



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**Σχολή Γεωπονικών Επιστημών**

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας  
Φυτικής Παραγωγής και αγροτικού Περιβάλλοντος**

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Επίδραση καινοτόμων μετασυλλεκτικών  
μεταχειρίσεων στην ποιότητα φρεσκοκομμένων  
φρούτων**

**ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑ Α. ΓΕΩΡΓΟΥΔΑΚΗ**

**ΒΟΛΟΣ 2014**

**Επίδραση καινοτόμων μετασυλλεκτικών μεταχειρίσεων στην ποιότητα  
φρεσκοκομμένων φρούτων**

**ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑ Α. ΓΕΩΡΓΟΥΔΑΚΗ**

**Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής**

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΝΑΝΟΣ (Επιβλέπων καθηγητής)**

Αναπληρωτής Καθηγητής Δενδροκομίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

**ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΤΣΙΡΟΠΟΥΛΟΣ**

Καθηγητής Χημείας, Ανάλυσης και Προσδιορισμού Οργανικών Ουσιών, Σχολή  
Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

**ΛΕΒΙΖΟΥ ΕΥΘΥΜΙΑ**

Λέκτορας Φυσιολογίας Φυτών, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο  
Θεσσαλίας

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διατριβή πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του κυρίου 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 διατριβής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Νικόλαο Τσιρόπουλο, Διευθυντή του Εργαστηρίου Χημείας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και καθώς και την Λέκτορα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Ευθυμία Λεβίζου για τα εποικοδομητικά τους σχόλια και τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσαν κατά τη διόρθωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Επιπλέον, ευχαριστώ την υποψήφια Διδάκτορα του Εργαστηρίου Δενδροκομίας, Περσεφόνη Μαλέτσικα για τη βοήθεια και την καθοδήγησή της ιδιαίτερα κατά την έναρξη της εκπόνησης του πειραματικού μέρους της διατριβής μου.

Ακόμη, ευχαριστώ θερμά τη φίλη και συμφοιτήτριά μου, Αγγελική Τζιαστούδη για τη στήριξη και τη βοήθεια που μου προσέφερε σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διατριβής.

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

*Στους γονείς μου...*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	<b>Σελίδα</b>
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ABSTRACT.....	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	6
2.1 Ποιότητα οπωροκηπευτικών.....	6
2.1.1 Γενικά.....	6
2.1.2 Κριτήρια ποιότητας νωπών οπωροκηπευτικών.....	7
2.1.2.1 Εξωτερική εμφάνιση προϊόντος.....	7
2.1.2.2 Κατάσταση επιφάνειας προϊόντος και ελαττώματα.....	9
2.1.2.3 Φυσικά - ανατομικά χαρακτηριστικά προϊόντος (υφή, σκληρότητα, τραγανότητα).....	9
2.1.2.4 Γεύση - άρωμα προϊόντος.....	10
2.1.2.5 Θρεπτική αξία προϊόντος.....	10
2.1.2.6 Ασφάλεια προϊόντος.....	10
2.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των νωπών οπωροκηπευτικών.....	11
2.1.3.1 Γενετικοί παράγοντες.....	11
2.1.3.2 Προσυλλεκτικοί παράγοντες.....	12
2.1.3.3 Συγκομιδή.....	12
2.1.3.4 Μετασυλλεκτικοί παράγοντες.....	13
2.1.4 Εκτίμηση - μέτρηση της ποιότητας.....	13
2.1.4.1 Υποκειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας.....	14
2.1.4.2 Αντικειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας.....	14
2.1.4.2.1 Ενόργανη ανάλυση, φυσικοί και χημικοί τρόποι.....	15
2.2 Ελαφρώς μεταποιημένα φρούτα και λαχανικά.....	17
2.2.1 Γενικά.....	17
2.2.2 Πλεονεκτήματα φρεσκοκομμένων.....	18
2.2.3 Μειονεκτήματα φρεσκοκομμένων.....	18
2.3 Προβλήματα και φυσιολογία φρεσκοκομμένων.....	20
2.3.1 Γενικά.....	20
2.3.2 Μαλάκωμα των ιστών.....	20

2.3.3	Καστάνωση ή καφετιάσμα των τομών.....	22
2.3.4	Απώλεια υγρασίας.....	25
2.3.5	Οξειδωση λιπιδίων.....	25
2.3.6	Προσβολή από μικροοργανισμούς.....	26
2.4	Αντιμετώπιση προβλημάτων στα φρεσκοκομμένα.....	27
2.4.1	Χειρισμοί φρεσκοκομμένων για διατήρηση της υφής (μαλάκωμα).....	27
2.4.2	Χειρισμοί φρεσκοκομμένων για την παρεμπόδιση του καφετιάσματος.....	29
2.4.2.1	Φυσικές μέθοδοι.....	30
2.4.2.2	Χημικές μέθοδοι.....	36
2.4.3	Χειρισμοί φρεσκοκομμένων για την παρεμπόδιση απώλειας νερού.....	39
2.4.4	Χειρισμοί φρεσκοκομμένων για την παρεμπόδιση προσβολής από μικροοργανισμούς.....	40
2.5	Αιθυλένιο και 1-MCP.....	41
2.5.1	Αιθυλένιο.....	41
2.5.1.1	Επιπτώσεις του αιθυλενίου στους καρπούς.....	41
2.5.2	1-MCP.....	42
2.5.2.1	Εφαρμογή του 1-MCP στα μήλα.....	44
2.5.2.2	Εφαρμογή του 1-MCP στα αχλάδια.....	45
2.5.2.3	Συμπεράσματα της εφαρμογής 1-MCP.....	47
3.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	48
3.1	Φυτικό υλικό.....	48
3.2	Συντήρηση.....	48
3.3	Ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν.....	49
3.4	Εργαστηριακός εξοπλισμός.....	49
3.5	Μεταχειρίσεις.....	49
3.5.1	Αέρας και MCP.....	50
3.5.2	Θερμό νερό.....	50
3.5.3	Γλάσο.....	51
3.5.4	Ροδάκινα.....	52
3.6	Μεθοδολογία μετρήσεων και λήψης δειγμάτων.....	52
3.7	Εκτίμηση ποιοτικών χαρακτηριστικών.....	53
3.7.1	Προσδιορισμός χρώματος σάρκας του καρπού.....	53
3.7.2	Σκληρότητα σάρκας του καρπού.....	53

3.7.3 Διαλυτά Στερεά Συστατικά (ΔΣΣ).....	54
3.7.4 Ογκομετρούμενη Οξύτητα (ΟΟ).....	54
3.7.5 Ποσοτικός προσδιορισμός ολικών φαινολικών .....	55
3.9 Στατιστική ανάλυση.....	55
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	56
4.1 Αέρας και 1-MCP.....	56
4.1.1 Διαφορές μεταξύ ποικιλιών μήλων ‘Red Chief’ και ‘Granny Smith’ βραχείας και μακράς συντήρησης .....	56
4.1.2 Διαφορές μήλων ‘Red Chief’ και ‘Granny Smith’ που δέχθηκαν ή όχι 1-MCP...	56
4.1.3 Διαφορές σύντομης και παρατεταμένης συντήρησης μήλων ‘Red Chief’ .....	57
4.1.4 Διαφορές σύντομης και παρατεταμένης συντήρησης μήλων ‘Granny Smith’ .....	57
4.1.5 Διαφορές στις μεταχειρίσεις των φρεσκοκομμένων μήλων ‘Red Chief’ .....	57
4.1.6 Διαφορές στις μεταχειρίσεις των φρεσκοκομμένων μήλων ‘Granny Smith’ .....	58
4.1.7 Διαφορές με το χρόνο στις μεταχειρίσεις των φρεσκοκομμένων μήλων ‘Red Chief’ .....	58
4.1.8 Διαφορές με το χρόνο στις μεταχειρίσεις των φρεσκοκομμένων μήλων ‘Granny Smith’ .....	59
4.1.9 Μεταχείριση ολόκληρων μήλων ‘Granny Smith’ με ή χωρίς 1-MCP.....	69
4.1.10 Μεταχείριση φρεσκοκομμένων μήλων ‘Granny Smith’ με νερό ή Asc+Ca.....	71
4.2 Θερμό νερό.....	72
4.2.1 Μεταχείριση ολόκληρων μηλών ‘Granny Smith’ με θερμό νερό (9/1/2013).....	72
4.2.2 Μεταχείριση ολόκληρων μηλών ‘Granny Smith’ με θερμό νερό (14/1/2013)....	74
4.2.3 Μεταχείριση ολόκληρων μηλών ‘Cripp’s Pink’ με θερμό νερό (9/1/2013).....	76
4.2.3 Μεταχείριση ολόκληρων μηλών ‘Cripp’s Pink’ με θερμό νερό (14/1/2013).....	78
4.3 Γλάσο.....	81
4.3.1 Μεταχείριση τεμαχίων μηλών ‘Cripp’s Pink’ με γλάσο (9/4/2013).....	81
4.3.2 Μεταχείριση τεμαχίων αχλαδιών ποικιλίας ‘Κρυστάλλι’ με γλάσο (9/4/2013)...	83
4.4 Σύγκριση μεταξύ ποικιλιών μήλων.....	85
4.4.1 Σύγκριση μεταξύ ποικιλιών μήλων που συντηρήθηκαν για μικρό χρονικό διάστημα.....	85
4.4.2 Σύγκριση μεταξύ ποικιλιών μήλων που συντηρήθηκαν για μεγάλο χρονικό διάστημα.....	86
4.4.3 Σύγκριση των μεταχειρίσεων στις διάφορες ποικιλίες μήλων που συντηρήθηκαν για μικρό χρονικό διάστημα.....	86
4.4.4 Σύγκριση των μεταχειρίσεων στις διάφορες ποικιλίες μήλων που συντηρήθηκαν για μεγάλο χρονικό διάστημα.....	88

4.4.5 Σύγκριση των διάφορων ποικιλιών μήλων μετά από σύντομη και παρατεταμένη συντήρηση.....	89
4.5 Ροδάκινα.....	91
4.5.1 Σύγκριση μεταξύ ποικιλιών ροδάκινων (Loadel, Andross ανώριμα, Andross και Everts).....	91
4.5.2 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων και χρόνου συντήρησης των φρεσκοκομμένων ροδάκινων από τις διάφορες ποικιλίες.....	95
4.5.3 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων και χρόνου συντήρησης στα ροδάκινα ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα.....	97
4.5.4 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων και χρόνου συντήρησης στα ροδάκινα ‘Andross’.....	99
4.5.5 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων και χρόνου συντήρησης στα ροδάκινα ‘Symphony’.....	102
4.5.6 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων και χρόνου συντήρησης στα ροδάκινα ‘Everts’.....	104
4.5.7 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων και χρόνου συντήρησης στα ροδάκινα ‘Loadel’.....	106
4.6 Αχλάδια.....	108
4.6.1 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων στα ‘Coscia’ μετά από 3 ημέρες συντήρησης...	108
4.6.2 Σύγκριση μεταξύ ποικιλιών των φρεσκοκομμένων αχλαδιών.....	110
4.6.3 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων στις διάφορες ποικιλίες των φρεσκοκομμένων αχλαδιών.....	113
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	114
5.1 Αέρας και 1-MCP .....	114
5.1.1 Επίδραση της μεταχείρισης ολόκληρων μήλων με 1-MCP στην ποιότητα των φρεσκοκομμένων.....	114
5.1.2 Επίδραση του διαλύματος 2% Ascorbic Acid + 1% CaCl <sub>2</sub> στην ποιότητα των φρεσκοκομμένων μήλων.....	115
5.2 Θερμό νερό.....	116
5.3 Γλάσο.....	117
5.4 Επίδραση του διαλύματος 2% Ascorbic Acid + 1% CaCl <sub>2</sub> στην ποιότητα των φρεσκοκομμένων.....	118
5.4.1 Μήλα.....	118
5.4.2 Αχλάδια.....	119
5.4.3 Συμπύρηνα ροδάκινα.....	119
5.5 Σύγκριση ποικιλιών.....	120
5.5.1 Μήλα.....	120
5.5.2 Αχλάδια.....	121
5.5.3 Συμπύρηνα ροδάκινα.....	121



5.6 Συντήρηση φρεσκοκομμένων.....	122
5.7 Συντήρηση ολόκληρων μήλων.....	122
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	123
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	125

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη καινοτόμων και κλασικών μεθόδων διατήρησης της ποιότητας τεμαχίων μήλων, αχλαδιών και ροδάκινων από κύριες ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα κατά τη διακίνησή τους ως φρεσκοκομμένα προϊόντα. Έγινε εκτίμηση της ποιότητας των τεμαχίων μετά από 3 ή 6 ημέρες συντήρησης στους 1-2 °C σε ερμητικά κλειστές πλαστικές συσκευασίες, σε αντιδιαστολή με φρεσκοτεμαχισμένους εκείνη τη στιγμή καρπούς, μετρώντας το χρώμα σάρκας των τομών, τη σκληρότητα σάρκας, και τα διαλυτά στερεά συστατικά, την οξύτητα και τη συγκέντρωση ολικών φαινολικών στο χυμό. Στις ποικιλίες μήλων 'Red Chief' και 'Granny Smith' αμέσως μετά τη συγκομιδή δοκιμάστηκε μεταχείριση ολόκληρων των καρπών με 600 nL L<sup>-1</sup> 1-MCP και κατά την προετοιμασία εμβάπτιση των τεμαχίων σε διάλυμα 2% ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub>. Επίσης, ελέγχθηκε η ποιότητα των τεμαχίων μετά από σύντομη και παρατεταμένη συντήρηση των ολόκληρων καρπών. Τόσο το 1-MCP όσο και ο χρόνος συντήρησης των ολόκληρων καρπών δεν επηρέασαν την ποιότητα των φρεσκοκομμένων τεμαχίων, πλην του 1-MCP που συνήθως διατήρησε καλύτερα τη σκληρότητα των τεμαχίων μήλων. Στις ποικιλίες μήλων 'Red Chief', 'Granny Smith' και 'Cripp's Pink', ροδάκινων 'Andross', 'Loadel', 'Everts' και 'Symphony' και αχλαδιών 'Coscia', 'Sissy' και 'Κρυστάλλι' δοκιμάστηκε η εμβάπτιση των τεμαχίων σε διάλυμα 2% ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub>. Η εμβάπτιση στο παραπάνω διάλυμα μείωσε το μεταχρωματισμό των τεμαχίων, διατήρησε τη σκληρότητα της σάρκας και αύξησε τη συγκέντρωση ολικών φαινολικών. Όσον αφορά τη συντήρηση των τεμαχίων, δεν παρατηρήθηκε περαιτέρω υποβάθμιση της ποιότητας από τις 3 στις 6 ημέρες. Σε μήλα 'Granny Smith' και 'Cripp's Pink' δοκιμάστηκε η καινοτόμος μέθοδος με εμβάπτιση ολόκληρων καρπών σε θερμό νερό 50 °C για 3 min και στη συνέχεια εμβάπτιση των τεμαχίων σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ + 0,5% χλωριούχο ασβέστιο. Ο συνδυασμός αυτός δεν έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα στη διατήρηση της ποιότητας των τεμαχίων σε σύγκριση με την εμβάπτιση αυτών μόνο στο προηγούμενο διάλυμα. Σε μήλα 'Cripp's Pink' και αχλάδια 'Κρυστάλλι' έγινε εφαρμογή της καινοτόμου επικάλυψης με γλάσο άχνης ζάχαρης στα τεμάχια, που δεν κατάφερε να περιορίσει το καφέτιασμα της σάρκας, ενώ διατήρησε τη σκληρότητα αυτής. Αντίθετα ο συνδυασμός γλάσου και διαλύματος 1% ασκορβικού οξέος + 0,5% CaCl<sub>2</sub> + 0,5% κιτρικό οξύ κατάφερε να

διατηρήσει τη συνολική ποιότητα του τελικού φρεσκοκομμένου προϊόντος. Συμπερασματικά, συγκρίνοντας τις εξεταζόμενες ποικιλίες καταλληλότερα για την παρασκευή φρεσκοκομμένων προϊόντων κρίνονται τα μήλα ‘Granny Smith’, τα ροδάκινα ‘Andross’ και τα αχλάδια ‘Coscia’, ενώ ο συνδυασμός 2% ασκορβικό οξύ + 1%  $\text{CaCl}_2$  βοήθησε στη μείωση του καφετιάσματος της σάρκας, αλλά δεν το παρεμπόδισε τελείως.

## ABSTRACT

The application of commonly used and innovative methods to reduce quality losses for fresh-cut products from widely cultivated apple, pear and peach cultivars was studied. Fresh-cut slices were stored for 3 or 6 days at 1-2 °C in plastic pouches and their quality was compared with freshly cut slices (cut just before the measurement). Quality evaluation of slices included flesh color, flesh firmness, juice soluble solids and acidity contents and total phenolic content. Whole ‘Red Chief’ και ‘Granny Smith’ apples were treated with 600 nL L<sup>-1</sup> 1-MCP just after harvest and used for fresh-cut products after short and long cold storage. The fresh-cut products were dipped in 2% ascorbic acid + 1% CaCl<sub>2</sub> solution or dipped in water (control). 1-MCP treatment and whole fruit storage duration had no significant effect on fresh-cut product quality except of firmer slices, when whole fruit were treated with 1-MCP. Dipping of fresh-cut fruit slices from the apple cultivars ‘Red Chief’, ‘Granny Smith’ and ‘Cripp’s Pink’, peach cultivars ‘Andross’, ‘Loadel’, ‘Everts’ and ‘Symphony’ and pear cultivars ‘Coscia’, ‘Sissy’ and ‘Kristali’ in 2% ascorbic acid + 1% CaCl<sub>2</sub> was tested as a way to keep slice quality during storage. These materials reduced flesh discoloration, kept flesh firmness and increased total phenolic content compared to water-dipped control slices. Slice quality decreased over the first 3 days of storage without any additional quality loss over the next 3 days of storage. ‘Granny Smith’ and ‘Cripp’s Pink’ whole apples were drenched in hot water 50 °C for 3 min before slicing and slices were subsequently dipped in 1% ascorbic acid + 0,5% CaCl<sub>2</sub>. Heat treatment did not improve slice quality compared to dipping in the above solution alone. Slices from ‘Cripp’s Pink’ apples and ‘Kristali’ pears were dipped in sugar glaze after cutting, but flesh browning was not prevented. Glaze-covered slices should have been pretreated with 1% ascorbic acid + 0,5% CaCl<sub>2</sub> + 0,5% citric acid to sustain their quality during storage. In conclusion, ‘Granny Smith’ apples, ‘Andross’ peaches and ‘Coscia’ pears were the best for fresh-cut product development from the cultivars studied herein. And 2% ascorbic acid + 1% CaCl<sub>2</sub> was the best dipping treatment of slices to reduce flesh discoloration and sustain slice quality to acceptable levels up to 6 days of storage.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η άνοδος του μορφωτικού και βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού της γης στις αναπτυσσόμενες και τις ανεπτυγμένες χώρες, τα τελευταία χρόνια, οδήγησε στην αλλαγή του τρόπου διατροφής των ανθρώπων, με ραγδαία άνοδο στην κατανάλωση φρούτων και λαχανικών (Allende et al., 2006). Τα φρούτα καταναλώνονται ως επιδόρπιο και συμβάλλουν σημαντικά στη διασφάλιση της υγείας, λόγω της περιεκτικότητάς τους κυρίως σε βιταμίνες, μεταλλικά στοιχεία, αντιοξειδωτικές ενώσεις, φλαβονοειδή, καροτινοειδή και φυτικές ίνες (διαλυτές και δευτερευόντως αδιάλυτες) (Gil et al., 2002; He and Luo, 2007; Ioannou and Ghoul, 2013). Διάφοροι οργανισμοί (WHO, FAO, USDA, EFSA) συνιστούν την αυξημένη κατανάλωση φρούτων και λαχανικών, σύμφωνα με τη Μεσογειακή διατροφή, ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος των καρδιαγγειακών ασθενειών και του καρκίνου (Allende et al., 2006).

Η αλλαγή του τρόπου ζωής του σύγχρονου ανθρώπου που επιβάλλει την κατανάλωση περισσότερων πρόχειρων γευμάτων και η έλλειψη του απαιτούμενου χρόνου για την προετοιμασία των φρούτων και λαχανικών (πλύσιμο, αποφλοιώση, τεμαχισμός κ.α.) οδήγησαν στη δημιουργία ενός νέου κλάδου στη βιομηχανία, των ελάχιστα μεταποιημένων φρεσκοκομμένων οπωροκηπευτικών.

Ως ελάχιστα μεταποιημένα οπωροκηπευτικά χαρακτηρίζονται τα φρούτα και τα λαχανικά που έχουν δεχθεί μη θερμική μηχανική επεξεργασία (καθαρισμό, τεμαχισμό, συσκευασία κ.α.) και χρήση λοιπών μεθόδων, ώστε να διατηρηθεί η φρεσκάδα και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους όσο το δυνατόν πιο κοντά στα επίπεδα των νωπών οπωροκηπευτικών (Allende et al., 2006; Καραπάνος και Πάσσαμ, 2010). Στην κατηγορία αυτή 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 εφαρμόζεται ευρέως τα τελευταία χρόνια στα μήλα, τις πατάτες, τα μαρούλια, τα αχλάδια, τις πιπεριές, το σπανάκι, τα ροδάκινα, τα ακτινίδια, τα πεπόνια και τα καρότα (Καραπάνος και Πάσσαμ, 2010; Ioannou and Ghoul, 2013), καθώς και σε συνδυασμό αυτών σε σαλάτες και φρουτοσαλάτες. Αυτή η διαθεσιμότητα αυξάνει την κατανάλωση οπωροκηπευτικών στον κόσμο σήμερα.

Η ποιότητα όμως των φρεσκοκομμένων φρούτων εξαρτάται από την ποιότητα του αρχικού προϊόντος και την ποικιλία (Toivonen and Hampson, 2009) των αντίστοιχων νωπών από τα οποία προέρχονται. Επίσης, καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της ποιότητας παίζει η ρύθμιση διαφόρων παραγόντων κατά τη διάρκεια διατήρησης στο ράφι, όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η τροποποιημένη ατμόσφαιρα και η υγιεινή (микροβιολογία) των φρεσκοκομμένων. Παρόλα αυτά παρουσιάζονται ποικίλα προβλήματα κατά τη διακίνηση των φρεσκοκομμένων, που συνοψίζονται κύρια στο καφέτιασμα των τομών, την απώλεια υγρασίας και το μαλάκωμα (Garcia and Barrett, 2002), ως αποτέλεσμα της επιτάχυνσης της ωρίμανσης ή της γήρανσης ή της απώλειας υγρασίας. Η μείωση αυτών των προβλημάτων και, επομένως, η επιμήκυνση της χρήσιμης ζωής των φρεσκοκομμένων οπωροκηπευτικών είναι αντικείμενο έντονης ερευνητικής δραστηριότητας στον κόσμο με εφαρμογή ποικίλων καινοτόμων φυσικών ή χημικών μεθόδων.

Η Ελλάδα παράγει μερικές ποικιλίες φρούτων που δεν παράγονται σε άλλες περιοχές του κόσμου ή είναι διαθέσιμες στην Ελλάδα και οι Έλληνες καταναλωτές γνωρίζουν και επιλέγουν καρπούς αυτών των ποικιλιών. Επομένως πρέπει να μελετηθούν κάποιες από αυτές για τη χρησιμότητά τους στην παραγωγή φρεσκοκομμένου προϊόντος.

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν η δοκιμή και η μελέτη καινοτόμων μεθόδων περιορισμού της υποβάθμισης των ποιοτικών χαρακτηριστικών σε φρεσκοκομμένους καρπούς μήλων, αχλαδιών και ροδάκινων, με τη χρήση φυσικών και χημικών μεθόδων. Επίσης, ερευνήθηκε η καταλληλότητα διαφορετικών ποικιλιών μήλων, αχλαδιών και ροδάκινων για δημιουργία φρεσκοκομμένου προϊόντος. Τέλος, μελετήθηκε η επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής του 1-MCP σε ολόκληρους καρπούς μήλων και αχλαδιών, μιας τεχνικής που χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα στον κόσμο για τη συντήρηση των καρπών αυτών, στο τελικό φρεσκοκομμένο προϊόν.

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1 Ποιότητα οπωροκηπευτικών

#### 2.1.1 Γενικά

Ποιότητα είναι το σύνολο 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 ένα σύνολο ομοειδών προϊόντων (Kramer and Twigg, 1970). Διακρίνονται δύο ποιότητες, η Φυσική και η Εμπορική. Φυσική ποιότητα είναι η αντικειμενική-πραγματική, ενώ Εμπορική είναι η ποιότητα που πρέπει να έχει το προϊόν προκειμένου να γίνει αποδεκτό από την εμπορική αλυσίδα και 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 σε πολλά γεωργικά προϊόντα παραμένει σταθερή για μεγάλα σχετικά διαστήματα (π.χ. ξηροί καρποί, δημητριακά, λάδι κ.λπ.). 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 τα μήλα, αχλάδια και μπανάνες, στις πρώτες εβδομάδες ή μήνες μετά τη συγκομιδή έχουμε βελτίωση της ποιότητας (καθώς ωριμάζουν σταδιακά, κλιμακτηρικοί καρποί) και ύστερα αρχίζει η υποβάθμιση της με την υπερωρίμανση και γηρασμό. Οι διάφοροι χειρισμοί των καρπών κατά τη συγκομιδή, τη διακίνηση και τη συντήρησή τους (1-MCP) αποβλέπουν στην καλύτερη διατήρηση της ποιότητας μέχρι τη διάθεσή τους στον καταναλωτή.

Τέλος, στην αξιολόγηση της ποιότητας ενός προϊόντος ο μέσος καταναλωτής χρησιμοποιεί συνήθως μόνο τα χαρακτηριστικά εκείνα που ερεθίζουν τα αισθητήρια όργανά του (εμφάνιση, χρώμα, άρωμα, γεύση, κ.λπ.), αλλά ένας ενημερωμένος καταναλωτής θέλει να γνωρίζει επιπλέον τη θρεπτική αξία, τυχόν ευεργετικές επιδράσεις του προϊόντος στον οργανισμό του (βιταμίνες, ιχνοστοιχεία,

αντιοξειδωτικές ουσίες, κ.λπ.), καθώς και πιθανές επιζήμιες επιπτώσεις από την ύπαρξη υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων ή άλλων ουσιών. Ο σύγχρονος ενημερωμένος καταναλωτής λοιπόν, είναι και ο πιο απαιτητικός όσον αφορά την ποιότητα των οπωροκηπευτικών προϊόντων.

### **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 ικανοποιήσουν 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 Εξωτερική εμφάνιση προϊόντος**

Η εξωτερική 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, και κατάλληλα παχύμετρα για τη μέτρηση της διαμέτρου, του μήκους, του βάρους 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 στα συσκευαστήρια επιδιώκεται να είναι σταθερό σε μια συσκευασία ή ποιοτική κατηγορία και κατάλληλο για εμπορία.

Παρά το γεγονός ότι τα μεγάλα μεγέθη καρπών προσελκύουν τον καταναλωτή και συνήθως απολαμβάνουν καλύτερες τιμές στην αγορά, σε ορισμένα είδη καρπών η προτίμηση στρέφεται σε μέτρια μεγέθη. Αυτό συμβαίνει γιατί συνδυάζουν άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως μεγάλη περιεκτικότητα χυμού (πορτοκάλια) ή καλύτερη γεύση, τραγανότητα (μήλα), ή, στους 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 κύρια από γενετικούς παράγοντες και δευτερευόντως από το κλίμα και τη χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης. 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 ρυθμιστών ανάπτυξης με δυσκολία γίνονται δεκτοί στην αγορά και πωλούνται σε μειωμένες τιμές. Στη βιομηχανία το σχήμα μιας ποικιλίας είναι καθοριστικός παράγοντας για μεταποίηση. Οι απώλειες από την αποφλοιώση και αφαίρεση περιττών ιστών περιορίζονται πολύ όταν το σχήμα των καρπών είναι συμμετρικό και προσαρμοσμένο στα 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 ανθοκυανών. 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 της καροτίνης και το τελικό χρώμα του προϊόντος καθορίζεται από τη σχέση των καροτενίων προς τις ξανθοφύλλες (χυμοί πορτοκαλιών, κονσέρβα βερίκοκων κ.λπ.).

Σε πολλά είδη καρπών επιζητείται το ζωνρό επίχρωμα γιατί προσελκύει τον καταναλωτή. Τα ζωνρού 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 σχετίζεται με τις απώλειες βάρους, αλλά γιατί οι καρποί με ελαττώματα στην επιφάνεια τους δεν γίνονται δεκτοί στην αγορά. Τα ελαττώματα αυτά 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 φυτοπροστατευτικών ουσιών επιδρούν αρνητικά στην εμφάνιση του καρπού και είναι δυνατόν να προκαλέσουν βλάβες στην υγεία του καταναλωτή.

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

Τα χαρακτηριστικά αυτά αναφέρονται στην εσωτερική δομή 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 του, ώστε να μην υποστεί 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 των λαχανικών επιδρά στα αισθητήρια γεύσης (γλυκύτητα, οξύτητα, στυφότητα, πικράδα κ.ά.) και της όσφρησης (άρωμα) (Barrett et al., 2010). 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 και το στάδιο ωρίμανσης.

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 σπάνια από μια κύρια ουσία, καθώς, συνήθως, μια ομάδα ουσιών διεγείρει το αισθητήριο της όσφρησης.

Τα φρούτα και τα λαχανικά συγκρατούν εύκολα οσμές από ξένες ουσίες που βρίσκονται στο χώρο όπου συντηρούνται. 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, αντιοξειδωτικές ουσίες και ανόργανα άλατα (Kader, 2008). 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.

#### **2.1.2.6 Ασφάλεια προϊόντος**

Η ασφάλεια του καταναλωτή σχετίζεται με την ύπαρξη επικίνδυνων ουσιών στα φυτικά προϊόντα όπως (Βασιλακάκης, 2006):

- ✓ φυσικές τοξικές ουσίες, όπως η σολανίνη στην πατάτα
- ✓ μόλυνση με βακτήρια που προκαλούν ανθρωπογενείς ασθένειες
- ✓ υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων, εξαιτίας εκτεταμένης χρήσης τους και μη τήρησης των κανόνων ασφαλείας
- ✓ νιτρικά ιόντα, εξαιτίας της χρήσης αυξημένων ποσοτήτων λιπασμάτων και άγνοιας κάποιων βασικών κανόνων ορθής γεωργικής πρακτικής

- ✓ βαρέα μέταλλα, από τη χρήση τους σε φυτοπροστατευτικά σκευάσματα αλλά, και της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τη βιομηχανία με αποτέλεσμα τη συσσώρευσή τους στους ιστούς των φυτών και
- ✓ μυκοτοξίνες, που παράγονται από τους μύκητες που προσβάλλουν τα φυτικά προϊόντα (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* και *Fusarium*). Η αφλατοξίνη και η πατουλίνη είναι οι πιο γνωστές και οι πιο επικίνδυνες. Η αφλατοξίνη απαντάται κυρίως στους ξηρούς καρπούς, ενώ η πατουλίνη βρίσκεται συνήθως στα φρούτα. Πατουλίνη παράγεται κυρίως από τον μύκητα *P. expansum* και δευτερευόντως από τα είδη *Aspergillus giganteus* και *A. terreus*, ενώ μεγάλες ποσότητές της βρίσκονται συνήθως σε σάπια μήλα, αχλάδια, ροδάκινα, κεράσια, σταφύλια και κυδώνια, τόσο σε νωπά φρούτα όσο και σε μεταποιημένα προϊόντα (χυμούς, μαρμελάδες). Οι ουσίες αυτές μπορούν να προκαλέσουν στον άνθρωπο και τα ζώα, ακόμα και σε ελάχιστες συγκεντρώσεις, σοβαρές οξείες και χρόνιες παθήσεις,

### **2.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των νωπών 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, γεύση, σχήμα και μέγεθος) και βρίσκει την έκφρασή της στην ποικιλία (Kader, 2008). 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 - κλίμα

**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 και βροχόπτωση.** 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 σε συγκεκριμένες εποχές του έτους. Το ύψος, η ένταση και η κατανομή των βροχοπτώσεων στο έτος επηρεάζουν την παραγωγή και την ποιότητα των καρπών.

**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, ροδάκινα) πρέπει να γίνεται στο στάδιο της φυσιολογικής ωριμότητας, ώστε η ωρίμανσή τους να συνεχίζεται στους χώρους συντήρησης. Στους καρπούς αυτούς η πολύ πρόωμη 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 συντήρηση 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 O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> και αιθυλενίου στο χώρο συντήρησης ασκεί καθοριστικό ρόλο στη συντηρησιμότητα των καρπών. Τέλος, η έκλυση του αιθυλενίου επιταχύνει την ωρίμανση, που βελτιώνει την ποιότητα για κάποια περίοδο, και κατόπιν 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.

Για την εκτίμηση 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**

Χαρακτηριστικά ποιότητας για τα περισσότερα οπωροκηπευτικά θεωρούνται η κανονικότητα του σχήματος, η ύπαρξη ή μη ελκυστικού χρώματος, το μέγεθος του καρπού, η υφή ή η σκληρότητα της σάρκας, η κατάσταση της επιφάνειας και πιθανά ελαττώματα αυτής (μωλωπισμοί, φυσιολογικές ανωμαλίες- ασθένειες, προσβολές από παθογόνα, κλπ), και ίσως το άρωμα. Αυτά είναι τα χαρακτηριστικά με τα οποία έρχεται πρώτα σε επαφή ο καταναλωτής και τον προσελκύουν. Η εξωτερική εμφάνιση λοιπόν, κατέχει έναν πολύ σημαντικό ρόλο όσον αφορά την πώληση του προϊόντος και γι' αυτό η τυποποίηση των περισσότερων νωπών οπωροκηπευτικών πραγματοποιείται σύμφωνα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

Κάποια χαρακτηριστικά που δε γίνονται αντιληπτά από τον καταναλωτή κατά την πρώτη επαφή, αλλά τα αντιλαμβάνεται μετά την αγορά του προϊόντος, είναι η γεύση και η αίσθηση (υφή, άρωμα) που έχει το προϊόν όταν καταναλώνεται. Επομένως, παράμετροι όπως η γλυκύτητα, η πικρότητα, η αλμυρότητα, η οξύτητα, η στυφότητα, το άρωμα, οι ξένες οσμές, η σκληρότητα και η τραγανότητα προσδιορίζονται μόνο μετά την κατανάλωση του προϊόντος.

Όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά προσδιορίζονται υποκειμενικά από τον καταναλωτή, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται από τις προτιμήσεις και τις συνήθειες του κάθε ατόμου. Πολλά από αυτά όμως, μπορούν να προσδιοριστούν με αντικειμενικό τρόπο με διάφορα όργανα ή μεθόδους (Abbott, 1999).

#### **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 για τη μέτρηση της περιεκτικότητας σε άμυλο και ασκορβικό οξύ.

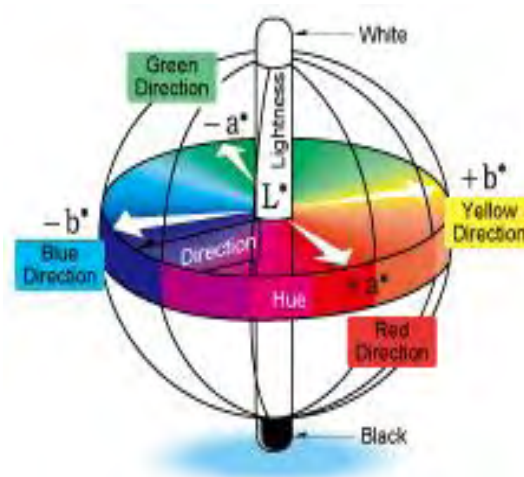
#### 2.1.4.2.1 Ενόργανη ανάλυση, φυσικοί και χημικοί τρόποι

**Μέτρηση χρώματος.** Η μέτρηση του χρώματος των φρούτων και λαχανικών αποτελεί βασικό παράγοντα για τη διαλογή τους (Abbott, 1999) και είναι δυνατόν να γίνει με ειδικά χρωματόμετρα 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 του 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 ( $h^\circ$ ) (McGuire, 1992). Σε συνδυασμό τα  $C^*$  και  $h^\circ$  δίνουν το πραγματικό χρώμα ιδιαίτερα για έγχρωμους καρπούς, όπως τα κόκκινα μήλα.

Η μέτρηση του χρώματος της σάρκας (συχνά σε φρεσκοκομμένα προϊόντα) γίνεται ακόμη με τη διαφορά χρώματος από το μάρτυρα ( $\Delta E$ ), το Δείκτη Καφετιάσματος, BI (Browning Index) και την παράμετρο χρώματος hue ( $h^\circ$ ) (Maskan, 2001).



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 πεντροόμετρα (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 τοποθετημένο σε βάση που προσφέρει μετρήσεις μεγάλης ακρίβειας (Mitcham et al., 1996; Abbott, 1999) (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 (Mitcham et al., 1996) (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).

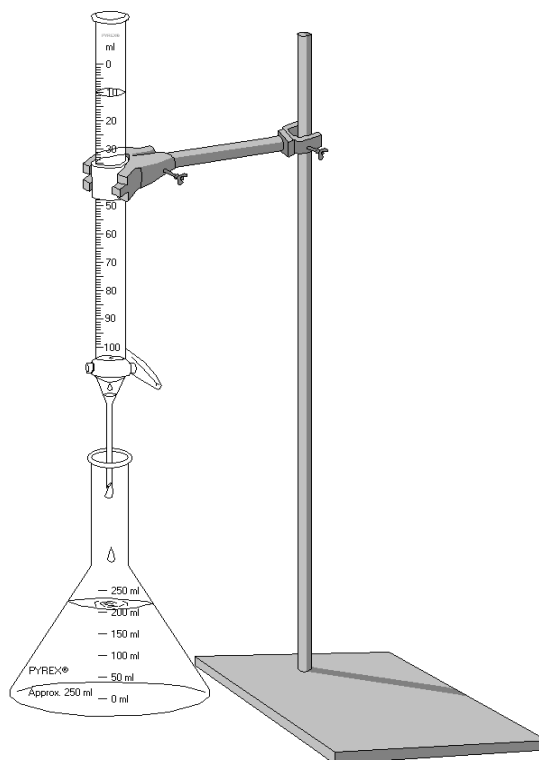


Εικόνα 2.5: Οπτικό διαθλασίμετρο



Εικόνα 2.6: Ψηφιακό 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 (KOH ή NaOH) μέχρι το pH να φθάσει το επίπεδο 8,2 (Mitcham et al., 1996; 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, τεμαχισμό, αποφλοιώση, συσκευασία), ώστε να διατηρηθεί η φρεσκάδα (Lamikanra, 2002; Siddiqui et al., 2011) 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**

Η αυξημένη ζήτηση του καταναλωτικού κοινού σε φρεσκοκομμένα φρούτα και λαχανικά είναι η αιτία για τη ραγδαία ανάπτυξη αυτού του νέου κλάδου της βιομηχανίας των οπωροκηπευτικών (Soliva-Fortuni and Martin-Belloso, 2003; Allende et al., 2006; Siddiqui et al., 2011).

Τα φρεσκοκομμένα μειώνουν το χρόνο προετοιμασίας του γεύματος και προσφέρουν σταθερή ποιότητα στον καταναλωτή με ποιοτικά χαρακτηριστικά συγκρίσιμα με αυτά των νωπών. Υπερτερούν και διαφοροποιούνται από τα τεχνολογικά επεξεργασμένα φρούτα και λαχανικά (κομπόστες, κατεψυγμένα κ.α.) για την καλύτερη διατήρηση των χαρακτηριστικών των αρχικών νωπών προϊόντων, όπως γεύση, άρωμα και θρεπτική αξία (Κουκουνάρας, 2007).

Αυξάνουν την πρόσβαση σε υγιεινά προϊόντα φρούτων (Ragaert et al., 2004) και λαχανικών, διατηρώντας παράλληλα το άρωμα και τη φρεσκάδα των προς κατανάλωση προϊόντων.

Επίσης είναι εύκολη η πρόσβαση (Bruhn, 1995) αυτών στα σημεία πώλησης, απαιτούν λιγότερο αποθηκευτικό χώρο και είναι εύκολο να αποθηκευτούν σε συσκευασίες (Καραπάνος και Πάσσαμ, 2010).

Τέλος, χρειάζονται μειωμένο χειρισμό από τον καταναλωτή και προκύπτει μικρός όγκος απορριμμάτων μετά την κατανάλωσή τους (Cantwell, 1995a).

### **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, 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 (Siddiqui et al., 2011). Συνεπώς, απαιτούν θερμοκρασίες συντήρησης 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., 2007a). 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. Οι επιφάνειες τομής τους αποτελούν κατάλληλα υποστρώματα για την ανάπτυξη βακτηρίων και μυκήτων. Ακόμη είναι πιθανή και η μεταφορά ανθρώπινων παθογόνων όπως, *E. coli*, *Listeria*, *Yesteria*, *Salmonella* (Cantwell, 1995b). 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 στο προσωπικό και 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% (He and Luo, 2007; Καραπάνος & Πάσσαμ, 2010).

## **2.3 Προβλήματα και φυσιολογία φρεσκοκομμένων**

### **2.3.1 Γενικά**

Η προετοιμασία (πλύσιμο, αφαίρεση φλοιού, τεμαχισμός) των νωπών τεμαχισμένων φρούτων και λαχανικών έχει ως αποτέλεσμα τον τραυματισμό των φυτικών ιστών. Ως άμεση συνέπεια του τραυματισμού, προκαλείται η ενεργοποίηση ενός ‘μηνύματος τραυματισμού’, το οποίο μεταδίδεται σε παρακείμενα τμήματα των τραυματισμένων ιστών και θεωρείται υπεύθυνο για την επαγωγή πολλών φυσιολογικών και βιοχημικών αντιδράσεων (Saltveit, 2003). Οι κυριότερες από αυτές είναι η αυξημένη παραγωγή αιθυλενίου και CO<sub>2</sub>, η αυξημένη διαπνοή, η διάσπαση των μεμβρανών και η παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών (Toivonen και de Ell, 2002; Saltveit, 2003).

Οι χειρισμοί που απαιτούνται για την προετοιμασία των φρούτων και των 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), οξείδωση των λιπιδίων και μολύνσεις από μικροοργανισμούς.

### **2.3.2 Μαλάκωμα των ιστών**

Η υφή συναντάται με πολλές μορφές (τραγανότητα, σκληρότητα, αλευρώδες, κοκκώδες, κ.λπ.) και ο καταναλωτής έχει την προσδοκία ότι η κοπή και η αποθήκευση ενός προϊόντος δεν θα παρεμβαίνει στις προβλεπόμενες οργανοληπτικές ιδιότητες. Για τον καταναλωτή, υπάρχουν δύο παράγοντες που επηρεάζουν περισσότερο την αίσθηση στο στόμα ενός φρούτου ή λαχανικού: η σκληρότητα και το χυμώδες. Η σκληρότητα καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη φυσική ανατομία του ιστού, ιδιαίτερα από το μέγεθος του κυττάρου, το σχήμα, το πάχος και τη σταθερότητα του κυτταρικού τοιχώματος, τη μεσοκυττάρια απόσταση και την κατάσταση σπαργής. Πολλοί από αυτούς τους παράγοντες είναι αλληλένδετοι, για παράδειγμα ιστοί με μικρά κύτταρα τείνουν να έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα

κυτταρικού τοιχώματος, χαμηλότερη σχετική ποσότητα κυτταροπλάσματος και χυμοτοπίου (σφρίγος κυττάρου), μεγαλύτερη περιοχή επαφής κυττάρου-προς-κύτταρο και χαμηλές ποσότητες μεσοκυττάρων διαστημάτων με αέρα, καθιστώντας τον ιστό πιο σταθερό και προφανώς λιγότερο χυμώδη (Toivonen and Brummell, 2008).

Τα ελάχιστα επεξεργασμένα φρούτα και λαχανικά που διατηρούν σταθερή τραγανή υφή είναι ιδιαίτερα επιθυμητά, επειδή οι καταναλωτές συνδέουν αυτή την υφή με τη φρεσκάδα και την υγιεινή. Το μαλάκωμα της σάρκας αποτελεί σημαντικό πρόβλημα κυρίως για τα νωπά τεμαχισμένα φρούτα (Gorny et al., 1998; Gorny et al., 2000). Πράγματι, η εμφάνιση ενός μαλακού ή χαλαρού προϊόντος μπορεί να οδηγήσει σε απόρριψη από τον καταναλωτή πριν την κατανάλωση. Οι μεταβολές της υφής στα οπωροκηπευτικά σχετίζονται με ορισμένες ενζυμικές και μη ενζυμικές διαδικασίες που πραγματοποιούνται στα κυτταρικά τοιχώματα, τη μέση πλάκα (middle lamella) και σε επίπεδο μεμβρανών (Garcia and Barrett, 2002). Η ενζυμική υποβάθμιση των πηκτινών καταλύεται από την πηκτινική μεθυλεστεράση (PME) και την πολυγαλακτουρονάση (PG). Η πηκτινή πρώτα απομεθυλιώνεται μερικώς από την PME και αργότερα αποπολυμερίζεται από την PG σε γαλακτουρονικό οξύ, προκαλώντας απώλεια σκληρότητας. Η απώλεια αυτή, οφείλεται στη λέπτυνση του κυτταρικού τοιχώματος (Soliva-Fortuní and Martín-Belloso, 2003), την αποδόμηση των κυτταρικών μεμβρανών και την ενζυμική χαλάρωση των δεσμών μεταξύ των κυττάρων, με συνέπεια την αυξημένη κινητικότητα των κυττάρων και την περατότητα των μεμβρανών.

Παρόλο που έχει αποδειχθεί ο σημαντικός ρόλος των ενζύμων PG και PME στην διεργασία αυτή, ο ακριβής μηχανισμός δεν είναι ακόμα πλήρως γνωστός (Garcia and Barrett, 2002). Η σχέση μεταξύ της συνεκτικότητας της σάρκας και της δράσης της PME είναι σύνθετη, συμβάλλοντας άλλοτε στην ενδυνάμωση του κυτταρικού τοιχώματος και άλλοτε στη χαλάρωση αυτού. Εντούτοις, η ελεγχόμενη ενεργοποίηση της PME έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της υφής, καθώς αυξάνει την εγκάρσια σύνδεση μεταξύ των αλυσίδων πηκτινής και των κατιόντων (Rico et al., 2007b).

Κάποιοι κλιμακτηρικοί καρποί μαλακώνουν υπερβολικά (λιώνουν) (ροδάκινο, αβοκάντο) και κάποιοι άλλοι παραμένουν τραγανοί (μήλο, κυδώνι), ενώ οι μη-κλιμακτηρικοί καρποί μπορεί επίσης να λιώνουν (φράουλα, βατόμουρο) ή να είναι τραγανοί (καρπούζι, cranberry), υποδηλώνοντας ότι δεν υπάρχει καμία σχέση μεταξύ κλιμακτηρικών και μη-κλιμακτηρικών και της δομής των καρπών. Αντίθετα, η

σκληρότητα και η υφή των φρούτων είναι πιο στενά συνδεδεμένη με τη δομή και τη σύνθεση του κυτταρικού τοιχώματος και ιδιαίτερα με τις αλλαγές που συμβαίνουν σε αυτό κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης (Toivonen and Brummell, 2008).

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, απώλεια βιταμίνης C και χλωροφύλλης (στα πράσινα λαχανικά όπως το σπανάκι) και 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, αχλάδι και ροδάκινο), όταν τα μη κλιμακτηρικά είδη δεν αντιδρούν (Καραπάνος & Πάσσαμ, 2010).

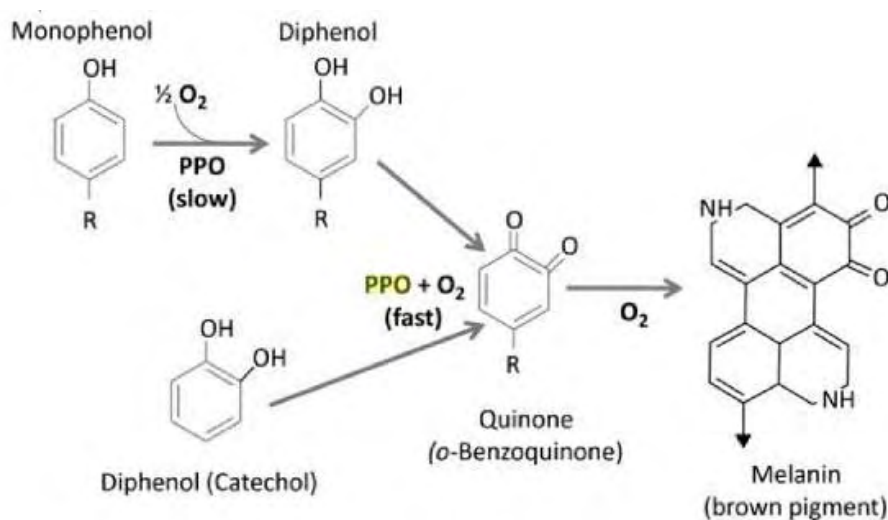
### **2.3.3 Καστάνωση ή καφέτιασμα των τομών**

Το ενζυμικό καφέτιασμα είναι ένας από τους σημαντικότερους περιοριστικούς παράγοντες της διάρκειας ζωής των φρεσκοκομμένων προϊόντων στο ράφι. Κατά τη διάρκεια των σταδίων προετοιμασίας, το προϊόν δέχεται χειρισμούς κατά τους οποίους τα κύτταρα σπάζουν προκαλώντας την απελευθέρωση ενζύμων από τους ιστούς, ενώ τα ένζυμα έρχονται σε επαφή με τα υποστρώματά τους. Οι μηχανικές βλάβες λόγω του τραυματισμού και το αιθυλένιο μπορεί να προκαλέσουν ενεργοποίηση του φαινολικού μεταβολισμού στο φρεσκοκομμένο ιστό. Ο τραυματισμός και το αιθυλένιο επάγουν τη δραστηριότητα του ενζύμου λυάση της αμμωνίας της φαινυλαλανίνης (PAL), ένα ένζυμο κλειδί για τη βιοσύνθεση των φαινολικών. Οι συσσωρευμένες φαινολικές ενώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υποστρώματα από την πολυφαινολοξειδάση (PPO) καταλήγοντας σε καφέτιασμα. Το ενζυμικό καφέτιασμα είναι αποτέλεσμα της οξειδωσης των φαινολικών ουσιών από την PPO, σε κινόνες, οι οποίες πολυμερίζονται σε χρωστικές καφέ χρώματος. Η δυσχρωμία προκύπτει από την δράση των PPO, οι οποίες βρίσκονται σε όλα τα φυτά και υπάρχουν σε εξαιρετικά μεγάλες ποσότητες στα μανιτάρια, τις μπανάνες, τα μήλα, τα αχλάδια, τις πατάτες, τα αβοκάντο και τα ροδάκινα. Το ενζυμικό καφέτιασμα πρέπει να διαχωρίζεται από το μη ενζυμικό, το οποίο είναι αποτέλεσμα της θερμικής επεξεργασίας ή της αποθήκευσης μετά από θερμική επεξεργασία. Οι

τύποι του μη-ενζυμικού καφετιάσματος περιλαμβάνουν τις αντιδράσεις Maillard, την καραμελοποίηση και την οξείδωση του ασκορβικού οξέος (Garcia and Barrett, 2002).

Το ενζυμικό καφέτιασμα αποτελεί κύρια οξειδωτική αντίδραση. Περιλαμβάνει δύο ένζυμα οξειδοαναγωγασών: την ομάδα των PPO και την υπεροξειδάση (POD). Η PPO καταλύει δύο αντιδράσεις, η πρώτη, οδηγεί σε υδροξυλίωση των μονοφαινολών σε διφαινόλες, η οποία είναι σχετικά αργή και έχει ως αποτέλεσμα άχρωμα προϊόντα. Κατά τη δεύτερη, η οξείδωση των διφαινολών προς ορθο-κινόνες (o-Quinones) πραγματοποιείται γρήγορα. Οι ορθο-κινόνες μέσω μη ενζυμικών αντιδράσεων, αντιδρούν με άλλα μόρια κίνησης, με άλλα φαινολικά μείγματα και με αμινομάδες πρωτεϊνών, πεπτιδίων και αμινοξέων, με αρωματικές αμίνες, μείγματα θειόλης, ασκορβικού οξέος κ.α. και δίνουν χρωματισμένα προϊόντα (καφέ χρωματισμούς) (Εικ. 2.8). Οι κομμένοι φυτικοί ιστοί συνήθως αποκτούν καφέ χρώμα, αλλά μπορούν επίσης να προκύψουν κόκκινο-καφέ, μπλε-γκρι, ακόμη και μαύρες δυσχρωμίες (Garcia & Barrett, 2002).

Τα υποστρώματα που εμπλέκονται στις παραπάνω αντιδράσεις βρίσκονται στα χυμοτόπια, ενώ τα ένζυμα βρίσκονται στο κυτόπλασμα (Ioannou and Ghoul, 2013). Οι αντιδράσεις μπορούν να λάβουν χώρα μόνο εάν έρθουν σε επαφή τα υποστρώματα με τα ένζυμα με παρουσία οξυγόνου. Έτσι, όλα τα φαινόμενα (κοπή, απώλεια σκληρότητας) οδηγούν στην έναρξη των αντιδράσεων καφετιάσματος, οι οποίες προκαλούν απώλειες ή μεταβολές της γεύσης, της οσμής και της θρεπτικής αξίας (Toivonen & Brummell, 2008).



**Εικόνα 2.8:** Αντιδράσεις που καταλύονται από την πολυφαινολοξειδάση (PPO) και δημιουργούν καφέτιασμα (Brody et al., 2011).



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

Η ευαισθησία στο καφέτιασμα διαφέρει μεταξύ των ποικιλιών (Toivonen and Hampson, 2009). Επομένως, για την παρασκευή φρεσκοκομμένων πρέπει να επιλέγονται ποικιλίες με χαμηλή συγκέντρωση PPO. Κάποιοι ιστοί μπορεί να παρουσιάζουν αυξημένη δράση και υψηλή συγκέντρωση PPO, που κάτω από κατάλληλες συνθήκες οδηγούν σε μεγαλύτερη τάση για καφέτιασμα. Επίσης, οι καλλιεργητικές πρακτικές, το έδαφος, το κλίμα, η λίπανση, η διάρκεια συντήρησης, η εποχή και οι συνθήκες συγκομιδής επηρεάζουν τη δραστηριότητα των PPO 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. Η μεταβλητότητα του χρώματος, που σχετίζεται με την ένταση και τη χροιά του, εξαρτάται από τα φαινολικά μείγματα που παίρνουν μέρος στις ενζυμικές οξειδώσεις και τα τελικά προϊόντα τους. Τα φαινολικά μείγματα και η δράση της PPO σε καρπούς από 11 ποικιλίες μήλων, πριν και μετά το καφέτιασμα, έδειξαν ότι η έκταση του καφετιάσματος είχε άμεση σχέση με την ποσότητα των φαινολικών. Στο μήλο και στο αχλάδι, η δράση των PPO είναι μεγαλύτερη στο φλοιό από ότι στη σάρκα (Garcia and Barrett, 2002). Οι Drogoudi et al., 2008 ανέφεραν ότι το περιεχόμενο των ολικών φαινολικών στο φλοιό των μήλων ήταν 1,2 έως 3,3 φορές υψηλότερο από αυτό στη σάρκα.

Το στάδιο της φυσιολογικής ωριμότητας των φρούτων και των λαχανικών επηρεάζει την αντίδραση των ιστών στον τραυματισμό, ενώ αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία στους κλιμακτηρικούς καρπούς. Στους κλιμακτηρικούς καρπούς, το στάδιο φυσιολογικής ωριμότητας στο οποίο συγκομίζονται και ακολούθως τεμαχίζονται έχει σημαντική επίδραση στην ποιότητα του νωπού τεμαχισμένου φρούτου. Ο καρπός δεν πρέπει να έχει υπερωριμάσει, οπότε έχει μικρή διάρκεια μετασυλλεκτικής ζωής αλλά πρέπει να έχει ωριμάσει επαρκώς ώστε να έχει αποκτήσει τα επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του (Κουκουνάρας, 2007). Η δράση των PPO μπορεί

να διαφέρει πολύ ανάμεσα στις ποικιλίες της ίδιας καλλιέργειας (Drogoudi et al., 2008) και στα διαφορετικά στάδια ωριμότητας.

#### **2.3.4 Απώλεια υγρασίας**

Οι ιστοί των οπωροκηπευτικών αποτελούνται κυρίως από νερό, το οποίο παίζει 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 δυνητικά πολύ αυξημένη απώλεια νερού, διότι οι τομές διακόπτουν τελείως τη συνέχεια της εφυμενίδας και εκθέτουν τους εσωτερικούς ιστούς απευθείας στον εξωτερικό αέρα (Agar et al., 1999; Garcia and Barrett, 2002; Siddiqui et al., 2011). Το μέγεθος των τεμαχίων και η επιφάνεια του κομμένου ιστού στα φρεσκοκομμένα φρούτα και λαχανικά, έχουν μεγάλη σημασία στην αναπνοή, την παραγωγή αιθυλενίου και την απώλεια υγρασίας (Cantwell, 1995a; Καραπάνος και Πάσσαμ, 2010). Έτσι, σε σχέση με τους αέριους ιστούς παρατηρείται απώλεια υγρασίας κατά 5-10 φορές αυξημένη από προϊόντα με ελαφρά φελλώδες εξωτερικό περίβλημα (καρότο), 10-100 φορές από αυτά με κηρώδη επιδερμίδα και έως 500 φορές από κομμένες πατάτες. Η απώλεια νερού επιταχύνει την απώλεια βιταμίνης C στα κομμένα οπωροκηπευτικά και σχετίζεται στενά με τη θερμοκρασία συντήρησης 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) καφέτιασμά τους. Τα παραπάνω οφείλονται στην οξείδωση της χλωροφύλλης και τον ενζυμικό μεταβολισμό φαινολών ή ανθοκυανών (από PPO, φαινόλασες κ.α.) αντίστοιχα. Παράλληλα μέσω των λιποξειδασών πραγματοποιείται σύνδεση αλδευδών και

κετονών με άσχημη οσμή, οδηγώντας σε γευστική υποβάθμιση των προϊόντων αυτών (Καραπάνος και Πάσσαμ, 2010) .

### 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 προσβάλλουν τον άνθρωπο (*E. coli*, *Listeria*, *Salmonella*) (Cantwell, 1995b).

Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί απαιτούν νερό και θρεπτικά συστατικά (σάκχαρα, αμινοξέα, βιταμίνες) για την ανάπτυξή τους, συστατικά ευρέως διαθέσιμα στα φρεσκοκομμένα προϊόντα. Μετά το πλύσιμο με χλωριωμένο νερό (ή άλλο απολυμαντικό μέσο) και τη 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.

Τα φρεσκοκομμένα είναι γενικά ασφαλή και υγιεινά προϊόντα. Παρόλα αυτά, εγκυμονούν ορισμένους κινδύνους. 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, 1995b).

## 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. Ένας συνηθισμένος χειρισμός που χρησιμοποιείται για να βελτιωθεί η σκληρότητα του ιστού σε κομμάτια φρούτων και λαχανικών, είναι η εμφάνιση σε διαλύματα ασβεστίου. Το ασβέστιο και τα άλατά του έχουν χρησιμοποιηθεί για να μειώσουν το μαλάκωμα σε μια μεγάλη ποικιλία ελάχιστα μεταποιημένων φρούτων (Barrett, 1995; Siddiqui et al., 2011). Επιδρά στη διατήρηση της δομής των πηκτινών και του κυτταρικού τοιχώματος γενικότερα, επομένως και των παραγόμενων οπωροκηπευτικών προϊόντων. Από μελέτες στη δομή, βρέθηκε ότι το ασβέστιο που διείσδυσε σε φρέσκα μήλα προσδέθηκε στο κυτταρικό τοίχωμα και στη μέση πλάκα (middle lamella). Τα ιόντα ασβεστίου αλληλεπιδρούν με πηκτινικά πολυμερή για να σχηματίσουν ένα διασυνδεδεμένο δίκτυο πολυμερών, μεταξύ ελεύθερων καρβοξυλικών ομάδων των πηκτινικών αλυσίδων (Καραπάνος και Πάσσαμ, 2010), που αυξάνει τη μηχανική αντοχή, με αποτέλεσμα να καθυστερεί το γήρασμο και να ελέγχει τις φυσιολογικές διαταραχές στα φρούτα και τα λαχανικά. Στα μηλοειδή, είναι ευρέως διαδεδομένη η εμφάνιση σε διαλύματα  $\text{CaCl}_2$  και έχει αποδειχθεί σε πολλές μελέτες η αποτελεσματικότητά του. Οι μεταχειρίσεις που αναφέρονται στη βιβλιογραφία κυμαίνονται από 0,1 έως 1%  $\text{CaCl}_2$  στο διάλυμα εμφάνισης (Soliva-Fortuni and Martin-Belloso, 2003). Άλλες αναφορές έδειξαν ότι η εμφάνιση σε διάλυμα 1-5%  $\text{CaCl}_2$  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).

Μεταχειρίσεις με ήπια θέρμανση, διεγείρουν τη δράση της PME με αποτέλεσμα τη διατήρηση της υφής (Rico et al., 2007b). Οι συγγραφείς βρήκαν σε μια σύγκριση 11 ποικιλιών μήλων, ότι 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 (Garcia and Barrett, 2002). Οι Martin-Diana et al. (2007) και οι Rico et al. (2007b) παρατήρησαν ότι η χρήση θερμικού σοκ (50 °C) σε συνδυασμό με 1,5% λακτικού Ca αύξησαν τη δράση της PME και διατήρησαν τη δομή σε φρεσκοκομμένα μαρούλια και καρότα.

Μια σύνθετη μεταχείριση περιλαμβάνει ζεμάτισμα σε σχετικά ήπια θερμοκρασία για τη δραστηριοποίηση του ενζύμου PE, που προηγείται της εμφάνισης σε ασβέστιο και δρα βοηθητικά στη διατήρηση της δομής των φρούτων. Η PE επιδρά στη μη εστεροποίηση της πηκτίνης, έτσι αυξάνεται ο αριθμός των θέσεων δέσμευσης ασβεστίου. Σε αυτό το μηχανισμό έχει αποδοθεί η επίδραση στη σκληρότητα που παρατηρείται σε φέτες μήλων οι οποίες διατηρήθηκαν στους 38 °C για 6 ημέρες αμέσως μετά τη συγκομιδή, τεμαχίστηκαν και εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα ασβεστίου, μετά από 6 μήνες ψυχοσυντήρησης. Συχνά, το χλωριούχο ασβέστιο χρησιμοποιείται σαν μέσο διατήρησης της σκληρότητας, αλλά μπορεί τελικά να δώσει ανεπιθύμητη πικρή γεύση στο προϊόν (Garcia and Barrett, 2002).

Ένας παράγοντας που μπλοκάρει τους υποδοχείς αιθυλενίου στους φυτικούς ιστούς (επομένως και τη δράση του αιθυλενίου), είναι το 1-methylcyclopropene (1-MCP) (Blankenship and Dole, 2003; Toivonen and Brummell, 2008; Siddiqui et al., 2011), 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, αχλαδιών και ακτινιδίων σήμερα (Toivonen, 2008). Αυτό οφείλεται στο ότι η έκφραση των ενζύμων PG και PE ελέγχεται από το αιθυλένιο, ως ορμονικός παράγοντας ρύθμισης της διαδικασίας 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 και του μάνγκο (Vilas-Boas and Kader, 2007).

Οι φέτες μήλων που ακτινοβολήθηκαν με ακτίνες γ είχαν μειωμένη σκληρότητα. Η ακτινοβολία διέγειρε την αναπνοή, αλλά ανέστειλε την παραγωγή αιθυλενίου σε φέτες μήλου από διαφορετικές ποικιλίες (Gunes et al., 2000). 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 ακτινοβόληση, οδήγησε σε μικρή βελτίωση της σκληρότητας σε σχέση με το μαλάκωμα που επήλθε από ακτινοβόληση 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<sub>2</sub> (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**

Για να αποφευχθεί το καφέτιασμα αναπτύχθηκαν διάφορες μέθοδοι. Ο ρόλος αυτών των μεθόδων είναι είτε να απενεργοποιούν την PPO ή να αποφεύγεται η επαφή μεταξύ του ενζύμου και του υποστρώματός του, είτε με την προσθήκη αντιοξειδωτικών ή με τη διατήρηση της δομικής ακεραιότητας των τροφίμων.

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 εδώδιμων καλυμμάτων (μεμβρανών) ή μεταχείριση με ακτινοβολία ή υψηλή πίεση. Οι χημικές μέθοδοι χρησιμοποιούν μείγματα που δρουν αναστέλλοντα τα ένζυμα ή 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).

#### 2.4.2.1 Φυσικές μέθοδοι

Μία από τις συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες προσεγγίσεις για τον έλεγχο της ενζυμικής δραστηριότητας σε φρεσκοκομμένα προϊόντα είναι η χρήση χαμηλής θερμοκρασίας κατά το χειρισμό, την επεξεργασία και τη συντήρηση. Σε χαμηλές θερμοκρασίες, δεν μειώνεται μόνο η ενζυμική δραστηριότητα, αλλά και γενικά ο ρυθμός μεταβολισμού με αποτέλεσμα την επέκταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος. Ορισμένες από τις μετασυλλεκτικές εφαρμογές σε ολόκληρους καρπούς συστήνονται και στο χειρισμό των φρεσκοκομμένων προϊόντων. Αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση της τροποποιημένης/ελεγχόμενης ατμόσφαιρας και της γ-ακτινοβολίας. Μη θερμικές μέθοδοι που μπορεί να έχουν εφαρμογή στα φρεσκοκομμένα προϊόντα περιλαμβάνουν εφαρμογές με υψηλή πίεση ή υψηλό ηλεκτρικό πεδίο παλμών (Garcia and Barrett, 2002).

**Χαμηλή θερμοκρασία.** Η ψύξη σε όλη την αλυσίδα παραγωγής μέχρι την κατανάλωση είναι θεμελιώδους σημασίας για την επέκταση της διάρκειας ζωής των φρεσκοκομμένων προϊόντων. Η θερμοκρασία έχει τεράστια επίδραση στο ρυθμό αναπνοής, επηρεάζει τη διαπερατότητα των αερίων μέσω των μεμβρανών συσκευασίας και επίσης επιβραδύνει την ανάπτυξη μικροβίων. Τα φρεσκοκομμένα προϊόντα έχουν γενικά υψηλότερους ρυθμούς αναπνοής από το ίδιο ακέραιο προϊόν, η αύξηση της αναπνοής μπορεί να ποικίλει από λίγες εκατοστιαίες μονάδες έως και πάνω από 100% (Garcia and Barrett, 2002). Επιπλέον, ο βαθμός της αύξησης της αναπνοής ποικίλλει ανάλογα με τη θερμοκρασία των εμπορευμάτων (Watada et al., 1996). Η θερμοκρασία συντήρησης είναι μία κρίσιμη παράμετρος για την επίτευξη της μέγιστης διάρκειας ζωής των προϊόντων.

Η ψυχοσυντήρηση κατά τη διάρκεια της διακίνησης είναι απαραίτητη για την πρόληψη του καφετιάσματος σε φρεσκοκομμένα φρούτα και λαχανικά, αφού η θερμοκρασία στα ψυγεία έχει αποτέλεσμα την ελάττωση της δραστηριότητας των ενζύμων που σχετίζονται με αυτό. Οι αντιδράσεις που καταλύονται από ένζυμα ελέγχονται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία. Για κάθε μείωση της θερμοκρασίας 10 °C παρατηρείται μείωση κατά δύο φορές στο ρυθμό μιας αντίδρασης που καταλύεται από ένζυμο (He and Luo, 2007). Η μειωμένη κινητική ενέργεια των αντιδρώντων μορίων, σε χαμηλές θερμοκρασίες, έχει ως αποτέλεσμα

μείωση στην κινητικότητα και στις "επιτυχημένες συγκρούσεις" που χρειάζονται για τη δημιουργία συμπλόκων ενζύμου-υποστρώματος.

Για την εξασφάλιση υψηλής ποιότητας προϊόντων, συνιστάται τα φρεσκοκομμένα προϊόντα να διατηρούνται σε θερμοκρασίες λίγο πάνω από αυτές της κατάψυξης. Ωστόσο, ζημιά από χαμηλές θερμοκρασίες (chilling injury) μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκεια της συντήρησης κάποιων τροπικών και υποτροπικών φρούτων. Ως εκ τούτου, τα εμπορεύματα που είναι ευαίσθητα στο chilling injury (μπανάνες, μάνγκο, αβοκάντο, ντομάτες, κ.λπ.) δεν πρέπει να αποθηκεύονται κάτω από την αντίστοιχη κρίσιμη θερμοκρασία τους (He and Luo, 2007).

## **Μειωμένο O<sub>2</sub> και αυξημένο CO<sub>2</sub>**

### **✓ Τροποποιημένη και ελεγχόμενη ατμόσφαιρα**

Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα (TA) και η ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (EA) χρησιμοποιούνται για τη συντήρηση σε περιβάλλον με μειωμένη συγκέντρωση O<sub>2</sub> και αυξημένη συγκέντρωση σε CO<sub>2</sub> σε σχέση με τη σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα (Κουκουνάρας, 2007). Η EA διαφέρει από τη TA στο γεγονός ότι η σύσταση της ατμόσφαιρας σε CO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub> παραμένει σταθερή σε ορισμένα επίπεδα, ενώ στην TA μεταβάλλεται συνεχώς από τα ίδια τα προϊόντα. Η EA, αν και χρησιμοποιείται με πολύ θετικά αποτελέσματα στη συντήρηση ακέραιων νωπών φρούτων και λαχανικών, δεν έχει μεγάλη εφαρμογή στα φρεσκοκομμένα, λόγω της σύντομης διάρκειας της μετασυλλεκτικής τους ζωής (Watada et al., 1996).

Αντίθετα η TA έχει εκτεταμένη εφαρμογή στα νωπά τεμαχισμένα φρούτα και λαχανικά, λόγω των σημαντικών πλεονεκτημάτων που έχει η απαιτούμενη συσκευασία με ημιπερατή μεμβράνη, όπως αποφυγή μολύνσεων ή επιμολύνσεων από διάφορους παθογόνους μικροοργανισμούς και ο περιορισμός των απωλειών βάρους. Η TA διαχωρίζεται σε 'παθητική' και 'ενεργητική'. Στην 'παθητική', οι μεταβολές στη σύσταση της ατμόσφαιρας επιτυγχάνονται από την αναπνοή του προϊόντος και την περατότητα της μεμβράνης, ενώ στην 'ενεργητική', υπάρχει μια αρχική πριν τη σφράγιση μεταβολή της σύστασης (π.χ. προσθήκη CO<sub>2</sub>). Ωστόσο, είναι σημαντικό στην EA και την TA να αποφευχθούν ζημιές από χαμηλή συγκέντρωση O<sub>2</sub> ή υψηλή συγκέντρωση CO<sub>2</sub> (Garcia και Barrett, 2002). Μειονέκτημα της TA μπορεί να αποτελέσουν οι διαφορετικές απαιτήσεις στη σχέση CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> του κάθε είδους που περιλαμβάνονται στα μείγματα των φρεσκοκομμένων φρούτων και λαχανικών, με



αποτέλεσμα οι επιλογές της μεμβράνης να γίνονται με βάση τις απαιτήσεις του πιο ευαίσθητου είδους στη σχέση CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>.

Οι τροποποιημένες ή οι ελεγχόμενες ατμόσφαιρες επιβραδύνουν τη γήρανση και ως εκ τούτου παρατείνεται η διάρκεια ζωής των προϊόντων (Garcia and Barrett, 2002). Σε μελέτες έχει αναφερθεί πως οι μειωμένες συγκεντρώσεις O<sub>2</sub> και οι αυξημένες CO<sub>2</sub>, που προκύπτουν από την TA, μπορούν να επιβραδύνουν την αντίδραση του καφετιάσματος στα φρεσκοκομμένα προϊόντα (Gorny, 1997; He and Luo, 2007). Ωστόσο, είναι σημαντική η αποφυγή ιδιαίτερα χαμηλών επίπεδων O<sub>2</sub> ή υψηλών επίπεδων CO<sub>2</sub>, οι οποίες οδηγούν σε αναερόβια αναπνοή με αποτέλεσμα την ανάπτυξη ανεπιθύμητων γεύσεων και οσμών και αύξηση της ευαισθησίας του προϊόντος για αποσύνθεση (Garcia and Barrett, 2002).

#### ✓ **Εδώδιμες επικαλύψεις**

Η επέκταση της διάρκειας ζωής έχει επίσης επιτευχθεί με επικάλυψη των φρεσκοκομμένων προϊόντων με εδώδιμες επικαλύψεις (Siddiqui et al., 2011). Τέτοιες λεπτές στρώσεις προστατευτικών υλικών εφαρμόζονται στην επιφάνεια του φρούτου ή του λαχανικού ως αντικατάσταση του φυσικού προστατευτικού ιστού (επιδερμίδα, φλοιός) (Garcia and Barrett, 2002). Οι εδώδιμες επικαλύψεις των φρεσκοκομμένων, κυρίως αποτελούνται από λίπη, ρητίνες, πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες και συνθετικά πολυμερή (Baldwin et al., 1995; Κουκουνάρας, 2007; Falguera et al., 2011). Δημιουργούν ένα ημιπερατό φράγμα στην ανταλλαγή των αερίων και των υδρατμών, με αποτέλεσμα να μειώνουν την αναπνοή, το καφέτιασμα των ιστών και την απώλεια βάρους. Οδηγούν σε βελτίωση της υφής και της μηχανικής ακεραιότητας, διατήρηση των πτητικών ενώσεων (γεύση) και μείωση της μικροβιακής ανάπτυξης (Garcia and Barrett, 2002; Κουκουνάρας, 2007; Rojas-Grau et al., 2009). Στην πραγματικότητα στο φρεσκοκομμένο προϊόν δημιουργείται μια τροποποιημένη ατμόσφαιρα από την εδώδιμη επικάλυψη.

Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες εδώδιμες επικαλύψεις είναι το άμυλο (Olivas and Barbosa-Cánovas, 2009), τα φύκη (Olivas et al., 2007; Rojas-Grau et al., 2007b; Rojas-Grau et al., 2008), η χιτοζάνη (Pen and Jiang, 2003; Qi et al., 2011; Xiao et al., 2011), η πηκτίνη (Ferrari et al., 2013), η καραγενάνη (Bico et al., 2009), η πρωτεΐνη από ορό γάλακτος (Perez-Cago et al., 2005; Perez-Cago et al., 2006), ο πουρές μήλου (Rojas-Grau et al., 2007a), η ζάχαρη (Barrett, 1995), η πρωτεΐνη σόγιας, το gel αλόης

(Chauhan et al., 2011), η γαλακτομαννάνη (Lima et al., 2010; Cerqueira et al., 2011) και το κερί μέλισσας (Rojas-Grau et al., 2009).

Οι εδώδιμες επικαλύψεις μπορούν να βελτιωθούν με την προσθήκη πλαστικοποιητών, επιφανειοδραστικών ουσιών και γαλακτωματοποιητών. Είναι σημαντική η επιλογή του κατάλληλου εδώδιμου καλύμματος λόγω της υδρόφιλης φύσης των κομμένων επιφανειών. Ορισμένες επικαλύψεις δεν μπορούν να προσκολληθούν σε τέτοιες επιφάνειες, άλλες μπορεί να προσφέρουν καλή πρόσφυση, αλλά πιθανόν να μην αντιστέκονται επαρκώς στην υγρασία ή στη διάχυση ατμού (Baldwin et al., 1995). Τα καλύμματα με συστατικά λιπιδίων αντιστέκονται επαρκώς στη διείσδυση της υγρασίας, ωστόσο μπορεί να δώσουν ανεπιθύμητη κηρώδη ή κολλώδη αίσθηση στο στόμα του καταναλωτή.

Αξίζει να σημειωθεί ότι διάφορα πρόσθετα τροφίμων μπορούν να ενσωματωθούν στα εδώδιμα καλύμματα, όπως αντιοξειδωτικά (Baldwin et al., 1995), αντιμικροβιακές ουσίες, θρεπτικά στοιχεία κ.α. (Κουκουνάρας, 2007). Η αποτελεσματικότητα του ασκορβικού οξέος στην καθυστέρηση του ενζυμικού καφετιάσματος στα κομμένα μήλα και τις πατάτες βελτιώθηκε όταν αυτό ενσωματώθηκε σε εδώδιμο κάλυμμα, παρά όταν χρησιμοποιήθηκε αυτούσιο σε διάλυμα για εμφύσηση (Garcia and Barrett, 2002).

Η προσθήκη ζάχαρης, είτε απευθείας ή σε σιρόπι (γλάσο), είναι ένα άλλο μέσο για την παρεμπόδιση του καφετιάσματος σε φρεσκοκομμένα φρούτα και λαχανικά. Η προσθήκη αυτού του καλύμματος μειώνει το διαθέσιμο οξυγόνο, που είναι απαραίτητο για την πραγματοποίηση της αντίδρασης του καφετιάσματος. Επίσης, βοηθάει στη διατήρηση του χρώματος, της γεύσης και της δομής και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με κιτρικό και ασκορβικό οξύ για την επίτευξη καλύτερου αποτελέσματος (Barrett, 1995).

Ένα από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα βιοπολυμερή για την παρασκευή εδώδιμων επικαλύψεων είναι η χιτοζάνη. Είναι ένας κατιονικός, μη τοξικός (Tamer and Copur, 2010) πολυσακχαρίτης με μεγάλο μοριακό βάρος. Η χιτοζάνη κανονικά λαμβάνεται από την αλκαλική αποακετυλίωση της χιτίνης και εξάγεται από εξωσκελετούς διαφόρων οστρακοειδών ή από τα κυτταρικά τοιχώματα μερικών μικροοργανισμών και μυκήτων (Zsivanovits et al., 2012). Μεμβράνες χιτοζάνης χρησιμοποιούνται ως επικάλυψη νωπών και φρεσκοκομμένων φρούτων και λαχανικών (μήλα, πορτοκάλια, ντομάτες, πιπεριές, μούρα, κ.λ.π.), επειδή είναι ευέλικτες, προσφέρουν πολύτιμες ιδιότητες όπως ελαστικότητα, πηκτικότητα,

επιλεκτική διαπερατότητα και δρουν ως αντιοξειδωτικά αλλά και ως αντιμικροβιακό φράγμα κατά των παθογόνων (*Candida*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Proteus vulgaris*, *Botrytis cinerea*) (Tamer and Copur, 2010; Zsivanovits et al., 2012). Οι παραπάνω ιδιότητες της χιτοζάνης την καθιστούν ιδιαίτερα κατάλληλη για τη διαμόρφωση των εδώδιμων επικαλύψεων, για τη διατήρηση της ποιότητας και την παράταση της διάρκειας ζωής φρούτων και λαχανικών όπως τα εσπεριδοειδή, ροδάκινα, ακτινίδια, φράουλες, ντομάτες και μήλα (Tamer and Copur, 2010).

**Θερμική μεταχείριση.** Τυπικές μέθοδοι επιτυγχάνουν την παρεμπόδιση του καφετιάσματος μέσω της θερμικής αδρανοποίησης της PPO. Η PPO θεωρείται ένζυμο χαμηλής θερμοσταθερότητας και η σταθερότητά της εξαρτάται από την πηγή του ενζύμου, επηρεάζεται από την ποικιλία, τον τόπο καλλιέργειας και το pH. Η PPO στα διάφορα φυτά εμφανίζει μέγιστη δραστηριότητα σε θερμοκρασίες από 20-35 °C, ενώ η θερμική απενεργοποίησή της λαμβάνει χώρα σε θερμοκρασίες υψηλότερες από 40 °C (Garcia and Barret, 2002). Ωστόσο, η χρήση θερμότητας είναι πιθανό να προκαλέσει καταστροφή στα χαρακτηριστικά ποιότητας των τροφίμων (δομή, υφή, άρωμα και γεύση) (He and Luo, 2007) και απώλειες θρεπτικών. Τέλος, η θερμική μεταχείριση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε φρεσκοκομμένα προϊόντα που προέρχονται από ολοκληρωμένη ή βιολογική γεωργία στα οποία δεν επιτρέπεται, όπως είναι γνωστό, η χρήση χημικών ουσιών (Κουκουνάρας, 2007).

Το θερμικό σοκ επάγει τη σύνθεση πρωτεϊνών (heat shock proteins) στη θέση των ενζύμων, που επάγονται από τον τραυματισμό, έχοντας ως αποτέλεσμα τον έλεγχο του καφετιάσματος στα μεταποιημένα φρούτα και λαχανικά (Saltveit, 2000). Έχει αναφερθεί πως μεταχείριση θερμικού σοκ (45 °C για 105 min) σε ακέραια μήλα που χρησιμοποιήθηκαν αργότερα για την παρασκευή φετών οδήγησε σε προϊόν με λιγότερο καφέτιασμα και πιο σταθερή υφή από το προϊόν που παρασκευάστηκε από φρούτα που δεν δέχτηκαν θέρμανση (Garcia and Barret, 2002). Επίσης, σε άλλη πειραματική δοκιμή καρποί ροδάκινου δέχθηκαν θέρμανση στους 40 °C για 70 min και στους 50 °C για 10 min και τα αποτελέσματα έδειξαν πως το καφέτιασμα ελέγχθηκε επιτυχώς και η σάρκα παρέμεινε συνεκτική κατά τη διάρκεια της συντήρησης (Siddiqui et al., 2011). Για να πραγματοποιηθεί μια αντίδραση ενζυμικού καφετιάσματος απαιτείται παρουσία ενεργής PPO, οξυγόνου και φαινολικών υποστρωμάτων. Η παρεμπόδιση του καφετιάσματος είναι δυνατή, τουλάχιστον

προσωρινά, μέσω της εξάλειψης των υποστρωμάτων και της ενζυμικής αναστολής. 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 (PE, PG και γαλακτοσιδάση) (Toivonen and de Eil, 2002).

**γ-ακτινοβολία.** Εφαρμογή της γ-ακτινοβολίας σε φρούτα και λαχανικά έχει χρησιμοποιηθεί για απολύμανση από έντομα και ασθένειες, καθώς και για επιβράδυνση της ωρίμανσης και της βλάστησης. Η ακτινοβόληση που εφαρμόστηκε σε φρεσκοκομμένα καρότα, τα οποία αποθηκεύτηκαν σε πλαστικά σακκουλάκια, οδήγησε σε περιορισμένη αύξηση της αναπνοής, που οφείλονταν σε τραυματισμό και μειωμένη παραγωγή αιθυλενίου. Η μεταχείριση αυτή αύξησε τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Παρ' όλα αυτά, η εφαρμογή ακτινοβολίας μπορεί να επιφέρει ανεπιθύμητες βιοχημικές αλλαγές. Στην πραγματικότητα, το ενζυμικό καφέτιασμα μπορεί να επιδεινωθεί από την εφαρμογή ακτινοβολίας, μεταβάλλοντας τη διαπερατότητα των κυτταρικών διαμερισμάτων, διευκολύνοντας την επαφή μεταξύ ΡΡΟ και υποστρωμάτων. Μήλα και αχλάδια έδειξαν μειωμένη σκληρότητα, η οποία είχε άμεση σχέση με την ποικιλία, και αλλαγή στο εσωτερικό χρώμα των μήλων ποικιλίας 'Gala' και 'Granny Smith' (Garcia and Barrett, 2002).

**Υψηλή πίεση.** Επεξεργασία με υψηλή πίεση έχει εφαρμογές στη συντήρηση των τροφίμων, λόγω της πιθανής επίδρασής της σε μικροοργανισμούς και ένζυμα. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της νέας τεχνολογίας είναι ότι εφαρμογή υψηλής πίεσης σε χαμηλές θερμοκρασίες έχει καμία ή ελάχιστη επίδραση στη γεύση και τη θρεπτική αξία των τροφίμων. Ωστόσο, μπορεί να τροποποιήσει την υφή και γεύση.

Ενώ τα σπόρια βακτηρίων είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στην πίεση έως και πάνω από 1200 MPa για την αδρανοποίησή τους, οι ζύμες, οι μύκητες και τα φυτικά κύτταρα είναι ευαίσθητα στην πίεση και μπορούν να αδρανοποιηθούν με ηπιότερη πίεση στα 300-600 MPa. Όταν στόχος είναι η απενεργοποίηση του ενζύμου, οι απαιτήσεις σε πίεση ποικίλλουν ανάλογα με το ένζυμο. Ορισμένα ένζυμα είναι ανθεκτικά σε 1000 MPa, ενώ άλλα μπορεί να αδρανοποιηθούν με μερικές εκατοντάδες MPa σε θερμοκρασία δωματίου. Η εφαρμογή υψηλής πίεσης έχει

θεωρηθεί ως εναλλακτική λύση για τη μη αναστρέψιμη απενεργοποίηση της PPO (Garcia and Barrett, 2002). Η ευαισθησία της PPO στην πίεση εξαρτάται επίσης και από το είδος του καρπού (πηγή του ενζύμου). Επιπλέον, η αδρανοποίηση της PPO με πίεση επηρεάζεται και από το pH. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως δεν είναι δυνατή η πλήρης απενεργοποίηση των ενζύμων, κατά την εφαρμογή πίεσης, με παράλληλη διατήρηση της ακεραιότητας του ιστού των φρούτων και των λαχανικών.

#### 2.4.2.2 Χημικές μέθοδοι

Η χρήση χημικών ουσιών αποτελεί σήμερα ίσως την πιο διαδεδομένη μέθοδο για τη διατήρηση της ποιότητας των νωπών τεμαχισμένων φρούτων και λαχανικών. Συνήθως οι χημικές ουσίες χρησιμοποιούνται ως διαλύματα μιας ή περισσότερων ουσιών, όπου εμβαπτίζονται τα νωπά τεμαχισμένα φρούτα και λαχανικά (Garcia and Barrett, 2002). Ορισμένοι τύποι χημικών που χρησιμοποιούνται δρουν κατευθείαν ως παρεμποδιστές της PPO και άλλοι αντιδρούν με τα προϊόντα της αντίδρασής της, πριν αυτά οδηγήσουν σε σχηματισμό σκούρου χρώματος.

Έχει δοκιμαστεί ένας σημαντικός αριθμός χημικών ουσιών, όπως ασκορβικό οξύ, κιτρικό οξύ, γλωριούχο ασβέστιο, κυστεΐνη, οξαλικό οξύ, γαλακτικό ασβέστιο κ.ά. (Gorny et al., 2002; Aguayo et al., 2006; Vilas-Boas and Kader, 2006). Ωστόσο, η χρήση χημικών ουσιών δεν είναι πάντοτε αποτελεσματική στην διατήρηση της ποιότητας (Κουκουνάρας, 2007).

Αν και η χρήση χημικών ουσιών είναι αρκετά διαδεδομένη, πολλοί είναι οι καταναλωτές που δεν επιθυμούν την παρουσία οποιασδήποτε χημικής ουσίας στα προϊόντα διατροφής τους.

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).

**Μέσα οξίνισης.** 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 δραστηριότητά 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 (Garcia & Barrett, 2002).

Η χρήση χημικών για τη μείωση του pH ή μέσων οξίνισης έχουν διαδομένη 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 του 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 (Καραπάνος και Πάσσαμ, 2010). Έχει βρεθεί ότι το μηλικό οξύ είναι πιο αποτελεσματικό κατά του καφετιάσματος, σε χυμό μήλου, από ότι το κιτρικό (Garcia & Barrett, 2002).

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.

**Αναγωγικά μέσα.** Αυτός ο τύπος του παράγοντα κατά του καφετιάσματος προκαλεί χημική αναγωγή των άχρωμων κινονών, που προκύπτουν από την αντίδραση της PPO, σε διφαινόλες (αντίστροφη αντίδραση). Τα αναγωγικά μέσα οξειδώνονται μη αντιστρεπτά κατά τη διάρκεια της αντίδρασης, το οποίο σημαίνει ότι η προστασία που παρέχουν είναι προσωρινή, μέχρι να καταναλωθούν από την αντίδραση. Όταν όλα τα αναγωγικά μέσα που έχουν προστεθεί οξειδωθούν, οι κινόνες από την αντίδραση της PPO μπορούν να υποβληθούν σε περαιτέρω αντιδράσεις οξείδωσης και τέλος, ταχύ πολυμερισμό που οδηγεί σε σχηματισμό καφέ συστατικών.

Το ασκορβικό οξύ είναι πιθανόν το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο μέσο κατά του καφετιάσματος και εκτός από τις άλλες ιδιότητές του, προκαλεί και μικρή μείωση στο pH. Υποβαθμίζει τις κινόνες σε διφαινόλες και έχει άμεση επίδραση στην PPO (Garcia & Barrett, 2002). 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 (Καραπάνος & Πάσσαμ, 2010). 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; Danyen et al., 2009). 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).

Επιπλέον στο παρελθόν, τα θειώδη χρησιμοποιούνταν για τον έλεγχο του καφετιάσματος τόσο στα ακέραια 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; Garcia and Barret, 2002).

Επίσης, διάφορες φυτικές πρωτεάσες ή 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 (Garcia & Barrett, 2002).

**Χηλικά μέσα.** Ουσίες με χηλική δράση έναντι των στοιχείων Cu ή Fe, που προωθούν την οξειδωτική δράση των ενζύμων, χρησιμοποιούνται για την παρεμπόδιση του ενζυμικού καφετιάσματος. Τα διάφορα χηλικά μέσα που χρησιμοποιούνται είναι το σορβικό οξύ, το πολυκαρβοξυλικό οξύ (κιτρικό, μηλικό, ταρταρικό, οξαλικό), τα πολυφωσφορικά, τα μακρομόρια (πορφυρίνες, πρωτεΐνες) και το EDTA (He and Luo, 2007).

Μέσω συμπλοκοποίησης του χαλκού από την ενεργή θέση της PPO, ενώσεις με χηλική δράση, όπως αιθυλενοδιαμινοτετραοξικό οξύ (EDTA) μπορούν να την αναστείλουν. Το EDTA είναι ένα μεταλλοένζυμο που περιέχει χαλκό στην ενεργή του θέση. Σε συγκέντρωση 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% (Καραπάνος και Πάσσαμ, 2010). Το 'Sporix' είναι ένας ισχυρός χηλικός παράγοντας, που δρα και ως μέσο οξίνισης. Παρεμπόδιση του καφετιάσματος σε χυμό μήλου και σε κομμένες επιφάνειες επιτεύχθηκε με συνδυασμό 'Sporix' και ασκορβικού οξέος (Garcia and Barrett, 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 (Καραπάνος και Πάσσαμ, 2010; Siddiqui et al., 2011). Τα λιγότερο «κοφτερά» μαχαιρία 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 μη διαπερατή στο νερό συσκευασία είναι τεράστιας σημασίας για τη διατήρηση των φρεσκοκομμένων προϊόντων (Garcia & Barrett, 2002).

#### **2.4.4 Χειρισμοί φρεσκοκομμένων για την παρεμπόδιση προσβολής από μικροοργανισμούς**

Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί απαιτούν νερό και θρεπτικά συστατικά (σάκχαρα, αμινοξέα, βιταμίνες) για την ανάπτυξή τους, συστατικά ευρέως διαδεδομένα στα φρεσκοκομμένα προϊόντα. Η παραμονή των φρεσκοκομμένων σε αέριο περιβάλλον με όζον ( $O_3$ ) ή υπεροξείδιο του υδρογόνου ( $H_2O_2$ ) έχει απολυμαντική δράση. Το  $O_3$  εφαρμόζεται είτε ως αέριο, είτε με την εμβάπτιση των προϊόντων σε νερό εμπλουτισμένο με  $O_3$ . Η χρήση του παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, είναι αποτελεσματικότερο συγκριτικά με το χλώριο για την απολύμανση των φυτικών ιστών. Οξειδώνει το παραγόμενο αιθυλένιο συμβάλλοντας στη διατήρηση της δομής των ιστών κατά τη συντήρησή τους και δεν αφήνει υπολείμματα αφού διασπάται σε οξυγόνο (Καραπάνος και Πάσσαμ, 2010).

Μετά το πλύσιμο με χλωριωμένο νερό, οζονισμένο νερό ή άλλο απολυμαντικό μέσο και τη 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  $<5$  °C. Τα φρεσκοκομμένα προσβάλλονται επίσης και από ψυχρόφιλους οργανισμούς, που αναπτύσσονται ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες συντήρησης. 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 (Cantwell, 1995b).

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 CO<sub>2</sub> εμποδίζεται η ανάπτυξη μικροοργανισμών. Οι μύκητες είναι σχετικά ευαίσθητοι σε συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub>>5%. Ο κατάλληλος έλεγχος της θερμοκρασίας και οι υψηλές συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> 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.

## **2.5 Αιθυλένιο και 1-MCP**

### **2.5.1 Αιθυλένιο**

Τα φρούτα και τα λαχανικά, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ως ζωντανοί οργανισμοί, μετά τη συγκομιδή τους εξακολουθούν να υπόκεινται σε μεταβολικές διεργασίες που υποβαθμίζουν τη μετασυλλεκτική ποιότητά τους. Ένας από τους σπουδαιότερους παράγοντες υποβάθμισης είναι η παραγωγή αιθυλενίου που επάγεται από τους ίδιους τους καρπούς κατά τη συντήρηση.

Το αιθυλένιο είναι ένας αέριος υδρογονάνθρακας που θεωρείται ρυθμιστής της ανάπτυξης των φυτών ή φυτο-ορμόνη λόγω του μεγάλου αριθμού των φυσιολογικών διεργασιών που ελέγχονται ή ρυθμίζονται μέσω της δράσης του (Defilippi et al., 2005; Βασιλακάκης κ.α., 2010; Γιαννούσης, 2012). Αυξάνει την αναπνοή των κυττάρων, προάγει την αποκοπή φύλλων και καρπών, προάγει την ωρίμανση και το μαλάκωμα των καρπών, το γηρασμό, τη διάσπαση της χλωροφύλλης (Siddiqui et al., 2011) και την ανάπτυξη ερυθρού χρώματος σε καρπούς. Η συσσώρευσή της στους χώρους συντήρησης είναι υπεύθυνη σε μεγάλο βαθμό για τη φθορότητα των νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων. Η παραγωγή του αιθυλενίου επηρεάζεται από το στάδιο ωρίμανσης, τις συνθήκες συντήρησης (θερμοκρασία, σύσταση της ατμόσφαιρας), τις προσβολές από παθογόνα και τις μηχανικές ζημιές (μωλωπισμοί, τραυματισμοί) (Γιαννούσης, 2012).

#### **2.5.1.1 Επιπτώσεις του αιθυλενίου στους καρπούς**

Το αιθυλένιο έχει τόσο θετικές όσο και αρνητικές επιπτώσεις κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης του καρπού. Μεταξύ των θετικών επιδράσεων, το αιθυλένιο προάγει τη διαδικασία ωρίμανσης στους κλιμακτηρικούς καρπούς (μήλο, βερίκοκο, αβοκάντο, μπανάνα, ροδάκινο, δαμάσκηνο και ντομάτα) με αποτέλεσμα την επιθυμητή γεύση (Defilippi et al., 2005), το χρώμα και την υφή (ποιοτικά

χαρακτηριστικά). Σε αυτούς τους καρπούς, αρνητικά αποτελέσματα μπορεί να διαπιστωθούν κατά τη διάρκεια της συντήρησης, που οφείλονται σε επιτάχυνση της διαδικασίας ωρίμανσης (σύντομα γίνονται υπερ-ώριμα) και σε ευαισθησία στις σήψεις (Βασιλακάκης κ.α., 2010), που οδηγούν σε απώλεια ποιότητας. Αντίθετα, σε μη-κλιμακτηρικούς καρπούς (εσπεριδοειδή, μελιτζάνα, σταφύλι, πιπεριά και φράουλα), το αιθυλένιο δεν απαιτείται για το συντονισμό και την ολοκλήρωση της ωρίμανσης αυτών των καρπών. Το αιθυλένιο έχει επίσης αρνητικές συνέπειες αφού αυξάνει την ευαισθησία σε παθογόνα, τις φυσιολογικές διαταραχές, και το γηρασμό, με ουσιαστική μείωση της μετασυλλεκτικής ζωής.

Στα κλιμακτηρικά φρούτα, μόλις το αιθυλένιο συντίθεται σε χαμηλές ποσότητες, η εσωτερική παραγωγή αιθυλενίου αυξάνεται ραγδαία. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, δεδομένου ότι η έναρξη της διαδικασίας ωρίμανσης αυτών των φρούτων θεωρείται ότι αρχίζει σε αυτό το στάδιο και υπάρχει μια θετική ρύθμιση ανάδρασης στην οποία το αιθυλένιο προάγει τη δική του σύνθεση. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται αυτοκαταλυτική παραγωγή αιθυλενίου.

Από έρευνες αποδείχθηκε ότι το αιθυλένιο ενεργοποιεί τα φαινολικά μείγματα στο μαρούλι και αυξάνει τη δράση της PAL, της POD και της PPO. Επίσης μετά από έκθεση σε αιθυλένιο, αγγούρια και πιπεριές, έχασαν την τραγανή δομή τους. Τέλος, η δράση της POD που επάχθηκε από την παρουσία αιθυλενίου σχετίζεται με την αύξηση του σχηματισμού λιγνίνης και τη σκλήρυνση του κυτταρικού τοιχώματος στο μαρούλι (Siddiqui et al., 2011).

Τα τελευταία χρόνια ως χημικός παρεμποδιστής της δράσης του αιθυλενίου κατά τη συντήρηση των φρούτων και των λαχανικών χρησιμοποιείται το 1-MCP (Watkins, 2006).

### **2.5.2 1-MCP**

Το 1-methylcyclopropene (1-MCP) είναι ένα παράγωγο κυκλοπροπενίου που χρησιμοποιείται ως συνθετικός ρυθμιστής της ανάπτυξης των φυτών. Σχετίζεται δομικά με τη φυσική ορμόνη των φυτών, το αιθυλένιο και χρησιμοποιείται εμπορικά για να επιβραδύνει την ωρίμανση των φρούτων και να βοηθήσει στη διατήρηση της φρεσκάδας των δρεπτών ανθέων.

Ο πιο ισχυρός ανταγωνιστής του αιθυλενίου, από τα συνθετικά κυκλοπροπένια, είναι το 1-methylcyclopropene (1-MCP) (Vilas-Boas and Kader, 2007). Συνδέεται με τον υποδοχέα του αιθυλενίου με 10 φορές μεγαλύτερη συγγένεια

από ότι το ίδιο το αιθυλένιο και είναι πιο ενεργό σε πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις (Blankenship and Dole, 2003, Martinez-Romero et al., 2007). Η έκταση και η μακροζωία της δράσης του 1-MCP επηρεάζεται από το είδος, την ποικιλία και τον τρόπο βιοσύνθεσης του αιθυλενίου (Watkins, 2006).

Το 1-MCP προσέλκυσε μεγάλο ενδιαφέρον σε όλο τον κόσμο ως νέο, μη τοξικό για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, με αμελητέα υπολείμματα (Calderon-Lopez et al., 2005; Watkins, 2006) και ως ασφαλές χημικό στη μετασυλλεκτική βιομηχανία νωπών οπωροκηπευτικών, ικανό να διατηρεί τη μετασυλλεκτική ποιότητα πολλών νωπών προϊόντων, τόσο των κλιμακτηρικών (Watkins, 2006) όσο και των μη κλιμακτηρικών (Βασιλακάκης, κ.α., 2010, Martinez-Romero et al., 2007).

Το 1-methylcyclopropene με την εμπορική ονομασία SmartFresh<sup>®</sup> (Blankenship and Dole, 2003) χρησιμοποιείται στα φρούτα και τα λαχανικά για να παρατείνει την μετασυλλεκτική τους ζωή, παρεμποδίζοντας την δέσμευση του αιθυλενίου στους υποδοχείς του και ως εκ τούτου περιορίζοντας τη βιοσύνθεσή του και κατ' επέκταση την ωρίμανση των καρπών κατά τη συντήρηση. Το σκεύασμα έχει πάρει άδεια χρήσης για μήλα, ακτινίδια, βερίκοκα, τομάτες, δαμάσκηνα, μάνγκο, αβοκάντο, ροδάκινα, νεκταρίνια, λωτούς και πεπόνια, (Watkins, 2008) σε 34 χώρες μεταξύ άλλων και ορισμένα στη χώρα μας. Έχει δώσει πολύ καλά αποτελέσματα συντήρησης σε μήλα και αχλάδια. Εκτός του ότι παρατείνει τη συντήρησή τους για ένα έως δυο μήνες, επί πλέον μειώνει την εμφάνιση της φυσιολογικής ανωμαλίας επιφανειακό έγκαυμα (superficial scald) των μήλων και αχλαδιών.

Το 1-MCP εφαρμόζεται ως αέριο σε κλειστούς χώρους συντήρησης οπωροκηπευτικών (ψυγεία, μεταφορικά μέσα) ή ως υδατικό διάλυμα όπου τα προϊόντα εμβαπτίζονται ή ψεκάζονται πριν τη συντήρησή τους (και οι δυο μορφές έχουν παρόμοια δράση).

Μεταχειρίσεις με 1-MCP έχουν διεξαχθεί σε διαφορετικές θερμοκρασίες (1-20 °C), συγκεντρώσεις (από 20 nl l<sup>-1</sup> έως 40 μl l<sup>-1</sup>), διάρκειες (4-24 ώρες) και στάδια ωρίμανσης κατά τη συγκομιδή και δεν υπάρχει κανένας γενικός κανόνας για να επιτευχθεί η μέγιστη αποτελεσματικότητα της μεταχείρισης με 1-MCP (Martinez-Romero et al., 2007). Η επίδραση της «συγκέντρωσης × χρόνο» είναι εμφανής για μεγαλύτερες περιόδους έκθεσης όπου απαιτούνται χαμηλότερες συγκεντρώσεις 1-MCP, ώστε να επιτευχθεί το ίδιο αποτέλεσμα στη φυσιολογία (Watkins, 2006).

Η κατάλληλη θερμοκρασία για εφαρμογή είναι 20-25 °C, παρόλο που χαμηλότερες θερμοκρασίες έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί, φαίνεται ότι για κάποιους καρπούς δεν είναι αποτελεσματικές (Blankenship and Dole, 2003). Αποτελεσματικές συγκεντρώσεις του 1-MCP ποικίλουν ανάλογα με το προϊόν αλλά και σε συνδυασμό με το χρόνο, τη θερμοκρασία και τη μέθοδο της εφαρμογής (Blankenship and Dole, 2003; Watkins, 2008), ωστόσο ακόμη και χαμηλές συγκεντρώσεις (1 μl l<sup>-1</sup>) είναι αποτελεσματικές στη συντήρηση των καρπών (Calderon-Lopez et al., 2005).

Είναι πιθανό ότι το 1-MCP μπορεί να θεωρηθεί ως μια εναλλακτική λύση για τη συντήρηση σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, αλλά οι δύο τεχνολογίες είναι γενικά πιο αποτελεσματικές όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό (Watkins, 2006).

### **2.5.2.1 Εφαρμογή του 1-MCP στα μήλα**

Το μήλο είναι ένα φρούτο με διάφορες ποικιλίες, διαφορετικούς ρυθμούς ωρίμανσης (Watkins, 2008), ευαισθησία σε διάφορες φυσιολογικές και παθολογικές διαταραχές και ανάλογα με την ποικιλία, μπορεί να συντηρηθεί έως και για ένα έτος από τη συγκομιδή (Watkins, 2006). Επίσης, τα χαρακτηριστικά του στην αγορά ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό με την ποικιλία και περιλαμβάνουν καρπούς με σκληρή και όξινη σάρκα, καθώς και εκείνους που είναι μαλακοί και αρωματικοί. Τα μήλα ήταν τα πρώτα από τα φρούτα που πήραν έγκριση χρήσης για το 1-MCP (Calderon-Lopez et al., 2005; Watkins, 2006; Watkins 2008). Μειώνει δραστικά την εσωτερική συγκέντρωση και την παραγωγή αιθυλενίου. Επιβραδύνει τις μεταβολικές διεργασίες και το ρυθμό αναπνοής. Καθυστερεί ή αναστέλλει το μαλάκωμα των καρπών, καθώς και την απώλεια του βασικού (πράσινου) χρώματος του φλοιού. Χαρακτηριστικά, ο Watkins (2008) ανέφερε πως τα μήλα που έχουν δεχθεί μεταχείριση με 1-MCP διατηρούν τη σκληρότητά τους μέχρι την κατανάλωσή τους. Η ογκομετρούμενη οξύτητα των καρπών (O.O.) μειώνεται με μικρότερο ρυθμό κατά τη συντήρηση. Τα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) του χυμού μπορεί να διατηρηθούν σε υψηλότερα, τα ίδια ή χαμηλότερα επίπεδα κατά τη συντήρηση, ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης του καρπού, το χρόνο εφαρμογής του 1-MCP και την ποικιλία (Watkins, 2006). Οι πτητικές ουσίες που είναι υπεύθυνες για το άρωμα στα μήλα μειώνονται σημαντικά. Επίσης, το 1-MCP μειώνει ή καθυστερεί την εμφάνιση των συμπτωμάτων διαφόρων φυσιολογικών ανωμαλιών στα μήλα όπως η εσωτερική κατάρρευση (senescence breakdown), η 'μαύρη καρδιά' (brown core ή core flush), το καφέτιασμα του εσωτερικού (core & coreline browning), η κατάρρευση εξαιτίας υάλωσης (watercore),

το ‘μαλακό έγκουμα’ (soft scald) και το επιφανειακό έγκουμα (superficial scald) (Watkins, 2008). Τέλος, το 1-MCP αναστέλλει την ανάπτυξη λιπαρότητας (greasiness) στο εξωτερικό του καρπού σε ευαίσθητες ποικιλίες (Γιαννούσης, 2012).

Το μήλο είναι κλιμακτηρικός καρπός, κατά συνέπεια η αποτελεσματικότητα του 1-MCP επηρεάζεται από τη φάση ωρίμανσης κατά τη συγκομιδή και από το χρονικό διάστημα που οι καρποί διατηρούνται σε ψυκτικούς θαλάμους πριν από την εφαρμογή. Η σχέση μεταξύ συγκέντρωσης του 1-MCP και της περιόδου συντήρησης επηρεάζεται από την ποικιλία και τον τύπο συντήρησης (Watkins, 2006).

Η καθυστέρηση μεταξύ συγκομιδής και εφαρμογής του 1-MCP επιδρά στην αποτελεσματικότητά του. Αρκετά καθυστερημένη εφαρμογή οδηγεί σε αυξημένες συγκεντρώσεις αιθυλενίου στους καρπούς, με άμεση συνέπεια τη μείωση της αποτελεσματικότητάς του (Watkins, 2008). Επίσης, βρέθηκε ότι η επίδραση της καθυστέρησης μεταξύ της συγκομιδής και της εφαρμογής του 1-MCP επηρεάζεται από την ποικιλία, τον τύπο συντήρησης και το χρονικό διάστημα αυτής και την ωριμότητα στην εφαρμογή (Calderon-Lopez et al., 2005).

Η επιτυχία του 1-MCP σε καρπούς μήλου φαίνεται να βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη διατήρηση της υφής. Αυτό συμβαίνει επειδή τα μήλα, σε αντίθεση με πολλά άλλα είδη φρούτων, δεν μαλακώνουν σημαντικά μετά τη συγκομιδή.

Το 1-MCP δεν ανιχνεύεται στον καρπό (Calderon-Lopez et al., 2005), χαρακτηριστικά 8 ώρες μετά την εφαρμογή του σε μήλα δεν βρέθηκε ποσότητα αυτού στον πυρήνα των καρπών (Blankenship and Dole, 2003).

Φέτες που παρασκευάστηκαν από καρπούς μήλου που είχαν δεχθεί 1-MCP παρουσίασαν μειωμένη παραγωγή αιθυλενίου και μειωμένα ποσοστά αναπνοής, ενώ επίσης παρατηρήθηκε καθυστέρηση στο μαλάκωμα και στην αλλαγή του χρώματος (Jiang and Joyce 2002; Perera et al., 2003). Ωστόσο σε όλες τις μελέτες μέχρι σήμερα, δεν έχει καθοριστεί το άριστο στάδιο ωρίμανσης του καρπού για την εφαρμογή και ο χρόνος εφαρμογής του 1-MCP (Calderon-Lopez et al., 2005).

### **2.5.2.2 Εφαρμογή του 1-MCP στα αχλάδια**

Τα αχλάδια ως κλιμακτηρικός καρπός παρουσιάζουν αυξημένη αναπνοή και παραγωγή αιθυλενίου κατά τη διάρκεια της ωρίμανσής τους, ωστόσο υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ποικιλιών (Chiriboga et al., 2013).

Η παραγωγή αιθυλενίου στα αχλάδια ανεστάλη μετά από μεταχείριση με 1-MCP (Watkins, 2006). Χαμηλότερα ποσοστά αναπνοής βρέθηκαν στους καρπούς αχλαδιών που είχαν δεχθεί μεταχείριση με 1-MCP.

Το 1-MCP καθυστέρησε ή παρεμπόδισε το μαλάκωμα των καρπών, ο βαθμός ανταπόκρισης στη μεταχείριση διέφερε ανάλογα με την ποικιλία και τη συγκέντρωση του 1-MCP. Η απώλεια του πράσινου χρώματος ή το κιτρίνισμα ανεστάλη μετά από εφαρμογή 1-MCP. Σε μια μελέτη αναφέρθηκε ότι οι καρποί που δέχθηκαν 1-MCP είχαν υψηλότερη Ο.Ο. (Argenta et al., 2003), ενώ σε άλλη μελέτη δε βρέθηκε καμία επίδραση (Calvo and Sozzi, 2004; Larrigaudiere et al., 2004; Trincherro et al., 2004).

Ο παράγοντας «συγκέντρωση 1-MCP × χρόνος» επιδρά στην καθυστέρηση της ωρίμανσης των καρπών (Argenta et al., 2003) όμως οι συγκεντρώσεις του 1-MCP που καθυστερούν, αλλά δεν παρεμποδίζουν τελικά, την κανονική ωρίμανση είναι μεταβλητές και εξαρτώνται από την ποικιλία, τις διαφορές στην ωριμότητα του καρπού κατά τη συγκομιδή, τις συνθήκες και την περίοδο της συντήρησης (Watkins, 2008). Η αποτελεσματικότητα της μεταχείρισης με αιθυλένιο μετά την αποθήκευση για να ξεκινήσει ωρίμανση των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP μετά την αποθήκευση, εξαρτάται από τη συγκέντρωση του 1-MCP και τη διάρκεια αποθήκευσης (Argenta et al., 2003; Calvo and Sozzi, 2004; Ekman et al., 2004).

Έχουν εντοπιστεί τόσο θετικές όσο και αρνητικές πτυχές της χρήσης του 1-MCP που μπορεί να έχουν σημαντική εμπορική αξία για τους καρπούς αχλαδιού. Το 1-MCP μειώνει την ευαισθησία της επιδερμίδας των καρπών στο καφέτιασμα, στους μωλωπισμούς και τις επιπτώσεις από αυτούς και ως εκ τούτου, η χρήση του μπορεί να επιτρέψει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα κατά τη διάρκεια της διαλογής, της συσκευασίας και της μεταφοράς (Calvo and Sozzi, 2004; Ekman et al., 2004). Ωστόσο, μακρά συντήρηση καρπών που έχουν δεχθεί 1-MCP μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη απώλεια βάρους (Calvo and Sozzi, 2004). Το αιθυλένιο φαίνεται να απαιτείται τόσο για την έναρξη όσο και την εξέλιξη της ωρίμανσης αχλαδιών. Οι Ekman et al. (2004) διαπίστωσαν ότι η σκληρότητα και το χρώμα της επιδερμίδας είχαν διαφορετική συμπεριφορά και θεώρησαν ότι αυτό αποτελεί πρόβλημα σε επίπεδο λιανικής πώλησης (Watkins, 2006). Η διαφορετική συμπεριφορά μεμονωμένων καρπών, από αυτούς που δέχθηκαν 1-MCP, οδηγεί σε μια πιθανή ανάγκη για διαλογή των καρπών εκ νέου μετά τη μεταχείριση (Trincherro et al., 2004).

### 2.5.2.3 Συμπεράσματα της εφαρμογής 1-MCP

Σύμφωνα με όσα παρουσιάστηκαν παραπάνω το 1-MCP δρα ως παρεμποδιστής της δράσης του αιθυλενίου, είναι μη τοξικό και κρίνεται ασφαλές για χρήση σε φρούτα, λαχανικά και δρεπτά άνθη. Επιβραδύνει τις μεταβολικές διεργασίες που οδηγούν στο γηρασμό και κατ' επέκταση στην υποβάθμιση της ποιότητας των προϊόντων. Ως εκ τούτου, δίνει μεγαλύτερες δυνατότητες συντήρησης των προϊόντων με, πολύ συχνά, θετικό οικονομικό αποτέλεσμα.

Λίγες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με την επίδραση του 1-MCP στην ποιότητα των φρεσκοκομμένων φρούτων ή λαχανικών. Οι έρευνες αυτές περιλαμβάνουν φέτες μήλων (Jiang and Joyce, 2002; Perera et al., 2003), ακτινιδίων (Vilas-Boas and Kader, 2007), μάνγκο (Vilas-Boas and Kader, 2007), ανανά (Budu and Joyce, 2003; Vilas-Boas and Kader, 2007), μπρόκολο (Yuan et al., 2010) και μαρούλι (Saltveit, 2004).



### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 3.1 Φυτικό υλικό

Στις πειραματικές δοκιμές χρησιμοποιήθηκαν καρποί μήλων (*Malus domestica*, οικ. Rosaceae) των ακόλουθων ποικιλιών που συγκομίστηκαν από εμπορικούς οπωρώνες της Περιφέρειας Θεσσαλίας αλλά και από τον οπωρώνα του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

Ποικιλίες μήλων:

- ✓ ‘Granny Smith’ (Αγιά Λάρισα)
- ✓ ‘Red Chief’ (Ζαγορά Πηλίου)
- ✓ ‘Cripp’s Pink’ (Βελεστίνο)

Οι καρποί αχλαδιών που χρησιμοποιήθηκαν προήλθαν από τις ποικιλίες ‘Sissy<sup>®</sup>’, ‘Coscia’ και ‘Κρυστάλλι’ (*Pyrus communis*, οικ. Rosaceae) συγκομίστηκαν από εμπορικούς οπωρώνες των περιφερειών Θεσσαλίας και Μακεδονίας αλλά και από τον οπωρώνα του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

Τέλος, οι καρποί ροδάκινων που χρησιμοποιήθηκαν στις πειραματικές δοκιμές ανήκαν στις ποικιλίες ‘Loadel’, ‘Symphony’, ‘Everts’ και ‘Άνδρος’ (*Prunus persica*, οικ. Rosaceae) και συγκομίστηκαν από εμπορικούς οπωρώνες της περιφέρειας Θεσσαλίας αλλά και από τον οπωρώνα του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

Οι πειραματικές δοκιμές έλαβαν χώρα στο Εργαστήριο Δενδροκομίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας το διάστημα από τον Ιανουάριο έως το Νοέμβριο του 2013. Η συγκομιδή, η μεταφορά και συντήρηση όλων των καρπών έγινε σε χαρτοκιβώτια (τα αχλάδια ήταν τοποθετημένα μέσα σε σακούλες).

#### 3.2 Συντήρηση

Η συντήρηση των καρπών των μήλων και αχλαδιών έγινε στα βιομηχανικά ψυγεία Βογιατζής Α.Ε., περιοχή Διμηνίου Μαγνησίας, σε κοινό ψυκτικό θάλαμο συντήρησης και σε θερμοκρασία 0-1 °C και 90-95% ΣΥ. Τα ροδάκινα συντηρήθηκαν

για ελάχιστες ημέρες στον ψυκτικό θάλαμο του Εργ. Δενδροκομίας σε θερμοκρασία 1-2 °C και 80-85% ΣΥ.

### 3.3 Ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν

- ✓ Διάλυμα 0,1 N καυστικού Νατρίου (NaOH)
- ✓ 2% ασκορβικό οξύ και 1% χλωριούχο Ασβέστιο (2% Asc + 1% CaCl<sub>2</sub>)
- ✓ 0,5% κιτρικό οξύ (citric acid)

### 3.4 Εργαστηριακός εξοπλισμός

- ✓ Ζυγός ακριβείας
- ✓ Χρωματόμετρο Minolta (Model CR-400, Minolta Ltd, Ιαπωνία)
- ✓ Ηλεκτρονικό επιτραπέζιο πεντρομέτρο (Fruit Firmness Tester, Turoni Srl, Ιταλίας) ανυψωμένο σε drill-press stand με έμβολο διατομής 7,9 mm για τα αχλάδια και τα ροδάκινα και 11 mm για τα μήλα
- ✓ Ηλεκτρονικό φορητό διαθλασίμετρο ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας (ATAGO refractometer, Ιαπωνία) για μέτρηση των διαλυτών στερεών συστατικών
- ✓ Ηλεκτρονικό πεχάμετρο Hanna (HI 9024, Πορτογαλία)
- ✓ Φασματοφωτόμετρο WTW (PhotoLab<sup>®</sup> Spektral, Γερμανία)
- ✓ Υδατόλουτρο
- ✓ Ανακινητής Vortex

### 3.5 Μεταχειρίσεις

Πριν την έναρξη οποιασδήποτε μεταχείρισης 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, στον ψυκτικό θάλαμο του Εργ. Δενδροκομίας στους 1-2 °C.

### 3.5.1 Αέρας και MCP

Κατά τη μεταχείριση αυτή επιλέχθηκαν 30 καρποί μήλων των ποικιλιών ‘Granny Smith’ και ‘Red Chief’ αντίστοιχα, χωρίς εμφανή ελαττώματα, τοποθετήθηκαν σε θάλαμο στον οποίο προστέθηκε η ουσία 1-MCP (Rohm & Haas Co., SmartFresh™) σε συγκέντρωση 600 nL L<sup>-1</sup> για 24 ώρες και ακολούθησε ψύξη αυτών σε θερμοκρασία 0-1 °C. Αντίστοιχη ποσότητα μήλων και αχλαδιών, που χρησιμοποιήθηκαν στις πειραματικές δοκιμές ως μάρτυρας, τοποθετήθηκαν κατευθείαν σε ψυκτικό θάλαμο στους 0-1 °C.

Τα μήλα ποικιλίας ‘Granny Smith’ συντηρήθηκαν ως ακέραιοι καρποί για 33 και 90 ημέρες, ενώ τα μήλα ποικιλίας ‘Red Chief’ για 43 και 111 ημέρες.

Μετά τη συντήρησή τους οι καρποί αφού ξεπλύθηκαν καλά εξωτερικά, τεμαχίστηκαν με κοφτερό μαχαίρι σε 8 τεμάχια ανά καρπό και αφαιρέθηκε προσεκτικά η περιοχή γύρω από τον πυρήνα. Ακολούθησαν 3 μεταχειρίσεις στα τεμάχια των φρεσκοκομμένων. Στην πρώτη μεταχείριση τα τεμάχια μετρήθηκαν αμέσως μετά τον τεμαχισμό τους (Freshly-cut). Στη δεύτερη μεταχείριση των τεμαχίων έγινε εμβάπτιση αυτών σε παγωμένο νερό (Water), που αποτελούνταν από πάγο και νερό ψυγείου σε αναλογία 1:3, για 3 min. Στην τρίτη μεταχείριση τα τεμάχια εμβαπτίστηκαν για 3 min σε διάλυμα 2% ασκορβικού οξέος + 1% CaCl<sub>2</sub> (Asc+Ca), που παρασκευάστηκε την ίδια ημέρα με την προσθήκη 20 g ασκορβικού οξέος και 10 g CaCl<sub>2</sub> σε 1 L παγωμένο νερό. Μετά τη δεύτερη και την τρίτη μεταχείριση και αφού αφαιρέθηκε από τα τεμάχια η περίσσεια του νερού ή του διαλύματος αντίστοιχα, τοποθετήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια αεροστεγώς κλεισμένα και συντηρήθηκαν σε ψυκτικό θάλαμο στους 1-2 °C για 3 και 6 ημέρες.

### 3.5.2 Θερμό νερό

Κατά τη μεταχείριση αυτή επιλέχθηκαν από 12 καρποί μήλων των ποικιλιών ‘Granny Smith’ και ‘Cripp’s Pink’ χωρίς εμφανή ελαττώματα. Τα ‘Granny Smith’ πριν τη συντήρησή τους στον ψυκτικό θάλαμο είχαν δεχθεί αμέσως μετά τη συγκομιδή 600 nL L<sup>-1</sup> 1-MCP. Οι καρποί και από τις δύο ποικιλίες μήλων διατηρήθηκαν πριν τον τεμαχισμό τους σε ψυκτικό θάλαμο σε θερμοκρασία 0-1 °C. Τρεις ακέραιοι καρποί από κάθε ποικιλία, πριν τεμαχιστούν τοποθετήθηκαν για 3 min στο υδατόλουτρο στους 50 °C.

Μετά τη συντήρησή τους οι καρποί, όπως και κατά την προηγούμενη μεταχείριση, ξεπλύθηκαν καλά εξωτερικά, τεμαχίστηκαν με κοφτερό μαχαίρι σε 8 τεμάχια ανά καρπό και αφαιρέθηκε προσεκτικά η περιοχή γύρω από τον πυρήνα τους. Ακολούθησαν 4 μεταχειρίσεις στα τεμάχια των φρεσκοκομμένων. Στην πρώτη μεταχείριση τα τεμάχια μετρήθηκαν αμέσως μετά τον τεμαχισμό τους (Freshly-cut). Στη δεύτερη μεταχείριση των τεμαχίων έγινε εμβάπτιση αυτών σε παγωμένο νερό (Water) και στην τρίτη μεταχείριση τα τεμάχια εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca, όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 3.5.1. Στην τέταρτη μεταχείριση τα τεμάχια προήλθαν από ολόκληρους καρπούς που τοποθετήθηκαν προηγουμένως σε θερμό νερό και στη συνέχεια εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (HW+Asc+Ca). Τέλος, όπως και προηγουμένως, τα τεμάχια τοποθετήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια αεροστεγώς κλεισμένα και συντηρήθηκαν σε ψυκτικό θάλαμο στους 1-2 °C για 3 ημέρες.

### 3.5.3 Γλάσο

Κατά τη μεταχείριση αυτή επιλέχθηκαν 15 καρποί μήλων ποικιλίας ‘Cripp’s Pink’ και 15 καρποί αχλαδιών ποικιλίας ‘Κρυστάλλι’ χωρίς εμφανή ελαττώματα. Πριν τον τεμαχισμό των καρπών είχε προηγηθεί συντήρηση 5 μηνών σε ψυκτικό θάλαμο στους 0-1 °C για τα ‘Cripp’s Pink’ και 8 μηνών για τα ‘Κρυστάλλια’. Τα ‘Κρυστάλλια’ αμέσως μετά τη συγκομιδή είχαν δεχθεί 600 nL L<sup>-1</sup> 1-MCP.

Μετά τη συντήρησή τους οι καρποί, όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 3.5.1, ξεπλύθηκαν καλά εξωτερικά, τεμαχίστηκαν με κοφτερό μαχαίρι σε 8 τεμάχια ανά καρπό και αφαιρέθηκε προσεκτικά η περιοχή γύρω από τον πυρήνα τους. Ακολούθησαν 5 μεταχειρίσεις στα τεμάχια των φρεσκοκομμένων. Στην πρώτη μεταχείριση τα τεμάχια μετρήθηκαν αμέσως μετά τον τεμαχισμό τους (Freshly-cut). Στη δεύτερη μεταχείριση των τεμαχίων έγινε εμβάπτιση αυτών σε παγωμένο νερό (Water), όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 3.5.1 και στην τρίτη μεταχείριση τα τεμάχια εμβαπτίστηκαν για 3 min σε διάλυμα 1% ασκορβικού οξέος + 0,5% CaCl<sub>2</sub> + 0,5% κιτρικό οξύ (Asc+Ca+Citric). Για την παρασκευή 1 L διαλύματος προστέθηκαν 10 g ασκορβικού οξέος, 5 g CaCl<sub>2</sub> και 5 g κιτρικού οξέος. Στην τέταρτη μεταχείριση τα τεμάχια εμβαπτίστηκαν για 3 min στο παραπάνω διάλυμα και στη συνέχεια έγινε εμβάπτιση των τομών κοπής σε γλάσο άχνης ζάχαρης (Asc+Ca+Citric+glaze). Στην πέμπτη μεταχείριση των τεμαχίων έγινε μόνο εμβάπτιση των επιφανειών των τομών

με γλάσο άχνης ζάχαρης (glaze). Τέλος, όπως και προηγουμένως, τα τεμάχια τοποθετήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια αεροστεγώς κλεισμένα και συντηρήθηκαν σε ψυκτικό θάλαμο στους 1-2 °C για 3 ημέρες.

#### 3.5.4 Ροδάκινα

Για τις δοκιμές αυτές επιλέχθηκαν 15 καρποί ροδάκινων από κάθε μία από τις ποικιλίες ‘Loadel’, ‘Symphony’, ‘Everts’, ‘Andross’ ανώριμα και ‘Andross’ φυσιολογικής ωρίμανσης χωρίς εμφανή ελαττώματα. Οι καρποί από τις παραπάνω ποικιλίες ροδάκινων διατηρήθηκαν πριν τον τεμαχισμό τους για ελάχιστες ημέρες (συνήθως 1-2) σε ψυκτικό θάλαμο σε θερμοκρασία 1-2 °C εκτός από τα ανώριμα ροδάκινα ποικιλίας ‘Andross’ που παρέμειναν στον ψυκτικό θάλαμο για 10 ημέρες, και τα ροδάκινα ποικιλίας ‘Symphony’ που συντηρήθηκαν στον ψυκτικό θάλαμο για 18 ημέρες πριν τον τεμαχισμό τους.

Μετά τη συντήρησή τους οι καρποί αφού ξεπλύθηκαν καλά εξωτερικά, αποφλοιώθηκαν και τεμαχίστηκαν με κοφτερό μαχαίρι σε 6 τεμάχια ανά καρπό. Ακολούθησαν 3 μεταχειρίσεις στα τεμάχια των φρεσκοκομμένων. Στην πρώτη μεταχείριση τα τεμάχια μετρήθηκαν αμέσως μετά τον τεμαχισμό τους (Freshly-cut). Στη δεύτερη μεταχείριση των τεμαχίων έγινε εμβάπτιση αυτών σε παγωμένο νερό (Water) και στην τρίτη μεταχείριση τα τεμάχια εμβάπτιστηκαν για 3 min σε διάλυμα Asc+Ca, όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 3.5.1. Μετά τη δεύτερη και την τρίτη μεταχείριση και αφού αφαιρέθηκε από τα τεμάχια η περίσσεια του νερού ή του διαλύματος αντίστοιχα, τοποθετήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια αεροστεγώς κλεισμένα και συντηρήθηκαν σε ψυκτικό θάλαμο στους 1-2 °C για 3 και 6 ημέρες.

### 3.6 Μεθοδολογία μετρήσεων και λήψης δειγμάτων

Πριν την έναρξη λήψης των πρώτων μετρήσεων, οι καρποί της κάθε μεταχείρισης χωρίστηκαν σε 3 επαναλήψεις των 3 καρπών, σχηματίζοντας κατά το δυνατόν ομοιογενή σύνολα ως προς την εξωτερική τους εμφάνιση, το μέγεθος και το χρώμα.

Μετά την πάροδο 3 ή 6 ημερών από τον τεμαχισμό, πραγματοποιούνταν αξιολόγηση της ποιότητας των καρπών με τη μέτρηση των κυριότερων ποιοτικών χαρακτηριστικών τους. Αρχικά μετριούνταν το χρώμα της σάρκας στις τομές. Ακολουθούσε μέτρηση της σκληρότητας της σάρκας. Τέλος, μετά από εκχύμωση

της σάρκας των τεμαχίων λαμβάνονταν φρέσκος χυμός, που χρησιμοποιούνταν στη μέτρηση των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ) και της ολικής οξύτητας (ΟΟ). Τέλος, λαμβάνονταν δείγματα των τεμαχίων για την ανάλυση των ολικών φαινολικών ουσιών, τα οποία διατηρούνταν για σύντομο χρονικό διάστημα στην κατάψυξη μέχρι την ανάλυσή τους.

### **3.7 Εκτίμηση ποιοτικών χαρακτηριστικών**

#### *3.7.1 Προσδιορισμός χρώματος σάρκας του καρπού*

Το χρώμα της σάρκας των τεμαχίων προσδιορίστηκε με τη βοήθεια φορητού τριχρωματικού χρωματόμετρου Minolta CR-400. Το όργανο πριν τη χρησιμοποίησή του βαθμονομήθηκε, όπως απαιτείται, με άσπρη πλάκα. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με την τοποθέτηση της κεφαλής του οργάνου σε δύο αντιδιαμετρικά σημεία της σάρκας των τεμαχίων. Καταγράφηκαν οι χρωματομετρικές τιμές της σάρκας των τεμαχίων στο σύστημα συντεταγμένων  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (McGuire, 1992). Σύμφωνα με το σύστημα αυτό, η τιμή  $L^*$  αντιπροσωπεύει τη φωτεινότητα, 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 της σάρκας. 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. Η τιμή  $a^*$  υποδηλώνει τη διαβάθμιση του χρώματος από πράσινο ( $-a^*$ ) έως κόκκινο ( $+a^*$ ) και η τιμή  $b^*$  τη διαβάθμιση από μπλε ( $-b^*$ ) έως κίτρινο ( $+b^*$ ). Το πραγματικό χρώμα  $C^*$  (Chroma) δίνεται συναρτήσει των  $a^*$  και  $b^*$  από τον τύπο  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ . Γενικά όσο πιο μεγάλο είναι το  $C^*$ , τόσο πιο καθαρό χρώμα (απομακρύνεται από το γκρι) έχει η μετρούμενη επιφάνεια. Το hue είναι η απόχρωση που δίνεται από το αντίστροφο του συνημίτονου του κλάσματος  $b^*/a^*$ . Το  $h^\circ=0^\circ$  εκφράζει το κόκκινο χρώμα,  $h^\circ=90^\circ$  το κίτρινο,  $h^\circ=180^\circ$  το πράσινο και  $h^\circ=270^\circ$  το μπλε.

#### *3.7.2 Σκληρότητα σάρκας του καρπού*

Για τη μέτρηση της σκληρότητας της σάρκας χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικό επιτραπέζιο πενετρόμετρο ανυψωμένο σε ειδική βάση. Η διάμετρος του εμβόλου που χρησιμοποιήθηκε δεν ήταν σταθερή, αλλά μεταβάλλονταν ανάλογα με το είδος του

καρπού. Στο συγκεκριμένο πείραμα τα μήλα μετρήθηκαν με το έμβολο διαμέτρου 11 mm, ενώ τα αχλάδια και τα ροδάκινα με το έμβολο διαμέτρου 7,9 mm. 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:

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

### 3.7.3 Διαλυτά Στερεά Συστατικά (ΔΣΣ)

Για τη μέτρηση των ΔΣΣ ο χυμός παραλήφθηκε στύβοντας τμήματα από τις 6 φέτες κάθε μεταχείρισης με τη χρήση πειστή σκόρδου (ένα δείγμα ανά επανάληψη). Στα αχλάδια ποικιλίας ‘Sissy<sup>®</sup>’, πριν από κάθε μέτρηση, ο εκχυλισμένος χυμός φίλτραρίστηκε με ένα κομμάτι τυρόπανου.

Από τον εκχυλισμένο χυμό που προετοιμάστηκε σύμφωνα με την προηγούμενη διαδικασία, μία έως δύο σταγόνες χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση των ΔΣΣ με ψηφιακό φορητό 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.

### 3.7.4 Ογκομετρούμενη Οξύτητα (ΟΟ)

Για τη μέτρηση της ΟΟ χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος χυμός που εκχυλώθηκε για τη μέτρηση των ΔΣΣ. 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 διάλυμα 0,1 N NaOH 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 σε % μηλικό οξύ, καθώς αυτό είναι το κύριο οργανικό οξύ στους καρπούς που μελετήθηκαν.

### 3.7.5 Ποσοτικός προσδιορισμός ολικών φαινολικών

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των φαινολικών ουσιών πραγματοποιήθηκε, μετά από την κατάλληλη αραιώση, στο χυμό από κατεψυγμένα δείγματα της κάθε επανάληψης με τη μέθοδο Folin - Ciocalteu (AOCS, 1990; Scalbert et al., 1989). Σύμφωνα με τη μέθοδο, 2 mL του αραιωμένου χυμού (αραιώση 1:5) αναμειγνύονταν με 2 mL νερό και μετά την προσθήκη 10 mL του αντιδραστηρίου Folin – Ciocalteu (Merck, αραιωμένο 10 φορές με απεσταγμένο νερό) ανακινούνταν σε Vortex. Στη συνέχεια προσθέτονταν 8 mL διαλύματος  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (75 g/L) και το δείγμα ανακινούνταν ξανά σε Vortex. Έπειτα τα δείγματα επωάζονταν στο σκοτάδι για 30 min και ακολουθούσε μέτρηση της απορρόφησης αυτών σε φασματοφωτόμετρο στα 760 nm. Για το μάρτυρα (μηδενισμό οργάνου) χρησιμοποιούνταν 2 mL νερό αντί για αραιωμένο χυμό δείγματος.

Οι τιμές της απορρόφησης αντιστοιχίζονταν σε ισοδύναμα  $\mu\text{g}$  γαλλικού οξέος (GAE), με τη βοήθεια της πρότυπης καμπύλης που είχε κατασκευαστεί για το σκοπό αυτόν με γνωστές συγκεντρώσεις γαλλικού οξέος.

Τελικά, τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ισοδύναμα mg γαλλικού οξέος (GAE) ανά g ν.β. ιστού με κατάλληλες μαθηματικές εξισώσεις.

### 3.9 Στατιστική ανάλυση

Για κάθε μεταχείριση και μέτρηση χρησιμοποιήθηκαν 3 επαναλήψεις-σακουλάκια, ενώ τα σακουλάκια περιείχαν 6 τεμάχια από τουλάχιστον 3 καρπούς.

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS 20.0 για Windows, με ανάλυση της παραλλακτικότητας (One-Way ANOVA) με ένα παράγοντα (μεταχείριση των φρεσκοκομμένων τεμαχίων) ή δύο παράγοντες (μεταχείριση των φρεσκοκομμένων τεμαχίων και μεταχείριση των ολόκληρων καρπών ή ποικιλία) με το κριτήριο Duncan για επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $P=0,05$ ).



## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.1 Αέρας και 1-MCP

#### 4.1.1 Διαφορές μεταξύ ποικιλιών μήλων ‘Red Chief’ και ‘Granny Smith’ βραχείας και μακράς συντήρησης

Τα μήλα ‘Red Chief’ που συντηρήθηκαν για σύντομο χρονικό διάστημα (43 ημέρες) είχαν παρόμοιες τιμές στις παραμέτρους χρώματος σάρκας  $L^*$  και Chroma, υψηλότερες τιμές στις παραμέτρους χρώματος σάρκας  $a^*$  και  $b^*$  και στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, χαμηλότερες στη γωνία Hue, στη σκληρότητα σάρκας και στα ΔΣΣ, ενώ είχαν πολύ χαμηλότερες τιμές στην ΟΟ από τα ‘Granny Smith’ που συντηρήθηκαν για 33 ημέρες (Πίν. 4.1, 4.2, 4.5, 4.6).

Τα ‘Red Chief’ που συντηρήθηκαν για μεγάλο χρονικό διάστημα (111 ημέρες) είχαν παρόμοιες τιμές στην παράμετρο  $L^*$  και στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, παρόμοιες έως ελαφρώς υψηλότερες στο Chroma, παρόμοιες έως λίγο χαμηλότερες στη σκληρότητα σάρκας, υψηλότερες στα  $a^*$  και  $b^*$ , χαμηλότερες στη γωνία Hue και στα ΔΣΣ και πολύ χαμηλότερες στην ΟΟ σε σύγκριση με τα ‘Granny Smith’ που συντηρήθηκαν για 90 ημέρες (Πίν. 4.3, 4.4, 4.7, 4.8).

#### 4.1.2 Διαφορές μήλων ‘Red Chief’ και ‘Granny Smith’ που δέχθηκαν ή όχι 1-MCP

Τα τεμάχια που προήλθαν από ‘Red Chief’, δέχθηκαν μετά τη συγκομιδή 1-MCP και συντηρήθηκαν για 43 ημέρες είχαν ανοιχτότερο χρώμα σάρκας (υψηλότερα  $L^*$ ,  $C^*$  και Hue), αυξημένη σκληρότητα σάρκας, παρόμοια ΔΣΣ και ΟΟ και χαμηλότερο ποσοστό ολικών φαινολικών από αυτά που δεν δέχθηκαν 1-MCP (Πίν. 4.5, 4.6). Μετά από παρατεταμένη συντήρηση (111 ημέρες), τα τεμάχια που προήλθαν από ‘Red Chief’ που δέχθηκαν 1-MCP είχαν παρόμοιο χρώμα σάρκας (παρόμοιο  $L^*$ , χαμηλότερο Hue) και ΟΟ, υψηλότερη σκληρότητα σάρκας, αυξημένη συγκέντρωση ολικών φαινολικών και ΔΣΣ από τα τεμάχια των καρπών που δε δέχθηκαν 1-MCP (Πίν. 4.7, 4.8).

Στα ‘Granny Smith’ που συντηρήθηκαν για 33 ημέρες, δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά στην ποιότητα των τεμαχίων, είτε αυτά προήλθαν από καρπούς που είχαν δεχθεί 1-MCP, είτε όχι (Πίν. 4.1, 4.2). Σε αυτά που συντηρήθηκαν

για μεγάλο χρονικό διάστημα (90 ημέρες), επίσης δεν διαπιστώθηκαν αλλαγές στην ποιότητα των τεμαχίων, εκτός από τη σκληρότητα της σάρκας που είχε υψηλότερες τιμές στους καρπούς που είχαν δεχθεί 1-MCP (Πίν. 4.3, 4.4).

#### **4.1.3 Διαφορές σύντομης και παρατεταμένης συντήρησης μήλων ‘Red Chief’**

Μετά από 43 ημέρες συντήρησης τα τεμάχια είχαν παρόμοιες τιμές στις παραμέτρους χρώματος σάρκας  $L^*$  και  $a^*$ , στη γωνία Hue, στη σκληρότητα σάρκας, στα ΔΣΣ και στην ΟΟ, παρόμοιες αλλά ελαφρώς χαμηλότερες στην παράμετρο  $b^*$  και το Chroma και υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών από αυτά που συντηρήθηκαν για 111 ημέρες (Πίν. 4.5, 4.6, 4.7, 4.8).

#### **4.1.4 Διαφορές σύντομης και παρατεταμένης συντήρησης μήλων ‘Granny Smith’**

Μετά από 33 ημέρες συντήρησης τα τεμάχια είχαν παρόμοιες τιμές στις παραμέτρους χρώματος σάρκας  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$ , στο Chroma, στη γωνία Hue και στην ΟΟ, χαμηλότερες στα ΔΣΣ και παρόμοιες έως ελαφρώς αυξημένες στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών από αυτά που συντηρήθηκαν για 90 ημέρες (Πίν. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4). Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων που συντηρήθηκαν για 33 ημέρες είχε υψηλότερες τιμές σε αυτά που προήλθαν από καρπούς που δε δέχθηκαν 1-MCP, ενώ είχε παρόμοιες τιμές σε αυτά που δέχθηκαν 1-MCP σε σύγκριση με αυτά που συντηρήθηκαν για 90 ημέρες.

#### **4.1.5 Διαφορές στις μεταχειρίσεις των φρεσκοκομμένων μήλων ‘Red Chief’**

Τα τεμάχια των μήλων που συντηρήθηκαν για 43 ημέρες και εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν υψηλότερες τιμές στην παράμετρο χρώματος σάρκας  $L^*$ , στη γωνία Hue, στη σκληρότητα σάρκας και στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, χαμηλότερες τιμές στις παραμέτρους  $a^*$ ,  $b^*$  και στο Chroma και παρόμοιες τιμές στην ΟΟ και στα ΔΣΣ (με τάση αύξησης) από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό (Πίν. 4.5, 4.6). Επιπρόσθετα, τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν υψηλότερες τιμές στην παράμετρο  $L^*$ , στη γωνία Hue και στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, χαμηλότερες στις παραμέτρους  $a^*$ ,  $b^*$  και στο Chroma, παρόμοιες στα ΔΣΣ, στην ΟΟ και στη σκληρότητα σάρκας (με τάση αύξησης) σε σύγκριση με τα φρεσκοκομμένα.

Τα τεμάχια που προήλθαν από καρπούς που συντηρήθηκαν για 111 ημέρες και εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν χαμηλότερες τιμές στις παραμέτρους  $a^*$ ,  $b^*$ , στο Chroma και στη σκληρότητα σάρκας, υψηλότερες τιμές στην παράμετρο  $L^*$ , στη γωνία Hue και στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, παρόμοιες τιμές στα ΔΣΣ και στην ΟΟ από τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό (Πίν. 4.7, 4.8). Γενικά τα φρεσκοκομμένα είχαν παρόμοιες ή καλύτερες τιμές ποιοτικών χαρακτηριστικών από τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν στο διάλυμα Asc+Ca.

#### **4.1.6 Διαφορές στις μεταχειρίσεις των φρεσκοκομμένων μήλων ‘Granny Smith’**

Τα τεμάχια των μήλων που συντηρήθηκαν για 33 ημέρες και εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν αυξημένες τιμές στην παράμετρο  $L^*$ , στη γωνία Hue και στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, χαμηλότερες τιμές στις παραμέτρους  $a^*$ ,  $b^*$  και στο Chroma και παρόμοιες τιμές στη σκληρότητα της σάρκας, στα ΔΣΣ και στην ΟΟ σε σύγκριση με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό (Πίν. 4.1, 4.2). Γενικά τα φρεσκοκομμένα είχαν παρόμοιες τιμές με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν στο διάλυμα Asc+Ca, με εξαίρεση τη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών που είχε υψηλότερες τιμές μετά από εμβάπτιση των τεμαχίων σε διάλυμα Asc+Ca.

Τα τεμάχια που προήλθαν από καρπούς που συντηρήθηκαν για 90 ημέρες και εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν υψηλότερες τιμές στην παράμετρο του χρώματος σάρκας  $L^*$ , χαμηλότερες τιμές στις παραμέτρους  $a^*$ ,  $b^*$  και στο Chroma και παρόμοιες τιμές στη σκληρότητα της σάρκας, στα ΔΣΣ, στην ΟΟ, στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών και στη γωνία Hue (με τάση αύξησης) σε σύγκριση με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό (Πίν. 4.3, 4.4). Τα φρεσκοκομμένα τεμάχια είχαν υψηλότερες τιμές στην παράμετρο  $L^*$  και στη γωνία Hue, χαμηλότερες τιμές στην παράμετρο  $a^*$ , στη σκληρότητα σάρκας και στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, παρόμοιες τιμές στα ΔΣΣ, στην ΟΟ, ενώ στην παράμετρο  $b^*$  και στο Chroma παρόμοιες τιμές αλλά με πτωτική τάση με σύγκριση με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca.

#### **4.1.7 Διαφορές με το χρόνο στις μεταχειρίσεις των φρεσκοκομμένων μήλων ‘Red Chief’**

Οι καρποί που συντηρήθηκαν για 43 ημέρες και ακολούθως τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχαν παρόμοιες τιμές

σκληρότητας σάρκας, ΔΣΣ, ΟΟ και συγκέντρωση ολικών φαινολικών, παρόμοιες αλλά με τάση αύξησης τιμές στην παράμετρο χρώματος σάρκας  $a^*$  και στη γωνία Hue, ενώ παρόμοιες τιμές με τάση ελάττωσης στις παραμέτρους  $L^*$ ,  $b^*$  και στο Chroma σε σύγκριση με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό αλλά συντηρήθηκαν για 6 ημέρες (Πίν. 4.5, 4.6). Τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχαν παρόμοιες τιμές στην παράμετρο  $L^*$  και στην ΟΟ, παρόμοιες τιμές με ανοδική τάση στην παράμετρο  $a^*$ , στη γωνία Hue και στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, ενώ παρόμοιες τιμές με τάση ελάττωσης στην παράμετρο  $b^*$ , στο Chroma, στη σκληρότητα σάρκας και στα ΔΣΣ σε σύγκριση με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν στο ίδιο διάλυμα και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες. Γενικά οι διαφορές στην ποιότητα των τεμαχίων στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης ήταν ασήμαντες.

Οι ακέραιοι καρποί που συντηρήθηκαν για 111 ημέρες και ακολούθως τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχαν παρόμοιες τιμές στην παράμετρο του χρώματος σάρκας  $a^*$ , στη γωνία Hue, στην ΟΟ και στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, παρόμοιες τιμές με τάση ανόδου στην παράμετρο  $b^*$  και στο Chroma, ενώ παρόμοιες τιμές με καθοδική τάση στην παράμετρο  $L^*$  και στη σκληρότητα σάρκας σε σχέση με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό αλλά διατηρήθηκαν για 6 ημέρες (Πίν. 4.7, 4.8). Τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες έδωσαν αυξημένες τιμές στη γωνία Hue, μειωμένες τιμές στην παράμετρο  $a^*$ , παρόμοιες τιμές στην ΟΟ και στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, παρόμοιες αλλά ελαφρώς αυξημένες τιμές στην παράμετρο  $L^*$  και στα ΔΣΣ, ενώ παρόμοιες αλλά λίγο χαμηλότερες τιμές στην παράμετρο  $b^*$ , στο Chroma και τη σκληρότητα της σάρκας σε σύγκριση με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν στο ίδιο διάλυμα και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες.

#### **4.1.8 Διαφορές με το χρόνο στις μεταχειρίσεις των φρεσκοκομμένων μύλων ‘Granny Smith’**

Οι καρποί που συντηρήθηκαν για 33 ημέρες και ακολούθως τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχαν υψηλότερες τιμές στην παράμετρο του χρώματος σάρκας  $L^*$ , χαμηλότερες τιμές στην παράμετρο  $b^*$  και στο Chroma, στα ΔΣΣ και στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, παρόμοιες τιμές με

τάση μείωσης στην παράμετρο  $a^*$  και στη σκληρότητα της σάρκας, ενώ παρόμοιες με τάση ανόδου στη γωνία Hue και στην ΟΟ σε σχέση με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό αλλά διατηρήθηκαν για 6 ημέρες (Πίν. 4.1, 4.2). Τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχαν αυξημένες τιμές στις παραμέτρους  $L^*$ ,  $a^*$  και στην ΟΟ, χαμηλότερες τιμές στην παράμετρο  $b^*$  και στο Chroma, παρόμοιες τιμές στη γωνία Hue και στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, ενώ είχαν παρόμοιες τιμές με τάση ελάττωσης στα ΔΣΣ και στη σκληρότητα της σάρκας σε σύγκριση με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν στο ίδιο διάλυμα και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες.

Οι ακέραιοι καρποί που συντηρήθηκαν για 90 ημέρες και ακολούθως τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχαν παρόμοιες τιμές στις παραμέτρους χρώματος σάρκας  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , στο Chroma, στη γωνία Hue, στα ΔΣΣ και στην ΟΟ, παρόμοιες τιμές αλλά ελαφρώς αυξημένες στη σκληρότητα της σάρκας και αυξημένες τιμές στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών από τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες (Πίν. 4.3, 4.4). Τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχαν παρόμοιες τιμές στις παραμέτρους  $a^*$ ,  $b^*$ , στο Chroma, στη γωνία Hue και στα ΔΣΣ, παρόμοιες αλλά λίγο αυξημένες τιμές στην παράμετρο  $L^*$ , ενώ παρόμοιες αλλά λίγο χαμηλότερες τιμές στην ΟΟ και υψηλότερες τιμές στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών σε σύγκριση με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν στο ίδιο διάλυμα και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες.

**Πίνακας 4.1** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue μήλων ‘Granny Smith’ που συντηρήθηκαν για 33 ημέρες και είχαν δεχθεί ή όχι 1-MCP προ της κοπής και επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση προ κοπής τεμαχίων	Μεταχείριση τεμαχίων	L*	a*	b*	Chroma	Hue	
<b>Μάρτυρας</b>	Φρεσκοκομμένα	78,8a	-5,6c	19,6c	20,4c	105,8b	
	Νερό	3 ημ.	77,2b	-3,4a	24,0b	24,3b	98,2d
		6 ημ.	72,3e	-3,3a	27,7a	27,9a	96,8d
	Asc+Ca	3 ημ.	78,6a	-5,2bc	16,9d	17,7d	106,9ab
		6 ημ.	77,0b	-6,6d	19,4c	20,5c	108,7a
<b>1-MCP</b>	Φρεσκοκομμένα	78,7a	-4,8b	17,7cd	18,3d	105,1b	
	Νερό	3 ημ.	75,8c	-4,6b	24,6b	25,0b	100,6c
		6 ημ.	74,6d	-3,6a	26,7a	26,9a	97,6d
	Asc+Ca	3 ημ.	78,2a	-5,8cd	18,7cd	19,6cd	107,1a
		6 ημ.	77,6b	-6,6d	19,2c	20,3c	108,8a
<b>Σημαντικότητα</b>							
Μεταχείρισης προ κοπής		NS	NS	NS	NS	NS	
Μεταχείρισης τεμαχίων		***	***	***	***	***	

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

**Πίνακας 4.2** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού μήλων ‘Granny Smith’ που συντηρήθηκαν για 33 ημέρες και είχαν δεχθεί ή όχι 1-MCP προ της κοπής και επίδραση της εμφάνισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση προ κοπής τεμαχίων	Μεταχείριση τεμαχίων	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)	
<b>Μάρτυρας</b>	Φρεσκοκομμένα	91,8a	15,6a	0,7bc	63,2b	
	Νερό	3 ημ.	81,1bc	13,0c	0,7ab	46,3d
		6 ημ.	82,3bc	14,3b	0,7b	60,1b
	Asc+Ca	3 ημ.	80,3bc	12,2c	0,8a	94,2a
		6 ημ.	80,2bc	13,7bc	0,6c	90,6a
	<b>1-MCP</b>	Φρεσκοκομμένα	86,3ab	14,2b	0,7bc	46,6d
Νερό		3 ημ.	78,0c	13,0c	0,7ab	44,3d
		6 ημ.	84,2ab	13,6bc	0,6bc	53,2c
Asc+Ca		3 ημ.	78,5c	14,0b	0,7b	92,0a
		6 ημ.	90,3a	14,9ab	0,6c	89,0a
<b>Σημαντικότητα</b>						
Μεταχείρισης προ κοπής		NS	NS	NS	**	
Μεταχείρισης τεμαχίων		**	***	***	***	

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

**Πίνακας 4.3** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue μήλων ‘Granny Smith’ που συντηρήθηκαν για 90 ημέρες και είχαν δεχθεί ή όχι 1-MCP προ της κοπής και επίδραση της εμφάνισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση προ κοπής τεμαχίων	Μεταχείριση τεμαχίων	L*	a*	b*	Chroma	Hue	
<b>Μάρτυρας</b>	Φρεσκοκομμένα	80,5a	-6,0c	18,6d	19,6c	107,9a	
	Νερό	3 ημ.	76,0d	-3,9a	26,2a	26,5a	98,5cd
		6 ημ.	75,6d	-3,3a	26,6a	26,8a	97,1d
	Asc+Ca	3 ημ.	78,6b	-5,0b	19,7cd	20,4c	104,5b
		6 ημ.	77,5bc	-5,2b	22,6bc	23,2b	103,0bc
	<b>1-MCP</b>	Φρεσκοκομμένα	80,2a	-6,1c	19,3cd	20,2c	107,5a
Νερό		3 ημ.	76,8cd	-3,9a	23,5b	23,9b	99,4cd
		6 ημ.	75,9d	-3,7a	24,6ab	24,9ab	98,6cd
Asc+Ca		3 ημ.	78,3b	-4,4ab	23,1b	23,5b	100,9c
		6 ημ.	77,7bc	-4,2ab	20,6c	21,0c	101,7c
<b>Σημαντικότητα</b>							
Μεταχείρισης προ κοπής		NS	NS	NS	NS	NS	
Μεταχείρισης τεμαχίων		***	***	***	***	***	

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001



**Πίνακας 4.4** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού μήλων ‘Granny Smith’ που συντηρήθηκαν για 90 ημέρες και είχαν δεχθεί ή όχι 1-MCP προ της κοπής και επίδραση της εμφάνισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση προ κοπής τεμαχίων	Μεταχείριση τεμαχίων	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)	
<b>Μάρτυρας</b>	Φρεσκοκομμένα	62,7d	17,3ab	0,7a	41,1de	
	Νερό	3 ημ.	65,4cd	17,9ab	0,7a	73,9a
		6 ημ.	60,9d	17,0b	0,7a	37,7e
	Asc+Ca	3 ημ.	62,7d	16,7b	0,5b	78,8a
		6 ημ.	64,5cd	17,2ab	0,7a	54,8c
<b>1-MCP</b>	Φρεσκοκομμένα	69,1c	17,4ab	0,7a	41,3de	
	Νερό	3 ημ.	85,3ab	15,4c	0,6ab	65,3b
		6 ημ.	80,6b	18,2a	0,8a	47,6cd
	Asc+Ca	3 ημ.	89,7a	16,7b	0,7a	76,8a
		6 ημ.	80,9b	16,1bc	0,8a	44,5d
<b>Σημαντικότητα</b>						
Μεταχείρισης προ κοπής		***	*	NS	NS	
Μεταχείρισης τεμαχίων		***	*	*	***	
Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001						

**Πίνακας 4.5** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue μήλων ‘Red Chief’ που συντηρήθηκαν για 43 ημέρες και είχαν δεχθεί ή όχι 1-MCP προ της κοπής και επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση προ κοπής τεμαχίων	Μεταχείριση τεμαχίων	L*	a*	b*	Chroma	Hue	
<b>Μάρτυρας</b>	Φρεσκοκομμένα	78,1c	-3,3d	23,2d	23,5d	98,0c	
	Νερό	3 ημ.	76,4e	-2,0ab	28,1a	28,2a	94,1e
		6 ημ.	77,1d	-1,7a	28,1a	28,2a	93,6e
	Asc+Ca	3 ημ.	78,8b	-4,0ef	21,1e	21,5e	100,6b
		6 ημ.	79,3b	-4,0ef	21,7e	22,0e	100,4b
	<b>1-MCP</b>	Φρεσκοκομμένα	79,6ab	-3,9ef	22,1de	22,4de	99,9b
Νερό		3 ημ.	77,4d	-2,2b	26,9b	27,0b	94,6e
		6 ημ.	77,6cd	-2,6c	25,5c	25,7c	95,9d
Asc+Ca		3 ημ.	80,1a	-4,2f	19,3f	19,8f	102,3a
		6 ημ.	80,1a	-3,7e	20,9e	21,2e	100,0b
<b>Σημαντικότητα</b>							
Μεταχείρισης προ κοπής		***	**	***	***	***	
Μεταχείρισης τεμαχίων		***	***	***	***	***	

Σημαντικότητα: \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

**Πίνακας 4.6** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού μήλων ‘Red Chief’ που συντηρήθηκαν για 43 ημέρες και είχαν δεχθεί ή όχι 1-MCP προ της κοπής και επίδραση της εμφάνισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση προ κοπής τεμαχίων	Μεταχείριση τεμαχίων	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)	
<b>Μάρτυρας</b>	Φρεσκοκομμένα	61,8c	13,0a	0,2a	67,5c	
	Νερό	3 ημ.	64,4c	12,2b	0,2a	71,5c
		6 ημ.	62,1c	13,4a	0,2a	66,7c
	Asc+Ca	3 ημ.	69,9bc	13,7a	0,3a	96,9a
		6 ημ.	68,0bc	13,2a	0,3a	87,1b
	<b>1-MCP</b>	Φρεσκοκομμένα	69,8bc	13,3a	0,3a	65,0d
Νερό		3 ημ.	71,4b	12,3b	0,3a	65,7d
		6 ημ.	71,9b	11,0c	0,3a	60,3d
Asc+Ca		3 ημ.	68,7bc	12,0b	0,3a	87,2b
		6 ημ.	76,6a	13,5a	0,3a	86,3b
<b>Σημαντικότητα</b>						
Μεταχείρισης προ κοπής		***	***	**	***	
Μεταχείρισης τεμαχίων		**	***	NS	***	
Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01, *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001						

**Πίνακας 4.7** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue μήλων ‘Red Chief’ που συντηρήθηκαν για 111 ημέρες και είχαν δεχθεί ή όχι 1-MCP προ της κοπής και επίδραση της εμφάνισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση προ κοπής τεμαχίων	Μεταχείριση τεμαχίων	L*	a*	b*	Chroma	Hue	
<b>Μάρτυρας</b>	Φρεσκοκομμένα	81,2a	-4,4c	20,0d	20,5d	102,3a	
	Νερό	3 ημ.	75,9e	-1,5a	31,8a	31,8a	92,9d
		6 ημ.	77,5d	-1,7a	27,4b	27,4b	93,7d
	Asc+Ca	3 ημ.	79,8b	-4,3c	24,9c	25,3bc	99,8b
		6 ημ.	79,4b	-3,1b	22,9c	23,1c	97,7c
	<b>1-MCP</b>	Φρεσκοκομμένα	81,3a	-3,8c	20,8cd	21,1cd	100,5b
Νερό		3 ημ.	77,6cd	-1,7a	27,8b	27,8b	93,4d
		6 ημ.	77,9cd	-1,9a	27,6b	27,7b	93,9d
Asc+Ca		3 ημ.	79,8b	-3,1b	23,2c	23,4c	97,7c
		6 ημ.	78,5c	-1,8a	25,9bc	26,0b	94,1d
<b>Σημαντικότητα</b>							
Μεταχείρισης προ κοπής		NS	***	NS	NS	**	
Μεταχείρισης τεμαχίων		***	***	***	***	***	

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

**Πίνακας 4.8** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού μήλων ‘Red Chief’ που συντηρήθηκαν για 111 ημέρες και είχαν δεχθεί ή όχι 1-MCP προ της κοπής και επίδραση της εμφάνισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση προ κοπής τεμαχίων	Μεταχείριση τεμαχίων	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)	
<b>Μάρτυρας</b>	Φρεσκοκομμένα	66,5bc	12,5b	0,3a	45,2d	
	Νερό	3 ημ.	57,5d	12,5b	0,2ab	52,1cd
		6 ημ.	64,1c	11,9bc	0,2ab	45,4d
	Asc+Ca	3 ημ.	54,9e	12,4b	0,2b	54,4c
		6 ημ.	62,2cd	11,5c	0,2ab	55,5c
	<b>1-MCP</b>	Φρεσκοκομμένα	80,4a	12,8ab	0,2ab	64,4b
Νερό		3 ημ.	75,8ab	13,5a	0,3a	55,9c
		6 ημ.	75,2ab	11,9bc	0,3a	56,8c
Asc+Ca		3 ημ.	74,7b	13,4a	0,3a	72,4a
		6 ημ.	71,4b	13,1a	0,2ab	71,5ab
<b>Σημαντικότητα</b>						
Μεταχείρισης προ κοπής		***	***	NS	***	
Μεταχείρισης τεμαχίων		**	**	NS	***	
Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01, *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001						

#### 4.1.9 Μεταχείριση ολόκληρων μήλων ‘Granny Smith’ με ή χωρίς 1-MCP

Οι παράμετροι του χρώματος σάρκας  $L^*$  και  $a^*$  των τεμαχίων μήλων Granny Smith είχαν παρόμοιες τιμές είτε τα ολόκληρα μήλα είχαν δεχθεί είτε όχι μεταχείριση με 1-MCP (Πίν. 4.9). Οι παράμετροι χρώματος  $b^*$  και Chroma είχαν παρόμοιες τιμές στη μεταχείριση ή όχι με 1-MCP, ωστόσο τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν μεγαλύτερες τιμές στους καρπούς που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP από εκείνους που είχαν δεχθεί. Αντίθετα, τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν μικρότερες τιμές  $b^*$  και Chroma στους καρπούς που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP από εκείνους που είχαν δεχθεί. Η γωνία Hue είχε υψηλότερες ή ίσες τιμές στα τεμάχια των καρπών που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP σε σχέση με αυτά που δέχθηκαν. Ωστόσο, στη μεταχείριση με νερό τα τεμάχια είχαν παρόμοιες τιμές Hue είτε οι καρποί είχαν δεχθεί 1-MCP είτε όχι. Στη μεταχείριση με διάλυμα Asc+Ca, τα τεμάχια που προήλθαν από μήλα που δε δέχθηκαν 1-MCP είχαν υψηλότερες τιμές Hue από εκείνα που δέχθηκαν.

Η σκληρότητα της σάρκας είχε πολύ χαμηλότερες τιμές στα τεμάχια μήλων που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP σε σύγκριση με εκείνα που είχαν δεχθεί, και αυτό συνέβη και για τις δύο μεταχειρίσεις (εμβάπτιση σε νερό και εμβάπτιση σε διάλυμα Asc+Ca) (Πίν. 4.10).

Τα ΔΣΣ του χυμού των τεμαχίων μήλων που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP ήταν υψηλότερα από εκείνα που είχαν δεχθεί, μόνο για τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό (Πίν. 4.10). Όταν τα τεμάχια εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στα ΔΣΣ τεμαχίων μήλων που δέχθηκαν ή όχι 1-MCP.

Η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων μήλων είχε παρόμοιες τιμές είτε τα τεμάχια προέρχονταν από καρπούς που είχαν δεχθεί 1-MCP είτε όχι (Πίν. 4.10). Αλλά στη μεταχείριση των τεμαχίων με νερό η ΟΟ ήταν υψηλότερη όταν αυτά δεν είχαν δεχθεί 1-MCP σε σύγκριση με εκείνα που δέχθηκαν. Ενώ στη μεταχείριση με Asc+Ca η ΟΟ ήταν χαμηλότερη στα τεμάχια μήλων που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP σε σχέση με αυτά που είχαν δεχθεί.

Τα ολικά φαινολικά του χυμού της σάρκας των μήλων που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP είχαν υψηλότερες ή ίσες τιμές με αυτά που είχαν δεχθεί (Πίν. 4.10). Στα τεμάχια με εμβάπτιση σε νερό βρέθηκαν υψηλότερες τιμές ολικών φαινολικών στα τεμάχια των καρπών που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP από εκείνα που δέχθηκαν. Ενώ στη

μεταχείριση σε διάλυμα Asc+Ca τα τεμάχια που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP είχαν υψηλότερες ή ίσες τιμές ολικών φαινολικών με εκείνα που δέχθηκαν.

**Πίνακας 4.9** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue μήλων ‘Granny Smith’ που είχαν δεχθεί ή όχι 1-MCP προ της κοπής και επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης. Έναρξη: 9/1/2013.

<b>Μεταχείριση προ κοπής τεμαχίων</b>		<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>Chroma</b>	<b>Hue</b>
<b>Μάρτυρας</b>	Νερό	76,0b	-3,9b	26,2a	26,5a	98,5b
	Asc+Ca	78,6a	-5,1a	19,7c	20,4c	104,5a
<b>1-MCP</b>	Νερό	76,8b	-3,9b	23,5b	23,9b	99,4b
	Asc+Ca	78,3a	-4,4ab	23,1b	23,5b	100,9b
<b>Σημαντικότητα προ κοπής</b>		NS	NS	NS	NS	NS
<b>Σημαντικότητα τεμαχίων</b>		***	*	***	***	***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

**Πίνακας 4.10** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού μήλων ‘Granny Smith’ που είχαν δεχθεί ή όχι 1-MCP προ της κοπής και επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης. Έναρξη: 9/1/2013.

Μεταχείριση προ κοπής τεμαχίων		Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)
<b>Μάρτυρας</b>	Νερό	65,4b	17,9a	0,7	70,0b
	Asc+Ca	62,7b	16,7b	0,5	78,2a
<b>1-MCP</b>	Νερό	85,3a	15,4c	0,6	64,8c
	Asc+Ca	89,7a	16,7b	0,7	76,1a
<b>Σημαντικότητα προ κοπής</b>		***	***	NS	NS
<b>Σημαντικότητα τεμαχίων</b>		NS	NS	NS	**

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

#### 4.1.10 Μεταχείριση φρεσκοκομμένων μήλων ‘Granny Smith’ με νερό ή Asc+Ca

Τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν χαμηλότερη τιμή παραμέτρου χρώματος L\* από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν.4.9). Αυτό παρατηρήθηκε είτε τα τεμάχια προέρχονταν από καρπούς που είχαν δεχθεί 1-MCP, είτε όχι. Η παράμετρος του χρώματος a\* είχε υψηλότερη τιμή στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca. Αυτό συνέβη κυρίως στα τεμάχια των καρπών που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP. Η παράμετρος του χρώματος b\* και το Chroma είχαν μεγαλύτερες τιμές στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε Asc+Ca. Αυτό παρατηρήθηκε μόνο στα τεμάχια των καρπών που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP, ενώ σε εκείνα που προήλθαν από καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP η μεταχείριση με νερό είχε παρόμοιες τιμές με τη μεταχείριση σε διάλυμα Asc+Ca. Η γωνία Hue είχε μικρότερες



τιμές στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca. Αυτό παρατηρήθηκε μόνο στα τεμάχια των καρπών που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP, ενώ σε εκείνα που προήλθαν από καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP η μεταχείριση με νερό είχε παρόμοιες τιμές με τη μεταχείριση σε διάλυμα Asc+Ca.

Τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν παρόμοιο ποσοστό ΔΣΣ και σκληρότητα συνολικά, με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.10). Αλλά στα τεμάχια των καρπών που προήλθαν από μήλα που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP, βρέθηκε ότι όταν εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν υψηλότερο ποσοστό ΔΣΣ και σκληρότητα από όταν εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca. Αντίθετα, στα τεμάχια που προήλθαν από καρπούς που είχαν δεχθεί 1-MCP βρέθηκε ότι αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν χαμηλότερο ποσοστό ΔΣΣ και σκληρότητα από αυτά που είχαν εμβαπτιστεί σε διάλυμα Asc+Ca.

Τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν μεγαλύτερη ή ίση ΟΟ με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.10). Αλλά στα τεμάχια των καρπών που προήλθαν από μήλα που δεν είχαν δεχθεί 1-MCP, βρέθηκε ότι όταν εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν υψηλότερη ΟΟ από όταν εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca. Αντίθετα, στα τεμάχια που προήλθαν από καρπούς που είχαν δεχθεί 1-MCP βρέθηκε ότι, αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν χαμηλότερη ή ίση ΟΟ από αυτά που είχαν εμβαπτιστεί σε διάλυμα Asc+Ca.

Τα ολικά φαινορικά των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν χαμηλότερες τιμές από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.10). Αυτό παρατηρήθηκε είτε τα τεμάχια προέρχονταν από καρπούς που είχαν δεχθεί 1-MCP είτε όχι.

## **4.2 Θερμό νερό**

### **4.2.1 Μεταχείριση ολόκληρων μηλών ‘Granny Smith’ με θερμό νερό (9/1/2013)**

Τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή είχαν δεχθεί θερμική μεταχείριση και εμβάπτιση σε διάλυμα Asc+Ca είχαν χαμηλότερες τιμές στη παράμετρο του χρώματος σάρκας  $L^*$  από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.11). Οι παράμετροι του χρώματος σάρκας  $a^*$ ,  $b^*$  και το Chroma είχαν χαμηλότερες τιμές σε εμβάπτιση των τεμαχίων σε διάλυμα Asc+Ca ή σε θερμική μεταχείριση και εμβάπτιση σε διάλυμα Asc+Ca από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε νερό. Η γωνία Hue

στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχε χαμηλότερες τιμές από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca.

**Πίνακας 4.11** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue μήλων ‘Granny Smith’ και επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> ή σε υδατόλουτρο στους 50 °C για 3 min και ακολούθως σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης. Έναρξη: 9/1/2013.

Μεταχείριση	L*	a*	b*	Chroma	Hue
Νερό	75,9b	-2,7a	24,6a	24,8a	96,3b
Asc+Ca	79,0a	-4,6b	18,9b	19,4b	103,6a
50 °C+Asc+Ca	76,7b	-4,5b	19,5b	20,0b	103,3a
<b>Σημαντικότητα</b>	**	***	***	***	***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχε χαμηλότερες τιμές από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.12).

Τα ΔΣΣ και η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν παρόμοια αποτελέσματα με αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.12).

Τα ολικά φαινορικά του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ήταν χαμηλότερα από αυτά των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και αυτά με τη σειρά τους ήταν πιο χαμηλά από τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.12).

**Πίνακας 4.12** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού μήλων ‘Granny Smith’ και επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> ή σε υδατόλουτρο στους 50 °C για 3 min και ακολούθως σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης. Έναρξη: 9/1/2013.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)
Νερό	80,2b	15,1	0,7	39,9c
Asc+Ca	85,3a	14,6	0,7	53,2b
50 °C+Asc+Ca	89,9a	15,0	0,6	60,3a
<b>Σημαντικότητα</b>	**	NS	NS	***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

#### 4.2.2 Μεταχείριση ολόκληρων μήλων ‘Granny Smith’ με θερμό νερό (14/1/2013)

Οι καρποί που είχαν δεχθεί θερμική μεταχείριση και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές της παραμέτρου του χρώματος σάρκας L\* από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και αυτά χαμηλότερες ή ίσες τιμές από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και τέλος αυτά είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές με τα φρεσκοκομμένα τεμάχια (Πίν. 4.13). Η παράμετρος του χρώματος σάρκας a\* των φρεσκοκομμένων τεμαχίων είχε χαμηλότερες ή ίσες τιμές με αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και αυτή με τη σειρά της μικρότερες ή ίσες τιμές από αυτή των καρπών που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και τέλος είχαν μικρότερες ή ίσες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό. Η παράμετρος του χρώματος σάρκας b\* και το Chroma είχαν χαμηλότερες τιμές στα φρεσκοκομμένα τεμάχια από ότι οι καρποί που

μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή από αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες τιμές από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε νερό. Η γωνία Hue είχε χαμηλότερες ή ίσες τιμές για τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό σε σχέση με τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και αυτά είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές Hue με αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca και τέλος αυτά είχαν χαμηλότερες τιμές Hue από τα φρεσκοκομμένα τεμάχια.

**Πίνακας 4.13** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue μήλων ‘Granny Smith’ και επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> ή σε υδατόλουτρο στους 50 °C για 3 min και ακολούθως σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης. Έναρξη: 14/1/2013.

Μεταχείριση	L*	a*	b*	Chroma	Hue
Φρεσκοκομμένα	80,7a	-4,5c	18,2c	18,8c	103,7a
Νερό	76,0bc	-2,8a	25,5a	25,6a	96,3c
Asc+Ca	76,7b	-4,0bc	22,5b	22,8b	100,0b
50 °C+Asc+Ca	75,1c	-3,4ab	22,0b	22,6b	98,8bc
<b>Σημαντικότητα</b>	***	*	***	***	**

Σημαντικότητα: \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων είχε παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.14).

Τα ΔΣΣ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχια εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή τα φρεσκοκομμένα τεμάχια (Πίν. 4.14).

Η ΟΟ του χυμού της σάρκας από τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές με αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca και αυτά με τη σειρά τους χαμηλότερες ή ίσες τιμές με αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή από τα φρεσκοκομμένα τεμάχια (Πίν. 4.14).

Τα ολικά φαινολικά των φρεσκοκομμένων τεμαχίων ή αυτών που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca ή τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και ακολούθως τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.14).

**Πίνακας 4.14** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού μήλων ‘Granny Smith’ και επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> ή σε υδατόλουτρο στους 50 °C για 3 min και ακολούθως σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης. Έναρξη: 14/1/2013.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)
Φρεσκοκομμένα	78,3	14,4a	0,6a	45,1b
Νερό	75,9	14,6a	0,6a	45,4b
Asc+Ca	78,8	13,1b	0,6ab	59,8a
50 °C+Asc+Ca	80,4	14,4a	0,6b	58,5a
<b>Σημαντικότητα</b>	NS	**	*	***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

#### 4.2.3 Μεταχείριση ολόκληρων μηλών ‘Cripp’s Pink’ με θερμό νερό (9/1/2013)

Τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές στην παράμετρο του χρώματος σάρκας L\* με τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό

νερό και ακολούθως τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και αυτά με τη σειρά τους χαμηλότερες ή ίσες τιμές με αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.15). Η παράμετρος του χρώματος σάρκας a\* είχε μικρότερες τιμές στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca ή τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca από τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό. Η παράμετρος του χρώματος σάρκας b\* και το Chroma είχαν παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις των τεμαχίων. Η γωνία Hue των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχε χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca ή τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και ακολούθως τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca.

**Πίνακας 4.15** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue μήλων ‘Cripp’s Pink’ και η επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> ή σε υδατόλουτρο στους 50 °C για 3 min και ακολούθως σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης. Έναρξη: 9/1/2013

Μεταχείριση	L*	a*	b*	Chroma	Hue
Νερό	77,3b	-0,4a	29,8	29,8	90,8b
Asc+Ca	80,4a	-2,5b	27,5	27,7	95,3a
50 °C+Asc+Ca	78,5ab	-2,2b	28,0	28,0	94,6a
<b>Σημαντικότητα</b>	*	*	NS	NS	*

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων, τα ΔΣΣ και η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων είχαν παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις των τεμαχίων (Πίν. 4.16).

Τα ολικά φαινορικά των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca ή τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.16).

**Πίνακας 4.16** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού μήλων ‘Cripp’s Pink’ και επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> ή σε υδατόλουτρο στους 50 °C για 3 min και ακολούθως σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης. Έναρξη: 9/1/2013.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)
Νερό	92,1	15,1	0,5	34,0b
Asc+Ca	95,4	15,8	0,5	45,1a
50 °C+Asc+Ca	96,1	15,2	0,5	48,7a
<b>Σημαντικότητα</b>	NS	NS	NS	**

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01

#### 4.2.4 Μεταχείριση ολόκληρων μηλών ‘Cripp’s Pink’ με θερμό νερό (14/1/2013)

Τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές στην παράμετρο του χρώματος σάρκας L\* από τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές με εκείνα που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca και τέλος αυτά είχαν μικρότερες τιμές από τα φρεσκοκομμένα τεμάχια (Πίν. 4.17). Η παράμετρος του χρώματος σάρκας a\* στα φρεσκοκομμένα τεμάχια ή στους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχε χαμηλότερες τιμές από τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca ή σε νερό. Οι παράμετροι χρώματος σάρκας b\* και Chroma είχαν στα φρεσκοκομμένα τεμάχια χαμηλότερες τιμές από αυτές των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca ή των καρπών που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή των φρεσκοκομμένων τεμαχίων. Τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή μόνο σε διάλυμα Asc+Ca είχαν

χαμηλότερες τιμές γωνίας Hue από τους καρπούς που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και τα τεμάχιά τους ακολούθως εμβάπτιστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή τα φρεσκοκομμένα τεμάχια.

**Πίνακας 4.17** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue μήλων ‘Cripp’s Pink’ και επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> ή σε υδατόλουτρο στους 50 °C για 3 min και ακολούθως σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης. Έναρξη: 14/1/2013.

Μεταχείριση	L*	a*	b*	Chroma	Hue
Φρεσκοκομμένα	80,7a	-2,5b	28,1b	28,3b	95,1a
Νερό	76,8c	0,1a	30,3a	30,3a	89,9b
Asc+Ca	78,8b	-0,4a	29,9a	29,9a	90,9b
50 °C+Asc+Ca	77,9bc	-2,1b	30,3a	30,4a	94,0a
<b>Σημαντικότητα</b>	**	***	**	**	***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων που εμβάπτιστηκαν σε νερό ή των καρπών που μεταχειρίστηκαν σε θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους εμβάπτιστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχε χαμηλότερες τιμές από αυτή των τεμαχίων που εμβάπτιστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca ή των φρεσκοκομμένων τεμαχίων (Πίν. 4.18).

Τα ΔΣΣ του χυμού των καρπών που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και ακολούθως τα τεμάχιά τους εμβάπτιστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές με τα τεμάχια που εμβάπτιστηκαν σε νερό και αυτά με τη σειρά τους χαμηλότερες ή ίσες τιμές από αυτά που εμβάπτιστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca και τέλος αυτά είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές με τα φρεσκοκομμένα τεμάχια (Πίν. 4.18).



Η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca με ή χωρίς προμεταχείριση με θερμό νερό είχε χαμηλότερες τιμές από αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και των φρεσκοκομμένων τεμαχίων (Πίν. 4.18).

Τα ολικά φαινολικά του χυμού των φρεσκοκομμένων τεμαχίων ή αυτών που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν ελαφρά χαμηλότερες τιμές από αυτές των καρπών που μεταχειρίστηκαν με θερμό νερό και στη συνέχεια εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και αυτά με τη σειρά τους ελαφρά χαμηλότερες τιμές από τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.18).

**Πίνακας 4.18** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού μήλων ‘Cripp’s Pink’ και η επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> ή σε υδατόλουτρο στους 50 °C για 3 min και ακολούθως σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης. Έναρξη: 14/1/2013.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)
Φρεσκοκομμένα	118,6a	16,7a	0,5a	45,3b
Νερό	99,7b	15,9bc	0,5a	48,2b
Asc+Ca	114,2a	16,4 ab	0,4b	58,5a
50 °C+Asc+Ca	105,4b	15,3c	0,4b	53,2ab
<b>Σημαντικότητα</b>	***	*	*	*

Σημαντικότητα: \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

### 4.3 Γλάσο

#### 4.3.1 Μεταχείριση τεμαχίων μηλών ‘Cripp’s Pink’ με γλάσο (9/4/2013)

Τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε γλάσο ή νερό είχαν χαμηλότερες τιμές στην παράμετρο του χρώματος σάρκας  $L^*$  από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca+citric και στη συνέχεια σε γλάσο ή μόνο σε διάλυμα Asc+Ca+citric και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτές των φρεσκοκομμένων τεμαχίων (Πίν. 4.19). Η παράμετρος του χρώματος σάρκας  $a^*$  των φρεσκοκομμένων τεμαχίων είχε χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca+citric ή σε διάλυμα Asc+Ca+citric και ακολούθως σε γλάσο και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε γλάσο ή σε νερό. Η παράμετρος του χρώματος σάρκας  $b^*$  των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca+citric ή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca+citric και στη συνέχεια σε γλάσο είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε γλάσο ή σε νερό με τα φρεσκοκομμένα τεμάχια να έχουν ενδιάμεσες τιμές. Το Chroma των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca+citric είχε χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε γλάσο ή σε νερό, ενώ τα τεμάχια των υπόλοιπων μεταχειρίσεων είχαν ενδιάμεσες τιμές Chroma. Η γωνία Hue των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή μόνο σε γλάσο είχε χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca+citric ή σε διάλυμα Asc+Ca+citric και στη συνέχεια σε γλάσο και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτά των φρεσκοκομμένων.

**Πίνακας 4.19** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma και της γωνίας Hue μήλων ‘Cripp’s Pink’ και η επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5%  $CaCl_2$ +0,5% Κιτρικό οξύ ή σε γλάσο ή σε γλάσο και διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5%  $CaCl_2$ +0,5% Κιτρικό οξύ για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση	$L^*$	$a^*$	$b^*$	Chroma	Hue
Φρεσκοκομμένα	81,2a	-3,7c	30,6ab	30,8ab	97,0a
Νερό	75,4c	0,5a	31,8a	31,8a	89,0c

Asc+Ca+citric acid	78,6b	-2,1b	28,5b	28,6c	94,1b
Γλάσο	75,2c	-0,2a	31,5a	31,5a	90,3c
Γλάσο+Asc+Ca+citric acid	77,4b	-1,8b	29,0b	29,1bc	93,5b
<b>Σημαντικότητα</b>	***	***	*	*	***

Σημαντικότητα: \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca+citric και στη συνέχεια σε γλάσο είχε πολύ χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca+citric ή μόνο σε γλάσο και αυτά με τη σειρά τους είχαν πολύ μικρότερες τιμές από αυτά των φρεσκοκομμένων (Πίν. 4.20).

Τα ΔΣΣ του χυμού των τεμαχίων των φρεσκοκομμένων, αυτών που εμβαπτίστηκαν σε νερό και αυτών που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca+citric είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε γλάσο ή σε διάλυμα Asc+Ca+citric και στη συνέχεια σε γλάσο (Πίν. 4.20).

Η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων είχε παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.20).

Τα ολικά φαινολικά του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε γλάσο ήταν χαμηλότερα από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca+citric και στη συνέχεια σε γλάσο, ενώ αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή μόνο σε διάλυμα Asc+Ca+citric είχαν ενδιάμεσες τιμές (Πίν. 4.20). Τέλος, οι υψηλότερες τιμές ολικών φαινολικών βρέθηκαν στα φρεσκοκομμένα τεμάχια.

**Πίνακας 4.20** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού μήλων ‘Cripp’s Pink’ και η επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub>+0,5% Κιτρικό οξύ ή σε γλάσο ή σε γλάσο και διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub>+0,5% Κιτρικό οξύ για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)
Φρεσκοκομμένα	107,7a	15,0b	0,5	41,2a
Νερό	60,0c	15,2b	0,4	24,7cd
Asc+Ca+citric acid	92,3b	15,3b	0,4	29,4bc
Γλάσο	93,1b	18,0a	0,4	23,3d
Γλάσο+Asc+Ca+citric acid	63,4c	17,8a	0,4	32,1b
<b>Σημαντικότητα</b>	***	***	NS	***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

#### 4.3.2 Μεταχείριση τεμαχίων αχλαδιών ποικιλίας ‘Κρυστάλλι’ με γλάσο (9/4/2013)

Η παράμετρος του χρώματος σάρκας  $L^*$  των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή μόνο σε διάλυμα Asc+Ca+citric ή σε γλάσο είχε χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca+citric και στη συνέχεια σε γλάσο και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες τιμές  $L^*$  από αυτά των φρεσκοκομμένων (Πίν. 4.21). Η παράμετρος του χρώματος  $a^*$  των φρεσκοκομμένων τεμαχίων είχε χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε Asc+Ca+citric και στη συνέχεια σε γλάσο ή μόνο σε γλάσο και αυτά τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες τιμές  $a^*$  από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή μόνο σε διάλυμα Asc+Ca+citric. Η παράμετρος του χρώματος της σάρκας  $b^*$  των φρεσκοκομμένων τεμαχίων είχε χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε γλάσο και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες τιμές  $b^*$  από αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca+citric ή σε διάλυμα Asc+Ca+citric και στη συνέχεια σε γλάσο ή εμβαπτίστηκαν μόνο σε νερό. Το Chroma των φρεσκοκομμένων τεμαχίων είχε χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε γλάσο και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες τιμές Chroma από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε Asc+Ca+citric και στη συνέχεια σε γλάσο. Τις υψηλότερες τιμές Chroma είχαν τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό με ελαφρά μικρότερες τιμές στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca+citric. Η γωνία Hue των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca+citric

είχε χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε γλάσο ή σε διάλυμα Asc+Ca+citric και στη συνέχεια σε γλάσο και αυτά με τη σειρά τους χαμηλότερες τιμές Hue από αυτά των φρεσκοκομμένων τεμαχίων.

**Πίνακας 4.21** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue αχλαδιών ‘Κρυστάλλι’ και η επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub>+0,5% Κιτρικό οξύ ή σε γλάσο ή σε γλάσο και διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub>+0,5% Κιτρικό οξύ για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση	L*	a*	b*	Chroma	Hue
Φρεσκοκομμένα	73,1a	-1,5c	17,9c	18,0d	94,8a
Νερό	66,9c	0,8a	22,6a	22,6a	88,0c
Asc+Ca+citric acid	67,9c	0,6a	21,8a	21,7ab	88,4c
Γλάσο	68,1c	0,1b	20,0b	20,0c	89,6b
Γλάσο+Asc+Ca+citric acid	69,6b	0,0b	21,4a	21,4b	90,1b
<b>Σημαντικότητα</b>	***	***	***	***	***

Σημαντικότητα: \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχε χαμηλότερες τιμές από αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε γλάσο ή σε διάλυμα Asc+Ca+citric και στη συνέχεια σε γλάσο ή των φρεσκοκομμένων και αυτά με τη σειρά τους χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε διάλυμα Asc+Ca+citric (Πίν. 4.22).

Τα ΔΣΣ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca+citric ή σε νερό ή των φρεσκοκομμένων είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε γλάσο ή σε διάλυμα Asc+Ca+citric και στη συνέχεια σε γλάσο (Πίν. 4.22).

Η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων είχε παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.22).

**Πίνακας 4.22** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού αχλαδιών ‘Κρυστάλλι’ και η επίδραση της εμφάνισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub>+0,5% Κιτρικό οξύ ή σε γλάσο ή σε γλάσο και διάλυμα 1% Ασκορβικό οξύ + 0,5% CaCl<sub>2</sub>+0,5% Κιτρικό οξύ για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ
Φρεσκοκομμένα	16,6b	16,0b	0,3
Νερό	12,9c	15,8b	0,3
Asc+Ca+citric acid	20,3a	15,6b	0,3
Γλάσο	15,6b	17,6a	0,3
Γλάσο+Asc+Ca+citric acid	16,6b	17,3a	0,3
<b>Σημαντικότητα</b>	***	***	NS

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

#### 4.4 Σύγκριση μεταξύ ποικιλιών μήλων

##### 4.4.1 Σύγκριση μεταξύ ποικιλιών μήλων που συντηρήθηκαν για μικρό χρονικό διάστημα

Η παράμετρος του χρώματος σάρκας L\* είχε παρόμοιες τιμές για τα τεμάχια όλων των ποικιλιών μήλων (Cripp’s Pink, Red Chief και Granny Smith) που συντηρήθηκαν για μικρό χρονικό διάστημα (78, 45 και 33 ημέρες, αντίστοιχα) (Πίν. 4.23). Οι παράμετροι a\* και b\* των τεμαχίων είχαν μεγαλύτερες τιμές στα ‘Cripp’s Pink’ και μικρότερες στα ‘Granny Smith’, ενώ τα ‘Red Chief’ είχαν ενδιάμεσες τιμές. Το Chroma των τεμαχίων είχε μεγαλύτερες τιμές στα ‘Cripp’s Pink’ και στα ‘Granny Smith’, ενώ χαμηλότερες τιμές στα ‘Red Chief’. Η γωνία Hue των τεμαχίων είχε μεγαλύτερες τιμές στα ‘Granny Smith’, χαμηλότερες τιμές στα ‘Cripp’s Pink’, ενώ ενδιάμεσες στα ‘Red Chief’.

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων ήταν υψηλότερη στα ‘Cripp’s Pink’, χαμηλότερη στα ‘Red Chief’ και με ενδιάμεσες τιμές στα ‘Granny Smith’ (Πίν. 4.24). Τα ΔΣΣ του χυμού των τεμαχίων ήταν υψηλότερα στα ‘Cripp’s Pink’, ενώ χαμηλότερα στα ‘Granny Smith’ και στα ‘Red Chief’. Η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων είχε υψηλότερες τιμές στα ‘Granny Smith’, χαμηλότερες στα ‘Red Chief’ και ενδιάμεσες τιμές στα ‘Cripp’s Pink’. Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών του χυμού των τεμαχίων ήταν υψηλότερη στα ‘Red Chief’, χαμηλότερη στα ‘Cripp’s Pink’ και με ενδιάμεσες τιμές στα ‘Granny Smith’.

#### **4.4.2 Σύγκριση μεταξύ ποικιλιών μήλων που συντηρήθηκαν για μεγάλο χρονικό διάστημα**

Η παράμετρος του χρώματος σάρκας  $L^*$  των τεμαχίων όλων των ποικιλιών μήλων (Cripp’s Pink, Red Chief και Granny Smith) που συντηρήθηκαν για μεγάλο χρονικό διάστημα (163, 111 και 90 ημέρες αντίστοιχα) είχε παρόμοιες τιμές (Πίν. 4.23). Οι παράμετροι  $a^*$  και  $b^*$  και το Chroma των τεμαχίων είχαν μεγαλύτερες τιμές στα ‘Cripp’s Pink’, μικρότερες στα ‘Granny Smith’, ενώ τα ‘Red Chief’ είχαν ενδιάμεσες τιμές. Η γωνία Hue των τεμαχίων είχε μεγαλύτερες τιμές στα ‘Granny Smith’, χαμηλότερες τιμές στα ‘Cripp’s Pink’, και ενδιάμεσες στα ‘Red Chief’.

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων ήταν υψηλότερη στα ‘Cripp’s Pink’, χαμηλότερη στα ‘Red Chief’ και με ενδιάμεσες τιμές στα ‘Granny Smith’ (Πίν. 4.24). Τα ΔΣΣ και η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων είχαν μεγαλύτερες τιμές στα ‘Granny Smith’, χαμηλότερες στα ‘Red Chief’ και ενδιάμεσες τιμές στα ‘Cripp’s Pink’. Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών του χυμού των τεμαχίων μήλων ήταν υψηλότερη στα ‘Granny Smith’, χαμηλότερη στα ‘Cripp’s Pink’ και με ενδιάμεσες τιμές στα ‘Red Chief’.

#### **4.4.3 Σύγκριση των μεταχειρίσεων στις διάφορες ποικιλίες μήλων που συντηρήθηκαν για μικρό χρονικό διάστημα**

Στα ‘Cripp’s Pink’ και στα ‘Granny Smith’ η παράμετρος χρώματος σάρκας  $L^*$  είχε μεγαλύτερες τιμές στα φρεσκοκομμένα τεμάχια, χαμηλότερες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και ενδιάμεσες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.23). Στην ίδια παράμετρο τα ‘Red Chief’ είχαν μεγαλύτερες τιμές σε

αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca, χαμηλότερες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και ενδιάμεσες στα φρεσκοκομμένα τεμάχια.

**Πίνακας 4.23** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue, των ποικιλιών μήλων ‘Cripp’s Pink’, ‘Red Chief’ και ‘Granny Smith’ αλλά και της εμβάπτισης των τεμαχίων τους σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης.

Ποικ./Ημερ.	Μεταχείριση	L*	a*	b*	Chroma	Hue
Cripp’s Pink 78 ημέρες	Φρεσκοκομμένα	80,7ab	-2,5d	28,1b	28,3bc	95,1e
	Νερό	76,8de	0,1ab	30,3ab	30,3ab	89,9f
	Asc+Ca	78,8bc	-0,4b	29,9ab	29,9ab	90,9f
Cripp’s Pink 163 ημέρες	Φρεσκοκομμένα	81,2a	-3,7ef	30,6ab	30,8ab	97,0de
	Νερό	75,4e	0,5a	31,8a	31,8a	89,0f
	Asc+Ca	78,6c	-2,1cd	28,5ab	28,6b	94,1de
Red Chief 45 ημέρες	Φρεσκοκομμένα	78,1cd	-3,3e	23,2cd	23,5de	98,0d
	Νερό	76,4de	-2,0cd	28,1b	28,2bc	94,1ef
	Asc+Ca	78,8bc	-4,0ef	21,1d	21,5e	100,6c
Red Chief 111 ημέρες	Φρεσκοκομμένα	81,2a	-4,4f	20,0de	20,5ef	102,3bc
	Νερό	75,9e	-1,5c	31,8a	31,8a	92,9ef
	Asc+Ca	79,8b	-4,3f	24,9c	25,3cd	99,8cd
Granny Smith 33 ημέρες	Φρεσκοκομμένα	78,8bc	-5,5gh	19,6de	20,4ef	105,8ab
	Νερό	77,2d	-3,4e	24,0cd	24,3d	98,2d
	Asc+Ca	78,6c	-5,2g	16,9e	17,7f	106,9ab
Granny Smith 90 ημέρες	Φρεσκοκομμένα	80,5ab	-6,0h	18,6e	19,6ef	107,9a
	Νερό	76,0e	-3,9ef	26,2bc	26,5c	98,5cd
	Asc+Ca	78,6c	-5,1g	19,7de	20,4ef	104,5b
<b>Σημαντικότητα</b>						
	Ποικιλία	*	***	***	***	***
	Μεταχείριση	***	***	***	***	***
<b>ΕΣΔ<sub>0,05</sub></b>		1,02	0,84	2,2	2,1	2,4



Στα ‘Cripp’s Pink’ και στα ‘Granny Smith’ η παράμετρος χρώματος σάρκας  $a^*$  είχε μεγαλύτερες τιμές στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό, χαμηλότερες στα φρεσκοκομμένα και ενδιάμεσες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.23). Στην ίδια παράμετρο τα τεμάχια μήλων ‘Red Chief’ είχαν μεγαλύτερες τιμές στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό, μικρότερες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και ενδιάμεσες στα φρεσκοκομμένα.

Στα ‘Red Chief’ και ‘Granny Smith’ οι παράμετροι  $b^*$  και Chroma είχαν υψηλότερες τιμές στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό, χαμηλότερες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca, ενώ ενδιάμεσες στα φρεσκοκομμένα (Πίν. 4.23). Στα ‘Cripp’s Pink’ οι παράμετροι  $b^*$  και Chroma είχαν υψηλότερες τιμές στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca και χαμηλότερες στα φρεσκοκομμένα.

Η γωνία Hue του χυμού των τεμαχίων και στις τρεις ποικιλίες είχε υψηλότερες τιμές στα φρεσκοκομμένα, χαμηλότερες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και ενδιάμεσες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca (Πίν. 4.23).

Η σκληρότητα της σάρκας, τα ΔΣΣ, η ΟΟ και η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών του χυμού των τεμαχίων είχε διαφορές στις τρεις μεταχειρίσεις και οι μεταβολές αυτές ήταν διαφορετικές για κάθε ποικιλία (Πίν. 4.24).

#### **4.4.4 Σύγκριση των μεταχειρίσεων στις διάφορες ποικιλίες μήλων που συντηρήθηκαν για μεγάλο χρονικό διάστημα**

Η παράμετρος του χρώματος σάρκας  $L^*$  είχε υψηλότερες τιμές στα φρεσκοκομμένα τεμάχια, χαμηλότερες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και ενδιάμεσες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca, σε όλες τις εξεταζόμενες ποικιλίες (Πίν. 4.23).

Οι παράμετροι του χρώματος σάρκας  $a^*$  και  $b^*$  είχαν υψηλότερες τιμές στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό, χαμηλότερες στα φρεσκοκομμένα και ενδιάμεσες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca, σε όλες τις ποικιλίες που μελετήθηκαν (Πίν. 4.23).

Το Chroma στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχε τις χαμηλότερες τιμές, ενώ οι άλλες δύο μεταχειρίσεις είχαν παρόμοιες μεταξύ τους τιμές σε όλες τις ποικιλίες (Πίν. 4.23).

Η γωνία Hue στα ‘Red Chief’ και ‘Granny Smith’ είχε τις μεγαλύτερες τιμές στα φρεσκοκομμένα τεμάχια, τις χαμηλότερες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και ενδιάμεσες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca. Στα ‘Cripp’s Pink’ τι μεγαλύτερες τιμές είχαν αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και παρόμοιες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και τα φρεσκοκομμένα (Πίν. 4.23).

Η σκληρότητα της σάρκας, τα ΔΣΣ, η ΟΟ και η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών του χυμού των τεμαχίων είχε διαφορές στις τρεις μεταχειρίσεις και οι μεταβολές αυτές ήταν διαφορετικές για κάθε ποικιλία (Πίν. 4.24).

#### **4.4.5 Σύγκριση των διάφορων ποικιλιών μήλων μετά από σύντομη και παρατεταμένη συντήρηση**

Στα ‘Cripp’s Pink’ η παράμετρος χρώματος σάρκας  $L^*$ ,  $b^*$ , το Chroma και η ΟΟ είχαν παρόμοιες τιμές τόσο μετά από σύντομη όσο και μετά από παρατεταμένη συντήρηση (Πίν. 4.23, 4.24). Η παράμετρος  $a^*$ , η σκληρότητα σάρκας, τα ΔΣΣ και η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών των τεμαχίων είχαν υψηλότερες τιμές μετά τη σύντομη συντήρηση των καρπών σε σχέση με την παρατεταμένη. Η γωνία Hue είχε υψηλότερες τιμές μετά από παρατεταμένη συντήρηση, σε σύγκριση με τη σύντομη.

Στα ‘Red Chief’ οι παράμετροι του χρώματος σάρκας  $a^*$  και  $b^*$ , το Chroma, η γωνία Hue, η σκληρότητα σάρκας και η ΟΟ των τεμαχίων είχαν παρόμοιες τιμές τόσο μετά από σύντομη, όσο και μετά από παρατεταμένη συντήρηση των καρπών (Πίν. 4.23, 4.24). Η παράμετρος  $L^*$ , τα ΔΣΣ και η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών στα τεμάχια μετά από σύντομη συντήρηση των καρπών είχαν υψηλότερες τιμές σε σχέση με την παρατεταμένη συντήρηση.

Στα ‘Granny Smith’ οι παράμετροι του χρώματος σάρκας  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$ , η γωνία Hue και η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών είχαν παρόμοιες τιμές μετά από τις δύο περιόδους συντήρησης (Πίν. 4.23, 4.24). Το Chroma και τα ΔΣΣ των τεμαχίων είχαν υψηλότερες τιμές, ενώ η σκληρότητα της σάρκας και η ΟΟ χαμηλότερες, μετά από παρατεταμένη συντήρηση των καρπών σε σχέση με τη σύντομη συντήρηση.

**Πίνακας 4.24** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού ποικιλιών μήλων ‘Cripp’s Pink’, ‘Red Chief’ και ‘Granny Smith’ αλλά και της εμφάνισης των τεμαχίων τους σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης.

Ποικ./Ημερ.	Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)
Cripp’s Pink 78 ημέρες	Φρεσκοκομμένα	118,6a	16,7b	0,5c	45,3ef
	Νερό	99,7c	15,9bc	0,5c	48,2e
	Asc+Ca	114,2ab	16,4bc	0,4d	58,5d
Cripp’s Pink 163 ημέρες	Φρεσκοκομμένα	107,7b	15,0cd	0,5c	41,2ef
	Νερό	60,0gh	15,2cd	0,4d	24,7f
	Asc+Ca	92,3d	15,3cd	0,4d	29,4f
Red Chief 45 ημέρες	Φρεσκοκομμένα	61,8gh	13,0de	0,2f	67,5c
	Νερό	64,4fg	12,2e	0,2f	71,5bc
	Asc+Ca	69,9f	13,7d	0,3e	96,9a
Red Chief 111 ημέρες	Φρεσκοκομμένα	66,5fg	12,5e	0,3e	45,2ef
	Νερό	57,5gh	12,5e	0,2f	52,1de
	Asc+Ca	54,9h	12,4e	0,2f	54,4de
Granny Smith 33 ημέρες	Φρεσκοκομμένα	91,8de	15,6c	0,7b	63,2cd
	Νερό	81,1e	13,0de	0,7b	46,3ef
	Asc+Ca	80,3ef	13,2de	0,8a	94,2ab
Granny Smith 90 ημέρες	Φρεσκοκομμένα	62,7g	17,3ab	0,7b	41,1ef
	Νερό	65,4fg	17,9a	0,7b	73,9bc
	Asc+Ca	62,7g	16,7b	0,5c	78,8b
<b>Σημαντικότητα</b>					
Ποικιλία		***	***	***	***
Μεταχείριση		***	*	***	***

<b>ΕΣΔ<sub>0,05</sub></b>	<b>6,3</b>	<b>0,99</b>	<b>0,07</b>	<b>7,8</b>
---------------------------	------------	-------------	-------------	------------

Σημαντικότητα: \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

## 4.5 Ροδάκινα

### 4.5.1 Σύγκριση μεταξύ ποικιλιών ροδάκινων (Loadel, Andross ανώριμα, Andross και Everts)

Η παράμετρος του χρώματος σάρκας  $L^*$  των τεμαχίων που προήλθαν από ροδάκινα ‘Loadel’ είχε υψηλότερες τιμές από τα αντίστοιχα των ‘Everts’ και αυτά με τη σειρά τους είχαν υψηλότερες ή ίσες τιμές  $L^*$  από αυτά των ‘Andross’ και, τέλος, αυτά είχαν υψηλότερες ή ίσες τιμές  $L^*$  από τα ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα (Πίν. 4.25). Η παράμετρος του χρώματος σάρκας  $a^*$  των τεμαχίων που προήλθαν από καρπούς ‘Loadel’ είχε χαμηλότερες τιμές από αυτή των ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα και αυτά με τη σειρά τους έδωσαν χαμηλότερες τιμές  $a^*$  από αυτά των ποικιλιών ‘Andross’ και ‘Everts’. Οι παράμετροι χρώματος σάρκας  $b^*$  και Chroma των τεμαχίων που προήλθαν από ροδάκινα ‘Loadel’ είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτά των ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα ή τα ‘Everts’ και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες τιμές  $b^*$  και Chroma από τα ‘Andross’. Η γωνία Hue των τεμαχίων που προήλθαν από ροδάκινα ‘Loadel’ είχε υψηλότερες τιμές από αυτή των ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα και αυτά με τη σειρά τους είχαν υψηλότερες τιμές Hue από τα ‘Andross’ ή τα ‘Everts’.

**Πίνακας 4.25** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma και της γωνίας Hue, των ποικιλιών συμπύρηνων ροδάκινων ‘Loadel’, ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα, ‘Andross’ και ‘Everts’ αλλά και της εμφάνισης των τεμαχίων τους σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1%  $\text{CaCl}_2$  για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Ποικιλία	Μεταχείριση	L*	a*	b*	Chroma	Hue	
Loadel	Φρεσκοκομμένα	70,4b	3,7f	53,5ef	53,6fg	86,1a	
	Νερό	3 ημ.	70,3bc	4,9ef	52,1f	52,3g	84,6ab
		6 ημ.	69,4bc	3,7f	50,5g	50,6h	85,9ab
	Asc+Ca	3 ημ.	80,9a	5,0e	51,2fg	51,5gh	84,5ab
		6 ημ.	70,2bc	3,8ef	50,5g	50,6h	85,7ab
Andross (ανώριμα)	Φρεσκοκομμένα	69,0bc	5,0e	56,7cd	57,0cd	85,0ab	
	Νερό	3 ημ.	65,6d	9,3bc	55,8de	56,6d	80,6cd
		6 ημ.	65,1d	8,2cd	54,2ef	54,9ef	81,5bc
	Asc+Ca	3 ημ.	66,3cd	10,0bc	57,1cd	57,9cd	80,1cd
		6 ημ.	66,8cd	6,6d	53,2ef	53,7f	83,0b
Andross	Φρεσκοκομμένα	68,0c	7,6cd	59,7ab	60,2b	82,7bc	
	Νερό	3 ημ.	66,5cd	12,0a	60,6a	61,8a	78,8d
		6 ημ.	67,3cd	10,0bc	59,3b	60,1bc	80,4cd
	Asc+Ca	3 ημ.	67,9cd	10,5b	58,8bc	59,7bc	79,9cd
		6 ημ.	66,9cd	8,6cd	57,4c	58,0c	81,5bc
Everts	Φρεσκοκομμένα	67,4cd	10,3bc	58,2bc	59,1bc	79,9cd	
	Νερό	3 ημ.	66,9cd	9,8bc	56,0d	56,8cd	80,0cd
		6 ημ.	67,4cd	8,4cd	56,0d	56,6d	81,5bc
	Asc+Ca	3 ημ.	67,6cd	8,7cd	53,3ef	54,0ef	80,6cd
		6 ημ.	69,6bc	8,8c	54,4e	55,1e	80,8c

#### Σημαντικότητα

Ποικιλία

\*\*\*

\*\*\*

\*\*\*

\*\*\*

\*\*\*

Μεταχείριση

\*\*

\*\*\*

\*\*\*

\*\*\*

\*\*\*

**ΕΣΔ<sub>0,05</sub>**

1,83

1,30

1,28

1,32

1,65

Σημαντικότητα: \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων που προήλθαν από ροδάκινα ‘Everts’ είχε χαμηλότερες τιμές από αυτή των ‘Loadel’ και αυτή με τη σειρά της χαμηλότερες τιμές από τα ‘Andross’, ενώ τα ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα είχαν τις υψηλότερες τιμές σκληρότητας σάρκας (Πίν. 4.26).

Τα ΔΣΣ του χυμού των τεμαχίων που προήλθαν από ροδάκινα ‘Loadel’ είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτές των ‘Everts’ και αυτά με τη σειρά τους χαμηλότερες από αυτές των ‘Andross’, ενώ τα ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα είχαν τις υψηλότερες τιμές ΔΣΣ (Πίν. 4.26).

Η ΟΟ του χυμού της σάρκας των τεμαχίων που προήλθαν από ροδάκινα ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα ή ‘Andross’ είχε χαμηλότερες τιμές από αυτή των ‘Loadel’ ή των ‘Everts’ (Πίν. 4.26).

Τα ολικά φαινολικά του χυμού των τεμαχίων που προήλθαν από καρπούς ‘Loadel’ είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτές των ‘Everts’ ή ‘Andross’, ενώ τα ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα είχαν τις υψηλότερες τιμές ολικών φαινολικών (Πίν. 4.26).

**Πίνακας 4.26** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού ποικιλιών συμπύρηνων ροδάκινων ‘Loadel’, ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα, ‘Andross’ και ‘Everts’ αλλά και της εμβάπτισης των τεμαχίων τους σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Ποικιλία	Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)	
LoadeI	Φρεσκοκομμένα	38,3g	11,3ef	0,7a	13,4h	
	Νερό	3 ημ.	34,4h	9,9f	0,6b	21,3g
		6 ημ.	26,8j	11,2ef	0,6b	41,3ef
	Asc+Ca	3 ημ.	24,1k	9,5f	0,5c	20,2gh
		6 ημ.	30,0i	11,0ef	0,5c	32,2ef
Andross (ανώριμα)	Φρεσκοκομμένα	63,9cd	16,0a	0,5c	57,6c	
	Νερό	3 ημ.	58,9d	15,1b	0,5c	53,0cd
		6 ημ.	71,3b	15,8ab	0,5c	70,4ab
	Asc+Ca	3 ημ.	64,4c	16,0a	0,3e	63,3b
		6 ημ.	77,6a	14,7bc	0,4d	73,1a
Andross	Φρεσκοκομμένα	40,5fg	13,6c	0,6b	29,4fg	
	Νερό	3 ημ.	42,1f	14,5bc	0,4d	30,5fg
		6 ημ.	47,8e	14,8bc	0,4d	57,0cd
	Asc+Ca	3 ημ.	47,8e	12,7d	0,4d	27,9fg
		6 ημ.	63,0cd	14,4bc	0,5c	53,0cd
Everts	Φρεσκοκομμένα	25,7jk	13,3cd	0,7a	39,3ef	
	Νερό	3 ημ.	22,2l	13,2cd	0,5c	29,4fg
		6 ημ.	22,8kl	11,8e	0,6b	49,3d
	Asc+Ca	3 ημ.	21,7l	11,3ef	0,5c	30,7f
		6 ημ.	28,7ij	12,8cd	0,5c	43,5e
<b>Σημαντικότητα</b>						
Ποικιλία		***	***	***	***	
Μεταχείριση		***	***	***	***	
<b>ΕΣΔ<sub>0,05</sub></b>		4,6	0,83	0,05	5,2	

Σημαντικότητα: \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

#### 4.5.2 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων και χρόνου συντήρησης των φρεσκοκομμένων ροδάκινων από τις διάφορες ποικιλίες

Στην παράμετρο του χρώματος σάρκας  $L^*$  των τεμαχίων βρέθηκαν σχετικά μικρές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων και αυτές ήταν διαφορετικές για κάθε ποικιλία. Στα 'Loadel', στα 'Andross' και στα 'Everts' δε βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν. 4.25). Στα 'Andross' που συγκομίστηκαν ανώριμα, τα φρεσκοκομμένα είχαν υψηλότερες τιμές από όλες τις άλλες μεταχειρίσεις.

Στην παράμετρο χρώματος σάρκας  $a^*$  τα φρεσκοκομμένα τεμάχια είχαν τις χαμηλότερες τιμές και τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες είχαν τις υψηλότερες τιμές, ενώ αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca για 3 και 6 ημέρες έδωσαν ενδιάμεσες τιμές, στα 'Andross' και 'Andross' που συγκομίστηκαν ανώριμα (Πίν. 4.25). Στα 'Loadel' δε βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Στα 'Everts' τα φρεσκοκομμένα τεμάχια είχαν τις υψηλότερες τιμές σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

Στην παράμετρο χρώματος σάρκας  $b^*$  και στο Chroma τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες είχαν τις χαμηλότερες τιμές, ενώ τα φρεσκοκομμένα τις υψηλότερες, σε όλες τις ποικιλίες που εξετάστηκαν (Πίν. 4.25). Επιπλέον στο Chroma, σε όλες τις ποικιλίες, παρόμοια υψηλή τιμή βρέθηκε και στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες. Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις στην παράμετρο  $b^*$  και το Chroma, για όλες τις ποικιλίες, είχαν ενδιάμεσες τιμές.

Η γωνία Hue είχε τις υψηλότερες τιμές στα φρεσκοκομμένα τεμάχια, ενώ τις μικρότερες σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες (Πίν. 4.25). Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις είχαν ενδιάμεσες τιμές Hue. Τα παραπάνω βρέθηκαν για όλες τις εξεταζόμενες ποικιλίες, εκτός από την 'Everts'.

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων ροδάκινων 'Andross' που συγκομίστηκαν ανώριμα και 'Everts' είχε τις υψηλότερες τιμές σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες, τις χαμηλότερες τιμές σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες, ενώ οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις είχαν ενδιάμεσες τιμές σκληρότητας σάρκας (Πίν. 4.26). Στα 'Loadel' τις υψηλότερες τιμές σκληρότητας σάρκας είχαν τα φρεσκοκομμένα τεμάχια, τις χαμηλότερες αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες, ενώ ενδιάμεσες τιμές είχαν οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Στα 'Andross' τις



υψηλότερες τιμές σκληρότητας σάρκας είχαν τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες, τις χαμηλότερες τα φρεσκοκομμένα και αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες, ενώ ενδιάμεσες τιμές είχαν οι άλλες μεταχειρίσεις.

Τα ΔΣΣ του χυμού των τεμαχίων διέφεραν μεταξύ των μεταχειρίσεων, αλλά όχι το ίδιο σε όλες τις εξεταζόμενες ποικιλίες. Μόνο στη 'Loadel' όλες οι μεταχειρίσεις είχαν παρόμοιες τιμές (Πίν. 4.26). Στα ροδάκινα 'Andross' που συγκομίστηκαν ανώριμα τις υψηλότερες τιμές ΔΣΣ είχαν τα φρεσκοκομμένα και αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες, τις χαμηλότερες τιμές είχαν τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν στο προηγούμενο διάλυμα αλλά συντηρήθηκαν για 6 ημέρες, ενώ οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις είχαν ενδιάμεσες τιμές. Στα 'Andross' τις μεγαλύτερες τιμές ΔΣΣ είχαν αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες ή διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες, τις χαμηλότερες τιμές ΔΣΣ είχαν αυτά που εμβαπτίστηκαν στο προηγούμενο διάλυμα και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες, ενώ τα φρεσκοκομμένα είχαν ενδιάμεσες τιμές. Στα 'Everts' τα φρεσκοκομμένα τεμάχια και αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχαν τις υψηλότερες τιμές ΔΣΣ, τις χαμηλότερες τιμές ΔΣΣ είχαν αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες, ενώ οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις είχαν ενδιάμεσες τιμές.

Η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων, σχεδόν σε όλες τις εξεταζόμενες ποικιλίες, που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες είχε τις χαμηλότερες τιμές, τις υψηλότερες τιμές έδωσαν τα φρεσκοκομμένα, ενώ ενδιάμεσες τιμές οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις (Πίν. 4.26).

Η συγκέντρωση ολικών φαινολικών μεταβλήθηκε με διαφορετικό τρόπο σε κάθε ποικιλία (Πίν. 4.26). Συγκεκριμένα στη Loadel, τα τεμάχια που συντηρήθηκαν για 6 ημέρες ανεξαρτήτως μεταχείρισης είχαν υψηλότερες τιμές ολικών φαινολικών από τα τεμάχια που συντηρήθηκαν για 3 ημέρες, ενώ τα τελευταία είχαν υψηλότερες τιμές από τα φρεσκοκομμένα. Παρόμοιες διαφορές βρέθηκαν και στην ποικιλία Andross, αλλά η συγκέντρωση ολικών φαινολικών ήταν παρόμοια στα τεμάχια που συντηρήθηκαν για 3 ημέρες και στα φρεσκοκομμένα. Στα ροδάκινα Andross που συγκομίστηκαν ανώριμα η συγκέντρωση ολικών φαινολικών ήταν υψηλότερη μετά από 6 ημέρες συντήρησης σε κάθε μεταχείριση και στα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca, ενώ τα φρεσκοκομμένα είχαν τη χαμηλότερη συγκέντρωση

ολικών φαινολικών. Τέλος, στα ροδάκινα Everts η συγκέντρωση ολικών φαινολικών ήταν μέγιστη μετά από 6 ημέρες συντήρησης και ελάχιστη μετά από 3 ημέρες συντήρησης, με τα φρεσκοκομμένα να έχουν ενδιάμεσες τιμές.

#### **4.5.3 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων και χρόνου συντήρησης στα ροδάκινα ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα**

Η παράμετρος του χρώματος σάρκας  $L^*$  των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και νερό και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες αντίστοιχα είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτή των φρεσκοκομμένων (Πίν. 4.27). Η παράμετρος του χρώματος σάρκας  $a^*$  των φρεσκοκομμένων τεμαχίων είχε χαμηλότερες ή ίσες τιμές από αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν στο ίδιο διάλυμα και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες. Ακολούθως τα προηγούμενα έδωσαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές  $a^*$  από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες και τέλος αυτά είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές  $a^*$  από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό αλλά συντηρήθηκαν για 6 ημέρες. Οι παράμετροι χρώματος σάρκας  $b^*$  και Chroma των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν στο ίδιο διάλυμα αλλά συντηρήθηκαν για 3 ημέρες, αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές  $b^*$  και Chroma από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες και τέλος αυτά είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές  $b^*$  και Chroma από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό αλλά συντηρήθηκαν για 6 ημέρες ή τα φρεσκοκομμένα. Η γωνία Hue των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ή 6 ημέρες είχε χαμηλότερες ή ίσες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες, αυτά με τη σειρά τους χαμηλότερες ή ίσες τιμές Hue από αυτά που εμβαπτίστηκαν στο προηγούμενο διάλυμα αλλά συντηρήθηκαν για 6 ημέρες και τέλος αυτά είχαν μικρότερες τιμές Hue από τα φρεσκοκομμένα.

**Πίνακας 4.27** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue ροδάκινων ‘Andross’, που συγκομίστηκαν ανώριμα και η επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

<b>Μεταχείριση</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>Chroma</b>	<b>Hue</b>	
Φρεσκοκομμένα	69,0a	5,0d	56,7a	57,0a	85,0a	
Νερό	3d	65,6b	9,3ab	55,8ab	56,6ab	80,6c
	6d	66,3b	10,0a	57,1a	57,9a	80,1c
Asc+Ca	3d	65,1b	8,2bc	54,2bc	54,9bc	81,5bc
	6d	66,8b	6,6cd	53,2c	53,7c	83,0b
<b>Σημαντικότητα</b>	<b>**</b>	<b>***</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	

Σημαντικότητα: \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχε χαμηλότερες ή ίσες τιμές από αυτή των φρεσκοκομμένων ή αυτών που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες, αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές σκληρότητας σάρκας από αυτή εκείνων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες και τέλος αυτή είχε χαμηλότερες ή ίσες τιμές σκληρότητας σάρκας από αυτά που εμβαπτίστηκαν στο ίδιο διάλυμα και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες (Πίν. 4.28).

Τα ΔΣΣ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες ήταν χαμηλότερα ή παρόμοια με αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερα ή παρόμοια ΔΣΣ με αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες ή εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες ή τα φρεσκοκομμένα (Πίν. 4.28).

Η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες είχε χαμηλότερες τιμές από αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες ή εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες ή των φρεσκοκομμένων (Πίν. 4.28).

Τα ολικά φαινολικά του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές από τα φρεσκοκομμένα, και αυτά με τη σειρά τους μικρότερες ή ίσες τιμές ολικών φαινολικών από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες (Πίν. 4.28). Ακολούθως τα προηγούμενα είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές ολικών φαινολικών από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες και, τέλος, αυτά είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές ολικών φαινολικών από αυτά που εμβαπτίστηκαν στο ίδιο διάλυμα και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες.

**Πίνακας 4.28** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού ροδάκινων ‘Andross’, που συγκομίστηκαν ανώριμα και η επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)	
Φρεσκοκομμένα	63,9bc	16,0a	0,5a	57,6cd	
Νερό	3d	58,9c	15,1ab	0,5a	53,0d
	6d	64,4bc	16,0a	0,3b	63,3bc
Asc+Ca	3d	71,3ab	15,8a	0,5a	70,4ab
	6d	77,6a	14,7b	0,4a	73,1a
<b>Σημαντικότητα</b>	**	*	***	**	

Σημαντικότητα: \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

#### 4.5.4 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων και χρόνου συντήρησης στα ροδάκινα ‘Andross’

Η παράμετρος του χρώματος σάρκας L\* των τεμαχίων είχε παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις στις 3 και στις 6 ημέρες συντήρησης (Πίν. 4.29). Η

παράμετρος του χρώματος σάρκας  $a^*$  των φρεσκοκομμένων είχε μικρότερες ή ίσες τιμές από αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες και αυτά με τη σειρά τους χαμηλότερες ή ίσες τιμές  $a^*$  από εκείνα που εμβαπτίστηκαν στο ίδιο διάλυμα και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες. Ακολούθως, τα προηγούμενα είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές  $a^*$  από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες και τέλος αυτά είχαν χαμηλότερες τιμές  $a^*$  από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες. Η παράμετρος του χρώματος σάρκας  $b^*$  των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες είχε χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες ή εμβαπτίστηκαν στο διάλυμα και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες, αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές  $b^*$  από τα φρεσκοκομμένα και τέλος αυτά είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές  $b^*$  από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες. Το Chroma των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες είχε χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες ή εμβαπτίστηκαν στο προηγούμενο διάλυμα και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες ή τα φρεσκοκομμένα και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες τιμές Chroma από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες. Η γωνία Hue των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό για 3 ημέρες είχε χαμηλότερες ή ίσες τιμές από αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες ή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες, αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές Hue από αυτά που εμβαπτίστηκαν στο ίδιο διάλυμα και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες και τέλος αυτά είχαν μικρότερες ή ίσες τιμές Hue από τα φρεσκοκομμένα.

**Πίνακας 4.29** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma και της γωνίας Hue ροδάκινων ‘Andross’ και η επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1%  $\text{CaCl}_2$  για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

<b>Μεταχείριση</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>Chroma</b>	<b>Hue</b>	
Φρεσκοκομμένα	68,0	7,6d	59,7ab	60,2b	82,7a	
Νερό	3d	66,5	12,0a	60,6a	61,8a	78,8c
	6d	67,9	10,5b	58,8b	59,7b	79,9bc
Asc+Ca	3d	67,3	10,0bc	59,3b	60,1b	80,4bc
	6d	66,9	8,6cd	57,4c	58,0c	81,5ab
<b>Σημαντικότητα</b>	<b>NS</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>**</b>	

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων των φρεσκοκομμένων ή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ήμερες ή εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες και αυτά με τη σειρά τους έδωσαν χαμηλότερες τιμές σκληρότητας σάρκας από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες (Πίν. 4.30).

Τα ΔΣΣ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές από αυτές των φρεσκοκομμένων και αυτά με τη σειρά τους χαμηλότερες ή ίσες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες ή εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ή 6 ημέρες (Πίν. 4.30).

Η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες ή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ή 6 ημέρες είχε χαμηλότερες τιμές ΟΟ από αυτή των φρεσκοκομμένων (Πίν. 4.30).

Τα ολικά φαινολικά του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες ή των φρεσκοκομμένων είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες (Πίν. 4.30).

**Πίνακας 4.30** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού ροδάκινων ‘Andross’ και η επίδραση της εμφάνισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)
Φρεσκοκομμένα	40,5c	13,6ab	0,6a	29,4b
Νερό	3d	42,1c	14,5a	30,5b
	6d	47,8b	12,7b	27,9b
Asc+Ca	3d	47,8b	14,8a	57,0a
	6d	63,0a	14,4a	53,0a
<b>Σημαντικότητα</b>	***	*	***	***

Σημαντικότητα: \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

#### 4.5.5 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων και χρόνου συντήρησης στα ροδάκινα ‘Symphony’

Οι παράμετροι του χρώματος σάρκας L\*, b\* και το Chroma είχαν παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.31). Η παράμετρος του χρώματος σάρκας a\* στα φρεσκοκομμένα ή στα τεμάχια που εμφαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχε μικρότερες τιμές από αυτά που εμφαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες. Η γωνία Hue των τεμαχίων που εμφαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχε μικρότερες τιμές από αυτή των φρεσκοκομμένων και των τεμαχίων που εμφαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες.

**Πίνακας 4.31** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue ροδάκινων ‘Symphony’ και η επίδραση της εμφάνισης των τεμαχίων

σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης.

<b>Μεταχείριση</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>Chroma</b>	<b>Hue</b>
Φρεσκοκομμένα	73,4	2,3b	49,9	49,9	87,4a
Νερό 3d	74,3	2,2b	47,3	47,3	87,4a
Asc+Ca 3d	73,2	3,4a	47,4	47,5	85,9b
<b>Σημαντικότητα</b>	NS	*	NS	NS	*

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05

Η σκληρότητα της σάρκας των φρεσκοκομμένων και των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχε χαμηλότερες τιμές από αυτές εκείνων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες (Πίν. 4.32).

Τα ΔΣΣ και η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων είχαν παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.32).

Τα ολικά φαινολικά του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτές των φρεσκοκομμένων και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες ολικών φαινολικών από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες (Πίν. 4.32).

**Πίνακας 4.32** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού ροδάκινων ‘Symphony’ και η επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.



Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)
Φρεσκοκομμένα	45,0b	11,4	0,7	26,5b
Νερό 3d	54,8a	11,5	0,7	22,0c
Asc+Ca 3d	47,8b	11,6	0,7	37,8a
<b>Σημαντικότητα</b>	**	NS	NS	***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

#### 4.5.6 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων και χρόνου συντήρησης στα ροδάκινα ‘Everts’

Η παράμετρος του χρώματος σάρκας L\* των τεμαχίων όλων των μεταχειρίσεων είχε παρόμοιες τιμές (Πίν. 4.33). Η παράμετρος του χρώματος σάρκας a\* των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχε χαμηλότερες ή ίσες τιμές από αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν σε 6 ημέρες ή εμβαπτίστηκαν στο προηγούμενο διάλυμα και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες είχαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές a\* από αυτή εκείνων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες και τέλος αυτά έδωσαν χαμηλότερες ή ίσες τιμές a\* από τα φρεσκοκομμένα. Η παράμετρος του χρώματος σάρκας b\* των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες είχε χαμηλότερες τιμές από αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες, αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες τιμές από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε νερό για 3 ημέρες ή σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες και τέλος αυτά είχαν μικρότερες τιμές a\* από τα φρεσκοκομμένα. Το Chroma των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες είχε χαμηλότερες τιμές από αυτό των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή το προηγούμενο διάλυμα για 3 ημέρες και αυτά με τη σειρά τους χαμηλότερες τιμές Chroma από τα φρεσκοκομμένα. Η γωνία Hue των τεμαχίων είχε παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

**Πίνακας 4.33** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue ροδάκινων ‘Everts’ και η επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση	L*	a*	b*	Chroma	Hue
Φρεσκοκομμένα	67,4ab	10,3a	58,2a	59,1a	79,9
Νερό	3d	66,9b	9,8ab	56,0b	80,0
	6d	67,6ab	8,7bc	53,3d	80,6
Asc+Ca	3d	67,4ab	8,4c	56,0b	81,5
	6d	69,6a	8,8bc	54,4c	80,8
<b>Σημαντικότητα</b>	NS	*	***	***	NS

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες ή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες είχε χαμηλότερες τιμές από αυτή των φρεσκοκομμένων και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερες τιμές από εκείνα που εμβαπτίστηκαν στο διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες (Πίν. 4.34).

Τα ΔΣΣ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca ή σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ή 6 ημέρες, αντίστοιχα, είχαν χαμηλότερες τιμές από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε νερό και διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ή 6 ημέρες, αντίστοιχα, ή από τα φρεσκοκομμένα (Πίν. 4.34).

Η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες ή αυτών που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν το ίδιο χρονικό διάστημα είχε χαμηλότερες τιμές από τα φρεσκοκομμένα (Πίν. 4.34).

Η συγκέντρωση ολικών φαινολικών του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες ήταν χαμηλότερη από αυτά των φρεσκοκομμένων, αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών από εκείνα που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες και τέλος αυτά είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών από εκείνα που εμβαπτίστηκαν στο ίδιο διάλυμα για 3 ημέρες (Πίν. 4.34).

**Πίνακας 4.34** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού ροδάκινων ‘Everts’ και η επίδραση της εμφάνισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)
Φρεσκοκομμένα	25,7b	13,3a	0,7a	39,3c
Νερό	3d	22,2c	13,2a	29,4d
	6d	21,7c	11,3b	30,7d
Asc+Ca	3d	22,8c	11,8b	49,3a
	6d	28,7a	12,8a	43,5b
<b>Σημαντικότητα</b>	***	***	***	***

Σημαντικότητα: \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

#### 4.5.7 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων και χρόνου συντήρησης στα ροδάκινα ‘Loadel’

Οι παράμετροι του χρώματος σάρκας L\*, a\* και η γωνία Hue είχαν παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις στις 3 και 6 ημέρες συντήρησης (Πίν. 4.35). Οι παράμετροι του χρώματος σάρκας b\* και Chroma των τεμαχίων που εμφάνιστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες ή αυτών που εμφάνιστηκαν σε νερό για 6 ημέρες είχαν ελαφρά χαμηλότερες τιμές από αυτές των τεμαχίων που εμφάνιστηκαν σε νερό για 3 ημέρες, ενώ τα φρεσκοκομμένα είχαν τις υψηλότερες τιμές b\* και Chroma.

**Πίνακας 4.35** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue ροδάκινων ‘Loadel’ και η επίδραση της εμφάνισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση	L*	a*	b*	Chroma	Hue	
Φρεσκοκομμένα	70,4	3,7	53,5a	53,6a	86,0	
Νερό	3d	70,3	5,0	52,1ab	52,3ab	84,6
	6d	70,9	5,0	51,2b	51,5b	84,5
Asc+Ca	3d	69,4	3,7	50,5b	50,6b	85,9
	6d	70,2	3,8	50,5b	50,6b	85,7
<b>Σημαντικότητα</b>	NS	NS	**	**	NS	

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες είχε χαμηλότερες τιμές από αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ή 6 ημέρες, ενώ τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες ή τα φρεσκοκομμένα είχαν την υψηλότερη τιμή σκληρότητας σάρκας (Πίν. 4.36).

Τα ΔΣΣ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες ήταν χαμηλότερα από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες ή τα φρεσκοκομμένα (Πίν. 4.36).

Η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες ήταν χαμηλότερη από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες, ενώ τα φρεσκοκομμένα είχαν την υψηλότερη τιμή ΟΟ (Πίν. 4.36).

Τα ολικά φαινολικά του χυμού των φρεσκοκομμένων ή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και συντηρήθηκαν για 3 και 6 ημέρες είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 6 ημέρες και αυτά με τη σειρά τους χαμηλότερες τιμές από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και συντηρήθηκαν για 3 ημέρες (Πίν. 4.36).

**Πίνακας 4.36** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού ροδάκινων 'Loadel' και η επίδραση της εμβάπτισης

των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ	Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (mg gallic acid/100ml)
Φρεσκοκομμένα	38,3a	11,3a	0,7a	23,4c
Νερό	3d	34,4a	9,9b	21,3c
	6d	24,1c	9,5b	20,2c
Asc+Ca	3d	26,8bc	11,2a	41,3a
	6d	30,0b	11,0a	32,2b
<b>Σημαντικότητα</b>	***	***	***	***

Σημαντικότητα: \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

## 4.6 Αχλάδια

### 4.6.1 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων στα 'Coscia' μετά από 3 ημέρες συντήρησης

Η παράμετρος του χρώματος σάρκας L\* των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca είχε χαμηλότερες τιμές από αυτή των φρεσκοκομμένων (Πίν. 4.37). Η παράμετρος του χρώματος σάρκας a\* είχε παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις. Η παράμετρος του χρώματος σάρκας b\* και το Chroma των φρεσκοκομμένων και των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχε χαμηλότερες τιμές από αυτές των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό. Η γωνία Hue των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχε χαμηλότερες τιμές από τα φρεσκοκομμένα, ενώ τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν ενδιάμεσες τιμές Hue.

**Πίνακας 4.37** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue αχλαδιών 'Coscia' και η επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση	L*	a*	b*	Chroma	Hue
Φρεσκοκομμένα	75,9a	-2,1	12,7b	12,9b	99,4a
Νερό 3d	74,6b	-2,2	15,8a	16,0a	98,0b
Asc+Ca 3d	74,5b	-2,0	13,5b	13,6b	98,5ab
<b>Σημαντικότητα</b>	*	NS	**	**	*

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η σκληρότητα σάρκας των τεμαχίων είχε παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.38).

Τα ΔΣΣ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ήταν χαμηλότερα από αυτά των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και αυτά με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερα ΔΣΣ από τα φρεσκοκομμένα (Πίν. 4.38).

Η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό ήταν χαμηλότερη από αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca, ενώ τα φρεσκοκομμένα είχαν ενδιάμεσες τιμές (Πίν. 4.38).

**Πίνακας 4.38** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού αγλαδιών ‘Coscia’ και η επίδραση της εμβάπτισης των τεμαχίων σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης.

Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ
Φρεσκοκομμένα	56,4	14,5a	0,2ab
Νερό 3d	58,1	13,3c	0,2b
Asc+Ca 3d	58,8	13,6b	0,3a
<b>Σημαντικότητα</b>	NS	***	*

Σημαντικότητα: Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

#### 4.6.2 Σύγκριση μεταξύ ποικιλιών των φρεσκοκομμένων αχλαδιών

Τα τεμάχια που προήλθαν από ‘Coscia’ είχαν τις μεγαλύτερες τιμές στην παράμετρο χρώματος σάρκας  $L^*$  συνολικά (Πίν. 4.39). Τα τεμάχια από ‘Κρυστάλλι’ είχαν τις χαμηλότερες τιμές στα φρεσκοκομμένα και σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca, ενώ είχαν ενδιάμεσες τιμές  $L^*$  αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό. Τα τεμάχια από ‘Sissy’ είχαν τις χαμηλότερες τιμές  $L^*$  σε αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό και σε διάλυμα Asc+Ca, ενώ τις υψηλότερες τιμές είχαν στα φρεσκοκομμένα.

Τα τεμάχια από ‘Κρυστάλλι’ έδωσαν τις μεγαλύτερες τιμές στις παραμέτρους χρώματος σάρκας  $a^*$ ,  $b^*$  και στο Chroma σε όλες τις μεταχειρίσεις (φρεσκοκομμένα, εμβάπτιση σε νερό, εμβάπτιση σε διάλυμα Asc+Ca) (Πίν. 4.39). Τα τεμάχια από ‘Coscia’ είχαν τις μικρότερες τιμές, ενώ τα τεμάχια από ‘Sissy’ ενδιάμεσες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Τα τεμάχια από ‘Coscia’ είχαν τις μεγαλύτερες τιμές στη γωνία Hue, ενώ τα τεμάχια από ‘Κρυστάλλι’ είχαν τις μικρότερες τιμές στις 2 από τις 3 μεταχειρίσεις (Πίν. 4.39). Τα τεμάχια από αχλάδια ‘Sissy’ είχαν στις περισσότερες μεταχειρίσεις ενδιάμεσες τιμές.

**Πίνακας 4.39** Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος σάρκας L\*, a\*, b\*, Chroma και της γωνίας Hue, των ποικιλιών αχλαδιών ‘Coscia’, ‘Κρυστάλλι’ και ‘Sissy’ αλλά και της εμφάνισης των τεμαχίων τους σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης.

Ποικ./Ημερ.	Μεταχείριση	L*	a*	b*	Chroma	Hue
Coscia	Φρεσκοκομμένα	75,9a	-2,1ef	12,7d	12,9e	99,4a
	Νερό	74,6b	-2,2ef	15,8cd	16,0de	98,0b
	Asc+Ca	74,5b	-2,0e	13,5d	13,6e	98,5ab
Κρυστάλλι 9/4/2013	Φρεσκοκομμένα	73,1b	-1,5d	17,9bc	18,0cd	94,8c
	Νερό	66,9c	0,8b	22,6a	22,6ab	88,0ef
	Asc+Ca	67,9c	0,6b	21,8ab	21,7b	88,4e
Sissy 13/11/2013	Φρεσκοκομμένα	76,1a	-2,6f	15,9c	16,1d	99,3ab
	Νερό	58,6d	1,8a	22,6a	22,7a	85,3f
	Asc+Ca	67,6c	-1,0c	18,3b	18,3c	93,3d
<b>Σημαντικότητα</b>						
	Ποικιλία	***	***	***	***	***
	Μεταχείριση	***	***	***	***	***
	<b>ΕΣΔ<sub>0,05</sub></b>	1,54	0,31	1,04	0,89	0,92

Σημαντικότητα: \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η σκληρότητα της σάρκας είχε τις μεγαλύτερες τιμές στα τεμάχια που προήλθαν από ‘Coscia’ και τις μικρότερες τιμές σε αυτά από ‘Κρυστάλλι’ και ‘Sissy’ σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.40).

Τα ΔΣΣ του χυμού των τεμαχίων που προήλθαν από ‘Coscia’ είχαν τις χαμηλότερες τιμές σε σχέση με αυτά από ‘Κρυστάλλι’ και ‘Sissy’ σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.40).

Η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων που προήλθαν από ‘Κρυστάλλι’ είχαν τις μεγαλύτερες τιμές, αυτά από ‘Sissy’ τις χαμηλότερες, ενώ αυτά από ‘Coscia’ ενδιάμεσες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.40).



**Πίνακας 4.40** Μεταβολές της σκληρότητας σάρκας, των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού ποικιλιών αχλαδιών ‘Coscia’, ‘Κρυστάλλι’ και ‘Sissy’ αλλά και της εμφάνισης των τεμαχίων τους σε νερό ή σε διάλυμα 2% Ασκορβικό οξύ + 1% CaCl<sub>2</sub> για 3 min, μετά από 3 ημέρες συντήρησης.

Ποικ./Ημερ.	Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας	ΔΣΣ	ΟΟ
Coscia	Φρεσκοκομμένα	56,4ab	14,5c	0,2b
	Νερό	58,1ab	13,3d	0,2b
	Asc+Ca	58,8a	13,6d	0,3a
Κρυστάλλι 9/4/2013	Φρεσκοκομμένα	16,6c	16,0ab	0,3a
	Νερό	12,9d	15,8b	0,3a
	Asc+Ca	20,3b	15,6bc	0,3a
Sissy 13/11/2013	Φρεσκοκομμένα	15,7cd	15,4bc	0,1c
	Νερό	10,3d	16,3ab	0,1c
	Asc+Ca	15,9cd	16,6a	0,1c
<b>Σημαντικότητα</b>				
Ποικιλία		***	***	***
Μεταχείριση		***	NS	NS
<b>ΕΣΔ<sub>0,05</sub></b>		3,38	0,64	0,05

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

#### 4.6.3 Σύγκριση μεταξύ μεταχειρίσεων στις διάφορες ποικιλίες των φρεσκοκομμένων αχλαδιών

Τα φρεσκοκομμένα αχλάδια είχαν τις μεγαλύτερες τιμές στην παράμετρο χρώματος σάρκας  $L^*$  σε όλες τις ποικιλίες ('Coscia', 'Sissy' και 'Κρυστάλλι') (Πίν. 4.39). Αντίθετα τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή σε διάλυμα Asc+Ca είχαν τις χαμηλότερες τιμές  $L^*$ .

Η παράμετρος του χρώματος σάρκας  $a^*$  είχε παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις των τεμαχίων που προήλθαν από 'Coscia' (Πίν. 4.39). Τα φρεσκοκομμένα είχαν τις χαμηλότερες τιμές σε αυτά από 'Sissy' και 'Κρυστάλλι'. Τα τεμάχια από 'Κρυστάλλι' που εμβαπτίστηκαν σε νερό ή διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιες υψηλές τιμές. Τα τεμάχια από αχλάδια 'Sissy' που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν τις υψηλότερες τιμές  $a^*$ , με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca να έχουν ενδιάμεσες τιμές.

Τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν τις μεγαλύτερες τιμές στην παράμετρο χρώματος σάρκας  $b^*$  και στο Chroma σε όλες τις ποικιλίες, ενώ τα φρεσκοκομμένα τις χαμηλότερες (Πίν. 4.39). Ενδιάμεσες τιμές έδωσαν τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca σε όλες τις ποικιλίες.

Τα φρεσκοκομμένα τεμάχια είχαν τις μεγαλύτερες τιμές της γωνίας Hue σε όλες τις ποικιλίες, ενώ αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό τις μικρότερες (Πίν. 4.39). Ενδιάμεσες τιμές έδωσαν τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca σε όλες τις ποικιλίες.

Η σκληρότητα της σάρκας στα τεμάχια που προήλθαν από 'Coscia' ήταν παρόμοια σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.40). Τα τεμάχια ποικ. 'Κρυστάλλι' που εμβαπτίστηκαν σε νερό είχαν τις μικρότερες τιμές σκληρότητας σάρκας και αυτά που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca τις μεγαλύτερες τιμές με τα φρεσκοκομμένα να έχουν ενδιάμεσες τιμές. Τα τεμάχια αχλαδιών 'Sissy' που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και τα φρεσκοκομμένα τεμάχια είχαν τις μεγαλύτερες τιμές σκληρότητας σάρκας.

Τα ΔΣΣ και η ΟΟ του χυμού των τεμαχίων είχαν παρόμοιες τιμές σε όλες τις μεταχειρίσεις στις αναφερόμενες ποικιλίες (Πίν. 4.40).

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.1 Αέρας και 1-MCP

#### 5.1.1 Επίδραση της μεταχείρισης ολόκληρων μήλων με 1-MCP στην ποιότητα των φρεσκοκομμένων

Τεμάχια μήλων ‘Red Chief’ από καρπούς που δέχθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή 1-MCP και συντηρήθηκαν για 43 ημέρες είχαν ανοιχτότερο χρώμα, ήταν πιο σκληρά, είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση φαινολικών και παρόμοια ΔΣΣ και ΟΟ με τεμάχια από καρπούς που δε δέχθηκαν 1-MCP. Μετά από συντήρηση των καρπών για 111 ημέρες, τα τεμάχια μήλων ‘Red Chief’ από καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP είχαν παρόμοιο χρώμα και ΟΟ, ήταν σκληρότερα και είχαν υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών και ΔΣΣ από τους καρπούς που δε δέχθηκαν 1-MCP.

Τεμάχια μήλων ‘Granny Smith’ από καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP μετά τη συγκομιδή και συντηρήθηκαν για 33 και 90 ημέρες είχαν παρόμοιο χρώμα σάρκας, ΔΣΣ και ΟΟ, υψηλότερη (33 ημέρες συντήρησης) ή παρόμοια συγκέντρωση φαινολικών και υψηλότερη σκληρότητα σάρκας από καρπούς που δε δέχθηκαν 1-MCP. Συνοπτικά το 1-MCP διατήρησε τη σκληρότητα των τεμαχίων υψηλότερη σε σχέση με τα τεμάχια που πριν την κοπή δεν είχαν δεχθεί 1-MCP. Επίσης, το 1-MCP δεν επηρέασε σταθερά καμιά άλλη παράμετρο ποιότητας των τεμαχίων μήλων.

Παρόμοια οι Perera κ.α. (2003), ο Watkins (2008) και οι Siddiq κ.α. (2014) κατέληξαν ότι τα φρεσκοκομμένα προϊόντα από καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP ήταν σκληρότερα από αυτά από καρπούς που δε δέχθηκαν. Οι Aguayo κ.α. (2006) και οι Zheng κ.α. (2014) βρήκαν ότι φρεσκοκομμένα προϊόντα από καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές στο χρώμα της σάρκας ή στην ΟΟ με το χρόνο σε σύγκριση με αυτά του μάρτυρα. Ακόμα, οι Perera κ.α. (2003) και οι Calderon-Lopez κ.α. (2005) ανέφεραν ότι η χρήση του 1-MCP δεν επηρέασε τα ΔΣΣ και την ΟΟ των φρεσκοκομμένων προϊόντων. Το αιθυλένιο γενικά δεν επηρεάζει τα ΔΣΣ και την ΟΟ στα μήλα (Perera et al., 2003). Όπως είναι γνωστό, χρήση του 1-MCP σε ολόκληρα μήλα (κλιμακτηρικός καρπός) πριν τον τεμαχισμό, προκάλεσε μείωση στο ρυθμό παραγωγής αιθυλενίου και περιόρισε σημαντικά το μαλάκωμα (Jiang and Joyce, 2002; Perera et al., 2003). Σε νωπό τεμαχισμένο ανανά (μη κλιμακτηρικός καρπός), η χρήση του 1-MCP προκάλεσε μείωση της αναπνοής και

βελτίωσε σημαντικά την εμφάνιση του προϊόντος χωρίς όμως σημαντική επίδραση στο μαλάκωμα. Καμία επίδραση δε διαπιστώθηκε στην εμφάνιση καθώς και στο μαλάκωμα νωπής τεμαχισμένης φρούλας (μη κλιμακτητικός καρπός) με τη χρήση του 1-MCP, όπως αναφέρθηκε από τους Aguayo κ.ά. (2006).

### **5.1.2 Επίδραση του διαλύματος 2% Ascorbic Acid + 1% CaCl<sub>2</sub> στην ποιότητα των φρεσκοκομμένων μήλων**

Τεμάχια μήλων ‘Red Chief’ που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν πιο ανοιχτόχρωμη σάρκα, παρόμοια σκληρότητα, ΔΣΣ και οξύτητα και υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών από τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό. Οι διαφορές αυτές βρέθηκαν και στις δυο περιόδους συντήρησης των ακέραιων καρπών που μελετήθηκαν. Βρήκαμε λοιπόν ότι η εμβάπτιση σε διάλυμα Asc+Ca διατήρησε τα τεμάχια μακροσκοπικά καλύτερα από αυτά που εμβαπτίστηκαν σε νερό. Αλλά συγκρινόμενα με τα φρεσκοκομμένα, τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca είχαν παρόμοιο (στις 43 ημέρες) ή χειρότερο (στις 111 ημέρες) χρώμα σάρκας, παρόμοια σκληρότητα, ΔΣΣ και οξύτητα και υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών. Με άλλα λόγια, η εμβάπτιση σε διάλυμα Asc+Ca κάποιες φορές μείωσε την μακροσκοπική εμφάνιση των τεμαχίων, αλλά φαινομενικά αύξησε τη διατροφική αξία των τεμαχίων. Οι Calderon-Lopez κ.α. (2005) ανέφεραν ότι τα πιο ανοιχτόχρωμα τεμάχια μήλων παρατηρήθηκαν γενικά για όλες τις εξεταζόμενες ποικιλίες μήλων στα φρεσκοκομμένα. Ο Watkins (2008) ανέφερε ότι η εμβάπτιση μετά την κοπή των τεμαχίων σε διάλυμα Asc+Ca όταν συνδυάστηκε με εφαρμογή 1-MCP σε ολόκληρους καρπούς, είχε ως αποτέλεσμα φρεσκοκομμένα τεμάχια μήλων καλύτερης ποιότητας.

Τεμάχια μήλων ‘Granny Smith’ που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca παρουσίασαν πιο ανοιχτό και πιο πράσινο χρώμα, παρόμοια σκληρότητα, ΔΣΣ και οξύτητα και υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών από τα τεμάχια μήλων που εμβαπτίστηκαν σε νερό και στις δύο περιόδους συντήρησης των ολόκληρων καρπών. Επίσης, σε σύγκριση με τα φρεσκοκομμένα, τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca εμφάνισαν λιγότερο πράσινο χρώμα σάρκας, παρόμοια σκληρότητα, ΔΣΣ και οξύτητα και υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών. Αντίθετα, οι Aguayo κ.α. (2006) είχαν ότι η σκληρότητα της σάρκας βελτιώθηκε μετά από εμβάπτιση των τεμαχίων σε διάλυμα CaCl<sub>2</sub>, και αυτό συνέβη διότι το Ca έδρασε ως

μέσο σκλήρυνσης με τη σύζευξη των πηκτινών του κυτταρικού τοιχώματος για την παράταση της μετασυλλεκτικής ζωής φρεσκοκομμένων τεμαχίων φράουλας. Η αύξηση στη συγκέντρωση φαινολικών των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα Asc+Ca και στις δύο ποικιλίες που μελετήθηκαν μπορεί να σχετίζεται με την αποφυγή του πολυμερισμού των φαινολών λόγω του ασκορβικού και χρειάζεται περαιτέρω μελέτη. Βέβαια στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η αύξηση των τιμών των ολικών φαινολικών οφείλεται στην παρέμβαση του ασκορβικού οξέος στην συγκεκριμένη μέθοδο (Lester et al., 2002), ενώ το ασκορβικό οξύ δεν είναι μέρος των φαινολικών ουσιών του καρπού. Το σίγουρο πάντως είναι ότι βρέθηκε έμμεσα η ύπαρξη του ασκορβικού οξέος στα τεμάχια μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης και μείωσε τη δράση της πολυφαινολοξειδάσης και το καφέτιασμα των τομών.

## 5.2 Θερμό νερό

Η μεταχείριση με Asc+Ca έδωσε καλύτερα αποτελέσματα στο χρώμα των ‘Granny Smith’ και των ‘Cripp’s Pink’ από αυτά της καινοτόμου μεταχείρισης που εφαρμόστηκε σε τεμάχια καρπών που εμβαπτίστηκαν ολόκληροι σε θερμό νερό και στη συνέχεια τα τεμάχιά τους στο προηγούμενο διάλυμα. Οι Javdani κ.α. (2013) ανέφεραν ότι, τόσο η μεταχείριση με ασκορβικό οξύ όσο και των ακέραιων καρπών με θερμό νερό, μείωσαν το καφέτιασμα των φρεσκοκομμένων τεμαχίων μήλων, ωστόσο η εμβάπτιση σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ ήταν πιο αποτελεσματική από την εμβάπτιση σε θερμό νερό (50 °C).

Η σκληρότητα της σάρκας στα τεμάχια των ‘Cripp’s Pink’ ήταν υψηλότερη μετά από εμβάπτιση σε διάλυμα Asc+Ca, από ότι σε αυτά από καρπούς που προηγήθηκε μεταχείριση με θερμό νερό, τα οποία παρουσίασαν παρόμοια σκληρότητα με τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε νερό. Αντίθετα, στα ‘Granny Smith’ και οι δύο μεταχειρίσεις δεν έδωσαν αξιόλογα αποτελέσματα. Είναι γνωστό ότι οι πηκτίνες είναι τα κύρια συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος των καρπών. Τα ένζυμα PG και PME προκαλούν την αποικοδόμηση των πηκτινών στους καρπούς, με αποτέλεσμα τη μείωση της σκληρότητας (Κουκουνάρας, 2007). Αντίθετα, θετική επίδραση της θερμικής μεταχείρισης στη διατήρηση της σκληρότητας της σάρκας έχει αναφερθεί για φρεσκοκομμένα αχλάδια και ροδάκινα (Abreu et al., 2003; Steiner et al., 2006).

Η μεταχείριση των ολόκληρων μήλων με θερμό νερό και στη συνέχεια ή εμφάνιση των τεμαχίων σε διάλυμα Asc+Ca, δε φάνηκε να έχει σημαντική επίδραση στα ΔΣΣ. Στο πεπόνι cantaloupe η εφαρμογή με θερμό νερό σε ολόκληρους καρπούς δε φάνηκε να επηρέασε τα ΔΣΣ των φρεσκοκομμένων, αλλά και γενικά, το θερμό νερό στους ακέραιους καρπούς δεν παρουσίασε και καμία αρνητική επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φρεσκοκομμένων (Fan et al., 2008).

Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ήταν υψηλότερη και στις δύο μεταχειρίσεις και στις δύο εξεταζόμενες ποικιλίες, σε σύγκριση με το μάρτυρα και τα φρεσκοκομμένα. Οι Gil κ.α. (1998) είχαν ότι η εμφάνιση σε ασκορβικό οξύ, έδρασε αποτελεσματικά ως αναγωγικό μέσο και εμπόδιζε τη μείωση της συγκέντρωσης ολικών φαινολικών σε τεμάχια μήλων 'Fuji'. Μπορεί όμως απλά να οφείλεται στην παρέμβαση του ασκορβικού οξέος στην ανάλυση των ολικών φαινολικών (Lester et al., 2002). Οι Javdani κ.α. (2013), Shao κ.α. (2010) και Picouet κ.α. (2009) ανέφεραν ότι η θερμική επεξεργασία κατέστειλε την αύξηση φαινολικών ενώσεων στα τεμάχια μήλων, σε σύγκριση με αυτά που δεν δέχθηκαν θερμική μεταχείριση.

### 5.3 Γλάσο

Το διάλυμα Asc+Ca+Citric στα τεμάχια μήλων 'Cripp's Pink' φαίνεται πως είχε καλή αποτελεσματικότητα κατά του καφετιάσματος, είτε αυτό χρησιμοποιήθηκε μόνο του είτε συνδυάστηκε με γλάσο. Αντίθετα, η επικάλυψη μόνο με γλάσο δεν ήταν τόσο αποτελεσματική και η εμφάνιση των τεμαχίων ομοίαζε με αυτή των τεμαχίων που εμβαπτίστηκαν σε νερό (του μάρτυρα). Η εμφάνιση των τεμαχίων σε διάλυμα Asc+Ca+Citric ή σε γλάσο διατήρησε ικανοποιητικά τη σκληρότητα της σάρκας, ενώ το διάλυμα Asc+Ca+Citric σε συνδυασμό με γλάσο δεν έδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Εδώ σκοπός μας ήταν ένα καινοτόμο προϊόν πιο γλυκό από το μήλο, αλλά και διατήρηση της μακροσκοπικής εμφάνισης με την επικάλυψη με γλάσο. Προφανώς η μέθοδος με απλή επικάλυψη με γλάσο χωρίς κάποιο πρόσθετο δεν ήταν αποτελεσματική. Αυτή η μέθοδος δεν έχει δοκιμαστεί προηγούμενα στον κόσμο. Αλλά οι Qi κ.α. (2011) ανέφεραν πως η επικάλυψη χιτοζάνης (1%) καθυστέρησε αποτελεσματικά το ενζυμικό καφέτιασμα στα φρεσκοκομμένα τεμάχια μήλων 'Fuji', ενώ το ασκορβικό (2%) και το κιτρικό οξύ αύξησαν την ανασταλτική ικανότητα αυτής κατά του καφετιάσματος. Τη μεγαλύτερη σκληρότητα σάρκας στη συγκεκριμένη έρευνα είχαν τα τεμάχια που εμβαπτίστηκαν σε 2% ασκορβικό οξύ +

0,5% CaCl<sub>2</sub> + 1% χιτοζάνη, ενώ τεμάχια μετά από μεταχείριση με χιτοζάνη είχαν υψηλότερη σκληρότητα σάρκας από το μάρτυρα. Το μαλάκωμα των τεμαχίων συμβαίνει μάλλον λόγω της υδρόλυσης του πηκτικού οξέος. Ως εκ τούτου, η προσθήκη CaCl<sub>2</sub> σε ένα όξινο διάλυμα εμβάπτισης θα μπορούσε να ελαχιστοποιήσει το μαλάκωμα των τεμαχίων των μήλων.

Στα τεμάχια αχλαδιών ‘Κρυστάλλι’ η εμβάπτιση σε διάλυμα Asc+Ca+Citric σε συνδυασμό με γλάσο λειτούργησε ικανοποιητικά στην παρεμπόδιση του καφετιάσματος. Αντίθετα, η εμβάπτιση μόνο σε Asc+Ca+Citric δεν έδωσε τα επιθυμητά αποτελέσματα, με εμφάνιση των τεμαχίων παρόμοια με αυτών που εμβαπτίστηκαν σε νερό. Αντίστοιχη με τη συμπεριφορά του διαλύματος Asc+Ca+Citric ήταν και η επικάλυψη με γλάσο. Το γλάσο μόνο του ή μαζί με διάλυμα Asc+Ca+Citric διατήρησαν τη σκληρότητα της σάρκας σε επίπεδα όμοια με αυτά των φρεσκοκομμένων, ενώ αυτά που εμβαπτίστηκαν μόνο σε Asc+Ca+Citric φάνηκε να έχουν ακόμη μεγαλύτερη σκληρότητα.

Οι Oms-Oliu κ.α. (2008) παρουσίασαν πως η ενσωμάτωση των αντιοξειδωτικών N-ακετυλοκυστεΐνης και γλουταθειόνης σε επικαλύψεις όχι μόνο μείωσε τη μικροβιακή ανάπτυξη, σε σύγκριση με τα δείγματα που δεν περιείχαν αντιοξειδωτικά, αλλά επίσης ήταν αποτελεσματική στην παρεμπόδιση του καφετιάσματος σε φρεσκοκομμένα αχλάδια που διατηρήθηκαν για 2 εβδομάδες, χωρίς να επηρεάζεται η σκληρότητα των τεμαχίων. Επιπλέον, επικαλύψεις με άλγη ή πηκτίνη διατήρησαν καλύτερα τις οργανοληπτικές ιδιότητες (τραγανότητα, που σχετίζεται με τη σκληρότητα σάρκας) των τεμαχίων για 14 ημέρες.

Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει το ευεργετικό αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης του CaCl<sub>2</sub> σε επικαλύψεις για τη διατήρηση της σκληρότητας των φρεσκοκομμένων φρούτων, ειδικά για τους καρπούς εκείνους που παρουσιάζουν σημαντικό μαλάκωμα των ιστών κατά τη μετασυλλεκτική διακίνηση τους (Oms-Oliu et al., 2008).

## **5.4 Επίδραση του διαλύματος 2% Ascorbic Acid + 1% CaCl<sub>2</sub> στην ποιότητα των φρεσκοκομμένων**

### **5.4.1 Μήλα**

Η μεταχείριση με διάλυμα Asc+Ca παρουσίασε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην παρεμπόδιση του καφετιάσματος στα τεμάχια μήλων ‘Cripp’s Pink’, ‘Red Chief’ και ‘Granny Smith’ από τη μεταχείριση με νερό.

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων διατηρήθηκε καλύτερα μετά από εμφάπτιση αυτών σε διάλυμα Asc+Ca, από ότι σε νερό, στα τεμάχια των ‘Cripp’s Pink’ και ‘Red Chief’. Αντίθετο ήταν το αποτέλεσμα στα ‘Granny Smith’.

Τα ΔΣΣ και η ΟΟ δεν μεταβλήθηκαν μετά από μεταχείριση με διάλυμα Asc+Ca, σε όλες τις ποικιλίες.

Η μεταχείριση με διάλυμα Asc+Ca γενικά αύξησε τη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, σε όλες τις ποικιλίες σε σύγκριση με τη μεταχείριση με νερό.

#### **5.4.2 Αχλάδια**

Μόνα τα τεμάχια από αχλάδια ‘Sissy’ είχαν ικανοποιητικά αποτελέσματα, μετά από εμφάπτιση σε διάλυμα Asc+Ca, στην παρεμπόδιση του καφετιάσματος, ενώ σε αυτά από ‘Coscia’ και ‘Κρυστάλλι’ δεν παρεμποδίστηκε το καφέτιασμα της σάρκας.

Τα τεμάχια από ‘Κρυστάλλι’ και ‘Sissy’ διατήρησαν ή αύξησαν τη σκληρότητά τους μετά την εμφάπτιση σε Asc+Ca, ενώ στα ‘Coscia’ η μεταχείριση δεν είχε καμία επίδραση στη σκληρότητα.

#### **5.4.3 Συμπύρηνα Ροδάκινα**

Η μεταχείριση των τεμαχίων με διάλυμα Asc+Ca στα ‘Andross’ και στα ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα απέτρεψε ικανοποιητικά το καφέτιασμα σε σύγκριση με την εμφάπτιση σε νερό, ενώ στα ‘Loadel’ και στα ‘Everts’ το παραπάνω διάλυμα δεν μείωσε το καφέτιασμα σε σχέση με την εμφάπτιση σε νερό.

Η σκληρότητα της σάρκας των τεμαχίων και στις τρεις ποικιλίες μετά από εμφάπτισή τους σε διάλυμα Asc+Ca διατηρήθηκε παρόμοια ή αυξήθηκε, σε σχέση με τη μεταχείριση με νερό.

Σε όλες τις ποικιλίες ροδάκινων, η εμφάπτιση των τεμαχίων σε διάλυμα Asc+Ca αύξησε τη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών. Οι Li-Qin κ.α. (2009) ανέφεραν ότι η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ήταν μεγαλύτερη σε τεμάχια ροδάκινου που εμφαπτίστηκαν σε διάλυμα ασκορβικού οξέος από αυτά του μάρτυρα.

Το ασκορβικό οξύ είναι ένα αναγωγικό μέσο και έτσι μειώνει τις κινόνες, που σχηματίζονται από την οξειδωση των πολυφαινολών, πίσω σε φαινολικές ενώσεις (Garcia and Barrett, 2002; Danyen et al., 2009).



Τα ιόντα ασβεστίου δρουν στην πηκτίνη του κυτταρικού τοιχώματος και στη μέση πλάκα με αποτέλεσμα τον αυξημένο σχηματισμό πηκτινικού ασβεστίου (Rico et al., 2007). Αυτό επηρεάζει τη δύναμη του κυτταρικού τοιχώματος και την πίεση σπαργής μέσα στους ιστούς (Manganaris et al., 2005). Τα ιόντα ασβεστίου επίσης σταθεροποιούν την κυτταρική μεμβράνη και συμβάλλουν έτσι στην αίσθηση της σκληρότητας (Fan et al., 2005), ενώ έχει αναφερθεί πως τα ιόντα ασβεστίου μειώνουν την απώλεια σκληρότητας στα φρεσκοκομμένα μήλα (Qi et al., 2011), αχλάδια (Sapers and Miller, 1998) και στα ολόκληρα ροδάκινα (Manganaris et al., 2005).

Το ασκορβικό οξύ χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλατα ασβεστίου, ιδιαίτερα με  $\text{CaCl}_2$ , ώστε να παρεμποδίσει το καφέτιασμα (Fan et al., 2005) και να διατηρήσει τη σκληρότητα της σάρκας (Qi et al., 2011). Οι Danyen κ.α. (2009) ανέφεραν ότι η εμφάνιση των τεμαχίων σε 2% Ασκορβικό οξύ + 4%  $\text{CaCl}_2$  αύξησε τη σκληρότητα της σάρκας σε τεμάχια μπανάνας. Ωστόσο, οι Danyen κ.α. (2009) υποστήριξαν ότι, αν και υπήρχε ένα συνεργικό αποτέλεσμα μεταξύ ασκορβικού οξέος και χλωριούχου ασβεστίου στην αναστολή του ενζυμικού καφετιάσματος, το κύριο αποτέλεσμα προήλθε από το ασκορβικό οξύ που επηρέασε τις παραμέτρους  $L^*$  και  $a^*$  του χρώματος σάρκας. Με άλλα λόγια, αναστάλη η ανάπτυξη των καφέ χρωματισμών. Επιπλέον, το ασκορβικό οξύ είναι ένα αντιοξειδωτικό και απορροφά το οξυγόνο της επιφάνειας, καθιστώντας το μη διαθέσιμο για την πραγματοποίηση των ενζυμικών αντιδράσεων καφετιάσματος

Η διατήρηση της συγκέντρωσης φαινολικών στον καρπό έχει σημαντική επίδραση στην ποιότητα των φρεσκοκομμένων φρούτων, λόγω της συμμετοχής των φαινολών στην αντίδραση του ενζυμικού καφετιάσματος, αλλά και στη θρεπτική αξία των φρεσκοκομμένων προϊόντων (Soliva-Fortuni and Martin-Belloso, 2003). Η χρήση του ασκορβικού οξέος, ως αναγωγικού παράγοντα, εμπόδισε τη μείωση της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών (Soliva-Fortuni and Martin-Belloso, 2003; Gil et al., 1998).

## **5.5 Σύγκριση ποικιλιών**

### **5.5.1 Μήλα**

Τα ‘Granny Smith’ καφέτιασαν λιγότερο σε σύγκριση με τα ‘Red Chief’, ενώ τα ‘Cripp’s Pink’ φάνηκε ότι καφέτιασαν περισσότερο από όλες τις εξεταζόμενες ποικιλίες. Τα μήλα ποικ. ‘Cripp’s Pink’ έχουν μεγάλη ικανότητα καφετιάσματος

(μεταχρωματισμού) πιθανόν λόγω του ελαφρώς κιτρινωπού χρώματος της σάρκας και της υψηλής δραστηριότητας του ενζύμου PPO ή και της σχετικά υψηλής συγκέντρωσης φαινολικών. Ακόμα, τα ‘Red Chief’ είχαν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, ενώ τα ‘Cripp’s Pink’ είχαν ελαφρώς περισσότερα φαινολικά από τα ‘Granny Smith’. Έτσι οι διαφορές μεταξύ Red Chief και Granny Smith στην ένταση καφετιάσματος εξηγούνται από τη διαφορετική συγκέντρωση φαινολικών.

Στην παρούσα έρευνα φαίνεται τα τεμάχια από ‘Granny Smith’ ήταν πιο μαλακά από αυτά των ‘Cripp’s Pink’ και σκληρότερα από τα ‘Red Chief’. Το αποτέλεσμα αυτό δικαιολογείται αφού η ποικιλία ‘Cripp’s Pink’ γενικά έχει βρεθεί να έχει και διατηρεί υψηλή σκληρότητα, ενώ η ‘Red Chief’ λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας αμύλου μαλακώνει πιο εύκολα κατά τη συντήρηση. Οι Toivonen και Hampson (2009) βρήκαν ότι τα τεμάχια από ‘Granny Smith’ είχαν τη μικρότερη σκληρότητα από τις άλλες σχετικά νέες στην αγορά μελετηθείσες ποικιλίες (‘Gala’, ‘Aurora Golden Gala<sup>TM</sup>’, ‘Ambrosia’).

Τα ‘Cripp’s Pink’ είχαν υψηλότερα ΔΣΣ σε σύγκριση με τις άλλες δύο ποικιλίες που δεν είχαν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους.

Τα ‘Granny Smith’ είχαν τις μεγαλύτερες τιμές ΟΟ ως όξινη ποικιλία, ακολουθούσαν τα ‘Cripp’s Pink’, που έχουν πιο ισορροπημένη γευστική ποιότητα, ενώ τη μικρότερη ΟΟ παρουσίασαν τα ‘Red Chief’, που θεωρούνται γλυκά μήλα.

### **5.5.2 Αχλάδια**

Τα τεμάχια από ‘Coscia’ καφέτιασαν λιγότερο από τα ‘Sissy’, ενώ τα τεμάχια από ‘Κρυστάλλι’ καφέτιασαν περισσότερο από τα προηγούμενα. Επίσης, τα ‘Coscia’ ήταν πιο σκληρά από τις άλλες δύο ποικιλίες. Τα ‘Sissy’ και τα ‘Κρυστάλλι’ είχαν περισσότερα ΔΣΣ από τα ‘Coscia’.

### **5.4.3 Συμπύρηνα Ροδάκινα**

Τα ‘Loadel’ καφέτιασαν λιγότερο από όλες τις άλλες ποικιλίες, ακολούθησαν τα ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα και τα ‘Everts’, ενώ τα ‘Andross’ παρουσίασαν το περισσότερο καφέτιασμα.

Τα ‘Andross’ που συγκομίστηκαν ανώριμα είχαν τη μεγαλύτερη σκληρότητα σάρκας, ακολούθησαν τα ‘Andross’ και τα ‘Loadel’, ενώ τα ‘Everts’ ήταν τα πιο

μαλακά από τις προηγούμενες ποικιλίες. Η σκληρότητα σάρκας σχετίζεται με την ωριμότητα στα κλιμακηρικά φρούτα όπως είναι τα ροδάκινα. Έτσι οι πιο ανώριμοι καρποί είναι πιο σκληροί και οι πιο ώριμοι είναι πιο μαλακοί ακόμα, όπως βρήκαμε, και στις συμπύρηνες ποικιλίες που διατηρούν γενικά τη σκληρότητα σάρκας τους κατά την ωρίμανση βάσει αλλαγής των χρώματος φλοιού από πράσινο σε κίτρινο.

Περισσότερα ΔΣΣ και συγκέντρωση ολικών φαινολικών είχαν τα ‘Andross’, ιδιαίτερα εκείνα που συγκομίστηκαν ανώριμα, ακολούθησαν τα ‘Everts’, ενώ τα λιγότερα ΔΣΣ και ολικά φαινολικά είχαν τα ‘Loadel’ και, προφανώς, γι’ αυτό καφέτιασαν λιγότερο από τις άλλες ποικιλίες. Οι Robertson κ.α. (1990) ανέφεραν ότι το επίπεδο της ωριμότητας δεν επηρέασε τη συγκέντρωση φαινολικών σε ροδάκινα ‘Cresthaven’.

### **5.6 Συντήρηση φρεσκοκομμένων**

Στην παρούσα μελέτη φάνηκε ότι τα φρεσκοκομμένα τεμάχια, σε όλες τις εξεταζόμενες ποικιλίες μήλων και ροδάκινων και σε όλες τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν, παρουσίασαν παρόμοια ποιοτικά χαρακτηριστικά μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης. Αυτό δείχνει πως η υποβάθμιση που υπέστησαν τα τεμάχια κατά τις 3 πρώτες ημέρες δεν εξελίχθηκε περαιτέρω κατά τη συντήρηση για άλλες 3 ημέρες.

### **5.7 Συντήρηση ολόκληρων μήλων**

Ο χρόνος συντήρησης στα ολόκληρα μήλα ‘Cripp’s Pink’, ‘Red Chief’ και ‘Granny Smith’ δε φάνηκε να έχει καμία επίδραση στο καφέτιασμα και στα ΔΣΣ των φρεσκοκομμένων τεμαχίων. Σε όλες τις μελετηθείσες ποικιλίες μήλων, η σκληρότητα της σάρκας και η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών είχαν μεγαλύτερες τιμές μετά από σύντομη συντήρηση σε σύγκριση με την παρατεταμένη, εκτός από τα ‘Granny Smith’ που είχαν περισσότερα φαινολικά μετά από παρατεταμένη συντήρηση.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τις παραμέτρους χρώματος της σάρκας των φρεσκοκομμένων τεμαχίων βρέθηκε ότι οι παράμετροι  $L^*$  και  $a^*$  είναι οι καταλληλότερες για να αναδείξουν ποσοτικά τις αλλαγές του χρώματος σε αποχρώσεις του καφέ μεταχρωματισμού που προκαλείται από τη δράση του ενζύμου PPO παρουσία οξυγόνου.

Στα μήλα ‘Red Chief’ και ‘Granny Smith’, η μεταχείριση των ολόκληρων καρπών αμέσως μετά τη συγκομιδή με 600 nL L<sup>-1</sup> MCP δεν επηρέασε θετικά την ποιότητα των φρεσκοκομμένων τεμαχίων, σε σύγκριση με τεμάχια από καρπούς που δε δέχθηκαν αυτή τη μεταχείριση πλην της βελτιωμένης σκληρότητας.

Ο χρόνος συντήρησης των ολόκληρων καρπών μήλων ‘Red Chief’ και ‘Granny Smith’ πριν τον τεμαχισμό δε φάνηκε να έχει επίδραση στην ποιότητα του τελικού φρεσκοκομμένου προϊόντος.

Η ποιότητα των φρεσκοκομμένων τεμαχίων σε όλες τις εξεταζόμενες ποικιλίες μήλων και συμπύργων ροδάκινων και σε όλες τις μεταχειρίσεις, ήταν ίδια μετά από 3 και 6 ημέρες συντήρησης αυτών. Αυτό φανερώνει πως η υποβάθμιση που υπέστη το φρεσκοκομμένο προϊόν κατά τις τρεις πρώτες ημέρες συντήρησης δεν εξελίχθηκε περαιτέρω στις επόμενες τρεις ημέρες συντήρησης.

Γενικά, η εμβάπτιση των τεμαχίων μήλων, αχλαδιών και ροδάκινων σε διάλυμα 2% ασκορβικό οξύ και 1% CaCl<sub>2</sub> επέδρασε θετικά στην ποιότητα των φρεσκοκομμένων τεμαχίων, αφού παρεμπόδισε το καφέτιασμα της σάρκας, διατήρησε και σε ορισμένες περιπτώσεις αύξησε τη σκληρότητα και αύξησε τη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών στα τεμάχια μήλων και ροδάκινων σε σχέση με την εμβάπτιση σε νερό.

Συγκρίνοντας τις ποικιλίες μήλων που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία, εξάγεται το συμπέρασμα ότι τα μήλα ποικιλίας ‘Granny Smith’ είναι τα καταλληλότερα για την παρασκευή φρεσκοκομμένων τεμαχίων, αφού φάνηκε ότι η σάρκα τους καφέτιασε λιγότερο από τα τεμάχια των άλλων ποικιλιών, ενώ παράλληλα η σκληρότητά τους διατηρήθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα. Ωστόσο, η ποικιλία ‘Cripp’s Pink’ μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί από τη βιομηχανία φρεσκοκομμένων, λόγω της αυξημένης σκληρότητας που παρουσιάζει, θα πρέπει

όμως να γίνει περαιτέρω έρευνα για την εύρεση πιο αποτελεσματικών μεθόδων για την παρεμπόδιση του καφετιάσματος, στο οποίο είναι ιδιαίτερα επιρρεπής.

Από τις ποικιλίες αχλαδιών που εξετάστηκαν τα 'Coscia' φάνηκαν τα πιο κατάλληλα για την παρασκευή φρεσκοκομμένων, χωρίς όμως να είναι διαθέσιμα για μεγάλο χρονικό διάστημα, καθώς δεν συντηρούνται ικανοποιητικά.

Τα ροδάκινα 'Loadel' κρίνονται πιο κατάλληλα για φρεσκοκομμένα από τις εξετασθείσες ποικιλίες συμπύρηνων ροδάκινων. Όμως η ποικιλία αυτή έδειξε ότι υστερεί σε γεύση (χαμηλότερα ΔΣΣ) και στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών. Τα 'Andross' μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή φρεσκοκομμένων, αλλά θα πρέπει να βρεθεί πιο αποτελεσματική μέθοδος για μείωση του καφετιάσματος.

Η καινοτόμος μέθοδος με συνδυασμό θερμού νερού (50 °C) σε ολόκληρους καρπούς μήλων και στη συνέχεια εμβάπτιση των τεμαχίων αυτών σε διάλυμα 1% ασκορβικό οξύ και 0,5% CaCl<sub>2</sub>, παρότι αύξησε τη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, δεν έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα στη διατήρηση της ποιότητας των φρεσκοκομμένων τεμαχίων μήλων 'Granny Smith' και 'Cripp's Pink', σε σύγκριση με την εμβάπτιση των τεμαχίων μόνο στο ανωτέρω διάλυμα.

Η καινοτόμος επικάλυψη των τεμαχίων με γλάσο ζάχαρης άχνης δεν παρεμπόδισε το καφέτιασμα σε μήλα 'Cripp's Pink' και αχλάδια 'Κρυστάλλι', ενώ ο συνδυασμός γλάσου και διαλύματος 1% ασκορβικού οξέος + 0,5% CaCl<sub>2</sub> + 0,5% κιτρικό οξύ κατέληξε σε ικανοποιητικής ποιότητας προϊόν. Ο παραπάνω συνδυασμός διατήρησε τη σκληρότητα στα τεμάχια αχλαδιών αλλά όχι σε αυτά από μήλα. Τέλος, η καινοτόμος επικάλυψη μόνο με γλάσο διατήρησε τη σκληρότητα των τεμαχίων μήλων και αχλαδιών σε ικανοποιητικά επίπεδα.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Abbott, J.A., 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.*, 15:207-225.
- Abbott, J.A., Watada, A.E. and Massie, D.R., 1976. Effegi, Magness-Taylor, and Instrum 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, CA.
- Abreu, M., Beirao-da-Costa, S., Goncalves, E.M., Beirao-da-Costa, M.L. and Moldao-Martins, M., 2003. Use of mild heat pre-treatments for quality retention of fresh-cut 'Rocha' pear. *Postharvest Biol. Technol.*, 30:153-160.
- Agar, I.T., Massantini, R., Hess-Pierce, B and Kader, A.A., 1999. Postharvest CO<sub>2</sub> and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. *J. Food Sci.*, 64:433-440.
- Aguayo, E., Jansasithorn, R. and Kader, A.A., 2006. Combined effects of 1-methylcyclopropene, calcium chloride dip, and/or atmospheric modification on quality changes in fresh-cut strawberries. *Postharvest Biol. Technol.*, 40:269-278.
- 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.
- Allende, A., Tomas-Barberan, F.A. and Gil, M.I., 2006. Minimal processing for healthy traditional foods. *Trends Food Sci. Technol.*, 17:513-519.

- 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.
- AOCS, 1990. *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society* (4th ed.), American Oil Chemists' Society, Champaign, IL.
- Argenta, L.C., Fan, X.T. and Mattheis, J.P., 2003. Influence of 1-methylcyclopropene on ripening, storage life, and volatile production by cv. d' Anjou pear fruit. *J. Agric. Food Chem.*, 51:3858–3864.
- Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O. and Baker, R.A., 1995. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, 30:35-38.
- Barrett, D.M., 1995. Product preparation and special treatments. *Perishables Handling Newsletter*, Issue No. 81:10-12.
- Barrett, D.M., Beaulieu, J.C. and Shewfelt, R., 2010. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: Desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. *Crit. Rev. Food Sci.*, 50:369-389.
- Bico, S.L.S, Raposo, M.F.J., Morais, R.M.S.C. and Morais, A.M.M.B., 2009. Combined effects of chemical dip and/or carageenan coating and/or controlled atmosphere on quality of fresh-cut banana. *Food Control*, 20:508-514.
- Blankenship, S.M. and Dole, J.M., 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biol. Technol.*, 28:1-25.
- Brody, A.L., Zhuang, H. and Han, J.H., 2011. *Modified Atmosphere Packaging for Fresh-cut Fruits and Vegetables*. Wiley-Blackwell Co., Somerset, NJ.
- Bruhn, C., 1995. Consumer perception of fresh-cut produce. *Perishables Handling Newsletter*, Issue No. 81:18-19.

- Budu, A.S. and Joyce, D.C., 2003. Effect of 1-methylcyclopropene on the quality of minimally-processed pineapple fruit. *Aust. J. Exp. Agric.*, 43:177-184.
- Calderon-Lopez, B., Bartsch, J.A., Lee, C. and Watkins, C.B., 2005. Cultivar effects on quality of fresh-cut apple slices from 1-methylcyclopropene (1-MCP)-treated apple fruit. *J. Food Sci.*, 70:S221-S227.
- Calvo, G. and Sozzi, G.O., 2004. Improvement of postharvest storage quality of 'Red Clapp's' pears by treatment with 1-methylcyclopropene at low temperature. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 79:930–934.
- Cantwell, M., 1995a. Fresh-cut product biology and requirements. *Perishables Handling Newsletter*, Issue No. 81:4-6.
- Cantwell M., 1995b. Food safety: Microbiological concerns. *Perishables Handling Newsletter*, Issue No. 81:15-16.
- Cerqueira, M.A., Bourbon, A.I., Pinheiro, A.C., Martins, J.T., Souza, B.W.S., Teixeira, J.A. and Vicente, A.A., 2011. Galactomannans use in the development of edible films/coatings for food applications. *Trends Food Sci. Technol.*, 22:662-671.
- Chauhan, O.P., Raju, P.S., Singh, A. and Bawa, A.S., 2011. Shellac and aloe-gel-based surface coatings for maintaining keeping quality of apple slices. *Food Chem.*, 126:961-966.
- Chiriboga, M.A., Bordonaba, J.G., Schotsmans, W.C., Larrigaudiere, C. and Recasens, I., 2013. Antioxidant potential of 'Conference' pears during cold storage and shelf life in response to 1-methylcyclopropene. *Food Sci. Technol.-LEB*, 51:170-176.
- Danyen, S.B., Boodia, N. and Ruggoo, A., 2009. Interaction effects between ascorbic acid and calcium chloride in minimizing browning of fresh-cut green banana slices. *J. Food Process. Pres.*, 33:12-26.



- Defilippi, G., Kader, A.A. and Dandekar, A.M., 2005. Apple aroma: alcohol acyltransferase, a rate limiting step for ester biosynthesis, is regulated by ethylene. *Plant Sci.*, 168:1199-1210.
- Drogoudi, P.D., Michailidis, Z. and Pantelidis, G., 2008. Peel and flesh antioxidant content and harvest quality characteristics of seven apple cultivars. *Sci. Hortic.*, 115:149-153.
- Ekman, J.H., Clayton, M., Biasi, W.V. and Mitcham, E.J., 2004. Interactions between 1-MCP concentration, treatment interval and storage time for 'Bartlett' pears. *Postharvest Biol. Technol.*, 31:127–136.
- Falguera, V., Quintero, J.P., Jimenez, A., Munoz, J.A. and Ibarz, A., 2011. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends Food Sci. Technol.*, 22:292-303.
- Fan, X., Niemera, B.A., Mattheis, J.P., Zhuang, H. and Olson, D.W., 2005. Quality of fresh-cut apple slices as affected by low-dose ionising radiation and calcium ascorbate treatment. *J. Food Sci.*, 70:S143–S149.
- Fan, X., Annous, B.A., Beaulieu, J.C. and Sites, J.E., 2008. Effect of hot water surface pasteurization of whole fruit on shelf life and quality of fresh-cut cantaloupe. *J. Food Sci.*, 73(3):M91-M98.
- Ferrari, C.C., Sarantopoulos, C.I.G.L., Carmello-Guerreiro, S.M. and Hubinger, M.D., 2013. Effect of osmotic dehydration and pectin edible coatings on quality and shelf life of fresh-cut melon. *Food Bioprocess. Technol.*, 6:80-91.
- Garcia, E. and Barrett, D.M., 2002. Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. p. 267-303. In: *Fresh-cut Fruits and Vegetables: Science, Technology and Market*, O. Lamikanra (Ed.). CRC Press, Boca Raton, FL.
- Gil, M., Gorny, G.R. and Kader, A.A., 1998. Responses of 'Fuji' apple slices to ascorbic acid treatments and low-oxygen atmospheres. *HortScience*, 33(2):305–309.

- Gorny, J.R., 1997. Modified atmospheres packaging and the fresh-cut revolution. *Perishables Handling Newsletter*, Issue No. 90:4-5.
- 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.
- Gorny, J.R., Hess-Pierce, B., Cifuentes, R.A. and Kader, A.A., 2002. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. *Postharvest Biol. Technol.*, 24:271-278.
- 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*, 33:110-113.
- 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.*, 66:63-67.
- Gunes, G., Watkins, C.B. and Hotchkiss, J.H., 2000. Effects of irradiation on respiration and ethylene production of apple slices. *J. Sci. Food Agric.*, 80:1169-1175.
- He, Q. and Luo, Y., 2007. Enzymatic browning and its control in fresh-cut produce. *Stewart Postharvest Review*, 6:3.
- Ioannou, I. and Ghoul, M., 2013. Prevention of enzymatic browning in fruit and vegetables. *European Scientific Journal*, 30:310-341.
- Javdani, Z., Ghasemnezhad, M. and Zare, S., 2013. A comparison of heat treatment and ascorbic acid on controlling enzymatic browning of fresh-cuts apple fruit. *Int. J. Agri. Crop Sci.*, 5(3):186-193.
- 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., 2008. Perspective flavor quality of fruits and vegetables. *J. Sci. Food Agric.*, 88:1863-1868.
- 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 rate of fresh-cut carrots. *HortScience*, 32:136.
- Kramer, A. and B. A. Twigg, 1970, *Quality Control for the Food Industry*, Vol. 1, Fundamentals, 3<sup>rd</sup> ed., AVI Publications, Westport, CN.
- Lamikanra, O., 2002. Preface. In O. Lamikanra (Ed.), *Fresh-cut Fruits and Vegetables. Science, Technology and Market*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Larrigaudiere, C., Vilaplana, R., Soria, Y. and Recasens, I., 2004. Oxidative behavior of Blanquilla pears treated with 1-methylcyclopropene during cold storage. *J. Sci. Food Agric.*, 84:1871–1877.
- Li-Qin, Z., Jie, Z., Shu-Hua, Z. and Lai-Hui, G., 2009. Inhibition of browning on the surface of peach slices by short-term exposure to nitric oxide and ascorbic acid. *Food Chem.*, 114:174-179.
- Lester, G.E., Lewers, K.S., Medina, M.B. and Saftner, R.A. 2002. Comparative analysis of strawberry total phenolics via Fast Blue BB vs. Folin–Ciocalteu: Assay interference by ascorbic acid. *J. Food Compos. Anal.* 27:102–107.
- Lima, A.M., Cerqueira, M.A., Souza, B.W.S., Santos, E.C.M., Teixeira, J.A., Moreira, R.A. and Vicente, A.A., 2010. New edible coatings composed of galactomannans and collagen blends to improve the postharvest quality of fruits- Influence on fruit's gas transfer rate. *J. Food Eng.*, 97:101-109.
- Manganaris, G.A., Vasilakakis, M., Diamantidis, G. and Mignani, I., 2005. Effect of calcium additives on physicochemical aspects of cell wall pectin and sensory

- attributes of canned peach (*Prunus persica* (L) Batsch cv Andross). *J. Sci. Food Agric.* 85:1773–1777.
- Martin-Diana, A.B., Rico, D., Frias, J.M., Henehan, G.T.M., Mulcahy, J., Barat, J.M. and Barry-Ryan, C., 2007. Effect of calcium lactate and heat-shock on texture in fresh-cut lettuce during storage. *J. Food Eng.*, 77:1069-1077.
- Martinez-Romero, D., Bailen, G., Serrano, M., Guillen, F., Valverde, J.M., Zapata, P., Castillo, S. and Valero, D., 2007. Tools to maintain postharvest fruit and vegetable quality through the inhibition of ethylene action: a review. *Crit. Rev. Food Sci.*, 47(6):543-560.
- Maskan, M., 2001. Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. *J. Food Eng.*, 48:169-175.
- 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*, 27:1254-1255.
- Mitcham, B., Cantwell, M and Kader, A., 1996. Methods for determining quality of fresh commodities. *Perishables Handling Newsletter*, Issue No. 85:1-5.
- Olivas, G.I. and Barbosa-Cánovas, G. 2009. Edible films and coatings for fruits and vegetables. pp. 211–244. In: *Edible Films and Coatings for Food Applications*, eds. M.E. Embuscado and K.C. Huber. Springer, New York.
- Olivas, G.I., Mattinson, D.S. and Barbosa-Canovas, G.V., 2007. Alginate coatings for preservation of minimally processed ‘Gala’ apples. *Postharvest Biol. Technol.*, 45:89-96.
- Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuni, R. and Martin-Belloso, O., 2008. Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. *Postharvest Biol. Tech.*, 50:87-94.

- Pen, L.T. and Jiang, Y.M., 2003. Effects of chitosan on shelflife and quality of fresh-cut Chinese water chestnut. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 36:359-364.
- Perera, C.O., Balchin, L., Baldwin, E., Stanley, R. and Tian, M., 2003. Effect of 1-methylcyclopropene on the quality of fresh-cut apple slices. *J. Food Sci.*, 68:1910-1914.
- Perez-Cago, M.B., Serra, M., Alonso, M., Mateos, M. and del Rio M.A., 2005. Effect of whey protein- and hydroxypropyl methylcellulose-based edible composite coatings on color change of fresh-cut apples. *Postharvest Biol. Technol.*, 36:77-85.
- Perez-Cago, M.B., Serra, M. and del Rio, M.A., 2006. Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. *Postharvest Biol. Technol.*, 39:84-92.
- Picouet, P., Landl, A., Abadias, M., Castellari, M. and Vinas, I., 2009. Minimal processing of a Granny Smith apple purée by microwave heating. *Innov. Food Sci. Emerg.* 10:545–550.
- Qi, H., Hu, Q., Jiang, A., Tian, M. and Li, Y., 2011. Extending shelf-life of fresh-cut ‘Fuji’ apples with chitosan-coatings. *Innov. Food Sci. Emerg.*, 12:62-66.
- Ragaert, P., Verbeke, W., Devlieghere, F. and Debevere, J. (2004). Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Qual. Prefer.*, 15:259–270.
- Rico, D., Martin-Diana, A. B., Barat, J. M. and Bary-Ryan, C., 2007a. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends Food Sci. Technol.*, 18: 373-386.
- Rico, D., Martin-Diana, A.B., Frias, J.M., Barat, J.M., Henehan, G.T.M. and Barry-Ryan, C., 2007b. Improvement in texture using calcium lactate and heat-shock treatments for stored ready-to-eat carrots. *J. Food Eng.*, 79:1196-1206.

- Robertson, J.A., Meredith, F.I., Horvat, R.J. and Senter, S.D., 1990. Effect of cold storage and maturity on the physical and chemical characteristics and volatile constituents of peaches (Cv, Cresthaven). *J. Agric. Food Chem.*, 38:620-624.
- Rojas-Grau, M.A., Raybaudi-Massilia, R.M., Soliva-Fortuni, R.C., Avena-Bustillos, R.J., McHugh T.H. and Martin-Belloso, O., 2007a. Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biol. Technol.*, 45:254-264.
- Rojas-Grau, M.A., Soliva-Fortuni, R. and Martin-Belloso, O., 2009. Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review. *Trends Food Sci. Technol.*, 20:438-447.
- Rojas-Grau, M.A., Tapia, M.S. and Martin-Belloso, O., 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. *LWT*, 41:139-147.
- Rojas-Grau, M.A., Tapia, M.S., Rodriguez, F.J., Carmona, A.J. and Martin-Belloso, O., 2007b. Alginate and gellan based edible coatings as support of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apple. *Food Hydrocolloids*, 21:118-127.
- Saltveit, M. E., 2000. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. *Postharvest Biol. Technol.*, 21:61-69.
- Saltveit, M.E., 2003. Fresh-cut vegetables. pp. 691-712. In: *Postharvest physiology and pathology of vegetables*, J.A. Bartz and J.K. Brecht (ed.). Marcel Dekker, Inc., New York.
- Saltveit, M.E., 2004. Effect of 1-methylcyclopropene on phenylpropanoid metabolism, the accumulation of phenolic compounds, and browning of whole and fresh-cut 'Iceberg' lettuce. *Postharvest Biol. Technol.*, 34:75-80.
- Sapers, G.M. and Miller, R.L., 1998. Browning inhibition in fresh-cut pears. *J. Food Sci.*, 63:342-346.

- Scalbert, A., Monties, B. and Janin, G., 1989. Tannins in wood: comparison of different estimation methods. *J. Agr. Food Chem.*, 37:1324-1329.
- Shao, X., Tu, K., Tu, S., Su, J. and Zhao, Y., 2010. Effects of heat treatment on wound healing in Gala and Redm Fuji apple fruits. *Agriculture and Food Chemistry* 58: 4303–4309.
- Siddiq, M., Harte J.B., Beaudry R.M., Dolan K.D., Singh S.P. and Saha K. 2014. Physicochemical properties of whole fruit and sensory quality of fresh-cut apples pre-treated with 1-methylcyclopropene (1-MCP). *Intl. J. Food Properties*, 17:1081-1092.
- Siddiqui, M.W., Chakraborty, I., Ayala-Zavala, J.F. and Dhua, R.S., 2011. Advances in minimal processing of fruits and vegetables: a review. *J. Sci. Indian Res. India*, 70:823-834.
- 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. Agr. Food Chem.*, 50:81-86.
- 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.
- Tamer, C.E. and Copur, O.U., 2010. Chitosan: An edible coating for fresh-cut fruits and vegetables. *Acta Hort.* 877:619-624.
- Toivonen, P.M.A., 2008. Application of 1-methylcyclopropene in fresh-cut/minimal processing systems. *HortScience*, 43:102-105.
- Toivonen, P.M.A. and Brummell, D.A., 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.*, 48:1-14.

- Toivonen, P.M.A. and de Ell, J.R., 2002. Physiology of fresh-cut fruits and vegetables, pp. 91-123. In: *Fresh-cut Fruits and Vegetables. Science, Technology and Market* (ed. O. Lamikanra). CRC Press, Boca Raton, FL.
- Toivonen, P.M.A. and Hampson, C.R., 2009. Apple cultivar and temperature at cutting affect quality of fresh slices. *HortTechnology*, 19:108-112.
- Trincherò, G.D., Sozzi, G.O., Covatta, F. and Frascina, A.A., 2004. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene extends postharvest life of “Bartlett” pears. *Postharvest Biol Technol.*, 32:193–204.
- Vilas-Boas, E.V. and Kader, A.A., 2006. Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality of fresh-cut banana. *Postharvest Biol. Technol.*, 39:155-162.
- 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.
- Wang, H., Cao, G.H. and Prior, R.L., 1996. Total antioxidant capacity of fruits. *J. Agr. Food Chem.*, 44:701-705.
- Watada, A.E., Ko, N.P. and Minott, D.A., 1996. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biol. Technol.*, 9:115-125.
- Watkins, C.B., 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnol. Adv.*, 24:389-409.
- Watkins, C.B., 2008. Overview of 1-methylcyclopropene trials and uses for edible horticultural crops. *HostScience*, 43:86-94.
- Xiao, Z., Luo, Y., Luo, Y. and Wang, Q., 2011. Combined effects of sodium chloride dip treatment and chitosan coatings on the quality of fresh-cut d’Anjou pears. *Postharvest Biol. Technol.*, 62:319-326.



Yuan, G., Sun, B., Yuan, J. and Wang, Q., 2010. Effect of 1-methylcyclopropene on shelf life, visual quality, antioxidant enzymes and health-promoting compounds in broccoli florets. *Food Chem.*, 118:774-781.

Zheng W.W., Chun I.J., Hong S.B. and Zang Y.X., 2014. Quality characteristics of fresh-cut 'Fuji' apple slices from 1-methylcyclopropene, calcium chloride- and rare earth-treated intact fruits. *Scientia Hort.*, 173:100-105.

Zsivanovits, G., Zhelyazkov, S., Brashlyanova, B., Iserliyska, D., Yovkova, D. and Marudova, M., 2012. Effect of chitosan coating on quality of fresh-cut melon during the shelf-life. International Virtual Conference, 3-7 December 2012. *Advanced Research in Scientific Areas*, pp. 1608-1613.

### **Ελληνική βιβλιογραφία**

Βασιλακάκης, Μ., 2006. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία, Μεταχείριση Οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία. Α' Έκδοση. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.

Γιαννούσης, Κ.Ι., 2012. Επίδραση των 1-MCP, σαλικυλικού οξέος και υπεροξειδίου του υδρογόνου στην ποιότητα και συντηρησιμότητα των καρπών μηλιάς (*Malus pumila* Mill). Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Καραπάνος, Ι.Χ. και Πάσσαμ, Χ.Κ., 2010. Τα ελάχιστα μεταποιημένα οπωροκηπευτικά. *Γεωργία – Κτηνοτροφία*, 7:28-34.

Κουκουνάρας, Α.Δ., 2007. Μετασυλλεκτική φυσιολογία και ποιότητα νωπών τεμαχισμένων προϊόντων ρόκας (*Eruca sativa* Mill.) και ροδάκινου (*Prunus persica* L.). Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Σφακιωτάκης, Ε., 1995. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών  
Οπωροκηπευτικών Προϊόντων. Εκδόσεις ΤΥΠΟΜΑΝ, Θεσσαλονίκη.