότητα, τραγανότητα).....	8
2.1.2.4 Γεύση - άρωμα προϊόντος.....	9
2.1.2.5 Θρεπτική αξία προϊόντος.....	9
2.1.2.6 Ασφάλεια προϊόντος.....	10
2.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των οπωροκηπευτικών.....	10
2.1.3.1 Γενετικοί παράγοντες.....	10
2.1.3.2 Προσυλλεκτικοί παράγοντες.....	10
2.1.3.3 Συγκομιδή.....	11
2.1.3.4 Μετασυλλεκτικοί παράγοντες.....	11
2.1.4 Εκτίμηση - μέτρηση της ποιότητας.....	12
2.1.4.1 Υποκειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας.....	12
2.1.4.2 Αντικειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας.....	13
2.1.4.2.1 Ενόργανη ανάλυση, φυσικοί και χημικοί τρόποι.....	13
2.2 Ελαφρώς μεταποιημένα φρούτα και λαχανικά.....	16
2.2.1 Γενικά.....	16
2.2.2 Πλεονεκτήματα φρεσκοκομμένων.....	17
2.2.3 Μειονεκτήματα φρεσκοκομμένων.....	17
2.3 Προβλήματα και φυσιολογία φρεσκοκομμένων.....	18
2.3.1 Γενικά.....	18
2.3.2 Μαλάκωμα των ιστών.....	19
2.3.3 Καστάνωση ή καφέτιασμα των τομών.....	19

2.3.4	Απώλεια υγρασίας.....	21
2.3.5	Οξειδωση λιπιδίων.....	21
2.3.6	Προσβολή από μικροοργανισμούς.....	22
2.4	Αντιμετώπιση προβλημάτων στα φρεσκοκομμένα.....	23
2.4.1	Χειρισμοί φρεσκοκομμένων για διατήρηση της υφής (μαλάκωμα).....	23
2.4.2	Χειρισμοί φρεσκοκομμένων για την παρεμπόδιση του καφετιάσματος.....	25
2.4.3	Χειρισμοί φρεσκοκομμένων για την παρεμπόδιση απώλειας νερού.....	28
2.5	Συντήρηση των φρεσκοκομμένων.....	30
2.5.1	Τροποποιημένη και ελεγχόμενη ατμόσφαιρα στα φρεσκοκομμένα.....	30
3.	Υλικά και μέθοδοι.....	36
3.1	Φυτικό υλικό.....	36
3.2	Συντήρηση.....	36
3.3	Ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν.....	36
3.4	Εργαστηριακός εξοπλισμός.....	37
3.5	Μεταχειρίσεις.....	37
3.5.1	Μήλα Cripp's Pink.....	37
3.5.2	Ακτινίδια Hayward.....	39
3.6	Προσδιορισμός χρώματος σάρκας του καρπού.....	40
3.7	Σληρότητα σάρκας.....	41
3.8	Εκχύλιση χυμού.....	41
3.9	Διαλυτά Στερεά Συστατικά (Δ.Σ.Σ.).....	41
3.10	Ογκομετρούμενη οξύτητα.....	42
3.11	Στατιστική ανάλυση.....	42
4.	Αποτελέσματα.....	43
4.1	Μήλα 'Cripp's Pink'.....	43
4.1.1	Πείραμα 1 ^ο	43
4.1.2	Πείραμα 2 ^ο	45
4.1.3	Πείραμα 3 ^ο	48
4.1.4	Πείραμα 4 ^ο	51
4.1.5	Πείραμα 5 ^ο	54
4.1.6	Πείραμα 6 ^ο	60
4.2	Ακτινίδια 'Hayward'.....	69
4.2.1	Πείραμα 1 ^ο	96
4.2.2	Πείραμα 2 ^ο	71
5.	Συζήτηση.....	76
5.1	Μήλα 'Cripp's Pink'.....	76

5.2 Ακτινίδια 'Hayward'.....	79
6. Συμπεράσματα.....	81
Βιβλιογραφία.....	83

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη καινοτόμων και κλασικών μεθόδων διατήρησης της ποιότητας τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' και ακτινιδίων 'Hayward' κατά τη διακίνησή τους ως φρεσκοκομμένα προϊόντα. Στα μήλα δοκιμάστηκαν, η εμβάπτιση ολόκληρων καρπών σε θερμό νερό 55 °C για 10 min και μετά τεμαχισμό εμβάπτιση των τεμαχίων σε 3% χυμό λεμονιού, 5% βανιλίνη, 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο ή σε χυμό κόκκινου σταφυλιού ή ροδιού. Έγινε εκτίμηση της ποιότητας των τεμαχίων μήλων μετά από 3 ή περισσότερες μέρες συντήρησης στους 3 °C σε αντιδιαστολή με φρεσκοτεμαχισμένα εκείνη τη στιγμή μήλα μετρώντας τη σκληρότητα σάρκας, τα διαλυτά στερεά συστατικά, την οξύτητα, το χρώμα σάρκας των τομών και σε μερικές περιπτώσεις, της αντιοξειδωτικής ικανότητας. Οι εφαρμογές θερμού νερού, χυμού λεμονιού ή βανιλίνης δεν περιόρισαν ουσιαστικά το μεταχρωματισμό των τεμαχίων μήλων, με αποτέλεσμα να θεωρηθούν ακατάλληλες για εφαρμογή. Η εμβάπτιση σε 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl₂ μείωσε το μεταχρωματισμό των τομών, ενώ δεν επηρέασε τη σκληρότητα σάρκας κατά τη συντήρηση. Επιπλέον, η εξωτερική ποιότητα των τεμαχίων ήταν κατώτερη των φρεσκοτεμαχισμένων μήλων. Η εμβάπτιση σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού έδωσε ενδιαφέροντα καινοτόμα προϊόντα υψηλότερης διατροφικής αξίας και διαφορετικής εμφάνισης (όχι απαραίτητα κατώτερης) από τα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα. Στα ακτινίδια μελετήθηκε μόνο η εμβάπτιση σε νερό ή 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl₂. Καθώς τα ακτινίδια κατά την κοπή ήταν ώριμα και έτοιμα για κατανάλωση, το τελικό προϊόν μετά από 3 ημέρες συντήρησης ήταν περαιτέρω ώριμο και κατώτερης οργανοληπτικής ποιότητας χωρίς όμως κασάνωση. Η συνέχιση της ωρίμανσης των τεμαχίων ακτινιδίων κατά τη διακίνησή τους και η έλλειψη άλλων προβλημάτων πλην του μαλακώματος, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το αρχικό υλικό για τεμαχισμό πρέπει να είναι ελαφρά ανώριμο (15-20 N), ώστε τα τεμάχια μετά τη διακίνηση να είναι υψηλής οργανοληπτικής ποιότητας και η εφαρμογή άλλων μεταχειρίσεων ίσως είναι περιττή.

1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες λόγω αύξησης του βιοτικού και μορφωτικού επιπέδου του πληθυσμού των ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών της γης, παρατηρείται ραγδαία άνοδος στην κατανάλωση φρούτων και λαχανικών για τη διατροφή των ανθρώπων. Τα φρούτα καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες από τον άνθρωπο ως επιδόρπιο και συμβάλλουν σημαντικά στην εξασφάλιση ανόργανων στοιχείων, βιταμινών, υδατανθράκων, πρωτεϊνών, λιπαρών οξέων (ανάλογα με το είδος του φρούτου) και φυτικών ινών, κύρια διαλυτών και δευτερευόντως αδιάλυτων.

Τα νωπά φρούτα παρουσιάζουν συνήθως μεγάλη ευπάθεια κατά τη συγκομιδή, τη συντήρηση ή τις μετασυλλεκτικές μεταχειρίσεις, που οδηγεί σε σοβαρές απώλειες στις περιπτώσεις που δεν λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα. Προκειμένου να προστατευτούν και να παραταθεί η μετασυλλεκτική τους ζωή είναι απαραίτητο να μελετηθεί η διαδικασία ωρίμανσης των καρπών, η αντοχή τους μετά τη συγκομιδή και ιδιαίτερα οι παράγοντες που επισπεύδουν το γήρασμό των ιστών και το θάνατο των κυττάρων, η ευπάθεια αυτών σε μικροοργανισμούς, και η απαιτούμενη τεχνολογία συντήρησης (πρόψυξη, ψύξη, ελεγχόμενη ατμόσφαιρα) και τεχνολογία τυποποίησης και συσκευασίας προκειμένου να μεταφέρονται με ασφάλεια, να διατηρούν τη θρεπτική τους αξία και υγιεινή και να ελκύουν τον καταναλωτή.

Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια η κατανάλωση φρεσκοκομμένων ή ελάχιστα μεταποιημένων φρούτων και λαχανικών κερδίζει διαρκώς έδαφος στην αγορά. Συγκεκριμένα, η διάθεση των προϊόντων αυτών στις αγορές άρχισε στις Η.Π.Α. το 1989, η κατανάλωσή τους ανήλθε το 1999 στο 10% της συνολικής κατανάλωσης των νωπών οπωροκηπευτικών και αυξήθηκε τα επόμενα πέντε χρόνια στο 15% (Garret, 2002). Στην Ευρώπη, το πρόβλημα της προετοιμασίας των φρεσκοκομμένων για διαφορετικές χώρες με ποικίλες κουλτούρες έχει επιλυθεί και η βιομηχανία παραγωγής αυτών αναπτύσσεται ραγδαία (Bicheron, 1995). Τα φρεσκοκομμένα προϊόντα μεταφέρονται σε μακρινές αγορές, έως και 4000 χιλιόμετρα απόσταση, για το λόγο αυτό απαιτείται διάρκεια ζωής στο ράφι τουλάχιστον 14 ημέρες.

Ελάχιστα μεταποιημένα οπωροκηπευτικά χαρακτηρίζονται τα φρούτα και τα λαχανικά που έχουν δεχθεί επεξεργασία (π.χ. καθαρισμό, κοπή, συσκευασία, κ.ά.), ώστε να διατηρηθεί η φρεσκάδα και τα ποιοτικά θρεπτικά και οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά όσο το δυνατόν πιο κοντά στα επίπεδα των νωπών οπωροκηπευτικών. Στην κατηγορία των ελάχιστα μεταποιημένων φρούτων και λαχανικών εντάσσονται τα ελαφρά ή μερικώς μεταποιημένα (*lightly or partially processed*), τα νωπά μεταποιημένα (*fresh-processed*), τα προ-μεταποιημένα (*pre-prepared*), τα ελάχιστα μεταποιημένα (*minimally processed*) και τα φρεσκοκομμένα (*fresh-cut*). Η τεχνολογία των φρεσκοκομμένων βρίσκει εφαρμογή στα καρότα, τις πατάτες, τα μαρούλια, τις πιπεριές, το σπανάκι, τα μήλα, τα αχλάδια, τα ακτινίδια, τα πεπόνια, τα καρπούζια, καθώς και σε συνδυασμό αυτών σε σαλάτες και φρουτοσαλάτες.

Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση τέτοιων (φρεσκοκομμένων) προϊόντων είναι απόρροια του σύγχρονου τρόπου ζωής και της ανάγκης για κατανάλωση νωπών, θρεπτικών και υγιεινών οπωροκηπευτικών χωρίς τις δυσκολίες διατήρησης, καθαρισμού και κοπής που προϋποθέτει η χρήση τους. Παράλληλα, αποτελούν ένα μέσο αύξησης της κατανάλωσης νωπών οπωροκηπευτικών με σκοπό τη βελτίωση της διατροφής του σύγχρονου ανθρώπου.

Η ποιότητα των φρεσκοκομμένων φρούτων εξαρτάται από την ποιότητα των αντίστοιχων νωπών από τα οποία προέρχονται. Επίσης καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της ποιότητας αποτελεί η ρύθμιση διαφόρων παραγόντων όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και η υγιεινή (μικροβιολογία) των φρεσκοκομμένων.

Τα οφέλη που προσφέρουν τα φρεσκοκομμένα φρούτα στον καταναλωτή είναι η εύκολη πρόσβαση στα σημεία πώλησης, ο μηδενικός χρόνος προετοιμασίας τους, ο μειωμένος χώρος αποθήκευσής τους σε μικρές συσκευασίες και ο μικρός όγκος απορριμμάτων που προκύπτουν. Παρόλα τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν τα φρεσκοκομμένα, υπάρχουν και πολλά προβλήματα που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της συντήρησής τους, τα οποία είναι κύρια το καφέτιασμα των τομών, η απώλεια υγρασίας και το μαλάκωμα, ως αποτέλεσμα της επιτάχυνσης της ωρίμανσης ή του γηρασμού ή της απώλειας υγρασίας.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η δοκιμή καινοτόμων μεθόδων περιορισμού της απώλειας των ποιοτικών χαρακτηριστικών σε φρεσκοκομμένα μήλα ποικιλίας 'Gripp's Pink' και ακτινίδια ποικιλίας 'Hayward'.

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Ποιότητα οπωροκηπευτικών

2.1.1 Γενικά

Ποιότητα είναι το σύνολο εκείνων των χαρακτηριστικών ενός συγκεκριμένου προϊόντος, που επιτρέπουν το διαχωρισμό του και σχετίζονται άμεσα με την ικανότητα του καταναλωτή, ο οποίος χρησιμοποιώντας τα χαρακτηριστικά αυτά, είναι σε θέση να ξεχωρίζει το προϊόν και να το διακρίνει από το σύνολο ομοειδών προϊόντων (Kramer and Twigg, 1970). Διακρίνονται δύο ποιότητες, η Φυσική και η Εμπορική. Φυσική ποιότητα είναι η θεωρητική, ενώ Εμπορική είναι η ποιότητα που πρέπει να έχει το προϊόν προκειμένου να γίνει αποδεκτό από τον καταναλωτή (Βασιλακάκης, 2006).

Στα οπωροκηπευτικά, "ποιότητα" είναι το σύνολο των χαρακτήρων ή ιδιοτήτων ενός προϊόντος που αναφέρονται στη βρωσιμότητα, την εμφάνιση και γενικώς τη χρησιμότητά του και δίνουν αξία στο προϊόν για τροφή (π.χ. νωποί καρποί και λαχανικά) ή αισθητική απόλαυση (π.χ. άνθη). Η ποιότητα στα περισσότερα γεωργικά προϊόντα παραμένει σταθερή για μεγάλα σχετικά διαστήματα (π.χ. ξηροί καρποί, δημητριακά, λάδι κ.λ.π.). Στα ευπαθή όμως νωπά φρούτα και λαχανικά η ποιότητα μετά τη συγκομιδή συνήθως μειώνεται με σχετικά γοργό ρυθμό (π.χ. κεράσια, ροδάκινα, βερίκοκα κ.λπ.). Σε ορισμένους νωπούς καρπούς, όπως στα μήλα, αχλάδια και μπανάνες, στις πρώτες εβδομάδες ή μήνες μετά τη συγκομιδή έχουμε βελτίωση της ποιότητας (καθώς ωριμάζουν σταδιακά) και ύστερα αρχίζει η υποβάθμιση της. Οι διάφοροι χειρισμοί των καρπών κατά τη συγκομιδή και διακίνησή τους αποβλέπουν στην καλύτερη διατήρηση της ποιότητας μέχρι τη διάθεσή τους στον καταναλωτή.

2.1.2 Κριτήρια ποιότητας νωπών οπωροκηπευτικών

Η χρησιμότητα του προϊόντος καθορίζει τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι καρποί για να ικανοποιούν το χρήστη τους, χωρίς όμως να αποκλίνουν από τις επιθυμίες του καταναλωτή. Οι καρποί που προορίζονται για νωπή κατανάλωση και καλύπτουν τον κύριο όγκο της παραγωγής, για να γίνονται αποδεκτοί από τον καταναλωτή πρέπει να έχουν καλή εμφάνιση για να τον προσελκύουν και να τον ικανοποιούν οργανοληπτικά (Σφακιωτάκης, 1995). Τα χαρακτηριστικά των καρπών που προορίζονται για τη βιομηχανία είναι συνήθως διαφορετικά από αυτά των καρπών που διοχετεύονται νωποί στην κατανάλωση.

2.1.2.1 Γενική εμφάνιση προϊόντος

Η γενική εμφάνιση των νωπών φρούτων και λαχανικών είναι το σπουδαιότερο χαρακτηριστικό ποιότητας για τον καταναλωτή και συνδέεται άμεσα με την τελική επιλογή του. Την εμφάνιση καθορίζουν το μέγεθος, το σχήμα και το χρώμα του καρπού.

Το μέγεθος είναι σπουδαίο κριτήριο ποιότητας και μπορεί να εκτιμηθεί εύκολα με δακτυλίους που μετρούν την περίμετρο, τη διάμετρο, το μήκος, το βάρος ή τον όγκο. Σε πολλά είδη καρπών η διαλογή γίνεται με το μέγεθος, συνήθως με τη διάμετρο, ενώ σε άλλα είδη η διαλογή γίνεται με το βάρος. Το μέγεθος κατά τη διαλογή επιδιώκεται να είναι σταθερό σε μια συσκευασία ή ποιοτική κατηγορία και κατάλληλο για εμπορία.

Με τη διαλογή που γίνεται στα συσκευαστήρια, οι καρποί κατατάσσονται σε ορισμένα μεγέθη, ώστε να υπάρχει ομοιομορφία και να καλύπτουν τις απαιτήσεις των καταναλωτών. Παρά το γεγονός ότι τα μεγάλα μεγέθη καρπών προσελκύουν τον καταναλωτή και συνήθως απολαμβάνουν καλύτερες τιμές στην αγορά, σε ορισμένα είδη καρπών η προτίμηση μπορεί να στρέφεται σε μέτρια μεγέθη. Αυτό συμβαίνει γιατί συνδυάζουν άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως μεγάλη περιεκτικότητα χυμών (πορτοκάλια) ή καλύτερη γεύση, τραγανότητα (μήλα), ή, για μεταποιησίμους καρπούς, γιατί ικανοποιούν καλύτερα τη βιομηχανία (συμπύρηνα ροδάκινα) που για τεχνικούς λόγους επεξεργάζεται καρπούς ορισμένου μεγέθους. Σε αρκετές

περιπτώσεις τα πολύ μεγάλα μεγέθη καρπών συνοδεύονται από ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά που δυσκολεύουν τη διακίνηση και εμπορία τους.

Το σχήμα είναι χαρακτηριστικό για κάθε ποικιλία καρπών, φρούτων και λαχανικών και καθορίζεται από γενετικούς παράγοντες. Οι καταναλωτές έχουν συνηθίσει να αγοράζουν τους καρπούς των ποικιλιών με το χαρακτηριστικό τους σχήμα και κάθε απόκλιση από το σχήμα αυτό τους προβληματίζει.

Οι παραμορφωμένοι καρποί των γιγαρτόκαρπων (μήλα, αχλάδια) από κακή γονιμοποίηση ή τη χρήση διαφόρων χημικών ουσιών (ρυθμιστών αύξησης) με δυσκολία γίνονται δεκτοί στην αγορά και πωλούνται σε μειωμένες τιμές. Αντίθετα, υπάρχουν και περιπτώσεις όπου 'παραμορφωμένα' φρούτα σήμερα αποτελούν το 'κανονικό' μετά από χρόνια διάθεσης στο εμπόριο τέτοιων 'παραμορφωμένων' καρπών συνολικά από την αγορά (δες την περίπτωση των αχλαδιών ποικ. Κρυστάλια, που έχουν επιμηκυνθεί με τη χρήση γιββεριλινών). Στη βιομηχανία το σχήμα μιας ποικιλίας είναι καθοριστικός παράγοντας για μεταποίηση. Οι απώλειες από την αποφλοίωση και αφαίρεση περιττών ιστών περιορίζονται πολύ όταν το σχήμα των καρπών είναι συμμετρικό και προσαρμοσμένο στα κατάλληλα μεταποιητικά μηχανήματα (π.χ. αχλάδια).

Το χρώμα είναι χαρακτηριστικό για κάθε είδος και ποικιλία καρπού, επηρεάζεται όμως από το στάδιο ωριμότητας, τις κλιματικές και άλλες συνθήκες, όπως τη θερμοκρασία και την ηλιοφάνεια. Το χρώμα είναι στοιχείο που προσελκύει τον καταναλωτή και στα περισσότερα είδη καρπών χρησιμοποιείται ως κριτήριο ωριμότητας. Το χρώμα των καρπών οφείλεται στην παρουσία τριών ειδών χρωστικών: της χλωροφύλλης, των καροτενοειδών και των ανθοκυανών. Η χλωροφύλλη μειώνεται με την ωρίμανση των καρπών και συνιστά το βασικό πράσινο χρώμα του φλοιού. Οι κόκκινες, μπλε και μωβ αποχρώσεις οφείλονται στη σύνθεση ανθοκυανινών. Τα καροτενοειδή παίζουν μεγάλο ρόλο στο χρώμα των κονσερβοποιημένων φρούτων και είναι τα πιο ανοικτά χρώματα σε αποχρώσεις του κίτρινου, πορτοκαλί και κόκκινου (εσπεριδοειδή, ανανάς, βερίκοκα). Το χαρακτηριστικό χρώμα αυτών των ώριμων καρπών οφείλεται κυρίως στην παρουσία εστέρων

της ξανθοφύλλης και καροτίνης και το τελικό χρώμα του προϊόντος καθορίζεται από τη σχέση των καροτενοειδών προς τις ξανθοφύλλες (χυμοί πορτοκαλιών, κονσέρβα βερίκοκων κ.λπ.).

Σε πολλά είδη καρπών επιζητείται το ζωηρό επίχρωμα γιατί προσελκύει τον καταναλωτή. Τα ζωηρού κόκκινου χρώματος μήλα ζητούνται πολύ στις αγορές, αν και πολλές φορές το κόκκινο χρώμα δεν προσφέρει τίποτα παραπάνω στη γευστικότητα ή στη θρεπτική αξία του καρπού. Τη σύνθεση των ανθοκυανών στα μήλα επηρεάζουν πολλοί παράγοντες (Mazza and Miniati, 1993), όπως η ποικιλία, το φως, η θερμοκρασία και οι καλλιεργητικές φροντίδες (κλάδεμα, λίπανση, άρδευση).

2.1.2.2 Κατάσταση επιφάνειας προϊόντος και ελαττώματα

Η κατάσταση της επιφάνειας των καρπών επιδρά στην ποιότητά τους, όχι μόνο γιατί δημιουργεί απώλειες βάρους, αλλά γιατί οι καρποί στην κατάσταση αυτή δεν γίνονται δεκτοί στην αγορά. Τα ελαττώματα της επιφάνειας των καρπών μπορεί να είναι μορφολογικά, φυσικά ή μηχανικά, φυσιολογικά και παθολογικά (Βασιλακάκης, 2006). Μωλωπισμοί και πληγές κατά τη συσκευασία αποτελούν σημεία εισόδου μικροοργανισμών, ενώ ξένες ύλες και υπολείμματα ψεκαστικών υλικών μπορεί να επιδρούν αρνητικά στην εμφάνιση του καρπού και να προκαλούν βλάβες στην υγεία του καταναλωτή.

2.1.2.3 Φυσικά – ανατομικά χαρακτηριστικά προϊόντος (υφή, σκληρότητα, τραγανότητα)

Τα χαρακτηριστικά αυτά αναφέρονται στην εσωτερική κατασκευή των φυτικών μερών και εξαρτώνται από τη σπαργή των κυττάρων, τη φύση των κυτταρικών τοιχωμάτων και από την παρουσία ορισμένων κυτταρικών ουσιών (άμυλο, χυμός, νερό) (Σφακιωτάκης, 1995). Τα χαρακτηριστικά της υφής, της σκληρότητας και της τραγανότητας αντιλαμβάνεται ο καταναλωτής με το μάσημα των καρπών στο στόμα και δευτερευόντως με το χέρι. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να μετρηθούν με ειδικά όργανα (πιεσίμετρα, penetrometer), αλλά οι ενδείξεις τους ενδέχεται να μην ανταποκρίνονται στην αίσθηση του καταναλωτή.

Οι καρποί που προορίζονται για μεταφορά πρέπει να συγκομίζονται με συνεκτική σάρκα, πολλές φορές πριν το προϊόν αποκτήσει τα άριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, ώστε να μην υποστούν σοβαρές ζημιές κατά τη μεταφορά. Οι νωποί καρποί που προορίζονται για βιομηχανοποίηση πρέπει να έχουν συνεκτική σάρκα για να αντέχουν στις διάφορες μεταχειρίσεις μεταποίησης (θερμική και μηχανική επεξεργασία).

2.1.2.4 Γεύση – άρωμα προϊόντος

Η χημική σύσταση των φρούτων και λαχανικών επιδρά στα αισθητήρια γεύσης (γλυκύτητα, οξύτητα, στυφότητα, πικράδα κ.ά.) και της όσφρησης (άρωμα). Κάθε είδος και ποικιλία φρούτου ή λαχανικού έχει τη δική του γεύση και χαρακτηριστικό άρωμα που καθορίζεται από γενετικούς παράγοντες, αλλά επηρεάζεται και από το περιβάλλον.

Γεύση είναι το αίσθημα που αποκτά ο καταναλωτής όταν οι ιστοί με το μάσημα έρχονται σε επαφή με τη γλώσσα.

Το άρωμα στα φρούτα και τα λαχανικά δίνεται από μια μόνο ουσία ή, συνήθως, μια ομάδα ουσιών που διεγείρει το αισθητήριο της όσφρησης.

Οι καρποί και τα λαχανικά συγκρατούν εύκολα οσμές από ξένες ουσίες που βρίσκονται στο χώρο όπου αποθηκεύονται, για το λόγο αυτό πρέπει να αποφεύγεται η τοποθέτηση πολλών προϊόντων μαζί στον ίδιο χώρο που είναι ασυμβίβαστα κατά τη συντήρηση.

2.1.2.5 Θρεπτική αξία προϊόντος

Η θρεπτική αξία των νωπών οπωροκηπευτικών καθορίζεται από τη σύστασή τους σε νερό, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια, βιταμίνες και ανόργανα άλατα. Οι νωποί καρποί περιέχουν νερό σε μεγάλη αναλογία (80-95%), είναι πλούσιοι σε υδατάνθρακες, ανόργανα στοιχεία και είναι καλή πηγή βιταμινών Α και C. Περιέχουν ελάχιστες θερμίδες και άλατα νατρίου, ενώ είναι πλούσιοι σε φυτικές ίνες, μαγνήσιο, σίδηρο και κάλιο. Τα λαχανικά συχνά περιέχουν ακόμη περισσότερο νερό από τα φρούτα.

2.1.2.6 Ασφάλεια προϊόντος

Η ασφάλεια του καταναλωτή σχετίζεται με την ύπαρξη φυσικών τοξικών ουσιών, μυκοτοξινών (αφλατοξίνες κ.ά.), μόλυνση με βακτήρια που προκαλούν ανθρωπογενείς ασθένειες, υπολείμματα φυτοφαρμάκων και βαρέων μετάλλων.

2.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των οπωροκηπευτικών

Την ποιότητα των νωπών φρούτων και λαχανικών επηρεάζουν παράγοντες που αναφέρονται στη μεταχείριση του προϊόντος πριν από τη συγκομιδή, κατά τη συγκομιδή και κατά τη μετασυλλεκτική μεταχείριση.

2.1.3.1 Γενετικοί παράγοντες

Γενετική σύσταση. Η γενετική σύσταση καθορίζει τα χαρακτηριστικά της ποιότητας (χρώμα, σχήμα και μέγεθος) και βρίσκει την έκφρασή της στην ποικιλία. Το σχήμα και η μορφή του καρπού είναι χαρακτηριστικά της ποικιλίας και τροποποιείται ελάχιστα από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και τις καλλιεργητικές φροντίδες. Χαρακτηριστικά της κάθε ποικιλίας μπορεί επίσης να είναι το άρωμα, η συνεκτικότητα και η τραγανότητα των καρπών. Το υποκείμενο, επίσης, είναι δυνατόν να επηρεάσει τα χαρακτηριστικά της ποιότητας.

2.1.3.2 Προσυλλεκτικοί παράγοντες

Παράγοντες περιβάλλοντος

Θερμοκρασία. Για τα περισσότερα είδη οπωροφόρων και λαχανικών η επικράτηση υψηλών θερμοκρασιών κατά τη βλαστική περίοδο δίνει πρωιμότητα και επηρεάζει έντονα την ποιότητα, άλλες φορές θετικά και άλλες αρνητικά. Ζεστές ημέρες με καθαρό ουρανό που εναλλάσσονται με ψυχρές

νύχτες κατά την ωρίμανση ευνοούν την ανάπτυξη έντονου χρώματος στα περισσότερα είδη καρπών (μήλα, εσπεριδοειδή).

Υγρασία. Η περίσσεια υγρασίας συντελεί συνήθως στην ανάπτυξη ασθενειών με επακόλουθο την υποβάθμιση της ποιότητας των καρπών. Αλλά μπορεί και να βελτιώσει το χρωματισμό των καρπών συγκεκριμένες εποχές του έτους.

Ηλιοφάνεια. Το άμεσο ηλιακό φως είναι απαραίτητο για τη δημιουργία επιχρώματος που προκαλείται από ανθοκυάνες σε πολλούς καρπούς, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητά τους. Βέβαια υψηλή ένταση φωτισμού μπορεί να προκαλέσει ηλιοκαύματα στους καρπούς και σημαντική υποβάθμιση της ποιότητάς τους.

2.1.3.3 Συγκομιδή

Το στάδιο της συλλεκτικής ωριμότητας και ο καθορισμός του έχει μεγάλη σημασία στην ποιότητα των καρπών. Η συγκομιδή των καρπών (μήλα, αχλάδια, ακτινίδια) πρέπει να γίνεται στο στάδιο της φυσιολογικής ωριμότητας και η ωρίμανσή τους συνεχίζεται στους χώρους συντήρησης. Στους καρπούς αυτούς η πολύ πρώιμη συγκομιδή έχει ως συνέπεια οι καρποί να μην ωριμάζουν καλά και να προσβάλλονται από φυσιολογικές ασθένειες, ενώ η καθυστερημένη συγκομιδή εμποδίζει τη διατήρηση της εμπορικής ποιότητας των καρπών για μακρύ χρονικό διάστημα.

Οι παράγοντες που συντελούν στην καλή διατήρηση της ποιότητας των καρπών είναι οι μεταχειρίσεις κατά τη συγκομιδή, τη διαλογή, τη διατήρηση και τη μεταφορά των καρπών.

2.1.3.4 Μετασυλλεκτικοί παράγοντες

Περιλαμβάνουν τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία, τη σύσταση του αέρα, το αιθυλένιο, τη μεταφορά, τη συσκευασία και τη διάθεση στο λιανεμπόριο. Η θερμοκρασία είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας που επηρεάζει τη φυσιολογική φθορά των συγκομισμένων προϊόντων. Επιπλέον, οι απώλειες υγρασίας με τη διαπνοή των ιστών συνεχίζονται μετά την απομάκρυνση των καρπών από το μητρικό φυτό χωρίς τη δυνατότητα

αναπλήρωσης αυτού του νερού. Η διαπνοή είναι μια από τις κύριες φυσιολογικές λειτουργίες που επηρεάζουν την εμπορική και τη φυσιολογική φθορά των νωπών καρπών. Η παρουσία O₂, CO₂ και αιθυλενίου στο χώρο συντήρησης ασκεί καθοριστικό ρόλο στη διατηρησιμότητα των καρπών. Τέλος, η έκλυση του αιθυλενίου επιταχύνει το γηρασμό και τις καταβολικές λειτουργίες που προκαλούν υποβάθμιση της ποιότητας και μειώνουν το χρόνο συντήρησης των καρπών.

2.1.4 Εκτίμηση – μέτρηση της ποιότητας

Η εκτίμηση – μέτρηση της ποιότητας είναι απαραίτητη στην τυποποίηση και εμπορία του προϊόντος και γίνεται άμεσα με υποκειμενικούς και έμμεσα με αντικειμενικούς τρόπους. Οι υποκειμενικοί τρόποι στηρίζονται σε άμεση εκτίμηση της ποιότητας με δοκιμές από τους καταναλωτές ή εκπαιδευμένους δοκιμαστές. Οι αντικειμενικοί τρόποι στηρίζονται στην έμμεση εκτίμηση της ποιότητας που γίνεται με όργανα ή χημικές αναλύσεις και η λειτουργία τους στηρίζεται σε φυσικά ή χημικά χαρακτηριστικά.

Στην εκτίμηση – μέτρηση της ποιότητας επιδιώκεται να συγκεντρώνονται στοιχεία παραμέτρων ποιότητας που μεταβάλλονται με τις διάφορες προσυλλεκτικές ή μετασυλλεκτικές μεταχειρίσεις και η μέτρηση αυτών των στοιχείων να γίνεται όσο είναι δυνατό αντικειμενικά με ειδικά όργανα ή αναλύσεις. Ωστόσο είναι απαραίτητο όλες αυτές οι μεταβολές των ποιοτικών χαρακτηριστικών να συσχετίζονται με τις αντιδράσεις των καταναλωτών.

2.1.4.1 Υποκειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας

Οι υποκειμενικοί τρόποι εκτίμησης της ποιότητας εξαρτώνται από την προσωπική εκτίμηση ενός ατόμου. Τέτοιες μετρήσεις γίνονται με μεγάλο αριθμό εκτιμητών και από πρόσωπα που διαθέτουν πείρα. Υποκειμενικούς τρόπους για την εκτίμηση της ποιότητας χρησιμοποιούμε για χαρακτήρες που δεν είναι δυνατόν να μετρηθούν με άλλους τρόπους, όπως οργανοληπτικά για τη γεύση (γλυκύτητα, οξύτητα, στυφότητα) και με μακροσκοπικές παρατηρήσεις για το χρώμα. Στην εκτίμηση του χρώματος

χρησιμοποιούνται χρωματικοί χαρακτήρες. Η μέθοδος βασίζεται συχνά στη σύγκριση του βασικού χρώματος του καρπού με μια σειρά αποχρώσεων που υπάρχουν στους χρωματικούς χάρτες. Οι υποκειμενικοί τρόποι δεν δίνουν μεγάλη ακρίβεια, αλλά πλεονεκτούν στο ότι δεν απαιτούν ειδικά όργανα, είναι γρήγοροι τρόποι και συνήθως ακολουθούν την προτίμηση του καταναλωτή.

2.1.4.2 Αντικειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας

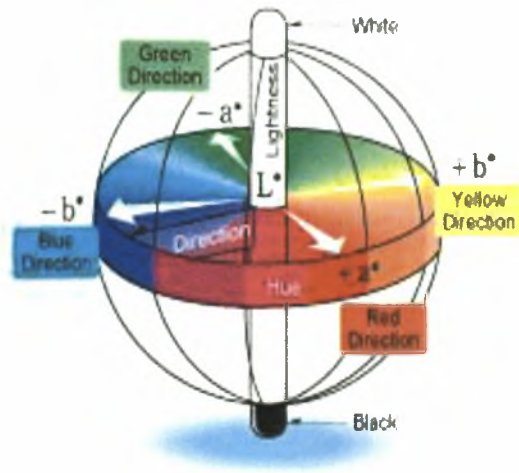
Οι αντικειμενικοί τρόποι βασίζονται στη χρησιμοποίηση οργάνων και χημικών αναλύσεων και είναι περισσότερο ακριβείς. Παρουσιάζουν το πλεονέκτημα της σταθερότητας και δίνουν σε αριθμητικά δεδομένα τις μετρήσεις. Μειονεκτούν, όμως, στο ότι οι μετρήσεις που εφαρμόζονται είναι δυνατόν να μην ανταποκρίνονται τελείως στους χαρακτήρες της ποιότητας (π.χ. γευστικότητα) που αναγνωρίζει ο καταναλωτής. Κοινά όργανα που χρησιμοποιούνται για μετρήσεις της ποιότητας είναι ο ζυγός, το πιεσίμετρο, το διαθλασίμετρο και οι συσκευές για οξυμέτρηση και τιτλοδότηση και χημικές αναλύσεις αυτές της περιεκτικότητας αμύλου και ασκορβικού οξέος.

2.1.4.2.1 Ενόργανη ανάλυση, φυσικοί και χημικοί τρόποι

Μέτρηση χρώματος. Η μέτρηση του χρώματος των φρούτων και λαχανικών είναι δυνατόν να γίνει με ειδικά χρωματομέτρα τα οποία μετρούν και αναλύουν το ανακλώμενο φως (Εικ. 2.1). Το χρώμα δίνεται σε τιμές L^* , a^* και b^* , όπου η τιμή L^* δείχνει τη λαμπερότητα ή φωτεινότητα, η τιμή a^* τη διαβάθμιση χρώματος από πράσινο ($-a^*$) έως κόκκινο ($+a^*$) και η τιμή b^* τη διαβάθμιση από κίτρινο ($+b^*$) σε μπλε ($-b^*$) (Εικ. 2.2). Οι παράμετροι a^* και b^* χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της χρωματικής παραμέτρου C^* και της γωνίας Hue (h°) (McGuire, 1992). Σε συνδυασμό τα C^* και h° δίνουν το πραγματικό χρώμα ιδιαίτερα για έγχρωμους καρπούς, όπως τα κόκκινα μήλα.



Εικόνα 2.1: Χρωματόμετρο



Εικόνα 2.2: Σφαιρική αναπαράσταση των χρωμάτων

Μέτρηση σκληρότητας. Το μαλάκωμα της σάρκας των καρπών μετράται με ειδικά όργανα, τα πιεσίμετρα ή πενετρόμετρα (Abbott et al., 1976). Για τη μέτρηση της σκληρότητας χρησιμοποιούνται δύο κυρίως τύποι πιεσίμετρων, το Effegi που είναι φορητό και εύχρηστο αλλά οι μετρήσεις του δεν είναι μεγάλης ακρίβειας (Εικ. 2.3) και το εργαστηριακό πιεσίμετρο που προσφέρει μετρήσεις μεγάλης ακρίβειας (Εικ. 2.4).



Εικόνα 2.3: Πιεσίμετρο Effegi



Εικόνα 2.4: Πιεσίμετρο ακριβείας

Μέτρηση Διαλυτών Στερεών Συστατικών (ΔΣΣ). Η μέτρηση των ΔΣΣ, κυρίως των σακχάρων, γίνεται με τα οπτικά σακχαροδιαθλασίμετρα που είναι όργανα εύχρηστα, φορητά και φθηνά (Εικ. 2.5). Η μέτρηση παίρνεται τοποθετώντας μια σταγόνα χυμού στη γυάλινη πλάκα του οργάνου. Πιο εύχρηστα είναι τα ηλεκτρονικά διαθλασίμετρα που δίνουν ψηφιακή ένδειξη και πιο ακριβή αποτελέσματα (Εικ. 2.6).

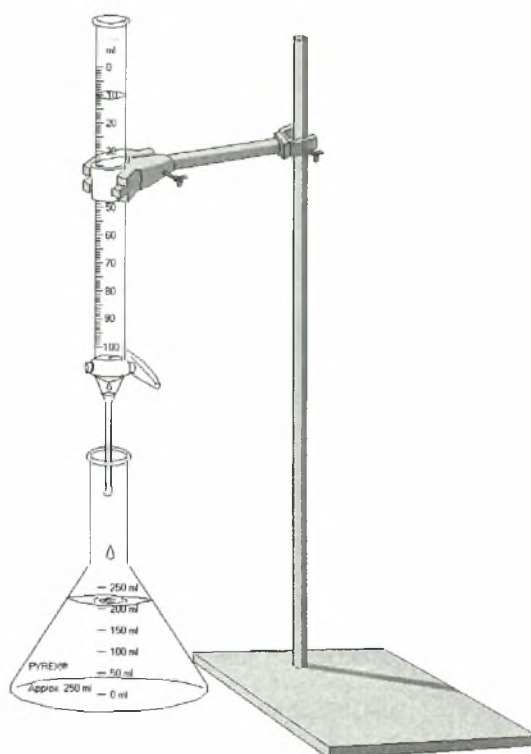


Εικόνα 2.5: Οπτικό διαθλασίμετρο



Εικόνα 2.6: Ψηφιακό οπτικό διαθλασίμετρο

Μέτρηση οξύτητας. Κατά την ωρίμανση των καρπών τα οξέα μειώνονται σταδιακά και η μέτρηση αυτών αποτελεί κριτήριο συλλεκτικής ωριμότητας για ορισμένους καρπούς. Η μέτρηση της ογκομετρούμενης οξύτητας είναι ακριβής μέθοδος και γίνεται με εξουδετέρωση των οξέων με μια βάση (ΚΟΗ ή ΝαΟΗ) μέχρι το pH να φθάσει το επίπεδο 8,2 (Βασιλακάκης, 2006) (Εικ. 2.7).



Εικόνα 2.7: Ογκομέτρηση

2.2 Ελαφρώς μεταποιημένα φρούτα και λαχανικά

2.2.1 Γενικά

Τα τελευταία χρόνια το καταναλωτικό κοινό έχει δείξει μεγάλο ενδιαφέρον για τον υγιεινό τρόπο διατροφής, αυξάνοντας όλο και περισσότερο την κατανάλωση φρούτων και λαχανικών. Η κατανάλωση αυτών έχει πολλά πλεονεκτήματα λόγω των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών, όπως είναι η μεγάλη διατροφική τους αξία και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους, τα οποία μπορούν να διατηρηθούν ακόμη και μετά από ελαφρά επεξεργασία ή μεταποίηση. Ως ελάχιστα μεταποιημένα οπωροκηπευτικά χαρακτηρίζονται τα φρούτα και τα λαχανικά που έχουν δεχθεί επεξεργασία (καθαρισμό, κοπή, αποφλοιώση, συσκευασία), ώστε να διατηρηθεί η φρεσκάδα και τα ποιοτικά θρεπτικά και οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά στα επίπεδα (ή κοντά σε αυτά) των νωπών οπωροκηπευτικών (Καραπάνος & Πάσσαμ, 2010). Στην κατηγορία των ελάχιστα μεταποιημένων προϊόντων εντάσσονται και τα φρεσκοκομμένα (fresh-cut) φρούτα και λαχανικά. Μόνο

άριστης ποιότητας ολόκληρα φρούτα και λαχανικά είναι κατάλληλα για την παρασκευή φρεσκοκομμένων προϊόντων, ώστε να διασφαλιστεί άριστη ποιότητα στον καταναλωτή (Kader and Mitcham, 1995).

2.2.2 Πλεονεκτήματα φρεσκοκομμένων

Τα οφέλη που προσφέρουν τα φρεσκοκομμένα φρούτα και λαχανικά είναι ο λόγος της ραγδαίας ανάπτυξης αυτού του νέου κλάδου της βιομηχανίας οπωροκηπευτικών.

Τα φρεσκοκομμένα μειώνουν το χρόνο προετοιμασίας του γεύματος και προσφέρουν σταθερή ποιότητα στον καταναλωτή με ποιοτικά χαρακτηριστικά συγκρίσιμα με αυτά των νωπών.

Αυξάνουν την πρόσβαση σε υγιεινά προϊόντα φρούτων και λαχανικών, διατηρώντας παράλληλα το άρωμα και τη φρεσκάδα των προς κατανάλωση προϊόντων.

Επίσης είναι εύκολη η πρόσβαση αυτών στα σημεία πώλησης, απαιτούν λιγότερο αποθηκευτικό χώρο και είναι εύκολο να αποθηκευτούν σε συσκευασίες.

Τέλος, χρειάζονται μειωμένο χειρισμό από τον καταναλωτή και προκύπτει μικρός όγκος απορριμμάτων (Cantwell, 1995).

2.2.3 Μειονεκτήματα φρεσκοκομμένων

Αν και τα φρεσκοκομμένα αποτελούν εναλλακτική πρόταση στη δυσχέρεια του σημερινού ανθρώπου να καταναλώσει νωπά φρούτα και λαχανικά, ωστόσο υπάρχουν σημαντικά προβλήματα λόγω της φύσης των προϊόντων αυτών και της σχετικά πρόσφατης εμφάνισής τους στις αγορές.

Η μεταποίηση των οπωροκηπευτικών επιταχύνει τη φυσιολογική τους φθορά (γηρασμό), οδηγεί σε διάφορες βιοχημικές αλλαγές και τη μικροβιακή αποσύνθεσή τους, ακόμη και όταν η μεταποίηση είναι ελάχιστη και προσεκτική, με αποτέλεσμα την απώλεια χρώματος, υφής, θρεπτικής αξίας και αρώματος. Τα φρεσκοκομμένα φρούτα και λαχανικά είναι περισσότερο φθαρτά από τα ακέραια προϊόντα από τα οποία προέρχονται. Συνεπώς, απαιτούν θερμοκρασίες αποθήκευσης κοντά στους 0°C για να διατηρηθούν

για σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα πριν την κατανάλωσή τους, που ανάλογα με το προϊόν δεν μπορεί να ξεπερνά τις 2-3 εβδομάδες (Rico et al., 2007). Υψηλής ποιότητας φρεσκοκομμένα φρούτα είναι πιο δύσκολο να παραχθούν από ότι τα φρεσκοκομμένα λαχανικά, γιατί πολλά από τα φρούτα πρέπει να ωριμάσουν πριν επεξεργαστούν και αυτό τα κάνει ιδιαίτερα φθαρτά ως φρεσκοκομμένα.

Τα φρεσκοκομμένα είναι περισσότερο ευπρόσβλητα σε διάφορους μικροοργανισμούς, λόγω της κοπής τους σε μικρά τεμάχια και του χρονικού διαστήματος που μεσολαβεί από την επεξεργασία έως την κατανάλωσή τους. Ιδιαίτερα απαραίτητη είναι η εξασφάλιση προϊόντος απαλλαγμένου από μικροοργανισμούς που παράγουν τοξίνες επικίνδυνες για τον άνθρωπο (Alzamora et al., 2000). Για το λόγο αυτό επιβάλλεται η τήρηση άριστων συνθηκών υγιεινής στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

Τέλος, τα προϊόντα αυτά είναι πιο ακριβά για τον καταναλωτή σε σχέση με τα νωπά, εφόσον η σύγκριση της τιμής γίνει με βάση το βάρος τους. Στην πραγματικότητα όμως, η διαφορά στην τιμή είναι μικρότερη εξαιτίας της απόρριψης μέρους (του μη εδώδιμου) του νωπού προϊόντος (καθαρισμός και διαλογή), καθώς τα φρεσκοκομμένα καταναλώνονται συνήθως κατά 100% (Καραπάνος & Πάσσαμ, 2010).

2.3 Προβλήματα και φυσιολογία φρεσκοκομμένων

2.3.1 Γενικά

Οι χειρισμοί που απαιτούνται για την προετοιμασία (πλύσιμο, αφαίρεση φλοιού, τεμαχισμός) των φρούτων και λαχανικών σαν φρεσκοκομμένα προϊόντα, οδηγούν σε πολυάριθμες φυσικές και φυσιολογικές διεργασίες που υποβαθμίζουν την ποιότητα και τη μετασυλλεκτική τους ζωή (Soliva-Fortuny and Martin-Belloso, 2003). Οι διεργασίες αυτές επιτελούνται διότι στα φρεσκοκομμένα οι ιστοί παραμένουν ζωντανοί και τα ένζυμα ενεργά. Τα σημαντικότερα μακροσκοπικά γνωρίσματα της υποβάθμισης των φρεσκοκομμένων είναι το μαλάκωμα των ιστών, η συρρίκνωση του καρπού

λόγω αυξημένης απώλειας υγρασίας, αλλαγές στο χρώμα (καστάνωση των τομών), οξειδωση των λιπιδίων και μολύνσεις από μικροοργανισμούς.

2.3.2 Μαλάκωμα των ιστών

Το μαλάκωμα των ιστών οφείλεται στη λέπτυνση του κυτταρικού τοιχώματος, στην αποδόμηση των κυτταρικών μεμβρανών και στην ενζυμική χαλάρωση των δεσμών μεταξύ των κυττάρων, με συνέπεια την αυξημένη κινητικότητα των κυττάρων και περατότητα των μεμβρανών. Μια σημαντική παρενέργεια της κοπής των φυτικών ιστών είναι και η παραγωγή αιθυλενίου, ως αποτέλεσμα της προσπάθειας του ιστού για επούλωση της τομής (Abeles et al., 1992). Η αύξηση της παραγωγής αιθυλενίου οδηγεί σε αποδόμηση και μαλάκωμα του ιστού, κυρίως στα ακτινίδια, την απώλεια βιταμίνης C και χλωροφύλλης (στα πράσινα λαχανικά, όπως το σπανάκι) και την ανάπτυξη ανεπιθύμητων οσμών. Η παραγωγή αιθυλενίου λόγω κοπής είναι εντονότερη σε καρπούς που βρίσκονται στο προκλιμακτηρικό ή στο κλιμακτηρικό στάδιο, σε σχέση με αυτούς σε μετακλιμακτηρικό στάδιο, με συνέπεια την επιτάχυνση της φθοράς στα είδη με κλιμακτηρική συμπεριφορά (μήλο, ακτινίδιο), όταν τα μη κλιμακτηρικά είδη δεν αντιδρούν (Καραπάνος & Πάσσαμ, 2010).

2.3.3 Καστάνωση ή καφέτιασμα των τομών

Το ενζυμικό καφέτιασμα είναι ένας από τους σημαντικότερους περιοριστικούς παράγοντες της διάρκειας ζωής των φρεσκοκομμένων προϊόντων στο ράφι. Η καστάνωση οφείλεται στη δράση μιας ομάδας ενζύμων που καλούνται πολυφαινολοξειδάσες (PPO), που με την κοπή ελευθερώνονται από τους ιστούς, έρχονται σε επαφή με το υπόστρωμα και δημιουργούν πολυφαινόλες καστανού χρώματος. Οι PPO υπάρχουν σε όλα τα φυτά και σε ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά στα μανιτάρια, τη μπανάνα, τα μήλα, τα αχλάδια, τις πατάτες, τα αβοκάντο και τα ροδάκινα. Το ενζυμικό καφέτιασμα πρέπει να διαχωρίζεται από το μη ενζυμικό καφέτιασμα, το οποίο είναι αποτέλεσμα της θερμικής επεξεργασίας ή της αποθήκευσης μετά από επεξεργασία.

Το ενζυμικό καφέτιασμα είναι μια περίπλοκη διαδικασία, η οποία μπορεί να χωριστεί σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος, μέσω της δράσης των ΡΡΟ, σχηματίζονται οι ορθο-κινόνες (o-Quinones), οι οποίες μέσω μη ενζυμικών αντιδράσεων οδηγούν στο σχηματισμό καφέ χρωματισμών. Συγκεκριμένα, οι κινόνες αντιδρούν έντονα με άλλα μόρια κουινόνης, με άλλα φαινολικά μείγματα, με αμινομάδες πρωτεϊνών, πεπτιδίων και αμινοξέων, με αρωματικές αμίνες, μείγματα θειόλης και ασκορβικό οξύ και έτσι γρήγορα υποβάλλονται σε οξειδώσεις, άλλες αντιδράσεις και πολυμερισμό. Οι κομμένοι φυτικοί ιστοί συνήθως αποκτούν καφέ χρώμα, αλλά μπορούν επίσης να προκύψουν κόκκινο-καφέ, μπλε-γκρι, ακόμη και μαύρες δυσχρωμίες (García & Barrett, 2002). Η μεταβλητότητα του χρώματος, που σχετίζεται με την ένταση και τη χροιά του χρώματος, εξαρτάται από τα φαινολικά μείγματα που παίρνουν μέρος στις ενζυμικές οξειδώσεις και τα τελικά προϊόντα τους.

Οι συνέπειες του ενζυμικού καφετιάσματος δεν περιορίζονται μόνο στη δυσχρωμία, αλλά και σε γευστική υποβάθμιση και απώλεια της θρεπτικής αξίας του προϊόντος. Οι ΡΡΟ θεωρούνται από τα πιο ζημιογόνα ένζυμα στη διατήρηση των φρέσκων προϊόντων και η παρεμπόδιση του ενζυμικού καφετιάσματος αποτελεί πάντα πρόκληση για περαιτέρω έρευνα στους επιστήμονες της τεχνολογίας τροφίμων.

Η ευαισθησία στο καφέτιασμα διαφέρει μεταξύ των ποικιλιών. Κάποιοι ιστοί μπορεί να παρουσιάζουν αυξημένη δράση και υψηλή συγκέντρωση ΡΡΟ, που κάτω από κατάλληλες συνθήκες οδηγούν σε μεγαλύτερη τάση για καφέτιασμα. Επίσης, οι καλλιεργητικές πρακτικές, το έδαφος, το κλίμα, τα λιπάσματα, η διάρκεια συντήρησης, η εποχή και οι συνθήκες συγκομιδής επηρεάζουν τη δραστηριότητά των ΡΡΟ και επομένως, την ένταση καφετιάσματος μετά την κοπή, επιδρώντας στην τελική ποιότητα των φρεσκοκομμένων.

Γενικά, υψηλές συγκεντρώσεις φαινολικών μειγμάτων βρίσκονται στα φρούτα αμέσως μετά τη συγκομιδή. Στο μήλο και στο αχλάδι, η δράση των ΡΡΟ είναι μεγαλύτερη στο φλοιό από ότι στη σάρκα. Η δράση αυτών μπορεί να διαφέρει πολύ ανάμεσα στις ποικιλίες της ίδιας καλλιέργειας και στα διαφορετικά στάδια ωριμότητας. Συμπερασματικά, για την παρασκευή

φρεσκοκομμένων πρέπει να επιλέγονται ποικιλίες με χαμηλή συγκέντρωση ΡΡΟ.

2.3.4 Απώλεια υγρασίας

Οι ιστοί των οπωροκηπευτικών αποτελούνται κυρίως από νερό, το οποίο έχει πρωταρχικό ρόλο στην ποιότητά τους. Ξηροθερμικές συνθήκες για τα συγκομισμένα προϊόντα προκαλούν απώλεια νερού και κατά συνέπεια μαρασμό και μείωση φρεσκάδας. Σημαντικό πρόβλημα στα τεμαχισμένα οπωροκηπευτικά είναι η πολύ αυξημένη απώλεια νερού, διότι οι τομές διακόπτουν τελείως τη συνέχεια της εφυμενίδας και εκθέτουν τους εσωτερικούς ιστούς απευθείας στον εξωτερικό αέρα. Το μέγεθος των τεμαχίων έχει άμεση σχέση με την απώλεια νερού στα φρεσκοκομμένα. Έτσι, σε σχέση με τους ακέραιους ιστούς παρατηρείται απώλεια υγρασίας κατά 5-10 φορές αυξημένη από προϊόντα με ελαφρά φελλώδες εξωτερικό περίβλημα (καρότο), 10-100 φορές σε αυτά με κηρώδη επιδερμίδα και έως 500 φορές σε κομμένες πατάτες. Η απώλεια νερού επιταχύνει την απώλεια βιταμίνης C στα κομμένα οπωροκηπευτικά και σχετίζεται στενά με τη θερμοκρασία αποθήκευσης και το φυτικό είδος.

Μία σημαντική καταβολική διεργασία, που είναι αποτέλεσμα της απώλειας υγρασίας, είναι η απώλεια τραγανότητας των τεμαχίων φρούτων, που έχει αισθητικό και οργανοληπτικό αρνητικό αποτέλεσμα.

2.3.5 Οξείδωση λιπιδίων

Η οξείδωση των λιπιδίων οδηγεί σε αποδόμηση των κυτταρικών μεμβρανών και σε αποδιοργάνωση των κυτταρικών οργανιδίων, με συνέπεια την αυξημένη περατότητα των κυττάρων σε επιβλαβείς ουσίες (ελεύθερες ρίζες), το πρόωρο μαλάκωμα των ιστών, το κιτρίνισμα ή το οξειδωτικό (ενζυμικό) καφέτισμά τους. Παράλληλα μέσω των λιποοξειδωσών πραγματοποιείται σύνδεση αλδεϋδών και κετονών με άσχημη οσμή, οδηγώντας σε γευστική υποβάθμιση των προϊόντων αυτών.

2.3.6 Προσβολή από μικροοργανισμούς

Η υποβάθμιση της ποιότητας των φρεσκοκομμένων σχετίζεται με την ανάπτυξη βακτηρίων και μυκήτων, παρόλο που οι ιοί και τα παράσιτα μπορούν επίσης να αποτελέσουν πρόβλημα. Οι ιστοί των λαχανικών παρουσιάζουν χαμηλή οξύτητα και μπορεί να μολυνθούν από βακτήρια εδάφους, όπως τα *Erwinia*, *Pseudomonas* και *Xanthomonas*. Τα φρούτα είναι συνήθως πιο όξινα, για το λόγο αυτό προσβάλλονται πιο συχνά από μύκητες και πολύ πιο σπάνια από βακτήρια. Παρόλο ότι η φυσιολογική φθορά από βακτήρια και μύκητες είναι ίδια με αυτή στα ολόκληρα προϊόντα, η αυξημένη προετοιμασία και οι χειρισμοί των φρεσκοκομμένων προσφέρουν επιπλέον ευκαιρίες για μόλυνση από επικίνδυνα παθογόνα που προσβάλουν τον άνθρωπο (*E. coli*, *Listeria*, *Salmonella*).

Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί απαιτούν νερό και θρεπτικά συστατικά (σάκχαρα, αμινοξέα, βιταμίνες) για την ανάπτυξή τους, συστατικά ευρέως διαδεδομένα στα φρεσκοκομμένα προϊόντα. Μετά το πλύσιμο με χλωριωμένο νερό (ή άλλο απολυμαντικό μέσο) και συσκευασία, ο παράγοντας που επηρεάζει τη μικροβιακή ανάπτυξη στα φρεσκοκομμένα είναι κυρίως η θερμοκρασία. Οι μικροοργανισμοί έχουν μια άριστη θερμοκρασία και ένα καθορισμένο εύρος θερμοκρασιών όπου αναπτύσσονται. Έτσι μεταβάλλοντας τη θερμοκρασία του προϊόντος μπορεί να διακοπεί η ανάπτυξή τους.

Η ανάπτυξη των μεσόφιλων μικροοργανισμών μπορεί να ελεγχθεί με χαμηλές θερμοκρασίες <math> < 5^{\circ}\text{C}</math>. Τα φρεσκοκομμένα προσβάλλονται επίσης και από ψυχρόφιλους οργανισμούς, που αναπτύσσονται ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες αποθήκευσης. Η *Listeria*, για παράδειγμα, αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες ψύξης χωρίς κάποια σημάδια φθοράς στο προϊόν. Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί μπορούν να αναπτυχθούν σε συνθήκες με εύρος pH 4,5-8. Οι μύκητες είναι σχετικά ανθεκτικοί σε όξινες συνθήκες. Τα βακτήρια μπορούν να ανεχθούν ένα μεγάλο εύρος οξύτητας, παρόλο που τα περισσότερα από αυτά που αναπτύσσονται στα φρεσκοκομμένα απαιτούν pH 6-7.

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών είναι η σύνθεση της ατμόσφαιρας. Αερόβιοι οργανισμοί

απαιτούν οξυγόνο για την ανάπτυξή τους, ενώ οι αναερόβιοι μπορούν να αναπτυχθούν απουσία αυτού. Μεταβάλλοντας τη συγκέντρωση CO₂ εμποδίζεται η ανάπτυξη μικροοργανισμών. Οι μύκητες είναι σχετικά ευαίσθητοι σε συγκεντρώσεις CO₂>5%. Ο κατάλληλος έλεγχος της θερμοκρασίας και οι υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ θεωρούνται γενικά ο άριστος συνδυασμός για την επιβράδυνση της μικροβιακής ανάπτυξης στα φρεσκοκομμένα προϊόντα. Η αλλαγή της σύνθεσης της ατμόσφαιρας μπορεί να καθυστερήσει τα σημάδια φθοράς, αλλά όχι απαραίτητα να μειώσει τη μικροβιακή ανάπτυξη.

Τα φρεσκοκομμένα είναι γενικά ασφαλή και υγιεινά προϊόντα. Παρόλα αυτά, εγκυμονούν ορισμένοι κίνδυνοι. Προετοιμάζονται και καταναλώνονται ωμά, χωρίς μεσολάβηση θερμικής επεξεργασίας ικανής να σκοτώσει τα παθογόνα. Υπέρβαση της άριστης θερμοκρασίας διατήρησης μπορεί να συμβεί (και, δυστυχώς, συχνά συμβαίνει σε όλες τις χώρες και αλυσίδες διανομής) κατά τη διακίνηση και την έκθεση αυτών στα σημεία πώλησης. Λόγω αυτών των πιθανών κινδύνων, η μικροβιακή ποιότητα και η ασφάλεια των φρεσκοκομμένων είναι υψηλής σημασίας και πρέπει να διαφυλάσσεται (Cantwell, 1995).

2.4 Αντιμετώπιση προβλημάτων στα φρεσκοκομμένα

2.4.1 Χειρισμοί φρεσκοκομμένων για διατήρηση της υφής (μαλάκωμα)

Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των φρούτων μια από τις πιο αξιοσημείωτες αλλαγές είναι το μαλάκωμα, το οποίο σχετίζεται με βιοχημικές αλλαγές στο κυτταρικό τοίχωμα και τις μεμβράνες. Αν και στα ένζυμα που τροποποιούν τη δομή των πηκτινών (το εξωτερικό στρώμα του κυτταρικού τοιχώματος είναι πλούσιο σε πηκτίνες), πολυγαλακτουρονάση (PG) και πηκτινική μεθυλεστεράση (PE), έχει αποδοθεί ένας συγκεκριμένος ρόλος στη διαδικασία του μαλακώματος, ο ακριβής μηχανισμός είναι ακόμη ασαφής.

Είναι ευρέως γνωστό ότι το ασβέστιο επιδρά στη διατήρηση της δομής των πηκτινών και του κυτταρικού τοιχώματος γενικότερα, επομένως και των

παραγόμενων οπωροκηπευτικών προϊόντων. Τα ιόντα ασβεστίου σχηματίζουν διασταυρώσεις και συνδέσεις μεταξύ ελεύθερων καρβοξυλικών ομάδων των πηκτινικών αλυσίδων, που έχει σαν αποτέλεσμα την ενδυνάμωση του κυτταρικού τοιχώματος. Ένας συνηθισμένος χειρισμός που χρησιμοποιείται για να βελτιωθεί η σκληρότητα του ιστού σε κομμάτια φρούτων και λαχανικών, είναι η εμφάνιση σε διαλύματα αλάτων των ασβεστίου. Εμφάνιση σε διάλυμα 1-5% CaCl_2 με ή χωρίς την παρουσία ασκορβικού οξέος, επιδρά σε συνδυασμό με διάφορες μεθόδους συντήρησης, στην αποτροπή του μαλακώματος σε κομμένες φράουλες, μήλα και αχλάδια (Καραπάνος & Πάσσαμ, 2010). Μια σύνθετη μεταχείριση που περιλαμβάνει συντήρηση σε χαμηλή θερμοκρασία για τη δραστηριοποίηση του ενζύμου PE, συντελεί στη διατήρηση της δομής των φρούτων. Η PE επιδρά στη μη εστεροποίηση της πηκτίνης. Σε αυτό το μηχανισμό έχει αποδοθεί η επίδραση της σκληρότητας που παρατηρείται σε φέτες μήλων οι οποίες διατηρήθηκαν στους 38 °C για 6 ημέρες αμέσως μετά τη συγκομιδή και σε κομμένες φέτες και εμφάνισμένες σε διάλυμα ασβεστίου, μετά από 6 μήνες ψυχοσυντήρησης. Συχνά, το χλωριούχο ασβέστιο χρησιμοποιείται σαν μέσο σκληρότητας, αλλά μπορεί να καταλήξει σε ανεπιθύμητη πικράδα στο προϊόν.

Ένας παράγοντας που μπλοκάρει τους υποδοχείς αιθυλενίου στους φυτικούς ιστούς (επομένως και τη δράση του αιθυλενίου), είναι το 1-methylcyclopropene (1-MCP), που χρησιμοποιείται αποτελεσματικά για τη διατήρηση της υφής και τη βελτίωση της μετασυλλεκτικής ζωής των ολόκληρων οπωροκηπευτικών, ιδίως των κλιμακτηρικών, με κύρια εμπορική εφαρμογή στη συντήρηση των μήλων και ακτινιδίων. Αυτό οφείλεται στο ότι η έκφραση των ανωτέρω ενζύμων, PG και PE, ελέγχεται από το αιθυλένιο, ως ορμονικό παράγοντα ρύθμισης της διαδικασίας της ωρίμανσης, που περιλαμβάνεται και το μαλάκωμα. Η χρήση του 1-MCP σε κομμένα μήλα, ιδιαίτερα πριν τον τεμαχισμό τους, περιόρισε σημαντικά την παραγωγή αιθυλενίου κατά τη συντήρησή τους για 10 ημέρες (Jiang and Joyce, 2002), ενώ συνέβαλε στη διατήρηση της υφής του κομμένου ακτινιδίου (de B. Vilas-Boas and Kader, 2007).

Η θερμική επεξεργασία έχει δείξει να έχει πιθανό όφελος στη διατήρηση της υφής των προϊόντων. Σε μια σύγκριση 11 ποικιλιών μήλων, η

μεταχείριση με θερμότητα ολόκληρων φρούτων είχε ως αποτέλεσμα συνεκτικότερα προϊόντα, σε σύγκριση με φρούτα μη θερμικά επεξεργασμένα. Η μεγαλύτερη βελτίωση της σκληρότητας παρατηρήθηκε στα 'Golden Delicious' και 'Red Delicious' μήλα. Ο χειρισμός με θέρμανση στα ολόκληρα μήλα, βελτίωσε τη σκληρότητα της φέτας μήλου, αλλά η θερμοκρασία συντήρησης των ολόκληρων φρούτων μετά τη θέρμανση είχε σημαντική επίδραση στη σκληρότητα του προϊόντος. Φέτες που προετοιμάστηκαν από επεξεργασμένα με θέρμανση μήλα έδειξαν αυξημένη σκληρότητα κατά τη διάρκεια της συντήρησης για 10 ημέρες στα 'Golden Delicious' και μέχρι 14 ημέρες στα 'Red Delicious' μήλα με σκληρότητα 34% και 48%, αντίστοιχα, υψηλότερη από ότι στην αρχή της συντήρησης. Για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα συντήρησης παρατηρήθηκε μείωση της σκληρότητας και στις δύο ποικιλίες.

Οι φέτες μήλων που ακτινοβολήθηκαν με ακτίνες γ, έδειξαν μείωση της σκληρότητας. Σημαντικό μαλάκωμα παρατηρήθηκε σε δόσεις πάνω από 0,34 kGy. Παρόλο που το συνολικό περιεχόμενο πηκτίνης δεν μεταβλήθηκε, παρατηρήθηκε μια αύξηση στο περιεχόμενο των υδατοδιαλυτών πηκτινών στις ακτινοβολημένες φέτες. Ο χειρισμός με ασβέστιο σε μεγάλα τεμάχια μήλων (1/8 του μήλου) στα οποία προηγήθηκε ακτινοβολήση, οδήγησε σε μικρή βελτίωση της σκληρότητας σε σχέση με το μαλάκωμα που επήλθε από ακτινοβολήση με 1 kGy. Η μικρή αποτελεσματικότητα του ασβεστίου στην παρεμπόδιση του μαλακώματος μετά από ακτινοβολία, πιθανόν να οφείλεται στη μειωμένη διείσδυση αυτού μέσα στα κομμένα μήλα. Σε λεπτές φέτες 3-4 mm που μεταχειρίστηκαν με CaCl_2 (2-4%) και στη συνέχεια ακτινοβολήθηκαν, το μαλάκωμα μειώθηκε αναλογικά με τα επίπεδα ασβεστίου, παρόλο που η σκληρότητα ήταν ακόμη χαμηλότερη από τους μη ακτινοβολημένους μάρτυρες (Gunes et al., 2001).

2.4.2 Χειρισμοί φρεσκοκομμένων για την παρεμπόδιση του καφετιάσματος

Το ενζυμικό καφέτιασμα ελέγχεται μέσω της χρήσης φυσικών και χημικών μεθόδων, αν και στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται

και οι δύο μέθοδοι. Οι φυσικές μέθοδοι μπορεί να περιλαμβάνουν μείωση της θερμοκρασίας και του οξυγόνου, χρήση συσκευασίας τροποποιημένης ατμόσφαιρας ή εδωδιμων καλυμμάτων (μεμβρανών) ή μεταχείριση με ακτινοβολία ή υψηλή πίεση. Οι χημικές μέθοδοι χρησιμοποιούν μείγματα που δρουν αναστέλλοντας τα ένζυμα και εξαλείφοντας τα υποστρώματα (οξυγόνο και φαινολικά). Πολλά από τα χημικά που χρησιμοποιήθηκαν στη διεθνή έρευνα μέχρι σήμερα μπορεί να μην πληρούν τις προϋποθέσεις ασφάλειας και να θέτουν τοξικούς κινδύνους στον καταναλωτή και το περιβάλλον. Άλλα προκαλούσαν ανεπιθύμητες αισθητικές επιδράσεις στα τρόφιμα και άλλα έδειξαν αποτελεσματικότητα μόνο σε χυμούς φρούτων και όχι στις κομμένες επιφάνειες (Garcia & Barrett, 2002).

Στο παρελθόν, τα θειώδη χρησιμοποιούνταν για τον έλεγχο του καφετιάσματος τόσο στα αέραια νωπά, όσο και στα ελάχιστα μεταποιημένα φρούτα και λαχανικά. Σήμερα, λόγω της ενοχοποίησης των θειωδών σχετικά με την αλλεργιογόνο τους δράση, ερευνώνται και χρησιμοποιούνται άλλες χημικές ουσίες (Ahvenainen, 2000).

Οι τυπικές μέθοδοι επιτυγχάνουν την παρεμπόδιση του καφετιάσματος μέσω της θερμικής αδρανοποίησης της PPO. Η PPO θεωρείται ένζυμο χαμηλής θερμοσταθερότητας, παρόλο που διαφορές στη σταθερότητα της θερμότητας έχουν αναφερθεί για διαφορετικές ποικιλίες φρούτων και τύπους PPO. Ωστόσο, η χρήση θερμότητας είναι πιθανό να προκαλέσει καταστροφή στα χαρακτηριστικά ποιότητας των τροφίμων (δομή, υφή, άρωμα και γεύση) και απώλειες θρεπτικών. Για να πραγματοποιηθεί μια αντίδραση ενζυμικού καφετιάσματος απαιτείται παρουσία ενεργής PPO, οξυγόνου και φαινολικών υποστρωμάτων. Υψηλές συγκεντρώσεις φαινολικών μειγμάτων βρίσκονται στα φρούτα αμέσως μετά τη συγκομιδή. Στο μήλο και στο αχλάδι η δράση της PPO είναι μεγαλύτερη στο φλοιό από ότι στη σάρκα. Συμπερασματικά, η δράση της PPO μπορεί να διαφέρει πολύ ανάμεσα στις ποικιλίες της ίδιας καλλιέργειας και στα διαφορετικά στάδια ωριμότητας. Πρέπει να επιλέγονται ποικιλίες με χαμηλά επίπεδα PPO για την παρασκευή φρεσκοκομμένων προϊόντων. Η παρεμπόδιση του καφετιάσματος είναι δυνατή, τουλάχιστον προσωρινά, μέσω εξάλειψης των υποστρωμάτων και ενζυμικής αναστολής. Ορισμένοι τύποι χημικών που χρησιμοποιούνται δρουν κατευθείαν σαν

παρεμποδιστές της PPO και άλλοι αντιδρούν με τα προϊόντα της αντίδρασής της, πριν αυτά οδηγήσουν σε σχηματισμό σκούρου χρώματος.

Το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C – σε μορφή L-ασκορβικού οξέος, διαφόρων αλάτων και παραγώγων του), θεωρείται ως το κυριότερο Γενικά Αναγνωρισμένο ως Ασφαλές (GRAS) αντιοξειδωτικό στα οπωροκηπευτικά και στους χυμούς φρούτων, περιορίζοντας σημαντικά τη δράση των PPO. Εναλλακτικά, χρησιμοποιείται το D-ασκορβικό οξύ λόγω χαμηλότερου κόστους σε σχέση με το L-ασκορβικό οξύ. Πιο αποτελεσματική διατήρηση των φρεσκοκομμένων προϊόντων, μπορεί συχνά να επιτευχθεί με τη χρήση συνδυασμού μεταχειρίσεων. Ένας συνηθισμένος συνδυασμός μεταχειρίσεων περιλαμβάνει ασκορβικό οξύ και χλωριούχο ασβέστιο, φυσικά με συντήρηση σε χαμηλή θερμοκρασία και τροποποιημένη ατμόσφαιρα (Garcia & Barrett, 2002). Επίσης, το ασκορβικό οξύ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε συνδυασμό με κιτρικό οξύ για τη διατήρηση του χαμηλού pH των ιστών, ενώ η επίδρασή του είναι υψηλότερη όταν προστεθεί στα τελευταία στάδια της προετοιμασίας του προϊόντος (Καραπάνος & Πάσσαμ, 2010).

Το άριστο pH για την PPO κυμαίνεται από όξινο έως και βασικό. Στα περισσότερα φρούτα και λαχανικά η άριστη δραστηριότητα της PPO παρατηρείται σε pH 6-6,5, και μικρή δραστηριότητα της εντοπίζεται κάτω από pH 4,5. Έχει αναφερθεί ότι αμετάκλητη αδρανοποίηση αυτής μπορεί να επιτευχθεί κάτω από pH 3. Ωστόσο, η PPO στα μήλα είναι σχεδόν ανεκτική στην οξύτητα και σε pH 3 διατηρεί το 40% της μέγιστης δραστηριότητάς της.

Η χρήση χημικών για τη μείωση του pH ή μέσω οξίνισης έχουν διαδεδομένη εφαρμογή στον έλεγχο του ενζυμικού καφετιάσματος, ως αντιοξειδωτικά. Το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο μέσο οξίνισης είναι το κιτρικό οξύ (Kato-Noguchi and Watada, 1997). Τα μέσα οξίνισης συχνά χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλα αντιοξειδωτικά μέσα, επειδή είναι δύσκολο να επιτευχθεί αποτελεσματική αντιμετώπιση καφετιάσματος μόνο μέσω ελέγχου του pH. Το κιτρικό οξύ με ή χωρίς την παρουσία ασκορβικού οξέος μέσω χηλικής δράσης και μείωσης του pH, παρεμποδίζει τη δράση της PPO, καθώς και των ενζύμων που οδηγούν στην ξυλοποίηση των κομμένων ιστών. Έχει βρεθεί ότι το μηλικό οξύ είναι πιο αποτελεσματικό κατά του καφετιάσματος από ότι το κιτρικό (Garcia & Barrett, 2002).

Επίσης, ουσίες με χηλική δράση έναντι των στοιχείων Cu ή Fe, που προωθούν την οξειδωτική δράση των ενζύμων, χρησιμοποιούνται για την παρεμπόδιση του ενζυμικού καφετιάσματος. Το EDTA (100-220 ppm) χρησιμοποιείται σε κομμένα λαχανικά, μόνο του ή σε συνδυασμό με άλλες ουσίες. Η όξινη πολυφωσφορική χηλική ένωση με την εμπορική ονομασία 'Sporix', συστήνεται για κομμένα μήλα σε συγκέντρωση 0,5%. Εναλλακτικά, χυμός φρούτων με χαμηλό pH όπως ο χυμός ανανά, έχει χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο παρεμπόδισης του καφετιάσματος κομμένων μήλων. Επίσης έχει αναφερθεί πως οι χυμοί κόκκινου σταφυλιού (Wang et al., 1996) και ροδιού (Singh et al., 2002) έχουν αντιοξειδωτική δράση. Διάφορες φυτικές πρωτεΐνες, αμινοξέα με σουλφυδρυλικές ομάδες όπως η κυστεΐνη έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς τα τελευταία χρόνια. Παρόλα αυτά, για τον ολοκληρωμένο έλεγχο του καφετιάσματος η ποσότητα της κυστεΐνης που απαιτείται είναι συχνά ασυμβίβαστη με τη γεύση του προϊόντος. Συμπερασματικά, για τον αποτελεσματικότερο έλεγχο του ενζυμικού καφετιάσματος και την αντικατάσταση των θειωδών, απαιτείται συχνά ο συνδυασμός ενός αντιοξειδωτικού (όπως το ασκορβικό οξύ), ενός μέσου οξίνισης (όπως κιτρικό οξύ) και μιας χηλικής ένωσης (EDTA).

Εναλλακτικά στη χρήση θερμικής επεξεργασίας που δεν συστήνεται για τα ελάχιστα μεταποιημένα προϊόντα, η έκθεση των νωπών οπωροκηπευτικών πριν ή μετά την κοπή τους σε μέτρια υψηλές θερμοκρασίες (45-60 °C) για σύντομο χρονικό διάστημα (0,5-2 λεπτά) μείωσε την εμφάνιση του ενζυμικού καφετιάσματος και την απώλεια της υφής σε κομμένο μήλο μέσω της παρεμπόδισης της παραγωγής αιθυλενίου και της δράσης φαινολασών και υδρολασών (ΠΕ, ΡG και γαλακτοζιδάση) (Toivonen and DeEll, 2002).

2.4.3 Χειρισμοί φρεσκοκομμένων για την παρεμπόδιση απώλειας νερού

Τα οπωροκηπευτικά μετά τη συγκομιδή δεν έχουν την ικανότητα αναπλήρωσης του νερού που χάνεται μέσω της διαπνοής. Μικρές αλλαγές στην περιεχόμενη ποσότητα νερού των φυτικών ιστών πιθανόν να έχει μεγάλο αντίκτυπο στην ποιότητα αυτών, προκαλώντας απώλειες που μπορούν να εμφανιστούν σε λίγες ώρες κάτω από ξηρές και θερμές συνθήκες. Απώλειες

νερού 3 και 5% για το σπανάκι και το μήλο, αντίστοιχα, καθιστούν τα προϊόντα αυτά μη εμπορεύσιμα λόγω υποβάθμισης της εξωτερικής τους ποιότητας. Η τραγανότητα των φρέσκων προϊόντων σχετίζεται με το υδατικό δυναμικό των κυττάρων και η απώλεια περιεχόμενου νερού συμβάλλει στο μαλάκωμα.

Τα φρεσκοκομμένα, μετά το ξεφλούδισμα και τον τεμαχισμό, είναι πιο ευπαθή στην απώλεια νερού. Προφανώς η αφαίρεση του φλοιού καθιστά τα προϊόντα αυτά πιο φθαρτά. Η μηχανική βλάβη που προκλήθηκε από τον τεμαχισμό και η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε φέρει σε απευθείας έκθεση τους εσωτερικούς ιστούς με την ατμόσφαιρα και προάγει τη μάρανση. Οι χειρισμοί κοπής σε φέτες έχουν σαν αποτέλεσμα αυξημένη επιφάνεια επαφής με τον αέρα. Η οξύτητα των μαχαιριών κοπής, έχει άμεση σχέση με τη διατήρηση της ποιότητας των φρεσκοκομμένων. Τα λιγότερο «κοφτερά» μαχαίρια αυξάνουν την αναπνοή και τη φθορά των ιστών, λόγω εντονότερου τραυματισμού. Συμπερασματικά, η μηχανική βλάβη επιδρά στις φυσιολογικές διαδικασίες, όπως αύξηση της αναπνοής και πιθανή αύξηση της παραγωγής αιθυλενίου, αντιδράσεις που μειώνουν τη ζωή του προϊόντος.

Κατάλληλες τεχνικές μεταχείρισης συμπεριλαμβανομένων τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας, μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση του επιπέδου απώλειας νερού. Μείωση της απώλειας νερού μπορεί να πραγματοποιηθεί κατά βάση μέσω μείωσης του όγκου του αέρα που περιβάλλει το προϊόν, ώστε αυτό να συγκρατεί το ελάχιστο διαπνεόμενο νερό (και να αυξάνεται ραγδαία η σχετική του υγρασία) και επιτυγχάνεται μειώνοντας τη θερμοκρασία, η οποία μειώνει την ικανότητα συγκράτησης υδρατμών στον αέρα και επομένως αυξάνει τη σχετική υγρασία. Επίσης για τη μείωση του επιπέδου απωλειών νερού κατά την ψυχοσυντήρηση είναι σημαντικό να περιοριστεί η κίνηση του αέρα γύρω από τα προϊόντα. Επιπρόσθετα και βάσει όλων των ανωτέρω, είναι προφανές ότι η κατάλληλη συσκευασία είναι τεράστιας σημασίας για τη διατήρηση των φρεσκοκομμένων προϊόντων (Garcia & Barrett, 2002).

2.5 Συντήρηση των φρεσκοκομμένων

Τα φρεσκοκομμένα δεν διατηρούνται σε συνθήκες κατάψυξης γιατί προκαλούνται ανεπιθύμητες αλλαγές στη δομή και σε άλλα χαρακτηριστικά τους και συνιστάται να συντηρούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες. Η διατήρηση των θερμοκρασιών στα ενδεικνυόμενα επίπεδα, πρέπει να τηρείται σχολαστικά λόγω της υψηλής ευπάθειας των προϊόντων αυτών και για την αποφυγή αύξησης του μικροβιακού φορτίου σε επίπεδα επιβλαβή για τον καταναλωτή. Στα κομμένα φρούτα το χαμηλό pH επιτρέπει την παραμονή τους σε ακατάλληλες θερμοκρασίες συντήρησης, χωρίς την ανάπτυξη μικροοργανισμών σε επίπεδα επικίνδυνα για την ανθρώπινη κατανάλωση, αλλά η ποιότητά τους υποβαθμίζεται γρήγορα. Αντίθετα τα λαχανικά, λόγω υψηλότερων τιμών pH των ιστών, απαιτούν συνεχή παραμονή σε χαμηλές θερμοκρασίες για την αποφυγή ανάπτυξης επικίνδυνων παθογόνων (Πάσσαμ, 1999).

Τα φρεσκοκομμένα φρούτα και λαχανικά για να διατηρήσουν τη φρεσκάδα και την ποιότητά τους, να αυξήσουν τη διάρκεια ζωής στο ράφι, να διασφαλίσουν την υγιεινή, και να προσελκύσουν τον καταναλωτή πρέπει να συντηρούνται σε χαμηλή θερμοκρασία και σε συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP).

2.5.1 Τροποποιημένη και ελεγχόμενη ατμόσφαιρα στα φρεσκοκομμένα

Οι ιστοί στα φρεσκοκομμένα προϊόντα διατηρούνται ζωντανοί ακόμη και μετά τη συγκομιδή τους. Για τη διατήρηση της ζωής η μεταβολική τους διαδικασία πρέπει να αντλεί ενέργεια κυρίως από τη διαδικασία της αναπνοής. Στη διαδικασία της αναπνοής χρησιμοποιείται ατμοσφαιρικό O₂ από υδρογονάνθρακες και οργανικά οξέα με επακόλουθη παραγωγή μεταβολικής ενέργειας, θερμότητα, CO₂, αιθυλένιο και υδρατμούς. Τα φρούτα και τα λαχανικά ακόμη και οι διαφορετικές ποικιλίες διαφέρουν στα επίπεδα ρυθμού αναπνοής τους. Αυτά που έχουν υψηλά επίπεδα ρυθμού αναπνοής είναι πιο φθαρτά από αυτά με χαμηλά επίπεδα ρυθμού αναπνοής που είναι λιγότερο επιρρεπή στη φθορά. Επίσης, όταν φρούτα ή λαχανικά τεμαχίζονται σε φέτες, κόβονται σε μικρά κομμάτια ή μεταχειρίζονται αλλιώς, τα επίπεδα αναπνοής

τους αυξάνονται. Αυτό πιθανόν συμβαίνει λόγω της αυξημένης περιοχής της επιφάνειας που εκτίθεται στην ατμόσφαιρα μετά την κοπή, που επιτρέπει το O₂ να διαχέεται μέσα στα εσωτερικά κύτταρα πιο γρήγορα και στην αυξημένη μεταβολική δραστηριότητα των τραυματισμένων κυττάρων.

Ο καλύτερος τρόπος για τη μείωση του ρυθμού αναπνοής και συνεπώς τη διατήρηση των φυτικών αποθηκών CO₂, οξέων και υγρασίας, είναι η μείωση της θερμοκρασίας. Όλες οι βιολογικές διαδικασίες προχωρούν πιο αργά σε χαμηλές θερμοκρασίες. Τα περισσότερα φρεσκοκομμένα προϊόντα θα διατηρήσουν την άριστη ποιότητά τους σε θερμοκρασίες κοντά στους 0 °C. Έχοντας πετύχει τον άριστο έλεγχο θερμοκρασίας, η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περαιτέρω μείωση του επιπέδου αναπνοής, απώλεια υγρασίας, παραγωγή μεταβολικής θερμότητας, κιτρίνισμα, καφέτιασμα, αλλοίωση και ευαισθησία στο αιθυλένιο, βελτιώνοντας τη μετασυλλεκτική ζωή και χωρίς την πρόκληση φθορών.

Πιο συγκεκριμένα, οι επιδράσεις της MAP βασίζονται στη συχνά παρατηρούμενη επιβράδυνση της αναπνοής των φυτικών ιστών σε περιβάλλον χαμηλού O₂ (O₂ ατμόσφαιρας 21%). Καθώς η συγκέντρωση O₂ πέφτει κάτω από 10%, η αναπνοή αρχίζει να επιβραδύνεται. Αυτή η καταστολή συνεχίζεται μέχρι το O₂ να φθάσει περίπου το 2-4% για τα περισσότερα προϊόντα. Όταν το O₂ φθάσει κάτω από 2-4%, αναλόγως το προϊόν και τη θερμοκρασία, αρχίζει ο αναερόβιος μεταβολισμός να αντικαθιστά τη φυσική αερόβια αναπνοή και παράγονται δυσάρεστες γεύσεις, οσμές και ανεπιθύμητες πτητικές ουσίες (αιθανόλη, ακεταλδεΐδη). Ομοίως, καθώς το CO₂ αυξάνεται πάνω από 0,03% που υπάρχει στον αέρα και φτάνει σε επίπεδα >5%, παρατηρείται καταστολή της αναπνοής για κάποια προϊόντα. Μειωμένο O₂ και αυξημένο CO₂ μαζί μειώνουν την αναπνοή περισσότερο από ότι το καθένα χωριστά. Επιπροσθέτως, το αυξημένο CO₂ καταστέλλει την ευαισθησία του φυτικού ιστού στις επιδράσεις των ορμονών ωρίμανσης (αιθυλένιο). Για τα προϊόντα που ανέχονται υψηλές συγκεντρώσεις CO₂, η καταστολή της ανάπτυξης πολλών βακτηρίων και μυκήτων είναι αρκετά αποτελεσματική σε συγκεντρώσεις CO₂ πάνω από 10%.

Γενικότερα, η ποιότητα των περισσότερων οπωροκηπευτικών δεν επηρεάζεται από τη μείωση του O₂ ακόμα και στα επίπεδα του 2-5%, αλλά

παρουσιάζει ποικίλη αντίδραση κατά τη συντήρησή τους σε υψηλές συγκεντρώσεις CO₂. Τα κομμένα οπωροκηπευτικά δείχνουν μεγαλύτερη αντοχή στις υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ σε σχέση με τους ακέραιους ιστούς από τους οποίους προέρχονται.

Η συσκευασία των κομμένων φρούτων και λαχανικών πραγματοποιείται πάντα εντός πλαστικών συσκευασιών διαφόρων υλικών συχνά με ελεγχόμενες ή τροποποιημένες ατμόσφαιρες χαμηλού O₂ και υψηλού CO₂. Στις ελεγχόμενες ατμόσφαιρες, συγκεκριμένη σύσταση O₂ και CO₂ εφαρμόζεται κατά την τοποθέτηση του προϊόντος στις συσκευασίες (αφού αφαιρεθεί ο αέρας από αυτές) και πριν το αεροστεγές σφράγισμα. Οι τροποποιημένες ατμόσφαιρες MAP δημιουργούνται ως αποτέλεσμα της αναπνοής του φυτικού ιστού μετά το σφράγισμα της συσκευασίας σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία συντήρησης και την περατότητα των πλαστικών υλικών συσκευασίας στο O₂ και το CO₂ (Ahvenainen, 2000).

Σκοπός της MAP είναι να επιτευχθεί μια ισορροπία μεταξύ ενός αριθμού μεταβλητών (όπως της ατμόσφαιρας συσκευασίας) που σύντομα οδηγεί σε μια ισορροπία με επιθυμητές συγκεντρώσεις O₂ και CO₂. Η ισορροπία αυτή συμβαίνει όταν η αναπνοή του προϊόντος καταναλώνει O₂ στο ίδιο επίπεδο που το κάλυμμα επιτρέπει αυτό να εισέρχεται στη συσκευασία και να παράγει CO₂ στο ίδιο ποσοστό που η συσκευασία επιτρέπει να εξέρχεται πάνω από ένα επίπεδο ασφαλείας. Συμπερασματικά, η διαπερατότητα του καλύμματος σε O₂ και CO₂ πρέπει να συμβαδίζει με τα επίπεδα αναπνοής του προϊόντος από ένα επίπεδο συγκέντρωσης του κάθε αερίου. Τα φρούτα και τα λαχανικά διαφέρουν στην ευαισθησία τους και στην ανθεκτικότητά τους στο μειωμένο O₂ και στο αυξημένο CO₂. Είναι σημαντικό αρχικά να καθοριστούν οι άριστες συνθήκες των προϊόντων που ενδιαφέρουν, πριν την επιλογή των καλυμμάτων συσκευασίας.

Οι παρακάτω βασικές μεταβλητές που επηρεάζουν την ατμόσφαιρα της συσκευασίας είναι:

Το επίπεδο αναπνοής του προϊόντος. Το επίπεδο αναπνοής είναι ισχυρά συνδεδεμένο με τη θερμοκρασία. Επιπρόσθετα ποικίλει μεταξύ των προϊόντων, της ποικιλίας, της ωριμότητας, της ατμόσφαιρας και της

φυσιολογικής κατάστασης αυτών. Εκτιμάται από ένα μέσο όρο πληθυσμού, ενώ τα επίπεδά του ποικίλουν σε μεγάλο βαθμό.

Η θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας, το επίπεδο της αναπνοής του προϊόντος συνήθως αυξάνεται πολύ πιο γρήγορα από τη διαπερατότητα του καλύμματος.

Η διαπερατότητα του καλύμματος. Η διαπερατότητα μετρά την ευκολία με την οποία τα αέρια διαπερνούν το πλαστικό κάλυμμα της συσκευασίας.

Η επιφάνεια του καλύμματος. Η ποσότητα του αερίου που μεταφέρεται μέσω της μεμβράνης εξαρτάται από την έκταση της επιφάνειας του καλύμματος.

Η πυκνότητα του καλύμματος. Τα αέρια μεταφέρονται πιο αργά μέσω πυκνού καλύμματος από ότι μέσω λεπτού και, γενικότερα, τα χαρακτηριστικά του πλαστικού υλικού που χρησιμοποιείται.

Το βάρος του προϊόντος. Η παραγωγή αερίων της αναπνοής είναι ανάλογη του βάρους του προϊόντος που συσκευάζεται.

Επειδή το επίπεδο της αναπνοής και η διαπερατότητα του καλύμματος είναι θερμοκρασιακά ευαίσθητα, η MAP αναμένεται να διατηρήσει μια επιθυμητή ατμόσφαιρα μόνο μέσα σε συγκεκριμένο θερμοκρασιακό εύρος. Αν η θερμοκρασία μεταβληθεί περισσότερο από λίγους βαθμούς, η ατμόσφαιρα της συσκευασίας θα αλλάξει και αυτή και μπορεί να γίνει ακατάλληλη ή ακόμη και επιζήμια για το προϊόν. Αυστηρός έλεγχος της θερμοκρασίας είναι απαραίτητος για την ορθή χρήση της MAP στα φρεσκοκομμένα προϊόντα. Η διαπερατότητα των καλυμμάτων πρέπει να μετράται στη θερμοκρασία στην οποία η συσκευασία θα χρησιμοποιηθεί, συνήθως 0-5 °C. Ακόμη και στις χαμηλές θερμοκρασίες, η επιλογή μη κατάλληλων υλικών συσκευασίας υψηλής ή χαμηλής περατότητας, μπορεί να οδηγήσει σε μη επίτευξη τροποποιημένης ατμόσφαιρας ή σε συνθήκες έλλειψης O₂ και πολύ υψηλού CO₂.

Τα υλικά συσκευασίας που επιλέγονται για τη δημιουργία τροποποιημένης ατμόσφαιρας, πρέπει να έχουν αυξημένη περατότητα στο O₂ σε σχέση με το CO₂ εντός των συσκευασιών, ιδίως στα λιγότερο ευπαθή στο υψηλό CO₂ σπυροκηπευτικά. Η επιλογή του κατάλληλου υλικού συσκευασίας

πρέπει να προκύπτει μετά από μελέτη των χαρακτηριστικών του ελαφρά μεταποιημένου φυτικού είδους, σε σχέση με τα χαρακτηριστικά της συσκευασίας (περατότητα στους υδρατμούς και αέρια, όγκος συσκευασίας) και θα πρέπει να συνοδεύεται από πειραματισμό σχετικά με τη συμπεριφορά του προϊόντος στις επιλεγμένες θερμοκρασίες. Πιο πολύπλοκη είναι η επιλογή του υλικού συσκευασίας σε μείγματα σαλατών ή φρουτοσαλατών, όπου η συνολική αναπνευστική δραστηριότητα του προϊόντος δεν είναι δυνατόν να καθοριστεί αποτελεσματικά.

Πολλά είδη καλυμμάτων συσκευασίας είναι διαθέσιμα στην αγορά. Πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο, μείγματα πολυαιθυλενίου, βινύλιο, πολυβινυλοχλωρίδιο και συνδυασμός διαφόρων πολυμερών, όλα χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία προϊόντων. Τα καλύμματα πρέπει να ικανοποιούν πολλές άλλες ανάγκες, εκτός από την κατάλληλη περατότητα αερίων για τη MAP, για να είναι επιτυχημένα στο ανταγωνιστικό περιβάλλον της αγοράς της σύγχρονης βιομηχανίας παραγωγής. Πρέπει να είναι ανθεκτικά κατά τη συσκευασία και τη διανομή, ώστε να μην σχίζονται, να παρουσιάζουν αντίσταση στην ευκαμψία (έτσι ώστε η μεμβράνη να αντέχει σε επαναλαμβανόμενες κάμψεις χωρίς διατρήσεις), να γλιστρούν επαρκώς για την άριστη λειτουργία των μηχανών συσκευασίας, να χρησιμοποιούνται για θερμική σφράγιση, να υπάρχει δυνατότητα εκτύπωσης και εύκολο άνοιγμα για τις αγορές λιανικής.

Κανένα μονό πλαστικό δεν μπορεί να προσφέρει όλα αυτά τα χαρακτηριστικά. Τα περισσότερα σύγχρονα πλαστικά φύλλα για MAP είναι πολυστρωματικά, από διάφορα είδη πλαστικών με χαρακτηριστικά που το καθένα προσφέρει συγκεκριμένο όφελος. Αυτά όταν χρησιμοποιούνται σωστά, παρέχουν ένα περιβάλλον που παρατείνει τη φρεσκάδα των φρεσκοκομμένων προϊόντων, ώστε η συνολική τους αξία να παραμένει διαθέσιμη στον καταναλωτή.

Τέλος, μια άλλη εναλλακτική μέθοδος στην ελεγχόμενη και την τροποποιημένη ατμόσφαιρα αποτελεί η συσκευασία των φρεσκοκομμένων οπωροκηπευτικών σε μερικό κενό, εντός στερεών αεροστεγών κουτιών σε χαμηλές θερμοκρασίες, όπου αν και η σύσταση της ατμόσφαιρας ταυτίζεται με αυτή του αέρα, το συνολικά χαμηλότερο περιεχόμενο σε O₂ περιορίζει το

μεταβολισμό των κομμένων ιστών και την ανάπτυξη μικροοργανισμών, καθώς περιορίζεται έμμεσα η συγκέντρωση του O_2 .

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Φυτικό υλικό

Καρποί μηλιάς ποικιλίας 'Cripp's Pink' (*Malus*domestica*, οικ. Rosaceae), που συγκομίστηκαν από το Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο και ακτινιδιάς ποικιλίας 'Hayward' (*Actinidia deliciosa*, οικ. Actinidiaceae), οι οποίοι προήλθαν από το εμπόριο, χρησιμοποιήθηκαν σε πειραματικές δοκιμές που έλαβαν χώρα από το Νοέμβριο του 2010 έως το Μάρτιο 2011. Η συγκομιδή και μεταφορά των μήλων στο Εργαστήριο Δενδροκομίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας έγινε σε χαρτοκιβώτια, ενώ η μεταφορά των ακτινιδίων έγινε σε πλαστικές σακούλες.

3.2 Συντήρηση

Η συντήρηση των καρπών των μήλων έγινε στα βιομηχανικά ψυγεία Βογιατζής Α.Ε., περιοχή Διμηνίου Μαγνησίας, σε κοινό ψυκτικό θάλαμο συντήρησης και σε θερμοκρασία 1-2 °C. Αντίθετα, η ολιγοήμερη συντήρηση των ακτινιδίων έγινε σε οικιακό ψυγείο στους 3-4 °C.

3.3 Ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν

- ✓ Διάλυμα 0,1 N καυστικού Νατρίου (NaOH)
- ✓ 1% ασκορβικό οξύ και 0,5% χλωριούχο Ασβέστιο (1% Asc. + 0,5% CaCl₂)
- ✓ Διάλυμα χυμού λεμονιού περιεκτικότητας 3%
- ✓ Διάλυμα βανιλίνης (εμπορίου, food grade) περιεκτικότητας 5%
- ✓ Χυμός ροδιού ποικ. Ερμιόνη
- ✓ Χυμός κόκκινου σταφυλιού ποικ. Αρετινό

3.4 Εργαστηριακός εξοπλισμός

- ✓ Ζυγός ακριβείας
- ✓ Χρωματόμετρο Hunter LAB (MiniScan XE Plus)
- ✓ Ηλεκτρονικό επιτραπέζιο πενετρόμετρο (Fruit Firmness Tester, Turoni Srl, Ιταλίας) ανυψωμένο σε drill-press stand με έμβολο διατομής 7,9 mm για τα ακτινίδια και 11 mm για τα μήλα
- ✓ Ηλεκτρονικό διαθλασίμετρο ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας (ATAGO refractometer, Ιαπωνία) για μέτρηση των διαλυτών στερεών συστατικών
- ✓ Ηλεκτρονικό πεχάμετρο Hanna (HI 9024, Πορτογαλία)

3.5 Μεταχειρίσεις

Πριν την έναρξη οποιασδήποτε μεταχείρισης των μήλων και των ακτινιδίων οι καρποί ξεπλύθηκαν με άφθονο κρύο νερό ώστε να καθαριστούν εξωτερικά. Μετά από κάθε μεταχείριση τα τεμάχια των καρπών παρέμειναν για ορισμένες μέρες, ανάλογα με τη δοκιμή, σε οικιακό ψυγείο στους 3-4 °C.

3.5.1 Μήλα *Cripp's Pink*

Κατά την πρώτη δοκιμή (24/11/2010 – 27/11/2010), επτά ολόκληρα μήλα τοποθετήθηκαν σε δίχτυ και στη συνέχεια σε υδατόλουτρο στους 45 °C για 3, 6 και 10 min, αντίστοιχα. Ακολούθως, τοποθετήθηκαν σε παγωμένο νερό, το οποίο αποτελούνταν από πάγο και νερό ψυγείου σε αναλογία 1:3. Μετά την αφαίρεση του μη εδώδιμου τμήματος των καρπών με τα σπέρματα, ο κάθε καρπός τεμαχίστηκε σε οκτώ τεμάχια, τα οποία εμβαπτίστηκαν για 1-2 min σε παγωμένο νερό με χυμό λεμονιού περιεκτικότητας 3%. Τα τεμάχια χωρίστηκαν σε 3 αεροστεγή σακουλάκια (snack bag με zip-lock) και 3 δισκάκια με καπάκι (tray packs), αντίστοιχα. Τέλος, μήλα «μάρτυρες»

τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο στους 45 °C για 80 s και αφού τεμαχίστηκαν, εμβαπτίστηκαν σε παγωμένο νερό και ακολούθησε αποθήκευσή τους κατά την προηγούμενη διαδικασία. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μετά από τρεις μέρες.

Κατά τη δεύτερη δοκιμή (11/12/2010 – 14/12/2010), δύο καρποί εμβαπτίστηκαν σε υδατόλουτρο στους 55 °C για 1 και 3 min αντίστοιχα, ενώ τέσσερεις καρποί εμβαπτίστηκαν στην ίδια θερμοκρασία για 5 min. Δύο καρποί μήλου χρησιμοποιήθηκαν ως «μάρτυρες» και αφού τεμαχίστηκαν, εμβαπτίστηκαν μόνο σε παγωμένο νερό, ενώ στα μισά από αυτά τα τεμάχια έγινε επάλειψη με χυμό λεμονιού στις τομές. Τέλος, δύο τεμαχισμένοι καρποί εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα 1% Asc.+0,5% CaCl₂ για 1 τουλάχιστον min. Το παραπάνω διάλυμα παρασκευάστηκε από 2,5 L νερό στο οποίο προστέθηκαν 30 g ασκορβικό οξύ και 15 g CaCl₂ και αφού προστέθηκαν τα παγάκια, το διάλυμα απέκτησε την παραπάνω περιεκτικότητα.

Κατά την τρίτη δοκιμή (14/12/2010 – 17/12/2010), οι καρποί που χρησιμοποιήθηκαν ως «μάρτυρες», αφού ξεπλύθηκαν με κρύο νερό, τεμαχίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε αεροστεγή σακουλάκια. Επίσης, ολόκληροι καρποί τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο στους 55 °C για 10 min και στη συνέχεια τεμαχίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε αεροστεγή σακουλάκια. Ολόκληροι καρποί αφού πλύθηκαν και τεμαχίστηκαν, εμβαπτίστηκαν για 5 min σε διάλυμα 1% Asc.+0,5% CaCl₂, που παρασκευάστηκε με την προσθήκη 12 g ασκορβικού οξέος και 6 g CaCl₂ σε 1 L παγωμένο νερό. Ολόκληρα μήλα αφού πλύθηκαν και τεμαχίστηκαν, εμβαπτίστηκαν για 5 min σε διάλυμα βανιλίνης 5%, το οποίο προέκυψε από την προσθήκη 50 g βανιλίνης σε 1 L παγωμένο νερό.

Κατά την τέταρτη δοκιμή (28/12/2010 – 1/1/2011), οι καρποί αφού πλύθηκαν και τεμαχίστηκαν εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα 1% Asc.+0,5% CaCl₂ για 1 και 5 min αντίστοιχα. Σε καθεμιά από τις δύο δοκιμές τα μισά τεμάχια τοποθετήθηκαν σε αεροστεγή σακουλάκια αφού είχε προηγηθεί στέγνωμα με απορροφητικό χαρτί, ενώ τα άλλα μισά με απλό τίναγμα της περίσσειας του διαλύματος.

Κατά την πέμπτη δοκιμή (13/1/2011 – 16/1/2011, 19/1/2011, 22/1/2011), οι καρποί αφού πλύθηκαν και τεμαχίστηκαν, κάποιοι από αυτούς

διατηρήθηκαν ως «μάρτυρες» για 3, 6 και 9 ημέρες σε αεροστεγή σακουλάκια. Οι υπόλοιποι τεμαχισμένοι καρποί εμβαπτίστηκαν σε νερό και σε 1% Asc.+0,5% CaCl₂ χωρίς να υποστούν στέγνωμα, ενώ στη συνέχεια ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία. Τα μήλα που αποθηκεύθηκαν για 9 ημέρες, συντηρήθηκαν σε ψυκτικό θάλαμο στους 1-4 °C. Σε κάθε σακουλάκι τοποθετήθηκαν 3-4 φέτες και έγιναν δύο μετρήσεις χρώματος με δύο επαναλήψεις ανά μέτρηση, στη μια και στην άλλη πλευρά των δυο τεμαχίων. Η σκληρότητα μετρήθηκε στη μέση κάθε φέτας. Η μέτρηση των Διαλυτών Στερεών Συστατικών (Δ.Σ.Σ.) έγινε με εξαγωγή χυμού από 3-4 τεμάχια ανά σακουλάκι με τη βοήθεια σκορδοσίφτη.

Κατά την έκτη δοκιμή (15/3/2011 – 18/3/2011, 21/3/2011), οι καρποί αφού πλύθηκαν και τεμαχίστηκαν εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα 1% Asc.+0,5% CaCl₂ για 3 min (χωρίς στέγνωμα των τεμαχίων), σε χυμό ροδιού για 30 min και σε χυμό κόκκινου σταφυλιού για 30 min. Ο χυμός του ροδιού ήταν φρεσκοστυμμένος και συλλέχθηκαν 500 mL χυμού από 5 ρόδια. Αντίθετα ο χυμός του κόκκινου σταφυλιού ήταν συντηρημένος στην κατάψυξη για 5 μήνες.

3.5.2 Ακτινίδια *Hayward*

Κατά την πρώτη δοκιμή (28/12/2010 – 1/1/2011), οι καρποί που ήταν σχεδόν ώριμοι, κόπηκαν σε εγκάρσιες φέτες, εμβαπτίστηκαν μόνο σε νερό και τοποθετήθηκαν σε δισκάκια με καπάκι που στη βάση τους είχαν δύο στρώσεις απορροφητικό χαρτί. Επιπλέον τα δισκάκια τοποθετήθηκαν σε σακουλάκι κλεισμένο αεροστεγώς με θερμοκόλληση. Τα υπόλοιπα τεμάχια εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα 1% Asc.+0,5% CaCl₂ για 5 min και στη συνέχεια ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία.

Κατά τη δεύτερη δοκιμή (13/12/2011 – 16/1/2011, 19/1/2011), οι καρποί που ήταν σχετικά ώριμοι, αφού πλύθηκαν, τεμαχίστηκαν σε φέτες των 8 mm περίπου. Οι μισές από τις φέτες μετά την κοπή τοποθετήθηκαν σε δισκάκια με καπάκι, στη βάση των οποίων υπήρχε μία στρώση απορροφητικό χαρτί και στη συνέχεια τα δισκάκια τοποθετήθηκαν σε σακουλάκια κλεισμένα αεροστεγώς με θερμοκόλληση. Αξίζει να σημειωθεί πως κάθε δισκάκι περιείχε πέντε τεμάχια ακτινιδίου. Οι υπόλοιπες φέτες, πριν την τοποθέτησή τους στα

δισκάκια, εμβαπτίστηκαν σε παγωμένο νερό και ακολουθήθηκε η παραπάνω διαδικασία. Τα δείγματα αποθηκεύθηκαν σε οικιακό ψυγείο για 3 και 6 μέρες και ακολούθησαν μετρήσεις.

Σε όλες τις μεταχειρίσεις, στα μήλα και στα ακτινίδια, έγιναν μετρήσεις για τον προσδιορισμό του χρώματος της σάρκας, του pH, της οξύτητας και των ΔΣΣ των καρπών.

3.6 Προσδιορισμός χρώματος σάρκας του καρπού

Στο σύνολο των μεταχειρίσεων μετρήθηκε το χρώμα της σάρκας των καρπών με τη χρήση χρωματόμετρου Hunter MiniScan XE Plus. Το όργανο πριν τη χρησιμοποίησή του βαθμονομήθηκε, όπως απαιτείται, με άσπρη και μαύρη πλάκα. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Hunter L*, a* και b*. Οι παράμετροι a* και b* χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της χρωματικής παραμέτρου C* και της γωνίας Hue (h°) (McGuire, 1992). Το L* έχει κλίμακα από 0-100, όπου L*=0 είναι το μαύρο και L*=100 το άσπρο. Όσο πιο μεγάλο είναι το L* τόσο πιο φωτεινό είναι το χρώμα του καρπού. Οι παράμετροι a* και b* είναι συνισταμένες που τοποθετούν το χρώμα σε ένα νοητό οριζόντιο άξονα κάθετο στο L*. Το άχρωμο ορίζεται από τις συντεταγμένες (0,0) για το a* και το b*, αντίστοιχα. Αν το a* είναι θετικό, τότε υψηλές τιμές του αποδεικνύουν έντονα κόκκινο καρπό, ενώ αν είναι αρνητικό, τότε οι πολύ χαμηλές τιμές του υποδεικνύουν μπλε χρωματισμό του καρπού. Το μετρήσιμο χρώμα C* δίνεται συναρτήσει των a* και b* από τον τύπο $C^* = (a^*+b^*)^{1/2}$. Γενικά όσο πιο μεγάλο είναι το C*, τόσο πιο καθαρό χρώμα (απομακρύνεται από το γκρι) έχει ο καρπός. Το h° είναι η απόχρωση που δίνεται από το αντίστροφο του συνημίτονου του κλάσματος b^*/a^* . Για h°=0° εκφράζεται το κόκκινο χρώμα, h°=90° το κίτρινο, h°=180° το πράσινο και h°=270° το μπλε. Σε συνδυασμό τα C* και h° δίνουν το πραγματικό χρώμα ιδιαίτερα για έγχρωμους καρπούς, όπως τα κόκκινα μήλα.

3.7 Σκληρότητα σάρκας

Για τη μέτρηση της σκληρότητας της σάρκας χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικό επιτραπέζιο πενετρόμετρο ανυψωμένο σε ειδική βάση. Η διάμετρος του εμβόλου που χρησιμοποιήθηκε δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από το είδος του προϊόντος. Στο συγκεκριμένο πείραμα που μετρήθηκαν μήλα και ακτινίδια, χρησιμοποιήθηκε διάμετρος εμβόλου 11 και 7,9 mm, αντίστοιχα. Για τον προσδιορισμό της σκληρότητας σάρκας έγινε μια μέτρηση στο κέντρο κάθε τεμαχίου. Το πενετρόμετρο μετρά τις δυνάμεις σε μονάδα kgf και έγινε μετατροπή αυτής σε Newton (N), σύμφωνα με το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI) με τη βοήθεια του ακόλουθου τύπου:

$$1 \text{ Newton (N)} = 9,807 * 1 \text{ kgf (kilogram force)}$$

3.8 Εκχύλιση χυμού

Για τη μέτρηση της ογκομετρούμενης οξύτητας και των διαλυτών στερεών συστατικών ο χυμός παραλήφθηκε στύβοντας κατά μέσο όρο τμήματα από 2-3 φέτες από κάθε μεταχείριση με τη χρήση πιεστή σκόρδου. Στα ακτινίδια, πριν από κάθε μέτρηση ο εκχυλισμένος χυμός φιλτραρίστηκε με ένα κομμάτι τυρόπανου.

3.9 Διαλυτά Στερεά Συστατικά (Δ.Σ.Σ.)

Από τον εκχυλισμένο χυμό που προετοιμάστηκε σύμφωνα με την προηγούμενη διαδικασία, μία έως δύο σταγόνες χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση των Δ.Σ.Σ. με οπτικό διαθλασίμετρο και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε Brix (%). Πριν από κάθε μέτρηση, όπως απαιτείται, γινόταν βαθμονόμηση (μηδενισμός) του οργάνου με απεσταγμένο νερό και μεταξύ δύο μετρήσεων καθαρισμός του με καθαρό πανάκι.

3.10 Ογκομετρούμενη οξύτητα

Η ογκομετρούμενη οξύτητα μετρήθηκε με τη χρήση 2 mL από τον εξεταζόμενο χυμό, τα οποία αραιώθηκαν με 18 mL απεσταγμένο νερό. Ο αραιωμένος χυμός εξουδετερώθηκε με NaOH 0,1 N έως ότου η τιμή του pH να φθάσει το 8,2, σύμφωνα με το ηλεκτρονικό πεχάμετρο. Τα mL NaOH που χρειάστηκαν για την εξουδετέρωση όλων των οξέων του χυμού με κατάλληλο υπολογισμό έδωσαν των ογκομετρούμενη οξύτητα.

Όπως και στη μέτρηση των Δ.Σ.Σ., οι μετρήσεις αφορούσαν μεταχειρίσεις και όχι κάθε καρπό ξεχωριστά.

3.11 Στατιστική ανάλυση

Στους πίνακες και στα διαγράμματα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και η τυπική απόκλιση κάθε μεταχείρισης σε κάθε χρονική στιγμή.

4. Αποτελέσματα

4.1 ΜΗΛΑ 'CRIPP'S PINK'

4.1.1 Πείραμα 1°

Η σκληρότητα σάρκας στα τεμάχια μήλων 'Cripp's Pink' που συντηρήθηκαν για 3 ημέρες σε πλαστικά σακουλάκια snack με zip-lock αεροστεγώς κλεισμένα με θερμοκόλληση ή σε δισκάκια με καπάκι - Tray packs, ήταν παρόμοια με τα φρεσκοτεμαχισμένα (τεμαχισμένα αμέσως πριν τη μέτρηση, δηλ. όπως είναι μόλις τεμαχίζονται) (Πίν. 4.1). Τα τεμάχια μήλων, που συντηρήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια snack με zip-lock, είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας με αυτά που συντηρήθηκαν σε δισκάκια με καπάκι - Tray packs.

Η συγκέντρωση διαλυτών στερεών συστατικών (Δ.Σ.Σ.) στο χυμό τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink', που συντηρήθηκαν για 3 ημέρες σε πλαστικά σακουλάκια snack με zip-lock ή σε δισκάκια με καπάκι - Tray packs, ήταν υψηλότερη από αυτή στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα (Πίν. 4.1). Τα τεμάχια μήλων, που συντηρήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια, είχαν χαμηλότερα Δ.Σ.Σ. από τα συντηρημένα σε δισκάκια με καπάκι.

Το pH στο χυμό τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink', που συντηρήθηκαν για 3 ημέρες σε πλαστικά σακουλάκια ή σε δισκάκια με καπάκι, παρέμεινε ίδιο με αυτό στα φρεσκοτεμαχισμένα (Πίν. 4.1).

Η ογκομετρούμενη οξύτητα στο χυμό τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink', που συντηρήθηκαν για 3 ημέρες σε πλαστικά σακουλάκια, ήταν παρόμοια με αυτή στα φρεσκοτεμαχισμένα (Πίν. 4.1). Τα τεμάχια μήλων, που συντηρήθηκαν σε δισκάκια με καπάκι, είχαν χαμηλότερη ογκομετρούμενη οξύτητα από τα φρεσκοτεμαχισμένα. Τέλος, η ογκομετρούμενη οξύτητα στα τεμάχια μήλων που συντηρήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια ήταν παρόμοια με αυτά που συντηρήθηκαν σε δισκάκια με καπάκι.

Πίνακας 4.1: Επίδραση της συσκευασίας (πλαστικά σακουλάκια snack με zip-lock αεροστεγώς κλεισμένα με θερμοκόλληση ή δισκάκια με καπάκι - Tray packs) στα ποιοτικά χαρακτηριστικά (σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά συστατικά, pH και οξύτητα του χυμού) φρεσκοκομμένων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο μετά από 3 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 24/11/2010, η λήξη και η μέτρηση έγιναν στις 27/11/2010.

		Σκληρότητα Σάρκας (N)	Δ.Σ.Σ. (%)
27/11/2010	Φρεσκοτεμαχισμένα	50,3 ± 6,8	15,3 ± 0,4
	Zip Lock	50,0 ± 5,2	15,8 ± 0,1
	Tray pack	48,0 ± 8,0	16,5 ± 0,7

Η παράμετρος χρώματος σάρκας L* στα τεμάχια μήλων 'Cripp's Pink', που συντηρήθηκαν για 3 ημέρες σε πλαστικά σακουλάκια ή σε δισκάκια με καπάκι, είχε χαμηλότερες τιμές (πιο σκουρόχρωμη επιφάνεια) από αυτή στα φρεσκοτεμαχισμένα (Πίν. 4.2). Τα τεμάχια μήλων που συντηρήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια είχαν παρόμοιες τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας L* με αυτά που συντηρήθηκαν σε δισκάκια με καπάκι.

Η τιμή της παραμέτρου a* του χρώματος σάρκας των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink', που συντηρήθηκαν για 3 ημέρες σε πλαστικά σακουλάκια ή σε δισκάκια με καπάκι, ήταν υψηλότερη (λιγότερο λευκή) από αυτή στα φρεσκοτεμαχισμένα (Πίν. 4.2). Τα τεμάχια μήλων που συντηρήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια είχαν παρόμοιες τιμές στην παράμετρο a* με αυτά που συντηρήθηκαν σε δισκάκια με καπάκι.

Οι τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας C* στα τεμάχια μήλων 'Cripp's Pink', που συντηρήθηκαν για 3 ημέρες σε πλαστικά σακουλάκια ή σε δισκάκια με καπάκι, ήταν υψηλότερες από αυτές στα φρεσκοτεμαχισμένα (Πίν. 4.2). Τα τεμάχια μήλων που συντηρήθηκαν σε δισκάκια με καπάκι είχαν υψηλότερη τιμή παραμέτρου χρώματος C* σε σχέση με αυτά που συντηρήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια.

Η παράμετρος Hue του χρώματος σάρκας στα τεμάχια μήλων 'Cripp's Pink', που συντηρήθηκαν για 3 ημέρες σε πλαστικά σακουλάκια ή σε δισκάκια με καπάκι, είχε χαμηλότερες τιμές από αυτή στα φρεσκοτεμαχισμένα (Πίν. 4.2). Τα τεμάχια μήλων που συντηρήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια snack με zip-lock είχαν παρόμοιες τιμές στην παράμετρο Hue με αυτά που συντηρήθηκαν σε δισκάκια με καπάκι.

Πίνακας 4.2: : Επίδραση της συσκευασίας (πλαστικά σακουλάκια snack με zip-lock αεροστεγώς κλεισμένα με θερμοκόλληση ή σε δισκάκια με καπάκι - Tray racks) στο χρώμα σάρκας φρεσκοκομμένων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο μετά από 3 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 24/11/2010, η λήξη και η μέτρηση έγιναν στις 27/11/2010.

		Χρώμα L*	Χρώμα a*	Χρώμα C*	Χρώμα Hue
27/11/2010	Φρεσκοτεμαχισμένα	82,4 ± 2,1	1,6 ± 0,6	26,8 ± 0,9	86,6 ± 1,4
	Zip Lock	74,5 ± 2,2	6,3 ± 0,3	31,7 ± 1,2	78,5 ± 0,4
	Tray pack	74,3 ± 3,6	6,2 ± 1,2	32,4 ± 1,3	79,0 ± 1,8

4.1.2 Πείραμα 2°

Η σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' του μάρτυρα, αυτών που εμβαπτίστηκαν σε νερό 55 °C για 10 min και αυτών που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα 1% ασκορβικού οξέος και 0,5% χλωριούχου ασβεστίου (Asc+Ca) και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες ήταν παρόμοια με αυτή των φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.3). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε χυμό λεμονιού είχαν χαμηλότερη σκληρότητα σάρκας από αυτή των φρεσκοτεμαχισμένων. Η σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων μήλων του μάρτυρα και αυτών που εμβαπτίστηκαν σε νερό 55 °C για 10 min ήταν παρόμοια, ενώ επίσης παρόμοια ήταν η σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων μήλων που εμβαπτίστηκαν σε Asc+Ca και σε χυμό λεμονιού. Τέλος, η

σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό 55 °C για 10 min ήταν υψηλότερη από αυτή των τεμαχίων μήλων που εμβαπτίστηκαν σε χυμό λεμονιού με τις μεταχειρίσεις του Asc+Ca και του μάρτυρα να έχουν ενδιάμεσες τιμές σκληρότητας σάρκας.

Τα Δ.Σ.Σ. του χυμού των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' του μάρτυρα και αυτών που εμβαπτίστηκαν σε χυμό λεμονιού και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες ήταν χαμηλότερα τα Δ.Σ.Σ. στα φρεσκοτεμαχισμένα (Πίν. 4.3). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό 55 °C για 10 min και αυτών που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιες τιμές Δ.Σ.Σ. μεταξύ τους και με τα φρεσκοτεμαχισμένα. Τα Δ.Σ.Σ. των τεμαχίων μήλων του μάρτυρα και αυτών που εμβαπτίστηκαν σε χυμό λεμονιού ήταν χαμηλότερα από τα Δ.Σ.Σ. αυτών που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε νερό 55 °C για 10 min.

Το pH του χυμού των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' όλων των μεταχειρίσεων μετά από 3 ημέρες συντήρησης ήταν παρόμοιο μεταξύ τους και με αυτό των φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.3).

Η ογκομετρούμενη οξύτητα του χυμού των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' ήταν επίσης παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων μετά τη συντήρηση και παρόμοια με τα φρεσκοτεμαχισμένα (Πίν. 4.3).

Πίνακας 4.3: Επίδραση της εμβάπτισης φρεσκοκομμένων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο σε νερό 55 °C για 0 λεπτά (μάρτυρας) ή για 10 λεπτά, σε 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) ή σε χυμό λεμονιού, στα ποιοτικά χαρακτηριστικά (σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά συστατικά, pH και οξύτητα του χυμού) μετά από 3 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 11/12/2010, η λήξη και η μέτρηση έγιναν στις 14/12/2010.

		Σκληρότητα Σάρκας (N)	Δ.Σ.Σ. (%)	pH	Οξύτητα
14/12/2010	Φρεσκοτεμαχισμένα	43,2 ± 5,6	17,0 ± 1,1	3,5 ± 0,12	0,4 ± 0,12
	Μάρτυρας	40,4 ± 3,1	15,0 ± 0,3	3,5 ± 0,12	0,4 ± 0,12
	55°C/10 min	42,3 ± 3,6	16,4 ± 0,7	3,4 ± 0,12	0,3 ± 0,07
	Asc + Ca	39,0 ± 2,7	16,9 ± 1,3	3,5 ± 0,07	0,3 ± 0,11
	Λεμόνι	37,7 ± 2,7	14,9 ± 0,5	3,5 ± 0,07	0,4 ± 0,08

Η τιμή της παραμέτρου a^* του χρώματος σάρκας των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' του μάρτυρα ή αυτών που εμβαπτίστηκαν σε χυμό λεμονιού ήταν παρόμοια με αυτή των φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.4). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό 55 °C για 10 min ή σε διάλυμα Asc+Ca είχαν αυξημένη τιμή της παραμέτρου a^* σε σχέση με τα φρεσκοτεμαχισμένα. Μετά τη συντήρηση, η τιμή της παραμέτρου a^* του χρώματος σάρκας των τεμαχίων του μάρτυρα και αυτά που εμβαπτίστηκαν σε χυμό λεμονιού ήταν χαμηλότερη από αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε νερό 55 °C για 10 min .

Οι τιμές της παραμέτρου χρώματος C^* της σάρκας των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' του μάρτυρα και αυτών που εμβαπτίστηκαν σε χυμό λεμονιού ήταν χαμηλότερες από αυτές των φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.4). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό 55 °C για 10 min ή σε διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιες τιμές παραμέτρου C^* με τα φρεσκοτεμαχισμένα. Μετά τη συντήρηση, τα τεμάχια μήλων του μάρτυρα και αυτά που

εμβαπτίστηκαν σε χυμό λεμονιού είχαν χαμηλότερες τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας C* από τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε νερό 55 °C για 10 min.

Οι τιμές της παραμέτρου Hue του χρώματος σάρκας στα τεμάχια μήλων 'Cripp's Pink' σε όλες τις μεταχειρίσεις μετά από τη συντήρηση ήταν χαμηλότερες από αυτές στα φρεσκοτεμαχισμένα (Πίν. 4.4). Τέλος, μετά τη συντήρηση, τα τεμάχια μήλων του μάρτυρα και αυτά που εμβαπτίστηκαν σε χυμό λεμονιού είχαν υψηλότερες τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας Hue από τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε νερό 55 °C για 10 min.

Πίνακας 4.4: Επίδραση της εμβάπτισης φρεσκοκομμένων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο σε νερό 55 °C για 0 λεπτά (μάρτυρας) ή για 10 λεπτά, σε 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) ή σε χυμό λεμονιού, στο χρώμα σάρκας μετά από 3 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 11/12/2010, η λήξη και η μέτρηση έγιναν στις 14/12/2010.

		Χρώμα L*	Χρώμα a*	Χρώμα C*	Χρώμα Hue
14/12/2010	Φρεσκοτεμαχισμένα	72,3 ± 2,8	5,0 ± 1,4	35,9 ± 1,5	82,0 ± 2,2
	Μάρτυρας	76,0 ± 1,4	5,8 ± 0,3	31,0 ± 1,3	79,2 ± 0,1
	55°C/10 min	71,0 ± 4,3	8,1 ± 1,4	34,5 ± 3,5	76,7 ± 1,5
	Asc + Ca	67,7 ± 5,8	9,5 ± 1,9	37,0 ± 3,8	75,3 ± 1,7
	Λεμόνι	73,4 ± 5,6	6,4 ± 1,1	31,3 ± 2,0	78,3 ± 1,3

4.1.3 Πείραμα 3^ο

Η σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' του μάρτυρα ήταν σημαντικά χαμηλότερη και αυτών που εμβαπτίστηκαν σε νερό 55 °C για 10 min ή σε διάλυμα Asc+Ca ή σε διάλυμα 5% βανιλίνης μετά από 3 ημέρες συντήρηση ήταν ελαφρά χαμηλότερη από αυτή των φρεσκοτεμαχισμένων

(Πίν. 4.5). Μετά τη συντήρηση η σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων μήλων ήταν παρόμοια σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Τα Δ.Σ.Σ. του χυμού των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' σε όλες τις μεταχειρίσεις (μάρτυρας, νερό 55 °C για 10 min, διάλυμα Asc+Ca, διάλυμα 5% βανιλίνης) ήταν χαμηλότερα από αυτά στα φρεσκοτεμαχισμένα (Πίν. 4.5). Τα τεμάχια μήλων είχαν παρόμοιες τιμές Δ.Σ.Σ. χυμού ανεξάρτητα μεταχείρισης μετά τη συντήρηση.

Το pH του χυμού των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' που συντηρήθηκαν για 3 ημέρες ανεξάρτητα μεταχείρισης δεν επηρεάστηκε από τη μεταχείριση και ήταν παρόμοιο με αυτό των φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.5). Τέλος, σε όλες τις μεταχειρίσεις το pH των τεμαχίων μήλων έπαιρνε παρόμοιες τιμές, εκτός από αυτές σε νερό 55 °C για 10 min και σε διάλυμα 5% βανιλίνης που παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους και οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρήθηκαν στη μεταχείριση με βανιλίνη.

Η ογκομετρούμενη οξύτητα του χυμού των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' όλων των μεταχειρίσεων (πλην του μάρτυρα) ήταν μικρότερη από αυτή των φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.5). Μετά τη συντήρηση, όλες οι μεταχειρίσεις είχαν παρόμοιες τιμές ογκομετρούμενης οξύτητας χυμού, εκτός από τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα 5% βανιλίνης, που είχαν χαμηλότερες τιμές σε σύγκριση με αυτές των υπόλοιπων μεταχειρίσεων.

Πίνακας 4.5: Επίδραση της εμβάπτισης φρεσκοκομμένων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο σε νερό 55 °C για 0 λεπτά (μάρτυρας) ή για 10 λεπτά, σε 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) ή σε διάλυμα 5% βανιλίνης, στα ποιοτικά χαρακτηριστικά (σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά συστατικά, pH και οξύτητα του χυμού) μετά από 3 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 14/12/2010, η λήξη και η μέτρηση έγιναν στις 17/12/2010.

		Σκληρότητα Σάρκας (N)	Δ.Σ.Σ. (%)	pH	Οξύτητα
17/12/2010	Φρεσκοτεμαχισμένα	49,9 ± 3,8	16,4 ± 0,4	3,5 ± 0,06	0,6 ± 0,05
	Μάρτυρας	42,8 ± 3,5	15,4 ± 0,4	3,5 ± 0,09	0,5 ± 0,12
	55°C/10 min	45,3 ± 4,3	14,9 ± 0,7	3,4 ± 0,08	0,5 ± 0,00
	Asc + Ca	45,1 ± 5,3	15,0 ± 0,5	3,5 ± 0,1	0,5 ± 0,05
	5% Βανιλίνη	45,5 ± 4,6	14,7 ± 0,4	3,6 ± 0,1	0,3 ± 0,02

Η παράμετρος χρώματος σάρκας L* των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' του μάρτυρα, αυτών που εμβάπτιστηκαν σε νερό 55 °C για 10 min ή σε διάλυμα 5% βανιλίνης είχε παρόμοιες τιμές με αυτές στα φρεσκοτεμαχισμένα, ενώ τα τεμάχια που εμβάπτιστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν υψηλότερες τιμές αυτών των φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.6). Μετά τη συντήρηση η παράμετρος χρώματος σάρκας L* είχε παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις. Με άλλα λόγια οι μεταχειρίσεις, και ιδιαίτερα η μεταχείριση Asc+Ca, διατήρησαν την ίδια φωτεινότητα στα τεμάχια μήλων μετά από συντήρηση 3 ημερών σε σχέση με αυτή των φρεσκοτεμαχισμένων.

Η παράμετρος a* του χρώματος σάρκας των μήλων 'Cripp's Pink' του μάρτυρα, αυτών που εμβάπτιστηκαν σε νερό 55 °C για 10 min ή σε διάλυμα Asc+Ca ή σε διάλυμα 5% βανιλίνης είχε παρόμοιες τιμές με αυτή των φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.4). Σε όλες τις μεταχειρίσεις η παράμετρος a* του χρώματος σάρκας των τεμαχίων μήλων έλαβε παρόμοιες τιμές μετά από συντήρηση 3 ημερών.

Η παράμετρος χρώματος σάρκας C* των τεμαχίων μήλων ‘Cripp’s Pink’ όλων των μεταχειρίσεων είχε παρόμοιες τιμές με τα φρεσκοτεμαχισμένα (Πίν. 4.6). Μετά τη συντήρηση, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε Asc+Ca είχαν υψηλότερη τιμή C* από τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα 5% βανιλίνης, με τις άλλες μεταχειρίσεις να έχουν ενδιάμεσες τιμές.

Η παράμετρος Hue του χρώματος σάρκας των τεμαχίων μήλων ‘Cripp’s Pink’ του μάρτυρα, αυτών που εμβαπτίστηκαν σε νερό 55 °C για 10 min ή σε διάλυμα 5% βανιλίνης ήταν χαμηλότερη από αυτή στα φρεσκοτεμαχισμένα, ενώ αυτών που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ήταν παρόμοια με αυτή στα φρεσκοτεμαχισμένα (Πίν. 4.6). Τέλος, σε όλες τις μεταχειρίσεις η παράμετρος Hue του χρώματος σάρκας των τεμαχίων μήλων είχε παρόμοιες τιμές.

Πίνακας 4.6: Επίδραση της εμβάπτισης φρεσκοκομμένων μήλων ποικ. ‘Cripp’s Pink’ από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο σε νερό 55 °C για 0 λεπτά (μάρτυρας) ή για 10 λεπτά, σε 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) ή σε διάλυμα 5% βανιλίνης, στο χρώμα σάρκας μετά από 3 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 14/12/2010, η λήξη και η μέτρηση έγιναν στις 17/12/2010.

		Χρώμα L*	Χρώμα a*	Χρώμα C*	Χρώμα Hue
17/12/2010	Φρεσκοτεμαχισμένα	66,8 ± 1,4	7,4 ± 0,7	38,5 ± 1,4	79,0 ± 0,8
	Μάρτυρας	66,7 ± 5,5	9,8 ± 1,9	37,6 ± 4,2	75,0 ± 1,3
	55°C/10 min	69,3 ± 6,0	8,7 ± 2,2	37,1 ± 4,8	76,6 ± 1,9
	Asc + Ca	70,0 ± 1,6	7,9 ± 0,6	39,9 ± 1,9	78,6 ± 0,9
	5% Βανιλίνη	68,5 ± 4,7	7,9 ± 2,3	34,4 ± 5,2	76,9 ± 2,1

4.1.4 Πείραμα 4°

Η σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων μήλων ‘Cripp’s Pink’ που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca για 1 ή 5 min με ή χωρίς στέγνωμα και συντηρήθηκαν για 4 ημέρες ήταν παρόμοια με αυτή των φρεσκοτεμαχισμένων

(Πίν. 4.7). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca για 1 και 5 min με στέγνωμα είχαν ελαφρά υψηλότερες τιμές σκληρότητας σάρκας από τα αντίστοιχα χωρίς στέγνωμα.

Τα Δ.Σ.Σ. του χυμού των τεμαχίων μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca για 1 ή 5 min με ή χωρίς στέγνωμα ήταν χαμηλότερα από αυτά των φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.7). Τα Δ.Σ.Σ. των τεμαχίων μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca με ή χωρίς στέγνωμα είχαν παρόμοιες τιμές τόσο μετά από 1 όσο και από 5 min εμβάπτισής τους στο διάλυμα.

Πίνακας 4.7: Επίδραση της εμβάπτισης φρεσκοκομμένων μήλων ποικ. ‘Cripp’s Pink’ από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) για 1 και 5 min με ή χωρίς στέγνωμα, στα ποιοτικά χαρακτηριστικά (σκληρότητα σάρκας και διαλυτά στερεά συστατικά) μετά από 4 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 28/12/2010, η λήξη και η μέτρηση έγιναν στις 1/1/2011.

		Σκληρότητα Σάρκας (N)	Δ.Σ.Σ. (%)
1/1/2011	Φρεσκοτεμα- χισμένα	40,9 ± 4,1	16,2 ± 0,4
	Asc + Ca (1 min χωρίς στέγνωμα)	38,6 ± 1,9	13,7 ± 1,1
	Asc + Ca (1 min με στέγνωμα)	41,7 ± 3,3	13,4 ± 1,2
	Asc + Ca (5 min χωρίς στέγνωμα)	38,9 ± 2,2	13,5 ± 0,8
	Asc + Ca (5 min με στέγνωμα)	43,5 ± 5,4	12,7 ± 0,7

Η παράμετρος χρώματος σάρκας L* των τεμαχίων μήλων ‘Cripp’s Pink’ που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca για 1 min χωρίς στέγνωμα και για 5 min με ή χωρίς στέγνωμα είχε χαμηλότερες τιμές από αυτές των φρεσκοτεμαχισμένων, ενώ αυτά που εμβαπτίστηκαν στο διάλυμα για 1 min με στέγνωμα παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές από αυτές των

φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.8). Μετά από συντήρηση 4 ημερών, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca για 1 min με στέγνωμα είχαν υψηλότερες τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας L^* από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις χωρίς άλλες διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Η παράμετρος a^* του χρώματος σάρκας των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca με ή χωρίς στέγνωμα για 1 ή 5 min είχε τιμές υψηλότερες από αυτές των φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.8). Μετά από τη συντήρηση, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca για 1 min με στέγνωμα είχαν χαμηλότερες τιμές της παραμέτρου a^* από τα τεμάχια των άλλων μεταχειρίσεων, χωρίς άλλες διαφορές μεταξύ των υπόλοιπων μεταχειρίσεων.

Η παράμετρος χρώματος C^* των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca με ή χωρίς στέγνωμα για 1 ή 5 min είχε παρόμοιες τιμές με αυτές των φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.8). Μετά από τη συντήρηση, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca για 1 min με στέγνωμα είχαν υψηλότερες τιμές της παραμέτρου C^* από τα τεμάχια των άλλων μεταχειρίσεων, χωρίς άλλες ουσιαστικές διαφορές μεταξύ των υπόλοιπων μεταχειρίσεων.

Η παράμετρος Hue του χρώματος σάρκας των τεμαχίων μήλων 'Cripp's Pink' που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca για 1 ή 5 min με ή χωρίς στέγνωμα είχε χαμηλότερες τιμές από αυτές στα φρεσκοτεμαχισμένα (Πίν. 4.8). Μετά από τη συντήρηση, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca για 1 min με στέγνωμα είχαν ελαφρά υψηλότερες τιμές της παραμέτρου Hue από τα τεμάχια των άλλων μεταχειρίσεων, χωρίς άλλες διαφορές μεταξύ των υπόλοιπων μεταχειρίσεων.

Πίνακας 4.8: Επίδραση της εμβάπτισης φρεσκοκομμένων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) για 1 και 5 min με ή χωρίς στέγνωμα, στο χρώμα σάρκας μετά από 4 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 28/12/2010, η λήξη και η μέτρηση έγιναν στις 1/1/2011.

		Χρώμα L*	Χρώμα a*	Χρώμα C*	Χρώμα Hue
1/1/2011	Φρεσκοτεμαχισμένα	72,1 ± 1,3	4,2 ± 0,5	36,5 ± 3,3	83,3 ± 1,1
	Asc + Ca (1 min χωρίς στέγνωμα)	70,6 ± 1,7	7,3 ± 1,7	37,6 ± 3,3	78,9 ± 2,0
	Asc + Ca (1 min με στέγνωμα)	75,8 ± 1,0	5,8 ± 0,5	33,7 ± 1,2	80,0 ± 0,6
	Asc + Ca (5 min χωρίς στέγνωμα)	69,1 ± 1,8	8,0 ± 0,9	39,9 ± 1,4	78,4 ± 1,3
	Asc + Ca (5 min με στέγνωμα)	70,0 ± 2,0	7,4 ± 0,8	37,2 ± 1,8	78,5 ± 1,4

4.1.5 Πείραμα 5°

Η σκληρότητα σάρκας στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' ήταν παρόμοια κατά τις μετρήσεις στις 3 και 9 ημέρες συντήρησης και ελαφρά υψηλότερη αυτών στις 6 ημέρες (Πίν. 4.9). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας μετά από 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης. Η σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca αυξήθηκε από τις 3 στις 6 ημέρες και παρέμεινε σταθερή έως τις 9 ημέρες συντήρησης. Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή Asc+Ca είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας μετά από 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης με τα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα.

Τα Δ.Σ.Σ. του χυμού στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' ήταν παρόμοια κατά τις μετρήσεις στις 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης (Πίν. 4.9). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν παρόμοια Δ.Σ.Σ. μετά από 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης. Τα Δ.Σ.Σ. των τεμαχίων μήλων που

εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca αυξήθηκαν από τις 3 στις 6 ημέρες και παρέμειναν σταθερά έως τις 9 ημέρες. Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3, 6 και 9 ημέρες είχαν χαμηλότερες τιμές Δ.Σ.Σ. από τα φρεσκοτεμαχισμένα. Τα Δ.Σ.Σ. στις 3, 6 και 9 ημέρες στα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε Asc+Ca ή σε νερό ήταν παρόμοια.

Το pH του χυμού στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' ήταν παρόμοιο στις 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης (Πίν. 4.9). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν παρόμοιο pH μετά από 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης. Το pH στα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca παρέμεινε σταθερό στις 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης. Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιο pH στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης με τα φρεσκοτεμαχισμένα. Αντίθετα, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή διάλυμα Asc+Ca είχαν χαμηλότερο pH από αυτό των φρεσκοτεμαχισμένων μετά από 9 ημέρες συντήρησης. Στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης το pH των τεμαχίων μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca ήταν παρόμοιο, ενώ αυτών που συντηρήθηκαν για 9 ημέρες ταυτίζονταν.

Η ογκομετρούμενη οξύτητα του χυμού στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' ήταν παρόμοια στις 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης (Πίν. 4.9). Η ογκομετρούμενη οξύτητα δεν άλλαξε με το χρόνο συντήρησης ανεξάρτητα από τη μεταχείριση. Η ογκομετρούμενη οξύτητα στα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων και με αυτή των φρεσκοτεμαχισμένων μετά από 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης.

Πίνακας 4.9: Επίδραση της εμφύσησης φρεσκοκομμένων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο σε νερό ή σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca), στα ποιοτικά χαρακτηριστικά (σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά συστατικά, pH και οξύτητα του χυμού) μετά από 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 13/1/2011, ακολούθησαν μετρήσεις στις 16/1/2011 και στις 19/1/2011, ενώ η τελευταία μέτρηση και η λήξη του πειράματος έγιναν στις 22/1/2011.

		Σκληρότητα Σάρκας (N)	Δ.Σ.Σ. (%)	pH	Οξύτητα
3 ημέρες	Φρεσκοτεμαχισμένα	44,3 ± 5,0	15,8 ± 0,8	3,5 ± 0,2	0,5 ± 0,1
	Νερό	42,5 ± 2,3	13,1 ± 0,5	3,4 ± 0,2	0,5 ± 0,03
	Asc + Ca	41,7 ± 2,6	12,4 ± 0,8	3,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1
6 ημέρες	Φρεσκοτεμαχισμένα	49,8 ± 5,3	15,8 ± 0,8	3,4 ± 0,1	0,5 ± 0,1
	Νερό	45,1 ± 4,0	14,1 ± 1,4	3,5 ± 0,1	0,5 ± 0,02
	Asc + Ca	45,4 ± 3,5	13,5 ± 0,4	3,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1
9 ημέρες	Φρεσκοτεμαχισμένα	43,7 ± 5,4	15,5 ± 0,5	3,7 ± 0,2	0,4 ± 0,1
	Νερό	44,5 ± 8,0	13,7 ± 0,6	3,4 ± 0,1	0,5 ± 0,05
	Asc + Ca	46,7 ± 4,9	13,6 ± 0,2	3,4 ± 0,1	0,5 ± 0,03

Η παράμετρος χρώματος σάρκας L* στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' είχε παρόμοιες τιμές μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης, ενώ παρουσίασε υψηλότερες τιμές στις 9 ημέρες (Πίν. 4.10). Τα τεμάχια μήλων που εμφύσηστηκαν σε νερό για 3 ημέρες συντήρησης είχαν υψηλότερη τιμή της παραμέτρου χρώματος σάρκας L* από αυτά που συντηρήθηκαν για 6 ημέρες, ενώ η τιμή της παραμέτρου χρώματος σάρκας L* αυξήθηκε ακόμη περισσότερο στις 9 ημέρες. Η παράμετρος χρώματος σάρκας L* στα τεμάχια μήλων που εμφύσηστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχε παρόμοιες τιμές στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης και υψηλότερες αυτών στις 9 ημέρες. Στις 3 και 9

ημέρες συντήρησης τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιες τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας L* με τα φρεσκοτεμαχισμένα. Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca είχαν χαμηλότερες τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας L* από τα φρεσκοτεμαχισμένα μετά από 6 ημέρες συντήρησης. Στις 3 και 9 ημέρες συντήρησης τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιες τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας L*. Στις 6 ημέρες συντήρησης, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε Asc+Ca είχαν υψηλότερες τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας L* από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό.

Η παράμετρος a* στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' ήταν παρόμοια στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης και χαμηλότερη αυτών στις 9 ημέρες (Πίν. 4.10, Διάγρ. 4.1). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιες τιμές στην παράμετρο a* μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης, ενώ οι τιμές μειώθηκαν ελαφρά στις 9 ημέρες συντήρησης. Οι τιμές της παραμέτρου a* στα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca ήταν παρόμοιες με αυτή των φρεσκοτεμαχισμένων μετά από 3 ημέρες συντήρησης, ενώ ήταν υψηλότερες στις 6 και 9 ημέρες συντήρησης. Στις 3 και 9 ημέρες συντήρησης τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιες τιμές στην παράμετρο a*, ενώ στις 6 ημέρες συντήρησης τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν υψηλότερη τιμή στην παράμετρο a* από τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca.

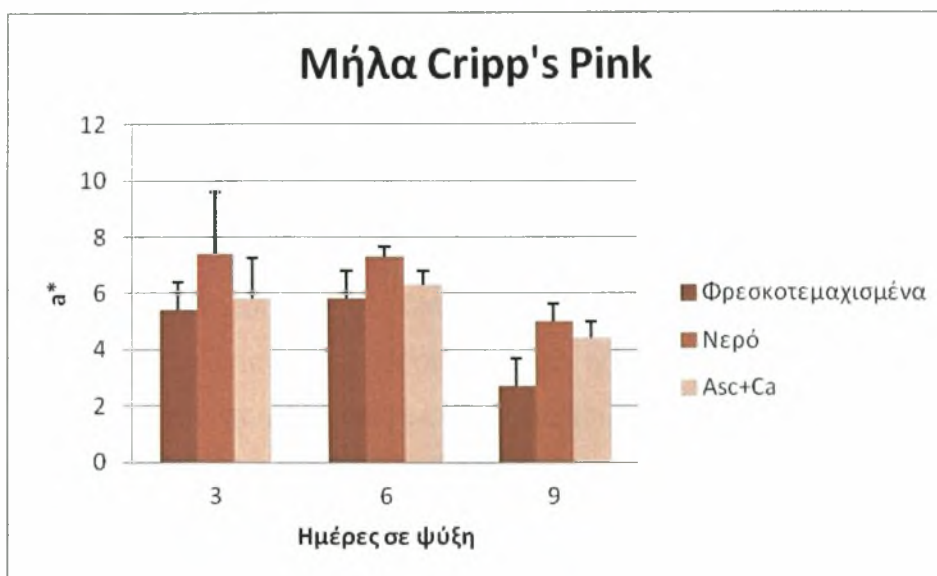
Οι τιμές της παραμέτρου χρώματος C* στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' ήταν παρόμοιες στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης και χαμηλότερες αυτών στις 9 ημέρες (Πίν. 4.10). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιες τιμές της παραμέτρου χρώματος C* μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης, ενώ μειώθηκαν μετά από 9 ημέρες συντήρησης. Στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης οι τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας C* στα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca ήταν παρόμοιες με τα φρεσκοτεμαχισμένα, ενώ ήταν υψηλότερες από αυτά στις 9 ημέρες. Τέλος, ο

δείκτης χρώματος C* ήταν παρόμοιος και στις δύο μεταχειρίσεις μετά από 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης.

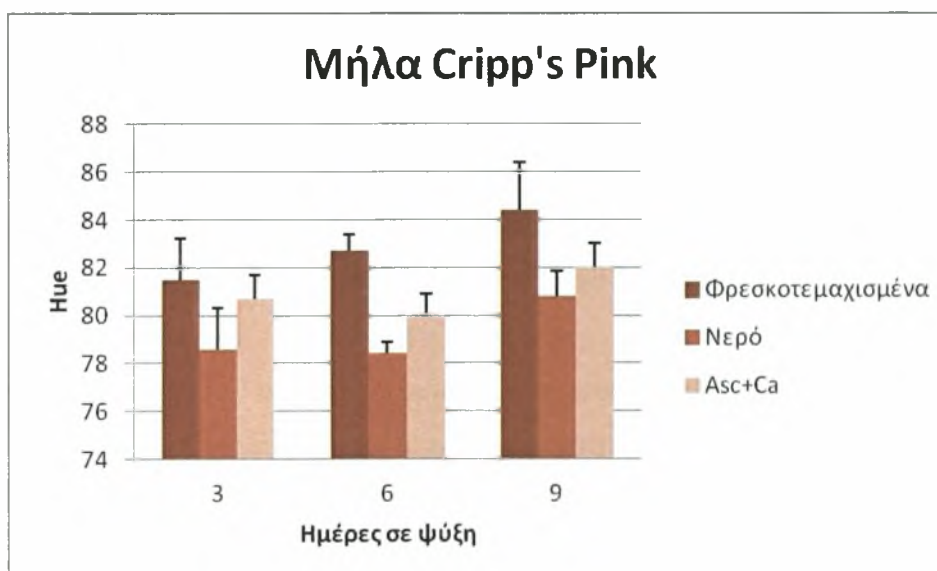
Οι τιμές της παραμέτρου Hue του χρώματος σάρκας στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' αυξήθηκε προοδευτικά στις 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης (Πίν. 4.10, Διάγρ. 4.2). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιες τιμές της παραμέτρου Hue στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης, ενώ στις 9 ημέρες αυξήθηκαν. Στις 3 και 9 ημέρες συντήρησης οι τιμές της παραμέτρου Hue στα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca ήταν παρόμοιες με αυτές στα φρεσκοτεμαχισμένα, ενώ στις 6 ημέρες ήταν χαμηλότερες και στις δύο μεταχειρίσεις. Τέλος, στις 3 και 9 ημέρες συντήρησης η παράμετρος Hue είχε ήταν παρόμοια στα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca, ενώ στις 6 ημέρες αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν χαμηλότερες τιμές παραμέτρου Hue από αυτές των εμβαπτισμένων σε διάλυμα Asc+Ca.

Πίνακας 4.10: Επίδραση της εμβάπτισης φρεσκοκομμένων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο σε νερό ή σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca), στο χρώμα σάρκας μετά από 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 13/1/2011, ακολούθησαν μετρήσεις στις 16/1/2011 και στις 19/1/2011, ενώ η τελευταία μέτρηση και η λήξη του πειράματος έγιναν στις 22/1/2011.

		Χρώμα L*	Χρώμα a*	Χρώμα C*	Χρώμα Hue
3 ημέρες	Φρεσκοτεμαχισμένα	72,2 ± 2,7	5,4 ± 1,3	36,6 ± 2,3	81,5 ± 1,7
	Νερό	69,4 ± 3,4	7,4 ± 2,2	37,0 ± 6,2	78,6 ± 1,7
	Asc + Ca	71,3 ± 3,6	5,8 ± 1,5	35,4 ± 3,2	80,7 ± 1,6
6 ημέρες	Φρεσκοτεμαχισμένα	72,5 ± 2,3	4,6 ± 0,7	35,9 ± 2,6	82,7 ± 0,7
	Νερό	65,1 ± 0,9	7,3 ± 0,3	36,3 ± 1,9	78,4 ± 0,5
	Asc + Ca	69,6 ± 2,4	6,3 ± 0,5	36,2 ± 0,6	79,9 ± 0,6
9 ημέρες	Φρεσκοτεμαχισμένα	79,3 ± 2,5	2,7 ± 0,9	27,5 ± 1,3	84,4 ± 2,0
	Νερό	76,4 ± 1,4	5,0 ± 0,6	31,3 ± 1,9	80,8 ± 1,1
	Asc + Ca	79,0 ± 2,0	4,4 ± 0,6	31,3 ± 2,4	82,0 ± 0,9



Διάγραμμα 4.1: Επίδραση της εμφάνισης σε νερό ή σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) στην παράμετρο χρώματος σάρκας a* τεμαχίων μήλων μετά από συντήρηση για 3, 6 και 9 ημέρες σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα.



Διάγραμμα 4.2: Επίδραση της εμφάνισης σε νερό ή σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) στην παράμετρο χρώματος σάρκας Hue τεμαχίων μήλων μετά από συντήρηση για 3, 6 και 9 ημέρες σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα.

4.1.6 Πείραμα 6^ο

Η σκληρότητα σάρκας στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' στις 6 ημέρες συντήρησης ήταν ελαφρά υψηλότερη αυτών στις 3 ημέρες (Πίν. 4.11, Διάγρ. 4.3). Τα τεμάχια μήλων που εμφάνιστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca

ή σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού είχαν στις 3 ημέρες ελαφρά υψηλότερη σκληρότητα σάρκας από τις 6 ημέρες συντήρησης. Η σκληρότητα σάρκας στα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες ήταν παρόμοια με αυτή των φρεσκοτεμαχισμένων. Στις 6 ημέρες συντήρησης, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό ροδιού είχαν παρόμοιες τιμές σκληρότητας σάρκας με τα φρεσκοτεμαχισμένα, ενώ αυτά που εμβαπτίστηκαν σε χυμό κόκκινου σταφυλιού είχαν χαμηλότερες τιμές από τα φρεσκοτεμαχισμένα. Η σκληρότητα σάρκας στα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες ήταν παρόμοια.

Τα Δ.Σ.Σ. χυμού στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' στις 3 ημέρες συντήρησης ήταν χαμηλότερα από αυτά στις 6 ημέρες (Πίν. 4.11). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού είχαν παρόμοια Δ.Σ.Σ. στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης. Στις 3 ημέρες συντήρησης, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού είχαν παρόμοιες τιμές Δ.Σ.Σ. με τα φρεσκοτεμαχισμένα, ενώ αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν χαμηλότερες τιμές από τα φρεσκοτεμαχισμένα. Στις 6 ημέρες συντήρησης, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού είχαν χαμηλότερες τιμές Δ.Σ.Σ. από τα φρεσκοτεμαχισμένα. Τα τεμάχια μήλων που συντηρήθηκαν για 3 ημέρες και εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού είχαν παρόμοιες τιμές Δ.Σ.Σ. μεταξύ τους, αλλά υψηλότερες από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca. Παρόμοιες διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων βρέθηκαν και μετά από 6 ημέρες συντήρησης.

Το pH χυμού στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης είχε παρόμοιες τιμές (Πίν. 4.11). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό κόκκινου σταφυλιού στις 3 ημέρες είχαν υψηλότερο pH από αυτά στις 6 ημέρες συντήρησης, αντίθετα αυτά που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού είχαν παρόμοιες τιμές στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης. Το pH των φρεσκοτεμαχισμένων μήλων ήταν υψηλότερο από αυτό και των τριών μεταχειρίσεων μετά από 3 ημέρες συντήρησης.

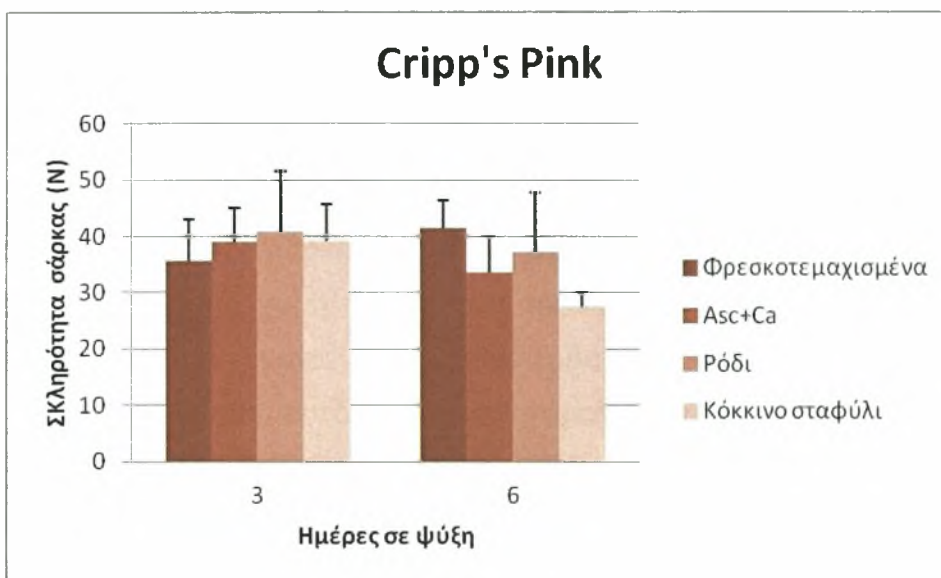
Αντίθετα, στις 6 ημέρες συντήρησης οι διαφορές στο pH χυμού μεταξύ των μεταχειρίσεων και των φρεσκοκομμένων ήταν ελάχιστες. Τέλος, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε χυμό κόκκινου σταφυλιού είχαν υψηλότερο pH χυμού από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό ροδιού.

Η ογκομετρούμενη οξύτητα χυμού στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης ήταν παρόμοια (Πίν. 4.11). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό κόκκινου σταφυλιού στις 6 ημέρες συντήρησης είχαν χαμηλότερη ογκομετρούμενη οξύτητα από αυτά στις 3 ημέρες συντήρησης, αντίθετα αυτά που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού παρουσίασαν σταθερές τιμές ογκομετρούμενης οξύτητας στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης. Στις 3 ημέρες συντήρησης, η ογκομετρούμενη οξύτητα στα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού ήταν χαμηλότερη από αυτή στα φρεσκοτεμαχισμένα. Παρόμοιες διαφορές μεταξύ των συντηρημένων με τα φρεσκοκομμένα βρέθηκαν και μετά από 6 ημέρες συντήρησης. Τέλος, η ογκομετρούμενη οξύτητα ήταν παρόμοια για όλες τις μεταχειρίσεις τόσο στις 3 όσο και στις 6 ημέρες συντήρησης.

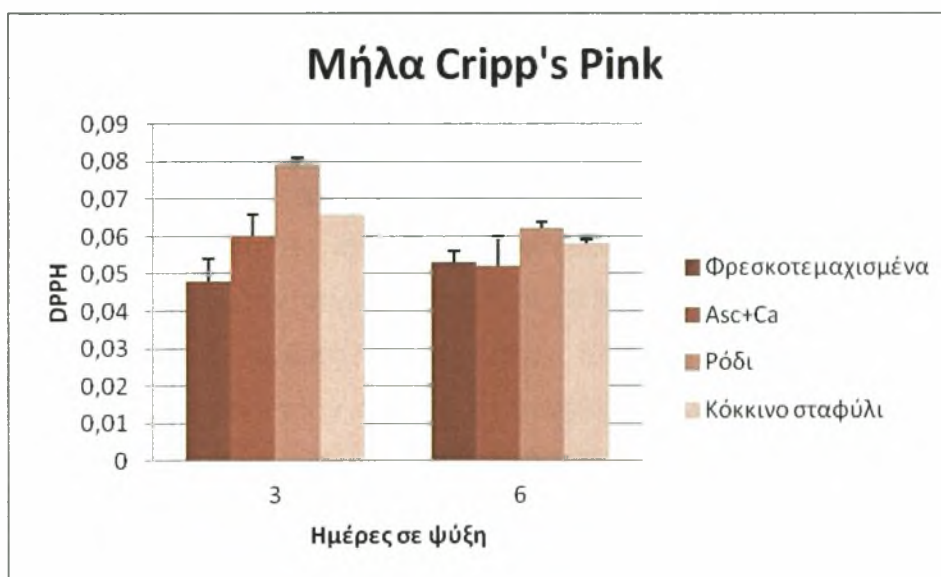
Η αντιοξειδωτική ικανότητα (DPPH) στη σάρκα των φρεσκοτεμαχισμένων μήλων 'Cripp's Pink' στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης ήταν ίδια (Πίν. 4.11, Διάγρ. 4.4). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού μετά από 6 ημέρες είχαν χαμηλότερες τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας από αυτά στις 3 ημέρες συντήρησης. Στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης, η αντιοξειδωτική ικανότητα στα φρεσκοτεμαχισμένα ήταν παρόμοια με αυτή στα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca, ενώ ήταν χαμηλότερη από αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού. Η αντιοξειδωτική ικανότητα είχε παρόμοιες τιμές στα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό κόκκινου σταφυλιού, ενώ είχε υψηλότερες τιμές σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού, μετά από 3 ημέρες συντήρησης. Στις 6 ημέρες συντήρησης, τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού είχαν ελαφρά υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από αυτή των εμβαπτισμένων σε διάλυμα Asc+Ca.

Πίνακας 4.11: Επίδραση της εμβάπτισης φρεσκοκομμένων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca), σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού, στα ποιοτικά χαρακτηριστικά (σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά συστατικά, pH, οξύτητα του χυμού και DPPH) μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 15/3/2011, ακολούθησε μέτρηση στις 18/3/2011, ενώ η τελευταία μέτρηση και η λήξη του πειράματος έγιναν στις 21/3/2011.

		Σκληρότητα Σάρκας (N)	Δ.Σ.Σ. (%)	pH	Οξύτητα	DPPH
3 ημ.	Φρεσκοτεμαχισμένα	35,5 ± 7,6	15,1 ± 0,1	3,3 ± 0,0	0,6 ± 0,02	0,05 ± 0,01
	1%Asc + 0,5%CaCl ₂	39,1 ± 5,9	13,2 ± 0,7	3,5 ± 0,1	0,5 ± 0,05	0,06 ± 0,01
	Ρόδι	40,7 ± 10,8	15,0 ± 0,6	3,4 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0,08 ± 0,002
	Κόκκινο σταφύλι	39,2 ± 6,5	15,6 ± 1,5	3,7 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,07 ± 0,0
6 ημ.	Φρεσκοτεμαχισμένα	41,5 ± 5,0	15,9 ± 0,2	3,1 ± 0,2	0,5 ± 0,1	0,05 ± 0,003
	1%Asc + 0,5%CaCl ₂	33,6 ± 6,6	13,2 ± 0,4	3,1 ± 0,05	0,4 ± 0,04	0,05 ± 0,01
	Ρόδι	37,1 ± 10,7	14,3 ± 0,2	3,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,06 ± 0,002
	Κόκκινο σταφύλι	27,4 ± 2,8	14,4 ± 1,0	3,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,06 ± 0,001



Διάγραμμα 4.3: Επίδραση της εμφάπτισης σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) ή σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού στη σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων μήλων μετά από συντήρηση για 3 και 6 ημέρες σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα.



Διάγραμμα 4.4: Επίδραση της εμφάπτισης σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) ή σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού στην αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH των τεμαχίων μήλων μετά από συντήρηση για 3 και 6 ημέρες σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα.

Η παράμετρος χρώματος σάρκας L^* στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' είχε παρόμοιες τιμές στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης (Πίν. 4.12). Τα τεμάχια μήλων που εμφαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχαν χαμηλότερες τιμές παραμέτρου L^* από αυτά που

συντηρήθηκαν για 6 ημέρες. Αντίθετα, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού ή χυμό κόκκινου σταφυλιού είχε παρόμοιες τιμές παραμέτρου L^* στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης. Τα τεμάχια μήλων σε όλες τις μεταχειρίσεις μετά από 3 ημέρες συντήρησης είχαν χαμηλότερες τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας L^* από τα φρεσκοτεμαχισμένα. Παρόμοια στις 6 ημέρες συντήρησης, χαμηλότερες τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας L^* βρέθηκαν για τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού από αυτές των φρεσκοτεμαχισμένων, ενώ τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιες τιμές με των φρεσκοτεμαχισμένων. Στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού παρουσίασαν παρόμοιες τιμές στο δείκτη χρώματος σάρκας L^* μεταξύ τους και χαμηλότερες αυτών που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca. Με άλλα λόγια, η εμβάπτιση σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού έκανε και μακροσκοπικά τα τεμάχια πιο σκουρόχρωμα.

Η παράμετρος a^* στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' στις 3 ημέρες συντήρησης είχε χαμηλότερη τιμή από αυτή στις 6 ημέρες (Πίν. 4.12, Διάγρ. 4.5). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό κόκκινου σταφυλιού είχαν παρόμοιες τιμές στην παράμετρο a^* μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης, ενώ αυτά που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού είχαν υψηλότερη τιμή στην παράμετρο a^* στις 3 ημέρες από ότι στις 6 ημέρες συντήρησης. Στις 3 ημέρες συντήρησης, όλες οι μεταχειρίσεις είχαν υψηλότερες τιμές παραμέτρου a^* από τα φρεσκοτεμαχισμένα. Στις 6 ημέρες συντήρησης, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού είχαν επίσης υψηλότερες τιμές στην παράμετρο a^* από τα φρεσκοτεμαχισμένα, ενώ αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιες τιμές με τα φρεσκοτεμαχισμένα. Στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης, τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού είχαν παρόμοιες τιμές μεταξύ τους, και υψηλότερες από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca.

Οι τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας C^* στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' στις 3 ημέρες συντήρησης ήταν χαμηλότερες από αυτόν στις 6 (Πίν. 4.12). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca

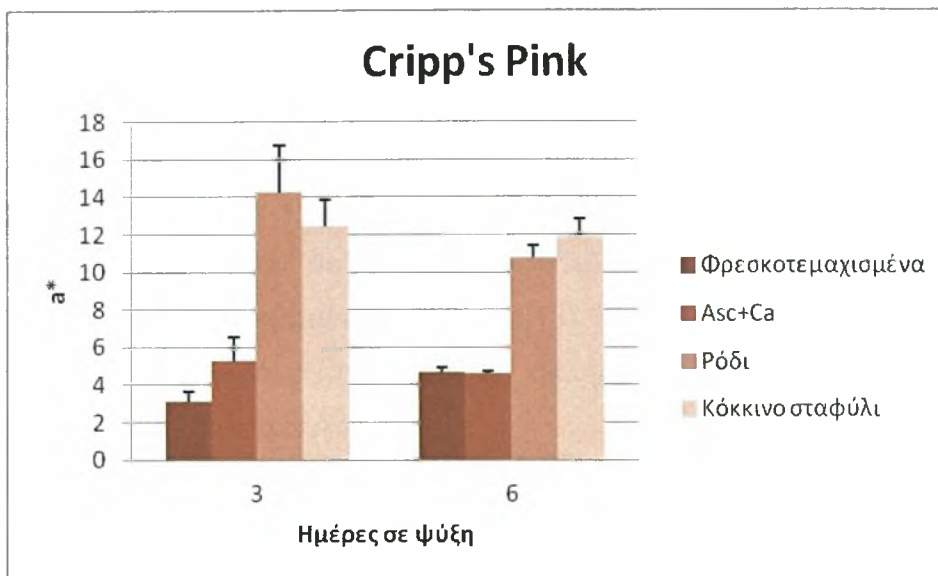
ή σε χυμό κόκκινου σταφυλιού είχαν παρόμοιες τιμές της παραμέτρου χρώματος C* μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης, ενώ αυτά που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού είχαν στις 3 ημέρες συντήρησης χαμηλότερη τιμή από ότι στις 6 ημέρες. Στις 3 ημέρες συντήρησης, όλες οι μεταχειρίσεις είχαν παρόμοιες τιμές στο δείκτη χρώματος C* με τα φρεσκοτεμαχισμένα. Στις 6 ημέρες συντήρησης, τα φρεσκοτεμαχισμένα παρουσίασαν παρόμοιες τιμές στην παράμετρο χρώματος C* με τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε χυμό κόκκινου σταφυλιού, ενώ αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό ροδιού είχαν χαμηλότερες ή υψηλότερες τιμές από τα φρεσκοτεμαχισμένα, αντίστοιχα. Τα τεμάχια μήλων που συντηρήθηκαν για 3 ή 6 ημέρες και εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιες τιμές στην παράμετρο χρώματος C* με αυτά που εμβαπτίστηκαν σε χυμό κόκκινου σταφυλιού. Αντίθετα, αυτά που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού είχαν χαμηλότερες τιμές παραμέτρου C* στις 3 ημέρες συντήρησης και υψηλότερες τιμές στις 6 ημέρες συντήρησης από τα τεμάχια των άλλων δύο μεταχειρίσεων.

Η παράμετρος Hue στα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα 'Cripp's Pink' στις 3 ημέρες συντήρησης ήταν υψηλότερη από αυτή στις 6 ημέρες (Πίν. 4.12, Διάγρ. 4.6). Τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε χυμό κόκκινου σταφυλιού είχαν παρόμοιες τιμές στην παράμετρο Hue μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης, ενώ αυτά που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού μετά από 3 ημέρες είχαν χαμηλότερες τιμές παραμέτρου Hue από αυτά στις 6 ημέρες. Στις 3 ημέρες συντήρησης, τα φρεσκοτεμαχισμένα παρουσίασαν υψηλότερες τιμές στην παράμετρο Hue σε σύγκριση με όλες τις μεταχειρίσεις. Στις 6 ημέρες συντήρησης, τα φρεσκοτεμαχισμένα είχαν υψηλότερες τιμές στην παράμετρο Hue από τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού, ενώ είχαν παρόμοιες τιμές με αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca. Η παράμετρος Hue στις 3 ημέρες συντήρησης παρουσίασε χαμηλότερες τιμές στα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού, υψηλότερες τιμές σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε χυμό κόκκινου σταφυλιού και ακόμη πιο υψηλές σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca. Τέλος, στις 6 ημέρες συντήρησης η παράμετρος Hue παρουσίασε χαμηλότερες τιμές στα τεμάχια μήλων που

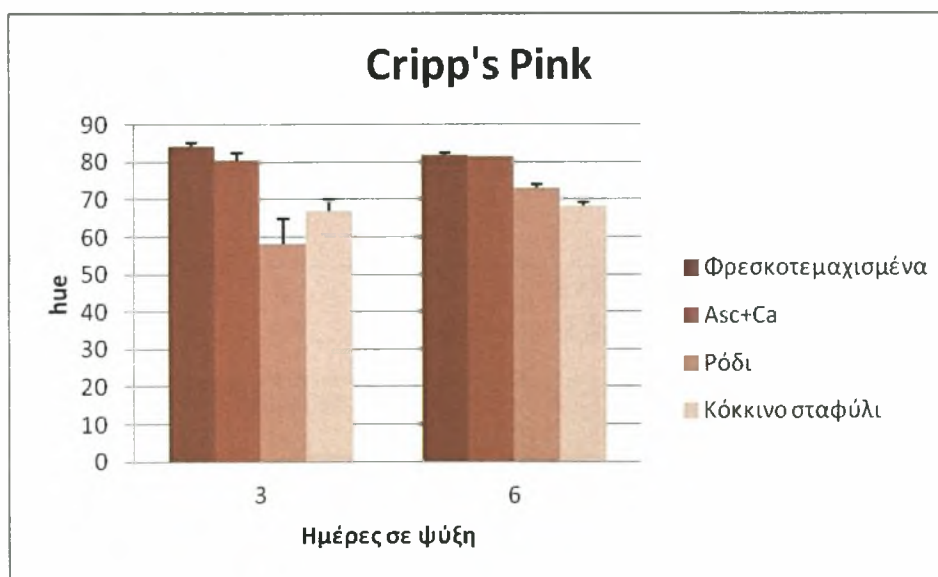
εμβαπτίστηκαν σε χυμό κόκκινου σταφυλιού, υψηλότερες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε χυμό ροδιού και ακόμη πιο υψηλές σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca. Με άλλα λόγια η βελτίωση του χρώματος (πιο κοκκινωπό) στις 3 ημέρες συντήρησης ήταν πιο έντονο από την εμβάπτιση σε χυμό ροδιού, αλλά φαίνεται ότι στις 6 ημέρες συντήρησης αυτή η μεταχείριση είχε λιγότερο κοκκινωπό χρώμα, σαν να οξειδώθηκε ο χυμός ροδιού και έχασε μερικώς το κόκκινο χρώμα του.

Πίνακας 4.12: Επίδραση της εμβάπτισης φρεσκοκομμένων μήλων ποικ. ‘Cripp’s Pink’ από το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca), σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού, στο χρώμα σάρκας μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 15/3/2011, ακολούθησε μέτρηση στις 18/3/2011, ενώ η τελευταία μέτρηση και η λήξη του πειράματος έγιναν στις 21/3/2011.

		Χρώμα L*	Χρώμα a*	Χρώμα C*	Χρώμα Hue
3 ημ.	Φρεσκοτεμαχισμένα	82,0 ± 1,7	3,1 ± 0,5	30,5 ± 1,6	84,1 ± 0,9
	1%Asc + 0,5%CaCl ₂	76,3 ± 4,0	5,2 ± 1,3	31,0 ± 1,9	80,3 ± 2,3
	Ρόδι	61,1 ± 1,9	14,3 ± 2,5	27,4 ± 2,1	58,3 ± 6,5
	Κόκκινο σταφύλι	62,5 ± 2,6	12,5 ± 1,4	32,1 ± 2,6	67,0 ± 2,8
6 ημ.	Φρεσκοτεμαχισμένα	82,6 ± 1,8	4,6 ± 0,3	32,2 ± 0,6	81,7 ± 0,7
	1%Asc + 0,5%CaCl ₂	82,9 ± 0,8	4,6 ± 0,1	30,2 ± 1,0	81,3 ± 0,2
	Ρόδι	63,5 ± 2,0	10,7 ± 0,7	37,0 ± 1,4	73,1 ± 1,0
	Κόκκινο σταφύλι	64,9 ± 2,5	11,8 ± 1,02	31,8 ± 2,8	68,2 ± 1,0



Διάγραμμα 4.5: Επίδραση της εμφάνισης σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) ή σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού στην παράμετρο χρώματος σάρκας a^* των τεμαχίων μήλων μετά από συντήρηση για 3 και 6 ημέρες σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα.



Διάγραμμα 4.6: Επίδραση της εμφάνισης σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) ή σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού στην παράμετρο χρώματος σάρκας Hue των τεμαχίων μήλων μετά από συντήρηση για 3 και 6 ημέρες σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα μήλα.

4.2 ΑΚΤΙΝΙΔΙΑ ‘HAYWARD’

4.2.1 Πείραμα 1^ο

Η σκληρότητα σάρκας στα τεμάχια ακτινιδίων ‘Hayward’ μετά από 4 ημέρες συντήρησης τόσο σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό, όσο και σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca για 5 min ήταν παρόμοια με αυτή των φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.13). Τα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας με αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca.

Τα Δ.Σ.Σ. των φρεσκοτεμαχισμένων ακτινιδίων ‘Hayward’ ήταν υψηλότερα από αυτά στα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και χαμηλότερα από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.13). Τα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν χαμηλότερα Δ.Σ.Σ. από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca.

Πίνακας 4.13: Επίδραση της εμβάπτισης φρεσκοκομμένων ακτινιδίων ποικ. ‘Hayward’ σε νερό ή σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) για 5 min, στα ποιοτικά χαρακτηριστικά (σκληρότητα σάρκας και διαλυτά στερεά συστατικά) μετά από 4 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 28/12/2010, η λήξη και η μέτρηση έγιναν στις 1/1/2011.

		Σκληρότητα Σάρκας (N)	Δ.Σ.Σ. (%)
1/1/2011	Φρεσκοτεμαχισμένα	3,2 ± 0,9	15,3 ± 0,4
	Νερό	2,7 ± 0,8	14,8 ± 0,3
	Asc + Ca 5 min	3,0 ± 1,05	16,2 ± 0,5

Οι τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας L* στα φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια ‘Hayward’ ήταν υψηλότερες από ότι στα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca χωρίς διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων μετά από 4 ημέρες συντήρησης (Πίν. 4.14).

Η τιμή της παραμέτρου a^* στα φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια 'Hayward' ήταν χαμηλότερη από αυτήν στα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και παρόμοια με αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.14). Τα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν υψηλότερες τιμές στην παράμετρο a^* από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca.

Η τιμή της παραμέτρου χρώματος σάρκας C^* στα φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια 'Hayward' ήταν παρόμοια με αυτήν στα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.14). Τα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν χαμηλότερες τιμές παραμέτρου χρώματος C^* από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca.

Η τιμή της παραμέτρου Hue στα φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια 'Hayward' ήταν υψηλότερη από αυτή στα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.14). Τέλος, τα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν ελαφρά χαμηλότερες τιμές στην παράμετρο Hue από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca. Με άλλα λόγια, μόνο η παράμετρος L^* άλλαξε ουσιαστικά με τη συντήρηση για 4 ημέρες κάνοντας τα τεμάχια ακτινιδίων πιο σκουρόχρωμα βασικά λόγω της υδάτωσης των τεμαχίων από την υπερωρίμανση, όπως φαίνονταν μακροσκοπικά και από τη μέτρηση της σκληρότητας σάρκας.

Πίνακας 4.14: Επίδραση της εμβάπτισης φρεσκοκομμένων ακτινιδίων ποικ. 'Hayward' σε νερό ή σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο (Asc+Ca) για 5 min, στο χρώμα σάρκας μετά από 4 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 28/12/2010, η λήξη και η μέτρηση έγιναν στις 1/1/2011.

		Χρώμα L^*	Χρώμα a^*	Χρώμα C^*	Χρώμα Hue
1/1/2011	Φρεσκοτεμαχισμένα	52,4 ± 0,3	-2,4 ± 0,4	22,3 ± 1,6	96,2 ± 0,6
	Νερό	48,1 ± 3,4	-1,6 ± 0,5	21,6 ± 1,7	94,3 ± 1,1
	Asc + Ca 5 min	49,7 ± 1,2	-2,2 ± 0,2	23,5 ± 0,8	95,4 ± 0,3

4.2.2 Πείραμα 2^ο

Η σκληρότητα σάρκας στα τεμάχια ακτινιδίων 'Hayward' μετά από 3 ημέρες συντήρησης τόσο σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό, όσο και σε αυτά που δεν εμβαπτίστηκαν, ήταν χαμηλότερη από αυτή των φρεσκοτεμαχισμένων (Πίν. 4.15, Διάγρ. 4.7). Η σκληρότητα σάρκας στα τεμάχια ακτινιδίων των δύο μεταχειρίσεων ήταν παρόμοια και μεταξύ των μεταχειρίσεων και στις δύο διάρκειες συντήρησης

Τα Δ.Σ.Σ. στα φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια 'Hayward' μετά από 3 ημέρες συντήρησης είχαν παρόμοιες τιμές με αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό, ενώ είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτά που δεν εμβαπτίστηκαν (Πίν. 4.15, Διάγρ. 4.8). Τα Δ.Σ.Σ. στα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ήταν παρόμοια μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης, ενώ τα τεμάχια ακτινιδίων που δεν εμβαπτίστηκαν σε νερό μετά από 3 ημέρες συντήρησης είχαν υψηλότερα Δ.Σ.Σ. από αυτά μετά από 6 ημέρες. Τα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό μετά από 3 ή 6 ημέρες συντήρησης είχαν χαμηλότερες τιμές Δ.Σ.Σ. από αυτά που δεν εμβαπτίστηκαν.

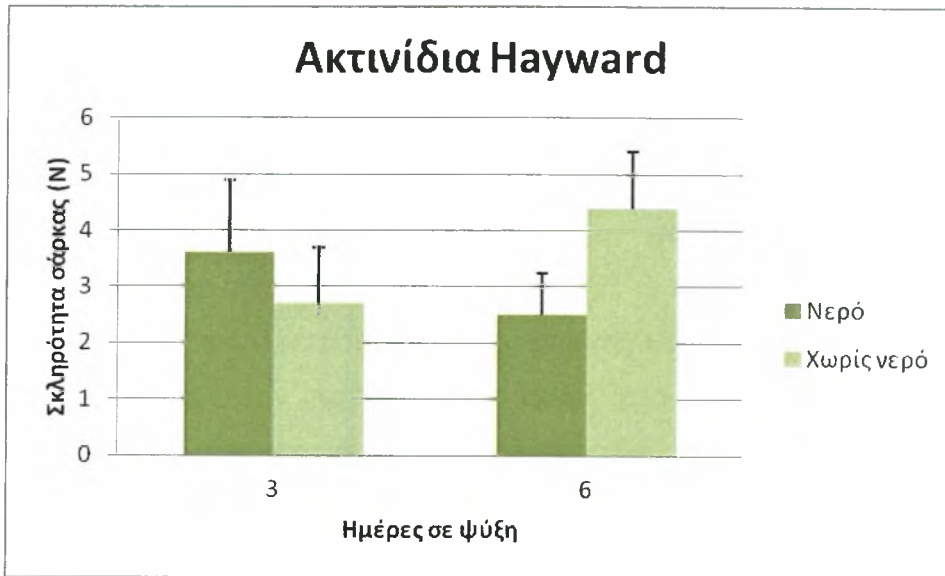
Το pH στα φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια 'Hayward' μετά από 3 ημέρες συντήρησης ήταν χαμηλότερο από αυτό στα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν ή όχι σε νερό (Πίν. 4.15). Τα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν ή όχι σε νερό μετά από 3 ημέρες συντήρησης είχαν χαμηλότερο pH από αυτά μετά από 6 ημέρες. Μετά από 3 ημέρες συντήρησης, το pH στα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν ή όχι σε νερό είχε παρόμοιες τιμές, αντίθετα μετά από 6 ημέρες συντήρησης τα τεμάχια αυτών που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν υψηλότερο pH από αυτά που δεν εμβαπτίστηκαν.

Η ογκομετρούμενη οξύτητα στα φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια 'Hayward' μετά από 3 ημέρες συντήρησης ήταν υψηλότερη από αυτή στα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν ή όχι σε νερό (Πίν. 4.15). Η ογκομετρούμενη οξύτητα στα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν ή όχι σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες ήταν υψηλότερη από αυτή μετά από 6 ημέρες συντήρησης. Τα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν χαμηλότερη ογκομετρούμενη οξύτητα από αυτά που δεν εμβαπτίστηκαν, μετά

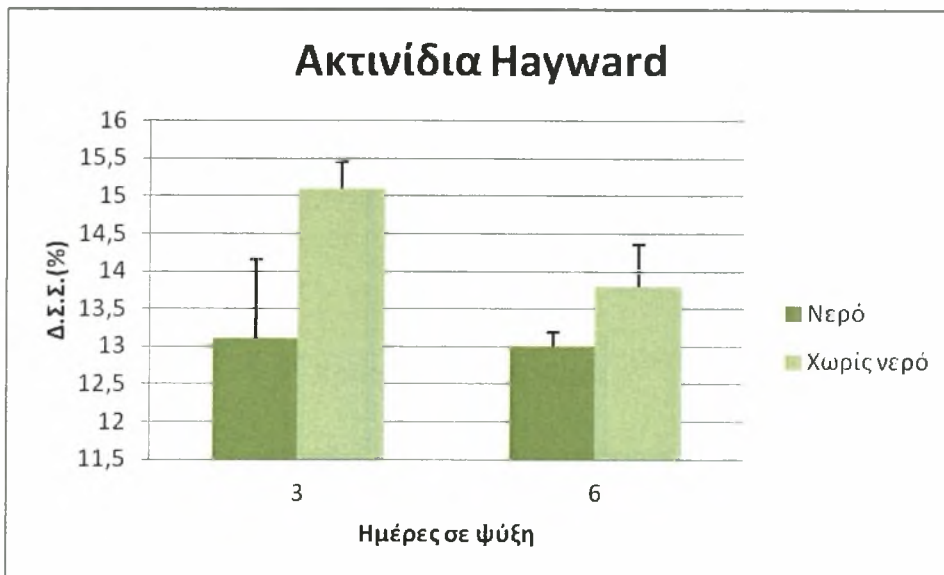
από 3 και 6 ημέρες συντήρησης. Συνοπτικά, φαίνεται ότι τα τεμάχια ακτινιδίων συνέχισαν την ωρίμανση τους κατά τη συντήρηση σαν φρεσκοκομμένα με σημαντική μείωση της σκληρότητας σάρκας και της οξύτητας και αύξηση της συγκέντρωσης Δ.Σ.Σ. μόνο στα τεμάχια που δεν εμβάπτιστηκαν σε νερό.

Πίνακας 4.15: Επίδραση της εμβάπτισης ή όχι σε νερό φρεσκοκομμένων ακτινιδίων ποικ. 'Hayward', στα ποιοτικά χαρακτηριστικά (σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά συστατικά, pH και οξύτητα του χυμού) μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 13/1/2011, ακολούθησε μέτρηση στις 16/1/2011, ενώ η λήξη και η μέτρηση έγιναν στις 19/1/2011.

		Σκληρότητα Σάρκας (N)	Δ.Σ.Σ. (%)	pH	Οξύτητα
3 ημέρες	Φρεσκοτεμα- χιμένα	7,0 ± 2,0	13,2 ± 0,5	3,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1
	Νερό	3,6 ± 1,3	13,1 ± 1,0	3,8 ± 0,1	0,4 ± 0,04
	Χωρίς νερό	2,7 ± 0,6	15,1 ± 0,3	3,7 ± 0,1	0,5 ± 0,1
6 ημέρες	Νερό	2,5 ± 0,7	13,0 ± 0,2	4,0 ± 0,1	0,3 ± 0,03
	Χωρίς νερό	4,4 ± 2,0	13,8 ± 0,6	3,8 ± 0,1	0,4 ± 0,05



Διάγραμμα 4.7: Επίδραση της εμφύσησης ή όχι σε νερό στη σκληρότητα σάρκας τεμαχίων ακτινιδίων μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.



Διάγραμμα 4.8: Επίδραση της εμφύσησης ή όχι σε νερό στη συγκέντρωση διαλυτών στερεών συστατικών (Δ.Σ.Σ.) τεμαχίων ακτινιδίων μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Οι τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας L^* στα φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια 'Hayward' ήταν υψηλότερες μετά από 3 ημέρες συντήρησης από ότι στα τεμάχια ακτινιδίων που εμφύσηστηκαν ή όχι σε νερό (Πίν. 4.16). Τα

τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν ή όχι σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ή 6 ημέρες είχαν παρόμοιες τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας L*.

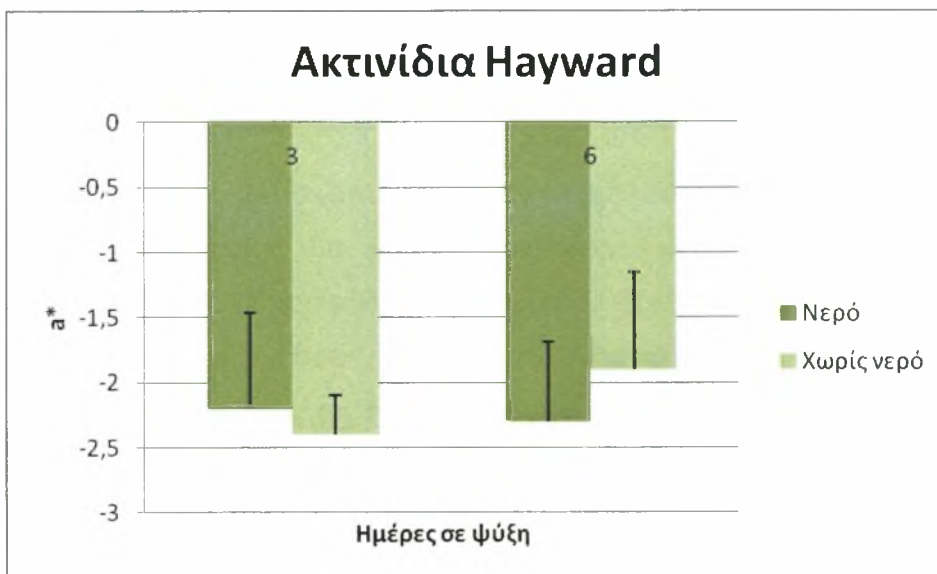
Η παράμετρος a* στα φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια 'Hayward' είχε χαμηλότερες τιμές από ότι στα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν ή όχι σε νερό (Πίν. 4.16, Διάγρ. 4.9). Μετά από 3 ή 6 ημέρες συντήρησης, η παράμετρος a* και στις δύο μεταχειρίσεις ήταν παρόμοια χωρίς διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Οι τιμές της παραμέτρου χρώματος σάρκας C* στα φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια 'Hayward' ήταν παρόμοιες με αυτές στα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν ή όχι σε νερό (Πίν. 4.16). Τα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό, μετά από 3 ή 6 ημέρες συντήρησης, είχαν παρόμοιες τιμές παραμέτρου C* με αυτές των τεμαχίων που δεν εμβαπτίστηκαν.

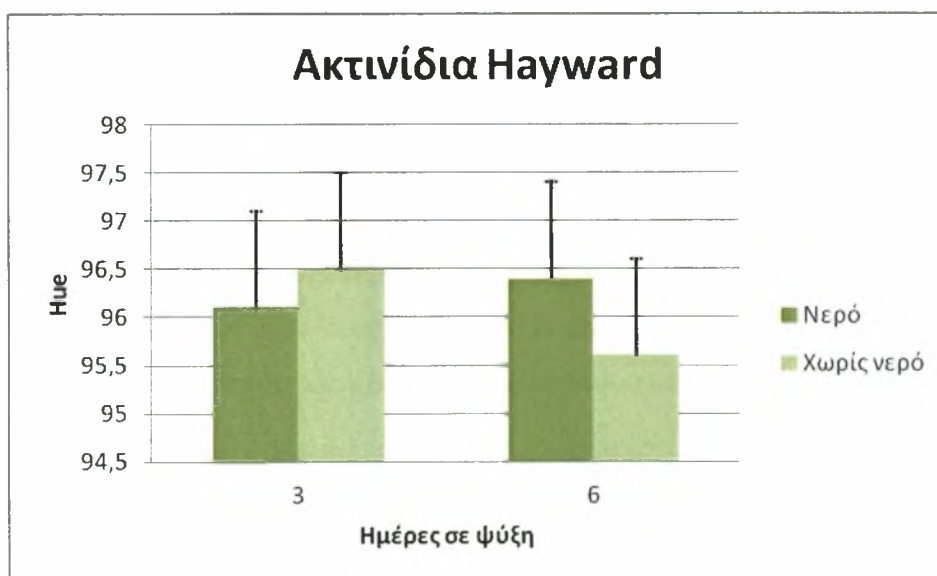
Η παράμετρος Hue στα φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια 'Hayward' είχε υψηλότερη τιμή από αυτή στα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν ή όχι σε νερό (Πίν. 4.16, Διάγρ. 4.10). Τα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν ή όχι σε νερό είχαν παρόμοιες τιμές στην παράμετρο Hue μετά από 3 ή 6 ημέρες συντήρησης χωρίς διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Πίνακας 4.16: Επίδραση της εμβάπτισης ή όχι σε νερό φρεσκοκομμένων ακτινιδίων ποικ. 'Hayward', στο χρώμα σάρκας, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης στους 3 °C σε σχέση με φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 13/1/2011, ακολούθησε μέτρηση στις 16/1/2011, ενώ η λήξη και η μέτρηση έγιναν στις 19/1/2011.

		Χρώμα L*	Χρώμα a*	Χρώμα C*	Χρώμα Hue
3 ημέρες	Φρεσκοτεμα- χιμένα	51,3 ± 0,9	-3,2 ± 0,6	21,8 ± 0,7	98,3 ± 1,6
	Νερό	46,6 ± 2,9	-2,2 ± 0,7	20,8 ± 1,5	96,1 ± 1,7
	Χωρίς νερό	46,1 ± 3,2	-2,4 ± 0,3	21,3 ± 1,1	96,5 ± 0,7
6 ημέρες	Νερό	45,5 ± 3,3	-2,3 ± 0,6	20,2 ± 2,8	96,4 ± 1,2
	Χωρίς νερό	47,7 ± 4,6	-1,9 ± 0,7	19,6 ± 2,5	95,6 ± 2,4



Διάγραμμα 4.9: Επίδραση της εμβάπτισης ή όχι σε νερό στην παράμετρο χρώματος σάρκας a^* τεμαχίων ακτινιδίων μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.



Διάγραμμα 4.10: Επίδραση της εμβάπτισης ή όχι σε νερό στην παράμετρο χρώματος σάρκας Hue τεμαχίων ακτινιδίων μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

5. Συζήτηση

5.1 ΜΗΛΑ 'CRIPP'S PINK'

Στο πρώτο πείραμα σκοπός μας ήταν μεταξύ άλλων να αποφασίσουμε ποιον τύπο συσκευασίας θα χρησιμοποιήσουμε για τη συντήρηση των τεμαχίων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink'. Καθώς δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο συσκευασιών που μελετήθηκαν, αποφασίστηκε τα επόμενα πειράματα να διενεργηθούν σε πλαστικά σακουλάκια αεροστεγώς κλεισμένα σαν πιο εύχρηστα και οικονομικά σε σχέση με τα δισκάκια με καπάκι, που δεν είναι σίγουρο πόσο αεροστεγώς κλείνουν, αλλά διατηρούν τα τεμάχια χωρίς τυχόν μωλωπισμούς από την επαφή του ενός τεμαχίου με το άλλο.

Στο δεύτερο πείραμα δε βρέθηκαν ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Όπως παρατηρήθηκε, η σκληρότητα σάρκας των μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' ήταν μεγάλη και δεν μεταβλήθηκε σημαντικά σε όλες τις μεταχειρίσεις. Η εμφάνιση σε διάλυμα ασκορβικού οξέος και χλωριούχου ασβεστίου και η εμφάνιση σε 3% χυμό λεμονιού δεν ήταν ικανές να αυξήσουν την οξύτητα του χυμού, καθώς η απορρόφησή τους προφανώς ήταν ελάχιστη και μόνο στα επιφανειακά κύτταρα των τομών. Έτσι οι ανωτέρω μεταχειρίσεις πιθανότατα δεν αλλοιώνουν τη γεύση των τεμαχίων μήλων, όσον αφορά την αίσθηση της οξύτητας. Η εμφάνιση των τεμαχίων μήλων σε διάλυμα ασκορβικού οξέος και χλωριούχου ασβεστίου κατέληξε σε μεταχρωματισμό των τεμαχίων μετά από 3 ημέρες συντήρησης, με εμφάνιση παρόμοια ή και χειρότερη με τα τεμάχια που προήλθαν από εμφάνιση καρπών σε νερό 55 °C για 10 min. Αυτό παρουσίασε ενδιαφέρον και είναι δύσκολο να εξηγηθεί καθώς η μεταχείριση με εμφάνιση σε διάλυμα 1% ασκορβικού οξέος και 0,5% χλωριούχου ασβεστίου είναι κλασική μεταχείριση των φρέσκων τεμαχίων μήλων διεθνώς και εμπορικά (Garcia and Barrett, 2002). Βέβαια σχεδόν πάντα η ανωτέρω μεταχείριση συνοδεύεται και από συντήρηση σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα με τη συσκευασία σε αεροστεγείς πλαστικές σακούλες κατάλληλου φύλλου πολυαιθυλενίου με κατάλληλη περατότητα στα αέρια, ώστε η συγκέντρωση οξυγόνου να μειωθεί αρκετά αλλά όχι να εκμηδενιστεί. Επομένως, στο δικό μας πείραμα το φύλλο πλαστικού ίσως δεν

είχε την κατάλληλη περατότητα ώστε να διατηρηθεί σωστή συγκέντρωση αερίων εντός της για μείωση της κασάνωσης των τομών.

Στο τρίτο πείραμα όλες οι μεταχειρίσεις παρουσίασαν μικρότερη σκληρότητα σάρκας και Δ.Σ.Σ. από τα φρεσκοκομμένα. Η μεταχείριση με εμβάπτιση σε διάλυμα ασκορβικού οξέος και χλωριούχου ασβεστίου βρέθηκε να διατηρεί καλύτερα το χρώμα της σάρκας των τεμαχίων μήλων σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, μετά από 3 ημέρες συντήρησης, πλησιάζοντας αρκετά αυτό των φρεσκοτεμαχισμένων. Η εμβάπτιση σε 5% βανιλίνη, ένα βελτιωτικό γεύσης και αρώματος τροφίμων αλλά και κάποιας αντιοξειδωτικής ικανότητας (Shyamala et al., 2007), δεν βρέθηκε να διατηρεί την ποιότητα των φρεσκοκομμένων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' σε ικανοποιητικά επίπεδα, εκτός από την οξύτητα που μειώθηκε αισθητά.

Στο τέταρτο πείραμα με μήλα ποικ. 'Cripp's Pink' προσπαθήσαμε να βρούμε την αποτελεσματικότερη μέθοδο εφαρμογής του διαλύματος ασκορβικού οξέος και χλωριούχου ασβεστίου. Η εμβάπτιση των τεμαχίων μήλων για 1 ή 5 λεπτά στο ανωτέρω διάλυμα έδωσε παρόμοια σκληρότητα σάρκας μετά από 3 ημέρες συντήρησης, ενώ τα Δ.Σ.Σ. σε όλες τις περιπτώσεις μειώθηκαν σε σχέση με τα φρεσκοτεμαχισμένα. Τέλος, οι μεταχειρίσεις δεν διατήρησαν άριστο το χρωματισμό σάρκας των τεμαχίων, δηλαδή παρόμοιο με τα φρεσκοτεμαχισμένα.

Στο πέμπτο πείραμα, τα τεμάχια μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' ήταν τραγανά και παρέμειναν παρόμοιας σκληρότητας με τα φρεσκοτεμαχισμένα, σε όλες τις μεταχειρίσεις, μετά από 3, 6 και 9 ημέρες συντήρησης. Η μεταχείριση με διάλυμα ασκορβικού οξέος και χλωριούχου ασβεστίου δεν βελτίωσε τη σκληρότητα σάρκας σε σχέση με την εμβάπτιση σε νερό. Τέλος, με τη συντήρηση η σάρκα των τεμαχίων μήλων μεταχρωματίστηκε (έγινε πιο καστανή), ενώ μόνο η εμβάπτιση σε διάλυμα ασκορβικού οξέος και χλωριούχου ασβεστίου περιόρισε την κασάνωση.

Στο έκτο πείραμα, τα τεμάχια μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' της μεταχείρισης σε διάλυμα ασκορβικού οξέος και χλωριούχου ασβεστίου είχαν επίσης παρόμοια σκληρότητα, λιγότερα ΔΣΣ, ελαφρά σκουρότερο χρώμα και ελαφρά υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από τα φρεσκοτεμαχισμένα, λόγω προφανώς του ασκορβικού οξέος, που φαίνεται εν μέρει να παραμένει

στα τεμάχια κατά τη ζωή στο ράφι. Να σημειωθεί ότι στα μήλα 'Cripp's Pink', που είναι τραγανά και δεν μαλακώνουν με την ωρίμανση, η εφαρμογή χλωριούχου ασβεστίου δεν φαίνεται να επηρέασε τη σκληρότητά τους. Η εμφάνιση των τεμαχίων μήλων σε χυμό ροδιού ή κόκκινου σταφυλιού δεν επηρέασε σημαντικά τη σκληρότητα σάρκας και τα Δ.Σ.Σ., αλλά έκανε πιο κοκκινωπό το χρώμα σάρκας των τεμαχίων και αύξησε σημαντικά την αντιοξειδωτική τους ικανότητα, όταν μετρήθηκε με τη μέθοδο DPPH, σε σχέση με τα φρεσκοτεμαχισμένα. Το τελευταίο οφείλεται στην υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα των δύο χυμών (Singh et al., 2002, Wang et al., 1996), που μελετήθηκαν και φαίνεται ότι μέρος της διατηρήθηκε στο τελικό προϊόν κατά τη συντήρηση. Εδώ φαίνεται η καινοτομία στη δημιουργία βιολειτουργικών τροφίμων όπου το τραγανό εύγευστο μήλο ποικ. 'Cripp's Pink' μπορεί να γίνει ένα υψηλότερης διατροφικής αξίας σνακ με κάλυψη των τομών, που διαφορετικά θα μεταχρωματίζονταν, με ερυθρωπό χρωματισμό από τους χυμούς που δοκιμάστηκαν. Παραμένει βέβαια άγνωστη η αποδοχή από τους καταναλωτές, αλλά η ιδιαίτερη γεύση των καινοτόμων αυτών τεμαχίων και η αυξημένη τους διατροφική αξία μάλλον αύξηση της κατανάλωσης αυτών των προϊόντων θα προκαλούσε παρά αποφυγή αγοράς τους. Είναι σίγουρα ένα αντικείμενο που επιδέχεται πολλή περισσότερη μελέτη, καθώς παρόμοια δουλειά δεν έχει βρεθεί στη βιβλιογραφία.

Συμπερασματικά, τα μήλα ποικ. 'Cripp's Pink' έχουν μεγάλη ικανότητα κασάνωσης (μεταχρωματισμού) λόγω πιθανόν του ελαφρώς κιτρινωπού χρώματος της σάρκας και της υψηλής δραστηριότητας του ενζύμου πολυφαινολοξειδάση ή και της υψηλής συγκέντρωσης φαιολικών. Όλες οι καινοτόμες μεταχειρίσεις, όπως το θερμικό σοκ των καρπών πριν την κοπή και συσκευασία, η εμφάνιση σε αραιωμένο χυμό λεμονιού ή σε διάλυμα βανιλίνης, με σκοπό τη μείωση της κασάνωσης αποδείχθηκαν ανεπαρκείς και έδωσαν ποιοτικά κατώτερο προϊόν με παρόμοια ποιότητα με τα τεμάχια που εμφάνιστηκαν απλά σε παγωμένο νερό (μάρτυρας). Αντίθετα, η εμφάνιση των τεμαχίων μήλων σε 1% ασκορβικό οξύ και 0,5% χλωριούχο ασβέστιο διατήρησε μερικώς την ποιότητα των τεμαχίων σε επίπεδα υψηλότερα του μάρτυρα και των άλλων καινοτόμων μεταχειρίσεων, αλλά όχι σε υψηλά επίπεδα όπως τα φρεσκοτεμαχισμένα μήλα όσον αφορά το χρώμα

της σάρκας. Πιθανόν υψηλότερες συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος ή συνδυασμός μεθόδων με σκοπό τη μείωση της δράσης της πολυφαινολοξειδάσης ή την ταχεία μείωση της διαθέσιμης συγκέντρωσης οξυγόνου (υποστρώματος της πολυφαινολοξειδάσης) θα μπορούσαν να μειώσουν περαιτέρω το μεταχρωματισμό της σάρκας των μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' (Garcia and Barrett, 2002). Τέλος, η ποσότητα χλωριούχου ασβεστίου που χρησιμοποιήθηκε δεν ήταν αρκετή ή απαραίτητη για να βελτιώσει τη σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink', που είναι ήδη ικανοποιητικά τραγανά.

5.2 ΑΚΤΙΝΙΔΙΑ 'HAYWARD'

Στο πρώτο πείραμα σκοπός μας ήταν να αποφασίσουμε ποιά από τις δύο μεταχειρίσεις (εμβάπτιση σε νερό ή σε διάλυμα ασκορβικού οξέος και χλωριούχου ασβεστίου) ήταν αποτελεσματικότερη στη συντήρηση των τεμαχισμένων ακτινιδίων ποικ. Hayward για 4 ημέρες. Στο πείραμα αυτό η σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων ακτινιδίων δε φάνηκε να μεταβλήθηκε με τις μεταχειρίσεις και παρέμειναν υπερβολικά μαλακά, αξίζει όμως να σημειωθεί ότι τα ακτινίδια είναι γενικά μαλακοί καρποί στην ωρίμανση τους και μόνο τότε έχουν χαμηλή οξύτητα ή καλύτερα καλή οργανοληπτικά σχέση διαλυτών στερεών συστατικών και οξύτητας. Η εμβάπτιση των ακτινιδίων σε διάλυμα ασκορβικού οξέος και χλωριούχου ασβεστίου αύξησε τα Δ.Σ.Σ. σε σχέση με τα φρεσκοτεμαχισμένα, ενώ η εμβάπτιση σε νερό προκάλεσε ελαφρά μείωση αυτών. Η υψηλότερη αγωγιμότητα του διαλύματος ασκορβικού οξέος και χλωριούχου ασβεστίου μπορεί να εκμηδένισε τη διάχυση διαλυτών στερεών συστατικών από τις επιφάνειες των τεμαχίων στο εξωτερικό διάλυμα.

Στο δεύτερο πείραμα τα τεμάχια ακτινιδίων ποικ. Hayward παρουσίασαν μαλάκωμα της σάρκας, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης και τις δύο μεταχειρίσεις. Μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης τα τεμάχια ακτινιδίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν και αυτή τη φορά λιγότερα Δ.Σ.Σ. από αυτά που δεν εμβαπτίστηκαν. Γενικά η οξύτητα των τεμαχίων μειώθηκε αρκετά με τις μεταχειρίσεις, ειδικά σε αυτή με εμβάπτιση σε νερό. Μετά τον

τεμαχισμό παρατηρήθηκε λιγότερο πράσινο χρώμα, αλλά πιο σκοτεινό που δεν επηρεάστηκε από τις μεταχειρίσεις. Με άλλα λόγια, τα ακτινίδια ωρίμασαν σταδιακά κατά τη συντήρησή τους ως τεμάχια. Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να προτείνουμε στο μέλλον τεμαχισμό λιγότερο ώριμων καρπών ακτινιδίου ώστε κατά τη διακίνησή τους ως φρεσκοκομμένα προϊόντα να συνεχίσουν την ωρίμανση και να βελτιωθεί η οργανοληπτική τους ποιότητα όταν έχουν φτάσει στον καταναλωτή. Είναι γνωστό ότι, τουλάχιστον για τα μήλα 'Golden Delicious' που μαλακώνουν σημαντικά στην ωρίμανση, η χρήση τους για φρεσκοκομμένα προϊόντα είναι καλύτερα να γίνεται σε λιγότερο ώριμη φάση ανάπτυξης του καρπού (Gorny et al., 2000, Soliva-Fortuny et al., 2002).

6. Συμπεράσματα

Από τις παραμέτρους χρώματος της σάρκας των φρεσκοκομμένων τεμαχίων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink' βρέθηκε ότι οι παράμετροι L^* και a^* είναι οι καταλληλότερες για να αναδείξουν ποσοτικά τις αλλαγές του χρώματος του ελαφρώς κιτρινωπού αυτού φρούτου σε αποχρώσεις του καφέ μεταχρωματισμού που προκαλείται από τη δράση του ενζύμου πολυφαινολοξειδάση παρουσία οξυγόνου.

Οι καινοτόμες μέθοδοι – θερμικό σοκ, αραιωμένος χυμός λεμονιού, ροδιού, κόκκινου σταφυλιού, βανιλίνη – δεν στάθηκαν ικανές στις συγκεντρώσεις και με τις μεθόδους που εφαρμόστηκαν να βελτιώσουν την ποιότητα των συντηρημένων μήλων ποικ. 'Cripp's Pink'. Αντίθετα, ο συνδυασμός 1% ασκορβικού οξέος και 0,5% χλωριούχου ασβεστίου με εμφάπτιση των τεμαχίων και την χωρίς στράγγιση συσκευασία τους αεροστεγώς σε πλαστικά σακουλάκια έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα για το μήλο ποικ. 'Cripp's Pink', που φαίνεται ότι μεταχρωματίζεται. Με άλλα λόγια, το μήλο ποικ. 'Cripp's Pink' είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή φρεσκοκομμένων προϊόντων, αλλά και η περαιτέρω μελέτη συνδυασμών μεθόδων ίσως διατηρήσει την ποιότητα του ως φρεσκοκομμένο σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με αυτά που παρουσιάστηκαν.

Στα ακτινίδια ούτε οι καινοτόμες μέθοδοι που εφαρμόστηκαν – εμφάπτιση σε νερό και απουσία νερού – ούτε και η κλασική μέθοδος με εμφάπτιση σε διάλυμα 1% ασκορβικού οξέος και 0,5% χλωριούχου ασβεστίου δεν κατάφεραν σταθερά να μειώσουν σε αποδεκτά επίπεδα και στα δύο πειράματα που δοκιμάστηκαν την απώλεια ποιότητας σε σχέση με τα φρεσκοτεμαχισμένα ακτινίδια. Αυτό πιθανόν οφείλεται στην ιδιαίτερα μαλακή σάρκα των ακτινιδίων ποικ. Hayward, τα οποία ή θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε πιο ανώριμο στάδιο (αλλά η γευστική τους ποιότητα θα είναι χαμηλή) ή δεν θα πρέπει να δοκιμαστούν περαιτέρω για παραγωγή φρεσκοκομμένων προϊόντων. Παραμένει βέβαια και η δυνατότητα ευρύτερων δοκιμών με καινοτόμες μεθόδους και συνδυασμούς μεθόδων που θα

μπορούσαν να δώσουν αποδεκτό ποιοτικά φρεσκοκομμένο προϊόν από τα ακτινίδια ποικ. Hayward.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

- Βασιλακάκης Μ., 2006. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία, Μεταχείριση Οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία. Α' Έκδοση. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
- Καραπάνος Ι.Χ. και Πάσσαμ Χ.Κ., 2010. Τα ελάχιστα μεταποιημένα οπωροκηπευτικά. Γεωργία – Κτηνοτροφία, 7:28-34.
- Πάσσαμ Χ.Κ., 1999. Μετασυλλεκτική Μεταχείριση Λαχανικών. Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 47 σελ.
- Σφακιωτάκης Ε., 1995. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων. Εκδόσεις ΤΥΠΟΜΑΝ, Θεσσαλονίκη.

Ξένα βιβλιογραφία

- Abbott J.A., Watada A.E. and Massie D.R., 1976. Effegi, Magness-Taylor, and Instrom fruit pressure testing devices for apples and nectarines. J. Am. Soc. Hort. Sci. 101:698-700.
- Abeles F.B., Morgan P.W. and Saltveit M.E., 1992. Ethylene in Plant Biology. 2nd ed. Academic Press, San Diego, 414 p.
- Ahvenainen R., 2000. Mineral processing of fresh produce. In: Minimally Processed Fruits and Vegetables, Fundamental Aspects and Applications. (Eds. S.M. Alzamora, M.S. Tapia, A. Lopez-Malo), pp. 227-290, Aspen Publishers Inc., Gaithersburg, MD, USA.
- Alzamora S.M., Lopez-Malo A. and Tapia M.S., 2000. Overview. In: Minimally Processed Fruits and Vegetables, Fundamental Aspects and Applications. pp. 1-9, Aspen Publishers Inc., Gaithersburg, MD, USA.

- Bicheron M., 1995. Euro fresh-cut experience says improving quality is key to success. *Produce Business*, 11(9):64-69.
- Cantwell M., 1995. Fresh-cut products. *Perishables Handling Newsletter*, Issue No. 81:2-3.
- de B. Vilas-Boas E.V. and Kader A.A., 2007. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on softening of fresh-cut kiwifruit, mango and persimmon slices. *Postharvest Biol. Technol.*, 43:238-244.
- Garcia E. and Barrett D.M., 2002. Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. p. 267-303. In: O. Lamikanra (Ed.), *Fresh-cut Fruits and Vegetables: Science, Technology and Market*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Garrett E.H., 2002. Fresh-cut produce: Tracks and trends. In: *Fresh-cut Fruits and Vegetables. Science, Technology and Market* (ed. O. Lamikanra), pp.1-10, CRC Press, Boca Raton, FL. USA.
- Gorny J.R., Hess-Pierce B. and Kader A.A., 1998. Effects of fruit ripeness and storage temperature on the deterioration rate of fresh-cut peach and nectarine slices. *HortScience* 33(1):110-113.
- Gorny J.R., Cifuentes R.A., Hess-Pierce B. and Kader A.A., 2000. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by cultivar, ripeness stage, fruit size and storage regime. *J. Food Sci.* 65:541–544.
- Gunes G., Hotchkiss J.H. and Watkins C.B., 2001. Effects of gamma irradiation on the texture of minimally processed apple slices. *J. Food Sci.*, 66(1):63-67.
- Jiang Y.M. and Joyce D.C., 2002. 1-Methylcyclopropylene treatment effects on intact and fresh-cut apple. *J. Hort. Sci. Biotechnol.*, 77:19-21.
- Kader A.A. and Mitcham B., 1995. Standardization of quality. *Perishables Handling Newsletter*, Issue No. 81:7-9.

- Kato-Noguchi H. and Watada A.E., 1997. Citric acid reduces the respiration of fresh-cut carrots. *HortScience*, 32(1):136.
- Kramer, A. and B. A. Twigg, 1970, *Quality Control for the Food Industry*, Vol. 1, Fundamentals, 3rd ed., AVI Publications, Westport, Conn. USA.
- Mazza, G. and Miniati E., 1993. *Anthocyanins in Fruits, Vegetables and Grains*. CRC Press, London.
- McGuire R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12):1254-1255.
- Rico D., Martin-Diana A.B., Barat J.M. and Barry-Ryan C., 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends Food Sci. Technol.*, 18:373-386.
- Shyamala B. N., Madhava Naidu M., Sulochanamma G. and Srinivas P., 2007. Studies on the Antioxidant Activities of Natural Vanilla Extract and Its Constituent Compounds through *in Vitro* Models. *J. Agric. Food Chem.*, 55 (19), pp 7738–7743.
- Singh R.P., Chidambara K.N. and Jayaprakasha G.K., 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. *J. Agric. Food Chem.*, 50(1):81-86.
- Soliva-Fortuny R.C., Oms-Oliu G. and Martin-Belloso O., 2002. Effects of ripeness stages on the storage atmosphere, color, and textural properties on minimally processed apple slices. *J. Food Sci.* 67:1958-1965.
- Soliva-Fortuny R.C. and Martin-Belloso O., 2003. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. *Trends Food Sci. Technol.*, 14:341-353.
- Toivonen P.M.A. and de Ell J.R., 2002. Physiology of fresh-cut fruits and vegetables. In: *Fresh-cut Fruits and Vegetables. Science, Technology and Market* (ed. O. Lamikanra), pp. 91-123, CRC Press, Boca Raton, FL. USA.

Wang H., Cao G.H. and Prior R.L., 1996. Total antioxidant capacity of fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 44(3):701-705.

Zagory D., 1995. Controlled and modified atmospheres for fresh-cut: film technology and selection. *Perishables Handling Newsletter*, Issue No. 81:20-22.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000114116