

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών μεταξύ
του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού
Περιβάλλοντος και του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και
Υδάτινου Περιβάλλοντος

Α.Χ. Παπαστεργίου

Τίτλος Μεταπτυχιακής Διατριβής:

«Παράγοντες που επηρεάζουν την υποβάθμιση της ποιότητας των μήλων
από μωλωπισμούς»

Έτος ολοκλήρωσης: 2008

Έτος εξέτασης: 2009

«Παράγοντες που επηρεάζουν την υποβάθμιση της ποιότητας των μήλων από μολωπισμούς»

Μέλη της Τριμελούς Επιτροπής:

Γιώργος Νάνος, επιβλέπων καθηγητής, καθηγητής Δενδροκομίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μιλτιάδης Βασιλακάκης, καθηγητής, καθηγητής Δενδροκομίας, Γεωπονικής Σχολής, Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Θεοφάνης Γέμτος, Αναπληρωτής καθηγητής, καθηγητής Γεωργικής Μηχανολογίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της εργασίας ήταν η εκτίμηση της ζημιάς από πτώση των καρπών των δύο ποικιλιών μηλιάς, Fuji και Granny smith. Η εκτίμηση της ζημιάς έγινε στη συγκομιδή, ακολούθησε μεταχείριση με εμβάπτιση σε θερμό νερό 38°C για 3 min ή μεταχείριση με δράση 1250 ppb 1-MCP για 8 ώρες και συντήρηση για 2 μήνες στους 0°C και εκτίμηση της ζημιάς των καρπών όταν αυτοί μωλωπίστηκαν κρύοι (θερμοκρασία σάρκας καρπού 2-5°C) ή ζεστοί (θερμοκρασία σάρκας καρπού 20-22°C). Στα μήλα Fuji κρύοι καρποί μωλωπίστηκαν περισσότερο από τους μωλωπισμένους θερμούς ή στη συγκομιδή. Στα μήλα Granny smith ο μωλωπισμός στη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερος από το μωλωπισμό μετά τη συντήρηση όταν μωλωπίστηκαν κρύοι ή θερμοί καρποί. Ο μωλωπισμός περιγράφηκε επιτυχώς και στις 2 ποικιλίες με τη μέτρηση του χρώματος φλοιού, αγωγιμότητα και φαινολικά. Η εμβάπτιση σε θερμό νερό φάνηκε να αυξάνει το μωλωπισμό σε κάποιες παραμέτρους, τροποποίησε σημαντικά το χρώμα φλοιού ιδιαίτερα μετά τη συντήρηση, μείωσε τη σκληρότητα καρπού, διατήρησε την οξύτητα υψηλότερα από αυτή του μάρτυρα χωρίς άλλες σημαντικές διαφορές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά από αυτόν. Η εφαρμογή 1-MCP φάνηκε να αυξάνει το μωλωπισμό σε μερικές μόνο παραμέτρους, τροποποίησε σημαντικά το χρώμα φλοιού, και διατήρησε υψηλότερα την οξύτητα (μόνο στα Fuji). Γενικά δεν έδωσε άλλες διαφορές με το μάρτυρα ή με το μωλωπισμό.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα 'θελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον επιβλέπων καθηγητή κ. Γιώργο Νάνο, επίκουρο καθηγητή του τμήματος Δενδροκομίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την συνολική επιστημονική συμβολή κατά την διάρκεια της έρευνας και της διεξαγωγής του πειράματος, χωρίς την βοήθεια του οποίου η διατριβή δεν θα ήταν πλήρης.

Αισθάνομαι υπόχρεος και ευγνώμων σε αυτούς που με βοηθήσαν κατά την τέλεση του πειράματος, βοήθεια που ήταν αναπόφευκτα αναγκαία, τους κ. Δήμο Δάενα, Ελένη Πλιακώνα, καθώς και τους φοιτητές του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνιας στο Davis, Erin Hardie και Iago Lowe οι οποίοι με ενδιαφέρον προσφέρθηκαν να με βοηθήσουν.

Τέλος, είμαι βαθύτατα ευγνώμων για την ηθική στήριξη και αγάπη της οικογένειας και των φίλων μου, ιδιαίτερα του πατέρα μου που μου επέτρεψε να προμηθευτώ πειραματικό υλικό και συγκεκριμένα καρπούς από την οικογενειακή επιχείρηση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	i
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iii
ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	v
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xiii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	1
1.1 Μήλο: Παγκόσμια παραγωγή.....	1
1.2 Μετασυλλεκτικές απώλειες.....	2
1.3 Μηχανική καταπόνηση.....	4
1.4 Μηχανική βλαβή του ιστού κατά το χτύπημα και την ακόλουθη ανάπτυξη του μωλωπισμού.....	5
1.5 Παράγοντες που επιδρούν στην ευασθησία των μήλων στους μωλωπισμούς.....	8
1.6 Χημική σύνθεση του μήλου και αλλαγές που παρατηρούνται κατά την ωρίμανση.....	10
1.6.1 Αλλαγές στο βάρος του καρπού.....	10
1.6.2 Αλλαγές στο χρώμα του φλοιού του καρπού.....	10
1.6.3 Αλλαγές στη συνεκτικότητα της σάρκας (Μεταβολισμός κυτταρικού τοιχώματος κατά την ωρίμανση.....	12
1.6.4 Αλλαγές στα Διαλυτά Στερεά Συστατικά.....	13
1.6.5 Αλλαγές στην οξύτητα.....	15
1.6.6 Αλλαγές στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών.....	16
1.7 Επίδραση της συντήρησης σε χαμηλή θερμοκρασία στην ωρίμανση των φρούτων.....	17
1.8 Επιδράσεις της θερμικής μεταχείρισης στην ωρίμανση.....	20
1.9 Επιδράσεις του 1-MCP στην ωρίμανση.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	29
2.1 Φυτικό υλικό.....	29
2.2 Χημικά αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν.....	29
2.3 Εργαστηριακός εξοπλισμός.....	30
2.4 Μεταχειρίσεις.....	30
2.5 Εξομοίωση πρόκλησης μωλωπισμών.....	32
2.6 Εκχύλιση χυμού.....	34
2.7 Ανάλυση καρπού.....	34
2.7.1 Απώλεια βάρους %.....	34
2.7.2 Προσδιορισμός χρώματος φλοιού του καρπού.....	34
2.7.3 Συνεκτικότητα της σάρκας.....	34
2.7.4 Παράμετροι μωλωπισμού.....	35
2.7.5 Ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	36
2.7.6 Διαλυτά Στερεά Συστατικά.....	36
2.7.7 Ογκομετρούμενη οξύτητα.....	37
2.7.8 Περιεχόμενο συνολικών φαινολικών.....	38

2.8 Δείκτης Folin Ciocalteu	39
2.9 Στατιστική ανάλυση.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	40
3.1 Προκαταρκτικό πείραμα	40
3.1.1 Χτύπημα καρπού σε μεταλλική επιφάνεια.....	40
3.1.2 Χτύπημα μήλου πάνω σε μήλο.....	41
3.2 Επίδραση των μεταχειρίσεων.....	49
3.2.1 Απώλεια βάρους %	49
3.2.2 Παράμετροι μωλωπισμού.....	50
3.2.3 Χρώμα φλοιού	51
3.2.4 Συνεκτικότητα σάρκας.....	53
3.2.5 Διαλυτά Στερεά Συστατικά	54
3.2.6 Ογκομετρούμενη οξύτητα	54
3.2.7 Φαινολικές ουσίες.....	55
3.2.8 Ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	55
3.3 Επίδραση του χρόνου που έγινε ο μωλωπισμός.....	57
3.3.1 Απώλεια βάρους %	57
3.3.2 Παράμετροι μωλωπισμού.....	57
3.3.3 Χρώμα φλοιού	59
3.3.4 Συνεκτικότητα σάρκας.....	61
3.3.5 Διαλυτά Στερεά Συστατικά	61
3.3.6 Ογκομετρούμενη οξύτητα	61
3.3.7 Φαινολικές ουσίες.....	62
3.3.8 Ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	63
3.4 Επίδραση της θέσης του ιστού που γίνεται η ανάλυση ποιότητας.....	65
3.4.1 Χρώμα φλοιού	65
3.4.2 Φαινολικές ουσίες.....	66
3.4.3 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα.....	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV: ΣΥΖΗΤΗΣΗ	115
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	136
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	140

ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1: Παραγωγή μήλου στην Κίνα, Ευρώπη και Η.Π.Α. κατά τη δεκαετία του 90 σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO.....	1
Διάγραμμα 1.2: Παραγωγή και καλλιεργούμενη έκταση μήλων την τελευταία 15ετία.....	2
Διάγραμμα 3.1: Επίδραση του χρονικού διαστήματος μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό (ώρες) και του ύψους πτώσης του καρπού ποικιλία Fuji πάνω σε μεταλλική επιφάνεια στην επιφάνεια του μωλωπισμού.....	42
Διάγραμμα 3.2: Επίδραση του χρονικού διαστήματος μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού ποικιλίας Fuji πάνω σε μεταλλική επιφάνεια στο βάθος που εκτείνεται ο μωλωπισμός.....	43
Διάγραμμα 3.3: Επίδραση του χρονικού διαστήματος μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού ποικιλίας Fuji πάνω σε μεταλλική επιφάνεια στο βάρος του μωλωπισμού.....	43
Διάγραμμα 3.4: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (2 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού πάνω σε άλλο καρπό στην επιφάνεια του μωλωπισμού.....	45
Διάγραμμα 3.5: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (6 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού πάνω σε άλλο καρπό στην επιφάνεια του μωλωπισμού.....	45
Διάγραμμα 3.6: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (24 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού πάνω σε άλλο καρπό στην επιφάνεια του μωλωπισμού.....	46
Διάγραμμα 3.7: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (2 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού πάνω σε άλλο καρπό στο βάθος του μωλωπισμού.....	46
Διάγραμμα 3.8: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (6 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού πάνω σε άλλο καρπό στο βάθος του μωλωπισμού.....	47
Διάγραμμα 3.9: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (24 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού πάνω σε άλλο καρπό στο βάθος του μωλωπισμού.....	47
Διάγραμμα 3.10: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (2 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού πάνω σε άλλο καρπό στο βάρος του μωλωπισμού.....	48

Διάγραμμα 3.11: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (6 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού πάνω σε άλλο καρπό στο βάρος του μωλωπισμού.....	48
Διάγραμμα 3.12: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (24 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού πάνω σε άλλο καρπό στο βάρος του μωλωπισμού.....	49
Διάγραμμα 3.13: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (κρύος ή ζεστός καρπός μετά από συντήρηση) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην απώλεια βάρους % του καρπού μήλων ποικιλίας Fuji.....	67
Διάγραμμα 3.14: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (κρύος ή ζεστός καρπός μετά από συντήρηση) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην απώλεια βάρους % του καρπού μήλων ποικιλίας Granny smith.....	68
Διάγραμμα 3.15: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο εμβαδό επιφάνειας του μωλωπισμού μήλων ποικιλίας Fuji.....	69
Διάγραμμα 3.16: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάθος του μωλωπισμού μήλων ποικιλίας Fuji.....	69
Διάγραμμα 3.17: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάρος του μωλωπισμού (g) μήλων ποικιλίας Fuji.....	70
Διάγραμμα 3.18: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάρος του μωλωπισμού (% του συνολικού βάρους καρπού) μήλων ποικιλίας Fuji.....	71
Διάγραμμα 3.19: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο εμβαδό επιφάνειας του μωλωπισμού μήλων ποικιλίας Granny smith.....	72
Διάγραμμα 3.20: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάθος του μωλωπισμού μήλων ποικιλίας Granny smith.....	72

- Διάγραμμα 3.21: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάρος του μωλωπισμού (g) μήλων ποικιλίας Granny smith.....73
- Διάγραμμα 3.22: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάρος του μωλωπισμού (% του συνολικού βάρους καρπού) μήλων ποικιλίας Granny smith.....74
- Διάγραμμα 3.23: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη L^* μήλων ποικιλίας Fuji.....76
- Διάγραμμα 3.24: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη L^* μήλων ποικιλίας Fuji.....76
- Διάγραμμα 3.25: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη L^* μήλων ποικιλίας Fuji.....77
- Διάγραμμα 3.26: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη a^* μήλων ποικιλίας Fuji.....77
- Διάγραμμα 3.27: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη a^* μήλων ποικιλίας Fuji.....78
- Διάγραμμα 3.28: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη a^* μήλων ποικιλίας Fuji.....78
- Διάγραμμα 3.29: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη b^* μήλων ποικιλίας Fuji.....79
- Διάγραμμα 3.30: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη b^* μήλων ποικιλίας Fuji.....79
- Διάγραμμα 3.31: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη b^* μήλων ποικιλίας Fuji.....80
- Διάγραμμα 3.32: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη C^* μήλων ποικιλίας Fuji.....82

Διάγραμμα 3.33: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη C^* μήλων ποικιλίας Fuji.....	82
Διάγραμμα 3.34: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη C^* μήλων ποικιλίας Fuji.....	83
Διάγραμμα 3.35: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη γωνία Hue μήλων ποικιλίας Fuji.....	83
Διάγραμμα 3.36: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη γωνία Hue μήλων ποικιλίας Fuji.....	84
Διάγραμμα 3.37: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη γωνία Hue μήλων ποικιλίας Fuji.....	84
Διάγραμμα 3.38: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη L^* μήλων ποικιλίας Granny smith.....	86
Διάγραμμα 3.39: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη L^* μήλων ποικιλίας Granny smith.....	86
Διάγραμμα 3.40: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη L^* μήλων ποικιλίας Granny smith.....	87
Διάγραμμα 3.41: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη a^* μήλων ποικιλίας Granny smith.....	87
Διάγραμμα 3.42: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη a^* μήλων ποικιλίας Granny smith.....	88
Διάγραμμα 3.43: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη a^* μήλων ποικιλίας Granny smith.....	88

Διάγραμμα 3.44: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη b^* μήλων ποικιλίας Granny smith.....	89
Διάγραμμα 3.45: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη b^* μήλων ποικιλίας Granny smith.....	89
Διάγραμμα 3.46: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη b^* μήλων ποικιλίας Granny smith.....	90
Διάγραμμα 3.47: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη C^* μήλων ποικιλίας Granny smith.....	92
Διάγραμμα 3.48: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη C^* μήλων ποικιλίας Granny smith.....	92
Διάγραμμα 3.49: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη C^* μήλων ποικιλίας Granny smith.....	93
Διάγραμμα 3.50: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη γωνία Hue μήλων ποικιλίας Granny smith.....	93
Διάγραμμα 3.51: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη γωνία Hue μήλων ποικιλίας Granny smith.....	94
Διάγραμμα 3.52: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη γωνία Hue μήλων ποικιλίας Granny smith.....	94
Διάγραμμα 3.53: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη συνεκτικότητα σάρκας (N) μήλων ποικιλίας Fuji.....	95
Διάγραμμα 3.54: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας,	

εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στα Δ.Σ.Σ. (%) μήλων ποικιλίας Fuji.....	96
Διάγραμμα 3.55: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο μηλικό οξύ (%) μήλων ποικιλίας Fuji.....	96
Διάγραμμα 3.56: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη συνεκτικότητα σάρκας (N) μήλων ποικιλίας Granny smith.....	97
Διάγραμμα 3.57: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στα Δ.Σ.Σ. (%) μήλων ποικιλίας Granny smith.....	98
Διάγραμμα 3.58: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο μηλικό οξύ μήλων ποικιλίας Granny smith.....	98
Διάγραμμα 3.59: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.....	100
Διάγραμμα 3.60: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.....	100
Διάγραμμα 3.61: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.....	101
Διάγραμμα 3.62: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.....	101
Διάγραμμα 3.63: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.....	102
Διάγραμμα 3.64: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.....	102

Διάγραμμα 3.65: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.....	103
Διάγραμμα 3.66: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.....	103
Διάγραμμα 3.67: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.....	104
Διάγραμμα 3.68: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny smith.....	106
Διάγραμμα 3.69: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny smith.....	106
Διάγραμμα 3.70: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny smith.....	107
Διάγραμμα 3.71: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny smith.....	107
Διάγραμμα 3.72: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny smith.....	108
Διάγραμμα 3.73: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny smith.....	108
Διάγραμμα 3.74: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny smith.....	109

Διάγραμμα 3.75: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny smith.....	109
Διάγραμμα 3.76: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny smith.....	110
Διάγραμμα 3.77: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) μήλων ποικιλίας Fuji.....	112
Διάγραμμα 3.78: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) μήλων ποικιλίας Fuji.....	112
Διάγραμμα 3.79: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) μήλων ποικιλίας Fuji.....	113
Διάγραμμα 3.80: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) μήλων ποικιλίας Granny smith.....	113
Διάγραμμα 3.81: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) μήλων ποικιλίας Granny smith.....	114
Διάγραμμα 3.82: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) μήλων ποικιλίας Granny smith.....	114

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Συχνότητα ασθενειών και φυσιολογικών ή μη ανωμαλιών σύμφωνα με επιθεωρήσεις του USDA σε εμπορεύματα μήλων.....	4
Πίνακας 2.1: Όριο ζημιάς ποικιλιών μήλων για διαφορετικές επιφάνειες πρόσκρουσης ($m/s^2*9,81$).....	33
Πίνακας 2.2: Συνιστώμενα μεγέθη εμβόλου για μετρήσεις συνεκτικότητας.....	35
Πίνακας 2.3: Επικρατέστερα οργανικά οξέα που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό Ογκομετρούμενης Οξύτητας καπίων προϊόντων.....	37
Πίνακας 3.1: Επίδραση του χρονικού διαστήματος μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό (ώρες) και του ύψους πτώσης του καρπού πάνω σε μεταλλική επιφάνεια σε τρεις παραμέτρους ευαισθησίας του καρπού στο μωλωπισμό μήλων ποικιλίας Fuji.....	42
Πίνακας 3.2: Επίδραση του χρονικού διαστήματος μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού πάνω σε άλλο καρπό σε τρεις παραμέτρους ευαισθησίας του καρπού στο μωλωπισμό για την ποικιλία Fuji.....	44
Πίνακας 3.3: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (κρύος ή ζεστός καρπός μετά από συντήρηση) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην απώλεια βάρους % του καρπού για τις ποικιλίες Fuji και Granny smith.....	67
Πίνακας 3.4: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο εμβαδό επιφάνειας και το βάθος του μωλωπισμού μήλων ποικιλίας Fuji.....	68
Πίνακας 3.5: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάρος του μωλωπισμού (σε g και % του συνολικού βάρους καρπού) μήλων ποικιλίας Fuji.....	70
Πίνακας 3.6: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο εμβαδό επιφάνειας και το βάθος του μωλωπισμού μήλων ποικιλίας Granny smith.....	71
Πίνακας 3.7: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάρος του μωλωπισμού (σε g και % του συνολικού βάρους καρπού) μήλων ποικιλίας Granny smith.....	73

Πίνακας 3.8: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στους δείκτες χρώματος L^* , a^* και b^* μήλων ποικιλίας Fuji.....	75
Πίνακας 3.9: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στους δείκτες χρώματος C^* και γωνία Hue μήλων ποικιλίας Fuji.....	81
Πίνακας 3.10: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στους δείκτες χρώματος L^* , a^* και b^* μήλων ποικιλίας Granny smith.....	85
Πίνακας 3.11: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στους δείκτες χρώματος C^* και γωνία Hue μήλων ποικιλίας Granny smith.....	91
Πίνακας 3.12: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη συνεκτικότητα της σάρκας (N), Δ.Σ.Σ. (%) και μηλικό οξύ (%) μήλων ποικιλίας Fuji.....	95
Πίνακας 3.13: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη συνεκτικότητα της σάρκας (N), Δ.Σ.Σ. (%) και μηλικό οξύ (%) μήλων ποικιλίας Granny smith.....	97
Πίνακας 3.14: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική, τελική και ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.....	99
Πίνακας 3.15: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική, τελική και ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny smith.....	105
Πίνακας 3.16: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών εκφρασμένο σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) για τις ποικιλίες Fuji και Granny smith.....	111

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

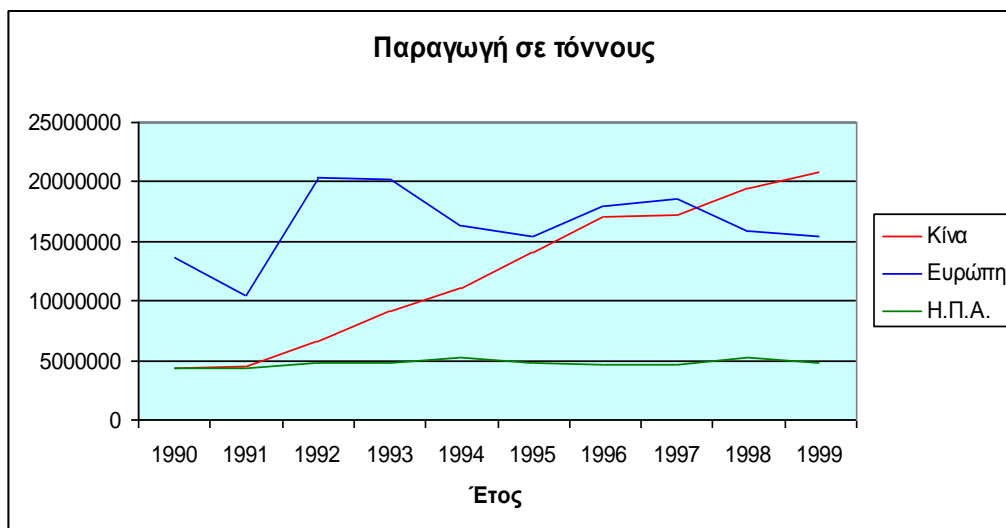
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

1.1 Μήλο: Παγκόσμια παραγωγή

Η παγκόσμια παραγωγή μήλου έχει παρουσιάσει μακροπρόθεσμη αυξητική τάση μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Ο ρυθμός αύξησης επιβραδύνθηκε τη δεκαετία του 80, αλλά εκτινάχθηκε τη δεκαετία του 90 και αυτό οφείλεται στην επέκταση παραγωγής μήλων στην Κίνα. Ενδεικτικό είναι ότι, ενώ στην αρχή της δεκαετίας του 90, η παραγωγή μήλου της Κίνας ήταν περίπου 4 εκατομμύρια τόννοι, στα τέλη της ίδιας δεκαετίας πενταπλασιάστηκε. Αντίθετα, την ίδια περίοδο στον υπόλοιπο κόσμο, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις με μηλιές μειώθηκαν ελαφρά (O'Rourke, 2000). Στην Ευρώπη, η παραγωγή είχε κάποιες αυξομειώσεις αλλά σε γενικές γραμμές παρέμεινε σταθερή σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (Διάγραμμα 1.2).

Διάγραμμα 1.1: Παραγωγή μήλου στην Κίνα, Ευρώπη και Η.Π.Α. κατά τη δεκαετία του 90 σύμφωνα με στοιχεία του FAO.



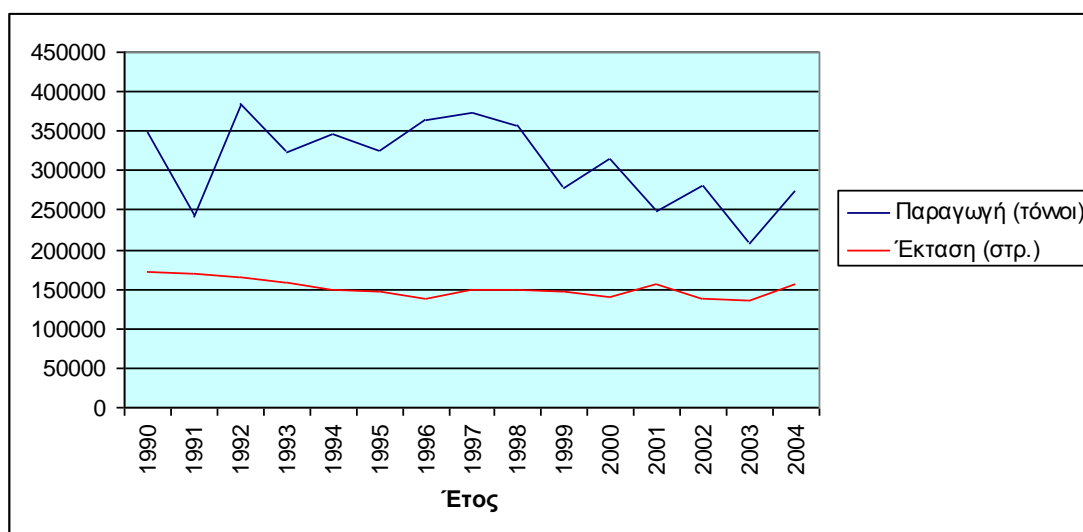
Η παραγωγή μήλου σταθεροποιήθηκε ή μειώθηκε σε πολλές χώρες τόσο της Ευρώπης και της πρώην Σοβιετικής Ένωσης την τελευταία δεκαετία αφού παραδοσιακές φυτεύσεις ήρθαν να ανταγωνιστούν την επερχόμενη παγκοσμιοποίηση. Κατά τη διάρκεια της ίδιας περιόδου (δεκαετία του 90) η παραγωγή μήλων αυξήθηκε

μέτρια στις Η.Π.Α. και με γοργό ρυθμό στις αναπτυσσόμενες χώρες του Νότιου ημισφαιρίου. Βελτιώσεις στη μεταφορά, συντόμευση του χρόνου μεταξύ συγκομιδής και λιανικής πώλησης και η απαίτηση της αγοράς για αποθέματα κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου έδωσαν στους παραγωγούς του Νότιου ημισφαιρίου τη δυνατότητα να αυξήσουν την παραγωγή.

Παρ' όλα αυτά, ακόμα και στην Ευρώπη, η παραγωγή συνέχισε να αναπτύσσεται στις κύριες παραγωγούς χώρες όπως Γαλλία και Ιταλία, όπου οι εναπομείναντες παραγωγοί εντατικοποίησαν τις πρακτικές παραγωγής.

Στην Ελλάδα σύμφωνα με επίσημα στοιχεία του FAO, ενώ κατά τη δεκαετία του 90 είχαμε μία αύξηση στην παραγωγή, από τα τέλη αυτής της δεκαετίας έως και το 2004 παρουσιάστηκε μία μειωτική τάση. Παράλληλα, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις παρέμειναν στα ίδια επίπεδα κατά τη διάρκεια όλης της δεκαπενταετίας.

Διάγραμμα 1.2: Παραγωγή και καλλιεργούμενη έκταση μήλων την τελευταία 15ετία.



1.2 Μετασυλλεκτικές απώλειες

Τα παραπάνω στατιστικά στοιχεία και διαγράμματα, θα περίμενε κανείς ότι θα αντιστοιχούσαν σε δείκτες κατανάλωσης, με την έννοια ότι τα επίπεδα παραγωγής μιάς χρονιάς θα αντιστοιχούσαν σε επίπεδα κατανάλωσης. Στην πραγματικότητα, οι δείκτες κατανάλωσης είναι χαμηλότεροι γιατί δεν φτάνουν όλες οι ποσότητες ενός προϊόντος, πόσο μάλλον όταν πρόκειται για νωπό οπωροκηπευτικό, στο ράφι των αγορών χωρίς να υπάρξουν απώλειες ποσοτικής υποβάθμισης ποιότητας.

Σε αντίθεση με τα δημητριακά, τα φρούτα και τα λαχανικά χαρακτηρίζονται ως πολύ φθαρτά προϊόντα. Τα περισσότερα από τα φρούτα και λαχανικά αρχίζουν να υποβαθμίζονται ποιοτικά μόλις συγκομισθούν και τα περισσότερα είναι επιρρεπή σε φθορά κατά τη διάρκεια όλης της μετασυλλεκτικής αλυσίδας. Γενικά, το επίπεδο ευαισθησίας αυτών των προϊόντων στη φθορά έχει υποτιμηθεί σημαντικά από αυτούς που ασχολούνται με την μετασυλλεκτική μεταχείριση τους, επειδή συνήθως οι επιδράσεις κακής μεταχείρισης του προϊόντος εμφανίζονται μετά από κάποιο χρονικό διάστημα αφού έχει προηγηθεί η ζημία (Studman, 1999).

Βέβαια, είναι δύσκολο να εκτιμηθούν οι μετασυλλεκτικές απώλειες ενός προϊόντος. Σύμφωνα με διάφορες πηγές, οι απώλειες στις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες κυμαίνονται στο 25-50% της παραγωγής (Burden et al., 1989; Amuttiratana et al., 1992; Thompson, 1996), ενώ στις αναπτυγμένες γύρω στο 10-25%. Αυτές οι απώλειες δεν οφείλονται αποκλειστικά στην κακή μεταχείριση αλλά είναι γνωστό ότι η ζημία που προκαλείται από αυτή επιταχύνει άλλα είδη υποβάθμισης ποιότητας, όπως διάφορες μετασυλλεκτικές σήψεις.

Το Αμερικάνικο Υπουργείο Γεωργίας (USDA) έχει διεξάγει μακροχρόνια έρευνα κατά την οποία διενεργήθηκαν επιθεωρήσεις στα εμπορεύματα που φτάνανε στην αμερικάνικη αγορά και καταγράφηκε η συχνότητα όλων των ασθενειών και των φυσιολογικών ανωμαλιών που εμφανίστηκαν σε μήλα και αχλάδια (Carpellini, 1987). Ο πίνακας που ακολουθεί δείχνει χαρακτηριστικά ότι οι μολωπισμοί καταλάμβαναν το μεγαλύτερο ποσοστό προσβολής απ' τα υπόλοιπα μετασυλλεκτικά προβλήματα στα εμπορεύματα. Είναι ευνόητο λοιπόν πόσο σημαντικό πρόβλημα αποτελούν οι μολωπισμοί για τη μετασυλλεκτική ζωή των μήλων και θα λέγαμε ότι πρακτικά είναι το πιο σημαντικό πρόβλημα όσον αφορά την υποβάθμιση της ποιότητας μετασυλλεκτικά στα οπωροκηπευτικά.

Πίνακας 1.1: Συχνότητα ασθενειών και φυσιολογικών ή μη ανωμαλιών σύμφωνα με επιθεωρήσεις του USDA σε εμπορεύματα μήλων.

Ανωμαλία-Ασθένεια	Εμπορεύματα που είχαν προσβληθεί (%)
Penicillium expansum	32,7
Botrytis cinerea	1,1
Μωλωπισμοί	75,1
Scald	4,6
Αμυχές	3,3
Bitter pit	3,5
Εσωτερική κατάρρευση	2
Συρρίκνωση	0,4
Υάλωση	0,2
Ήλιοκαύματα	0,1

1.3 Μηχανική Καταπόνηση

Η μηχανική καταπόνηση είναι ο κυρίαρχος παράγοντας υποβάθμισης ποιότητας των νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων που παρατηρείται κατά μήκος όλης της μετασυλλεκτικής αλυσίδας που αρχίζει από τη συγκομιδή και μεταφορά μέχρι και την κατανάλωση. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, μεσολαμβάνουν μία πληθώρα φυσικών τραυμάτων στο συγκομιζόμενο προϊόν πράγμα που μειώνει την οικονομική του αξία, ενώ αυξάνει παράλληλα την ευαισθησία σε προσβολές από μικροοργανισμούς, απώλεια νερού περιορίζοντας έτσι το θετικό αποτέλεσμα της ψυχοσυντήρησης. Οι μηχανικές καταπονήσεις μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες με βάση το είδος του τραυματισμού που προκύπτει από αυτές. Η πρώτη προέρχεται από ποικίλες πηγές και χαρακτηρίζεται από απουσία άμεσου εμφανούς τραυματισμού του ιστού, ενώ η δεύτερη είναι αποτέλεσμα φυσικού τραυματισμού του ιστού όπως σχισίματα, εκδορές και μωλωπισμοί (Kays et al., 1991).

Μηχανικές καταπονήσεις που προκαλούν φυσικό τραυματισμό αποτελούν σοβαρή πηγή υποβάθμισης ποιότητας κατά τη διάρκεια της μετασυλλεκτικής περιόδου.

Μετά από τραυματισμό αυξάνεται η αναπνοή και η παραγωγή αιθυλενίου των κυττάρων που έχουν τραυματιστεί καθώς και των γειτονικών τους (Kays et al., 1991).

Τρεις από τους πιο σημαντικούς τύπους μηχανικής καταπόνησης είναι:

Τριβή, η οποία είναι αποτέλεσμα της κίνησης του προϊόντος ενάντια σε ένα αντικείμενο που βρίσκεται σε επαφή με αυτό και προκαλεί τις λεγόμενες εκδορές. Αυτού του είδους η ζημιά λαμβάνει χώρα κατά τη διαλογή στο συσκευαστήριο και κυρίως κατά τη μεταφορά του οπωροκηπευτικού προϊόντος, όταν ανωμαλίες του οδοστρώματος ή των τροχών μεταφοράς του οχήματος συντελούν στη δημιουργία δονήσεων οι οποίες μεταδίδονται στο προϊόν.

Καταπόνηση από χτύπημα το οποίο συμβαίνει όταν το προϊόν πέφτει από τέτοιο ύψος και προκαλεί τραυματισμό. Στα φρούτα χαμηλής συνεκτικότητας σάρκας το ελάχιστο ύψος μπορεί να είναι μόνο μερικά εκατοστά, και ο τραυματισμός αναγνωρίζεται οπτικά ως μωλωπισμός. Ο μωλωπισμός περιορίζεται στη σάρκα και αρχικά μπορεί να ανιχνεύεται ως μία περιοχή που έχει χάσει νερό έπειτα από ξεφλούδισμα. Με την πάροδο του χρόνου, η έκθεση του εσωτερικού των τραυματισμένων κυττάρων στον αέρα οδηγεί στην εμφάνιση τυπικού καφετιάσματος.

Τέλος, ο τραυματισμός από συμπίεση λαμβάνει χώρα συχνά κατά τη διάρκεια του χειρισμού, μεταφοράς και συντήρησης του οπωροκηπευτικού προϊόντος. Η πιο κοινή αιτία της συμπίεσης είναι η τοποθέτηση του προϊόντος σε μεγάλο βάθος π.χ. στα bins που χρησιμοποιούνται κατά τη συγκομιδή (βάρος κιβωτίου 20 kg ή >200 kg).

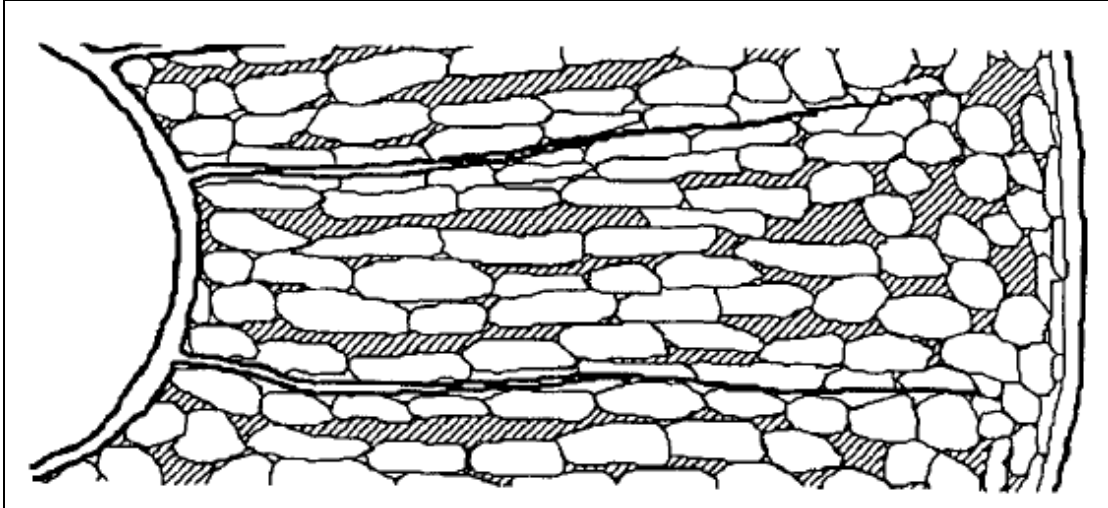
1.4 Μηχανική βλάβη του ιστού κατά το χτύπημα και την ακόλουθη ανάπτυξη του μωλωπισμού

Πριν αναφέρουμε για το τι παθαίνουν τα κύτταρα όταν εφαρμόζεται μία δύναμη σε αυτά, θα περιγράψουμε σύντομα τη δομή των ιστών. Οι ιστοί των εδώδιμων φυτικών προϊόντων έχουν τρία πρωτεύοντα στοιχεία που καθορίζουν τη μηχανική συμπεριφορά του προϊόντος. Αυτά είναι τα ίδια τα παρεγχυματικά κύτταρα, οι μεσοκυττάριοι δεσμοί μεταξύ κυττάρων που γειτνιάζουν και οι μεσοκυττάριοι χώροι μεταξύ των κυττάρων. Η πίεση σπαργής και η αντοχή του κυτταρικού τοιχώματος ελέγχουν τις μηχανικές ιδιότητες των παρεγχυματικών κυττάρων. Η πίεση σπαργής στο εσωτερικό του κυττάρου ρυθμίζεται από την αμφίδρομη κίνηση του νερού μέσω τις πλασματικής μεμβράνης. Η κίνηση του νερού επιτρέπει το υδατικό δυναμικό του κυττάρου και του μεσοκυττάριου χώρου να ισορροπήσει. Εκείνο που περιορίζει την επιμήκυνση του

κυτταροπλάσματος είναι το κυτταρικό τοίχωμα, που είναι δομικά το πιο αδρό στοιχείο του κυττάρου.

Επομένως, όταν εφαρμόζεται κάποια δύναμη εναντίον των παρεγχυματικών κυττάρων του καρπού, τα τελευταία αρχίζουν να αλλάζουν σε σχήμα και συγκεκριμένα μειώνεται η διάμετρος τους κατά την κατεύθυνση της δύναμης. Αφού το περιεχόμενο των κυττάρων δεν συμπιέζεται καθόλου ή πολύ λίγο, η αλλαγή στο σχήμα αλλάζει την αναλογία επιφάνεια προς όγκο κυττάρου και αυξάνει παράλληλα την πίεση σπαργής. Για την εξισορρόπηση του εσωτερικού και εξωτερικού δυναμικού, το νερό πρέπει να κινηθεί έξω από το κύτταρο για να αντισταθμίσει την αυξημένη πίεση σπαργής. Αν το βάρος της καταπόνησης είναι σαφέστατα χαμηλό και σύντομο, η παραμόρφωση θα είναι αρκετά ελαστική, με την έννοια ότι το κύτταρο θα ανακτήσει ένα μεγάλο ποσοστό από το αρχικό του σχήμα χωρίς όμως να επιστρέψει στην κατάσταση που ήταν πριν την καταπόνηση. Βέβαια, όσο περισσότερο διαρκεί η καταπόνηση, τόσο μεγαλύτερη καθαρή απώλεια νερού υπάρχει και λιγότερη δυνατότητα επιστροφής στην αρχική κατάσταση. Εάν όμως η δύναμη που ασκείται είναι πολύ μεγάλη, ξεπερνά την αντοχή του κυτταρικού τοιχώματος και τα κύτταρα σπάζουν. Όμως, σημασία ως προς την ευαισθησία στο μωλωπισμό έχει και η δομή του παρεγχύματος. Κύτταρα μεγάλου μεγέθους είναι πιο πιθανό να ζημιωθούν από εκείνα μικρότερου μεγέθους. Οι Khan και Vincent (1990) έδειξαν ότι η δομή μερικών ποικιλιών μήλου είναι ανισοτροπική, και ότι τα κύτταρα που είναι κοντά στον πυρήνα του καρπού έχουν διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες απ' ότι εκείνα κοντά στο φλοιό του καρπού. Τα κύτταρα που βρίσκονται ακριβώς κάτω από το φλοιό είναι μικρά και ακτινωτά πεπλατυσμένα. Προς το εσωτερικό, υπάρχει μία βαθμιαία αύξηση του μεγέθους σε διάμετρο η οποία είναι κατα μήκος της ακτίνας του μήλου (βλέπε Εικόνα). Αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν με τις παρατηρήσεις ότι το μέγεθος των κυττάρων αυξάνει από το εξωτερικό προς το εσωτερικό (Smith, 1940) και ότι τα κύτταρα προς το εσωτερικό γίνονται πιο ακτινωτά και επιμήκη (Bain and Robertson 1951).

Εικόνα 1.1. Διαγραμματική αναπαράσταση μιάς εγκάρσιας τομής της σάρκας μήλου που δείχνει τις αλλαγές στο μέγεθος, προσανατολισμό και αναλογία των κυττάρων προς τους μεσοκυττάριους χώρους. Οι σκούρες γραμμές αντιστοιχούν στις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες ενώ οι σκιαζόμενες περιοχές τους μεσοκυττάριους χώρους.



Οι μεσοκυττάριοι δεσμοί προσθέτουν μία άλλη διάσταση στις μηχανικές ιδιότητες του ιστού. Τα γειτονικά κύτταρα ενώνονται μεταξύ τους με ένα πηκτινικό στρώμα που καλείται middle lamella, το οποίο είναι πλαστικής φύσεως, με τους πηκτινικούς δεσμούς να έχουν τη δυνατότητα να αλλάζουν αργά θέση κατά τη συμπίεση. Εάν η δύναμη που ασκείται σε αυτό το στρώμα είναι μεγαλύτερη από την αντοχή του, τότε τα κύτταρα θα χωριστούν μεταξύ τους δίχως απαραίτητα να σπάσουν.

Τέλος, ο μεσοκυττάριος χώρος είναι απαραίτητο στοιχείο των ρεολογικών και μηχανικών ιδιοτήτων του ιστού. Όταν, ο μεσοκυττάριος χώρος είναι αρκετά μεγάλος, τότε αυτός εξυπηρετεί ως χώρος, στον οποίο τα κύτταρα μπορούν να επαναπροσανατολιστούν όταν συμπιέζονται και έτσι ο ιστός μπορεί να αλλάξει σημαντικά τον όγκο του.

Η περίπτωση της διάρρηξης του κυττάρου, αφορά τα χτυπήματα που προκαλούν μωλωπισμούς λόγω πτώσης των καρπών από κάποιο ύψος πάνω σε μία επιφάνεια ενός αντικειμένου ή κάποιου άλλου καρπού, και αποτελεί το αντικείμενο της παρούσας έρευνας.

Ο τραυματισμός φυτικού ιστού θέτει σε λειτουργία μία δραματική σειρά αλλαγών που ακολουθούνται είτε από ραγδαία υποβάθμιση και θάνατο του προϊόντος ή από επούλωση των τραυματισμένων επιφανειών. Η φύση της επουλωτικής διαδικασίας δεν έγινε σαφής από έρευνα που έγινε στην κιτρινοκόκκινη ποικιλία μήλου 'Aurora Golden

Gala' (Toivonen et al., 2007). Μάλιστα, η μικροσκοπική ανάλυση του επουλωμένου ιστού δεν επέτρεψε να βγούν συμπεράσματα. Σε πολλές περιπτώσεις τα κύτταρα και ο ιστός φάνηκαν να επιστρέφουν σε μία πλήρως μη ζημιωμένη δομή και οι καφέ χρωστικές εξαφανίστηκαν σε βάθος χρόνου αρκετών εβδομάδων συντήρησης αλλά η κυτταρική μάζα της περιοχής που είχε προηγουμένως μωλωπιστεί είχε χρώμα πιο κιτρινωπό σε σχέση με τη γειτονική μη μωλωπισμένη περιοχή. Δηλ. σε ιστούς που έχουν μερικώς επανέλθει από μωλωπισμούς, η κυτταρική μάζα ήταν κιτρινωπή και κάποιο καφέτιασμα ήταν ακόμη ορατό. Στην ίδια έρευνα, πιο γρήγορη μείωση των οπτικών ζημιών είχαμε για μήλα που οδηγήθηκαν στην ψύξη άμεσα μετά τη συγκομιδή και συντηρήθηκαν στους 1°C σε σύγκριση με μήλα που κρατήθηκαν σε πιο υψηλές θερμοκρασίες για λίγες ημέρες πριν την ψυχοσυντήρηση. Απ' ότι φαίνεται οι υψηλές θερμοκρασίες λειτούργησαν ως ανασταλτικός παράγοντας για την επουλωτική διαδικασία. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η επούλωση από μωλωπισμό μπορεί να ευνοηθεί από συντήρηση σε χαμηλή θερμοκρασία ή να ανασταλεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες.

Τόσο το γλυκολυτικό όσο και το μονοπάτι της φωσφορικής πεντόζης ενεργοποιούνται ως ανταπόκριση στην αυξημένη απαίτηση για παραγωγή πρωτογενών και δευτερογενών προϊόντων τα οποία χρειάζονται για την επούλωση τραυματισμού. Επομένως, η αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας σχετίζεται με την επουλωτική διεργασία των τραυματισμών. Η επούλωση περιλαμβάνει το σχηματισμό λιγνίνης, σουμπερίνης, και, σε μερικές περιπτώσεις, κάλλου. Συνεπώς, η αναπνοή διευκολύνει την παροχή ενέργειας και πρόδρομων ουσιών και συμπαραγόντων που απαιτούνται για την πραγματοποίηση επούλωσης τραυματισμού (Kays et al., 1991).

1.5 Παράγοντες που επιδρούν στην ευαισθησία των μήλων στους μωλωπισμούς

Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που επηρεάζουν την ευαισθησία στο μωλωπισμό.

Διαφορές στην ευαισθησία στον μωλωπισμό μεταξύ διαφορετικών ποικιλιών μήλων (και όχι μόνο) μπορεί να είναι ουσιαστικής σημασίας. Έρευνα έδειξε ότι η ποικιλία 'Gala' είχε τους περισσότερους μωλωπισμούς σε σύγκριση με άλλες ποικιλίες, ενώ η 'Braeburn' τους λιγότερους (Pang et al., 1996). Βέβαια, η εκτίμηση του μωλωπισμού στην ποικιλία 'Gala' έγινε με βάση την παραμόρφωση που προκαλείται στον καρπό και υποδηλώνει την ύπαρξη μωλωπισμού και όχι με βάση την αλλαγή του

χρώματος του φλοιού όπως έγινε με τις ποικιλίες ‘Granny Smith’, ‘Braeburn’ και ‘Fuji’. Με κριτήριο το χρώμα του φλοιού η ποικιλία ‘Granny Smith’ είχε το μεγαλύτερο αριθμό εμφανών μωλωπισμών εξαιτίας του ομοιόμορφου πράσινου χρωματισμού που διευκολύνει την ανίχνευση μωλωπισμών (Pang et al., 1996). Άλλη έρευνα κατέταξε τρεις ποικιλίες σε διαφορετικές ομάδες ευαισθησίας στο μωλωπισμό γιατί διέφεραν στο ποσοστό του ιστού που τραυματίζεται από διάφορα ύψη πτώσης των καρπών με την ποικιλία Cox’s Orange Pippin να είναι πιο ανθεκτική από τις Ingrid Marie και Aroma, ενώ η τελευταία ήταν η πιο ευαίσθητη (Ericsson and Tahir, 1996).

Η ημερομηνία συγκομιδής, η διάρκεια και συνθήκες συντήρησης, δεν επηρεάζουν μόνο την ωρίμανση του φρούτου, αλλά και την ευαισθησία των μήλων στους μωλωπισμούς. Έρευνες έχουν δείξει ότι όσο πιο όψιμη είναι η συγκομιδή τόσο αυξάνεται και ο αριθμός μωλωπισμών, ενώ όσο πιο μεγάλη είναι η περίοδος συντήρησης τόσο λιγότερη ζημιά έχουμε από μωλωπισμούς (Klein, 1987; Hyde and Ingle, 1968; Tsukamoto, 1981). Όμως, άλλες έρευνες, όπως αυτή των Schoorl and Holt (1977), αναφέρουν ότι η ευαισθησία στους μωλωπισμούς είναι ανάλογη της περιόδου συντήρησης. Αυτή η αντίφαση που παρατηρείται μεταξύ των αποτελεσμάτων αυτών των ερευνών ίσως να οφείλεται στην ενέργεια που απορροφά το φρούτο κατά το χτύπημα. Ενώ στην τελευταία έρευνα η απορροφούμενη ενέργεια ήταν 1,25J (Schoorl and Holt, 1977), στις άλλες η ενέργεια για εκείνες τις πειραματικές συνθήκες ήταν μεταξύ 0,2 έως 0,7J (Klein, 1987; Hyde and Ingle, 1968; Tsukamoto, 1981), πράγμα που υποδηλώνει ότι ενδέχεται να υπάρχει ένα όριο απορροφούμενης ενέργειας πάνω από το οποίο αυξάνεται η ευαισθησία στους μωλωπισμούς ανάλογα με την διάρκεια συντήρησης. Η θερμοκρασία του καρπού τη στιγμή του χτυπήματος και της ακόλουθης πρόκλησης μωλωπισμού είναι γνωστός παράγοντας που επηρεάζει την ευαισθησία των καρπών στους μωλωπισμούς (Saltveit, 1984; Thomson et al., 1996; Baritelle and Hyde, 2001). Επίσης, η θερμοκρασία συντήρησης μετά την πρόκληση χτυπήματος είναι γνωστό ότι επηρεάζει την ανάπτυξη μωλωπισμού (Saltveit, 1984; Thomson et al., 1996) και μάλιστα η ευαισθησία αυξάνει όσο αυξάνει η θερμοκρασία του φρούτου. Όμως άλλοι ερευνητές έδειξαν ότι η θερμοκρασία των μήλων την στιγμή του χτυπήματος ή κατά την ακόλουθη ανάπτυξη του μωλωπισμού δεν είχε καμία επίδραση στην ευαισθησία ως προς τον μωλωπισμό (Klein, 1987; Schoorl and Holt, 1977). Τέλος, ο van Lancker (1979) βρήκε ότι η ευαισθησία στον μωλωπισμό είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη θερμοκρασία του φρούτου. Η ζημιά από μωλωπισμό καρπών που χτυπήθηκαν σε θερμοκρασία $>25^{\circ}\text{C}$ είναι μικρότερη από εκείνη σε θερμοκρασία

μεταξύ 0-20°C (Lidster and Tung, 1980; Schoorl and Holt, 1977; Sommer et al., 1960; van Lacker, 1979). Εξαιρέση αποτελεί η αναφορά του Saltveit (1984), ο οποίος βρήκε μεγαλύτερη ζημιά από μωλωπισμό στους 30°C σε σύγκριση με εκείνη σε χαμηλότερες θερμοκρασίες. Παρόλο αυτά, αν ληφθεί υπόψη ότι η διάρκεια συντήρησης των μήλων του πειράματος του ήταν 6 μήνες, αυτό μπορεί να σημαίνει ότι τα αποτελέσματα του δεν είναι συγκρίσιμα με εκείνα των άλλων ερευνητών, οι οποίοι χρησιμοποίησαν καρπούς που μόλις είχαν συγκομισθεί ή είχαν συντηρηθεί μόνο για μερικές εβδομάδες (Klein, 1987).

Ακόμη, η ευαισθησία στο μωλωπισμό αυξάνεται με το μέγεθος και το βάρος του καρπού. Έρευνα έχει δείξει ότι μήλα μεγάλου μεγέθους ήταν πιο επιρρεπή στους μωλωπισμούς απ' ό,τι τα μικρότερα, και ότι αυτό ενδεχομένως οφείλεται στην υψηλότερη ενέργεια κατά το χτύπημα του καρπού στην επιφάνεια πρόσκρουσης (Ericksson and Tahir, 1996). Επίσης, οι καρποί δεν είναι ομοιόμορφα ανθεκτικοί ή ευαίσθητοι στα χτυπήματα, αλλά υπάρχει διαφορά μεταξύ διαφορετικών περιοχών του καρπού. Για το μήλο, έχει βρεθεί ότι το 'μάγουλο' δηλαδή η περιοχή του καρπού μεταξύ των δύο άκρων του είναι πιο ευαίσθητη στους μωλωπισμούς σε σχέση με τα άκρα του μίσχου και της περιοχής του κάλυκα (Tsukamoto, 1981).

1.6 Χημική σύνθεση του μήλου και αλλαγές που παρατηρούνται κατά την ωρίμανση

1.6.1 Αλλαγές στο βάρος του καρπού

Ο Zhang (1994) διατηρώντας φρούτα σε θερμοκρασία δωματίου για αρκετές ημέρες έδειξε ότι η απώλεια νερού παίζει σημαντικό ρόλο στους μωλωπισμούς. Συγκεκριμένα ανέφερε ότι απώλεια βάρους 2% διπλασίασε το κατώτερο όριο του ύψους πτώσης των καρπών στο οποίο λαμβάνει χώρα ο μωλωπισμός. Ο όγκος του μωλωπισμού ήταν μεγαλύτερος για τα λιγότερο διογκωμένα φρούτα. Ο ρόλος της ωρίμανσης στην ίδια έρευνα δεν συζητήθηκε.

1.6.2 Αλλαγές στο χρώμα του φλοιού του καρπού

Ο κύριος παράγοντας στις αλλαγές του χρώματος κατά την ωρίμανση είναι η μετατροπή χλωροπλαστών από πλούσιους στην πράσινη χρωστική, την χλωροφύλλη, σε χρωμοπλάστες πλούσιους σε κίτρινες ή κόκκινες χρωστικές, τα καροτενοειδή. Η μεταβολική σημασία της μετατροπής είναι η απώλεια της ικανότητας να

πραγματοποιηθεί φωτοσυνθετική δέσμευση CO₂. Έχει αποδειχτεί στα μήλα ότι οι χλωροπλάστες του φλοιού του καρπού είναι λειτουργικά ενεργοί στη φωτοσύνθεση και ότι ακόμα και οι εσωτερικοί ιστοί τις σάρκας περιέχουν ενεργά πλαστίδια. Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα με βάση τη χλωροφύλλη, που εκτιμάται από διαφορές στην ανταλλαγή CO₂ μεταξύ συνεχόμενων φωτεινών και σκοτεινών περιόδων, ήταν παρόμοια με τα φύλλα. Παρά τα σφάλματα στους μετρούμενους ρυθμούς φωτοσυνθετικής δραστηριότητας αυτής της μεθόδου, φαίνεται ότι υπάρχει μικρή καθαρή δέσμευση CO₂ στα μήλα η οποία αντισταθμίζεται σε μεγάλο βαθμό από την αναπνευστική παραγωγή CO₂, λαμβάνοντας υπόψη ότι η συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα επιφάνειας είναι πολύ λιγότερη στους καρπούς από τα φύλλα. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των μήλων, ο ρυθμός της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας ήταν σταθερός κατά τη διάρκεια του πρώτου μέγιστου της κλιμακτικής αύξησης της αναπνοής, αλλά μειώθηκε στα ακόλουθα στάδια. Επίσης, φάνηκε σαφές μετά το πείραμα της επίδρασης του φωτός στην αύξηση του φρούτου ότι η περιορισμένη φωτοσυνθετική δραστηριότητα του καρπού έχει μόνο μια μικρή επίδραση στην προώθηση της συσσώρευσης αποθεμάτων όπως το μηλικό οξύ και ότι οι αλλαγές αυτής της δραστηριότητας δεν φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της ωρίμανσης. Κατά την έναρξη της ωρίμανσης, με βάση την αύξηση της παραγωγής αιθυλενίου, η διάσπαση της χλωροφύλλης επιταχύνεται, τα θυλακοειδή εξαφανίζονται και υπάρχει μία αντίστοιχη μείωση στις διαλυτές πρωτεΐνες του χλωροπλάστη που σχετίζονται με τη μεμβράνη του κυττάρου (Bathgate et al., 1985, 1986). Νωρίς κατά την ανάπτυξη τους οι χρωμοπλάστες διατηρούν την ικανότητα τους για σύνθεση μερικών πρωτεϊνών.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες χρωστικών που είναι υπεύθυνες για το χρώμα των καρπών: τα καρετονοειδή και οι ανθοκυανίνες. Όπως στα περισσότερα ώριμα φρούτα έτσι και στα μήλα οι ανθοκυανίνες είναι υπεύθυνες για το κόκκινο χρώμα. Οι ανθοκυανίνες αποθηκεύονται εκτός χλωροπλάστων και είναι υδατοδιαλυτές φαινολικές χρωστικές. Υπάρχουν ως πολύπλοκες ενώσεις των ανθοκυανιδινών και πιστεύεται ότι αποθηκεύονται στο χυμοτόπιο του κυττάρου. Οι έξι κύριες ανθοκυανιδίνες που υπάρχουν στο φρούτο είναι συνήθως παρούσες ως 3-γλυκοσίδια. Το κυανιδιν-3 γλυκοσίδιο είναι η κύρια υπεύθυνη χρωστική για το κόκκινο χρώμα των κόκκινων ποικιλιών μήλων. Συχνά, ο αριθμός των ανθοκυανινών που υπάρχουν σε έναν απλό ιστό είναι μεγάλος και η καθεμία από αυτές συνεισφέρουν στο χρώμα του φρούτου. Το χρώμα των ανθοκυανινών είναι κόκκινο σε όξινο pH, αλλά μειώνεται καθώς αυξάνεται

το pH. Σε αλκαλικό pH, οι χρωστικές είναι μπλε, αλλά το χρώμα 'σβήνει' εξαιτίας της μετατροπής των χρωστικών σε άχρωμες μορφές. Η επίδραση του pH και της θερμοκρασίας στο χρώμα σε ελεύθερο διάλυμα, καθώς καθορίζεται από την ισορροπία μεταξύ άχρωμων και έγχρωμων μορφών όπως περιγράφηκε από τον Timberlake (1982). Πάντως, φαίνεται απίθανο ότι το pH είναι ο κύριος παράγοντας στον καθορισμό του χρώματος των καρπών που περιέχουν ανθοκυανίνες. Μάλλον, η αλληλεπίδραση μεταξύ ανθοκυανινών και άλλων άχρωμων φαινολικών χρωστικών καθώς και των ανθοκυανινών με τα μεταλλικά ιόντα μπορεί να είναι σημαντικές στο μπλέ χρώμα των καρπών με όξινο φλοιό. Άλλοι παράγοντες που παίζουν ρόλο στην βιοσύνθεση ανθοκυανινών στο φλοιό είναι το φως και το αιθυλένιο.

Στα μήλα, ο σχηματισμός ανθοκυανινών στον φλοιό του καρπού εξαρτάται από το φως. Μελέτες του φάσματος δράσης δείχνουν ότι φως φάσματος μεταξύ 600 και 750nm είναι απαραίτητο για τη σύνθεση των ανθοκυανινών με μέγιστο που παρατηρείται στα 650nm. Υπάρχουν σχετικά λίγες μελέτες όσον αφορά τις αλλαγές στο επίπεδο των ενζύμων της σύνθεσης των ανθοκυανινών κατά την ωρίμανση, αλλά πιθανώς φαίνεται ότι το ένζυμο αμμωνιολυάση της φαινυλαλανίνης, μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στην ρύθμιση της βιοσύνθεσης ανθοκυανινών στο μήλο. Από την άλλη, οι Faragher and Chalmers (1977) δεν βρήκαν άμεση σχέση μεταξύ παραγωγής χρωστικών και δράσης της αμμωνιολυάσης της φαινυλαλανίνης (PAL), και απ' ότι φαίνεται το βιοσυνθετικό μονοπάτι πιθανόν ελέγχεται από άλλα ένζυμα. Όμως, είναι ζήτημα υποθετικό σήμερα εάν οι αλλαγές στη συσσώρευση χρωστικών οφείλεται στην εκ νέου σύνθεση μερικών ενζύμων ή στην ενεργοποίηση προϋπαρχόντων ενζύμων.

1.6.3 Αλλαγές στη συνεκτικότητα της σάρκας (Μεταβολισμός κυτταρικού τοιχώματος κατά την ωρίμανση)

Η ωρίμανση πολλών φρούτων σχετίζεται με αλλαγές της υφής και με το εκτεταμένο μαλάκωμα του ιστού. Διαφορετικά φρούτα μαλακώνουν σε διαφορετικό ρυθμό και σε ποικίλη ένταση. Αυτό πιθανώς αντανάκλα το γεγονός ότι αρκετοί μηχανισμοί μπορούν να προκαλέσουν μαλάκωμα. Αλλαγές στην υφή κατά την ωρίμανση μπορούν να προέλθουν από απώλεια σπαργής ή διάσπαση του αμύλου. Παρ' όλα αυτά, γενικά θεωρείται ότι αλλαγές στη σύνθεση και δομή του κυτταρικού τοιχώματος είναι οι κύριες αιτίες μαλακώματος και, κατ' επέκταση, αλλαγών υφής. Αλλαγές στο βαθμό επαφής μεταξύ των παρεγγυματικών κυττάρων του καρπού όπως επίσης και της δομής των ίδιων των κυτταρικών τοιχωμάτων θα επηρεάσουν την υφή.

Ο Knee εφάρμοσε τον ίδιο τύπο ανάλυσης με εκείνο του Albersheim για τη μελέτη της δομής του κυτταρικού τοιχώματος του μήλου κατά την ωρίμανση. Βρήκε ότι τρεις είναι οι πολυσακχαρίτες στο πρωτεύον τοίχωμα των παρεγχυματικών κυττάρων: η ακυτταρινάση, μια ξυλογλουκάνη και μία ραμνογαλακτουρονάνη. Στην ίδια έρευνα βρέθηκε ότι κατά την ωρίμανση του μήλου υπήρξε μία μείωση της γαλακτόζης του κυτταρικού τοιχώματος, η οποία οφείλεται στη διάσπαση των δεσμών μεταξύ της ξυλογλουκάνης και ραμνογαλακτουρονάνης πράγμα που οδήγησε σε χαλάρωση της δομής του τοιχώματος. Επιπλέον, υπάρχει αύξηση των υδατοδιαλυτών πολυουρονιδίων η οποία έχει συσχετιστεί με το διαχωρισμό των κυττάρων και το μαλάκωμα του ιστού. Στα μήλα τα απελευθερούμενα πολυουρονίδια έχουν χαμηλό περιεχόμενο ουδέτερων σακχάρων και πιστεύεται ότι βρίσκονται στο μεσοκυττάριο συνδετικό πηκτινικό ιστό (middle lamella). Η αυξημένη διαλυτότητα των πολυουρονιδίων του κυτταρικού τοιχώματος είναι χαρακτηριστική αλλαγή κυτταρικού τοιχώματος που συμβαίνει κατά την διάρκεια του μαλακώματος σε πολλά φρούτα. Ενώ σε μερικές περιπτώσεις όπως το αχλάδι, εκτός από τη διαλυτοποίηση των πολυουρονιδίων, υπάρχουν στοιχεία που συνηγορούν ότι και εκτεταμένη διάσπαση λαμβάνει χώρα. Στα μήλα, τα διαλυτοποιημένα πολυουρονίδια είναι υψηλού μοριακού βάρους και η απελευθέρωσή τους πιστεύεται ότι οφείλεται σε λεπτές αλλαγές στις σχέσεις μεταξύ των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος. Υπάρχει ένας αριθμός ενζύμων που δρουν στο μεταβολισμό των πολυουρονιδίων κατά την ωρίμανση του φρούτου. Συχνά η δράση αυτών των ενζύμων είναι χαμηλή ή απύσχα στο άγουρο φρούτο και αυξάνεται κατά την ωρίμανση. Το ένζυμο που συχνά εμπλέκεται στη διαλυτοποίηση της πηκτίνης είναι η δεσμευμένη στο κυτταρικό τοίχωμα πολυγαλακτουρονάση (PG), η οποία δρά στα μόρια αποεστεροποιημένης πηκτίνης και συγκεκριμένα στους δεσμούς μεταξύ των ομάδων γαλακτουρονικού οξέος. Έχουν βρεθεί δύο τύποι αυτού του ενζύμου: η εξω-PG, που διασπά τρεις ομάδες γαλακτουρονικού οξέος από το μη-αναγωγικό άκρο του μορίου και η ενδο-PG που διασπά τυχαία την αλυσίδα των πολυουρονιδίων. Τα μήλα περιέχουν μόνο εξω-PG και δεν υπάρχουν στοιχεία περί ύπαρξης ενδο-PG. Όμως η εξω-PG είναι ικανή να διασπάσει το κυτταρικό τοίχωμα απελευθερώνοντας χαμηλού μοριακού βάρους μόρια ουρονικού οξέος και πολυουρονίδια.

1.6.4 Αλλαγές στα Διαλυτά Στερεά Συστατικά

Τα κύρια σάκχαρα που υπάρχουν στα μήλα είναι η φρουκτόζη, η σουκρόζη και η γλυκόζη. Η σορβιτόλη που είναι παρούσα αλλά σε μικρότερες ποσότητες στον καρπό

και σε μεγαλύτερες στα φύλλα, παίζει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό της μετακίνησης και συσσώρευσης σακχάρων κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του καρπού (Berüter, 1985).

Έρευνα έδειξε ότι το πιο άφθονο σάκχαρο είναι η φρουκτόζη τα επίπεδα της οποίας κυμαίνονται μεταξύ 3,9 και 5,7% του νεπού βάρους του ώριμου μήλου. Το περιεχόμενο της σουκρόζης κυμαίνεται μεταξύ 3,5 και 4,6% και της γλυκόζης μεταξύ 0,8 και 1%. Η σουκρόζη αυξάνεται σταθερά μέχρι τη συγκομιδή, ενώ η φρουκτόζη και η γλυκόζη αντίθετα κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα μέχρι ακριβώς πριν τη συγκομιδή όταν το περιεχόμενο τους αυξάνεται ξαφνικά (Ackermann et al., 1992). Η υψηλότερη συγκέντρωση σακχάρων σημειώθηκε κοντά στο χρόνο συγκομιδής και μειώθηκε απότομα σε περισσότερο ή λιγότερο σταθερά επίπεδα κατά τις πρώτες εβδομάδες της συντήρησης. Τα επίπεδα των σακχάρων αντιστράφηκαν κατά τη διάρκεια της συντήρησης, όπου η συγκέντρωση της σουκρόζης μειώνεται, ενώ εκείνη της γλυκόζης και φρουκτόζης αυξάνεται, υποδεικνύοντας την μετατροπή της σουκρόζης σε γλυκόζη και φρουκτόζη. Όμως, αυτή η μετατροπή δεν είναι πλήρης, γιατί περίπου το 1/3 της μείωσης της συγκέντρωσης σουκρόζης δεν μπορεί να αποδοθεί στην αύξηση των άλλων σακχάρων, αλλά σε απώλεια λόγω αναπνοής (Fuleki et al., 1994). Η συσσώρευση των σακχάρων συνδέεται με την μετατροπή της σορβιτόλης που μεταφέρεται από τα φύλλα στον καρπό κατά τη διόγκωση του κυττάρου με τη φρουκτόζη και τη σουκρόζη να είναι τα σάκχαρα που οφελούνται από αυτή την μετατροπή (Berüter, 1985). Η ταχεία αύξηση της γλυκόζης λίγο πριν τη συγκομιδή μπορεί να συσχετισθεί με την υδρόλυση του αμύλου (Osterloch, 1980). Η απότομη μείωση της συγκέντρωσης όλων των σακχάρων αρκετές φορές κατά την έναρξη της συντήρησης μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι τα μήλα συγκομίσθηκαν λίγο πριν την κλημακτηρική αύξηση της αναπνοής. Αυτή η φάση χαρακτηρίζεται από μία περίοδο αυξημένης αναπνοής κατά τη διάρκεια της οποίας σάκχαρα και οξέα χρησιμοποιούνται ραγδαία ως υποστρώματα σε μεταβολικές διεργασίες. Αντίθετα, πολλές φορές μετράται μια αύξηση των σακχάρων μετασυλλεκτικά που οφείλεται στην υδρόλυση του αμύλου, αν αυτό είναι παρών στους αμυλόκοκκους ακόμα. Η σορβιτόλη που εισέρχεται κατά την αύξηση του καρπού προσυλλεκτικά προερχόμενη από τα φύλλα δεν συσσωρεύεται αλλά μετατρέπεται σε φρουκτόζη, σουκρόζη και γλυκόζη και θα περίμενε κανείς ότι η πραγματική συγκέντρωση στον καρπό μετασυλλεκτικά θα παρέμενε σε σταθερά επίπεδα. Όμως ερευνητές έδειξαν ότι, παρόλο που η συγκέντρωση της σορβιτόλης ήταν πολύ χαμηλή, υπήρξε μία μικρή τάση αύξησης μετά τη συγκομιδή (Ackermann et al., 1992). Αυτή η

μικρή αύξηση που παρατηρείται κατά τη συντήρηση μπορεί να αποδοθεί στη αναερόβια μετατροπή της φρουκτόζης (Osterloch, 1980).

1.6.5 Αλλαγές στην οξύτητα

Το pH του καρπού είναι συνήθως κάτω του 7, πράγμα που υποδεικνύει την ύπαρξη οργανικών οξέων όπως μηλικού και κιτρικού οξέος. Το μηλικό οξύ είναι κυρίαρχο οξύ σε φρούτα όπως: μήλο, αχλάδι, βερούκοκκο, μπανάνα, κεράσι, ροδάκινο, αχλάδι κ.α., ενώ το κιτρικό οξύ είναι χαρακτηριστικό των εσπεριδοειδών και άλλων φρούτων όπως το σύκο, η φράουλα, ο ανανάς, ενώ στα ίδια επίπεδα λίγο πολύ βρίσκονται και τα δύο οξέα στην τομάτα. Ενώ αυτά είναι τα κύρια οξέα, πολλά φρούτα αποθηκεύουν μια ποικιλία οξέων σε σχετικά μικρές ποσότητες. Αυτά τα οξέα αποθηκεύονται στο χυμοτόπιο. Το γεγονός ότι τα οργανικά οξέα αποθηκεύονται στο χυμοτόπιο σημαίνει ότι δεν είναι τελείως διαθέσιμα στο μιτοχονδριακό σύστημα οξειδωσης το οποίο θεωρείται ότι είναι το μέρος του μεταβολισμού των οξέων κατά την ωρίμανση του φρούτου. Στα μήλα, φαίνεται να υπάρχει ένα επιπρόσθετο κυτοπλασμικό σύστημα αποκαρβοξυλάσης του μηλικού οξέος, το οποίο ενδέχεται να παίζει κάποιο ρόλο στη μείωση της οξύτητας κατά την ωρίμανση. Όποια και να είναι η τοποθεσία ή η πορεία της οξειδωσης του μηλικού οξέος, είναι ξεκάθαρο ότι παράγοντες που αλλάζουν τα χαρακτηριστικά διαπερατότητας της μεμβράνης του χυμοτοπίου (τονοπλάστης) μπορεί να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην αξιοποίηση των οργανικών οξέων.

Για το μήλο, το κυρίαρχο οργανικό οξύ, το μηλικό αντιστοιχεί περίπου στο 90% του συνόλου των οργανικών οξέων. Το υπόλοιπο καταλαμβάνουν το κιτρικό και σουκινικό οξύ, ενώ τα υπόλοιπα οργανικά οξέα εντοπίζονται ως ίχνη (Hulme and Rhodes, 1971). Οι διαθέσιμες πληροφορίες για τις αλλαγές των οξέων κατά την ωρίμανση του φρούτου προσυλλεκτικά ή κατά τη συντήρηση είναι λίγες σε σύγκριση με εκείνες που αφορούν τα σάκχαρα. Οι περισσότερες μελέτες επικεντρώνονται στη χημική σύνθεση κατά τη συγκομιδή ή όταν τα μήλα είναι ώριμα για κατανάλωση. Επιπλέον, οι σημαντικές διαφορές μεταξύ ποικιλιών μήλου και λόγω των καλλιεργητικών συνθηκών κάνουν δύσκολη τη σύγκριση των δημοσιευμένων αποτελεσμάτων. Όμως έρευνα πάνω στις αλλαγές που παρατηρούνται κατά την ωρίμανση και συντήρηση των μήλων έδειξε ότι η συγκέντρωση του μηλικού οξέος κυμαινόταν μεταξύ 0,4-1% και μόνο ίχνη κιτρικού και σουκινικού οξέος βρέθηκαν (Ackermann et al., 1992). Η συγκέντρωση οξέων στη σάρκα του φρούτου μειώθηκε ελαφρά κατά την πορεία της ανάπτυξης του καρπού. Όμως, παρατηρήθηκε μία απότομη

μείωση λίγο πριν τη συγκομιδή. Αυτή η μείωση μπορεί να αποδοθεί στην επίδραση του φαινομένου της αραίωσης που προκλήθηκε από την αύξηση της μάζας κατά τη φάση της αύξησης των κυττάρων. Μετά τη συντήρηση, η αυξημένη αναπνοή είναι επίσης υπεύθυνη για τη μείωση της οξύτητας, αφού το μηλικό οξύ όπως και τα σάκχαρα είναι τα κύρια υποστρώματα της αναπνοής.

1.6.6 Αλλαγές στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών

Ο αποχρωματισμός του ιστού του μήλου ή καφέτιασμα οφείλεται κυρίως στην οξειδωση φαινολικών ουσιών από την πολυφαινολοξειδάση (PPO). Ο ρυθμός του ενζυματικού καφετιάσματος στα μήλα εξαρτάται από τη δράση της PPO και τη συγκέντρωση πολυφαινολών (Harel et al., 1964; CoSeteng and Lee, 1987). Μερικές μελέτες έχουν δείξει ότι το χλωρογενικό οξύ είναι η κύρια φαινολική ουσία στα μήλα, μειώνεται ταχύτατα κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων της ανάπτυξης του φρούτου και φτάνει σε ένα σταθερό επίπεδο κατά την ωρίμανση (Walker, 1963; Vamos-Vigyazo et al., 1976). Η συνολική συγκέντρωση φαινολών στα μήλα αναφέρεται ότι παραμένει σε ένα σχετικά σταθερό επίπεδο κατά τη διάρκεια της συντήρησης (Harel et al., 1966; CoSeteng and Lee, 1987). Παρόλο αυτά, έχει αναφερθεί ότι αλλάζει η συγκέντρωση μερικών φαινολικών ουσιών όπως κατεχίνες (Mosel and Herman, 1974; Kolesnik et al., 1977) και χλωρογενικό οξύ (Walker, 1962; CoSeteng and Lee, 1987), κατά τη διάρκεια της συντήρησης.

Οι κυριότερες φαινολικές ουσίες της σάρκας του μήλου είναι οι ακόλουθες πέντε: επικατεχίνη, B₂ προκυανιδίνη, ξυλογαλακτοσίδιο φλορετίνης, γλουκοσίδιο φλορετίνης και χλωρογενικό οξύ. Ο φλοιός του καρπού περιέχει επιπλέον πέντε γλυκοσίδια κερκετίνης (γλουκοσίδιο, γαλακτοσίδιο, ξυλοσίδιο, αραβινοσίδιο, ραμνοσίδιο) (Dick et al., 1987; Oleszek et al., 1988). Αξίζει να σημειωθεί ότι η σχετική ποσότητα των φαινολικών του φλοιού ήταν αρκετές φορές υψηλότερη από εκείνη της σάρκας και ότι τα γλυκοσίδια κερκετίνης βρέθηκαν μόνο στο φλοιό.

Η συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών μπορεί να μειώνεται γενικά κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Η συνολική ποσότητα τους αυξάνεται καθώς αυξάνεται το μέγεθος του φρούτου. Βέβαια, τόσο η ποσότητα όσο και η συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών είναι ανάλογες του βαθμού ωρίμανσης. Η συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών στο φλοιό μειώθηκε ραγδαία κατά την αύξηση του φρούτου (μεταξύ Ιουνίου και Ιουλίου) και έπειτα σταθεροποιήθηκαν καθ'όλη την περίοδο ωρίμανσης και συντήρησης του φρούτου. Η μείωση που παρατηρείται κατά τη διάρκεια

ανάπτυξης του καρπού φαίνεται ότι αποτελεί μέρος αλλαγών που συμβαίνουν σε αυτό το στάδιο ανάπτυξης του καρπού (Harel et al., 1966; Mosel and Herman, 1974; CoSeteng and Lee, 1987). Παρ' όλα αυτά, υπάρχει διαφωνία όσον αφορά τις αλλαγές των φαινολικών ουσιών κατά τη συντήρηση και την ωρίμανση. Οι Mosel and Herman (1974) και Kolesnik et al. (1977) διατύπωσαν την άποψη ότι η συγκέντρωση κατεχίνης στο μήλο είχε την τάση να μειώνεται για αρκετούς μήνες κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Όμως άλλες έρευνες δείχνουν ότι δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στη συγκέντρωση φλαβονοειδών κατά τη διάρκεια της συντήρησης σε χαμηλή θερμοκρασία (Van der Sluis et al., 2001; Golding et al., 2001), αν και έχει αναφερθεί αύξηση φαινολικών για κάποιες ποικιλίες (Napolitano et al., 2004). Τέλος, ο μεταβολισμός των φαινολικών του φλοιού παραμένει σχετικά σταθερός κατά τη διάρκεια μακράς συντήρησης στους 0°C (Golding et al., 2001).

Ερευνητές έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις των φαινολικών ουσιών επικατεχίνη, B₂ προκυανιδίνη και γλυκοσίδα φλορετίνης της σάρκας παρέμειναν σχετικά σταθερές από την περίοδο έναρξης της ωρίμανσης του φρούτου μέχρι και το τέλος της συντήρησης. Μάλιστα, οι ερευνητές αυτής της μελέτης συμπέραναν ότι η επικατεχίνη και η B₂ προκυανιδίνη είναι οι κύριες φαινολικές ουσίες και όχι το χλωρογενικό οξύ όπως έχει διατυπωθεί σε προγενέστερες έρευνες. Από τη στιγμή που η επικατεχίνη και η B₂ προκυανιδίνη σχετίστηκαν με πολύ υψηλότερους ρυθμούς καφετιάσματος και πιο έντονο χρώμα απ' ότι το χλωρογενικό οξύ (Oleszek et al., 1989), αυτές οι δύο φαινολικές ουσίες φαίνεται να είναι υπεύθυνες για το ενζυματικό καφέτιασμα του μήλου.

1.7 Επίδραση της συντήρησης σε χαμηλή θερμοκρασία στην ωρίμανση των φρούτων

Η συντήρηση νωπών φυτικών οργάνων αποτελεί έναν τρόπο διατήρησης όσο το δυνατόν περισσότερο της ποιότητας του. Όλες οι διεργασίες που εμπλέκονται με τη μείωση της ποιότητας και παρουσιάζονται παρακάτω εξαρτώνται από τη διάρκεια και τη θερμοκρασία συντήρησης. Αυτό σε γενικές γραμμές σημαίνει ότι όσο πιο χαμηλή είναι η θερμοκρασία συντήρησης χωρίς την πρόκληση ζημιάς στο φυτικό όργανο, τόσο πιο αργά λαμβάνουν χώρα οι διεργασίες της ωρίμανσης. Επίσης, όσο επιμηκύνεται η διάρκεια συντήρησης τόσο αυξάνονται οι απώλειες ποιότητας των οπωροκηπευτικών προϊόντων. Πρώτη απ' όλες τις αλλαγές που παρατηρούνται κατά τη συντήρηση όλων

των οπωροκηπευτικών προϊόντων είναι η απώλεια νερού πράγμα που οδηγεί στην επιτάχυνση της υποβάθμισης ποιότητας.

Όπως με την ωρίμανση, πολλές αλλαγές στους υδατάνθρακες των φυτικών οργάνων λαμβάνουν χώρα και κατά τη συντήρηση. Η αναπνοή καταναλώνει υδατάνθρακες και παράγει θερμότητα, η οποία μπορεί να αυξήσει τη θερμοκρασία στο χώρο συντήρησης και αυτό έχει ως συνέπεια να αυξηθεί περαιτέρω η αναπνοή. Ένας κύριος παράγοντας για επιτυχή συντήρηση είναι η γνώση της ταχύτητας αυτών των διεργασιών και η έγκαιρη και κατάλληλη απομάκρυνση της θερμότητας από το συντηρούμενο προϊόν. Το άμυλο που είναι παρόν σε μερικά είδη φυτικών οργάνων, όπως προαναφέρθηκε, υδρολύεται συχνά σε αναγωγικά σάκχαρα, που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των περιεχόμενων σακχάρων, η οποία σε συνδυασμό με την περαιτέρω απώλεια οργανικών οξέων κατά τη συντήρηση, συχνά συντελεί σε ένα πιο γευστικό φρούτο σε σχέση με εκείνο αμέσως μετά τη συγκομιδή. Από την άλλη μεριά, πολλά φυτικά όργανα δεν περιέχουν άμυλο, οπότε τα περιεχόμενα σάκχαρα μειώνονται αργά κατά τη διάρκεια της συντήρησης λόγω αναπνοής. Επίσης, συμβαίνουν αλλαγές στο κυτταρικό τοίχωμα με τη διαλυτοποίηση της πηκτίνης και οι μικρές αλλαγές που συμβαίνουν λόγω της δράσης της κυτταρινάσης και ημικυτταρινάσης είναι σημαντικές για την ποιότητα αφού συντελούν στο μαλάκωμα επιταχύνοντας έτσι την ανάπτυξη των μωλωπισμών, μηδενίζοντας τη δυνατότητα για μεταφορά αλλά και καθιστώντας τα φρούτα έτοιμα για κατανάλωση. Η διάσπαση της χλωροφύλλης συνεχίζεται κατά τη συντήρηση εξαιτίας κυρίως της υδατικής καταπόνησης και της έλλειψης φωτός. Τα καροτενοειδή παραμένουν σχετικά σταθερά κατά τη συντήρηση, ενώ σε μερικά φρούτα η παραγωγή τους συνεχίζεται μέχρι την πλήρη ωρίμανση και σε έλλειψη φωτός. Από την άλλη πλευρά, η ανθοκυανίνες είναι συχνά μη σταθερές κατά τη συντήρηση, μπορεί να διασπαστούν (με αποτέλεσμα την απώλεια ή αλλαγή του χρώματος) ή μετατροπή τους σε φαινολικά τα οποία συμβάλλουν στο καφέτιασμα του ιστού και απώλεια ποιότητας (Kramer, 1977).

Η θερμοκρασία επηρεάζει σημαντικά τη μετασυλλεκτική ζωή των μήλων. Οι περισσότερες ποικιλίες μήλων συντηρούνται στους 0-3°C για να επιβραδυνθεί η υποβάθμιση ποιότητας (όλες οι προαναφερθείσες διαδικασίες) μετά τη συγκομιδή. Η επιλογή της κατάλληλης θερμοκρασίας εξαρτάται από την ευαισθησία της ποικιλίας στη ζημιά από χαμηλές θερμοκρασίες άνω του μηδενός (chilling injury).

Μελέτες των Magness & Diehl (1924) και Landfald (1966) έδειξαν ότι καρποί αρκετών ποικιλιών μηλιάς μαλάκωσαν με όλο και πιο αργό ρυθμό καθώς η

θερμοκρασία μειωνόταν από τους 21 στους 0°C. Οι Johnston et al. (2001a, 2002b) βρήκαν ότι υπάρχουν τρεις αντιδράσεις μαλακώματος στη θερμοκρασία μεταξύ διαφόρων ποικιλιών και ιδιαίτερα όταν εκτίθενται σε θερμοκρασία δωματίου (20°C). Η πρώτη παρατηρήθηκε για τις ‘Royal Gala’ και ‘Cox’s Orange Pippin’, όπου ο ρυθμός μαλακώματος αυξήθηκε με τη θερμοκρασία από τους 0°C σε ένα μέγιστο ρυθμό στους 22°C, πριν μειωθεί μετά στους 35°C (Johnston et al. 2001a). Η δεύτερη παρατηρήθηκε στην ποικιλία ‘Granny Smith’, όπου οι καρποί μαλάκωσαν αργά σε όμοιους ρυθμούς από τους 0-12°C, αλλά σε γρήγορους μόνο στους 20°C αφού οι καρποί είχαν εκτεθεί σε αιθυλένιο ή στους 0,5°C (Johnston et al. 2001a, 2002b). Τέλος, η τρίτη βρέθηκε στην ποικιλία ‘Pacific Rose’TM, η οποία είχε παρόμοια αντίδραση με την ποικιλία ‘Granny Smith’ όταν συντηρήθηκε συνεχόμενα σε ένα εύρος θερμοκρασιών από τους 0-35°C, με τη διαφορά ότι δεν παρατηρήθηκε γρήγορο μαλάκωμα στους 20°C, αφού οι καρποί είχαν εκτεθεί σε αιθυλένιο ή σε ψυχρές θερμοκρασίες.

Γενικά, το φρούτο όταν είναι ζεστό εμφανίζει κάποια ελαστικότητα που το κάνει να ανθίσταται περισσότερο στους τραυματισμούς από χτυπήματα και λιγότερο στους τραυματισμούς από ‘δονήσεις’ (Sommet et al., 1960). Η θερμοκρασία συντήρησης μπορεί να επιδράσει σημαντικά στη συνεκτικότητα της σάρκας και η υποβάθμιση της ποιότητας αυξάνεται ανάλογα με το χρόνο συντήρησης. Η μείωση της συνεκτικότητας των μήλων συμπίπτει με την αύξηση στο χρώμα, γι’ αυτό σχετίζεται περισσότερο με την ωρίμανση παρά με την άμεση επίδραση της θερμοκρασίας στη συνεκτικότητα (Landfald, 1966). Η ωριμότητα του φρούτου όταν συγκομίζεται ή αλλιώς η ημερομηνία συγκομιδής (αργά ή νωρίς) σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία μπορεί να επηρεάσει διαφορετικά την συνεκτικότητα των μήλων σε σχέση με την επίδραση που ασκεί μεμονωμένα η θερμοκρασία (Watkins και Thompson, 1992). Η γεύση καθορίζεται σε σημαντικό βαθμό από την αναλογία σακχάρων-οξέων. Αλλαγές ή μη μπορούν να προκληθούν ανεξάρτητα στο ένα από το άλλο, αλλάζοντας έτσι τη γεύση. Η θερμοκρασία συντήρησης μπορεί να επηρεάσει το ρυθμό και την κατεύθυνση της αλλαγής. Ακόμη, υπάρχουν αλληλεπιδράσεις της θερμοκρασίας με το χρόνο συντήρησης και την ποικιλία στη γεύση.

Οι συγκεντρώσεις πτητικών ουσιών αυξήθηκαν με την αύξηση της θερμοκρασίας, αν και ο ρυθμός παραγωγής τους μειώθηκε πάνω από τους 32°C. Οι συγκεντρώσεις και οι ρυθμοί παραγωγής των εστέρων και αλκοολών της ποικιλίας μηλιάς ‘Jonathan’ αυξήθηκαν καθώς η θερμοκρασία αυξήθηκε από τους -1 στους 10°C κατά τη διάρκεια 12 εβδομάδων συντήρησης στο ψυγείο (Wills & McGlasson 1971). Για την ποικιλία

‘Red Delicious’ η μέγιστη παραγωγή εστέρων ήταν στους 22°C, η οποία μειώθηκε στους 32°C και αναστάλθηκε στους 46°C (Guadagni et al. 1971). Μήλα που μεταφέρονται στους 20°C μετά από συντήρηση σε χαμηλή θερμοκρασία, παράγουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις πτητικών ουσιών και φτάνουν τη μέγιστη παραγωγή τους νωρίτερα από τα μόλις συγκομισμένα μήλα, επίδραση που εξαρτάται από την ποικιλία. Οι συγκεντρώσεις βουτανικού οξέος και εξανικού οξέος στην ποικιλία ‘Cox’s Orange Pippin’ έφτασαν τη μέγιστη τιμή 18 ημέρες μετά τη συγκομιδή και 27 ημέρες μετά για τις βουταν-1-όλη και εξαν-1-όλη (Hatfield & Patterson 1975). Τέτοιες αυξήσεις στις πτητικές ουσίες μπορούν να προκύψουν από τη συγκέντρωση πρόδρομων ουσιών τους, όταν τα φρούτα συντηρούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες. Η θερμοκρασία επηρεάζει τη συγκέντρωση πτητικών ουσιών και τα πρότυπα τους αλλάζουν κατά τη συντήρηση, με τρόπο που εξαρτάται από την ποικιλία (Yahia et al. 1990b; Yahia et al. 1991). Για παράδειγμα, η μέγιστη συνολική συγκέντρωση πτητικών ουσιών της ποικιλίας ‘Cortland’ στους 3,3°C ήταν περίπου το 60% εκείνης στους 20°C, ενώ αντίστοιχα για την ‘McIntosh’ στους 3,3°C ήταν μόνο το μισό εκείνης στους 20°C (Yahia et al. 1990b; Yahia et al. 1991).

1.8 Επίδρασεις της θερμικής μεταχείρισης στην ωρίμανση

Η μέγιστη αντοχή των φυτών που κανονικά κυμαίνεται από 42-60°C συσχετίζεται αδρά με το φυσικό τους περιβάλλον (Karpen, 1981). Η θερμοκρασία εκτεταμένης ζημιάς έχει αναφερθεί ότι είναι 45°C για την τομάτα, 63°C για τα σταφύλια, και 49-52°C για τα μήλα (Huber, 1935). Αυτή η παραλλακτικότητα μπορεί να αποδοθεί εν μέρει στη διάρκεια έκθεσης στις υψηλές θερμοκρασίες.

Η μεταφορά των φυτών σε υψηλές θερμοκρασίες, προκαλεί καταπόνηση (stress). Η σοβαρότητα της καταπόνησης καθορίζεται από τη θερμοκρασία και από τη διάρκεια έκθεσης σε υψηλές θερμοκρασίες (Lurie et al., 1998). Άλλοι παράγοντες, όπως η ταχύτητα αλλαγής της θερμοκρασίας και οι προηγούμενες καλλιεργητικές συνθήκες, είναι επίσης σημαντικοί. Η επίδραση του χρόνου έκθεσης, αν και αναγνωρισμένη από πολλούς (Alexandrov, 1977; Blum, 1987), ερευνάται σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια (Burmeister et al., 1997; Porat et al., 2000). Η επίδραση της θέρμανσης στη μετασυλλεκτική ωρίμανση του φρούτου εξαρτάται από: (α) το επίπεδο της θερμοανθεκτικότητας προσυλλεκτικά, (β) την ποικιλία, (γ) μέγεθος του καρπού και μορφολογικά χαρακτηριστικά, (δ) φυσιολογική κατάσταση (στάδιο ωρίμανσης), (ε)

ρυθμός ανταλλαγής θερμότητας και ενεργειακή ισορροπία (θερμική διαφορά, θερμική ικανότητα και σχετική υγρασία), (ζ) τελική θερμοκρασία, και (η) τη διάρκεια έκθεσης σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Το χρώμα του καρπού επίσης, επιδρά στην προσυλλεκτική θερμική ιστορία ενός φρούτου. Θερμοκρασίες επιφάνειας ενός καρπού χρώματος σκούρου πράσινου μπορούν να φτάσουν 24°C υψηλότερα από τη θερμοκρασία αέρα του περιβάλλοντος, ενώ οι καρποί ανοιχτότερου χρώματος υπερτερούν της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος έως και κατά 10-12°C (Barber and Sharpe, 1971). Ο ρόλος της ποικιλίας στις αντιδράσεις στη θερμική μεταχείριση έχει μελετηθεί λιγότερο από τους άλλους παράγοντες και, ενώ σε μερικά φρούτα βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών, για τα μήλα δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ δύο ποικιλιών (Klein and Lurie, 1990).

Το μέγεθος του φρούτου, το σχήμα και η μορφολογία, παίζουν έναν σημαντικό ρόλο επηρεάζοντας την ομοιομορφία της θέρμανσης του ιστού. Η ομοιομορφία της θέρμανσης σχετίζεται με το ρυθμό μετάδοσης θερμότητας, ο οποίος είναι χαμηλός σε φυτικό ιστό και πλησιάζει εκείνον του νερού. Για τα μήλα, η θερμική αγωγιμότητα $<0,5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ και, όπως σε πολλά φρούτα, είναι μικρότερη από εκείνη του νερού που έχει θερμική αγωγιμότητα $0,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ (Sweat, 1974).

Εάν το νερό χρησιμοποιείται ως μέσο ανταλλαγής θερμότητας, η ζώνη περιορισμού της θερμότητας μειώνεται ακόμα περισσότερο και η μεγαλύτερη θερμαντική ικανότητα του νερού αυξάνει το ρυθμό ανταλλαγής της θερμότητας. Όταν αμφότερα, θερμό νερό και αέρας, χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα, η μάζα του ιστού του φρούτου δεν θερμαίνεται ομοιόμορφα, αλλά υπάρχει μία διαβάθμιση από την επιφάνεια προς το κέντρο τόσο της θερμοκρασίας όσο και της διάρκειας που διατηρείται αυτή.

Οι μεγάλες κυτταρολογικές αλλαγές που ακολουθούν την έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες (45°C) έχουν περιγραφεί (Belehradek, 1957) και περιλαμβάνουν συμπίεση και λύση του κυτοπλάσματος, αλλαγές στον πυρήνα και αλλαγή στη μίτωση. Η ροή του πρωτοπλάσματος αναστέλλεται, και υπάρχει αυξημένο ιξώδες πρωτοπλάσματος και απώλεια διαπερατότητας των μεμβρανών (Alexandron, 1977). Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (<40°C) δεν έχουν παρατηρηθεί κυτταρολογικές επιδράσεις (Cheng et al., 1988).

Οι κυτταρικές μεμβράνες έχει δειχθεί ότι καταπονούνται από θερμική μεταχείριση (Alexandron, 1977) και έχει γίνει ανασκόπηση όσον αφορά το ρόλο των μεμβρανών στη νέκρωση του κυττάρου από θέρμανση (Blum, 1987). Έχει βρεθεί 50% υψηλότερη διαρροή ηλεκτρολυτών σε ιστούς, σχήματος δίσκου, μήλων αφού είχαν διατηρηθεί σε

θερμό αέρα 38°C για 2 ημέρες (Lurie and Klein, 1990). Η διαρροή ηλεκτρολυτών μειώθηκε και έφτασε στα επίπεδα του μάρτυρα μέσα σε 2 ημέρες με τη μεταφορά των δειγμάτων στους 20°C. Όμως, λίγες αλλαγές έχουν αναφερθεί τις πρώτες ώρες της έκθεσης, προτείνοντας ότι αλλαγές στις μεμβράνες μπορεί να είναι το αποτέλεσμα και όχι η αιτία της βλάβης του κυττάρου.

Η ωρίμανση πολλών κλιμακητικών φρούτων χαρακτηρίζεται από μαλάκωμα της σάρκας, αυξημένη ανάπτυξη χρώματος, καθώς και αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας και της πορείας του αιθυλενίου. Παρ' όλα αυτά, η θερμική μεταχείριση αναστέλλει τη διεργασία της ωρίμανσης, το ρυθμό της αναπνοής και την παραγωγή αιθυλενίου σε πολλά οπωροκηπευτικά προϊόντα (Lurie, 1998).

Ο ρυθμός αναπνοής του καρπού που ωριμάζει αρχικά αυξάνεται σε υψηλές θερμοκρασίες (Jones, 1939; Akamine, 1966; Maxie et al., 1974; Ogura et al., 1976; Inaba and Chachin, 1988, 1989; Klein and Lurie, 1990; Lurie and Klein, 1991; Mitcham and McDonald, 1993). Μετά τη θερμική μεταχείριση, ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται κοντά ή και κάτω από τα επίπεδα του μάρτυρα. Ομοίως στα μήλα, ο ρυθμός αναπνοής είναι χαμηλότερος κατά τη μεταφορά των καρπών που έχουν υποστεί θερμική μεταχείριση σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος σε σύγκριση με εκείνο του μάρτυρα (Klein and Lurie, 1990). Η σύνθεση του αιθυλενίου αναστέλλεται αντιστρεπτά σε υψηλότερες θερμοκρασίες (Biale, 1960; Field, 1984). Καρποί που έχουν υποστεί υψηλές θερμοκρασίες για μεγάλες περιόδους ανακτούν γρήγορα την ικανότητα για σύνθεση αιθυλενίου (Ogura et al., 1976; Biggs et al., 1988; Dunlap et al., 1990). Η μετατροπή του ACC σε αιθυλένιο είναι προφανώς πολύ ευαίσθητη σε βλάβη λόγω θερμότητας πάνω από τους 30°C (Yu et al., 1980). Υπάρχει μια ταχεία απώλεια δραστηριότητας της ACC οξειδάσης (75%) στην παπάγια και σε άλλα φρούτα που εκτίθενται για μικρές περιόδους σε θερμοκρασίες >40°C (Chan, 1986; Dunlap et al., 1990; Klein and Lurie, 1990; Paull and Chen, 1990; Ketsa et al., 1999). Πλήρη ανάκτηση της δράσης της ACC οξειδάσης συμβαίνει μέσα σε 3 ημέρες μετά τη διακοπή της θερμικής μεταχείρισης στην παπάγια (Paull and Chen, 1990), και στα μήλα (Klein and Lurie, 1990).

Θερμοκρασίες >35°C προκαλούν συσσώρευση ενδογενούς ACC (Yu et al., 1980) και μειωμένη παραγωγή αιθυλενίου (Klein, 1989) στα μήλα. Όταν όμως οι καρποί εκτίθενται σε υψηλότερες θερμοκρασίες ή για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα δεν παρατηρείται συσσώρευση ACC. Συνεπώς, η ACC συνθάση χαρακτηρίζεται ως

λιγότερο ευαίσθητη στην απώλεια λόγω θερμικής καταπόνησης απ' ό τι η ACC οξειδάση (Klein, 1989).

Το μαλάκωμα της σάρκας συχνά επιβραδύνεται έπειτα από έκθεση στους 38-40°C, ακόμα και αν η μεταχείριση εφαρμόζεται για μία εκτεταμένη περίοδο (4 ημέρες) πριν τη συντήρηση (Klein and Lurie, 1990, 1992; Lurie and Nussinovitch, 1996). Μήλα που διατηρήθηκαν στους 38°C για 3 ή 4 ημέρες πριν τη συντήρηση ήταν σκληρότερα κατά 10N από εκείνα του μάρτυρα (Porritt and Lidster, 1978; Klein and Lurie, 1990; Sams et al., 1993; Conway et al., 1994). Η υφή μήλων θερμικής μεταχείρισης μετά από συντήρηση ήταν διαφορετική ποσοτικά και ποιοτικά από το μάρτυρα. Εφαρμογή θερμικής μεταχείρισης μήλων στους 38°C για 4 ημέρες είχε ως αποτέλεσμα ο καρπός να έχει λιγότερο διαλυτή και περισσότερο αδιάλυτη πηκτίνη (Klein et al., 1990; Ben-Shalom et al., 1993, 1996). Ομοίως, η πεκτινестεράση της τομάτας αναστέλλεται στους 33°C (Ogura et al., 1975), ενώ στα μήλα υπάρχει μικρή διαφορά στην εστεροποίηση της πηκτίνης έπειτα από μεταχείριση στους 38°C για 4 ημέρες (Klein et al., 1995). Επιπλέον, σε αυτά τα μήλα υπήρχε λιγότερο ασβέστιο στην υδατοδιαλυτή πηκτίνη και το περισσότερο ήταν δεσμευμένο στο κυτταρικό τοίχωμα (Lurie and Klein, 1992). Αυτό θεωρήθηκε ότι ήταν αποτέλεσμα της δράσης της πηκτινομεθυλεστεράσης που δημιουργήσε πιο πολλές περιοχές δέσμευσης του ασβεστίου, αλλά μία έρευνα έδειξε ότι τόσο οι καρποί θερμικής μεταχείρισης όσο και ο μάρτυρας έδειξαν ίδιο βαθμό εστεροποίησης (Klein et al., 1995). Κατά τη διάρκεια της θερμικής μεταχείρισης το περιεχόμενο αραβινόζης και γαλακτόζης μειώθηκε χωρίς παράλληλη μείωση ουρονικού οξέος (Ben-Shalom et al., 1993).

Ο αποπρασινισμός επιταχύνεται στα μήλα (Liu, 1978; Klein et al., 1990; Lurie and Klein, 1990) στους 35-40°C για 4 ημέρες. Το ποσοστό της χλωροφύλλης στο φλοιό των μήλων μειώνεται κατά τη διάρκεια θερμικής μεταχείρισης 35-40°C (Lurie and Klein, 1990, 1991). Η διαφορά στις αντιδράσεις μεταξύ των διαφόρων οπωροκηπευτικών προϊόντων μπορεί να είναι ένδειξη του εάν τα νέα ένζυμα πρέπει να συνθέτονται για να επιδράσουν στις αλλαγές του χρώματος ή όχι. Στην περίπτωση των μήλων η διάσπαση της χλωροφύλλης αποκαλύπτει το κίτρινο των μη εμφανών ήδη υπάρχουσών καροτενοειδών, ενώ άλλα φρούτα ενδέχεται να απαιτούν την σύνθεση τους.

Η αναλογία σακχάρων προς οξέα είναι συχνά ένα μέτρο που χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της επίδρασης της θερμικής μεταχείρισης στην ποιότητα. Σε χαμηλές θερμοκρασίες θερμικής μεταχείρισης (38°C, 4 ημέρες) τα μήλα είχαν υψηλότερη

αναλογία σακχάρων προς οξέα αμέσως μετά τη μεταχείριση εξαιτίας των μειωμένων επιπέδων οξέων (Liu, 1978; Porritt and Lidster, 1978; Klein and Lurie, 1990). Στα μήλα, αν και η παραγωγή πτητικών ουσιών ήταν αυξημένη κατά τη διάρκεια της μεταχείρισης στους 38°C, αναστάλθηκε αμέσως μετά τη μεταχείριση και επέστρεψε στα αρχικά επίπεδα σιγά σιγά (Fallik et al., 1997). Επίσης, η ίδια μεταχείριση (38°C, 4 ημέρες) είχε ως αποτέλεσμα μειωμένη ενσωμάτωση της S₃₅-μεθειονίνης σε πρωτεΐνες, καθώς και αλλαγή στην πρωτεϊνοσύνθεση (Lurie and Klein, 1990).

1.9 Επιδράσεις του 1-MCP στην ωρίμανση

Το αιθυλένιο είναι γνωστό ότι παίζει σημαντικό ρόλο στην ωρίμανση των μήλων. Υπάρχουν πολλές χημικές ουσίες που σταματούν τη δέσμευση του αιθυλενίου στον υποδοχέα δέσμευσης, προκαλώντας μια αναστολή των επιδράσεων του αιθυλενίου (Sisler et al., 1990; Sisler, 1991). Παραδείγματα τέτοιων ουσιών αποτελούν τα 2,5-νορβοραδιένιο και διαζωκυκλοπενταδιένιο (DACP), και οι δύο αναστολείς της δέσμευσης του αιθυλενίου που καθυστερούν το μαλάκωμα και την ωρίμανση του μήλου (Blankenship and Sisler, 1989, 1993). Παρ' όλα αυτά, καμία από αυτές τις δύο ουσίες δεν είναι αποδεκτή στην αγορά λόγω τοξικότητας και περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Η ανακάλυψη των παραγώγων κυκλοπροπενίου προήλθε από την υπόθεση των ερευνητών Blankenship and Sisler κατά την διάρκεια έρευνας πάνω στο διαζωκυκλοπενταδιένιο (DACP), ότι τα κυκλοπροπένια ήταν πιθανώς μία ελαφριά έκδοση του DACP που αναστέλλει τη δράση του αιθυλενίου, χωρίς όμως αυτό να έχει αποδειχτεί ποτέ συμπερασματικά. Τα κυκλοπροπένια είναι προϊόντα διάσπασης του DACP (Johnson, 1987). Μεταξύ αυτών των νέων ουσιών το 1-MCP βρέθηκε ότι ήταν καλό για πρακτική χρήση αφού ήταν λιγότερο πτητικό από το κυκλοπροπένιο.

Σε συνήθη θερμοκρασία και πίεση, το 1-MCP είναι αέριο μοριακού βάρους 54 και τύπου C₄H₆. Το 1-MCP θεωρείται ότι καταλαμβάνει τους υποδοχείς του αιθυλενίου, έτσι ώστε το αιθυλένιο να μην μπορεί να δεσμευτεί στους υποδοχείς και να μην εκδηλωθεί δράση. Οι Sisler και Serek (1997) πρότειναν ένα μοντέλο δράσης του 1-MCP με τον υποδοχέα αιθυλενίου. Η ικανότητα δέσμευσης του 1-MCP για τον υποδοχέα είναι περίπου 10 φορές μεγαλύτερη από εκείνη του αιθυλενίου. Σε σχέση με το αιθυλένιο, το 1-MCP είναι δραστικό σε πολύ πιο χαμηλές συγκεντρώσεις. Το 1-MCP

επίσης επηρεάζει τη βιοσύνθεση του αιθυλενίου σε μερικά είδη μέσω του feedback inhibition.

Το 1-MCP δρα μη αναστρέψιμα δεσμευόμενο πάνω στους υποδοχείς του αιθυλενίου (Sisler and Serek, 1997), με αποτέλεσμα η τελική ανάκτηση της δράσης του αιθυλενίου να λαμβάνει χώρα μόνο μετά τη σύνθεση νέων υποδοχέων αιθυλενίου. Το σταμάτημα της δράσης του αιθυλενίου με το 1-MCP έχει μία ποικιλία επιδράσεων στην αναπνοή, παραγωγή αιθυλενίου και πτητικών ουσιών, διάσπαση χλωροφύλλης και άλλων αλλαγών στο χρώμα, πρωτεΐνες, δομή των μεμβρανών, στο μαλάκωμα, στις ασθένειες και φυσιολογικές ανωμαλίες, στα οξέα και τα σάκχαρα (Blankenship et al., 2003).

Αποτελεσματικές συγκεντρώσεις του 1-MCP διαφέρουν ανάλογα με το είδος του οπωροκηπευτικού προϊόντος, το χρόνο, τη θερμοκρασία και τη μέθοδο της εφαρμογής. Μερικές έρευνες έδειξαν ότι στα μήλα, η ελάχιστη δόση εφαρμογής 1-MCP που απαιτείται για να σταματήσει η δράση του αιθυλενίου ήταν 1ppm (Jiang και Joyce, 2002; Sisler et al., 1996; Fan et al., 1999). Οι Watkins et al. (2000) βρήκαν ότι η αντίδραση των ποικιλιών 'McIntosh' και 'Law Rome' στο 1-MCP εξαρτάται περισσότερο από τη συγκέντρωση σε σχέση με εκείνη των 'Delicious' ή 'Empire'. Δόση 100ppm 1-MCP ανέστειλε την παραγωγή αιθυλενίου κατά 50% σε μήλα ποικιλίας 'Anna', ενώ δόση 1ppm ανέστειλε κατά 70% και 95% την παραγωγή πτητικών ενώσεων και αιθυλενίου, αντίστοιχα (Lurie et al., 2002).

Το στάδιο ανάπτυξης του καρπού θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη όταν εφαρμόζεται 1-MCP καθώς τα αποτελέσματα ποικίλουν ανάλογα με την ωριμότητα του καρπού. Σε μήλα 'Redchief', που αποτελούν παραλλαγή της 'Delicious', με προχωρημένο στάδιο ωριμότητας η επίδραση του 1-MCP μειώθηκε ελαφρώς (Mir et al., 2001).

Το 1-MCP προστατεύει τα φυτικά προϊόντα τόσο από ενδογενείς όσο και από εξωγενείς πηγές αιθυλενίου. Έρευνες που έχουν διεξαχθεί για το 1-MCP έγιναν παρουσία εφαρμοζόμενου αιθυλενίου και/ή παρουσία ενδογενούς αιθυλενίου. Τα αποτελέσματα αυτών των δύο διαφορετικών τύπων δοκιμών ποικίλουν ανάλογα με το προϊόν. Μερικές καλλιέργειες θα ωφεληθούν από το 1-MCP άσχετα από την παρουσία εξωγενούς αιθυλενίου, ενώ άλλες λιγότερο από το 1-MCP αν δεν υπάρξει εφαρμογή αιθυλενίου. Σε μερικές περιπτώσεις το 1-MCP εμπόδισε μερικώς τη ζημία που προκαλείται από την εφαρμογή αιθυλενίου όταν οι δύο ενώσεις εφαρμόστηκαν ταυτόχρονα, ενώ εμποδίστηκε πλήρως όταν το 1-MCP εφαρμόστηκε πριν το αιθυλένιο.

Αυτό δείχνει ότι το 1-MCP θα πρέπει να εφαρμόζεται πριν την οποιαδήποτε έκθεση καρπών σε αιθυλένιο (Serek et al., 1995).

Όπως προαναφέρθηκε, έχει διατυπωθεί το συμπέρασμα ότι το 1-MCP δεσμεύεται μόνιμα στους παρόντες υποδοχείς κατά την εφαρμογή και ότι οποιαδήποτε επιστροφή ευαισθησίας στο αιθυλένιο οφείλεται στην εμφάνιση νέων υποδοχέων. Αυτό μπορεί να είναι αλήθεια, αλλά υπάρχουν λίγα δεδομένα που το υποστηρίζουν άμεσα. Οι φυτικοί ιστοί διαφέρουν σημαντικά στην ικανότητα τους να αναπαράγουν νέες περιοχές δέσμευσης. Από επιμέρους αντιδράσεις σε κάποιες ποικιλίες μηλιάς καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι αυτές οι ποικιλίες είτε έχουν την ικανότητα να αναπαράγουν νέες περιοχές δέσμευσης ή ότι η δέσμευση με το 1-MCP είναι ατελής. Για παράδειγμα, μήλα ποικιλίας ‘McIntosh’ μπορεί να χρειάζονται υψηλότερες συγκεντρώσεις 1-MCP ίσως επειδή αυτή η ποικιλία παράγει μεγάλες ποσότητες αιθυλενίου (Watkins et al., 2000).

Το 1-MCP εμποδίζει ή καθυστερεί τη διάσπαση της χλωροφύλλης καθώς και διάφορες αλλαγές χρώματος σε μία μεγάλη ποικιλία καλλιεργούμενων ειδών. Συγκεκριμένα, το 1-MCP ανέστειλε την απώλεια του πράσινου χρώματος των μήλων ‘Fuji’ (Fan and Mattheis, 1999). Επίσης, ενώ μήλα ‘Red Chief’ με 1-MCP είχαν πιο πράσινο βασικό χρώμα από εκείνα του μάρτυρα, μετρήσεις φθορισμού χλωροφύλλης έδειξαν ότι η απώλεια της λειτουργίας των χλωροπλαστών ήταν ουσιαστικά, ανεξάρτητη από το αιθυλένιο (Mir et al., 2001).

Γενικά, το 1-MCP μειώνει τους ρυθμούς αναπνοής ή καθυστερεί την κλιμακτική αύξηση της αναπνοής. Για τις ποικιλίες ‘Fuji’ (Fan και Mattheis, 1999), ‘Granny Smith’ και ‘Red Delicious’ (Fan et al., 1999) η αναπνοή αναστάλθηκε. Παρ’ όλα αυτά, σε ακτινοβόληση μήλων της ποικιλίας ‘Gala’ μετά τη συντήρηση, αφού είχε εφαρμοστεί σε αυτά 1-MCP, παρατηρήθηκε αύξηση της αναπνοής ενώ δεν βρέθηκε τέτοια επίδραση στο μάρτυρα (Fan και Mattheis, 2001).

Μήλα της ποικιλίας ‘Anna’ στα οποία είχε εφαρμοστεί 1-MCP διατήρησαν σε υψηλότερα επίπεδα πτητικές ουσίες σε σχέση με τα φρεσκοσυγκομιζόμενα μήλα και λιγότερες ποσότητες πτητικών ουσιών που σχετίζονται με την ωρίμανση. Ο μάρτυρας ανέπτυξε μία πιο ώριμη και φρουτώδη σύνθεση πτητικών ουσιών απ’ ότι τα μήλα του 1-MCP. Ομάδα δοκιμαστών προτίμησε τα μήλα της μεταχείρισης με 1-MCP παρόλο που οι πτητικές ουσίες των τελευταίων αντιστοιχούσαν σε ‘πιο πράσινο’ φρούτο (Lurie et al., 2002). Ο σχηματισμός πτητικών ουσιών στα μήλα αναστέλλεται ποικιλοτρόπως από το 1-MCP (Fan and Mattheis, 1999). Το 1-MCP ανέστειλε το σχηματισμό συνολικά των αλκοολών και εστέρων στα ‘Fuji’ (Fan and Mattheis, 1999) και ‘Gala’ (Fan and

Mattheis, 2001), αλλά η παραγωγή εξανόλης δεν επηρεάστηκε στα ‘Fuji’. Το σύνολο των πτητικών ουσιών αναστάλθηκε στις ‘McIntosh’ και ‘Delicious’ (Rupasinghe et al., 2000).

Ενώ το 1-MCP καθυστέρησε το μαλάκωμα των περισσότερων φρούτων υπάρχουν ορισμένα καλλιεργούμενα είδη που δεν επηρεάστηκαν. Οι μηχανικές ιδιότητες του ιστού του μήλου βρέθηκε να αλλάζουν λιγότερο στους καρπούς που είχε εφαρμοστεί 1-MCP σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (Baritelle et al., 2001). Υπάρχουν δεδομένα που υποστηρίζουν ότι τα μήλα διατήρησαν τη συνεκτικότητα τους μετά από εφαρμογή 1-MCP για τις ποικιλίες ‘Delicious’, ‘Granny Smith’, ‘Fuji’, ‘Ginger Gold’, ‘Gala’, ‘Idared’, ‘Jonagold’, και ‘McIntosh’ (Rupasinghe et al., 2000; Fan et al., 1999; Watkins et al., 2000; Mir et al., 2001). Το 1-MCP διατήρησε καλύτερα τη σκληρότητα σε σχέση με την ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (Mir et al., 2001). Άλλη έρευνα έδειξε ότι συνδυασμός 1-MCP και ελεγχόμενης ατμόσφαιρας έδωσε καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την εφαρμογή ξεχωριστά των μεταχειρίσεων.

Τα αποτελέσματα της επίδρασης του 1-MCP στην οξύτητα είναι μικτά, όπου μερικές καλλιέργειες επηρεάζονται ενώ άλλες όχι. Για παράδειγμα, ερευνητές έδειξαν ότι το 1-MCP διατήρησε την οξύτητα στις ποικιλίες ‘Red Delicious’, ‘Granny Smith’, ‘Fuji’, ‘Jonagold’, ‘Ginger Gold’, και ‘Gala’ (Fan et al., 1999), ενώ άλλοι ερευνητές έδειξαν ότι τα επίπεδα της οξύτητας στις ποικιλίες ‘Law Rome’, ‘Delicious’, ‘Empire’ και ‘McIntosh’ ήταν υψηλότερα στα μήλα που δέχθηκαν 1-MCP κατά τη διάρκεια της συντήρησης σε κοινό ψυγείο σε σχέση με το μάρτυρα, αλλά τα αποτελέσματα της ελεγχόμενης ατμόσφαιρας ήταν αντιφατικά. Τέλος, άλλη έρευνα έδειξε ότι το 1-MCP δεν επηρέασε την οξύτητα στην ποικιλία ‘Red Chief’ κατά τη συντήρηση σε διάφορες θερμοκρασίες (Mir et al., 2001).

Τα διαλυτά στερεά συστατικά δεν επηρεάζονται πάντα κατά τον ίδιο τρόπο. Έρευνα δείχνει ότι ήταν υψηλότερα σε μήλα που είχε εφαρμοστεί 1-MCP (Fan et al., 1999), ενώ άλλη δείχνει ότι τα επίπεδα τους δεν επηρεάστηκαν από την εφαρμογή 1-MCP. Αυτά τα αντιφατικά αποτελέσματα είναι αξιοσημείωτα και μπορεί να οφείλονται στην ποικιλία ή άλλες συνθήκες του πειράματος. Έρευνα που υποστηρίζει ότι ο παράγοντας ποικιλία παίζει ρόλο δείχνει ότι βρέθηκαν διαφορές στην αντίδραση των ποικιλιών στο 1-MCP, με τις ποικιλίες ‘McIntosh’ και ‘Law Rome’ να έχουν μικρότερα επίπεδα διαλυτών στερεών, ενώ οι ‘Delicious’ και ‘Empire’ υψηλότερα επίπεδα από τους αντίστοιχους μάρτυρες (Watkins et al., 2000). Επίσης βρέθηκε ότι η μέθοδος συντήρησης σε κοινό ψυγείο ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα επηρέασαν το περιεχόμενο

διαλυτών στερεών συστατικών, με την ελεγχόμενη ατμόσφαιρα να δίνει αντιφατικά ή ανεπαρκή αποτελέσματα απ' ό,τι η συντήρηση σε κοινό ψυγείο.

Όπως γίνεται αντιληπτό από τα παραπάνω, το 1-MCP χρησιμοποιείται με σκοπό την καθυστέρηση της ωρίμανσης των φρούτων και την επιμήκυνση έτσι της μετασυλλεκτικής τους ζωής σε πολλές διεργασίες που είναι συνδεδεμένες με τη δράση του αιθυλενίου. Η χρήση επομένως του 1-MCP σε μελέτες της επίδρασης μωλωπισμών στην ποιότητα των μήλων θα βοηθήσει στο διαχωρισμό της επίδρασης των δομικών αλλαγών που σχετίζονται με το αιθυλένιο και την ωρίμανση από την επίδραση των φυσικο-χημικών φαινομένων, όπως η αφυδάτωση, που λαμβάνουν χώρα κατά το μωλωπισμό κλιμακηρικών καρπών όπως το μήλο (Baritelle et al., 2001).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Φυτικό Υλικό

Καρποί των δύο καλλιεργούμενων ποικιλιών Fuji και Granny Smith συγκομίσθηκαν από οπωρώνα μηλιάς της περιοχής Αετόλοφου Αγίας Λαρίσης, στις 19/10/06 και στις 1/11/06, αντίστοιχα. Η κάθε μία ποικιλία συγκομίσθηκε στην εμπορική της ωριμότητα με βάση το χρώμα φλοιού και το μέγεθος. Η συγκομιδή και η ακόλουθη μεταφορά έγιναν με ιδιαίτερη προσοχή και φροντίδα για τη μείωση της πιθανότητας πρόκλησης μηχανικής καταπόνησης και ειδικότερα αποφυγή είτε μωλωπισμών, που συμβαίνουν λόγω ελεύθερης πτώσης των καρπών στα δοχεία συλλογής κατά τη συγκομιδή, είτε άλλων μηχανικών καταπονήσεων, που λαμβάνουν χώρα λόγω τριβής των καρπών μεταξύ τους κατά τη μεταφορά (abrasion or vibration damage). Η μεταφορά τους έγινε σε πλαστικές κλούβες μεικτού βάρους περίπου 20kg στο Εργαστήριο Δενδροκομίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών στο Βόλο. Όλοι οι καρποί και των δύο ποικιλιών συγκομίσθηκαν από το ίδιο άτομο σε μία προσπάθεια να επιτευχθεί όσο το δυνατόν περισσότερη ομοιομορφία ως προς το στάδιο ωρίμανσης με κριτήριο το χρώμα της επιδερμίδας.

2.2 Χημικά Αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν

- 0.7 M διαλύματος Διτανθρακικού Νατρίου (Na_2CO_3),
- Φαινολικό Αντιδραστήριο: αραιό διάλυμα Folin Ciocalteu (FC),
- Γαλλικό οξύ (3,4,5-trihydroxybenzoic),
- 0.1 N διαλύματος καυστικού Na (NaOH)
- 0.4 M διαλύματος Μανιτόλης
- 1.25 ppm of 1-MCP (εμπορικό σκεύασμα SmartFresh)

2.3 Εργαστηριακός εξοπλισμός

- φασματοφωτόμετρο ορατού φάσματος
- ανακινητής και φυγόκεντρος στις 3500 rpm.
- ζυγαριά ακριβείας 2 δεκαδικών,
- Ηλεκτρικός μετρητής αγωγιμότητας CyberScan
- Χρωματόμετρο Hunter MiniScan XE
- Πιεσίμετρο effegi ανυψωμένο σε ένα drill-press stand με έμβολο διατομής 11mm
- Οπτικό διαθλασίμετρο για μέτρηση των διαλυτών στερεών συστατικών
- Ηλεκτρονικός μετρητής pH
- Παχύμετρο με βερνιέρο

2.4 Μεταχειρίσεις

Μόλις έφτασαν στο εργαστήριο, οι καρποί καθαρίστηκαν από την σκόνη με απλό χαρτί καθαρισμού με σκοπό την ελαχιστοποίηση του σφάλματος της μέτρησης του χρώματος της επιδερμίδας καθώς και την ελαχιστοποίηση προσβολών από σήψεις των καρπών που προορίζονταν για συντήρηση στο ψυγείο. Τα μήλα αμφοτέρων των ποικιλιών, τα οποία εμφάνιζαν ανωμαλίες όσον αφορά το σχήμα, καθώς και εκείνα μεγάλου μεγέθους απορρίφθηκαν, ενώ εκείνα που επιλέχθηκαν, ομαδοποιήθηκαν τυχαία.

Σε κάθε ομάδα εφαρμόστηκε και μία διαφορετική μεταχείριση, οπότε η πρώτη ομάδα αποτέλεσε το μάρτυρα, η δεύτερη τη μεταχείριση με θερμό νερό και η τρίτη τη μεταχείριση με 1-MCP. Οι καρποί της δεύτερης ομάδας εμβαπτίστηκαν σε υδατόλουτρο με θερμό νερό θερμοκρασίας 48 °C για 3 λεπτά και έπειτα παρέμειναν στο πάγκο για 2 περίπου ώρες μέχρι η θερμοκρασία τους να επιστρέψει σε επίπεδα θερμοκρασίας δωματίου. Οι καρποί της τρίτης ομάδας, αφού μετρήθηκε το βάρος τους, προετοιμάστηκαν για την εφαρμογή του 1-MCP, τοποθετώντας τους εκ νέου στις πλαστικές κλούβες όπου καλύφθηκαν ερμητικά με ένα διπλό πλαστικό κάλυμμα πάχους 6mm. Η συγκέντρωση του 1-MCP που εφαρμόστηκε ήταν 1250 ppb και η διάρκεια εφαρμογής τους ήταν 8 περίπου ώρες. Η μέθοδος εφαρμογής είναι η παραγωγή 1-MCP σε αέρια φάση αναμειγνύοντας τη διαλυτή σκόνη του εμπορικού σκευάσματος με νερό

ώστε να εξατμισθεί το 1-MCP στον αέρα που περιβάλλει το προϊόν (Prange and DeLong, 2003). Η διάρκεια εφαρμογής δεν είναι τυχαία αλλά έχει παρατηρηθεί μία σχέση μεταξύ διάρκειας εφαρμογής και θερμοκρασίας κατά την εφαρμογή. Έρευνα έδειξε ότι τα μήλα απαιτούν 9 ώρες εφαρμογής σε θερμοκρασία 3°C, ενώ σε υψηλότερες θερμοκρασίες χρειάζεται μόνο 6 ώρες για να καθυστερήσει την ωρίμανση (DeEll et al., 2002). Μάλιστα, η ίδια η συγκέντρωση του 1-MCP είχε όλο και μικρότερη επίδραση στην συνεκτικότητα της σάρκας καθώς μειωνόταν η θερμοκρασία συντήρησης (Mir et al., 2001), και οι ερευνητές υπέθεσαν ότι χαμηλότερη θερμοκρασία μπορεί να αδυνατίζει την ικανότητα έλξης του υποδοχέα για το 1-MCP. Επομένως, το 1-MCP είναι πιο αποτελεσματικό όταν εφαρμόζεται σε θερμοκρασία δωματίου (20-25°C) παρά σε συνθήκες ψυχοσυντήρησης, οπότε, όπως στα περισσότερα εργαστηριακά πειράματα, έτσι και εδώ εφαρμόστηκε 1-MCP σε θερμοκρασία 20-25°C.

Όλες οι ομάδες των μεταχειρίσεων υποδιαιρέθηκαν σε 3 υποομάδες με κριτήριο το χρόνο που έλαβε χώρα η εξομοίωση χτυπημάτων, που έχουν ως συνέπεια την εμφάνιση μωλωπισμών. Η πρώτη υποομάδα συγκροτήθηκε από καρπούς που μωλωπίστηκαν την ημέρα της συγκομιδής, ενώ οι δύο ακόλουθες ομάδες συντηρήθηκαν σε εμπορικό κοινό ψυγείο σε θερμοκρασία $0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία 90-95% για χρονικό διάστημα 2 μηνών. Οι δύο αυτές ομάδες διέφεραν μεταξύ τους στη θερμοκρασία που είχαν όταν μωλωπίστηκαν μετά την έξοδο τους από το ψυγείο. Συγκεκριμένα, η δεύτερη ομάδα αποτελείτο από καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι αμέσως μετά την έξοδο τους από το ψυγείο οπότε είχαν χαμηλή θερμοκρασία (περίπου 5°C), ενώ οι καρποί της τρίτης ομάδας αφέθηκαν στον πάγκο με σκοπό η θερμοκρασία της σάρκας να φτάσει τα επίπεδα θερμοκρασίας δωματίου δηλαδή περίπου 20°C (Μέτρηση με μεταλλικό θερμόμετρο καρπού), πριν μωλωπισθούν. Κάθε μία από αυτές τις υποομάδες αποτελείτο από 5 επαναλήψεις των 6 καρπών η κάθε μία. Η υποομάδα της μεταχείρισης με θερμό νερό που επρόκειτο να μωλωπισθεί αμέσως μετά τη συγκομιδή παρέμεινε στον εργαστηριακό πάγκο για περίπου 2 ώρες μετά την εμφάνιση μέχρι η θερμοκρασία της σάρκας να φτάσει τα επίπεδα θερμοκρασίας δωματίου. Παράλληλα, οι καρποί της μεταχείρισης 1-MCP που επρόκειτο να μωλωπισθούν αμέσως μετά τη συγκομιδή και την εφαρμογή του 1-MCP, συντηρήθηκαν στο ψυγείο του εργαστηρίου για 2 ημέρες πριν την έναρξη των χτυπημάτων.

Όλοι οι καρποί που επρόκειτο να μωλωπισθούν αμέσως μετά τη συγκομιδή ζυγίστηκαν μία φορά, ενώ οι υπόλοιποι καρποί που συντηρήθηκαν για 2 μήνες είχαν μία επιπρόσθετη μέτρηση βάρους μετά την έξοδο τους από το ψυγείο για την εκτίμηση

της απώλειας βάρους. Επειδή η μέτρηση του αρχικού βάρους λήφθηκε για κάθε καρπό ξεχωριστά, κάθε φορά που καταγράφονταν το αρχικό βάρος του καρπού αυτός σημαδευόταν για την αναγνώριση του μετά την έξοδο του από τη συντήρηση και την εκ νέου καταγραφή του τελικού του βάρους. Ύστερα από κάθε μωλωπισμό, το χρώμα της επιδερμίδας της επιφάνειας του καρπού που ήρθε σε επαφή με την μεταλλική επιφάνεια μετρήθηκε μία φορά και ξανά η ίδια επιφάνεια μετά από πάροδο 4 ωρών, οπότε μετρήθηκε επίσης και η συνεκτικότητα της σάρκας. Μετά από 4 ώρες ολόκληρο το μωλωπισμένο κομμάτι του καρπού κόπηκε προσεκτικά κατά μήκος του άξονα στήμονας-κάλυκας (Klein, 1984) και μετρήθηκαν οι διαστάσεις όπως μήκος, πλάτος, βάθος καθώς και το βάρος αυτού του κομματιού. Η ίδια τομή πραγματοποιήθηκε στην αντίθετη πλευρά του καρπού και οι ίδιες μετρήσεις λήφθηκαν στο προκύπτον, σαν φέτα, μη μωλωπισμένο κομμάτι του καρπού. Σε αυτό το σημείο προέκυψε ακόμα μία υποομάδα μεταχειρίσεων, αυτής του μωλωπισμένου ή μη κομματιού του καρπού και αυτό ισχύει για όλους τους καρπούς όλων των προαναφερθέντων ομάδων και υποομάδων.

Για το μωλωπισμένο κομμάτι του καρπού, οι παράμετροι ποιότητας που αξιολογήθηκαν ήταν οι ακόλουθοι: ηλεκτρική αγωγιμότητα και συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών, ενώ για το μη μωλωπισμένο κομμάτι (το αποκαλούμενο άθικτο) μετρήθηκαν επίσης η ογκομετρούμενη οξύτητα και τα διαλυτά στερεά του χυμού του καρπού ως επιπρόσθετες μετρήσεις πέρα από εκείνες του μωλωπισμένου κομματιού. Όλες οι παραπάνω μετρήσεις εκτιμήθηκαν για όλους τους καρπούς όλων των μεταχειρίσεων.

2.5. Εξομοίωση πρόκλησης μωλωπισμών

Μεταξύ πολλών μεθόδων τεχνητής πρόκλησης μωλωπισμών που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς στη βιβλιογραφία, για αυτό το πείραμα επιλέχθηκε μια σχετικά απλή διαδικασία. Εφαρμόστηκε η μέθοδος του Klein (1987) με κάποιες τροποποιήσεις, όπως στο ύψος απ' όπου πραγματοποιήθηκε ελεύθερη πτώση των καρπών καθώς και στον τύπο της επιφάνειας πρόσκρουσης. Γι' αυτό το πείραμα το ύψος που επιλέχθηκε ήταν εκείνο των 30 cm και η επιφάνεια που χρησιμοποιήθηκε ήταν μεταλλική. Ο τύπος της επιφάνειας πρόσκρουσης έχει σημασία για τα όρια πάνω από τα οποία ζημιώνεται το προϊόν τα οποία δεν εξαρτώνται μόνο από το είδος του

προϊόντος και την ποικιλία. Όπως δείχνει ο παρακάτω πίνακας υπάρχουν διαφορές ως προς τα όρια αυτά ανάλογα με τον τύπο επιφάνειας πρόσκρουσης, με αποτέλεσμα να υπάρχει διαφορά στην ευαισθησία μεταξύ διαφορετικών τύπων επιφάνειας (Pang et al., 1992).

Πίνακας 2.1: Όριο ζημιάς ποικιλιών μήλων για διαφορετικές επιφάνειες πρόσκρουσης ($m/s^2 * 9,81$) (Pang et al., 1992).

Τύπος επιφάνειας	Ποικιλία				
	Splendour	Gala	Fuji	Braeburn	Granny Smith
Μεταλλική	65	79	61	84	65
Λαστιχένια	59	54	56	77	59
Σωλήνας	48	-	40	64	45
Bar	40	56	-	-	-
Καρπός	21	26	22	33	21

Πέρα όμως από αυτές τις διαφορές η διαδικασία τηρήθηκε ως έχει, αφήνοντας τους καρπούς να πέσουν από ύψος 30cm πάνω στη μεταλλική επιφάνεια και πιάνοντας τους αμέσως μετά την πρώτη πρόσκρουση τους στην επιφάνεια, για την αποφυγή παραπέρα προσκρούσεων που επηρεάζουν το φαινόμενο των μωλωπισμών. Για τη σταθεροποίηση του ύψους πτώσης των καρπών, ο κάθε καρπός τοποθετήθηκε στην κορυφή ενός δοχείου αφού είχε κοπεί έτσι ώστε η κορυφή του από τον πυθμένα να απέχει 30cm. Προτιμήθηκε αυτός ο τρόπος από τη χρήση ενός πλαστικού σωλήνα PVC του επιθυμητού ύψους λόγω πρακτικών δυσκολιών όπως η άμεση αποτροπή περαιτέρω χτυπημάτων του καρπού στη μεταλλική επιφάνεια καθώς και η αναγνώριση της επιφάνειας του καρπού που προσέκρουσε στην επιφάνεια. Η λύση της δεύτερης δυσκολίας με τη χρήση ασβεστόσκονης όπως έχει χρησιμοποιηθεί σε άλλα πειράματα, δεν προτιμήθηκε για την αποφυγή σφάλματος στις μετρήσεις του χρώματος της επιφάνειας του καρπού. Η τοποθέτηση του καρπού πάνω στην κορυφή του δοχείου δεν ήταν τυχαία αλλά πάντοτε παράλληλα στον άξονα κάλυκα-στήμονα, λόγω ύπαρξης διαφοράς ευαισθησίας των διαφορετικών μερών του καρπού ως προς τους μωλωπισμούς, όπου σύμφωνα με τον Tsukamoto (1981), τα μάγουλα που αποτελούν το «ισημερινό» τμήμα του καρπού είναι κατά κάποιο τρόπο πιο ευαίσθητα στους μωλωπισμούς απ' ότι τα ακραία τμήματα του καρπού των οποίων το ένα βλέπει προς τον κάλυκα και το άλλο προς το στήμονα.

2.6. Εκχύλιση Χυμού

Για την μέτρηση της ογκομετρούμενης οξύτητας και των διαλυτών στερεών χυμός παραλήφθηκε στίβοντας 2 λεπτές φέτες από κάθε καρπό χρησιμοποιώντας έναν κοινό ηλεκτρικό αποχυμωτή. Πριν από κάθε μέτρηση ο εκχυλισμένος χυμός φιλτραρίστηκε με ένα κομμάτι τυρόπανου.

2.7. Ανάλυση καρπού

2.7.1. Απώλεια βάρους %

Η απώλεια βάρους % κάθε φρούτου εκτιμήθηκε όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο των μεταχειρίσεων. Για τον υπολογισμό της χρειάστηκε η μέτρηση του αρχικού βάρους πριν μπει στο ψυγείο και του τελικού μετά την έξοδο των φρούτων από το ψυγείο, η διαφορά των οποίων εκφρασμένη σε % θα δώσει την ποσοστιαία απώλεια βάρους.

2.7.2. Προσδιορισμός χρώματος φλοιού του καρπού

Για όλες τις μεταχειρίσεις το χρώμα του φλοιού εκτιμήθηκε για κάθε καρπό στην επιφάνεια που μωλωπίστηκε τεχνητά ο καρπός αμέσως μετά το μωλωπισμό και ξανά στην ίδια επιφάνεια 4 ώρες αργότερα χρησιμοποιώντας Hunter MiniScan XE colorimeter αφού έχει βαθμονομηθεί. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Hunter L^* (φωτεινότητα), a^* (+60=κόκκινο, -60=πράσινο) και b^* (+60=κίτρινο, -60=μπλέ). Τα δεδομένα της κλίμακας Hunter μετατράπηκαν σε χρώμα (C^*) και γωνία hue (h°) (McGuire 1992).

2.7.3. Συνεκτικότητα της σάρκας

Για τη μέτρηση της συνεκτικότητας της σάρκας χρησιμοποιήσαμε ένα effegi πιεσίμετρο ανυψωμένο σε ειδική βάση. Πριν από κάθε μέτρηση, απομακρύνθηκε η επιδερμίδα μαζί με ένα μέρος της σάρκας συνολικά μεγαλύτερη από την επιφάνεια του ειδικού εμβόλου του πιεσίμετρου, με έναν αποφλοιωτή λαχανικών. Η διάμετρος του

εμβόλου δεν είναι σταθερή ούτε τυχαία αλλά εξαρτάται από το είδος του προϊόντος. Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας που δείχνει τα συνιστώμενα μεγέθη εμβόλου για μετρήσεις συνεκτικότητας κατηγοριοποιημένα ανάλογα με το είδος του προϊόντος. Στο πείραμα μας όπου έχουμε μήλα χρησιμοποιήσαμε η διάμετρος των 11mm. Παρόλο που η μέτρηση με τη χρήση πιεσίμετρου είναι αντικειμενικότερη, επιβάλλεται όλες οι μετρήσεις να γίνονται από το ίδιο άτομο για να μειωθεί η παραλλακτικότητα, πράγμα που έγινε στην παρούσα εργασία. Η συνεκτικότητα μετρήθηκε σε 2 ξεφλουδισμένες πλευρές, αντίθετες μεταξύ τους, κάθε φρούτου αλλά δόθηκε προσοχή έτσι ώστε το ξεφλούδισμα να μην γίνει κοντά στην περιοχή του μωλωπισμού. Επίσης, επειδή το πιεσίμετρο μετρά δυνάμεις σε μονάδα kg πρέπει και έγινε η μετατροπή της σε Newton (N) που είναι η επιστημονικά αποδεκτή μονάδα. Η εξίσωση μετατροπής της μονάδας kg σε N είναι η ακόλουθη:

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

Πίνακας 2.2: Συνιστώμενα μεγέθη εμβόλου για μετρήσεις συνεκτικότητας

Διάμετρος εμβόλου	Είδος προϊόντος
11mm (7/16-της ίντσας)	Μήλο
8mm (5/16- της ίντσας)	Αβοκάντο, Ακτινίδιο, Βερίκοκο, Μάνγκο, Νεκταρίνια, Παπάγια, Ροδάκινο
3mm (1/8- της ίντσας)	Κεράσι, Σταφύλι, Φράουλα
1,5mm (1/16- της ίντσας)	Ελιά

2.7.4. Παράμετροι μωλωπισμού

Οι καρποί ύστερα από τα χτυπήματα στάθηκαν στον πάγκο του εργαστηρίου για 4 ώρες έτσι ώστε να λάβει χώρα η έκταση της ζημιάς από μωλωπισμό, και έπειτα πραγματοποιήθηκε προσεκτική αφαίρεση του μωλωπισμένου τμήματος τους. Στο μωλωπισμένο τμήμα μετρήθηκαν με τη βοήθεια ενός παχύμετρου οι διαστάσεις του όπως μήκος, πλάτος και βάθος και μίας ζυγαριάς το βάρος του. Υπολογισμοί επιφάνειας μωλωπισμού ακολούθησαν με τη βοήθεια των παραμέτρων μήκους και πλάτους.

2.7.5. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα εκτιμήθηκε όχι μόνο στο μωλωπισμένο τμήμα αλλά και σε ένα άλλο τμήμα ίδιων περίπου διαστάσεων του ίδιου καρπού. Δηλαδή, ανάλογη τομή πραγματοποιήθηκε και στο τμήμα του καρπού που δεν είχε μωλωπισθεί. Κάθε μωλωπισμένο ή αντίστοιχο μη μωλωπισμένο τμήμα κόπηκε στη μέση και από το προκύπτον τμήμα, αφαιρέθηκε μία μικρή φέτα ιστού, που περιλάμβανε σάρκα και φλοιό βάρους περίπου 0,3-0,5g, η οποία αποτέλεσε τον ιστό για τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες μετρήσεις, η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αφορούσε ολόκληρη την επανάληψη και όχι κάθε καρπό ξεχωριστά, έτσι 6 από αυτές τις φέτες συγκρότησαν ένα δείγμα περίπου 2g. Το ίδιο έγινε και για το αντίστοιχο μη μωλωπισμένο κομμάτι κάθε καρπού. Οι φέτες κάθε επανάληψης ξεπλύθηκαν 3 φορές με απιονισμένο νερό και τοποθετήθηκαν σε κωνικές φιάλες των 50ml που περιείχαν 25 ml διαλύματος μανιτόλης 0,4M. Το ξέπλυμα με απιονισμένο νερό είναι σημαντικό γιατί απομακρύνει τα συστατικά του κυττάρου που απελευθερώνονται με τον τραυματισμό του ιστού τα οποία θα αύξαναν προσωρινά την διαρροή ηλεκτρολυτών, ενώ ταυτόχρονα μειώνει το προϋπάρχον επίπεδο αγωγιμότητας, εξασφαλίζοντας ότι ο ρυθμός διαρροής ηλεκτρολυτών είναι μία ακριβή αναπαράσταση της διαπερατότητας των μεμβρανών (Saltveit, 2002). Κατόπιν, οι κωνικές τοποθετήθηκαν σε ανακινητή με περίπου 100 στροφές ανά λεπτό στους 20°C. Η αρχική καταγραφή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας έγινε μετά από 3 ώρες ανακίνησης χρησιμοποιώντας ένα αγωγιμόμετρο και η τελική, αφού τα δείγματα είχαν καταψυχθεί όλο το βράδυ στους -18°C και ξεπαγώσει μένοντας για κάποιο χρονικό διάστημα εκτός ψυγείου την επομένη, που αποτέλεσε και την ολική (δηλ. όλα τα ωσμωτικά ενεργά συστατικά των διαρραγέντων κυττάρων) (King and Ludford, 1983).

2.7.6. Διαλυτά Στερεά Συστατικά (Δ.Σ.Σ.)

Απο τον εκχυλισμένο χυμό που προετοιμάστηκε όπως περιγράφηκε παραπάνω μία ως δύο σταγόνες χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση των συνολικών διαλυτών στερεών συστατικών του χυμού με ένα οπτικό διαθλασίμετρο. Ο εκχυλισμένος χυμός μήλου στον οποίο μετρήθηκαν τα περιεχόμενα Δ.Σ.Σ. αφορούσε ολόκληρη την επανάληψη και όχι τον μεμονωμένο καρπό. Επίσης, πριν την έναρξη των μετρήσεων

γινόταν έλεγχος-μηδενισμός του οργάνου με απεσταγμένο νερό και μεταξύ δύο μετρήσεων καθαρισμός του με ένα καθαρό πανάκι.

2.7.7. Ογκομετρούμενη οξύτητα

Η ογκομετρούμενη οξύτητα μετρήθηκε παίρνοντας 10 mL και 5 mL του δείγματος χυμού για την ποικιλία Fuji και Granny Smith, αντίστοιχα, που προετοιμάστηκαν όπως περιγράφηκαν παραπάνω, αραιωμένο σε 10 mL απιονισμένου νερού για χυμό της ποικιλίας Fuji και 15 mL για την Granny Smith, αντίστοιχα. Η διαφορά στην ποσότητα του χυμού που λήφθηκε για τη μέτρηση μεταξύ των δύο ποικιλιών έγινε επειδή είναι γνωστό ότι η ποικιλία Granny Smith χαρακτηρίζεται από υψηλότερο ποσοστό οξέων σε σχέση με τις άλλες ποικιλίες. Έτσι μετά από δοκιμές βρέθηκε ότι η ποσότητα του NaOH που απαιτείται για την εξουδετέρωση ήταν διαφορετική. Ο αραιωμένος χυμός εξουδετερώθηκε με NaOH 0,1N έως ότου το pH φτάσει την τιμή 8,2 σύμφωνα με το πεχάμετρο. Τα mL NaOH που χρειάστηκαν για την εξουδετέρωση όλων των οξέων του χυμού με κατάλληλο υπολογισμό μας έδωσαν την ογκομετρούμενη οξύτητα. Η ογκομετρούμενη οξύτητα εκφράστηκε ως ποσοστό μηλικού οξέος, που είναι το κύριο οξύ του μήλου.

Όπως και στην μέτρηση των Δ.Σ.Σ., οι μετρήσεις αφορούν επαναλήψεις και όχι κάθε καρπό ξεχωριστά.

Πίνακας 2.3: Επικρατέστερα οργανικά οξέα που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό Ογκομετρούμενης Οξύτητας καπρίων προϊόντων.

Οργανικό οξύ	Τύπος wt	Ισοδύναμο wt	Παράγοντας meq οξέος	Είδος προϊόντος
κιτρικό	192,12	64	0,064	ανανάς, εσπεριδοειδή, μούρα
μηλικό	134,09	67,05	0,067	αχλάδι, μήλο, ροδάκινο
ταρταρικό	150,08	75,04	0,075	Σταφύλι

2.7.8. Περιεχόμενο συνολικών φαινολικών

Το υπόλοιπο μισό του μωλωπισμένου και του αντίστοιχου άθικτου κομματιού που απέμειναν ανά καρπό χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση του περιεχομένου συνολικών φαινολικών. Για τον προσδιορισμό του συνολικού περιεχομένου φαινολικών οι μετρήσεις αφορούσαν ολόκληρη την επανάληψη και δεν έγινε μέτρηση για κάθε καρπό της επανάληψης. Τα κομμάτια που χρειαζόνταν για τη μέτρηση των φαινολικών τυλίγονται με ένα κομμάτι τυρόπανο και η εκχύμωση γίνονταν με την χρήση ενός πιεστή σκόρδου. Το τυρόπανο χρησιμεύει ως φίλτρο για την απομάκρυνση της πούλπας από τον χυμό.

Η συνολική συγκέντρωση φαινολικών χυμού μήλων καθορίστηκε με τη μέθοδο Folin Ciocalteu. Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με την καμπύλη συγκεκριμένων συγκεντρώσεων γαλλικού οξέος που προέκυψε ύστερα από ανάλυση απορρόφησης με το φασματογράφο (spectrophotometer) και εκφράστηκαν ως μg γαλλικού οξέος/mL χυμού. Για την παρασκευή πυκνού διαλύματος stock γαλλικού οξέος διαλύσαμε 0,5gr ξηρό γαλλικό οξύ σε 100mL νερού και το προκύπτον μίγμα θερμάνθηκε ελαφρά και ανακατεύτηκε μέχρι να διαλυθεί πλήρως. Πέντε διαλύματα προετοιμάστηκαν για τον καθορισμό της καμπύλης βαθμονόμησης όπως φαίνεται παρακάτω:

Από το πυκνό διάλυμα γαλλικού οξέος, 0,25, 0,5, 0,75, 1 και 1,5 mL μεταφέρθηκαν σε κωνικές φιάλες των 50mL και αραιώθηκαν σε 49,75, 49,5, 49,25, 49, 48,5 mL απεσταγμένου νερού αντίστοιχα.

Για τον προσδιορισμό των συνολικών φαινολικών σε 18mL νερού αραιώθηκαν 2mL χυμού. Ύστερα, μεταφέρθηκαν 2mL του αραιωμένου χυμού από κάθε επανάληψη καθώς και 2mL από τις ανωτέρω τυποποιημένες συγκεντρώσεις γαλλικού οξέος σε γυάλινο screw cap σωλήνα και προστέθηκαν 2 mL νερού. Παράλληλα, κάθε φορά που ετοιμάζονταν δείγματα για προσδιορισμό συνολικών φαινολικών δημιουργούνταν και blank δείγμα προσθέτοντας απλά 2+2 mL νερό σε screw cap σωλήνα. Έπειτα από 2 λεπτά προσθέτονταν 2 mL αραιού διαλύματος Folin Ciocalteu (FC) και το προκύπτον μείγμα ανακατεύονταν σε συσκευή Vortex. Κατόπιν το διάλυμα αφήνονταν για μία ώρα στους 30°C και μετά έμπαινε στο ψυγείο στους 5°C για 30 περίπου λεπτά. Τέλος, τα δείγματα έβγαιναν από το ψυγείο, αφήνονταν να σταθούν σε θερμοκρασία δωματίου για λίγα λεπτά και μετρίονταν η απορρόφηση στα 760nm στο φασματοφωτόμετρο.

2.8. Δείκτης Folin Ciocalteu

Αυτή η δοκιμή βασίζεται στην αντίδραση φαινολικών με το Folin Ciocalteu αντιδραστήριο, το οποίο είναι ένα μίγμα phosphotungstic acid and phosphomolybdic acid. Αυτό το αντιδραστήριο μετά την οξείδωση των φαινολών ανάγεται σε ένα μίγμα οξειδίων tungsten και μολυβδαινίου μπλέ χρώματος (Official Journal of European Communities, 1990), έχοντας μία μέγιστη απορρόφηση περίπου στα 760nm. Η απορρόφηση που μετρήθηκε σε αυτό το μήκος κύματος είναι ανάλογη με τα συνολικά φαινολικά που βρίσκονται στο δείγμα.

2.9. Στατιστική Ανάλυση

Για όλες τις μεταχειρίσεις καθώς και για το χρόνο που έγιναν τα χτυπήματα και η θέση που έγιναν οι διάφορες μετρήσεις ποιότητας χρησιμοποιήθηκαν 5 επαναλήψεις των 6 καρπών η κάθε μία. Όλες οι αναλύσεις έγιναν με τους μέσους όρους των επαναλήψεων και ξεχωριστά για την κάθε ποικιλία. Η ανάλυση της παραλλακτικότητας έγινε για όλες τις μεταχειρίσεις (Μάρτυρας, Θερμό νερό, 1-MCP), σε όλους τους χρόνους πραγματοποίησης των χτυπημάτων (Συγκομιδή, κρύο συντηρημένο και ζεστό συντηρημένο) και για μωλωπισμένο και μη τμήμα του καρπού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Προκαταρκτικό πείραμα

Πριν την έναρξη του κύριου πειράματος, στα πλαίσια διερεύνησης των παραγόντων που επιδρούν στο φαινόμενο του μωλωπισμού καθώς και την επιλογή των μεταχειρίσεων διεξήχθη προκαταρκτικό πείραμα, στο οποίο εξετάστηκαν οι παράγοντες: ύψος πτώσης του καρπού, χρονικό διάστημα μεταξύ χτυπήματος και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό και είδος χτυπήματος. Χρησιμοποιήθηκαν μόνο καρποί της Fuji στο προκαταρκτικό πείραμα. Αναλυτικότερα, οι καρποί χωρίστηκαν σε 2 κατηγορίες ως προς το είδος του χτυπήματος, η πρώτη περιελάμβανε χτύπημα καρπού πάνω στη μεταλλική επιφάνεια και η δεύτερη χτύπημα καρπού πάνω σε άλλον καρπό. Ο λόγος που έγινε αυτό, ήταν να μελετηθεί το φαινόμενο του μωλωπισμού κατά τη συγκομιδή και σε στάδια της τυποποίησης οπότε λαμβάνουν χώρα αμφότερα τα είδη χτυπήματος. Έπειτα, κάθε μια από αυτές τις δύο κατηγορίες διαιρέθηκε σε 3 ομάδες που διέφεραν μεταξύ τους ως προς το χρονικό διάστημα που παρέρχεται μεταξύ χτυπήματος και εκτίμησης ευαισθησίας του καρπού στο μωλωπισμό και έτσι είχαμε τη μία ομάδα των 2 ωρών, την άλλη των 6 ωρών και την τελευταία των 24 ωρών. Αυτές οι ομάδες διαιρέθηκαν σε άλλες 3 υποομάδες, που διέφεραν στο ύψος της πτώσης των καρπών προκύπτοντας έτσι ομάδα ύψους πτώσης από 20 cm, άλλη από 30 cm και άλλη από 40 cm. Η επιλογή των τριών διαφορετικών επιπέδων ύψους αποφασίστηκε με βάση τις ελληνικές συνθήκες συγκομιδής. Η ευαισθησία των καρπών στο μωλωπισμό εκτιμήθηκε με βάση την επιφάνεια του μωλωπισμού, το βάθος του και το βάρος του μωλωπισμένου τμήματος. Τα αποτελέσματα του πειράματος παρουσιάζονται ευθύς αμέσως.

3.1.1 Χτύπημα καρπού σε μεταλλική επιφάνεια

Οι δοκιμές με μωλωπισμούς μεμονωμένων καρπών σε μεταλλική επιφάνεια έδειξαν ότι το χρονικό διάστημα που παρέρχεται μεταξύ χτυπήματος και εκτίμησης ευαισθησίας του καρπού στον μωλωπισμό δεν επιδρά στις παραμέτρους που εκτιμούν

το μέγεθος του μωλωπισμού στον καρπό όπως είναι η επιφάνεια του μωλωπισμού (cm^2), το βάθος του (cm) και το βάρος του (g) (Πίνακας 3.1, Διαγράμματα 3.1, 3.2 & 3.3), δηλαδή δεν υπήρξαν διαφορές για καρπούς που αφέθηκαν στον πάγκο μετά το χτύπημα για περισσότερο από 2 ώρες, αποτέλεσμα ανάλογο με εκείνο του Klein (1987). Αντίθετα, στο ύψος υπήρξαν διαφορές ως προς την επιφάνεια μωλωπισμού (Διάγρ. 3.1) και το βάρος του (Διάγρ. 3.3), αλλά όχι για το βάθος του (Διάγρ. 3.2). Συγκεκριμένα, από το ύψος 40cm η επιφάνεια μωλωπισμού και το βάρος μωλωπισμένης σάρκας ήταν στατιστικώς μεγαλύτερα από εκείνα της πτώσης από 20 και 30cm.

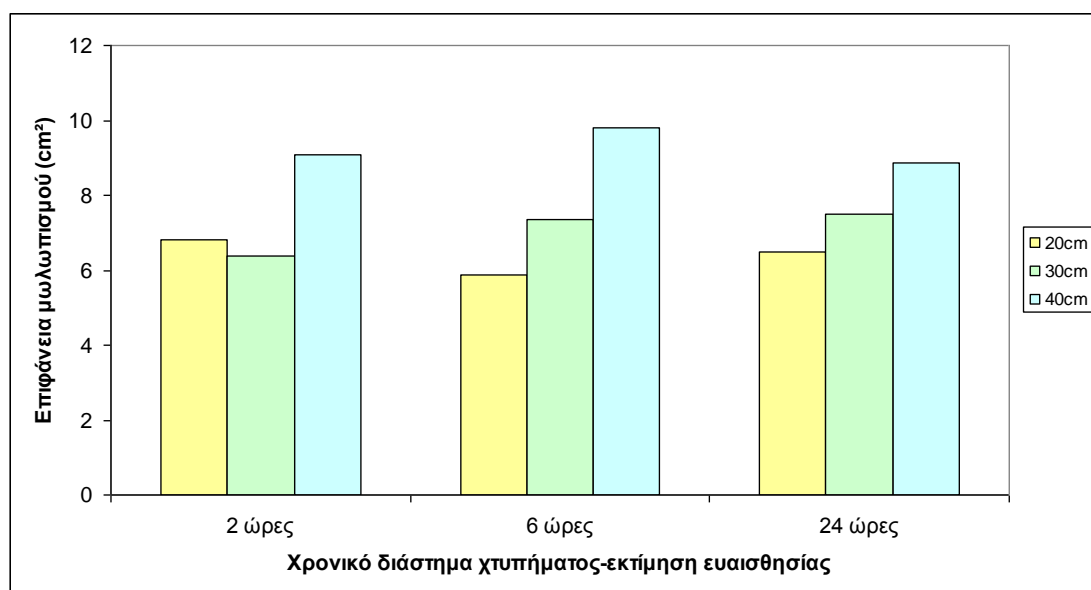
3.1.2 Χτύπημα μήλου πάνω σε μήλο

Ο χρόνος που παρεμβάλλεται μεταξύ χτυπήματος και εκτίμησης ευαισθησίας του καρπού στον μωλωπισμό δεν επέδρασε σε καμία από τις μετρούμενες παραμέτρους μωλωπισμού, αλλά και το ύψος φάνηκε να μην επιδρά στο βάθος του μωλωπισμού. Όμως υπήρξαν διαφορές στο ύψος πτώσης για την επιφάνεια μωλωπισμού (Διάγρ. 3.4 & 3.5) και το βάρος του (Διάγρ. 3.10 & 3.11), καθώς οι καρποί που αφέθηκαν να πέσουν από ύψος 20 cm είχαν μικρότερες μέσες τιμές αυτών των δύο παραμέτρων που εκτιμούν την ευαισθησία ως προς το μωλωπισμό από εκείνες του ύψους των 40 cm (Πίν. 3.2). Οι μέσες τιμές των μετρηθέντων παραμέτρων για το ύψος των 30 cm δεν διέφεραν με εκείνες των άλλων επιπέδων ύψους. Το πείραμα αυτό έδειξε ότι χτύπημα καρπού πάνω σε καρπό για τις δεδομένες συνθήκες του πειράματος είχε μία τάση να μωλωπίζει τον έναν από τους δύο καρπούς και συνήθως αυτόν που δεχόταν το χτύπημα από τον καρπό που αφέθηκε να πέσει πάνω του από τα τρία διαφορετικά ύψη που αναφέρθηκαν. Άρα δεδομένου ότι για τα χτυπήματα μεμονωμένων καρπών σε μεταλλική επιφάνεια διαφορές δεν υπήρξαν μεταξύ των διαφορετικών χρόνων που παρεμβάλλεται μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας του καρπού ως προς αυτόν και οι διαφορές που παρουσιάστηκαν αφορούσαν μόνο το ύψος των 40cm για κάποιες από τις παραμέτρους ευαισθησίας του καρπού στο μωλωπισμό αποφασίστηκε η μελέτη ενός από τους χρόνους που εξετάστηκαν. Τελικά επιλέχθηκε ένα χρονικό διάστημα μεταξύ 2 και 6 ωρών που ήταν οι 4 ώρες. Όσον αφορά το ύψος επιλέχθηκε εκείνο των 30 cm με τη λογική ότι από τέτοιο περίπου ύψος είναι, στη χειρότερη περίπτωση, πιθανό να πέσουν οι καρποί στα δοχεία συλλογής κατά τη διάρκεια της συγκομιδής και κατά τη διάρκεια των μετέπειτα μεταχειρίσεων.

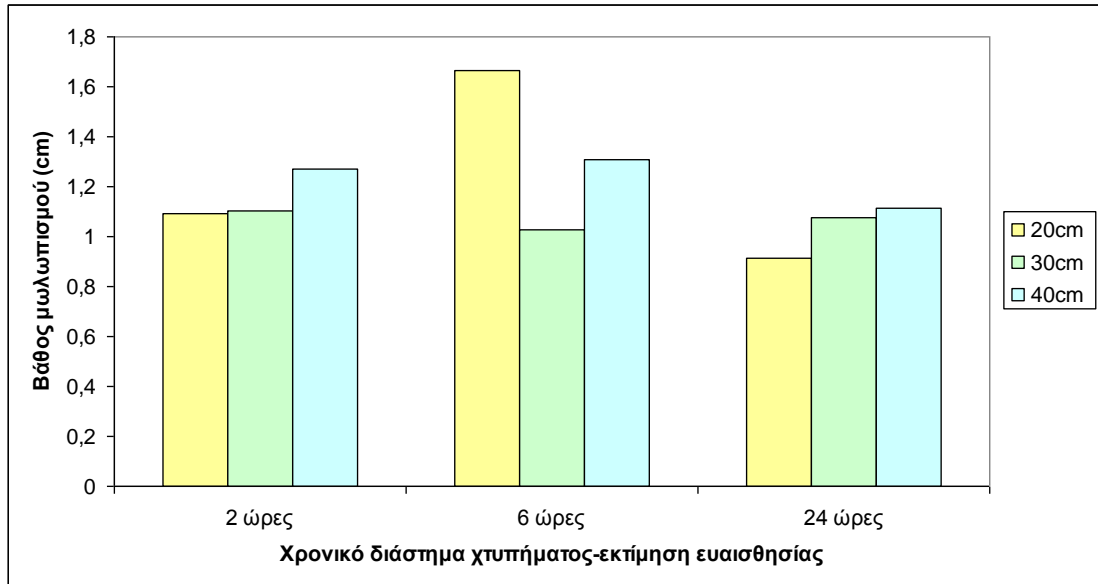
Πίνακας 3.1: Επίδραση του χρονικού διαστήματος μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό (ώρες) και του ύψους πτώσης του καρπού πάνω σε μεταλλική επιφάνεια σε τρεις παραμέτρους ευαισθησίας του καρπού στο μωλωπισμό μήλων ποικιλίας Fuji.

Χρονικό διάστημα χτυπήματος-εκτίμηση ευαισθησίας	Ύψος (cm)	Επιφάνεια μωλωπισμού (cm ²)	Βάθος μωλωπισμού (cm)	Βάρος μωλωπισμού (g)
2 ώρες	20	6,82	1,09	4,17
	30	6,38	1,10	4,43
	40	9,09	1,27	8,00
6 ώρες	20	5,88	1,67	3,40
	30	7,35	1,02	4,60
	40	9,79	1,31	7,30
24 ώρες	20	6,50	0,91	3,93
	30	7,49	1,08	4,77
	40	8,87	1,11	6,13
Σημαντικότητα				
Χρονικό διάστημα		ns	ns	ns
Ύψος		***	ns	***
Χρονικό διάστημα * Ύψος		ns	ns	ns
LSD _{0,05}		2,70	0,76	2,09

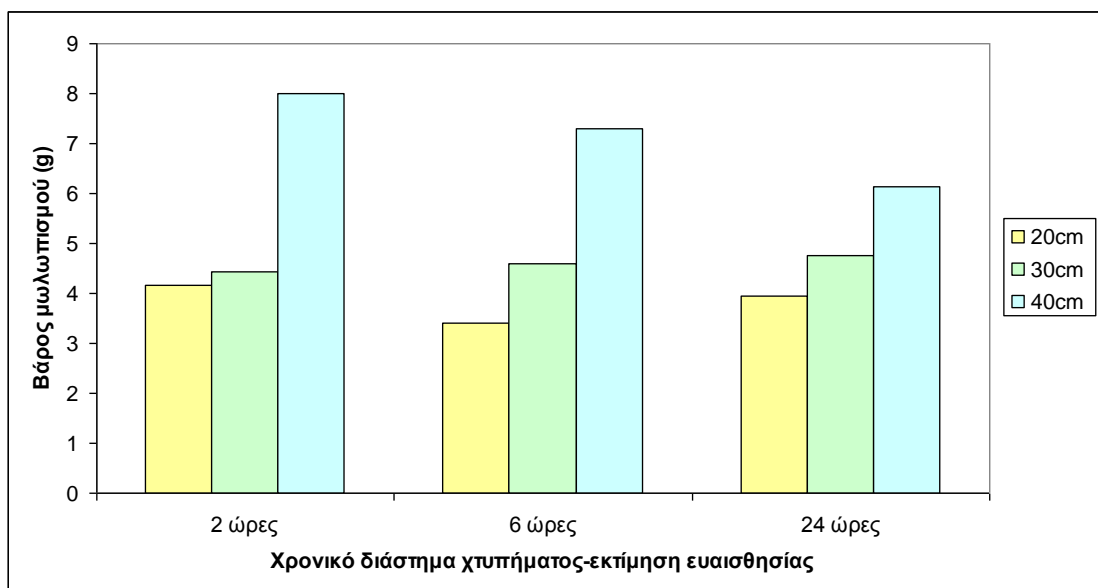
Διάγραμμα 3.1: Επίδραση του χρονικού διαστήματος μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό (ώρες) και του ύψους πτώσης του καρπού ποικιλίας Fuji πάνω σε μεταλλική επιφάνεια στην επιφάνεια του μωλωπισμού.



Διάγραμμα 3.2: Επίδραση του χρονικού διαστήματος μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού ποικιλίας Fuji πάνω σε μεταλλική επιφάνεια στο βάθος που εκτείνεται ο μωλωπισμός.



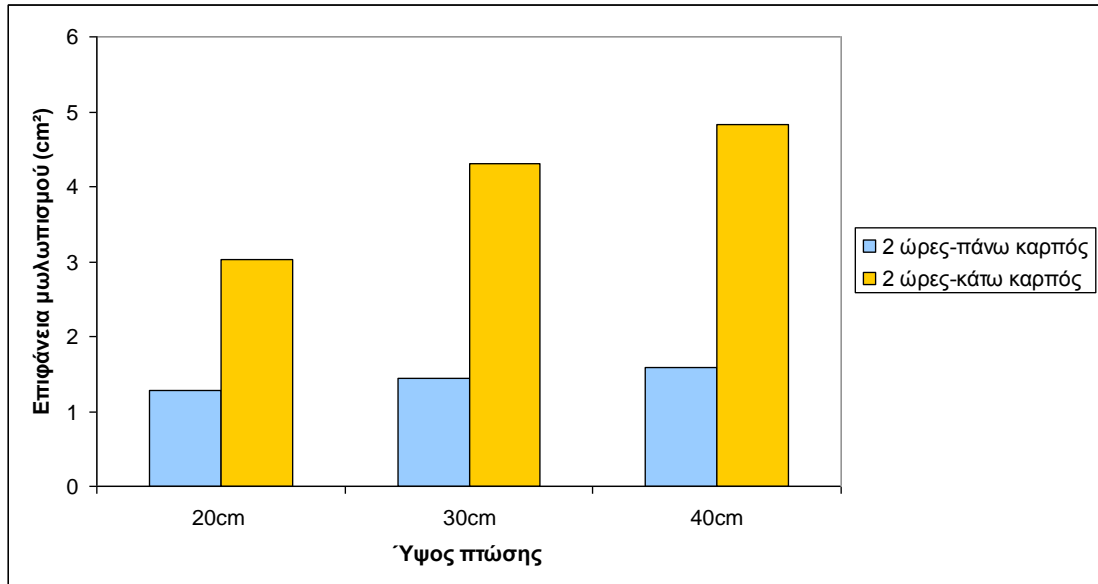
Διάγραμμα 3.3: Επίδραση του χρονικού διαστήματος μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού ποικιλίας Fuji πάνω σε μεταλλική επιφάνεια στο βάρος του μωλωπισμού.



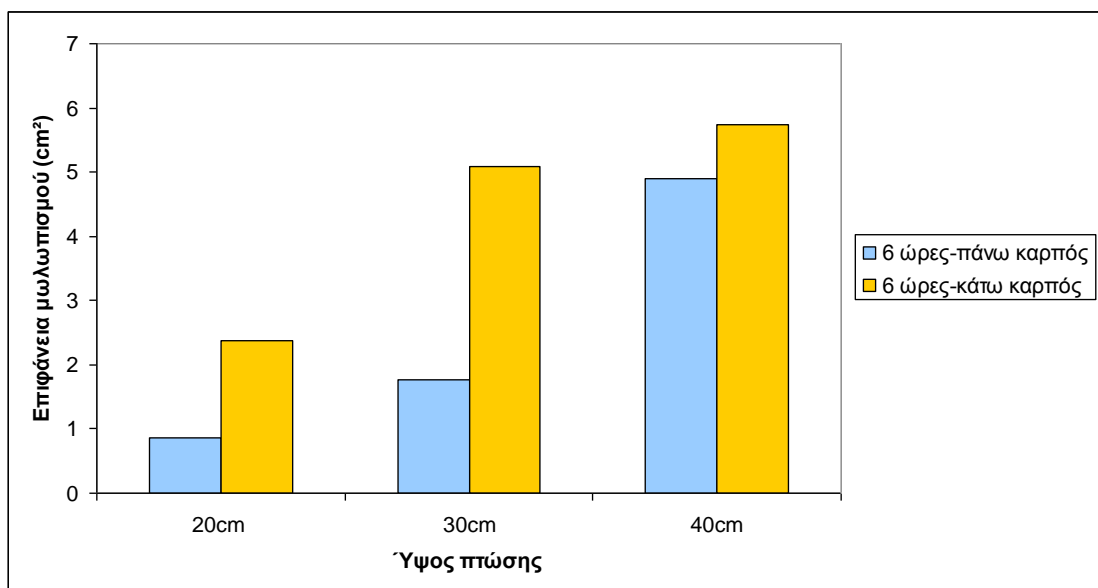
Πίνακας 3.2: Επίδραση του χρονικού διαστήματος μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης του καρπού πάνω σε άλλο καρπό σε τρεις παραμέτρους ευαισθησίας του καρπού στο μωλωπισμό για την ποικιλία Fuji.

Χρονικό διάστημα χτυπήματος-εκτίμηση ευαισθησίας	Ύψος (cm)	Καρπός	Επιφάνεια μωλωπισμού (cm ²)	Βάθος μωλωπισμού (cm)	Βάρος μωλωπισμού (g)
2 ώρες	20	Πάνω	1,28	0,24	0,53
		Κάτω	3,03	0,68	1,80
	30	Πάνω	1,44	0,34	0,70
		Κάτω	4,31	0,74	2,53
	40	Πάνω	1,59	0,20	0,67
		Κάτω	4,82	1,15	3,37
6 ώρες	20	Πάνω	0,87	0,26	0,57
		Κάτω	2,38	0,47	1,20
	30	Πάνω	1,76	0,31	0,80
		Κάτω	5,09	0,71	2,40
	40	Πάνω	4,89	0,82	2,53
		Κάτω	5,74	0,74	2,47
24 ώρες	20	Πάνω	3,42	0,72	1,77
		Κάτω	1,19	0,15	0,50
	30	Πάνω	3,57	0,67	2,30
		Κάτω	1,43	0,30	1,07
	40	Πάνω	2,63	0,54	1,63
		Κάτω	3,23	0,47	1,80
Σημαντικότητα					
Χρονικό διάστημα			ns	ns	ns
Ύψος			**	ns	**
Θέση καρπού			**	ns	**
Χρον. Διάστ. * Ύψος * Θέση καρπού			ns	ns	ns
LSD _{0,05}			3,32	0,60	1,86

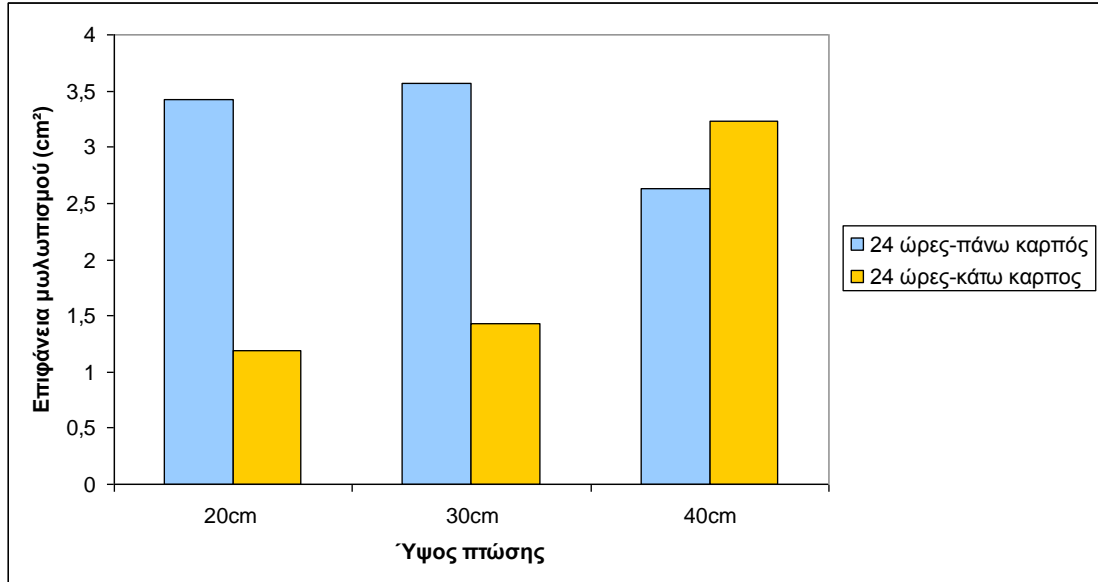
Διάγραμμα 3.4: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (2 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης καρπού Fuji πάνω σε άλλο καρπό Fuji στην επιφάνεια του μωλωπισμού.



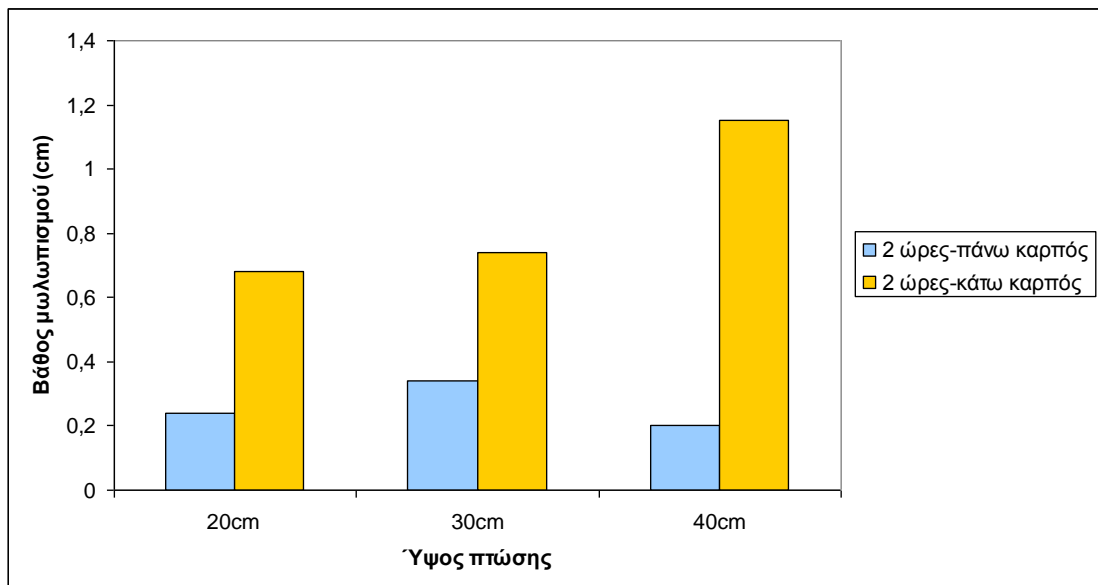
Διάγραμμα 3.5: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (6 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης καρπού Fuji πάνω σε άλλο καρπό Fuji στην επιφάνεια του μωλωπισμού.



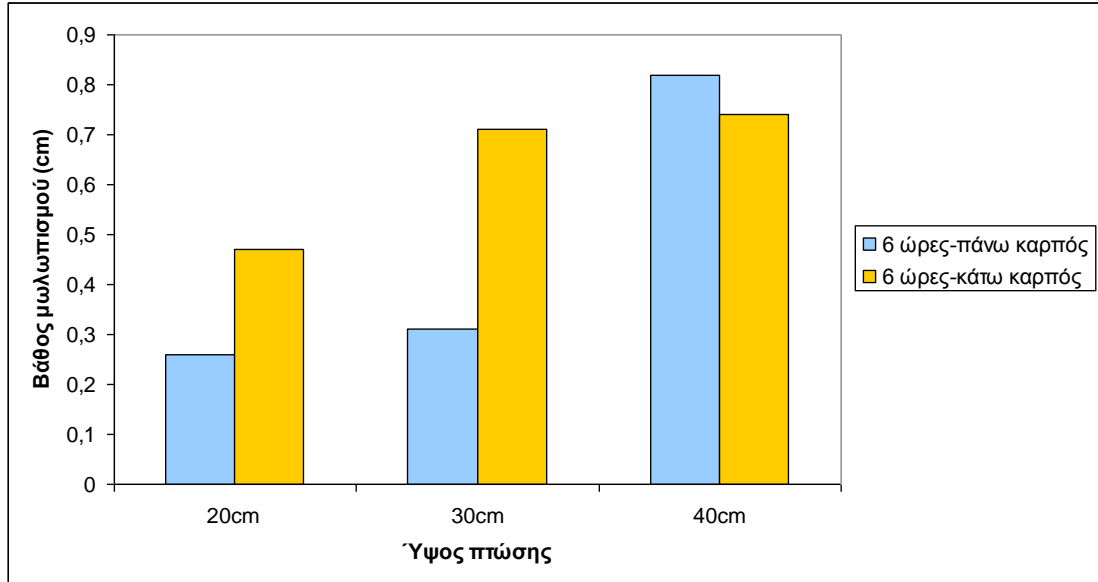
Διάγραμμα 3.6: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (24 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης καρπού Fuji πάνω σε άλλο καρπό Fuji στην επιφάνεια του μωλωπισμού.



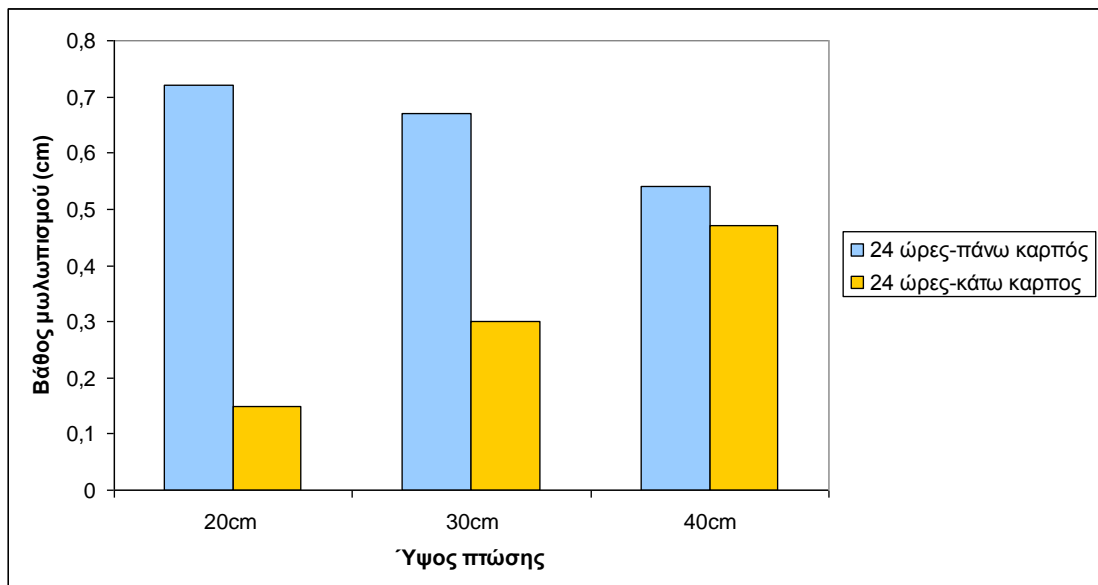
Διάγραμμα 3.7: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (2 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης καρπού Fuji πάνω σε άλλο καρπό Fuji στο βάθος του μωλωπισμού.



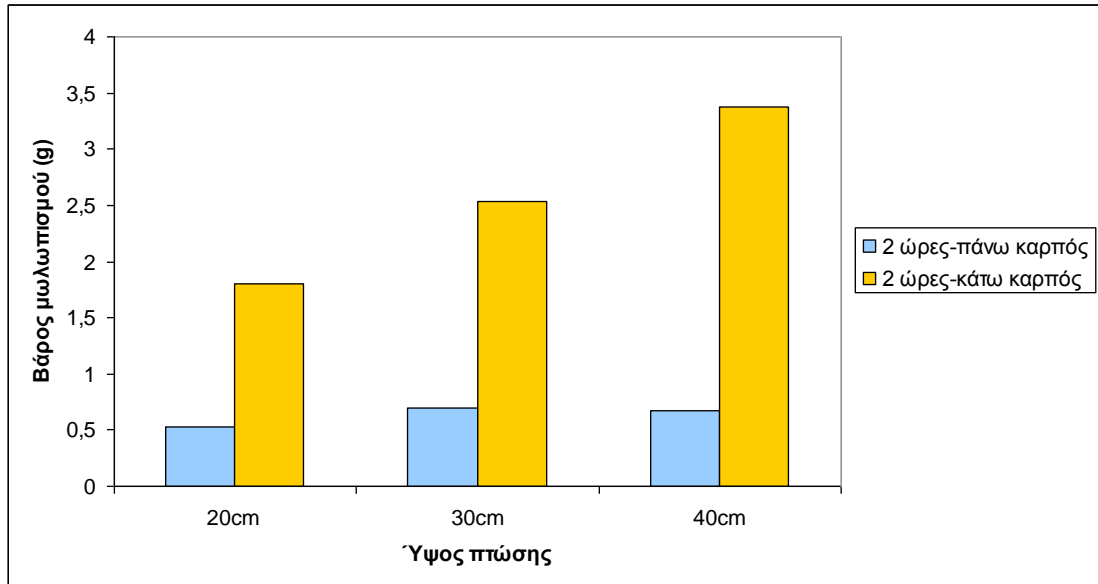
Διάγραμμα 3.8: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (6 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης καρπού Fuji πάνω σε άλλο καρπό Fuji στο βάθος του μωλωπισμού.



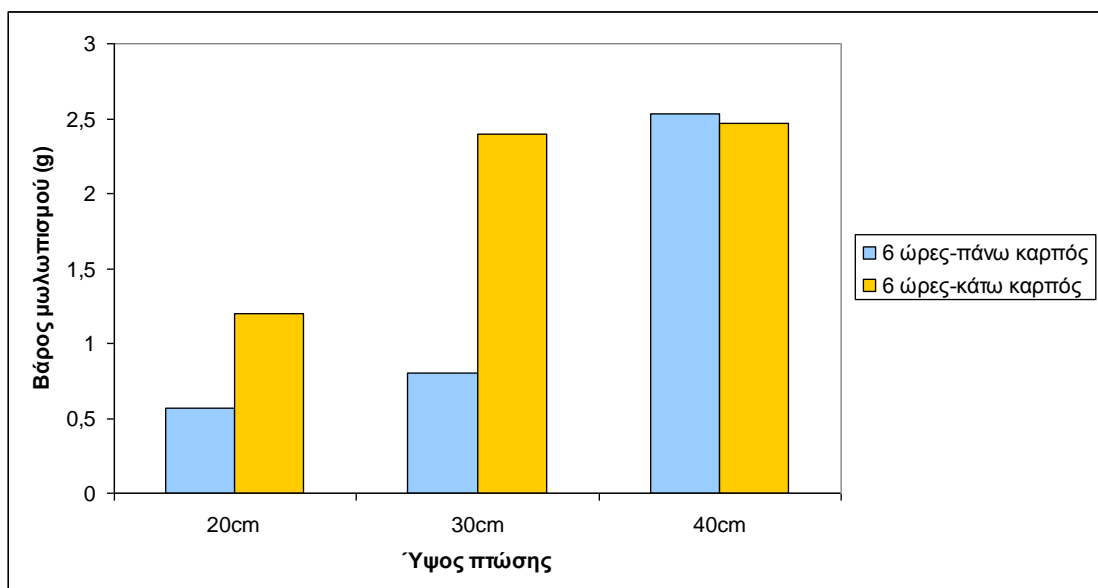
Διάγραμμα 3.9: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (24 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης καρπού Fuji πάνω σε άλλο καρπό Fuji στο βάθος του μωλωπισμού.



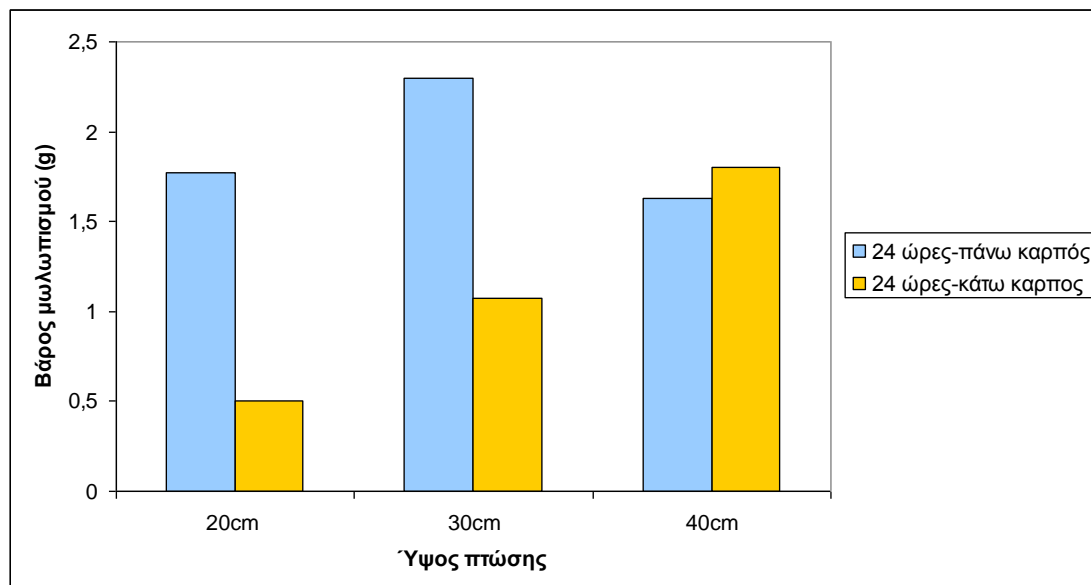
Διάγραμμα 3.10: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (2 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης καρπού Fuji πάνω σε άλλο καρπό Fuji στο βάρος του μωλωπισμού.



Διάγραμμα 3.11: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (6 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης καρπού Fuji πάνω σε άλλο καρπό Fuji στο βάρος του μωλωπισμού.



Διάγραμμα 3.12: Επίδραση του χρονικού διαστήματος (24 ώρες) μεταξύ μωλωπισμού και εκτίμησης ευαισθησίας στο μωλωπισμό καθώς και του ύψους πτώσης καρπού Fuji πάνω σε άλλο καρπό Fuji στο βάρος του μωλωπισμού.



3.2 Επίδραση των μεταχειρίσεων

3.2.1 Απώλεια βάρους %

Η απώλεια βάρους % για τους καρπούς που συντηρήθηκαν στο ψυγείο για 2 μήνες έδειχνε μία τάση να εμφανιζόταν μεγαλύτερη για τους καρπούς που είχαν εμβαπτισθεί σε θερμό νερό σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις και για τις δύο ποικιλίες (Πίν. 3.3).

Συγκεκριμένα, για την ποικιλία Fuji η μέση τιμή της απώλειας βάρους των καρπών που εμβαπτίστηκαν σε θερμό νερό ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών του μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν 1-MCP, ενώ οι διαφορές μεταξύ των καρπών του Μάρτυρα και του 1-MCP δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (Διάγρ. 3.13).

Για την ποικιλία Granny Smith, παρουσιάζεται η ίδια εικόνα με τη διαφορά ότι η μέση τιμή της απώλειας βάρους των καρπών του 1-MCP δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές από τις άλλες μεταχειρίσεις, παρά μόνο στη περίπτωση των μήλων που χτυπήθηκαν κρύα όπου οι καρποί που δέχθηκαν 1-MCP είχαν μικρότερη

απώλεια βάρους % σε σχέση με τους καρπούς που δέχθηκαν θερμό νερό. Μάλιστα, η μέση τιμή απώλειας βάρους των καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό ήταν μεγαλύτερη και από εκείνη των καρπών του Μάρτυρα, διαφορά που παρατηρήθηκε μόνο στους καρπούς που μολωπίστηκαν κρύοι (περίπου σε θερμοκρασία 5°C), ενώ δεν παρουσιάστηκε καμία διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων στους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί (σε θερμοκρασία δωματίου) (Διάγρ. 3.14).

3.2.2 Παράμετροι μολωπισμού

Όσον αφορά τις παραμέτρους που χαρακτηρίζουν το βαθμό του μολωπισμού στον καρπό, καμία μεταχείριση δεν βρέθηκε να επιδρά στο εμβαδό επιφάνειας του μολωπισμού για αμφότερες τις ποικιλίες, με εξαίρεση στη Fuji όπου στα μήλα που χτυπήθηκαν ζεστά (σε θερμοκρασία δωματίου), το 1-MCP μείωσε το εμβαδό επιφάνειας σε σχέση με το μάρτυρα (Πίν. 3.4 & 3.6).

Σε αντίθεση με το εμβαδό επιφάνειας του μολωπισμού, το βάθος μολωπισμού βρέθηκε διαφορετικό μεταξύ των μεταχειρίσεων και για τις δύο ποικιλίες (Πίν. 3.4 & 3.6). Για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή του βάθους μολωπισμού καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό ήταν μικρότερη από εκείνη καρπών του Μάρτυρα, ενώ και η μέση τιμή του βάθους μολωπισμού καρπών του μάρτυρα μικρότερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν 1-MCP. Οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές για τα μήλα που χτυπήθηκαν ζεστά.

Για την ποικιλία Granny Smith, η διαφορά της μέσης τιμής του βάθους μολωπισμού μεταξύ καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό και του 1-MCP δεν ήταν στατιστικώς σημαντική, αλλά η μέση τιμή του βάθους μολωπισμού των καρπών του μάρτυρα ήταν μικρότερη από τις άλλες μεταχειρίσεις. Αυτή η διαφορά δεν βρέθηκε στα μήλα που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή.

Η μέση τιμή του βάρους μολωπισμού σε g δεν διέφερε μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων για αμφότερες τις ποικιλίες, με εξαίρεση τα μήλα Granny Smith που χτυπήθηκαν κρύα, όπου το βάρος (g) καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ήταν σημαντικά μεγαλύτερο από εκείνο των άλλων μεταχειρίσεων, και στα μήλα Fuji, όπου το βάρος μολωπισμού καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ήταν μεγαλύτερο από εκείνο καρπών που εφαρμόστηκε θερμό νερό (Πίν. 3.5 & 3.7, Διάγρ. 3.17 & 3.21).

Αντίθετα, για το βάρος μολωπισμού σε ποσοστό % βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων και για τις δύο ποικιλίες. Για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή του

βάρους μωλωπισμού % καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό βρέθηκε μικρότερη από εκείνη καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP, ενώ η τελευταία μικρότερη από εκείνη καρπών του Μάρτυρα (Διάγρ. 3.18). Όμως, αυτές οι διαφορές περιορίστηκαν για τα μήλα που χτυπήθηκαν μετά τη συντήρηση, γιατί μετά τη συγκομιδή δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Για την ποικιλία Granny Smith, στα συντηρημένα και χτυπημένα κρύα μήλα, η μέση τιμή του βάρους μωλωπισμού % καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα ή καρπών που εφαρμόστηκε Θερμό νερό (Πίν. 3.7, Διάγρ. 3.22). Ενώ, στα συντηρημένα και χτυπημένα ζεστά μήλα, η μέση τιμή του βάρους μωλωπισμού % καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν 1-MCP (Πίν. 3.7, Διάγρ. 3.22).

3.2.3 Χρώμα φλοιού

Η τιμή L^* του χρώματος του φλοιού του μωλωπισμένου τμήματος του καρπού παρουσίασε διαφορές ως προς τη μέση τιμή μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων και για τις δύο ποικιλίες (Πίν. 3.8 & 3.10). Ειδικότερα, για την ποικιλία Fuji η μέση τιμή του L^* καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ήταν μικρότερη από εκείνη καρπών του Μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν θερμική μεταχείριση. Οι διαφορές αυτές παρουσιάστηκαν μόνο κατά τη συγκομιδή, ενώ στους υπόλοιπους χρόνους δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές (Διάγρ. 3.23, 3.24 & 3.25).

Για την ποικιλία Granny Smith, διαφορά στη μέση τιμή του L^* βρέθηκε μόνο στα συντηρημένα και χτυπημένα ζεστά μήλα του μάρτυρα η οποία ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν είτε μεταχείριση Θερμού νερού είτε 1-MCP (Διάγρ. 3.40).

Για την ποικιλία Fuji η μέση τιμή a^* χρώματος φλοιού των καρπών του μάρτυρα που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό ή 1-MCP, αλλά στους άλλους χρόνους μωλωπισμού παρά την ύπαρξη ίδιας τάσης δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν. 3.8, Διάγρ. 3.26).

Για την ποικιλία Granny Smith η μέση τιμή a^* χρώματος φλοιού των καρπών του μάρτυρα που χτυπήθηκαν κρύοι ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό ή 1-MCP στην άθικτη πλευρά, όμως για τη μωλωπισμένη πλευρά το 1-MCP δεν διέφερε από τις άλλες μεταχειρίσεις και η μέση τιμή των καρπών του μάρτυρα

ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που εφαρμόστηκε Θερμό νερό (Πίν. 3.10, Διάγρ. 3.42). Για τα μήλα που χτυπήθηκαν ζεστά η μέση τιμή a^* χρώματος φλοιού των καρπών του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό ή 1-MCP (Διάγρ. 3.43).

Για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή b^* χρώματος φλοιού των καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό, στη μολωπισμένη πλευρά ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών του Μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν 1-MCP για τα μήλα που χτυπήθηκαν ζεστά (Πίν. 3.8, Διάγρ. 3.31). Για εκείνα που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή η μέση τιμή των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών του μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό (Διάγρ. 3.29).

Για την ποικιλία Granny Smith, η μέση τιμή b^* χρώματος φλοιού των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα στα μήλα της άθικτης πλευράς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή, ενώ εκείνη καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις σε αμφοτέρους τις πλευρές δεν υπήρξαν διαφορές (Πίν. 3.10, Διάγρ. 3.44). Σε εκείνα που χτυπήθηκαν ζεστά η μέση τιμή b^* χρώματος φλοιού των καρπών του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη εκείνης καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό ή 1-MCP (Διάγρ. 3.46). Τέλος, στη μολωπισμένη πλευρά των μήλων που χτυπήθηκαν κρύα η μέση τιμή του b^* καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν 1-MCP και μικρότερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα (Διάγρ. 3.45).

Η τιμή C^* χρώματος φλοιού διέφερε μεταξύ των μεταχειρίσεων τόσο για την ποικιλία Fuji όσο και για την ποικιλία Granny Smith (Πίν. 3.9 & 3.11). Για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή του C^* χρώματος φλοιού των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP βρέθηκε μικρότερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό κατά τη συγκομιδή (Διάγρ. 3.32). Για τα συντηρημένα μήλα που χτυπήθηκαν κρύα δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων (Διάγρ. 3.33), ενώ στη μολωπισμένη πλευρά εκείνων που χτυπήθηκαν ζεστά, η μέση τιμή του C^* χρώματος φλοιού των καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP, αλλά εκείνη καρπών του μάρτυρα δεν παρουσίαζε στατιστικώς σημαντικές διαφορές από τις άλλες μεταχειρίσεις (Διάγρ. 3.34).

Για την ποικιλία Granny Smith, η μέση τιμή του C^* χρώματος φλοιού των καρπών του Μάρτυρα βρέθηκε μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό ή 1-MCP στα μήλα που χτυπήθηκαν ζεστά (Διάγρ. 3.49). Όμως, στη άθικτη πλευρά η διαφορά μεταξύ Θερμού νερού και μάρτυρα δεν ήταν στατιστικώς σημαντική

(Διάγρ. 3.49). Σε εκείνα που χτυπήθηκαν κρύα μετά τη συντήρηση, για την άθικτη πλευρά δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, αλλά για τη μωλωπισμένη, η μέση τιμή της C^* χρώματος φλοιού των καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό ήταν μικρότερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα και μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν 1-MCP (Διάγρ. 3.48). Τέλος, κατά τη συγκομιδή δεν βρέθηκαν διαφορές ως προς τη μέση τιμή του C^* χρώματος φλοιού παρά μόνο στην άθικτη πλευρά του καρπού, όπου η μέση τιμή καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα, αλλά εκείνη καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές από τις άλλες μεταχειρίσεις (Διάγρ. 3.47).

Η τιμή της Hue για το μάρτυρα βρέθηκε μικρότερη από εκείνη των άλλων μεταχειρίσεων, με τις τελευταίες να μη διαφέρουν μεταξύ τους, πράγμα που ισχύει και για τις δύο ποικιλίες (Πίν. 3.9 & 3.11). Για την ποικιλία Fuji, για τα μήλα που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή η μέση τιμή του Hue καρπών του μάρτυρα βρέθηκε μικρότερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό, ενώ δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ αυτών των μεταχειρίσεων και του 1-MCP (Διάγρ. 3.35). Όμως μετά τη συντήρηση και με μωλωπισμό κρύων και ζεστών καρπών δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων (Διάγρ. 3.36 & 3.37).

Για την ποικιλία Granny Smith, η μέση τιμή της Hue χρώματος φλοιού των καρπών του μάρτυρα βρέθηκε μικρότερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό ή 1-MCP (Διάγρ. 3.51 & 3.52). Όμως για τους καρπούς που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων παρά μόνο μία παρόμοια όπως ανωτέρω τάση (Διάγρ. 3.50).

3.2.4 Συνεκτικότητα σάρκας

Σε αντίθεση με την ποικιλία Granny Smith, για την ποικιλία Fuji η συνεκτικότητα της σάρκας δεν παρουσίασε διαφορές ως προς τη μέση τιμή μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων (Πίν. 3.12). Για την ποικιλία Granny Smith, η μέση τιμή της συνεκτικότητας σάρκας καρπών που εμβαπτίσθηκαν σε Θερμό νερό ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών του Μάρτυρα και των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP, αντίστοιχα (Πίν. 3.13). Διαφορές δεν υπήρξαν κατά τη συγκομιδή, ενώ στα μήλα που χτυπήθηκαν κρύα, υπήρξε επίσης διαφορά μεταξύ μάρτυρα και 1-MCP, όπου η μέση τιμή της συνεκτικότητας σάρκας καρπών του μάρτυρα ήταν μικρότερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν 1-MCP (Διάγρ. 3.56).

3.2.5 Διαλυτά Στερεά Συστατικά

Τα Διαλυτά Στερεά Συστατικά δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων για την ποικιλία Fuji (Πίν. 3.12), παρά μόνο στους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί, όπου η μέση τιμή τους καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ήταν μικρότερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό (Διάγρ. 3.54). Αντίθετα, για την ποικιλία Granny Smith η μέση τιμή των Διαλυτών Στερεών Συστατικών για τους συντηρημένους καρπούς που δέχθηκαν Θερμό νερό ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών του μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν 1-MCP (Πίν. 3.13, Διάγρ. 3.57). Επιπλέον για καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή και είχαν δεχθεί 1-MCP ήταν περισσότερα από εκείνα καρπών των άλλων μεταχειρίσεων.

3.2.6 Ογκομετρούμενη οξύτητα

Η ογκομετρούμενη οξύτητα παρουσίασε διαφορές ως προς τη μέση τιμή μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων για αμφότερες τις ποικιλίες (Πίν. 3.12 & 3.13). Ειδικότερα, για την ποικιλία Fuji η μέση τιμή της ογκομετρούμενης οξύτητας στο χυμό μήλων που δέχθηκαν 1-MCP ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών του Μάρτυρα και καρπών που εμβαπτίσθηκαν σε Θερμό νερό. Όμως στα μήλα που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή δεν βρέθηκαν διαφορές στην ογκομετρούμενη οξύτητα μεταξύ των μεταχειρίσεων, όπως επίσης και μεταξύ συντηρημένων καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό και καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP (Διάγρ. 3.55).

Για την ποικιλία Granny Smith, η μέση τιμή της ογκομετρούμενης οξύτητας χυμού μήλων που δέχθηκαν μεταχείριση με Θερμό νερό ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν 1-MCP και καρπών του μάρτυρα. Επιπλέον, κατά τη συγκομιδή, η μέση τιμή της ογκομετρούμενης οξύτητας χυμού στους καρπούς του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP (Διάγρ. 3.58). Διαφορές στην ογκομετρούμενη οξύτητα χυμού μεταξύ των μεταχειρίσεων στα μήλα που χτυπήθηκαν ζεστά δεν υπήρξαν, ενώ για εκείνα που χτυπήθηκαν κρύα η μέση τιμή της ογκομετρούμενης οξύτητας των καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών του μάρτυρα και αυτών που δέχθηκαν 1-MCP.

3.2.7 Φαινολικές Ουσίες

Οι φαινολικές ουσίες στη σάρκα των μήλων παρουσίασαν διαφορές ως προς τη μέση τιμή μεταξύ των μεταχειρίσεων για την ποικιλία Fuji, αλλά διαφορετικές στους διάφορους χρόνους μωλωπισμού (Πίν. 3.16). Συγκεκριμένα, στους καρπούς που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή, η μέση τιμή των φαινολικών ουσιών των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών του μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό (Διάγρ. 3.77). Επίσης, η μέση τιμή των φαινολικών ουσιών των καρπών που δέχθηκαν θερμική μεταχείριση ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών του μάρτυρα. Δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων στα μήλα που χτυπήθηκαν κρύα (Διάγρ. 3.78). Στην άθικτη πλευρά καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί η μέση τιμή των φαινολικών ουσιών των καρπών του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ή εμβαπτίστηκαν σε Θερμό νερό (Διάγρ. 3.79). Για την ποικιλία Granny Smith, στους καρπούς που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή και μόνο για την άθικτη πλευρά, η μέση τιμή των φαινολικών ουσιών των καρπών που εμβαπτίστηκαν σε Θερμό νερό ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP και αυτών του Μάρτυρα (Πίν. 3.16, Διάγρ. 3.80). Στους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι, η μέση τιμή των φαινολικών ουσιών των καρπών του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό ή 1-MCP, αλλά στη μωλωπισμένη πλευρά δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των καρπών του μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν 1-MCP (Διάγρ. 3.81). Τέλος, στους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί, η μέση τιμή των φαινολικών ουσιών των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των άλλων μεταχειρίσεων, διαφορές που εντοπίστηκαν μόνο στη μωλωπισμένη πλευρά του καρπού (Διάγρ. 3.82).

3.2.8 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Για την ποικιλία Fuji, για τα συντηρημένα μήλα που χτυπήθηκαν ζεστά η μέση τιμή της αρχικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα για την άθικτη και μωλωπισμένη πλευρά και από εκείνη καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό για την άθικτη πλευρά (Πίν. 3.14, Διάγρ. 3.61). Στη μωλωπισμένη πλευρά, για εκείνα που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή καθώς και για εκείνα που χτυπήθηκαν κρύα η μέση τιμή της καρπών που

δέχθηκαν 1-MCP ήταν μικρότερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό (Διάγρ. 3.59 & 3.60).

Για την ποικιλία Granny Smith, στα μήλα που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή η μέση τιμή της καρπών του μάρτυρα ήταν μικρότερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό για την άθικτη και μωλωπισμένη πλευρά αντίστοιχα (Διάγρ. 3.68). Όμως, για την άθικτη πλευρά στα μήλα που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή η μέση τιμή της καρπών του μάρτυρα ήταν επίσης μικρότερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν 1-MCP (Διάγρ. 3.68). Ακόμη, για την άθικτη πλευρά στα μήλα που χτυπήθηκαν ζεστά και δέχθηκαν 1-MCP ήταν μικρότερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα (Διάγρ. 3.70).

Για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή της τελικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή και δέχθηκαν 1-MCP ήταν μικρότερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό (Διάγρ. 3.62). Για τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι εκείνη των καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών του μάρτυρα ή των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP (Διάγρ. 3.63), ενώ για εκείνους που χτυπήθηκαν ζεστοί εκείνη των καρπών του μάρτυρα ήταν μικρότερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό ή 1-MCP (Διάγρ. 3.64).

Για την ποικιλία Granny Smith, η μέση τιμή για τους καρπούς της συγκομιδής καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν 1-MCP (Διάγρ. 3.71). Επίσης για την άθικτη πλευρά η μέση τιμή καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα (Διάγρ. 3.71). Στην άθικτη πλευρά των συντηρημένων καρπών, η μέση τιμή της τελικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών του μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν 1-MCP (Διάγρ. 3.72 & 3.73).

Τέλος, για την ποικιλία Fuji των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι, η μέση τιμή της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας καρπών του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό ή 1-MCP (Διάγρ. 3.66). Για τους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό και μικρότερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν 1-MCP για την άθικτη πλευρά, ενώ για την μωλωπισμένη εκείνη καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό ήταν μικρότερη από εκείνη των άλλων μεταχειρίσεων (Διάγρ. 3.67).

Για την Granny Smith, δεν υπήρξαν γενικά διαφορές μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων, παρά μόνο σε κάποιες περιπτώσεις (Πίν. 3.15). Όπως, στην άθικτη

πλευρά, που ενώ κατά την συγκομιδή η μέση τιμή της για το μάρτυρα ήταν μικρότερη, για τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μεγαλύτερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν 1-MCP (Διάγρ. 3.74 & 3.76). Επίσης, για την μωλωπισμένη πλευρά των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι και δέχθηκαν θερμό νερό ήταν μικρότερη από εκείνη καρπών που δέχθηκαν 1-MCP (Διάγρ. 3.75).

3.3 Επίδραση του χρόνου που έγινε ο μωλωπισμός

3.3.1 Απώλεια βάρους %

Για αμφότερες τις ποικιλίες, η απώλεια βάρους % για τους καρπούς που συντηρήθηκαν στο ψυγείο για 2 μήνες και χτυπήθηκαν κρύοι δηλαδή αμέσως μετά την έξοδο τους από το ψυγείο δεν είχε στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με την απώλεια βάρους των καρπών που συντηρήθηκαν στο ψυγείο για 2 μήνες, αφέθηκαν στον πάγκο μετά την έξοδο τους από το ψυγείο και χτυπήθηκαν ζεστοί (Πίν. 3.3, Διάγρ. 3.13 & 3.14).

3.3.2 Παράμετροι μωλωπισμού

Όσον αφορά τις παραμέτρους που χαρακτηρίζουν το βαθμό του μωλωπισμού στον καρπό, το εμβαδό της επιφάνειας υπήρξε διαφορετικό μεταξύ των διάφορων χρόνων μωλωπισμού και για τις δύο ποικιλίες (Πίν. 3.4 & 3.6). Για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή της μωλωπισμένης επιφάνειας για τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων και χτυπημένων ζεστών και από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή (Διάγρ. 3.15). Για την ποικιλία Granny Smith, η μέση τιμή της μωλωπισμένης επιφάνειας για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που συντηρήθηκαν και χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί (Διάγρ. 3.19).

Το βάθος μωλωπισμού για την ποικιλία Fuji, δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή και καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι αμέσως μετά την έξοδο τους από το ψυγείο. Όμως, η μέση τιμή του βάθους μωλωπισμού για τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μικρότερη σε σχέση με τους καρπούς των δύο άλλων χρόνων (Διάγρ. 3.16). Για την ποικιλία

Granny Smith, η μέση τιμή του βάρους μωλωπισμού για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή βρέθηκε μεγαλύτερη από εκείνη για τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί (Διάγρ. 3.20).

Το βάρος μωλωπισμού σε g, παρουσίασε διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρόνων διεξαγωγής των χτυπημάτων για αμφότερες τις ποικιλίες (Πίν. 3.5 & 3.7). Για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή του βάρους μωλωπισμού σε g για τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι βρέθηκε μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί καθώς και εκείνης των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή (Διάγρ. 3.7). Όμως, για τους καρπούς που εμβαπτίσθηκαν σε Θερμό νερό το βάρος μωλωπισμού σε g δεν διέφερε μεταξύ των διαφορετικών χρόνων μωλωπισμού. Για την ποικιλία Granny Smith, η μέση τιμή του βάρους μωλωπισμού σε g για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί (Διάγρ. 3.11). Το βάρος μωλωπισμού μεταξύ των συντηρημένων διέφερε σημαντικά μεταξύ τους μόνο στο Θερμό νερό, όπου η μέση τιμή των μωλωπισμένων κρύνων ήταν μικρότερη από εκείνη των μωλωπισμένων ζεστών.

Το βάρος του μωλωπισμού σε ποσοστό % του συνολικού βάρους καρπού παρουσίασε διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρόνων διεξαγωγής των χτυπημάτων για αμφότερες τις ποικιλίες (Πίν. 3.5 & 3.7). Για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή του βάρους μωλωπισμού % για τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή και των συντηρημένων που χτυπήθηκαν ζεστοί, με εξαίρεση στο Θερμό νερό όπου οι διαφορές ήταν μικρότερες και οι μέσες τιμές δεν διέφεραν η μία από την άλλη (Διάγρ. 3.18). Στην ποικιλία Granny Smith, για το μάρτυρα και το Θερμό νερό, η μέση τιμή του βάρους μωλωπισμού % για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί (Διάγρ. 3.22). Ενώ στο 1-MCP, η μέση τιμή βάρους μωλωπισμού % των μήλων που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων και χτυπημένων κρύνων και η μέση τιμή των τελευταίων ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των χτυπημένων ζεστών.

3.3.3 Χρώμα φλοιού

Η τιμή L^* του χρώματος φλοιού παρουσίασε διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρόνων διεξαγωγής των χτυπημάτων για αμφότερες τις ποικιλίες (Πίν. 3.8 & 3.10). Για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή του L^* χρώματος φλοιού για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μικρότερη από εκείνη των συντηρημένων που χτυπήθηκαν ζεστοί ή κρύοι. Η διαφορά αυτή αφορά μόνο τα μήλα που δέχθηκαν 1-MCP, ενώ στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις δεν βρέθηκε η εν λόγω διαφορά (Διάγρ. 3.23, 3.24 & 3.25).

Για την ποικιλία Granny Smith, η μέση τιμή του L^* χρώματος φλοιού των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μικρότερη από εκείνη των συντηρημένων που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί. Η μέση τιμή του L^* χρώματος φλοιού στα χτυπημένα κρύα μήλα δεν διέφερε από τα χτυπημένα ζεστά παρά μόνο στα μήλα που εμβαπτίσθηκαν σε Θερμό νερό, όπου τα χτυπημένα κρύα μήλα είχαν μεγαλύτερη τιμή L^* από τα χτυπημένα ζεστά (Διάγρ. 3.38, 3.39 & 3.40).

Για την ποικιλία Fuji, δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρόνων διεξαγωγής των χτυπημάτων για τον δείκτη a^* χρώματος φλοιού.

Για την ποικιλία Granny Smith, για το Θερμό νερό η μέση τιμή του a^* χρώματος φλοιού των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μικρότερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι και αυτών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή (Διάγρ. 3.41, 3.42 & 3.43). Στην άθικτη πλευρά του μάρτυρα, η μέση τιμή του a^* χρώματος φλοιού των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι ήταν κάπως μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί αλλά η διαφορά δεν ήταν σημαντική.

Επίσης, για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή του b^* χρώματος φλοιού των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP και χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μικρότερη από εκείνη των συντηρημένων που χτυπήθηκαν ζεστοί ή κρύοι (Διάγρ. 3.29, 3.30 & 3.31). Στις άλλες μεταχειρίσεις δεν παρουσιάστηκε διαφορά μεταξύ των διαφορετικών χρόνων μωλωπισμού ως προς την τιμή του b^* χρώματος φλοιού.

Στην ποικιλία Granny Smith, στους καρπούς του μάρτυρα και εκείνων που εφαρμόστηκε Θερμό νερό η μέση τιμή b^* χρώματος φλοιού των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μικρότερη από εκείνη των συντηρημένων που χτυπήθηκαν ζεστοί ή κρύοι (Διάγρ. 3.44, 3.45 & 3.46). Στους καρπών που δέχθηκαν 1-MCP η μέση τιμή του b^* χρώματος φλοιού των συντηρημένων καρπών που

χτυπήθηκαν κρύοι δεν διέφερε από τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί ή από καρπούς που χτυπήθηκαν μετά τη συγκομιδή, αλλά η μέση τιμή του b^* για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί.

Για την τιμή C^* , η μέση τιμή των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή παρουσιάστηκε μικρότερη σε σχέση με εκείνη των συντηρημένων καρπών για αμφοτέρες ποικιλίες (Πίν. 3.9 & 3.11). Για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή του C^* χρώματος φλοιού των καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό, και χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή, βρέθηκε μικρότερη από εκείνη των συντηρημένων που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί, όμως στη μωλωπισμένη πλευρά, η διαφορά των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι δεν ήταν στατιστικώς σημαντική από εκείνη των άλλων χρόνων μωλωπισμού (Διάγρ. 3.32, 3.33 & 3.34). Για το μάρτυρα δεν υπήρξαν διαφορές, ενώ στους καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP, η μέση τιμή του C^* χρώματος φλοιού των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί.

Για την ποικιλία Granny Smith, η μέση τιμή του C^* χρώματος φλοιού των καρπών που εφαρμόστηκε θερμό νερό και των καρπών του μάρτυρα, οι οποίοι χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι. Επίσης, για το μάρτυρα, η μέση τιμή του C^* χρώματος φλοιού των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι βρέθηκε μικρότερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί. Για την άθικτη πλευρά των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP, η μέση τιμή του C^* χρώματος φλοιού των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή βρέθηκε μικρότερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί, ενώ στη μωλωπισμένη πλευρά, η μέση τιμή του C^* των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή και των συντηρημένων που χτυπήθηκαν κρύοι (Διάγρ. 3.47, 3.48 & 3.49).

Τέλος, τόσο για την ποικιλία Fuji όσο και για την Granny Smith, δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των καρπών που χτυπήθηκαν σε διαφορετικούς χρόνους στη γωνία Hue χρώματος φλοιού με εξαίρεση στους καρπούς του μάρτυρα της Granny Smith, όπου η μέση τιμή της Hue χρώματος φλοιού των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί (Διάγρ. 3.50, 3.51 & 3.52).

3.3.4 Συνεκτικότητα σάρκας

Σε αντίθεση με την ποικιλία Granny Smith, για την ποικιλία Fuji η συνεκτικότητα της σάρκας δεν παρουσίασε διαφορές ως προς τη μέση τιμή μεταξύ των διαφορετικών χρόνων μωλωπισμού (Πίν. 3.12).

Για την ποικιλία Granny Smith, η μέση τιμή της συνεκτικότητας της σάρκας στους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί ή κρύοι (Πίν. 3.13). Σε μήλα που δέχθηκαν 1-MCP, όμως η μέση τιμή της συνεκτικότητας της σάρκας για τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών στη συγκομιδή και μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί (Διάγρ. 3.56).

3.3.5 Διαλυτά Στερεά Συστατικά

Γενικά για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή των Διαλυτών Στερεών Συστατικών των καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρόνων μωλωπισμού, αλλά στο μάρτυρα, η μέση τιμή των Διαλυτών Στερεών Συστατικών των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μικρότερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί. Επίσης, στο Θερμό νερό, η μέση τιμή των Διαλυτών Στερεών Συστατικών των συντηρημένων μήλων που χτυπήθηκαν ζεστά ήταν μεγαλύτερη από τους άλλους χρόνους μωλωπισμού (Πίν. 3.12, Διάγρ. 3.54).

Για την ποικιλία Granny Smith, μόνο η μέση τιμή των Διαλυτών Στερεών Συστατικών καρπών που δέχθηκαν 1-MCP και χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν υψηλότερη από τους συντηρημένους καρπούς της ίδιας μεταχείρισης (Πίν. 3.13, Διάγρ. 3.57).

3.3.6 Ογκομετρούμενη οξύτητα

Η ογκομετρούμενη οξύτητα δεν παρουσίασε διαφορές ως προς τη μέση τιμή μεταξύ των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί ή κρύοι παρά μόνον μεταξύ αυτών και των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή για αμφότερες τις ποικιλίες (Πίν. 3.12 & 3.13).

Ειδικότερα, για την ποικιλία Fuji και την Granny Smith, η μέση τιμή της ογκομετρούμενης οξύτητας για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί (Διάγρ. 3.55). Όμως, στην ποικιλία Granny Smith και τη μεταχείριση με 1-MCP, δεν υπήρξαν διαφορές στην ογκομετρούμενη οξύτητα μεταξύ των καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί και εκείνων που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή, αλλά οι καρποί που χτυπήθηκαν αμέσως μετά την συγκομιδή είχαν μεγαλύτερη τιμή ογκομετρούμενης οξύτητας από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι (Διάγρ. 3.58).

3.3.7 Φαινολικές Ουσίες

Οι φαινολικές ουσίες στο χυμό των φρούτων παρουσίασαν διαφορές ως προς την μέση τιμή μεταξύ των διαφορετικών χρόνων μωλωπισμού για την ποικιλία Fuji, με εξαίρεση στο Θερμό νερό όπου δεν υπήρξαν διαφορές (Πίν. 3.16). Συγκεκριμένα, η μέση συγκέντρωση φαινολικών ουσιών στους συντηρημένους καρπούς του μάρτυρα που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων που χτυπήθηκαν κρύοι για την μη μωλωπισμένη πλευρά και μεγαλύτερη των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή. Για τους καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP και χτυπήθηκαν ζεστοί, η μέση συγκέντρωση φαινολικών ουσιών ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων που χτυπήθηκαν κρύοι, διαφορά που παρατηρήθηκε μόνο στην άθικτη πλευρά, ενώ ήταν μικρότερη σε κάθε πλευρά από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή (Διάγρ. 3.57, 3.58 & 3.59).

Για την ποικιλία Granny Smith, η μέση συγκέντρωση φαινολικών ουσιών των καρπών που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή βρέθηκε μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων που χτυπήθηκαν ζεστοί ή κρύοι για την άθικτη πλευρά. Επίσης, για την άθικτη πλευρά του μάρτυρα η συγκέντρωση φαινολικών ουσιών στους χτυπημένους κρούους καρπούς ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των χτυπημένων ζεστών. Για τη μωλωπισμένη πλευρά του μάρτυρα, η μέση συγκέντρωση φαινολικών ουσιών στους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή και εκείνων που χτυπήθηκαν κρύοι. Τέλος για τη μωλωπισμένη πλευρά των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP, η μέση συγκέντρωση φαινολικών ουσιών για τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι (Διάγρ. 3.80, 3.81 & 3.82).

3.3.8 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα δεν παρουσίασε διαφορές ως προς τη μέση τιμή μεταξύ των διαφορετικών χρόνων μωλωπισμού για την ποικιλία Granny Smith, εκτός από την μεταχείριση καρπών που δέχθηκαν θερμό νερό στη μωλωπισμένη πλευρά, όπου η μέση τιμή της για τους καρπούς που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των μωλωπισμένων καρπών μετά από τη συντήρηση, καθώς και από τη μεταχείριση του μάρτυρα στην άθικτη πλευρά, όπου η μέση τιμή της για τους καρπούς που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή ήταν μικρότερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί (Πίν. 3.15, Διάγρ. 3.68, 3.69 & 3.70).

Αντίθετα, για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή της αρχικής αγωγιμότητας για τους συντηρημένους καρπούς του μάρτυρα και για την μωλωπισμένη πλευρά των συντηρημένων που εφαρμόστηκε θερμό νερό, και χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών των άλλων χρόνων μωλωπισμού (Πίν. 3.14). Επιπλέον, στη μωλωπισμένη πλευρά, η μέση τιμή αρχικής αγωγιμότητας των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι. Στην άθικτη πλευρά των καρπών που εμβαπτίστηκαν σε Θερμό νερό, η μέση τιμή αρχικής αγωγιμότητας στους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή. Αντίστροφα, στους καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP, η μέση τιμή αρχικής αγωγιμότητας των καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μεγαλύτερη εκείνων που χτυπήθηκαν κρύοι και δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή με τους υπόλοιπους (Διάγρ. 3.59, 3.60 & 3.61).

Για την ποικιλία Fuji, η μέση τιμή της τελικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας της σάρκας καρπών του μάρτυρα ή καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό και χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί. Επίσης, στην άθικτη πλευρά, η μέση τιμή της τελικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τους συντηρημένους καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP και χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι, ενώ στη μωλωπισμένη πλευρά, υπήρχε μία τάση η τιμή της τελικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί να υπερτερεί από εκείνη των άλλων χρόνων μωλωπισμού (Διάγρ. 3.62, 3.63 & 3.64).

Για την ποικιλία Granny Smith, στο μάρτυρα και στη μωλωπισμένη πλευρά των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP δεν βρέθηκαν διαφορές στην τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταξύ των χρόνων μωλωπισμού. Στην άθικτη πλευρά των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP, η μέση τιμή της τελικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί. Στους καρπούς που εμβαπτίστηκαν σε Θερμό νερό και την άθικτη πλευρά, η μέση τιμή της τελικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί, ενώ στη μωλωπισμένη πλευρά δεν υπήρχε διαφορά μεταξύ των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι από εκείνους που χτυπήθηκαν σε άλλους χρόνους (Διάγρ. 3.71, 3.72 & 3.73).

Τέλος, η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα δεν παρουσίασε διαφορές ως προς την μέση τιμή των διαφορετικών χρόνων μωλωπισμού για την ποικιλία Fuji, με εξαίρεση τη μωλωπισμένη πλευρά των καρπών που εμβαπτίστηκαν σε Θερμό νερό, όπου η μέση τιμή της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν σε άλλους χρόνους. Επίσης, στην άθικτη πλευρά καρπών που δέχθηκαν 1-MCP, η μέση τιμή της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν σε άλλους χρόνους (Διάγρ. 3.65, 3.66 & 3.67).

Για την ποικιλία Granny Smith, οι καρποί που εμβαπτίστηκαν σε Θερμό νερό ή καρπών που δέχθηκαν 1-MCP, καθώς και η μωλωπισμένη πλευρά των καρπών του μάρτυρα, δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρόνων μωλωπισμού. Μόνο στην άθικτη πλευρά του μάρτυρα, η μέση τιμή της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μικρότερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί ή κρύοι (Διάγρ. 3.74, 3.75 & 3.76).

3.4 Επίδραση της θέσης του ιστού που γίνεται η ανάλυση ποιότητας

3.4.1 Χρώμα φλοιού

Ο δείκτης L^* του χρώματος του φλοιού δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ μωλωπισμένης και άθικτης θέσης μέτρησης για την ποικιλία Fuji, παρά μόνο στα χτυπημένα ζεστά των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP, όπου η μέση τιμή του άθικτου ιστού ήταν μεγαλύτερη από εκείνη του μωλωπισμένου (Πίν. 3.8, Διάγρ. 3.23, 3.24 & 3.25).

Για την ποικιλία Granny Smith, η μέση τιμή του L^* χρώματος φλοιού για τον άθικτο ιστό ήταν μεγαλύτερη από εκείνη για το μωλωπισμένο (Πίν. 3.10, Διάγρ. 3.38, 3.39 & 3.40).

Αντίθετα, η τιμή a^* χρώματος φλοιού για την ποικιλία Fuji δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ιστών (Διάγρ. 3.26, 3.27 & 3.28), αλλά για την ποικιλία Granny Smith βρέθηκε ότι η μέση τιμή της a^* του μωλωπισμένου ιστού ήταν μικρότερη από εκείνη του άθικτου (Διάγρ. 3.41, 3.42 & 3.43).

Η τιμή b^* χρώματος φλοιού εμφανίστηκε διαφορετική μεταξύ των διαφορετικών ιστών και για τις δύο ποικιλίες (Πίν. 3.8 & 3.10). Η μέση τιμή της b^* χρώματος φλοιού του άθικτου ιστού ήταν μεγαλύτερη από εκείνη του μωλωπισμένου για τις δύο μελετηθείσες ποικιλίες Fuji και Granny Smith (Διάγρ. 3.29, 3.30, 3.31, 3.44, 3.45 & 3.46).

Ακόμη, για την παράμετρο C^* χρώματος φλοιού βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των ιστών και για τις δύο ποικιλίες (Πίν. 3.9 & 3.11). Η μέση τιμή της C^* χρώματος φλοιού του άθικτου ιστού ήταν μεγαλύτερη από εκείνη του μωλωπισμένου για τις δύο μελετηθείσες ποικιλίες Fuji και Granny Smith (Διάγρ. 3.32, 3.33, 3.34, 3.47, 3.48 & 3.49).

Τέλος, για την γωνία Hue χρώματος φλοιού δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ μωλωπισμένου και άθικτου ιστού για την ποικιλία Fuji (Διάγρ. 3.35, 3.36 & 3.37). Όμως, για την ποικιλία Granny Smith η μέση τιμή της Hue του άθικτου ιστού ήταν μεγαλύτερη από εκείνη του μωλωπισμένου (Διάγρ. 3.50, 3.51 & 3.52).

3.4.2 Φαινολικές Ουσίες

Για την ποικιλία Fuji η μέση τιμή του φαινολικών ουσιών χυμού της άθικτης πλευράς ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από εκείνη της μωλωπισμένης πλευράς (Πίν. 3.16, Διάγρ. 3.77, 3.78 & 3.79). Το ίδιο αποτέλεσμα βρέθηκε και στα μήλα της ποικιλίας Granny Smith, με εξαίρεση τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι της μεταχείρισης με εμβάπτιση σε Θερμό νερό και της μεταχείρισης με 1-MCP, όπου η μέση τιμή φαινολικών ουσιών της άθικτης πλευράς ήταν μικρότερη από εκείνη της μωλωπισμένης πλευράς. Επίσης στους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί της μεταχείρισης με 1-MCP, η μέση τιμή φαινολικών ουσιών της άθικτης πλευράς ήταν μικρότερη από εκείνη της μωλωπισμένης πλευράς, ενώ στον ίδιο χρόνο δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των πλευρών στις άλλες μεταχειρίσεις (Διάγρ. 3.80, 3.81 & 3.82).

3.4.3 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα σάρκας μήλων παρουσίασε διαφορές ως προς την μέση τιμή μεταξύ μωλωπισμένου και άθικτου ιστού για αμφότερες τις ποικιλίες (Πίν. 3.14 & 3.15). Για την Fuji, η μέση τιμή αρχικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τον άθικτο ιστό ήταν μικρότερη από εκείνη του μωλωπισμένου ιστού, όπως και στην Granny Smith (Διάγρ. 3.59, 3.60, 3.61, 3.68, 3.69 & 3.70). Όμως, για την ποικιλία Fuji δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ της άθικτης και της μωλωπισμένης πλευράς για όλους τους καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP καθώς και για εκείνους που εμβαπτίστηκαν σε Θερμό νερό και χτυπήθηκαν ζεστοί.

Η τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα γενικά δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ιστών για αμφότερες τις ποικιλίες (Διάγρ. 3.62, 3.63 & 3.64). Όμως, στην ποικιλία Granny Smith, για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή και μεταχειρίστηκαν με Θερμό νερό ή 1-MCP, η μέση τιμή της τελικής αγωγιμότητας για τον άθικτο ιστό ήταν μεγαλύτερη από εκείνη του μωλωπισμένου ιστού (Διάγρ. 3.71, 3.72 & 3.73).

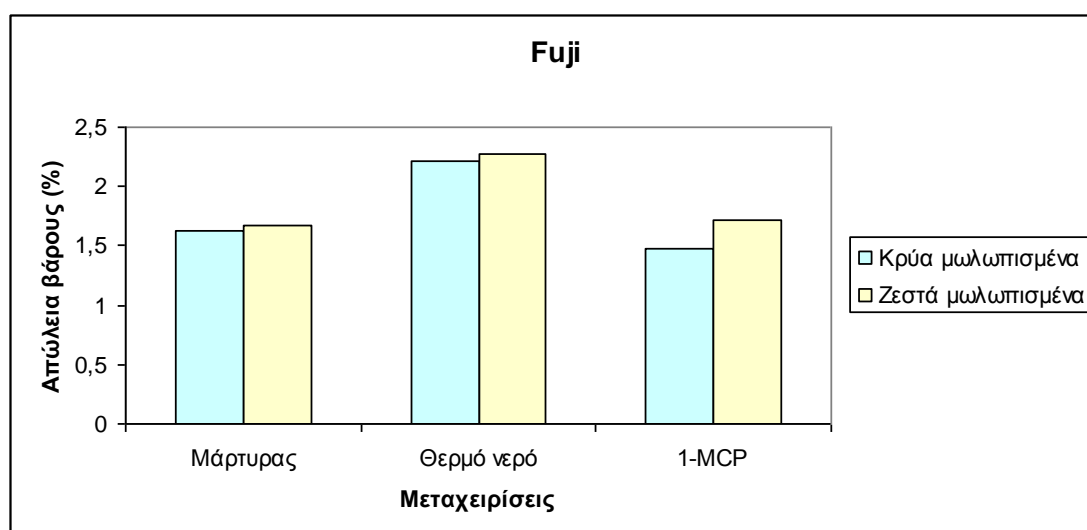
Τέλος, η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα ήταν διαφορετική μεταξύ μωλωπισμένου και άθικτου ιστού και για τις δύο ποικιλίες. Για αμφότερες τις ποικιλίες, η μέση τιμή της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας του άθικτου ιστού ήταν μικρότερη από εκείνη του μωλωπισμένου ιστού (Διάγρ. 3.65, 3.66, 3.67, 3.74, 3.75 & 3.76). Όμως για την

ποικιλία Fuji δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο ιστών στους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί των μεταχειρίσεων 1-MCP και Θερμού νερού.

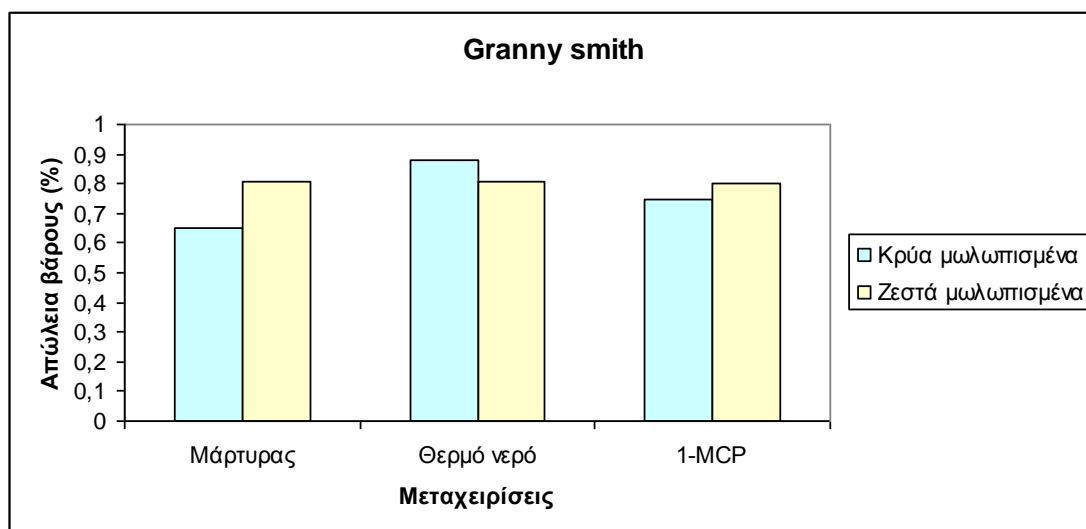
Πίνακας 3.3: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (κρύος ή ζεστός καρπός μετά από συντήρηση) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην απώλεια βάρους % του καρπού για τις ποικιλίες Fuji και Granny Smith.

Ποικιλία		Fuji	Granny Smith
Χρόνος μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Απώλεια βάρους(%)	Απώλεια βάρους(%)
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	1,62	0,65
	Θερμό νερό	2,21	0,88
	1-MCP	1,48	0,75
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	1,68	0,81
	Θερμό νερό	2,28	0,81
	1-MCP	1,72	0,80
Σημαντικότητα			
Χρόνος		ns	ns
Μεταχειρίσεις		***	**
Χρόνος*Μεταχειρίσεις		ns	**
LSD _{0,05}		0,38	0,13

Διάγραμμα 3.13: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (κρύος ή ζεστός καρπός μετά από συντήρηση) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην απώλεια βάρους % του καρπού μήλων ποικιλίας Fuji.



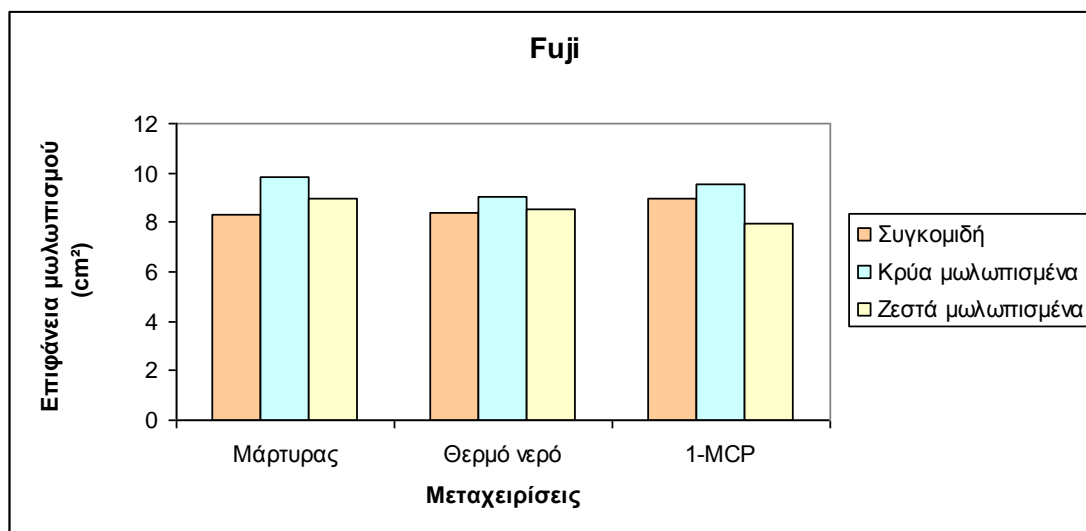
Διάγραμμα 3.14: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (κρύος ή ζεστός καρπός μετά από συντήρηση) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην απώλεια βάρους % του καρπού μήλων ποικιλίας Granny Smith.



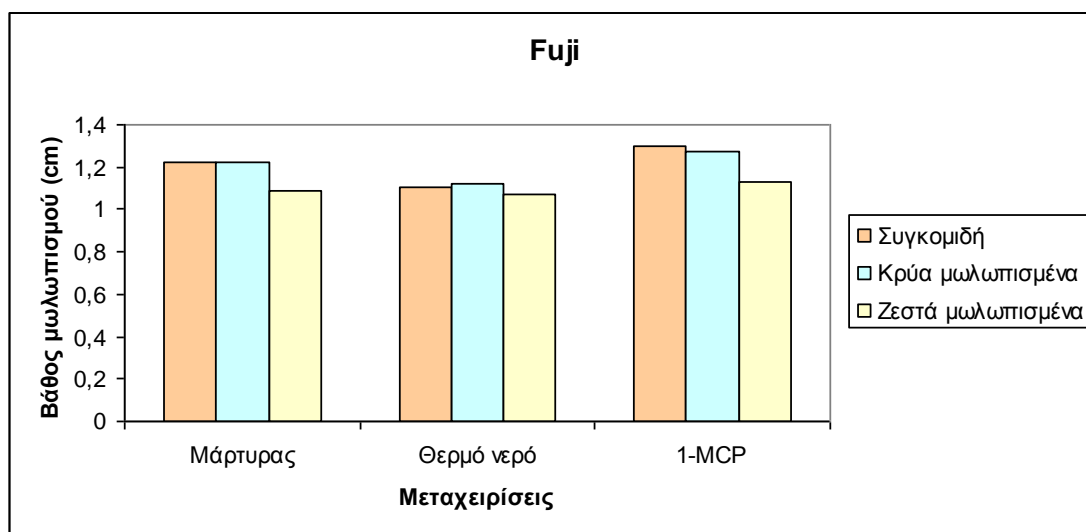
Πίνακας 3.4: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο εμβαδό επιφάνειας και το βάθος του μωλωπισμού μήλων ποικιλίας Fuji.

Χρόνος μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Επιφάνεια μωλωπισμού(cm ²)	Βάθος μωλωπισμού(cm)
Συγκομιδή	Μάρτυρας	8,31	1,22
	Θερμό νερό	8,41	1,10
	1-MCP	8,99	1,29
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	9,87	1,22
	Θερμό νερό	9,01	1,12
	1-MCP	9,54	1,28
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	8,99	1,09
	Θερμό νερό	8,53	1,07
	1-MCP	7,93	1,13
Σημαντικότητα			
Χρόνος μωλωπισμού		***	***
Μεταχειρίσεις		ns	***
Χρόνος*Μεταχειρίσεις		ns	ns
LSD _{0,05}		1,03	0,09

Διάγραμμα 3.15: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο εμβαδό επιφάνειας του μωλωπισμού μήλων ποικιλίας Fuji.



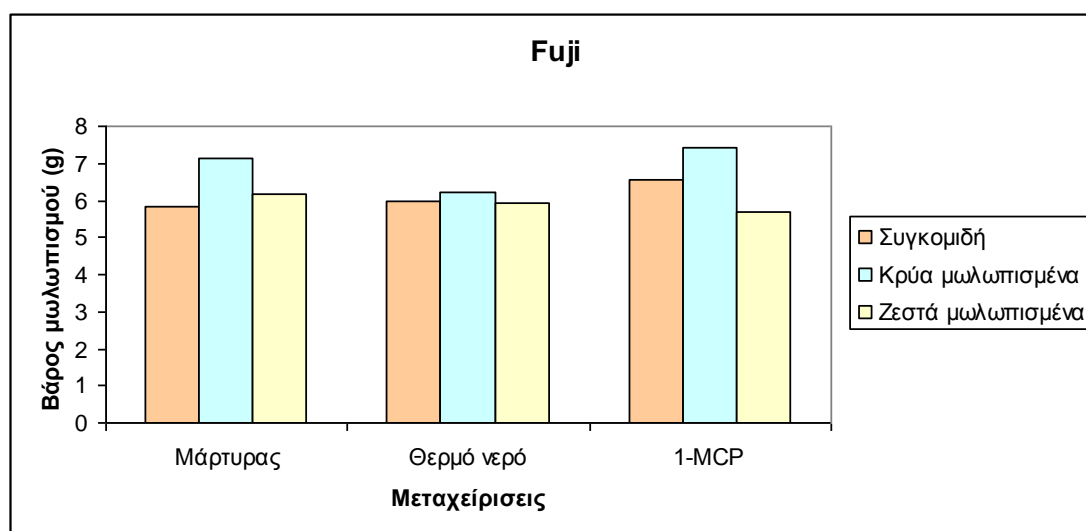
Διάγραμμα 3.16: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάθος του μωλωπισμού μήλων ποικιλίας Fuji.



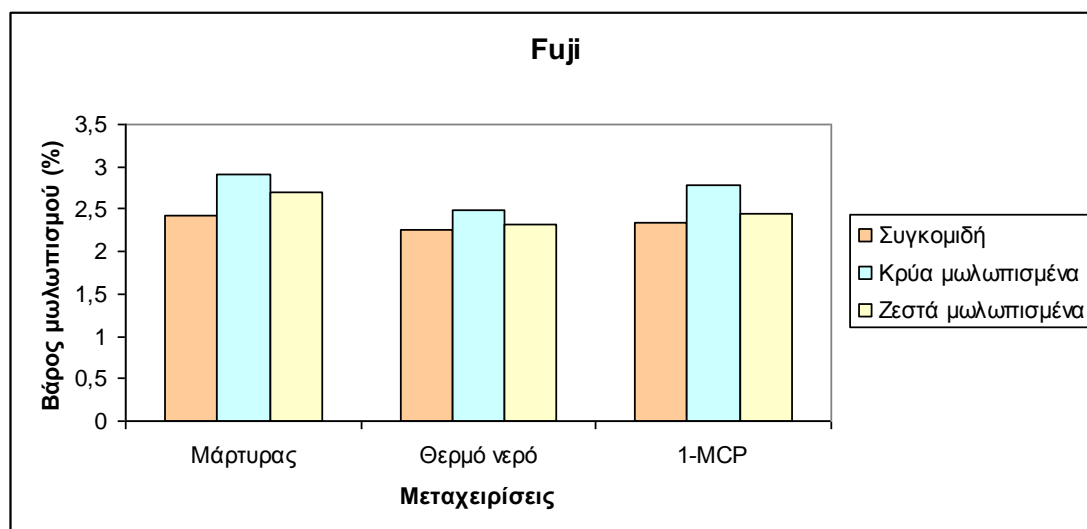
Πίνακας 3.5: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάρος του μωλωπισμού (σε g και % του συνολικού βάρους καρπού) μήλων ποικιλίας Fuji.

Χρόνος μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Βάρος μωλωπισμού (g)	Βάρος μωλωπισμού (%)
Συγκομιδή	Μάρτυρας	5,83	2,43
	Θερμό νερό	5,98	2,26
	1-MCP	6,55	2,35
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	7,13	2,91
	Θερμό νερό	6,22	2,49
	1-MCP	7,44	2,79
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	6,18	2,70
	Θερμό νερό	5,94	2,31
	1-MCP	5,67	2,45
Σημαντικότητα			
Χρόνος μωλωπισμού		***	***
Μεταχειρίσεις		ns	***
Χρόνος*Μεταχειρίσεις		ns	ns
LSD _{0,05}		0,86	0,19

Διάγραμμα 3.17: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάρος του μωλωπισμού (g) μήλων ποικιλίας Fuji.



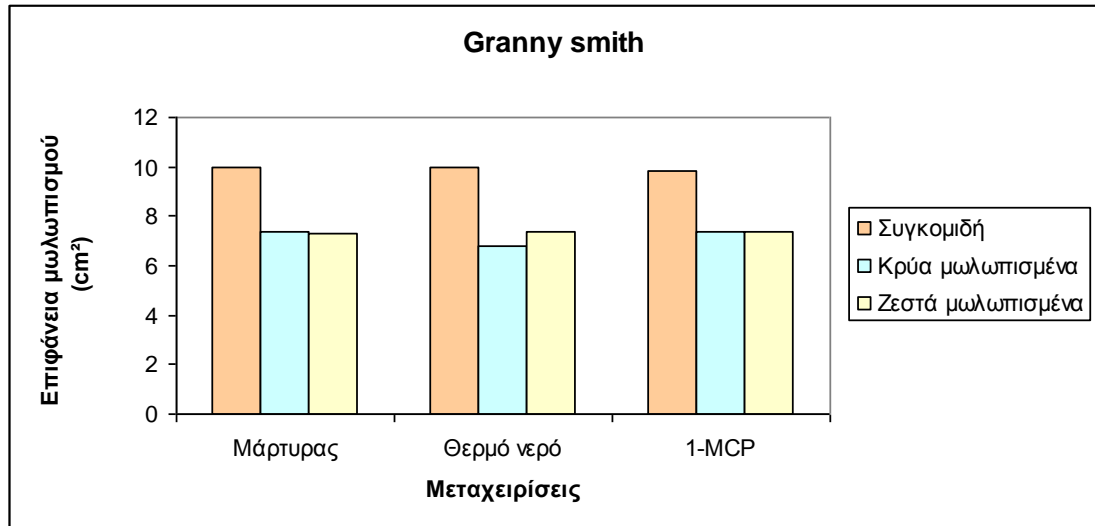
Διάγραμμα 3.18: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάρος του μωλωπισμού (% του συνολικού βάρους καρπού) μήλων ποικιλίας Fuji.



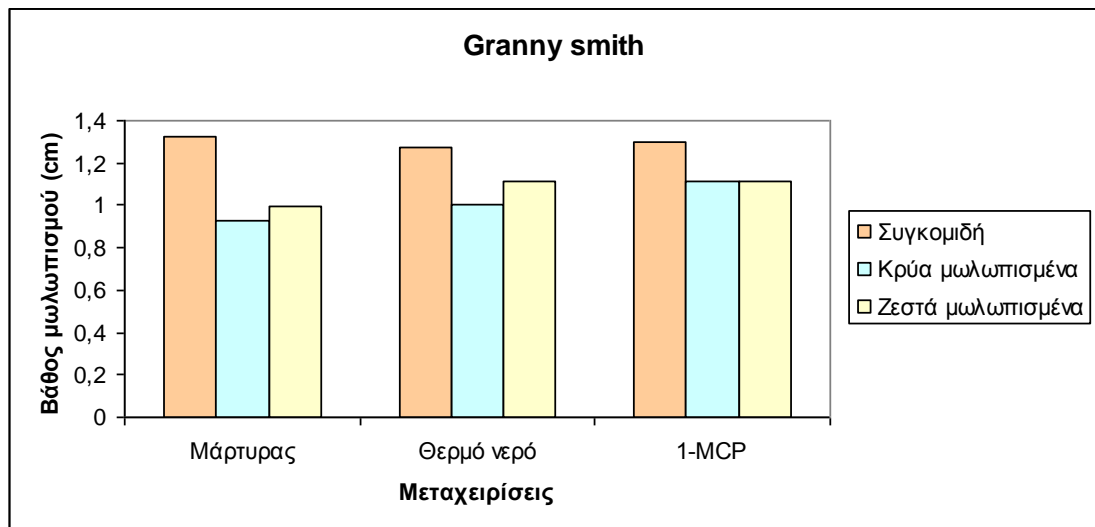
Πίνακας 3.6: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο εμβαδό επιφάνειας και το βάθος του μωλωπισμού μήλων ποικιλίας Granny Smith.

Χρόνος μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Επιφάνεια μωλωπισμού(cm ²)	Βάθος μωλωπισμού(cm)
Συγκομιδή	Μάρτυρας	9,95	1,32
	Θερμό νερό	9,95	1,28
	1-MCP	9,86	1,3
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	7,35	0,93
	Θερμό νερό	6,79	1,01
	1-MCP	7,37	1,12
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	7,33	0,99
	Θερμό νερό	7,35	1,11
	1-MCP	7,40	1,11
Σημαντικότητα			
Χρόνος μωλωπισμού		***	***
Μεταχειρίσεις		ns	***
Χρόνος*Μεταχειρίσεις		ns	***
LSD _{0,05}		0,68	0,08

Διάγραμμα 3.19: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο εμβαδό επιφάνειας του μωλωπισμού μήλων ποικιλίας Granny Smith.



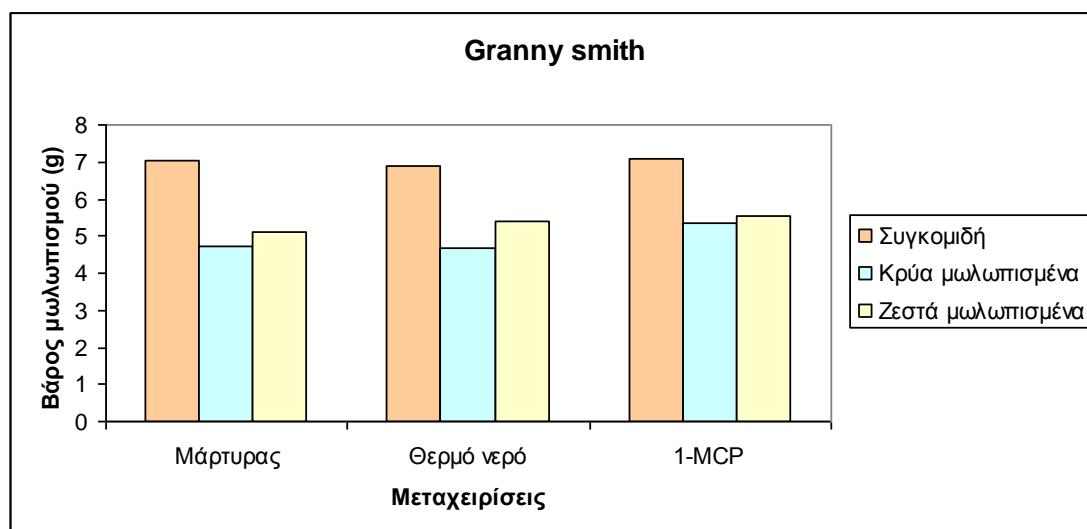
Διάγραμμα 3.20: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάθος του μωλωπισμού μήλων ποικιλίας Granny Smith.



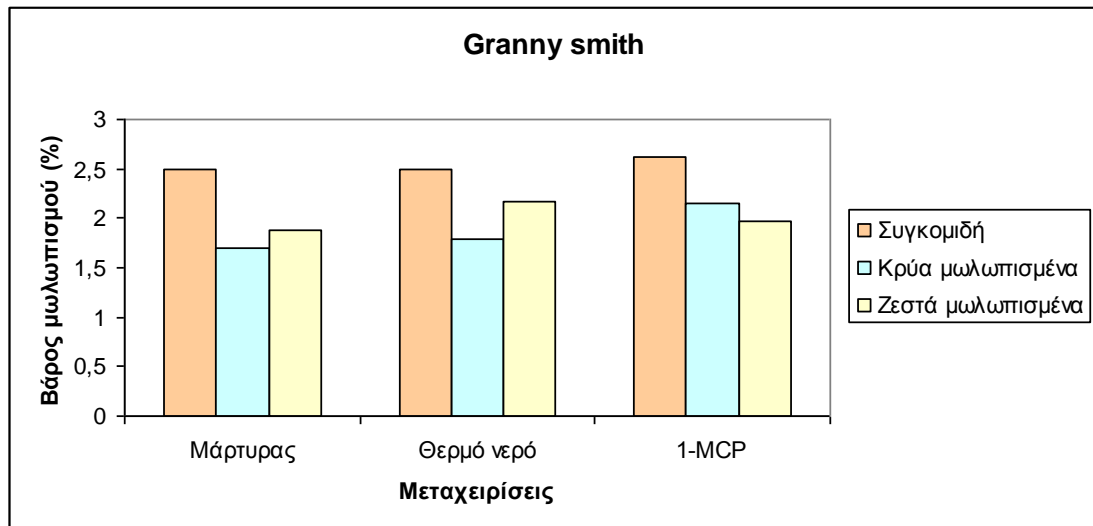
Πίνακας 3.7: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάρος του μωλωπισμού (σε g και % του συνολικού βάρους καρπού) μήλων ποικιλίας Granny Smith.

Χρόνος μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Βάρος μωλωπισμού(g)	Βάρος μωλωπισμού(%)
Συγκομιδή	Μάρτυρας	7,02	2,49
	Θερμό νερό	6,91	2,49
	1-MCP	7,10	2,61
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	4,71	1,71
	Θερμό νερό	4,68	1,79
	1-MCP	5,34	2,15
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	5,12	1,88
	Θερμό νερό	5,39	2,16
	1-MCP	5,52	1,98
Σημαντικότητα			
Χρόνος μωλωπισμού		***	***
Μεταχειρίσεις		***	***
Χρόνος*Μεταχειρίσεις		ns	***
LSD _{0,05}		0,55	0,17

Διάγραμμα 3.21: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάρος του μωλωπισμού (g) μήλων ποικιλίας Granny Smith.



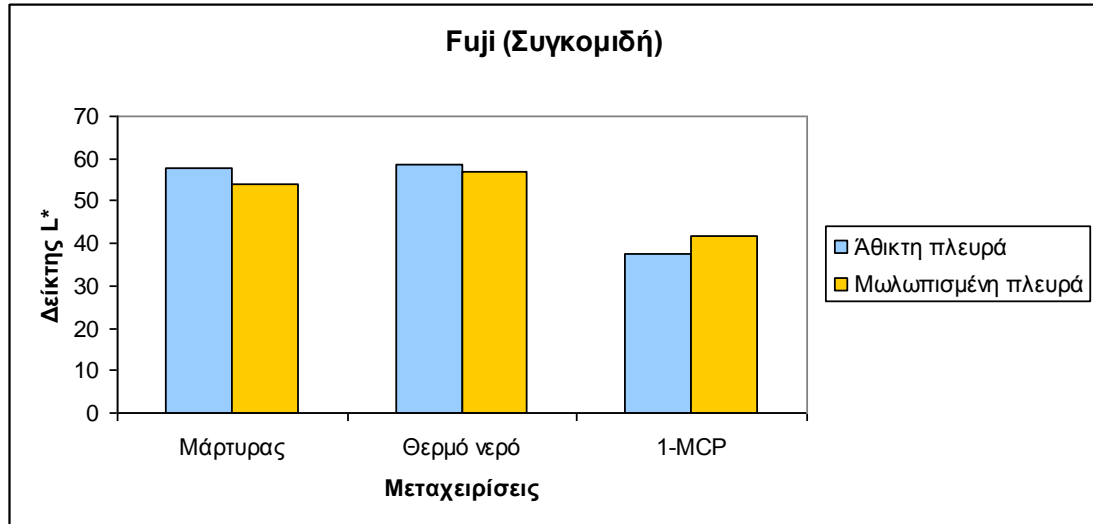
Διάγραμμα 3.22: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο βάρος του μωλωπισμού (% του συνολικού βάρους καρπού) μήλων ποικιλίας Granny Smith.



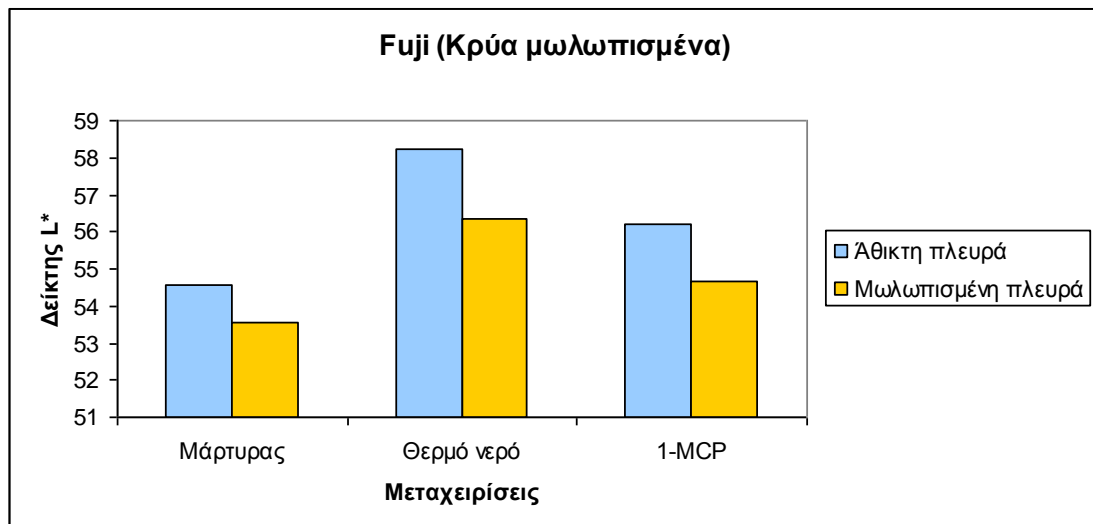
Πίνακας 3.8: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στους δείκτες χρώματος L^* , a^* και b^* μήλων ποικιλίας Fuji.

Χρόνος μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Πλευρά	Δείκτης L^*	Δείκτης a^*	Δείκτης b^*
Συγκομιδή	Μάρτυρας	Άθικτη	57,9	13,8	27,1
		Μωλωπισμένη	53,9	13,7	23,7
	Θερμό νερό	Άθικτη	58,7	8,6	29,7
		Μωλωπισμένη	56,9	9,9	26,3
	1-MCP	Άθικτη	37,4	8,5	22,3
		Μωλωπισμένη	41,9	8,8	21,2
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	54,6	14,3	29,1
		Μωλωπισμένη	53,6	13,6	24,8
	Θερμό νερό	Άθικτη	58,2	10,3	31,6
		Μωλωπισμένη	56,3	9,9	26,9
	1-MCP	Άθικτη	56,2	11,6	31,4
		Μωλωπισμένη	54,7	10,7	25,4
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	58,5	10,6	29,2
		Μωλωπισμένη	54,9	11,3	26,1
	Θερμό νερό	Άθικτη	60,5	7,4	32,0
		Μωλωπισμένη	58,1	7,5	29,3
	1-MCP	Άθικτη	60,9	8,3	30,7
		Μωλωπισμένη	53,7	7,9	25,6
Σημαντικότητα					
Χρόνος μωλωπισμού			***	***	***
Μεταχειρίσεις			***	***	***
Πλευρά			***	ns	***
Χρόνος*Μεταχειρίσεις *Πλευρά			ns	ns	ns
LSD _{0,05}			5,2	5,2	3,4

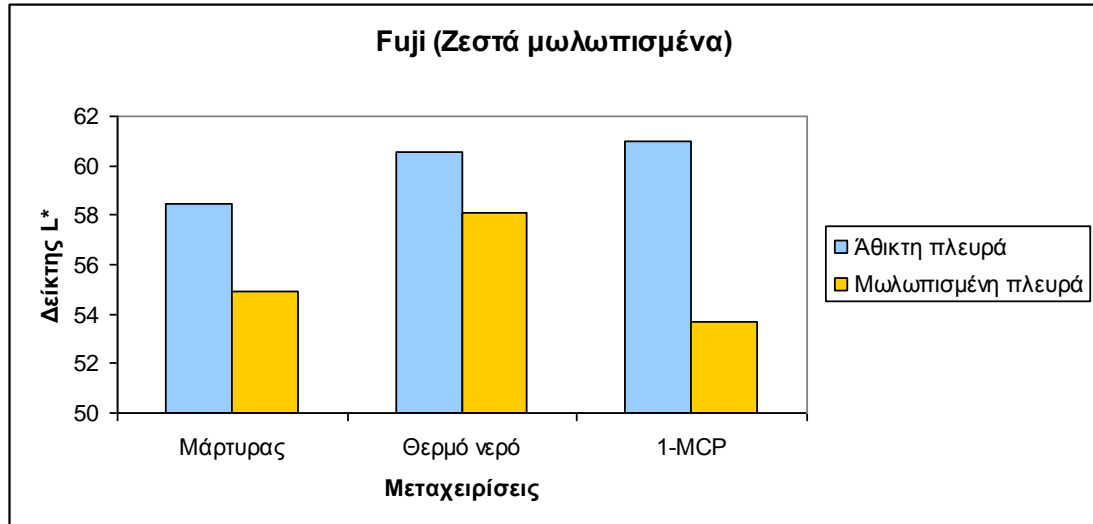
Διάγραμμα 3.23: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη L^* μήλων ποικιλίας Fuji.



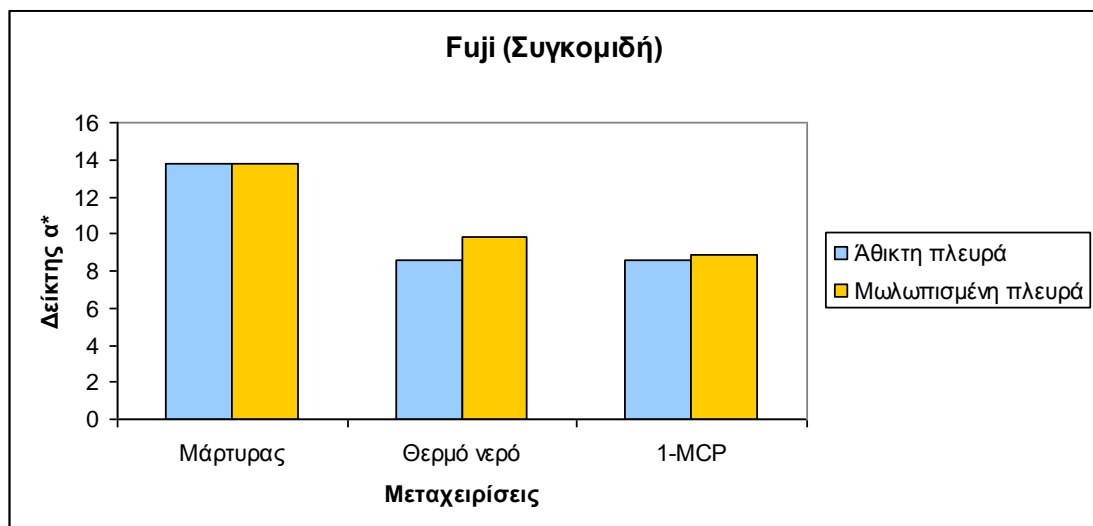
Διάγραμμα 3.24: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη L^* μήλων ποικιλίας Fuji.



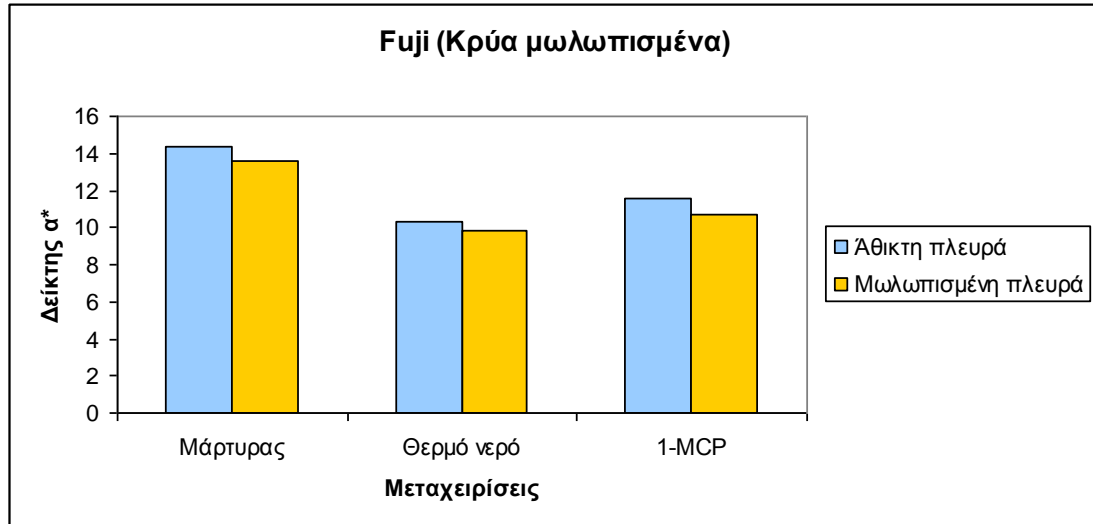
Διάγραμμα 3.25: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη L^* μήλων ποικιλίας Fuji.



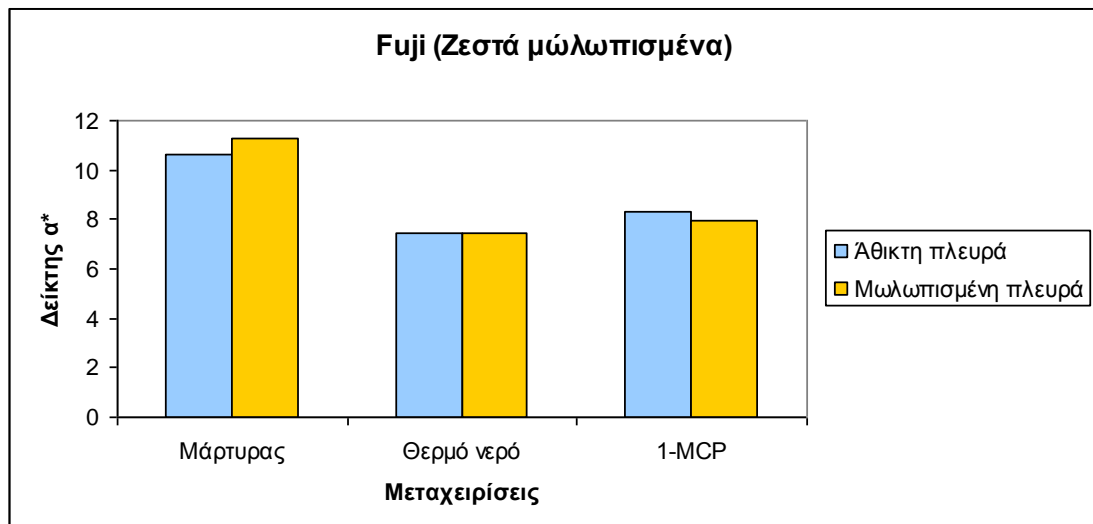
Διάγραμμα 3.26: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη a^* μήλων ποικιλίας Fuji.



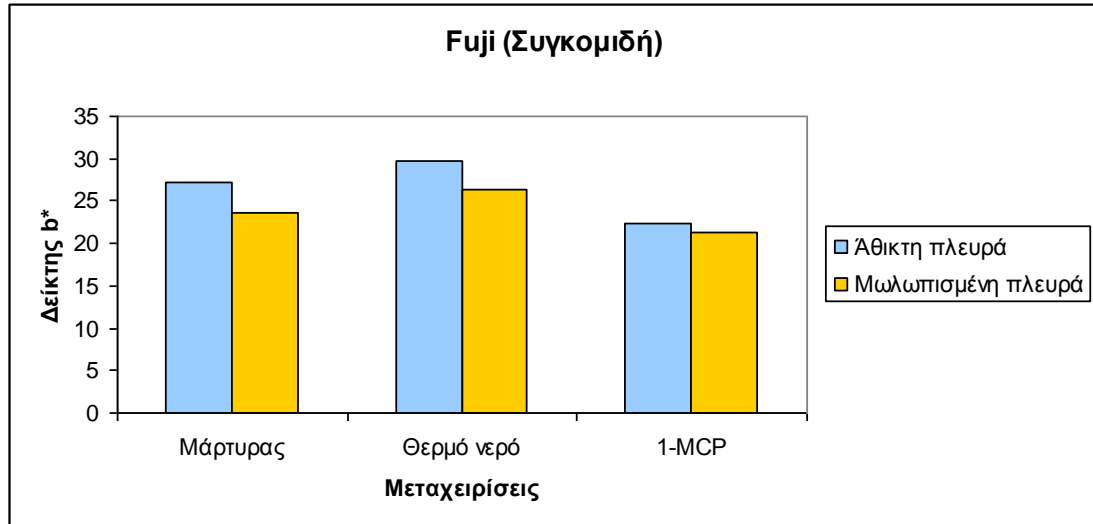
Διάγραμμα 3.27: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφύπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη α^* μήλων ποικιλίας Fuji.



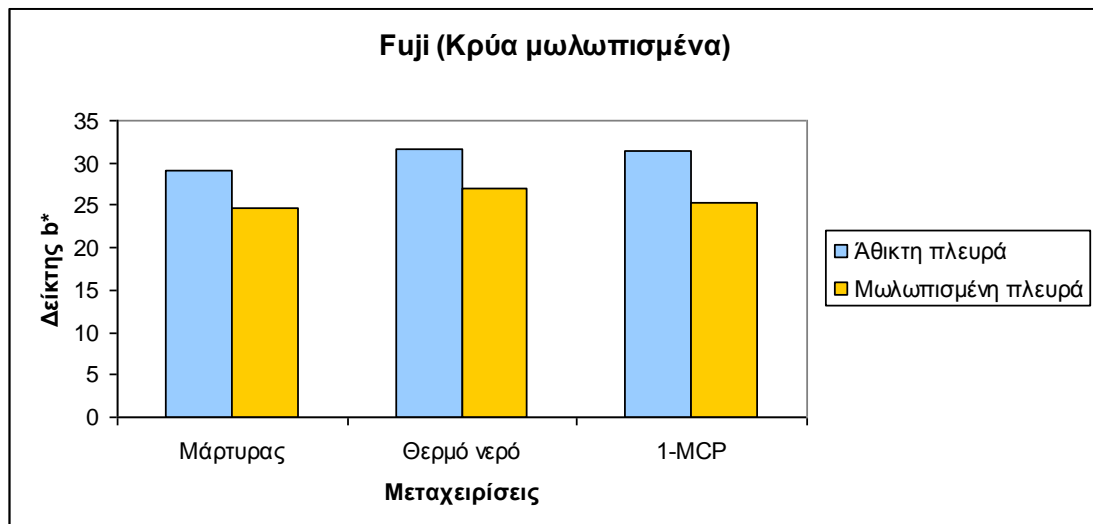
Διάγραμμα 3.28: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφύπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη α^* μήλων ποικιλίας Fuji.



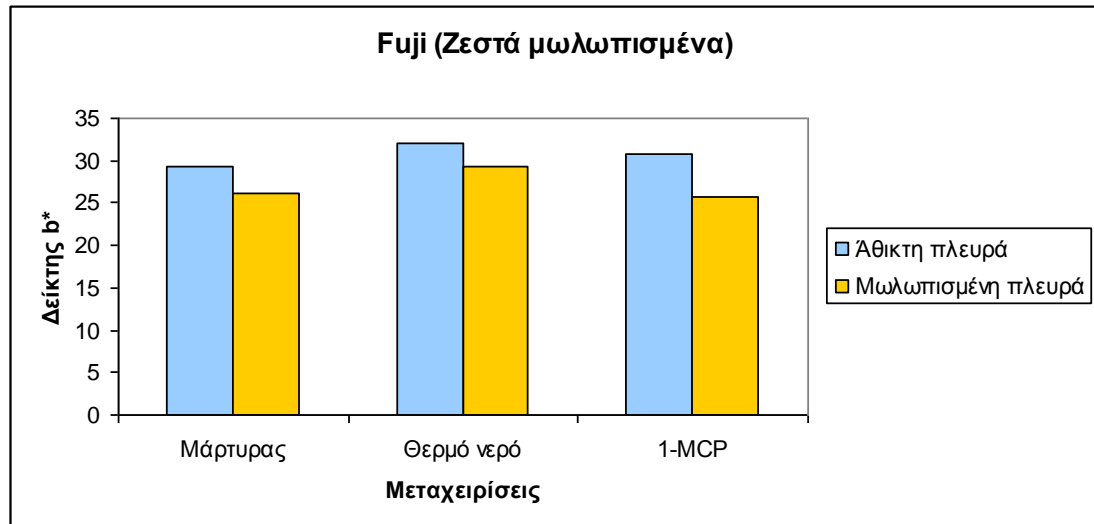
Διάγραμμα 3.29: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη b^* μήλων ποικιλίας Fuji.



Διάγραμμα 3.30: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη b^* μήλων ποικιλίας Fuji.



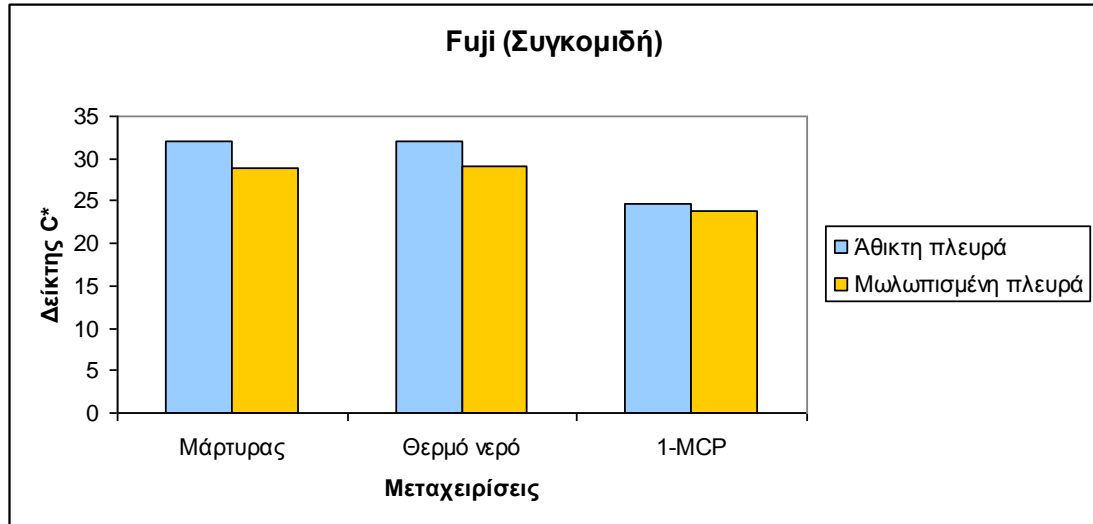
Διάγραμμα 3.31: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη b^* μήλων ποικιλίας Fuji.



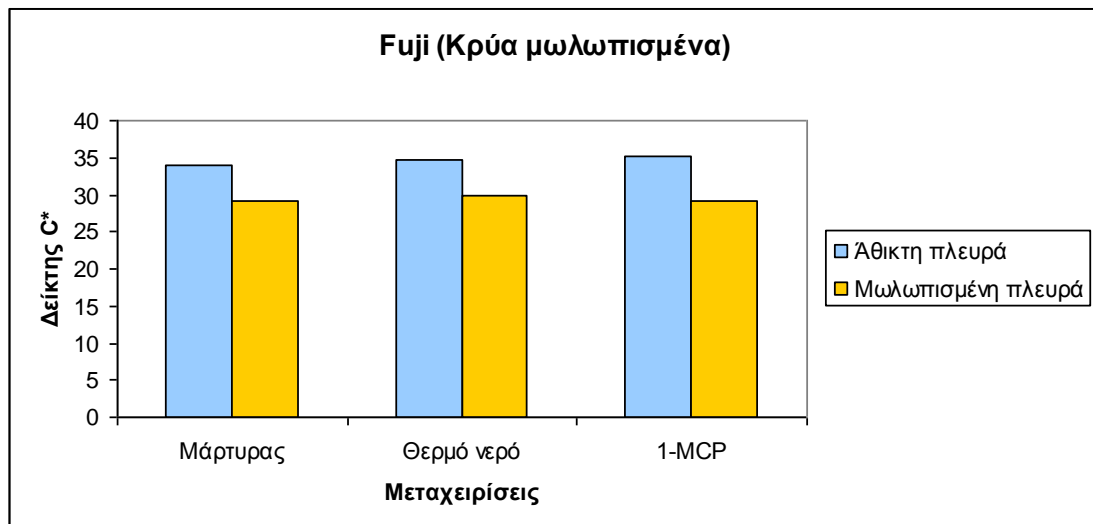
Πίνακας 3.9: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στους δείκτες χρώματος C^* και γωνία Hue μήλων ποικιλίας Fuji.

Χρόνος μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Πλευρά	Δείκτης C^*	Γωνία Hue
Συγκομιδή	Μάρτυρας	Άθικτη	32,0	62,4
		Μωλωπισμένη	28,9	59,5
	Θερμό νερό	Άθικτη	32,0	72,8
		Μωλωπισμένη	29,0	68,8
	1-MCP	Άθικτη	24,7	68,7
		Μωλωπισμένη	23,7	67,2
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	33,9	62,6
		Μωλωπισμένη	29,3	60,6
	Θερμό νερό	Άθικτη	34,5	70,9
		Μωλωπισμένη	29,9	68,3
	1-MCP	Άθικτη	35,2	68,6
		Μωλωπισμένη	29,1	66,2
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	32,5	69,1
		Μωλωπισμένη	29,4	66,4
	Θερμό νερό	Άθικτη	34,0	75,9
		Μωλωπισμένη	31,2	74,9
	1-MCP	Άθικτη	33,0	73,8
		Μωλωπισμένη	27,8	72,2
Σημαντικότητα				
Χρόνος μωλωπισμού			***	***
Μεταχειρίσεις			***	***
Πλεύρα			***	ns
Χρόνος*Μεταχειρίσεις*Πλεύρα			ns	ns
LSD _{0,05}			2,2	10,7

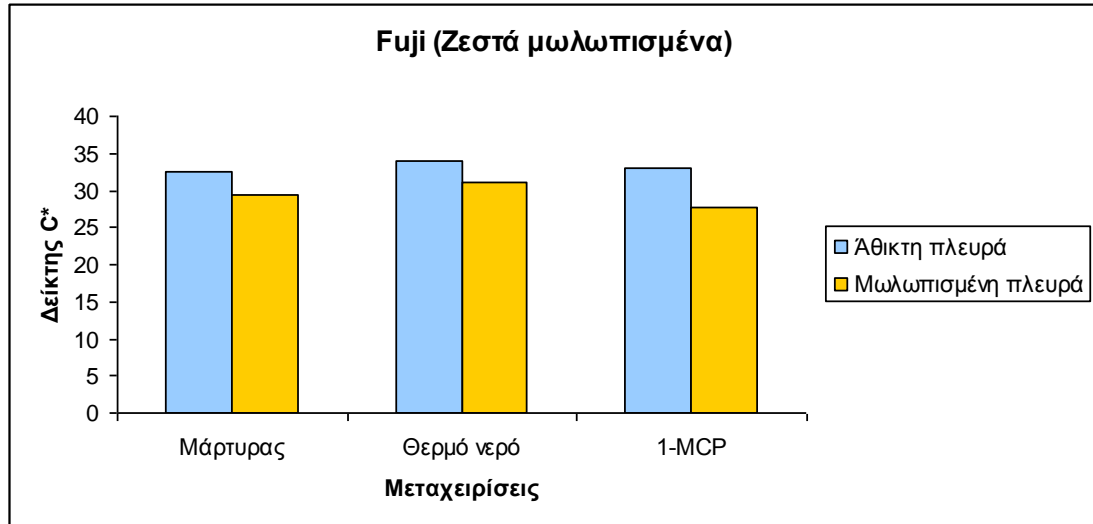
Διάγραμμα 3.32: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη C* μήλων ποικιλίας Fuji.



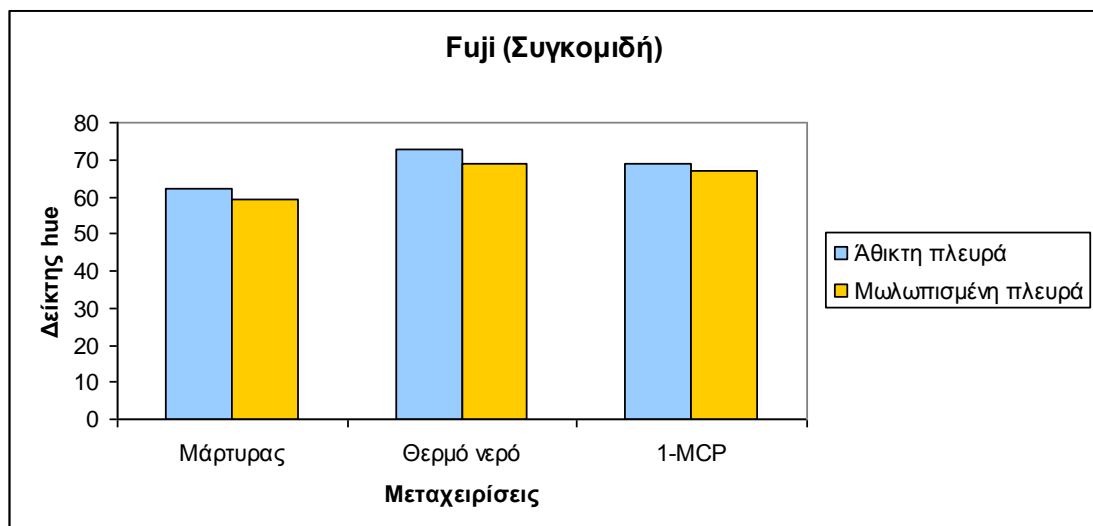
Διάγραμμα 3.33: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη C* μήλων ποικιλίας Fuji.



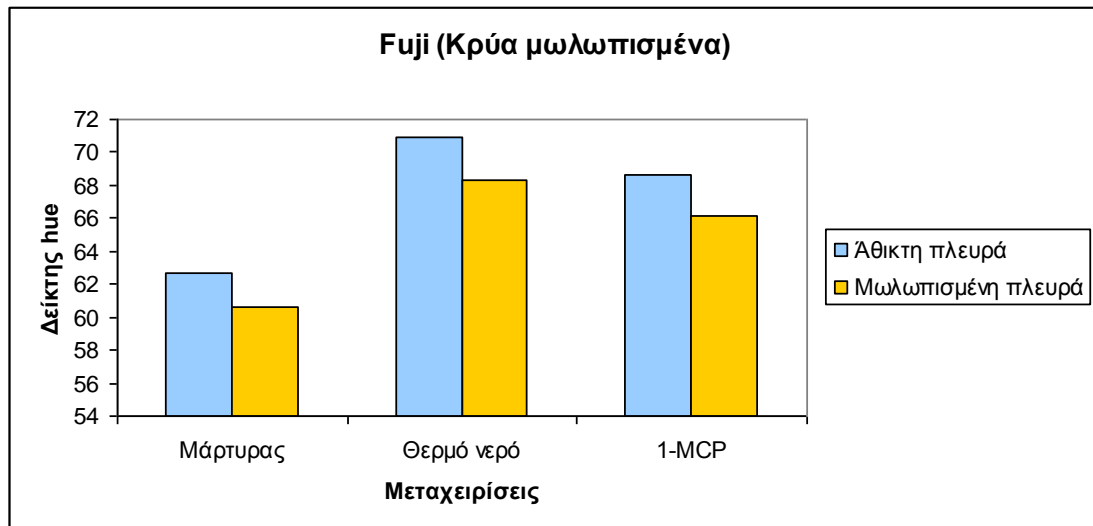
Διάγραμμα 3.34: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη C* μήλων ποικιλίας Fuji.



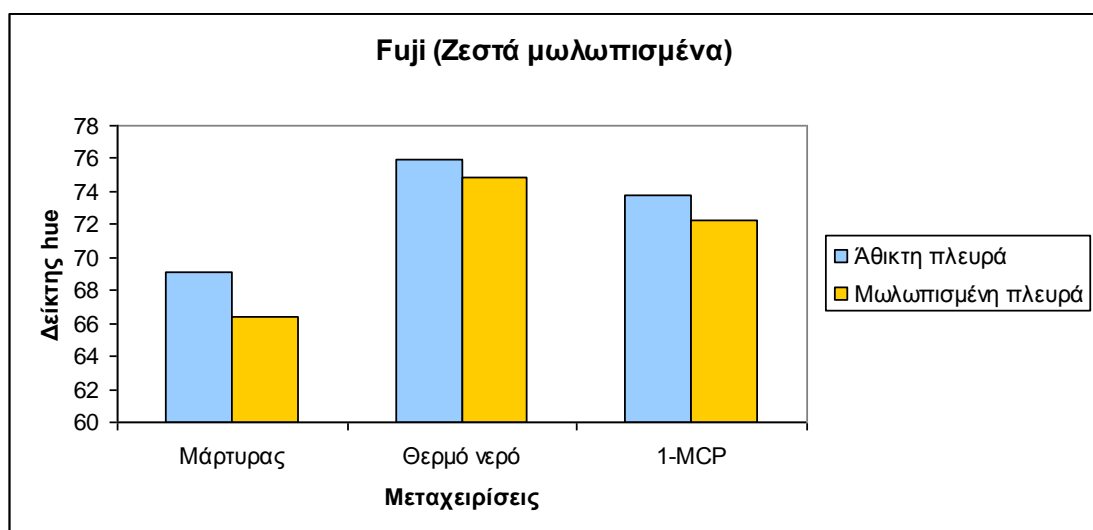
Διάγραμμα 3.35: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη γωνία Hue μήλων ποικιλίας Fuji.



Διάγραμμα 3.36: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη γωνία Hue μήλων ποικιλίας Fuji.



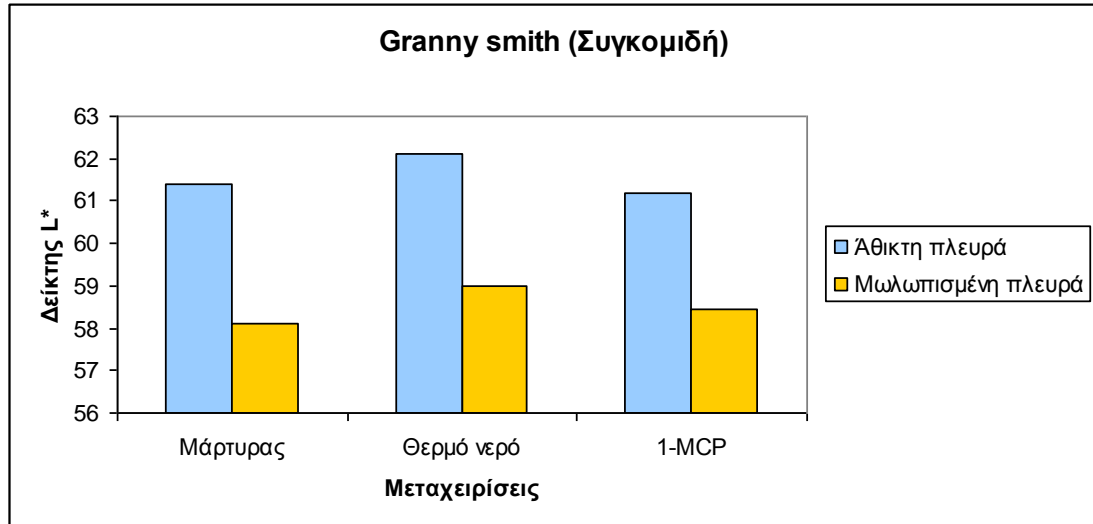
Διάγραμμα 3.37: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη γωνία Hue μήλων ποικιλίας Fuji.



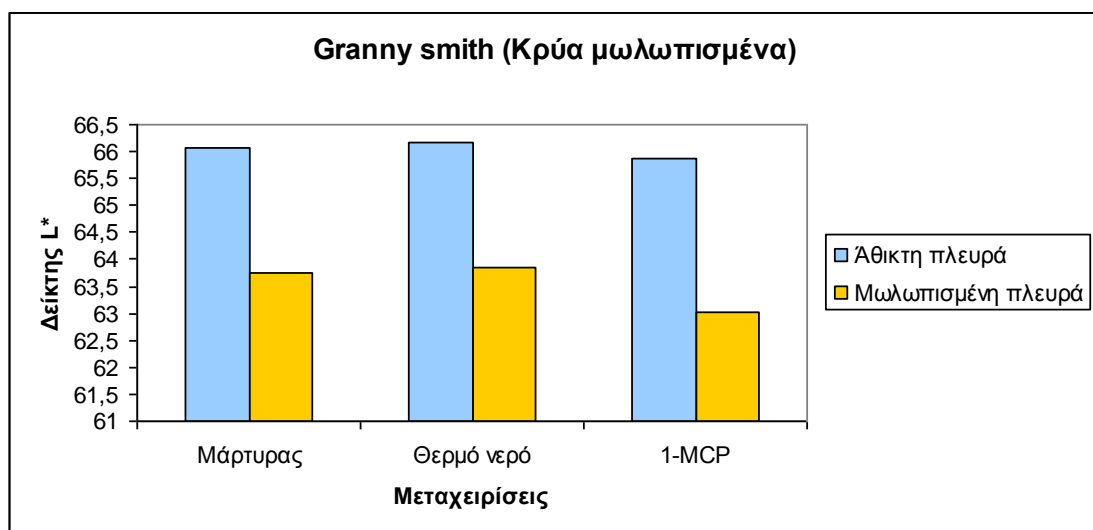
Πίνακας 3.10: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στους δείκτες χρώματος L^* , a^* και b^* μήλων ποικιλίας Granny Smith.

Χρόνος μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Πλευρά	Δείκτης L^*	Δείκτης a^*	Δείκτης b^*
Συγκομιδή	Μάρτυρας	Άθικτη	61,4	-8,8	37,2
		Μωλωπισμένη	58,1	-7,1	34,2
	Θερμό νερό	Άθικτη	62,1	-9,1	38,1
		Μωλωπισμένη	59,0	-7,2	33,8
	1-MCP	Άθικτη	61,2	-9,3	39,0
		Μωλωπισμένη	58,4	-7,5	34,3
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	66,1	-8,3	41,3
		Μωλωπισμένη	63,8	-6,8	38,1
	Θερμό νερό	Άθικτη	66,1	-9,3	41,6
		Μωλωπισμένη	63,8	-7,5	36,6
	1-MCP	Άθικτη	65,9	-9,4	40,3
		Μωλωπισμένη	63,0	-7,1	35,1
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	66,7	-8,9	42,7
		Μωλωπισμένη	63,9	-7,2	39,2
	Θερμό νερό	Άθικτη	64,7	-9,9	41,8
		Μωλωπισμένη	62,5	-7,8	36,3
	1-MCP	Άθικτη	65,0	-9,6	40,7
		Μωλωπισμένη	62,6	-7,5	37,3
Σημαντικότητα					
Χρόνος μωλωπισμού			***	***	***
Μεταχειρίσεις			***	***	***
Πλευρά			***	***	***
Χρόνος*Μεταχειρίσεις*Πλευρά			ns	ns	ns
LSD _{0,05}			1,4	0,6	1,5

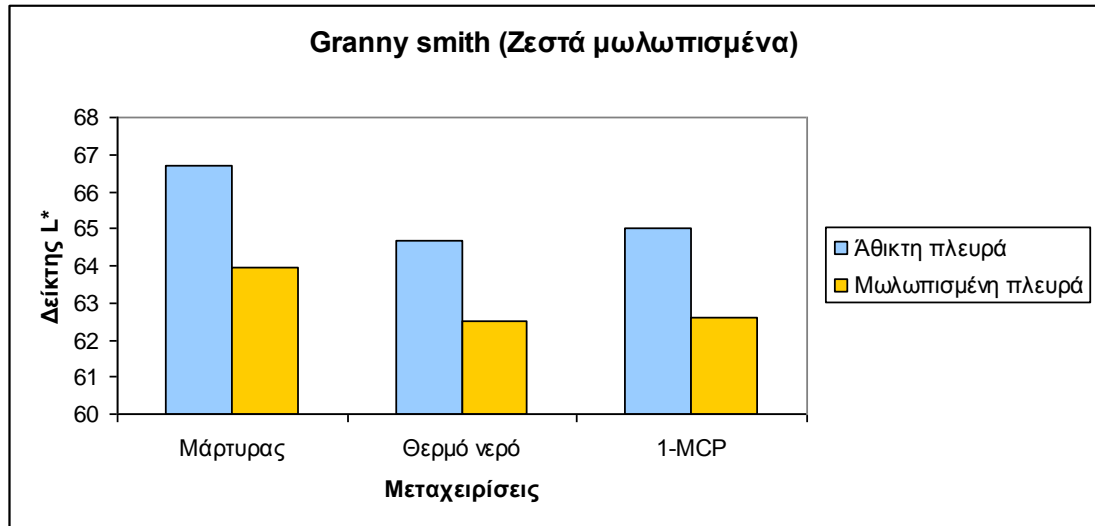
Διάγραμμα 3.38: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη L^* μήλων ποικιλίας Granny Smith.



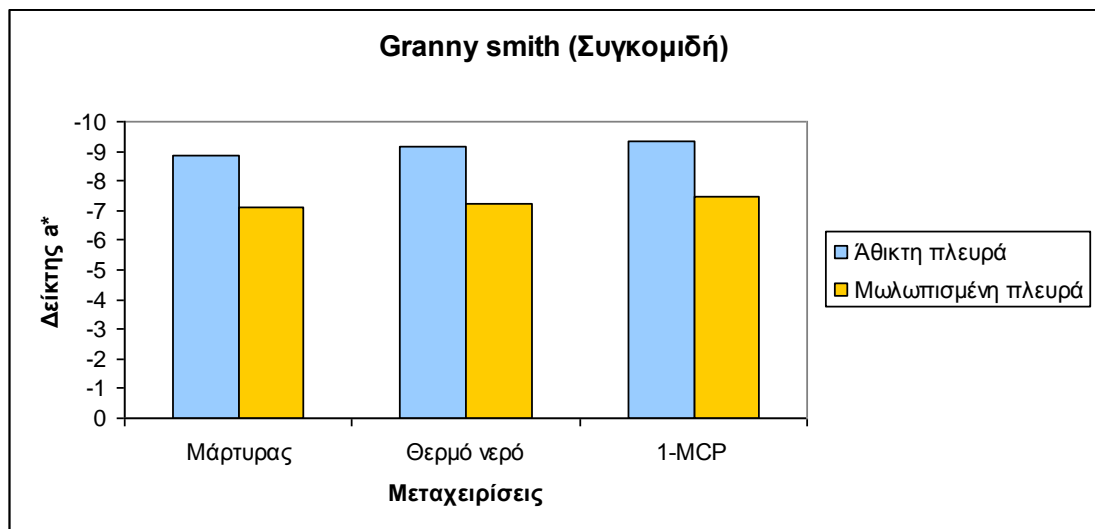
Διάγραμμα 3.39: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη L^* μήλων ποικιλίας Granny Smith.



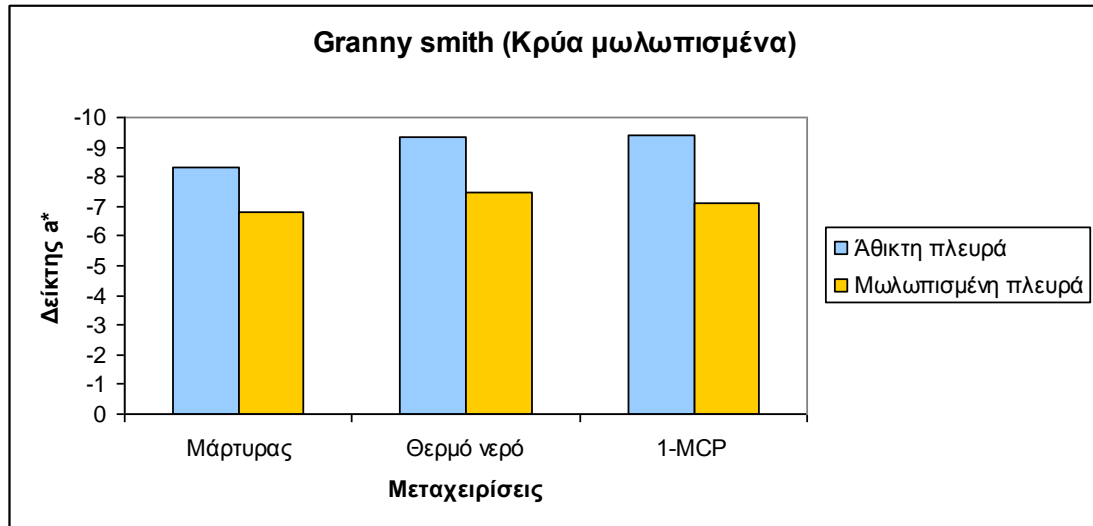
Διάγραμμα 3.40: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη L^* μήλων ποικιλίας Granny Smith.



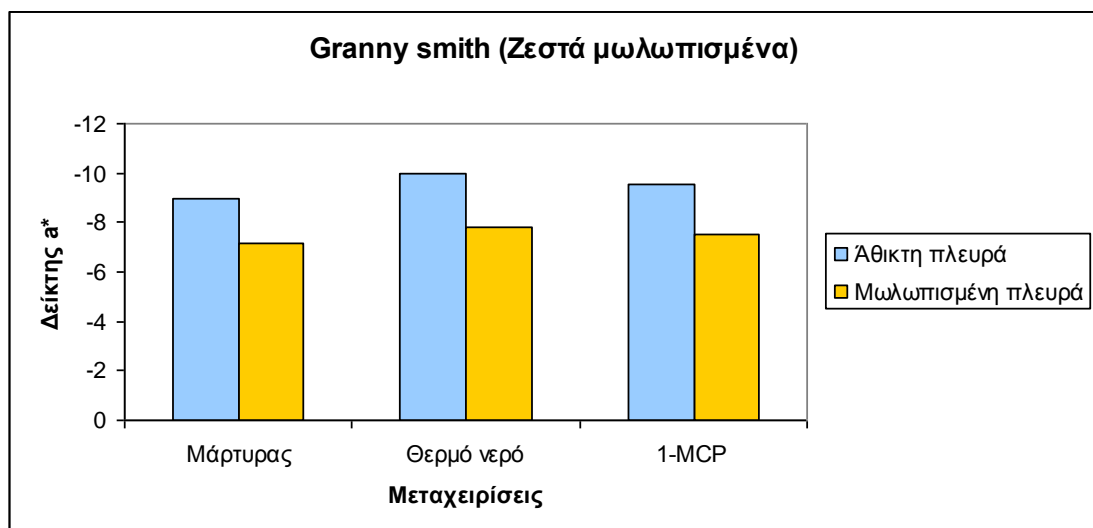
Διάγραμμα 3.41: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη a^* μήλων ποικιλίας Granny Smith.



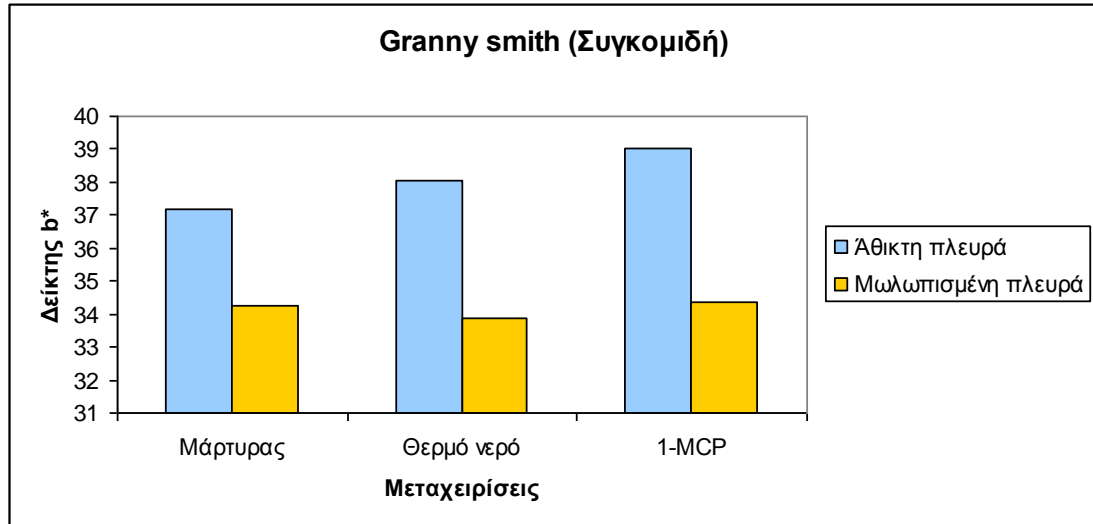
Διάγραμμα 3.42: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη α^* μήλων ποικιλίας Granny Smith.



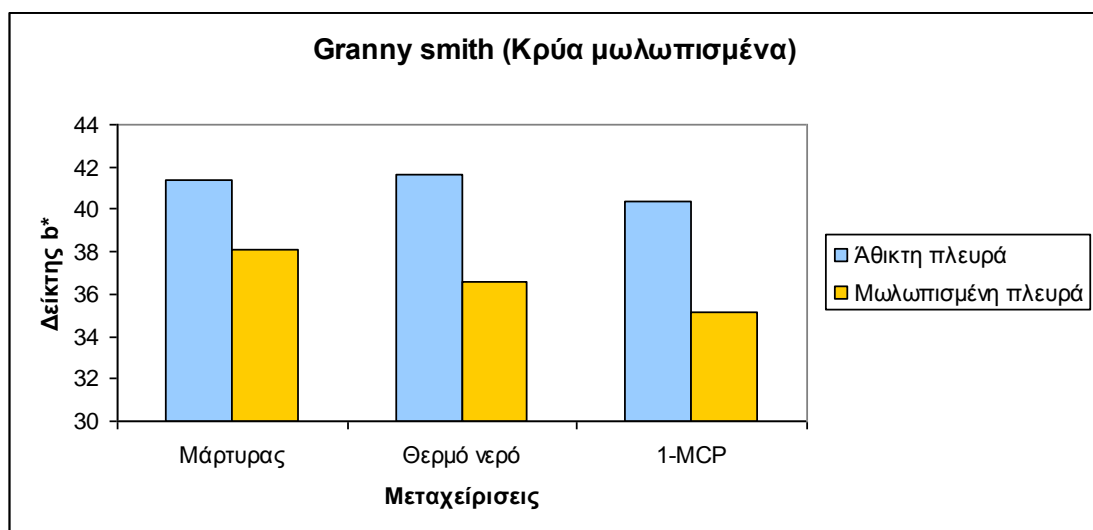
Διάγραμμα 3.43: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη α^* μήλων ποικιλίας Granny Smith.



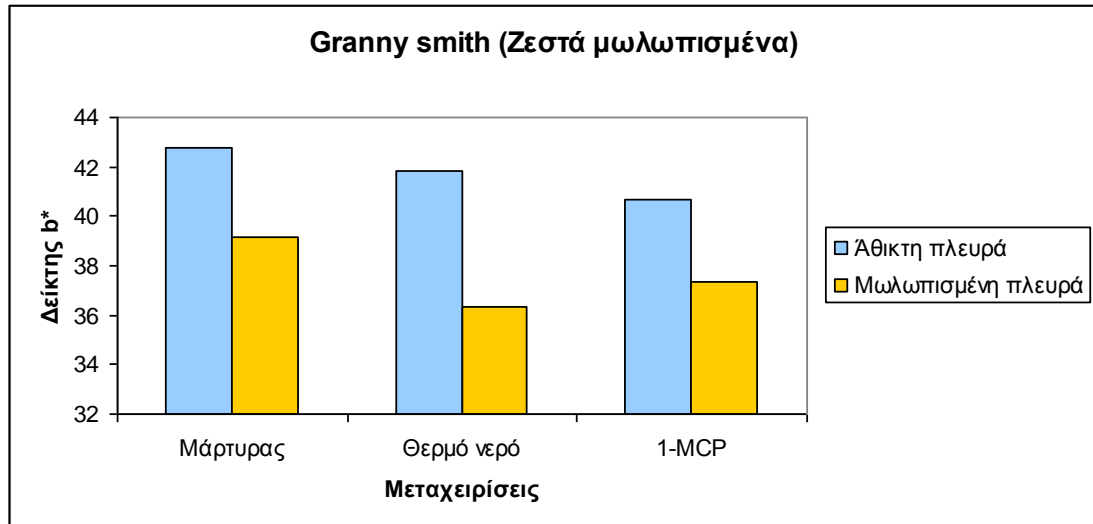
Διάγραμμα 3.44: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη b^* μήλων ποικιλίας Granny Smith.



Διάγραμμα 3.45: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη b^* μήλων ποικιλίας Granny Smith.



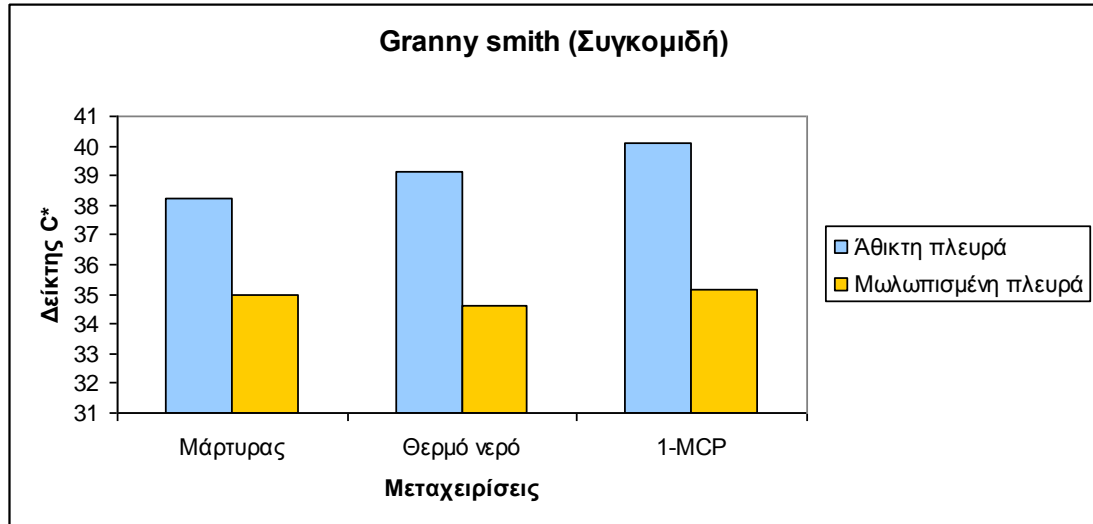
Διάγραμμα 3.46: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη b^* μήλων ποικιλίας Granny Smith.



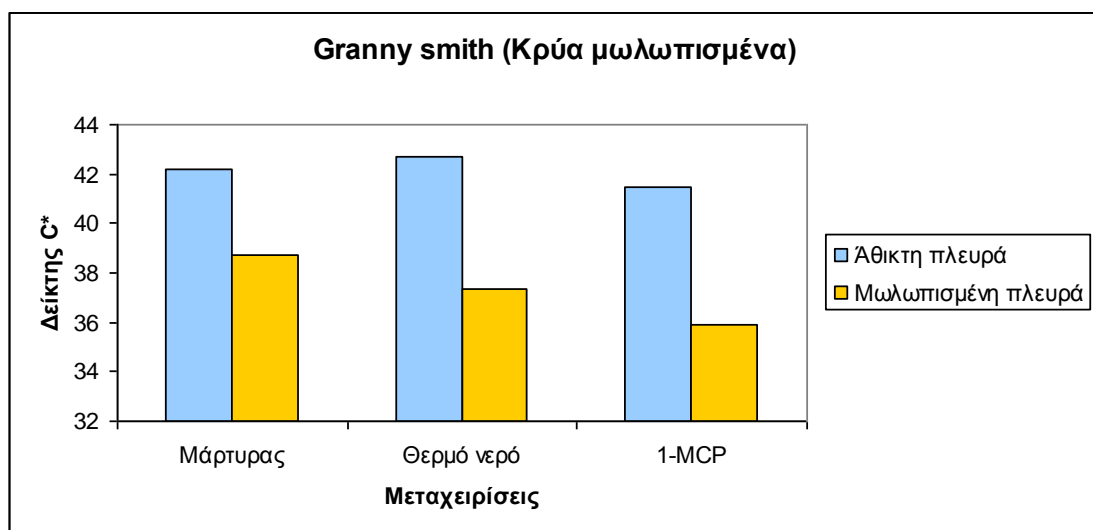
Πίνακας 3.11: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στους δείκτες χρώματος C^* και γωνία Hue μήλων ποικιλίας Granny Smith.

Χρόνος μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Πλευρά	Δείκτης C^*	Γωνία Hue
Συγκομιδή	Μάρτυρας	Άθικτη	38,2	103,4
		Μωλωπισμένη	34,9	101,8
	Θερμό νερό	Άθικτη	39,2	103,5
		Μωλωπισμένη	34,6	102,1
	1-MCP	Άθικτη	40,1	103,5
		Μωλωπισμένη	35,1	102,3
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	42,2	101,4
		Μωλωπισμένη	38,7	100,2
	Θερμό νερό	Άθικτη	42,7	102,7
		Μωλωπισμένη	37,3	101,6
	1-MCP	Άθικτη	41,4	103,1
		Μωλωπισμένη	35,9	101,5
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	43,7	101,9
		Μωλωπισμένη	39,8	100,4
	Θερμό νερό	Άθικτη	43,0	103,4
		Μωλωπισμένη	37,2	102,2
	1-MCP	Άθικτη	41,8	103,3
		Μωλωπισμένη	38,1	101,4
Σημαντικότητα				
Χρόνος μωλωπισμού			***	***
Μεταχειρίσεις			***	***
Πλευρά			***	***
Χρόνος*Μεταχειρίσεις*Πλευρά			ns	ns
LSD _{0,05}			1,5	1,0

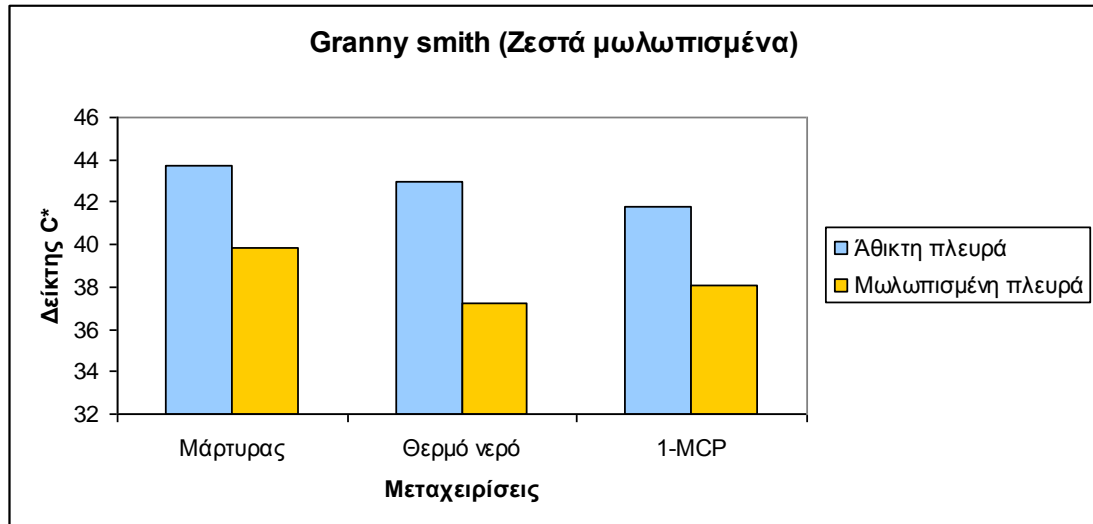
Διάγραμμα 3.47: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη C* μήλων ποικιλίας Granny Smith.



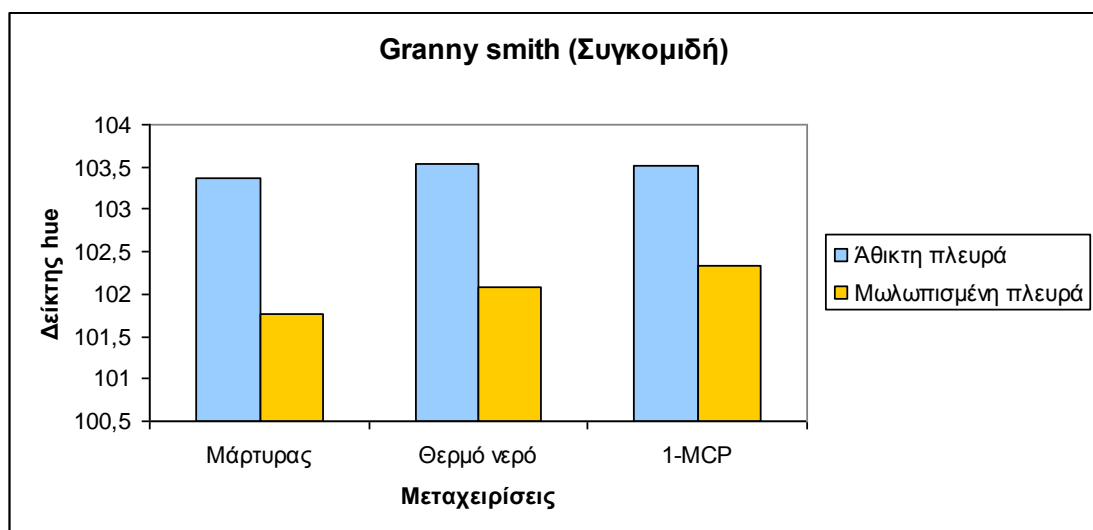
Διάγραμμα 3.48: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη C* μήλων ποικιλίας Granny Smith.



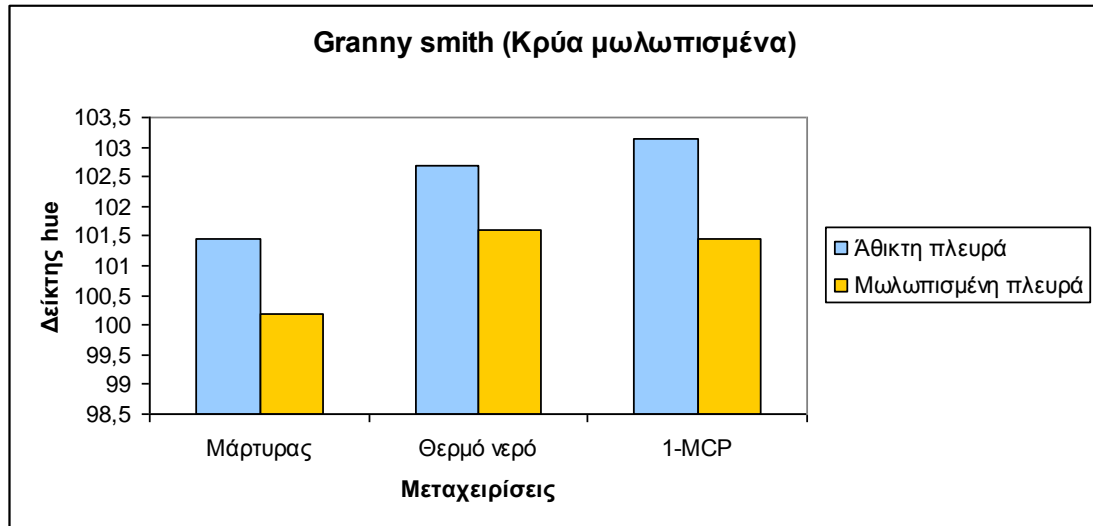
Διάγραμμα 3.49: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο δείκτη C* μήλων ποικιλίας Granny Smith.



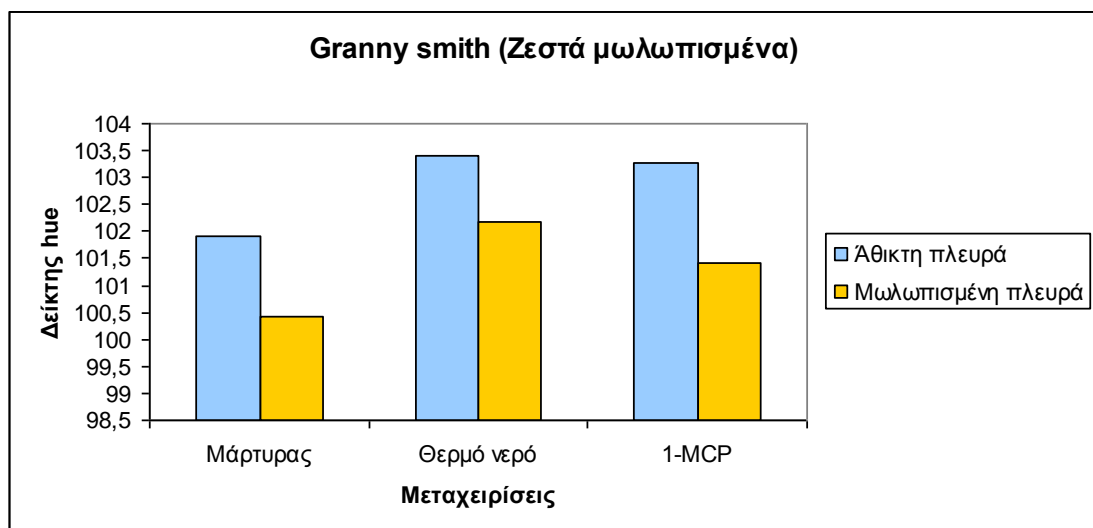
Διάγραμμα 3.50: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη γωνία Hue μήλων ποικιλίας Granny Smith.



Διάγραμμα 3.51: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη γωνία Hue μήλων ποικιλίας Granny Smith.



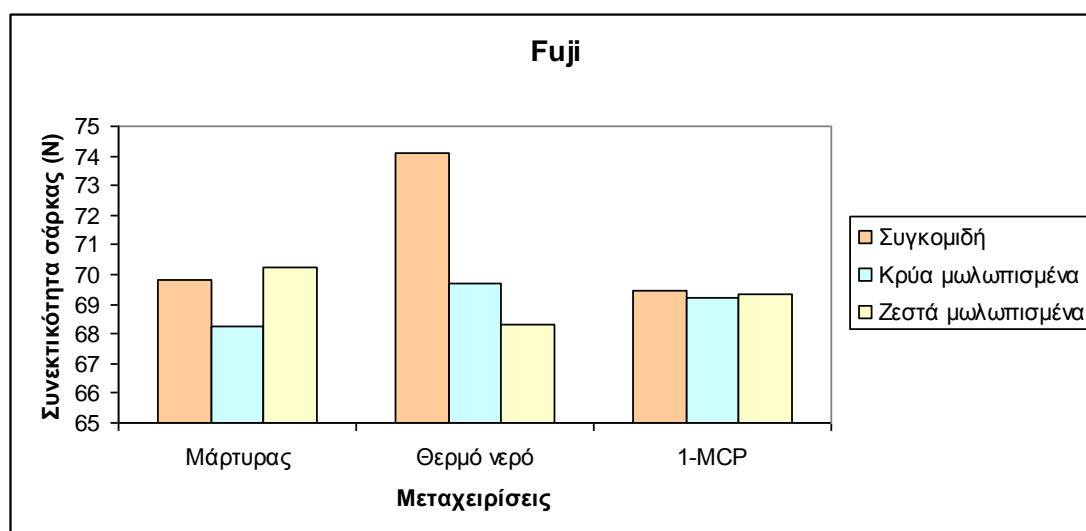
Διάγραμμα 3.52: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη γωνία Hue μήλων ποικιλίας Granny Smith.



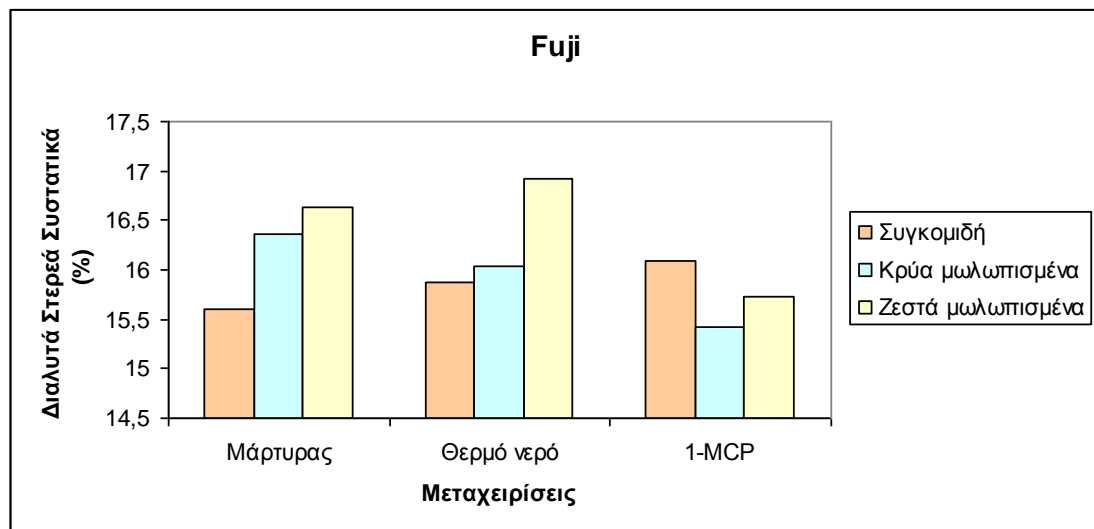
Πίνακας 3.12: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη συνεκτικότητα της σάρκας (N), Δ.Σ.Σ. (%) και μηλικό οξύ (%) μήλων ποικιλίας Fuji.

Χρόνος μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Συνεκτικότητα σάρκας (N)	Δ.Σ.Σ. (%)	Μηλικό οξύ (%)
Συγκομιδή	Μάρτυρας	69,8	15,6	0,39
	Θερμό νερό	74,1	15,9	0,39
	1-MCP	69,4	16,1	0,40
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	68,2	16,4	0,31
	Θερμό νερό	69,7	16,0	0,31
	1-MCP	69,2	15,4	0,36
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	70,2	16,6	0,31
	Θερμό νερό	68,3	16,9	0,33
	1-MCP	69,3	15,7	0,36
Σημαντικότητα				
Χρόνος		ns	**	***
Μεταχειρίσεις		ns	ns	***
Χρόνος*Μεταχειρίσεις		ns	ns	ns
LSD _{0,05}		5,8	0,9	0,04

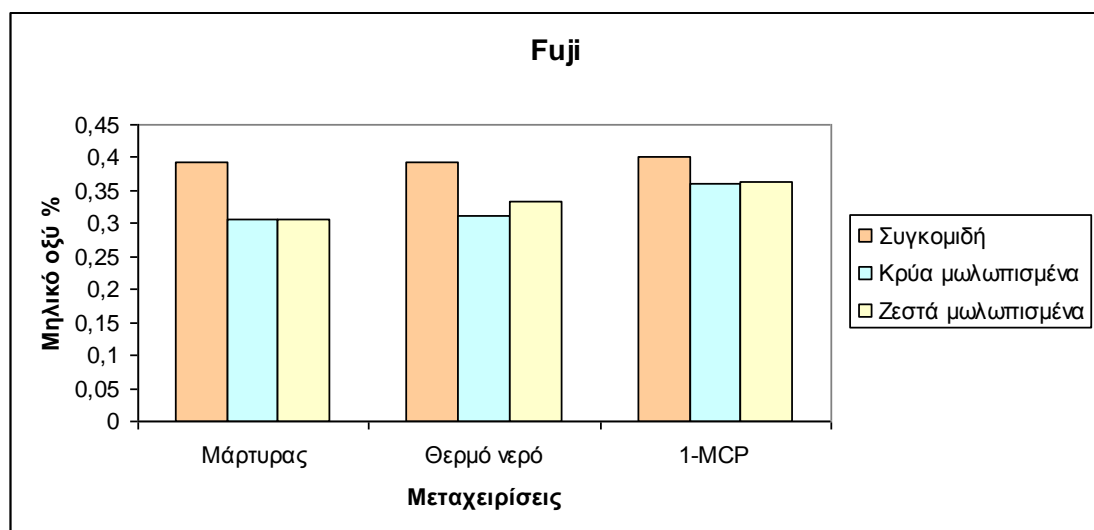
Διάγραμμα 3.53: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη συνεκτικότητα σάρκας (N) μήλων ποικιλίας Fuji.



Διάγραμμα 3.54: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στα Δ.Σ.Σ. (%) μήλων ποικιλίας Fuji.



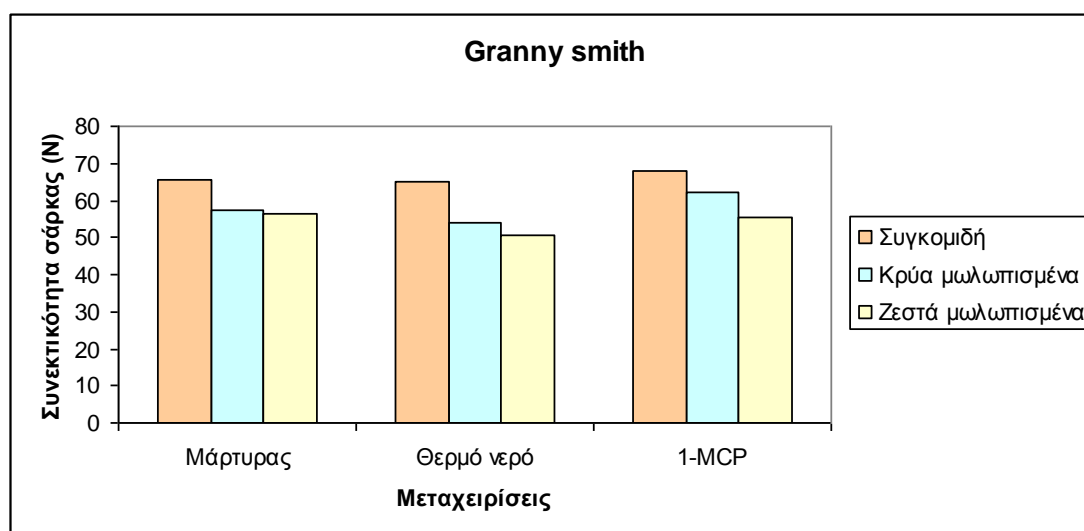
Διάγραμμα 3.55: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο μηλικό οξύ (%) μήλων ποικιλίας Fuji.



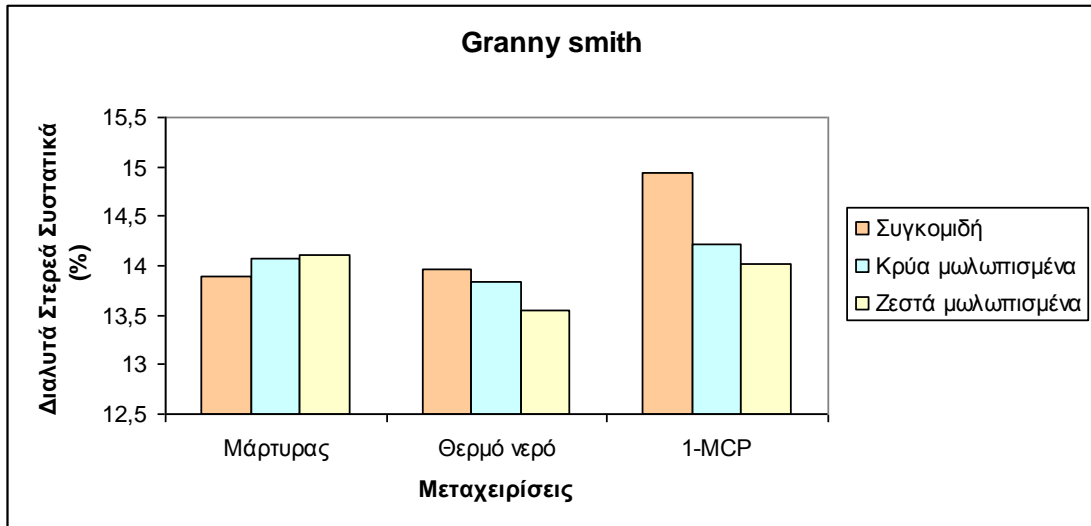
Πίνακας 3.13: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη συνεκτικότητα της σάρκας (N), Δ.Σ.Σ. (%) και μηλικό οξύ (%) μήλων ποικιλίας Granny Smith.

Χρόνος μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Συνεκτικότητα σάρκας(N)	Δ.Σ.Σ (%)	Μηλικό οξύ (%)
Συγκομιδή	Μάρτυρας	65,7	13,9	0,94
	Θερμό νερό	65,2	14,0	1,02
	1-MCP	67,9	15,0	0,75
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	57,4	14,1	0,66
	Θερμό νερό	54,1	14,0	0,75
	1-MCP	61,9	14,2	0,67
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	56,6	14,1	0,68
	Θερμό νερό	50,4	13,5	0,70
	1-MCP	55,4	14,0	0,71
Σημαντικότητα				
Χρόνος		***	**	***
Μεταχειρίσεις		***	***	***
Χρόνος*Μεταχειρίσεις		ns	ns	***
LSD _{0,05}		4,2	0,6	0,05

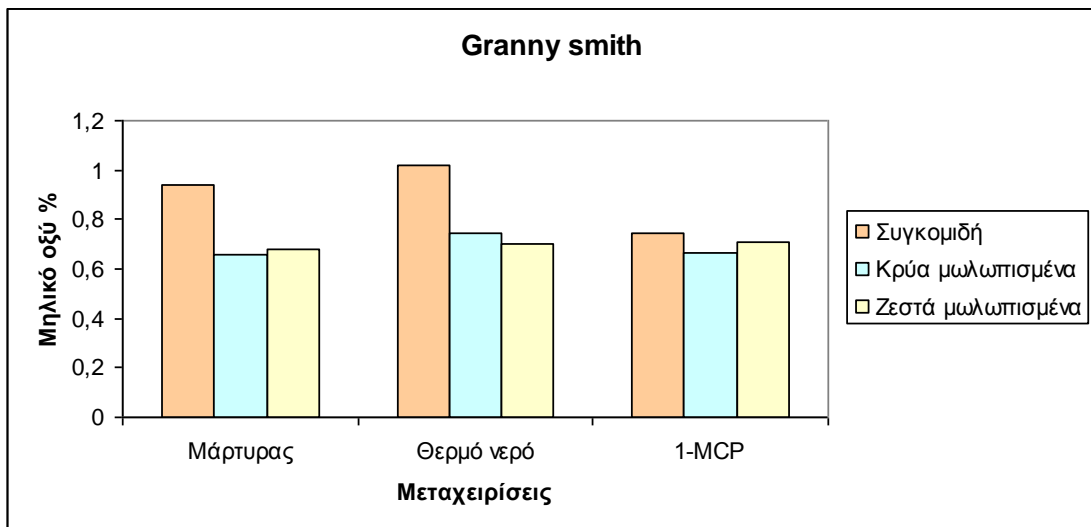
Διάγραμμα 3.56: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στη συνεκτικότητα σάρκας (N) μήλων ποικιλίας Granny Smith.



Διάγραμμα 3.57: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στα Δ.Σ.Σ. (%) μήλων ποικιλίας Granny Smith.



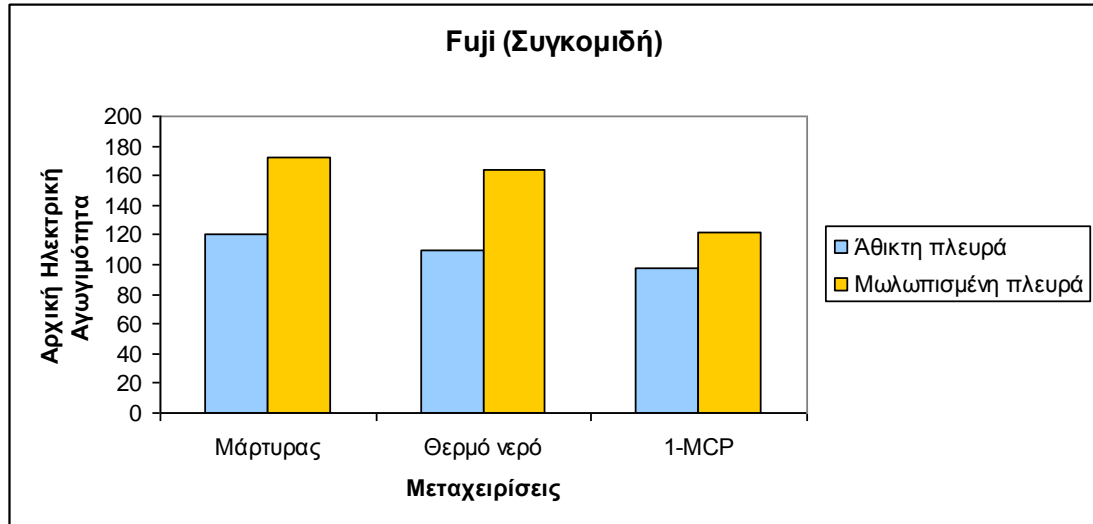
Διάγραμμα 3.58: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο μηλικό οξύ μήλων ποικιλίας Granny Smith.



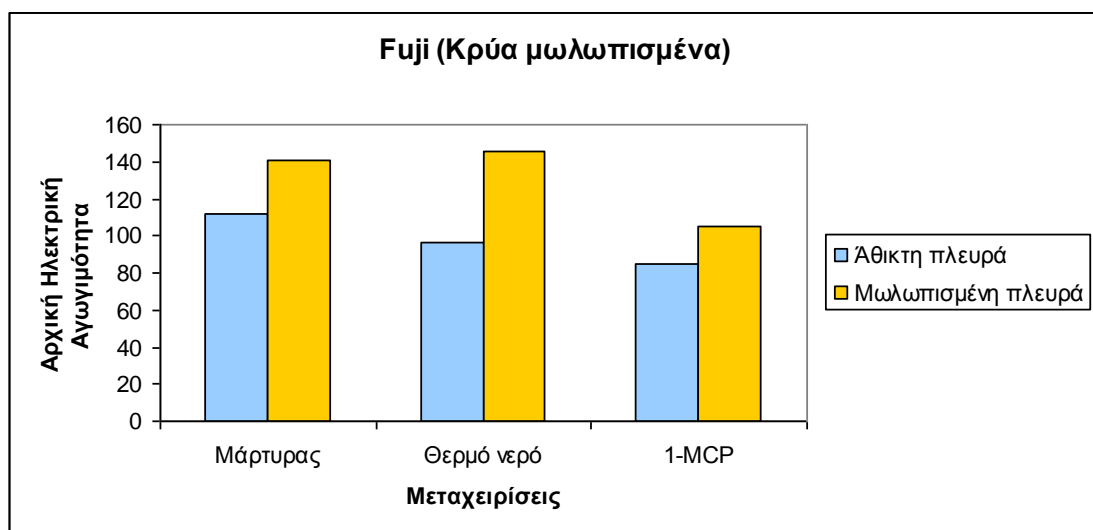
Πίνακας 3.14: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική, τελική και ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.

Χρόνος Μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Πλευρά	ΑρχικήΗλ	ΤελικήΗλ	ΕιδικήΗλ
Συγκομιδή	Μάρτυρας	Άθικτη	120	270	0,45
		Μωλωπισμένη	173	261	0,66
	Θερμό νερό	Άθικτη	109	271	0,41
		Μωλωπισμένη	164	275	0,60
	1-MCP	Άθικτη	98	246	0,40
		Μωλωπισμένη	122	221	0,55
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	111	212	0,52
		Μωλωπισμένη	141	203	0,69
	Θερμό νερό	Άθικτη	96	243	0,39
		Μωλωπισμένη	146	241	0,61
	1-MCP	Άθικτη	85	200	0,39
		Μωλωπισμένη	105	221	0,47
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	83	197	0,42
		Μωλωπισμένη	109	184	0,59
	Θερμό νερό	Άθικτη	78	242	0,32
		Μωλωπισμένη	112	238	0,47
	1-MCP	Άθικτη	124	227	0,54
		Μωλωπισμένη	140	245	0,57
Σημαντικότητα					
Χρόνος μωλωπισμού			***	***	ns
Μεταχειρίσεις			ns	***	***
Πλευρά			***	ns	***
Χρόνος*Μεταχειρίσεις*Πλευρά			ns	ns	ns
LSD _{0,05}			31	26	0,12

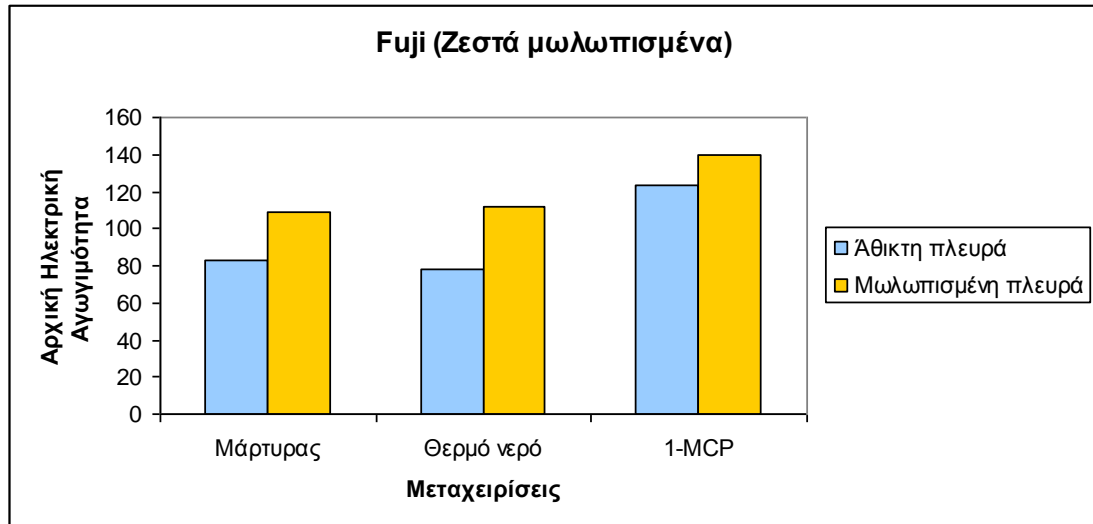
Διάγραμμα 3.59: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.



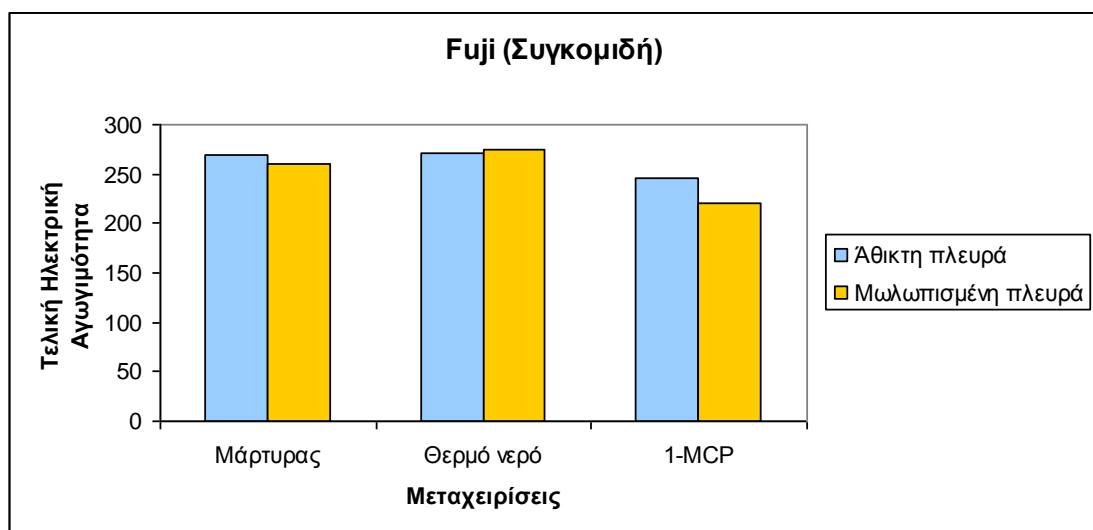
Διάγραμμα 3.60: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.



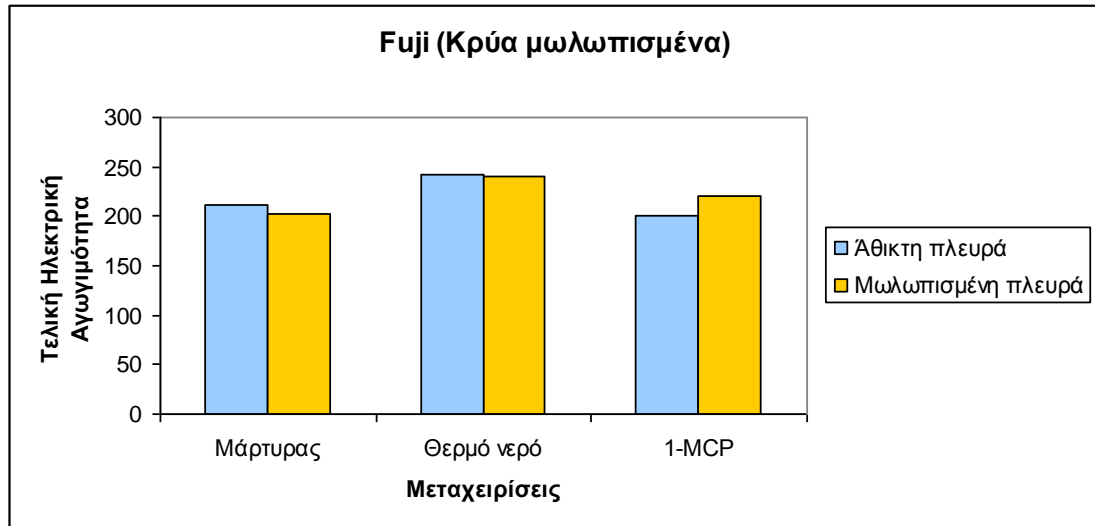
Διάγραμμα 3.61: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.



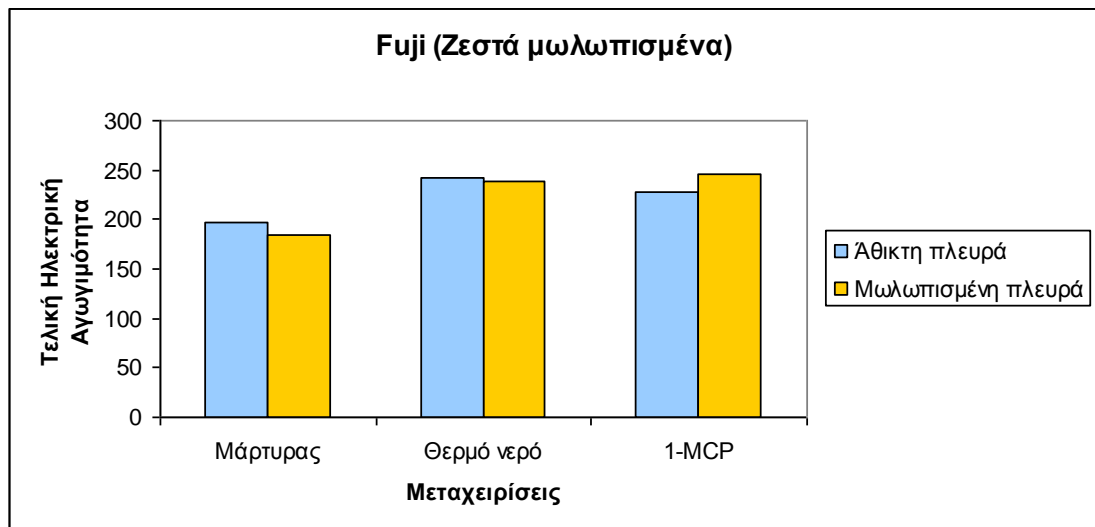
Διάγραμμα 3.62: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.



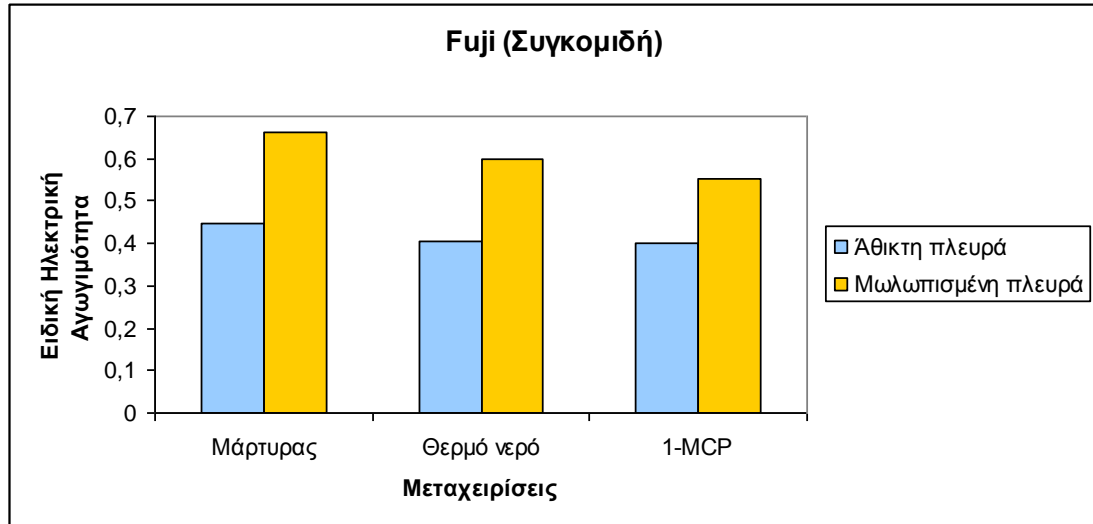
Διάγραμμα 3.63: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.



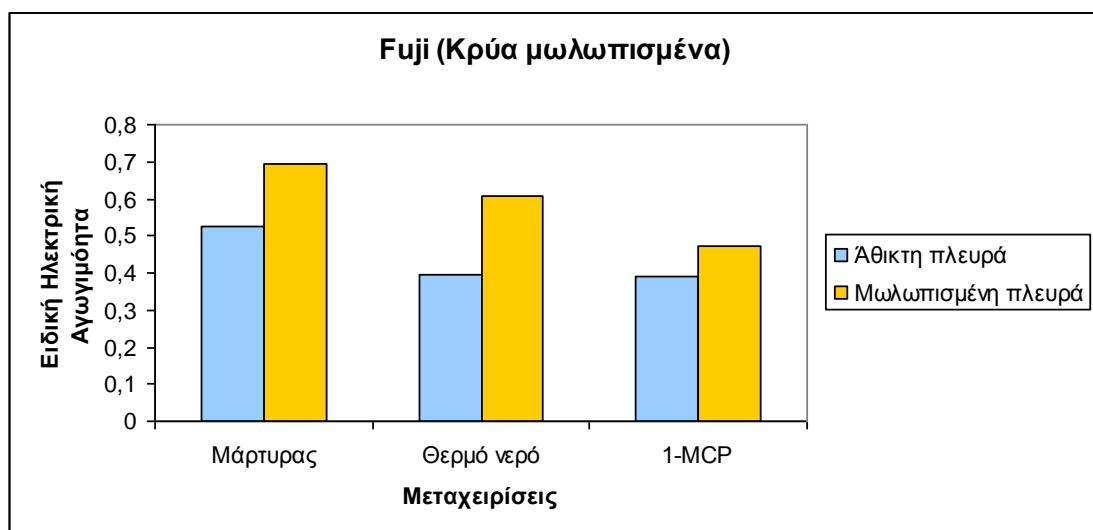
Διάγραμμα 3.64: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.



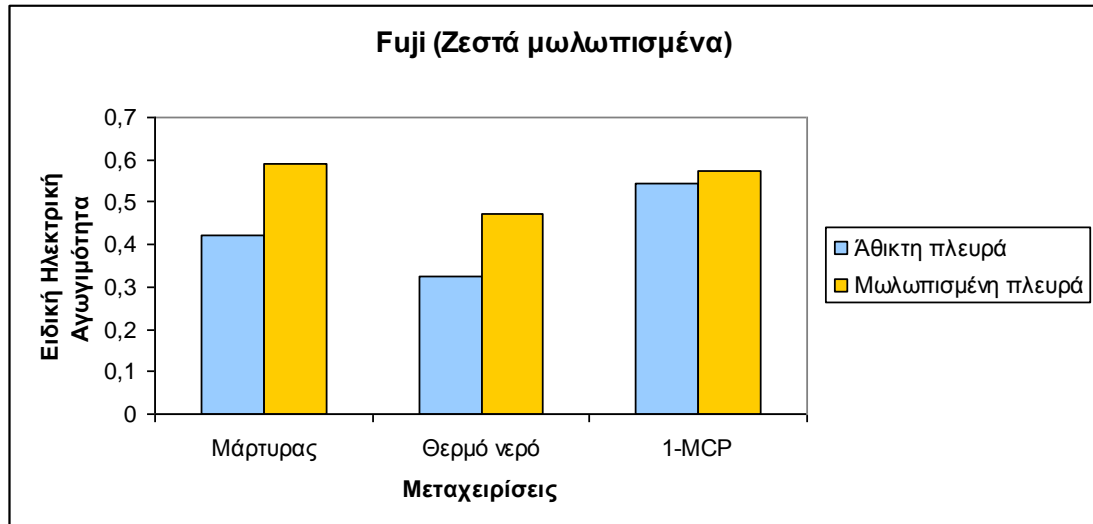
Διάγραμμα 3.65: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.



Διάγραμμα 3.66: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.



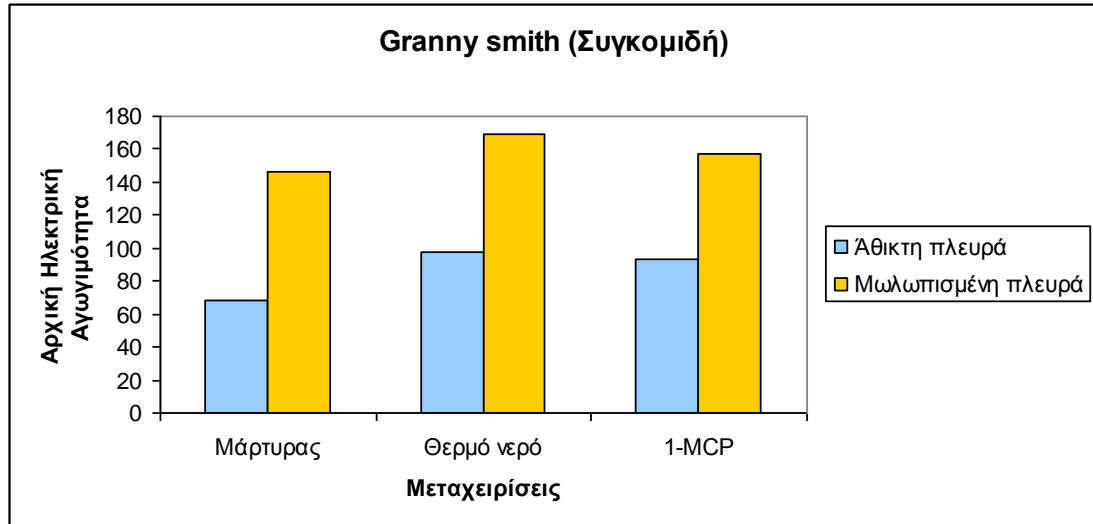
Διάγραμμα 3.67: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Fuji.



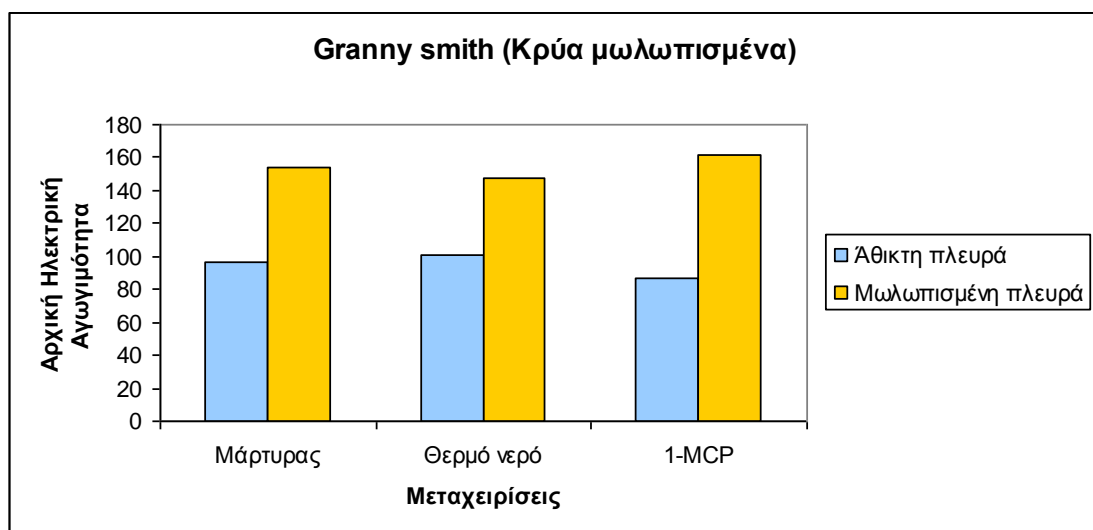
Πίνακας 3.15: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική, τελική και ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny Smith.

Χρόνος Μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Πλευρά	ΑρχικήΗλ	ΤελικήΗλ	ΕιδικήΗλ
Συγκομιδή	Μάρτυρας	Άθικτη	68	280	0,24
		Μωλωπισμένη	147	273	0,54
	Θερμό νερό	Άθικτη	97	331	0,29
		Μωλωπισμένη	170	297	0,57
	1-MCP	Άθικτη	93	303	0,31
		Μωλωπισμένη	157	281	0,56
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	96	277	0,35
		Μωλωπισμένη	154	284	0,54
	Θερμό νερό	Άθικτη	101	298	0,34
		Μωλωπισμένη	147	286	0,52
	1-MCP	Άθικτη	87	281	0,31
		Μωλωπισμένη	161	279	0,58
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	109	279	0,39
		Μωλωπισμένη	153	275	0,56
	Θερμό νερό	Άθικτη	102	298	0,34
		Μωλωπισμένη	150	278	0,54
	1-MCP	Άθικτη	88	281	0,31
		Μωλωπισμένη	163	283	0,58
Σημαντικότητα					
Χρόνος μωλωπισμού			ns	***	***
Μεταχειρίσεις			ns	***	ns
Πλευρά			***	***	***
Χρόνος*Μεταχειρίσεις*Πλευρά			***	ns	**
LSD _{0,05}			16	18	0,06

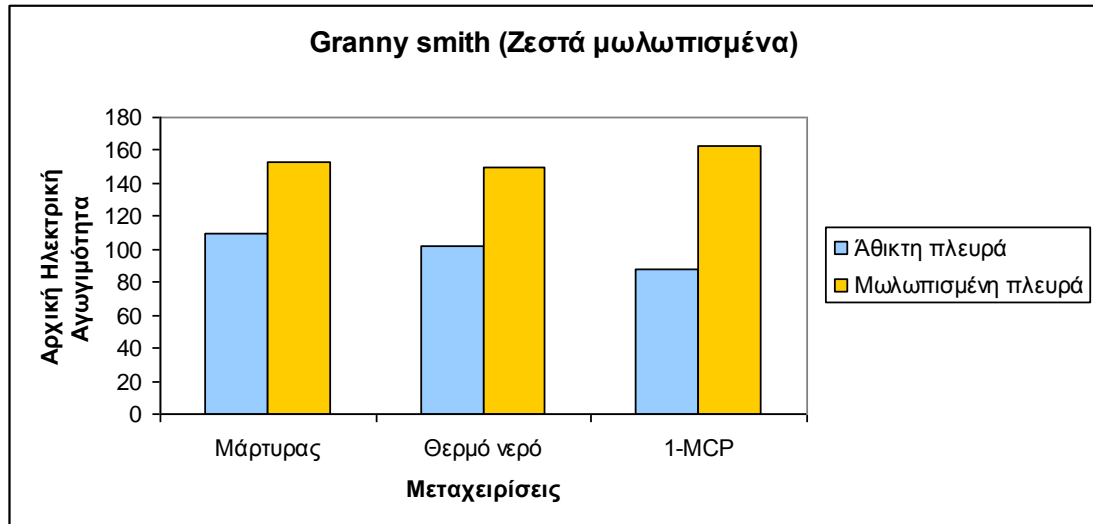
Διάγραμμα 3.68: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny Smith.



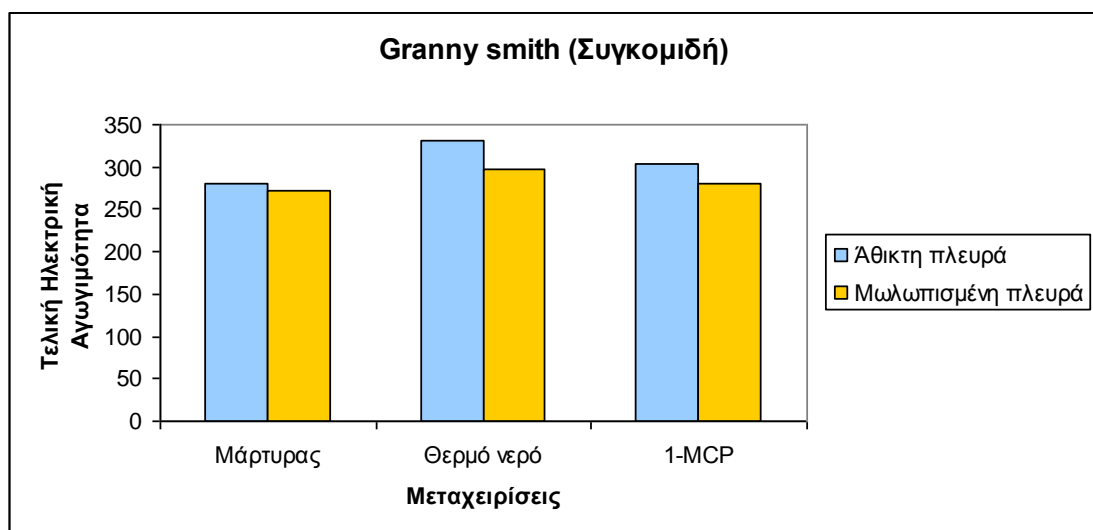
Διάγραμμα 3.69: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny Smith.



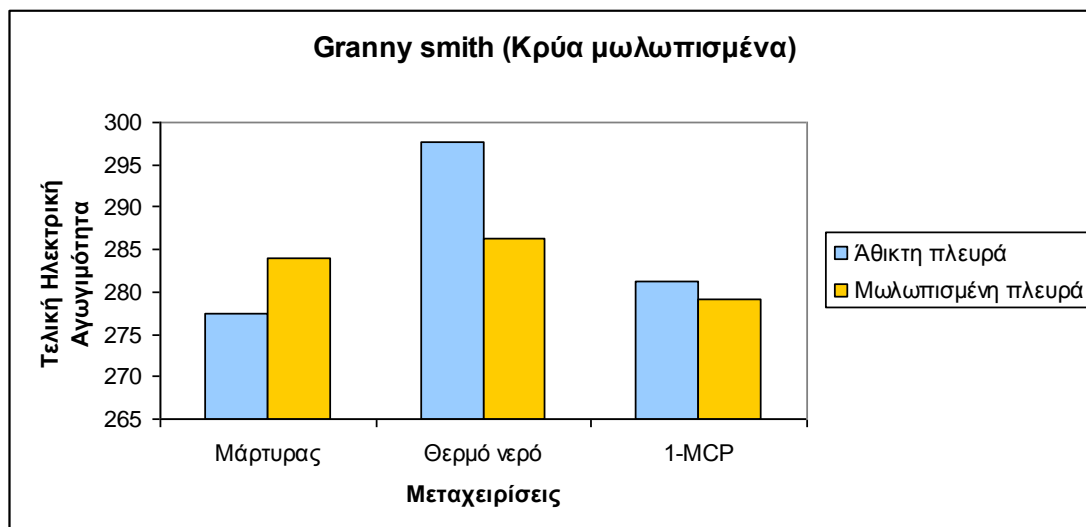
Διάγραμμα 3.70: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny Smith.



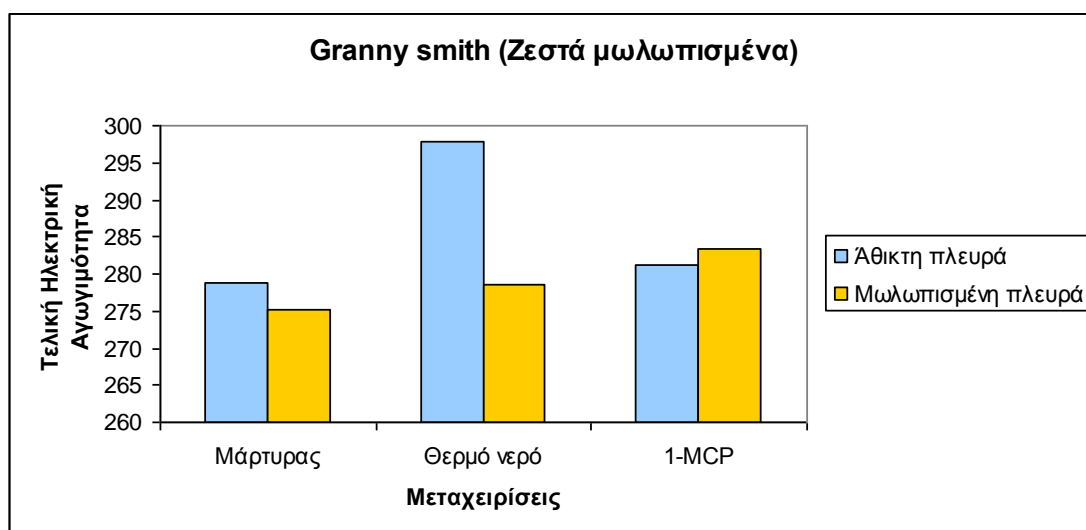
Διάγραμμα 3.71: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny Smith.



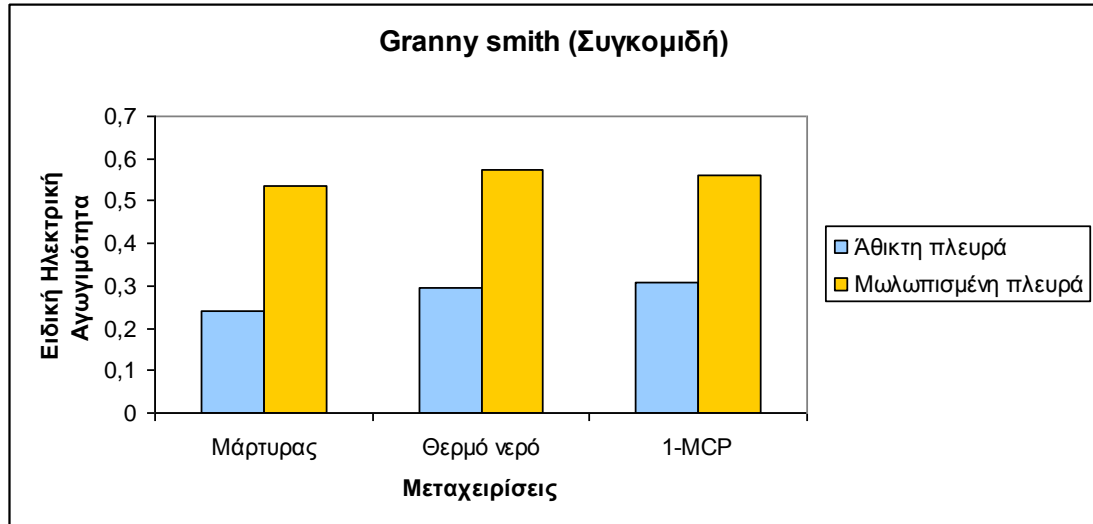
Διάγραμμα 3.72: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny Smith.



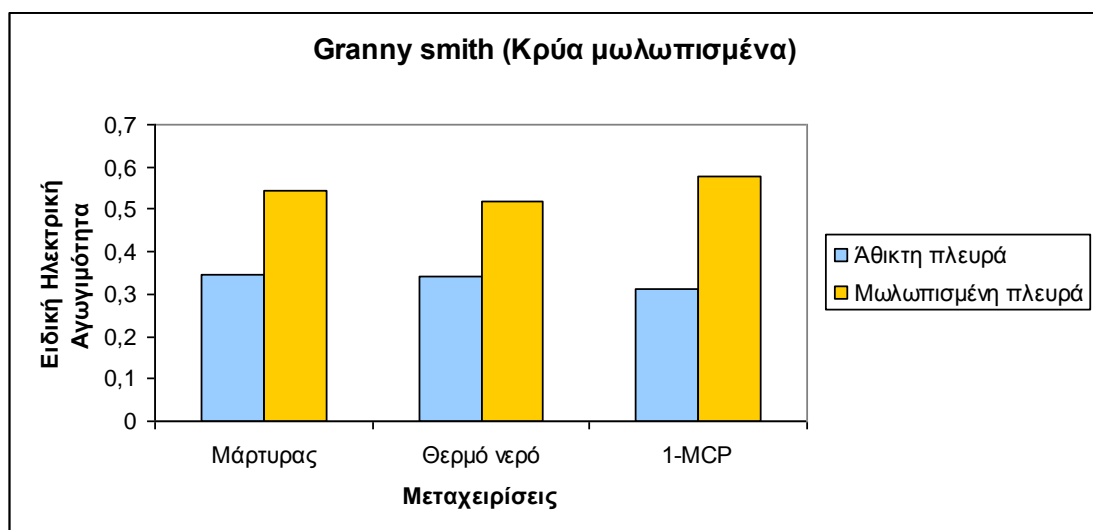
Διάγραμμα 3.73: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny Smith.



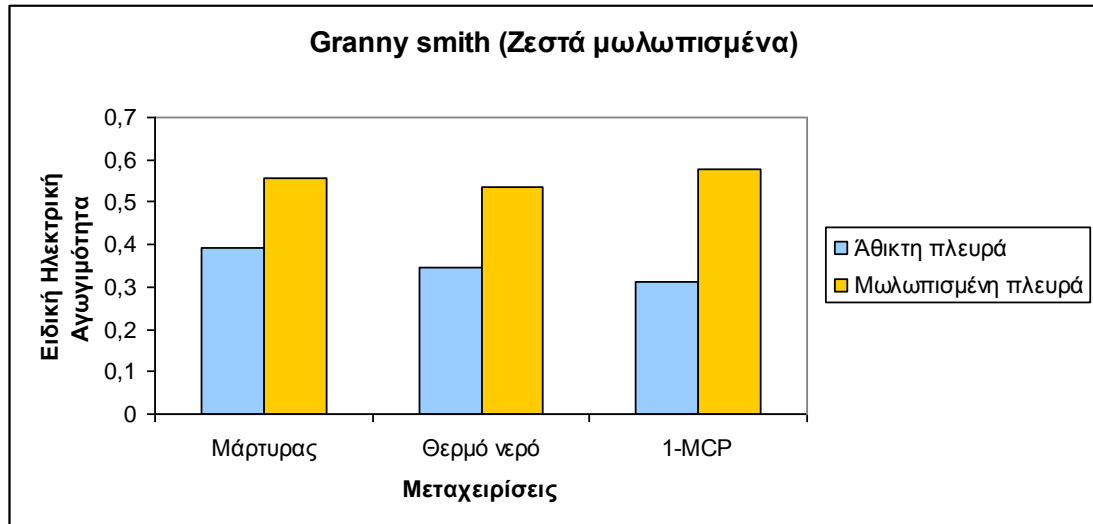
Διάγραμμα 3.74: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny Smith.



Διάγραμμα 3.75: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny Smith.



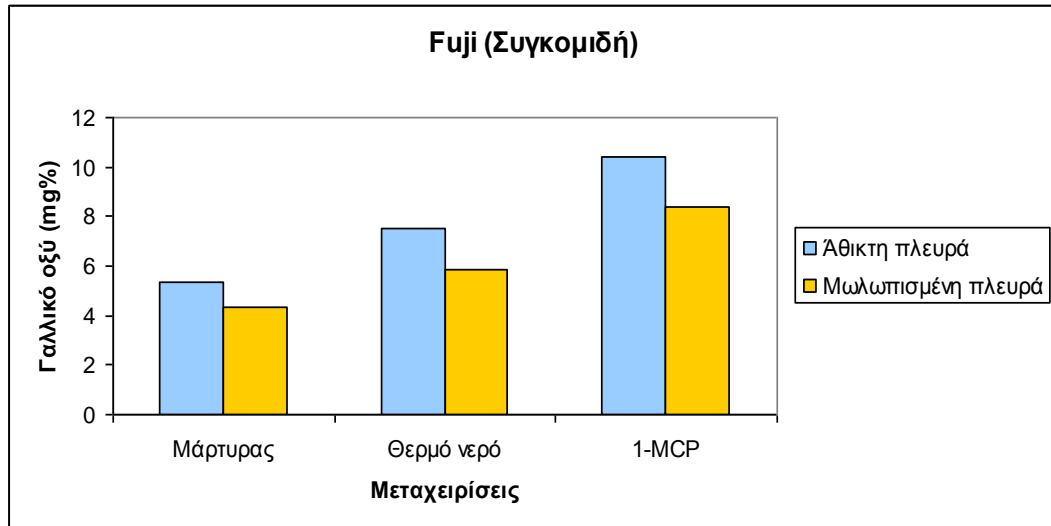
Διάγραμμα 3.76: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μήλων ποικιλίας Granny Smith.



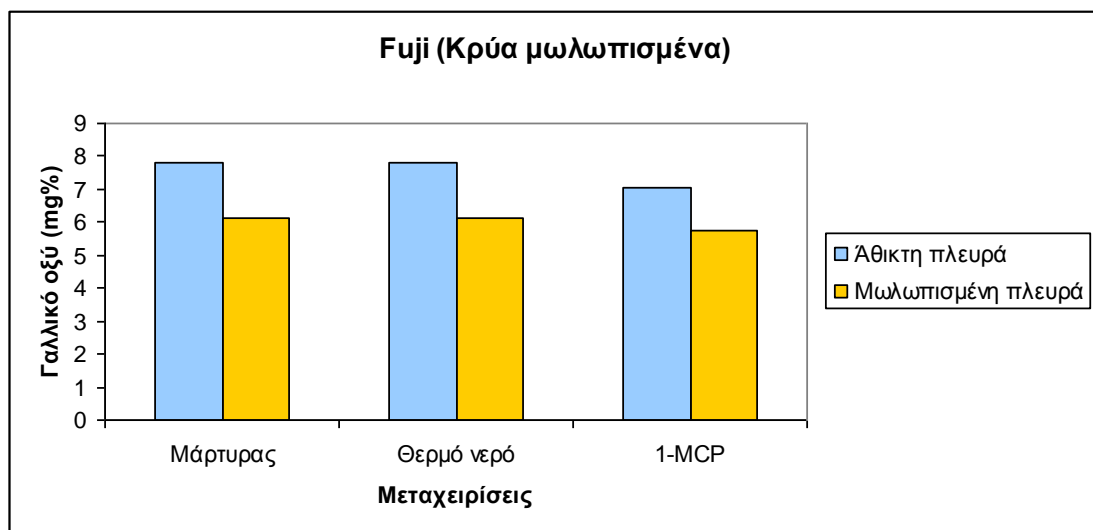
Πίνακας 3.16: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή, μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος ή ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμφάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών εκφρασμένο σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) για τις ποικιλίες Fuji και Granny Smith.

Ποικιλία			Fuji	Granny Smith
Χρόνος μωλωπισμού	Μεταχειρίσεις	Πλευρά	Γαλλικό οξύ (mg%)	Γαλλικό οξύ (mg%)
Συγκομιδή	Μάρτυρας	Άθικτη	5,35	10,19
		Μωλωπισμένη	4,32	7,48
	Θερμό νερό	Άθικτη	7,55	8,12
		Μωλωπισμένη	5,86	6,51
	1-MCP	Άθικτη	10,41	9,22
		Μωλωπισμένη	8,38	7,53
Κρύα μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	7,82	8,17
		Μωλωπισμένη	6,14	7,77
	Θερμό νερό	Άθικτη	7,80	4,66
		Μωλωπισμένη	6,14	6,11
	1-MCP	Άθικτη	7,04	5,45
		Μωλωπισμένη	5,77	6,68
Ζεστά μωλωπισμένα	Μάρτυρας	Άθικτη	9,79	5,77
		Μωλωπισμένη	6,45	5,90
	Θερμό νερό	Άθικτη	8,56	5,77
		Μωλωπισμένη	6,50	5,70
	1-MCP	Άθικτη	8,17	6,30
		Μωλωπισμένη	6,01	8,04
Σημαντικότητα				
Χρόνος			***	***
Μεταχειρίσεις			***	***
Πλευρά			***	ns
Χρόνος*Μεταχειρίσεις*Πλευρά			ns	ns
LSD _{0,05}			1,16	1,36

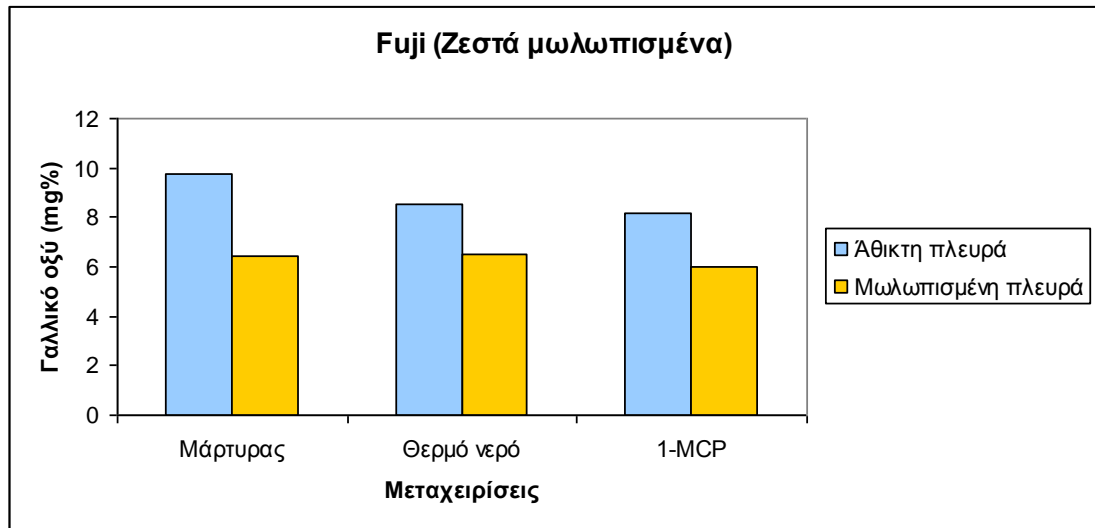
Διάγραμμα 3.77: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) μήλων ποικιλίας Fuji.



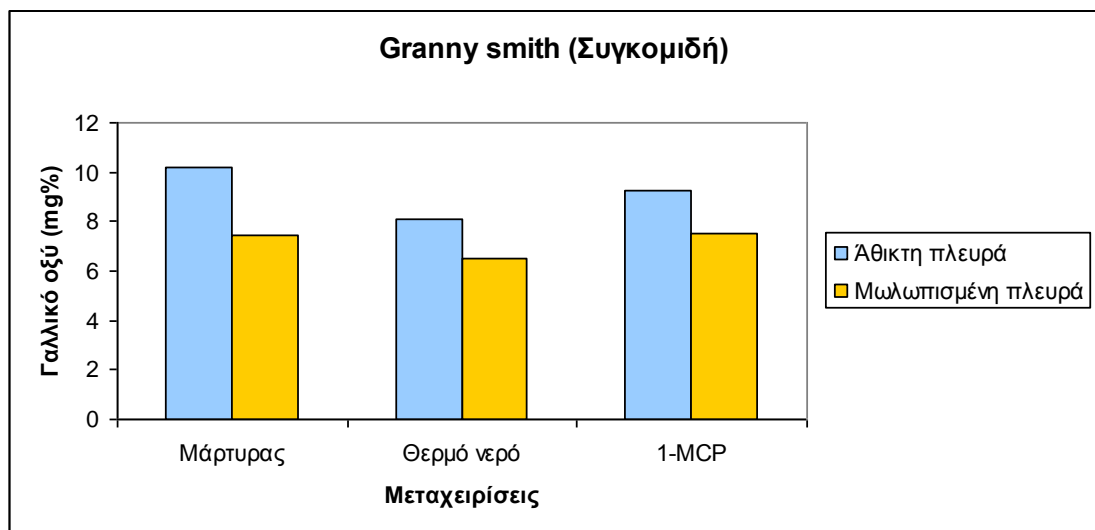
Διάγραμμα 3.78: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) μήλων ποικιλίας Fuji.



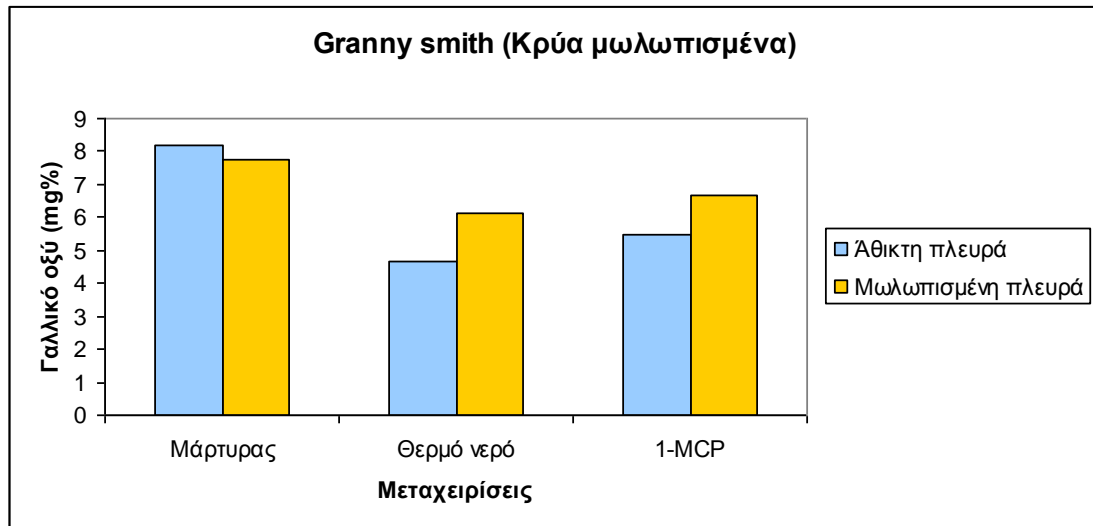
Διάγραμμα 3.79: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) μήλων ποικιλίας Fuji.



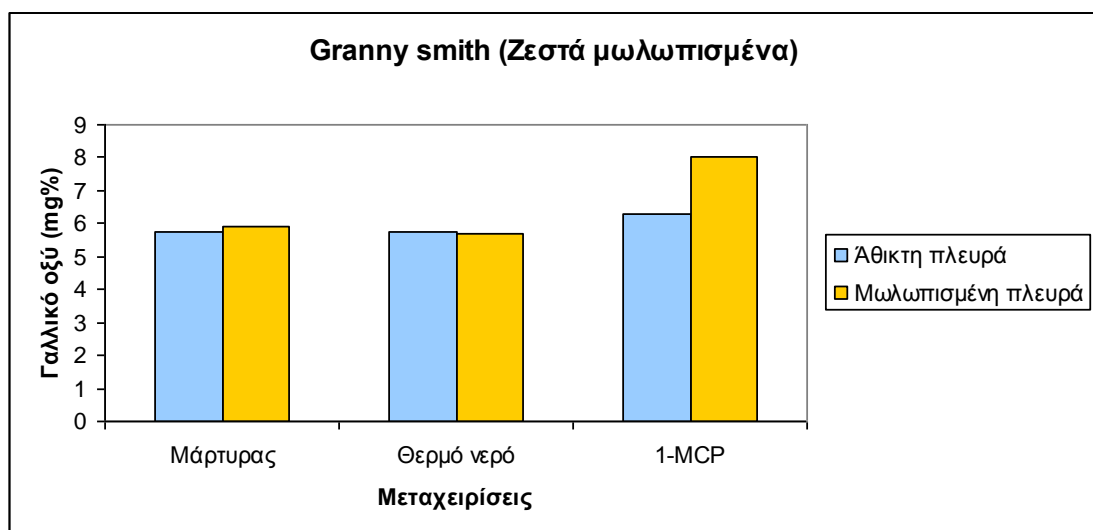
Διάγραμμα 3.80: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (στη συγκομιδή) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) μήλων ποικιλίας Granny Smith.



Διάγραμμα 3.81: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση κρύος καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) μήλων ποικιλίας Granny Smith.



Διάγραμμα 3.82: Επίδραση των συνθηκών μωλωπισμού (μετά από ψυχοσυντήρηση ζεστός καρπός) και των μεταχειρίσεων (Μάρτυρας, εμβάπτιση σε Θερμό νερό και εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή) στο συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL χυμού (mg%) μήλων ποικιλίας Granny Smith.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η μεταχείριση του Θερμού νερού προκάλεσε αυξημένη απώλεια βάρους σε σύγκριση με τις άλλες μεταχειρίσεις και για τις δύο ποικιλίες σε όλους τους χρόνους που έγιναν οι μωλωπισμοί με εξαίρεση στην ποικιλία Granny Smith όπου στα μήλα που χτυπήθηκαν ζεστά δεν υπήρχε καμία διαφορά. Αυτή η διαφορά της θερμικής μεταχείρισης σε σχέση με τις λοιπές μεταχειρίσεις έχει διαπιστωθεί και σε άλλη έρευνα όπου η διαφορά της απώλειας βάρους ήταν μεταξύ 1,2 ως 4% (Tu and Baerdemaeker, 1997). Όμως, σε εκείνη την έρευνα το μέγεθος της διαφοράς στην απώλεια βάρους ήταν σχετικό, δηλαδή η θερμική μεταχείριση 40°C διάρκειας 4 ημερών ήταν μεγαλύτερης διάρκειας σε σχέση με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μεταξύ άλλων παραγόντων, η θερμοκρασία καθώς και η διάρκεια έκθεσης σε αυτή επηρεάζουν την αντίδραση του φρούτου στη θερμική μεταχείριση (Lydakis and Aked, 2003). Για να γίνει κατανοητή η σημασία της θερμοκρασίας και της διάρκειας έκθεσης στην απώλεια βάρους (%), αρκεί να σημειώσουμε ότι στο πείραμα μας η θερμική μεταχείριση έγινε στους 48°C με διάρκεια μόλις 3 λεπτά. Όμως στην αναφερθείσα έρευνα, τις μεγαλύτερες απώλειες βάρους είχαμε στη μεταχείριση των 40°C διάρκειας 4 ημερών παρά σε εκείνη των 45°C διάρκειας 4 ωρών. Βλέπουμε λοιπόν, πόσο σημασία έχει ο συνδυασμός αυτών των δύο παραγόντων και όχι μεμονωμένα η επίδραση της θερμοκρασίας στην απώλεια βάρους των μήλων.

Καμία μεταχείριση δεν βρέθηκε να έχει επίδραση στο εμβαδό επιφάνειας του μωλωπισμού με εξαίρεση των συντηρημένων μήλων της ποικιλίας Fuji που χτυπήθηκαν ζεστά, όπου το 1-MCP μείωσε το εμβαδό επιφάνειας σε σχέση με τον μάρτυρα. Όμως, ο χρόνος που έγινε ο μωλωπισμός είχε επίδραση σε αυτή την παράμετρο μωλωπισμού. Συγκεκριμένα, στην ποικιλία Fuji των συντηρημένων μήλων που χτυπήθηκαν κρύα, οι μωλωπισμοί είχαν μεγαλύτερη επιφάνεια έκτασης σε όλες τις μεταχειρίσεις, αλλά στη θερμική μεταχείριση οι διαφορές ήταν μικρότερες και μη σημαντικές. Δεν συνέβη όμως το ίδιο για την ποικιλία Granny Smith, όπου τα μήλα που χτυπήθηκαν όταν συγκομίσθηκαν παρουσίασαν πολύ μεγαλύτερο εμβαδό επιφάνειας από τα μήλα των άλλων χρόνων μωλωπισμού.

Για το βάθος του μωλωπισμού υπάρχει διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων και για τις δύο ποικιλίες. Στην Fuji, το βάθος του μωλωπισμού των μήλων που δέχθηκαν

Θερμό νερό παρουσιάστηκε μικρότερο από τις άλλες μεταχειρίσεις, ενώ εκείνο των καρπών του Μάρτυρα ήταν επίσης μικρότερο από εκείνο των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP. Οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές στα μήλα που χτυπήθηκαν ζεστά. Η διαφορά μεταξύ του Θερμού νερού και του μάρτυρα, δεν συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Donati et al. (2005), όπου τα μήλα της μεταχείρισης του Θερμού νερού δεν διέφεραν ως προς την ευαισθησία τους στον μωλωπισμό. Η ευαισθησία όμως ως προς το μωλωπισμό σύμφωνα με τον υπολογισμό του Schoorl and Holt (1981), είναι αντιστρόφως ανάλογη της ενέργειας χτυπήματος και ανάλογη του όγκου του μωλωπισμού δηλαδή της διαμέτρου και του βάθους. Οπότε είναι αντιστρόφως ανάλογη με το βάρος του καρπού. Το βάρος του καρπού του μάρτυρα για τη Fuji ήταν μικρότερο από του 1-MCP, μόνο για τα μήλα που μετρήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή και για εκείνα που χτυπήθηκαν κρύα μετά τη συντήρηση, ενώ για εκείνα που χτυπήθηκαν ζεστά μετά τη συντήρηση, το βάρος των καρπών που εφαρμόστηκε Θερμό νερό ήταν μεγαλύτερο από εκείνο των άλλων μεταχειρίσεων. Επειδή στην έρευνα των Donati et al. (2005) δεν έγινε ψυχοσυντήρηση, τα αποτελέσματα συγκρίνονται με εκείνα των μήλων που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή, οπότε το βάρος του καρπού δεν έχει διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων σε αυτό το χρόνο. Άρα το βάθος του μωλωπισμού είναι εκείνο που επιδρά στον παράγοντα ευαισθησίας στο μωλωπισμό, οπότε και η διαφορά στα αποτελέσματα οφείλεται στο βάθος του μωλωπισμού. Δεν συμβαίνει το ίδιο στην Granny Smith, όπου το βάθος του μωλωπισμού του Μάρτυρα ήταν μικρότερο από τις άλλες μεταχειρίσεις σε όλους τους χρόνους του μωλωπισμού εκτός από εκείνο της συγκομιδής, όπου η διαφορά δεν ήταν σημαντική. Τα μήλα της Fuji, που χτυπήθηκαν ζεστά είχαν μικρότερο βάθος σε σχέση με τα κρύα και της συγκομιδής, ενώ τα δύο τελευταία δεν είχαν καμία διαφορά μεταξύ τους. Η διαφορά ήταν μικρότερη όμως στη θερμική μεταχείριση, όπου τα χτυπημένα μήλα στη συγκομιδή είχαν παρόμοιο βάθος μωλωπισμού με τα χτυπημένα ζεστά, ενώ τα μήλα χτυπημένα κρύα είχαν μεγαλύτερο βάθος μωλωπισμού από τα υπόλοιπα. Στην ποικιλία Granny Smith, τα μήλα στη συγκομιδή είχαν μεγαλύτερο βάθος μωλωπισμού σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις. Για την ποικιλία Fuji, τα αποτελέσματά μας έρχονται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα του Saltveit (1984), ο οποίος βρήκε ότι ο όγκος των μωλωπισμών αυξήθηκε ανάλογα με τη θερμοκρασία του καρπού τη στιγμή που προκλήθηκε ο μωλωπισμός, ενώ συμφωνεί με τις αναφορές άλλων ερευνητών που βρήκαν ότι υψηλότερη θερμοκρασία τη στιγμή του χτυπήματος μειώνει την ευαισθησία στο μωλωπισμό (Schoorl & Holt, 1977; Van Lancker, 1979; Tsukamoto, 1981).

Αντίθετα, για την Granny Smith, τόσο η επιφάνεια όσο και το βάθος του μωλωπισμού ήταν αυξημένα για τα μήλα που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν σε άλλη έρευνα, όπου τα μήλα κατά τη συγκομιδή ήταν πιο ευαίσθητα στους μωλωπισμούς παρά τα συντηρημένα (Garcia et al., 1995). Στις αναφερόμενες έρευνες για την εκτίμηση της ευαισθησίας των μήλων στο μωλωπισμό, η ευαισθησία εκφράστηκε ως προς τον όγκο του μωλωπισμού, και επειδή είναι ανάλογη με τη διάμετρο και το βάθος, η σύγκριση των αποτελεσμάτων αυτών των ερευνών με την παρούσα έγινε με βάση το βάθος και το εμβαδό επιφάνειας. Το εμβαδό επιφάνειας είναι ανάλογο με τη διάμετρο και υπολογίστηκε στην παρούσα έρευνα από το μήκος και το πλάτος του μωλωπισμού. Η διαφορά στην ευαισθησία στο μωλωπισμό αποδόθηκε στη μείωση του όγκου του καρπού λόγω απώλειας βάρους καθώς και στην αλλαγή της ελαστικότητας του (Garcia et al., 1995). Αν υποθέσουμε ότι η απώλεια βάρους οφείλεται στο νερό και ότι αυτή η μείωση του όγκου σχετίζεται με την απώλεια νερού (Strasburger et al., 1985), τότε ο μωλωπισμός έχει σχέση με αυτή τη μείωση του όγκου, διότι μετά τη συντήρηση παρατηρήθηκε απώλεια βάρους για τα μήλα αμφοτέρων των ποικιλιών. Οι διαφορές λοιπόν μεταξύ των ποικιλιών ως προς τη συμπεριφορά τους στην ευαισθησία τους στο μωλωπισμό, δείχνει ότι ο παράγοντας ποικιλία παίζει σημαντικό ρόλο.

Η μέση τιμή του βάρους του μωλωπισμού σε g δεν διέφερε μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων για αμφοτέρες τις ποικιλίες. Μοναδική εξαίρεση αποτελούν τα συντηρημένα μήλα και των δύο ποικιλιών που χτυπήθηκαν κρύα, το μεγαλύτερο βάρος των οποίων είχαν εκείνα που εφαρμόστηκε 1-MCP. Όμως, στην ποικιλία Fuji το βάρος μωλωπισμού των καρπών του μάρτυρα δεν διέφερε από εκείνο των καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP, αλλά μόνο από εκείνο των καρπών που εφαρμόστηκε Θερμό νερό όπου ήταν μεγαλύτερο. Για την ποικιλία Fuji, το βάρος μωλωπισμού σε g των μήλων που χτυπήθηκαν κρύα, ήταν μεγαλύτερο σε σχέση με εκείνο των μήλων της συγκομιδής και των συντηρημένων που χτυπήθηκαν ζεστά. Όμως, στη θερμική μεταχείριση δεν παρουσιάστηκε διαφορά και η τιμή του βάρους μωλωπισμού ήταν ίδια μεταξύ όλων των χρόνων μωλωπισμού. Στην Granny Smith, τα μήλα που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή είχαν μεγαλύτερο βάρος μωλωπισμού από τα συντηρημένα μήλα, στα οποία η μόνη διαφορά που παρουσιάστηκε ήταν στη θερμική μεταχείριση, όπου τα χτυπημένα κρύα είχαν μικρότερο βάρος μωλωπισμού από τα χτυπημένα ζεστά.

Όσον αφορά το ποσοστιαίο βάρος μωλωπισμού για την ποικιλία Fuji, τα μήλα του μάρτυρα είχαν μεγαλύτερη τιμή από εκείνη των 1-MCP και Θερμού νερού, και αυτό

ισχύει σε όλους τους χρόνους μωλωπισμού εκτός από τη συγκομιδή όπου οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές. Για την ποικιλία Granny Smith, πάλι κατά τη συγκομιδή, τα μήλα των διάφορων μεταχειρίσεων δεν είχαν διαφορές μεταξύ τους. Όμως, για τα συντηρημένα και χτυπημένα κρύα, τα μήλα που εφαρμόστηκε 1-MCP είχαν μεγαλύτερο βάρος μωλωπισμού σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις που δεν διέφεραν μεταξύ τους. Τέλος, στα συντηρημένα και χτυπημένα ζεστά, τα μήλα που δέχθηκαν Θερμό νερό είχαν μεγαλύτερο βάρος μωλωπισμού από τις άλλες δύο μεταχειρίσεις που δεν διέφεραν μεταξύ τους. Σε όλους τους χρόνους μωλωπισμού στην Fuji, τα συντηρημένα και χτυπημένα κρύα μήλα είχαν μεγαλύτερο βάρος μωλωπισμού από τα χτυπημένα ζεστά και τα τελευταία μεγαλύτερο από τα χτυπημένα αμέσως μετά τη συγκομιδή. Εξάιρεση αποτελεί η μεταχείριση του Θερμού νερού όπου οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές και οι μέσες τιμές, ενώ παρουσιάζουν την ίδια τάση ως προς τη διαφορά μεταξύ των συνθηκών μωλωπισμού, δεν έδωσαν ξεκάθαρο αποτέλεσμα. Στην Granny Smith, τα μήλα που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή είχαν πάντοτε μεγαλύτερο βάρος μωλωπισμού από εκείνα των άλλων χρόνων μωλωπισμού. Επίσης η μέση τιμή των συντηρημένων και χτυπημένων ζεστών ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των κρύων εκτός από την περίπτωση του 1-MCP όπου ήταν μικρότερη. Η θερμοκρασία λοιπόν κατά τη στιγμή του χτυπήματος έχει επίδραση στην ευαισθησία στο μωλωπισμό, σε αντίθεση με τα αποτελέσματα άλλης έρευνας (Klein, 1987), όπου δεν υπήρξε καμία επίδραση της. Όμως άλλες έρευνες (van Lancker, 1979), δείχνουν ότι η ευαισθησία στο μωλωπισμό είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη θερμοκρασία του καρπού κατά το χτύπημα και συμφωνούν με τα αποτελέσματα που βρέθηκαν για την ποικιλία Fuji. Μάλιστα, τα αποτελέσματα της έρευνας του Klein αφορούν την ποικιλία Granny Smith, όπου, ενώ υπήρξε διαφορά μεταξύ των καρπών ως προς το ποσοστιαίο βάρος μωλωπισμού όταν οι καρποί χτυπήθηκαν σε διαφορετικές θερμοκρασίες, η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικώς σημαντική, αλλά βρέθηκε μόνο σαν μία τάση. Αντίθετα, στην έρευνά μας οι διαφορές ήταν στατιστικώς σημαντικές.

Συνοπτικά λοιπόν για την ποικιλία Fuji, οι καρποί που μωλωπίστηκαν κρύοι είχαν μεγαλύτερο μωλωπισμό σε όλες τις παραμέτρους (επιφάνεια, βάθος και βάρος μωλωπισμού) (δηλ. έπαθαν μεγαλύτερη και εμφανέστερη ζημιά) από τους καρπούς που μωλωπίστηκαν ζεστοί. Μόνο στην περίπτωση των καρπών που είχαν δεχθεί θερμική μεταχείριση μετά τη συγκομιδή, οι ανωτέρω διαφορές ήταν ελάχιστες. Κρύοι χτυπημένοι καρποί (μήλα διάφορων ποικιλιών περιλαμβανομένης και της ποικιλίας Granny Smith, βερίκοκα) έχουν επίσης πάθει πιο μεγάλη και πιο έντονη ζημιά από το

μωλωπισμό από ότι καρποί σε θερμοκρασία δωματίου (DeMartino et al., 2002; Pang et al., 1996; Prange et al., 2001; Thomson et al., 1996; Toivonen et al., 2007). Αυτό πιθανόν να οφείλεται στην εντονότερη σπαργή που βρίσκονται οι κρύοι καρποί ή στη διαφορετική ελαστικότητα που έχουν και επομένως η ικανότητα απορρόφησης των δυνάμεων πρόσκρουσης να είναι μικρή.

Αντίθετα στην έρευνά μας οι καρποί της ποικιλίας Granny Smith είχαν παρόμοιο μωλωπισμό είτε χτυπήθηκαν κρύοι είτε σε θερμοκρασία δωματίου, αποτέλεσμα που δύσκολα μπορεί να εξηγηθεί εκτός βέβαια του ότι οι καρποί ήταν ήδη συντηρημένοι για 2 μήνες και είχαν χάσει παρόμοια ποσότητα βάρους ώστε πιθανόν οι μηχανικές ιδιότητες της σάρκας τους (σπαργή, ελαστικότητα) να ήταν παρόμοιες. Αυτό υποστηρίζεται και από το γεγονός ότι οι καρποί Granny Smith που μωλωπίστηκαν στη συγκομιδή είχαν μεγαλύτερη ζημιά, όπως αυτή εμφανίστηκε με την επιφάνεια, βάθος και βάρος μωλωπισμού, από τους συντηρημένους καρπούς. Παρόμοια μείωση της έντασης των μωλωπισμών με τη συντήρηση βρέθηκε και προηγούμενα με Golden Delicious και Granny Smith μήλα (Garcia and Ruiz-Altisent, 1998; Menesati et al., 2003). Αυτή η μείωση οφείλεται σε μετατροπές τουλάχιστον στη σπαργή (μείωση της) και όχι τόσο στη σκληρότητα σάρκας (Garcia et al., 1995; Prange et al., 2001). Παρόμοια, η σπαργή τροποποιείται και με την αυξημένη απώλεια βάρους με αποτέλεσμα τη μειωμένη ευαισθησία στους μωλωπισμούς (Hyde, 1997; Prange et al., 2001). Βάσει όλων των ανωτέρω και της σχετικής βιβλιογραφίας, ο αυξημένος μωλωπισμός των μήλων Granny Smith όταν μωλωπίστηκαν σε θερμοκρασία δωματίου σε σχέση με τα μήλα που μωλωπίστηκαν κρύα είναι πολύ δύσκολο να εξηγηθεί καθώς μετά το μωλωπισμό όλοι οι καρποί παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου και η ανάπτυξη των συμπτωμάτων θα έπρεπε να είναι παρόμοια. Το μόνο στοιχείο στην παρούσα εργασία που συνδέεται θετικά με το μειωμένο μωλωπισμό των χτυπημένων κρύων μήλων είναι η χαμηλή περιεκτικότητά τους σε φαινολικά. Κλείνοντας φαίνεται ότι και οι τρεις παράμετροι μωλωπισμού που μετρήθηκαν (επιφάνεια, βάθος και βάρος) συμπεριφέρθηκαν παρόμοια και επομένως περιέγραψαν το μωλωπισμό ικανοποιητικά και οι δύο ποικιλίες που μελετήθηκαν παρότι είναι και οι δύο τραγανές συμπεριφέρθηκαν διαφορετικά στις συνθήκες μωλωπισμού της εργασίας.

Για την Fuji, ο δείκτης L^* παρουσίασε διαφορές μόνο κατά τη συγκομιδή μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων όπου η τιμή για το 1-MCP ήταν μικρότερη από εκείνη του μάρτυρα και του Θερμού νερού. Για την Granny Smith, σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται μόνο στα συντηρημένα και χτυπημένα ζεστά με υπεροχή του μάρτυρα

έναντι των άλλων δύο μεταχειρίσεων. Αυτές οι διαφορές δείχνουν ότι η ωρίμανση του καρπού δεν φαίνεται να επιδρά σε αυτή την παράμετρο του χρώματος, αν αναλογιστούμε ότι το ίδιο συνέβη και σε έρευνα όπου τα μήλα που είχαν δεχθεί διάφορες εφαρμογές θερμικής μεταχείρισης να μη διαφέρουν ως προς το δείκτη L^* του χρώματος φλοιού με το μάρτυρα (Fallik et al., 2001). Όσον αφορά τους διαφορετικούς χρόνους μωλωπισμού, στην Granny Smith τα μήλα που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή η τιμή του L^* ήταν μικρότερη από εκείνη των άλλων χρόνων για όλες τις μεταχειρίσεις, ενώ στην Fuji η διαφορά αυτή εντοπίστηκε μόνο στα μήλα του 1-MCP. Τα μήλα που χτυπήθηκαν σε διαφορετική θερμοκρασία μετά τη συντήρηση δεν διέφεραν μεταξύ τους ως προς το δείκτη L^* , με εξαίρεση τα μήλα της ποικιλίας Granny Smith που εμβαπτίστηκαν σε Θερμό νερό, όπου η τιμή του L^* των χτυπημένων κρύνων ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των χτυπημένων ζεστών. Αυτή η αύξηση της τιμής L^* χρώματος φλοιού για την Granny Smith παρατηρήθηκε και στην προαναφερθείσα έρευνα (Fallik et al., 2001) που μελέτησε την ίδια ποικιλία. Μάλιστα, οι καρποί της Granny Smith που χτυπήθηκαν κρύοι είχαν το ίδιο ή και πιο σκούρο χρώμα από εκείνους που χτυπήθηκαν ζεστοί, διαφορά που βρέθηκε και σε άλλη έρευνα (Thomson et al., 1996). Δεν βρέθηκε διαφορά ως προς το δείκτη L^* μεταξύ άθικτου και μωλωπισμένου ιστού για την ποικιλία Fuji, παρά μόνο στα συντηρημένα και χτυπημένα ζεστά μήλα που δέχθηκαν 1-MCP, όπου ήταν η τιμή του δείκτη L^* ήταν μεγαλύτερη για τον άθικτο ιστό. Αντίθετα, εμφανής διαφορά παρουσιάστηκε στην ποικιλία Granny Smith, όπου ο δείκτης L^* του άθικτου ήταν μεγαλύτερος σε σχέση με εκείνο του μωλωπισμένου τμήματος του καρπού για όλες τις μεταχειρίσεις. Βλέπουμε λοιπόν ότι στην Fuji δεν είναι ευδιάκριτη η διαφορά μεταξύ μωλωπισμένης και μη πλευράς σε αντίθεση με την Granny Smith. Όμως, η Granny Smith έχει ομοιόμορφο πράσινο χρώμα, ενώ η Fuji δεν έχει ομοιόμορφο κόκκινο χρωματισμό. Παρόλο που οι μωλωπισμοί στην κόκκινη πλευρά των ποικιλιών φλοιού κόκκινου χρώματος γενικά αποχρωματίζονται πιο έντονα από εκείνους της πράσινης πλευράς (Samim & Banks, αδημοσίευτο), διαφορά που αποδίδεται πιθανώς στη συγκέντρωση των πρόδρομων φαινολικών ουσιών που σχηματίζουν ανθοκυανίνες στην κόκκινη πλευρά (Klein 1987), οι ίδιες οι κόκκινες χρωστικές του φλοιού καλύπτουν αυτό τον αποχρωματισμό αρκετά αποτελεσματικά έτσι ώστε οι ποικιλίες κόκκινου χρώματος να δίνουν την εντύπωση ότι είναι λιγότερο ευαίσθητες στους μωλωπισμούς παρά οι ποικιλίες πράσινου ή κίτρινου χρώματος (Samim and Banks, 1993).

Ο δείκτης a^* χρώματος φλοιού μήλων δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων στην Fuji παρά μόνο κατά τη συγκομιδή στην άθικτη πλευρά όπου εκείνος του μάρτυρα υπερείχε από τις άλλες μεταχειρίσεις. Στην Granny Smith για τους συντηρημένους καρπούς, ο δείκτης a^* του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερος από εκείνο των άλλων μεταχειρίσεων, αλλά στη μωλωπισμένη πλευρά δεν διέφερε από εκείνον του 1-MCP. Επίσης για την Fuji, δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρόνων διεξαγωγής των χτυπημάτων. Όμως στην Granny Smith οι καρποί που δέχθηκαν μεταχείριση με Θερμό νερό και χτυπήθηκαν ζεστοί είχαν μικρότερη τιμή δείκτη a^* από καρπούς άλλων χρόνων μωλωπισμού, ενώ για την άθικτη πλευρά των καρπών του μάρτυρα που χτυπήθηκαν ζεστοί η τιμή του δείκτη a^* ήταν μικρότερη μόνο από εκείνων που χτυπήθηκαν κρύοι. Ακόμη, ενώ στην Fuji δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ μωλωπισμένου και άθικτου τμήματος καρπού, στην Granny Smith ο δείκτης a^* του άθικτου ήταν σημαντικά μικρότερος από εκείνο του μωλωπισμένου τμήματος καρπού, δηλ. το μωλωπισμένο μέρος ήταν λιγότερο πράσινο.

Σε γενικές γραμμές, δεν υπήρξαν διαφορές για την Fuji μεταξύ των μεταχειρίσεων παρά μόνο στην άθικτη πλευρά των μήλων που μωλωπίστηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή, ενώ στην Granny Smith κατά την συντήρηση και μετά υπάρχει επίδραση των μεταχειρίσεων όπου φαίνεται ότι κατά κύριο λόγο το Θερμό νερό καθώς και το 1-MCP καθυστέρησαν τον αποπρασινισμό. Αυτή η καθυστέρηση που διαπιστώθηκε και σε άλλη έρευνα με διάφορες θερμικές μεταχειρίσεις θα μπορούσε έμμεσα να δείχνει αναστολή της ωρίμανσης του καρπού (Fallik et al., 2001), αν και βάσει άλλων μελετών η θερμική μεταχείριση οδηγεί σε αυξημένο ρυθμό αποπρασινισμού των μήλων (Klein et al., 1990; Whitaker et al., 1997). Η συντήρηση παρεμπόδισε τον αποπρασινισμό των μήλων και των δύο ποικιλιών και μόνο οι ζεστοί καρποί μετά τη συντήρηση που δέχθηκαν Θερμό νερό είχαν λιγότερο πράσινο χρώμα το οποίο οφείλεται στη θερμική μεταχείριση. Άρα εδώ φαίνεται η επίδραση της συντήρησης στην ωρίμανση του καρπού. Η διαφορά μεταξύ μωλωπισμένης και μη πλευράς δεν είναι ευδιάκριτη στην Fuji και αυτό οφείλεται στο κόκκινο χρώμα της ποικιλίας, ενώ στην Granny Smith, η οποία έχει πράσινο φλοιό, είναι περισσότερο ευδιάκριτη η διαφορά μεταξύ μωλωπισμένης και μη πλευράς.

Για την ποικιλία Fuji, διαφορές στο δείκτη b^* μεταξύ των μεταχειρίσεων παρουσιάστηκαν μόνο στους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή και εκείνους που χτυπήθηκαν ζεστοί μετά τη συντήρηση, όπου ο δείκτης b^* των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ήταν μικρότερος από εκείνων των άλλων μεταχειρίσεων, οι

οποίες δεν διέφεραν μεταξύ τους. Για την Granny Smith, παρουσιάστηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων ανάλογα με το χρόνο μωλωπισμού. Έτσι, ενώ κατά τη συγκομιδή οι καρποί που δέχθηκαν 1-MCP είχαν μεγαλύτερη μέση τιμή από τους καρπούς του μάρτυρα, τα μήλα που χτυπήθηκαν ζεστά ή κρύα και είχαν δεχθεί μεταχείριση με 1-MCP ή με Θερμό νερό είχαν μικρότερη τιμή, διαφορά που βρέθηκε μόνο στη μωλωπισμένη πλευρά. Για την Fuji, κατά τη συγκομιδή οι καρποί που δέχθηκαν 1-MCP είχαν μικρότερη τιμή b^* από τους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί ή κρύοι. Για την Granny Smith, πάλι οι καρποί κατά τη συγκομιδή είχαν μικρότερη τιμή b^* από εκείνη των χτυπημένων είτε ζεστών είτε κρύων. Όμως, και για τις δύο ποικιλίες η τιμή του b^* του άθικτου ιστού ήταν μεγαλύτερη από εκείνη του μωλωπισμένου.

Γενικότερα, το 1-MCP είχε ως αποτέλεσμα να εμφανίζει σε όσους καρπούς υπήρχε διαφορά ένα λιγότερο κίτρινο χρώμα και για τις δύο ποικιλίες ακόμα και μετά τη συντήρηση και ιδίως όταν η εκτίμηση του χρώματος έγινε σε θερμοκρασία καρπού 20°C σε σχέση με το μάρτυρα. Με τον ίδιο τρόπο έδρασε και η μεταχείριση του Θερμού νερού μόνο όμως στην Granny Smith, γιατί στην Fuji δεν υπήρξαν διαφορές. Αυτό ίσως οφείλεται στην επιβράδυνση της πορείας της ωρίμανσης με την εφαρμογή 1-MCP ή Θερμού νερού. Μικρότερη επίδραση στην ανάπτυξη πιο κίτρινου χρώματος είχε η συντήρηση στην Granny Smith, διότι εκεί παρατηρήθηκε αύξηση του κίτρινου χρώματος κατά τη διάρκεια της συντήρησης, ενώ στην Fuji φαίνεται να υπήρξε σταθεροποίηση όσον αφορά το κίτρινο χρώμα. Μόνο στους καρπούς του 1-MCP μετά τη συντήρηση και αφού αφέθηκαν στον πάγκο μέχρι να αποκτήσουν τη θερμοκρασία περιβάλλοντος υπήρξε κάποια διαφορά σε σχέση με εκείνους της συγκομιδής. Βέβαια, αυτή η διαφορά μεταξύ των ποικιλιών ίσως οφείλεται στο χρώμα τους, όπως επισημάναμε παραπάνω. Η μείωση του δείκτη b^* της μωλωπισμένης πλευράς ίσως οφείλεται σε απώλεια κίτρινων φαινολικών ουσιών λόγω οξειδωσης και στις δύο ποικιλίες, και γι' αυτό ο καρπός στη μωλωπισμένη πλευρά έχει μια γκριζα απόχρωση.

Για την Fuji, ο δείκτης C^* χρώματος φλοιού δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές για τα μήλα που χτυπήθηκαν κρύα μετά τη συντήρηση μεταξύ των μεταχειρίσεων. Όμως οι καρποί στη συγκομιδή και οι συντηρημένοι που χτυπήθηκαν ζεστοί και είχαν δεχθεί μεταχείριση Θερμού νερού, ο δείκτης C^* στη μωλωπισμένη πλευρά ήταν μεγαλύτερος από εκείνο των αντίστοιχων καρπών που δέχθηκαν 1-MCP. Επίσης, κατά τη συγκομιδή ο δείκτης C^* των καρπών του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερος και από εκείνο των καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP. Για την ποικιλία Granny Smith, στα συντηρημένα μήλα γενικότερα, ο δείκτης C^* των καρπών του μάρτυρα ήταν

μεγαλύτερος από εκείνο των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ή Θερμό νερό. Στη θερμική μεταχείριση αυτό παρουσιάστηκε μόνο στη μωλωπισμένη πλευρά. Αλλά δεν υπήρξαν διαφορές για την άθικτη πλευρά των μήλων που χτυπήθηκαν κρύα. Το αντίστροφο παρουσιάστηκε κατά τη συγκομιδή όπου η τιμή του δείκτη C^* των καρπών του μάρτυρα ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP, διαφορά που παρουσιάστηκε μόνο στην άθικτη πλευρά γιατί στη μωλωπισμένη δεν υπήρξαν διαφορές. Βλέπουμε λοιπόν ότι το 1-MCP μείωσε γενικά την ένταση του χρώματος σε σχέση με το μάρτυρα κατά τη συγκομιδή στην Fuji και μετά τη συντήρηση στην Granny Smith, ενώ η ίδια επίδραση παρατηρήθηκε και για το Θερμό νερό αλλά μετά στη συντήρηση και μόνο για την Granny Smith. Όμως, για την Fuji κατά τη συγκομιδή το Θερμό νερό αύξησε την ένταση του χρώματος, όπως έδρασε και το 1-MCP για την Granny Smith κατά τη συγκομιδή. Για την τιμή δείκτη C^* , η μέση τιμή των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή παρουσιάστηκε μικρότερη σε σχέση με εκείνη των συντηρημένων καρπών για αμφότερες τις ποικιλίες. Όμως στους καρπούς που εφαρμόστηκε 1-MCP στη μωλωπισμένη πλευρά της Granny Smith, ο δείκτης C^* των συντηρημένων και χτυπημένων ζεστών ήταν μεγαλύτερος από εκείνο των χτυπημένων κρύων. Επίσης, στο μάρτυρα της Fuji δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρόνων μωλωπισμού. Για αμφότερες τις ποικιλίες η τιμή του δείκτη C^* του άθικτου ιστού ήταν μεγαλύτερη από εκείνη του μωλωπισμένου (πιο γκρι απόχρωση του αντίστοιχου για κάθε ποικιλία χρώματος). Όμως για τους καρπούς που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή δεν υπάρχει σαφής διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων αλλά απλώς μία τάση. Όπως και στις άλλες παραμέτρους του χρώματος έτσι και εδώ η μωλωπισμένη πλευρά έχει λιγότερο καθαρό χρώμα και περισσότερο θολό και γκριζωπό και αυτό οφείλεται στον αποχρωματισμό του καρπού από το φυσικό του χρώμα εξαιτίας του μωλωπισμού.

Οι διαφορές στον δείκτη Hue χρώματος φλοιού μεταξύ των μεταχειρίσεων ήταν σημαντικές μόνο κατά τη συγκομιδή για την Fuji, όπου ο δείκτης Hue των καρπών του μάρτυρα ήταν μικρότερος από εκείνο των καρπών που δέχθηκαν θερμική μεταχείριση, ενώ στην Granny Smith ο δείκτης Hue των συντηρημένων καρπών του μάρτυρα ήταν μικρότερος από εκείνο των άλλων μεταχειρίσεων. Στην Fuji δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρόνων μωλωπισμού, ενώ μόνο στο μάρτυρα της Granny Smith ο δείκτης Hue των καρπών στη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερος από εκείνο των άλλων χρόνων μωλωπισμού. Τέλος, δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ μωλωπισμένου και

άθικτου ιστού για την ποικιλία Fuji. Όμως, για την ποικιλία Granny Smith ο δείκτης Hue του άθικτου ιστού ήταν μεγαλύτερος από εκείνο του μωλωπισμένου.

Συνοψίζοντας τα όσα έχουν αναφερθεί για τις παραμέτρους του χρώματος, στην Granny Smith, το 1-MCP στους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι είχε ως αποτέλεσμα να αυξήσει την τιμή Hue η οποία συνοδεύτηκε με ταυτόχρονη μείωση του δείκτη b^* ή μείωση του δείκτη a^* στην άθικτη πλευρά. Έτσι, ο καρπός έδινε την εντύπωση οπτικά ότι ήταν λιγότερο κίτρινος και περισσότερο πράσινος όταν είχε δεχθεί 1-MCP στη συγκομιδή. Για τα μήλα Granny Smith που χτυπήθηκαν ζεστά στην άθικτη πλευρά η αύξηση της γωνίας Hue συνοδεύτηκε με ταυτόχρονη μείωση του b^* , ενώ στη μωλωπισμένη είχαμε συγχρόνως μείωση του a^* και του b^* . Όπως και πριν έτσι και εδώ ο καρπός διατήρησε το πράσινο χρώμα του και φαινόταν λιγότερο κίτρινος. Αντίθετα, στην Fuji για όλα τα συντηρημένα μήλα το Θερμό νερό αύξησε και αυτό τη γωνία Hue, και μειώθηκαν παράλληλα τόσο το a^* όσο και το b^* , δίνοντας την εντύπωση ενός λιγότερο κόκκινου καρπού σε σχέση με τους καρπούς στη συγκομιδή. Βέβαια, αυτή η διαφορά αποδίδεται στη θερμική μεταχείριση αν αναλογιστούμε ότι η συντήρηση δεν επέδρασε σημαντικά στη μεταβολή της γωνίας Hue σε καμία μεταχείριση. Η συντήρηση δεν φάνηκε να επιδρά αρνητικά στο χρώμα φλοιού σε καμία από τις δύο ποικιλίες με εξαίρεση το μάρτυρα της Granny Smith, όπου η γωνία Hue μειώθηκε ενώ παράλληλα ο δείκτης b^* αυξήθηκε, συντελώντας στην εμφάνιση ενός πιο κίτρινου καρπού. Αυτό σημαίνει ότι αποκλειστικά μόνη η συντήρηση προκάλεσε μερική ωρίμανση, εάν αναλογιστούμε ότι το κίτρινο χρώμα είναι ενδεικτικό της ωρίμανσης.

Συνοπτικά στα πράσινα μήλα (ποικιλία Granny Smith) ο μωλωπισμός ήταν εμφανής και περιγράφηκε ικανοποιητικά με όλες τις παραμέτρους χρώματος φλοιού που μετρήθηκαν ή υπολογίσθηκαν, δηλαδή καταγράφηκε ικανοποιητικά η μείωση του ‘καθαρού’ πράσινου και η εμφάνιση γκρι απόχρωσης από τη δράση της πολυφαινολοξειδάσης στη σάρκα κάτω από το φλοιό. Στα μήλα της ποικιλίας Fuji όπου το κόκκινο χρώμα δεν κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνεια του καρπού οι παράμετροι L^* , b^* , C^* περιέγραψαν ικανοποιητικά το μωλωπισμό περισσότερο σαν εμφάνιση γκρι απόχρωσης αλλά πιθανόν και σαν μείωση του ‘καθαρού’ κόκκινου χρώματος. Παρόμοια, σε βερίκοκα, οι παράμετροι b^* , C^* χρώματος φλοιού περιέγραψαν ικανοποιητικά το μωλωπισμό (DeMartino et al., 2002). Επίσης σε δύο ποικιλίες μήλων βρέθηκε απώλεια κόκκινου επιχρώματος με το μωλωπισμό (Dobrzanski and Rybczynski, 2002). Οι αλλαγές στο χρώμα φλοιού με τη συντήρηση περιγράφηκαν επίσης ικανοποιητικά και στις δύο μελετηθείσες ποικιλίες με τις

παραμέτρους L^* , b^* , C^* και επιπλέον με την παράμετρο Hue στα μήλα Granny Smith. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι με τη συντήρηση οι καρποί έγιναν πιο φωτεινού ανοιχτού χρώματος είτε λόγω απώλειας πράσινου χρώματος μόνο ή και μετατροπών-απωλειών κόκκινου χρώματος. Όσον αφορά τις μεταχειρίσεις, φαίνεται ότι στα μήλα Granny Smith η εμβάπτιση σε ζεστό νερό και η εφαρμογή 1-MCP μείωσαν σε παρόμοιο βαθμό τις απώλειες πράσινου χρώματος σε σχέση με το μάρτυρα και διατήρησαν το φλοιό πιο σκούρο πράσινο. Παρόμοια στα μήλα Fuji η εμβάπτιση σε ζεστό νερό και η εφαρμογή 1-MCP μείωσαν σε παρόμοιο βαθμό τις απώλειες πράσινου χρώματος σε σχέση με το μάρτυρα.

Σε αντίθεση με την ποικιλία Granny Smith, για την ποικιλία Fuji η συνεκτικότητα της σάρκας δεν παρουσίασε διαφορές ως προς τη μέση τιμή μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων και των διαφόρων χρόνων μωλωπισμού, πράγμα που έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα άλλης έρευνας στην οποία μήλα Fuji στα οποία είχε εφαρμοστεί 1-MCP και κατόπιν συντηρήθηκαν στους 0°C υπερείχαν σε συνεκτικότητα από εκείνα του μάρτυρα (Fan et al., 1999). Η απουσία θετικής επίδρασης του 1-MCP στην ποικιλία Fuji, μιας κατεξοχήν τραγανής ποικιλίας, θα μπορούσε να αποδοθεί στη σύντομη διάρκεια συντήρησης. Στην παρούσα έρευνα η διάρκεια συντήρησης ήταν μόνο δύο μήνες, εν αντιθέσει με τη διάρκεια συντήρησης της αναφερθείσας ανωτέρω έρευνας όπου τα μήλα συντηρήθηκαν για 6 μήνες. Μάλιστα, στην ίδια έρευνα, οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές από την περίοδο των 3 μηνών και μετά, πράγμα που συμφωνεί με τα παρόντα αποτελέσματα. Εξάλλου, η αντίδραση του καρπού από την εφαρμογή του 1-MCP (ιδιαίτερα στη σκληρότητα σάρκας) είναι λιγότερο ξεκάθαρη σε συντήρηση διάρκειας 1-2 μηνών σε σύγκριση με εκείνη των 5-7 μηνών (Argenta et al., 2005). Για την ποικιλία Granny Smith, η συνεκτικότητα των μήλων στα οποία εφαρμόστηκε θερμό νερό ήταν μικρότερη από εκείνη του Μάρτυρα και του 1-MCP. Διαφορές στη σκληρότητα σάρκας δεν υπήρξαν κατά τη συγκομιδή, ενώ στα μήλα που χτυπήθηκαν κρύα, η συνεκτικότητα των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των άλλων μεταχειρίσεων. Ίσως, είναι η πρώτη φορά όπου μήλα θερμικής μεταχείρισης βρέθηκαν πιο μαλακά από εκείνα του μάρτυρα. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με αποτελέσματα άλλων ερευνών όπου μήλα θερμικής μεταχείρισης συχνά μαλακώνουν πιο αργά από εκείνα του μάρτυρα (Klein et al., 1990; Sams et al., 1993; Conway et al., 1994). Η συνεκτικότητα της σάρκας για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί ή κρύοι. Επιπλέον για το 1-MCP, η

συνεκτικότητα της σάρκας στους καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι ήταν υψηλότερη από τους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί. Η διαφορά μεταξύ των καρπών στη συγκομιδή και εκείνων που συντηρήθηκαν στους 0°C και κατόπιν εκτέθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (περίπου 20°C), ίσως οφείλεται στην εσωτερική συγκέντρωση αιθυλενίου, η οποία επηρεάζεται από την θερμοκρασία. Συγκεκριμένα, τόσο η εσωτερική συγκέντρωση του αιθυλενίου, όσο και ο ρυθμός μαλακώματος αυξάνονται με αργό ρυθμό σε εύρος θερμοκρασίας 20-35°C για την ποικιλία *Granny Smith*, ενώ για άλλες ποικιλίες όπως οι *'Royal Gala'* και *'Cox's Orange Pippin'* με γρήγορο ρυθμό (Johnston et al., 2001). Όμως, ο ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου για την *Granny Smith* μπορεί να αυξηθεί αν προηγηθεί έκθεση σε χαμηλή θερμοκρασία (Jobling et al., 1991; Larrigaudiere and Vendrell, 1993; Larrigaudiere et al., 1997). Σε αντίθεση με την *Fuji*, το 1-MCP διατήρησε τους καρπούς σκληρότερους έως ότου αυτοί εκτέθηκαν στους 20°C περίπου, και αυτό οφείλεται στην επιτάχυνση των διαδικασιών ωρίμανσης, ίσως γι' αυτό παρατηρείται και μία εξομοίωση όσον αφορά τα επίπεδα της συνεκτικότητας των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP με τις λοιπές μεταχειρίσεις. Η υπεροχή του 1-MCP έναντι των άλλων μεταχειρίσεων έρχεται σε συμφωνία με δεδομένα που υποστηρίζουν ότι η συνεκτικότητα των καρπών στους οποίους εφαρμόστηκε 1-MCP και συντηρήθηκαν στους 0°C ήταν μεγαλύτερη από εκείνη του μάρτυρα (Fan et al., 1999).

Συνοπτικά, στα μήλα *Granny Smith* η συνεκτικότητα της σάρκας μειώθηκε με τη συντήρηση και με την εμβάπτιση σε θερμό νερό. Αντίθετα στην πιο τραγανή ποικιλία *Fuji* ούτε η συντήρηση για δύο μήνες ούτε η εμβάπτιση σε θερμό νερό μείωσε τη συνεκτικότητα σάρκας, καθώς είναι γνωστό ότι η ανωτέρω ποικιλία παραμένει τραγανή (υψηλής συνεκτικότητας σάρκας) για αρκετούς μήνες και σε κοινή ψύξη.

Τα Διαλυτά Στερεά Συστατικά (ΔΣΣ) δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων για την ποικιλία *Fuji*, παρά μόνο στους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί, όπου για το 1-MCP ήταν λιγότερα από εκείνα των καρπών που δέχθηκαν Θερμό νερό, ενώ τα ΔΣΣ στους καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι και είχαν δεχθεί μεταχείριση με 1-MCP ήταν λιγότερα από εκείνα των καρπών του μάρτυρα. Αντίθετα, για την ποικιλία *Granny Smith*, τα ΔΣΣ για καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή και είχαν δεχθεί 1-MCP ήταν περισσότερα από εκείνα των καρπών των άλλων μεταχειρίσεων. Δεν είναι η μοναδική φορά που η *Granny Smith* συμπεριφέρεται έτσι, καθώς μείωση ΔΣΣ υπήρξε και σε άλλη έρευνα όπου είχε εφαρμοστεί θερμική μεταχείριση 46°C για 12 ή 24 ώρες ή 42°C για 48 ώρες πριν τη συντήρηση (Klein and Lurie, 1992). Όσον αφορά τη διαφορετική επίδραση του 1-MCP

μεταξύ των ποικιλιών, αυτή μπορεί να αποτελεί μία ένδειξη ότι η συσσώρευση των ΔΣΣ στα μήλα δεν συγχρονίζεται απαραίτητα με τα λοιπά χαρακτηριστικά της ωρίμανσης και ίσως θα έπρεπε να συνδυαστεί με την αλλαγή της οξύτητας και συγκεκριμένα της αναλογίας σακχάρων-οξέων. Επιπλέον στη συγκομιδή, δεν υπήρξαν διαφορές στα ΔΣΣ μεταξύ μάρτυρα και Θερμού νερού. Για την ποικιλία Fuji, στους καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα ΔΣΣ μεταξύ των διαφορετικών χρόνων μωλωπισμού, αλλά στο μάρτυρα και στο Θερμό νερό τα ΔΣΣ των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν λιγότερα απ' ότι των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί. Για την ποικιλία Granny Smith, μόνο ΔΣΣ των καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP και χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν περισσότερα από εκείνα των καρπών ίδιας μεταχείρισης που χτυπήθηκαν σε διαφορετικούς χρόνους.

Για την ποικιλία Fuji η ογκομετρούμενη οξύτητα καρπών που είχαν δεχθεί 1-MCP ήταν υψηλότερη από εκείνη καρπών του Μάρτυρα και καρπών που εμβαπτίστηκαν σε Θερμό νερό. Όμως στα μήλα που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή δεν υπήρξαν διαφορές στην οξύτητα μεταξύ των μεταχειρίσεων, όπως επίσης μεταξύ του Θερμού νερού και του 1-MCP στα μήλα που χτυπήθηκαν ζεστά. Για την ποικιλία Granny Smith, η ογκομετρούμενη οξύτητα καρπών που εφαρμόστηκε Θερμό νερό ήταν υψηλότερη από εκείνη καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP και καρπών του μάρτυρα. Επιπλέον, κατά τη συγκομιδή η οξύτητα των καρπών του μάρτυρα ήταν υψηλότερη από εκείνη των καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP. Διαφορές στην οξύτητα μεταξύ των μεταχειρίσεων στα μήλα που χτυπήθηκαν ζεστά δεν υπήρξαν. Φαίνεται λοιπόν ότι η επίδραση των μεταχειρίσεων στη διατήρηση ή μη του επιπέδου της οξύτητας είναι διαφορετική μεταξύ των ποικιλιών και, ενώ στην Fuji το 1-MCP είναι αυτό που συγκρατεί την μείωση της οξύτητας, τον ίδιο ρόλο έχει το Θερμό νερό στην Granny Smith. Αποτελέσματα που συμφωνούν με αυτή τη συμπεριφορά του 1-MCP υπάρχουν και μάλιστα για όλες τις ποικιλίες της συγκεκριμένης έρευνας, μεταξύ αυτών και της Fuji (Fan et al., 1999). Όμως δεν ισχύει το ίδιο για το Θερμό νερό, όπου υπάρχουν αποτελέσματα που δείχνουν ότι η θερμική μεταχείριση μείωσε την ογκομετρούμενη οξύτητα κατά την έξοδο των μήλων από τη συντήρηση και αφού είχε προηγηθεί θερμική μεταχείριση 38°C για 3 ή 4 ημέρες (Klein and Lurie, 1990). Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν για μικρότερη περίοδο εφαρμογής θερμικής μεταχείρισης σε υψηλότερες όμως θερμοκρασίες, όπως 46°C για 24 ώρες ή 42°C για 48 ώρες. Η ογκομετρούμενη οξύτητα δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ των συντηρημένων

καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί και εκείνων που χτυπήθηκαν κρύοι, παρά μόνον μεταξύ των τελευταίων και των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή για αμφοότερες τις ποικιλίες, όπου βρέθηκε μια μείωση της οξύτητας με τη συντήρηση.

Συνοπτικά, ελάχιστες αλλαγές έγιναν στα ΔΣΣ κατά τη συντήρηση ή λόγω της εμβάπτισης των καρπών σε θερμό νερό ή της εφαρμογής 1-MCP, ενώ η οξύτητα μειώθηκε με τη συντήρηση για δύο μόνο μήνες και διατηρήθηκε υψηλότερα του μάρτυρα είτε λόγω της εμβάπτισης σε θερμό νερό (στα Granny Smith) είτε λόγω της εφαρμογής 1-MCP (στα Fuji).

Το περιεχόμενο φαινολικών ουσιών παρουσίασε διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων για την ποικιλία Fuji, αλλά όχι σταθερές στους διάφορους χρόνους μωλωπισμού. Συγκεκριμένα, στους καρπούς που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή αφού είχαν δεχθεί 1-MCP το περιεχόμενο φαινολικών ουσιών ήταν υψηλότερο από εκείνο των καρπών του Μάρτυρα και εκείνων που δέχθηκαν Θερμό νερό. Δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων στα μήλα που χτυπήθηκαν κρύα. Στους καρπούς του μάρτυρα της άθικτης πλευράς που χτυπήθηκαν ζεστοί το περιεχόμενο των συνολικών φαινολικών ήταν υψηλότερο από εκείνο των καρπών των άλλων μεταχειρίσεων. Επίσης, παρουσιάστηκαν διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρόνων μωλωπισμού με εξαίρεση τους καρπούς που δέχθηκαν μεταχείριση με θερμό νερό όπου δεν υπήρξαν διαφορές. Ειδικότερα, το περιεχόμενο των φαινολικών των συντηρημένων καρπών του μάρτυρα που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν υψηλότερο από εκείνο των συντηρημένων που χτυπήθηκαν κρύοι για την μη μωλωπισμένη πλευρά και υψηλότερο από εκείνο των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή. Για τους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί και δέχθηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερο από εκείνο των συντηρημένων που χτυπήθηκαν κρύοι, διαφορά που παρατηρήθηκε μόνο στην άθικτη πλευρά, ενώ ήταν χαμηλότερο σε κάθε πλευρά από εκείνο των καρπών που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή. Σε όλες τις μεταχειρίσεις και σε όλους τους χρόνους μωλωπισμού το περιεχόμενο φαινολικών της άθικτης πλευράς των καρπών ήταν υψηλότερο από εκείνο της μωλωπισμένης πλευράς. Για την ποικιλία Granny Smith, στους καρπούς που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή και δέχθηκαν θερμική μεταχείριση το περιεχόμενο των φαινολικών ουσιών ήταν μικρότερο από εκείνο των καρπών του Μάρτυρα και εκείνων που δέχθηκαν μεταχείριση με 1-MCP και αφορούσε μόνο την άθικτη πλευρά. Στους καρπούς του μάρτυρα που χτυπήθηκαν κρύοι η ποσότητα φαινολικών ουσιών ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών του θερμού νερού και του 1-MCP, αλλά στη μωλωπισμένη πλευρά δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ μάρτυρα και 1-

MCP. Τέλος, στους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί το 1-MCP αύξησε το περιεχόμενο των φαινολικών σε σύγκριση με τις άλλες μεταχειρίσεις, αλλά μόνο για τη μωλωπισμένη πλευρά βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Το περιεχόμενο φαινολικών των καρπών που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή βρέθηκε μεγαλύτερο από εκείνο των συντηρημένων που χτυπήθηκαν ζεστοί ή κρύοι. Επίσης, για την ίδια πλευρά των καρπών του μάρτυρα η ποσότητα φαινολικών για τους χτυπημένους κρύους ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των ζεστών, ενώ για τη μωλωπισμένη πλευρά του μάρτυρα, δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των καρπών που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή και των συντηρημένων που χτυπήθηκαν κρύοι. Τέλος, στους καρπούς της μωλωπισμένης πλευράς που χτυπήθηκαν ζεστοί μετά τη συντήρηση και δέχθηκαν 1-MCP ήταν μεγαλύτερο από εκείνο των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι. Μολονότι, το περιεχόμενο φαινολικών της άθικτης πλευράς ήταν πάντοτε μεγαλύτερο από εκείνο της μωλωπισμένης πλευράς, στα μήλα που χτυπήθηκαν κρύα και δέχθηκαν θερμό νερό και 1-MCP, καθώς και για εκείνα που χτυπήθηκαν ζεστά και δέχθηκαν 1-MCP το περιεχόμενο σε φαινολικά της άθικτης πλευράς ήταν μικρότερο από εκείνο της μωλωπισμένης πλευράς.

Σε αμφότερες τις ποικιλίες το Θερμό νερό δεν διαφοροποίησε τα επίπεδα των φαινολικών κατά τη συντήρηση σε σχέση με εκείνα της συγκομιδής, ενώ μοναδική εξαίρεση αποτελεί η άθικτη πλευρά στην Granny Smith όπου τα φαινολικά κατά τη συντήρηση μειώθηκαν σε σχέση με τη συγκομιδή. Γενικότερα, τα επίπεδα των φαινολικών παρέμειναν στα ίδια επίπεδα ή μειώθηκαν κατά τη συντήρηση σε αμφότερες τις ποικιλίες, μοναδική εξαίρεση αποτελούν οι καρποί του μάρτυρα της Fuji όπου βρέθηκε αύξηση μετά τη συντήρηση κύρια στην άθικτη πλευρά. Βλέπουμε λοιπόν ότι τα επίπεδα μεταβάλλονται ποικιλοτρόπως και μάλιστα και προς αύξηση, παρόλο που κάποιες έρευνες υποστηρίζουν ότι η συγκέντρωση των φαινολικών της σάρκας ατομικά μειώνεται σημαντικά κατά το στάδιο ανάπτυξης του καρπού και έπειτα παραμένουν σταθερά κατά την ωρίμανση και τη συντήρηση (Burda et al., 1990), όπως επίσης και άλλες που δείχνουν ότι η συνολική συγκέντρωση των φαινολικών τόσο της σάρκας όσο και του φλοιού μειώνεται όσο πλησιάζει η ωρίμανση (Kondo et al., 2002). Ο συσχετισμός των μειωμένων επιπέδων φαινολικών με την ωρίμανση του καρπού ίσως επιβεβαιώνεται αν παρατηρήσουμε ότι οι καρποί που δέχθηκαν Θερμική μεταχείριση είχαν μειωμένα επίπεδα φαινολικών σε σύγκριση με τις άλλες μεταχειρίσεις κάτι που δεν συνέβη με το 1-MCP όπου εκεί δεν έχουμε ξεκάθαρη αντίδραση. Βέβαια, όσον αφορά το τελευταίο, έρευνα περί του ρόλου του αιθυλενίου

στο μεταβολισμό των φαινολικών ουσιών δείχνει ότι τα συνολικά φαινολικά όπως και η κάθε φαινολική ουσία ξεχωριστά επηρεάζονται από την αναστολή της βιοσύνθεσης του αιθυλενίου αλλά όχι από την αναστολή της δράσης του αιθυλενίου μετά από εφαρμογή 1-MCP (Defilippi et al., 2004).

Συνοπτικά, ο μωλωπισμός προκάλεσε μείωση στα συνολικά φαινολικά της σάρκας του μωλωπισμένου τμήματος σε σχέση με το άθικτο τμήμα του καρπού καθώς λόγω της δράσης της πολυφαινολοξειδάσης οι φαινόλες μετατράπηκαν σε πολυφαινόλες οι οποίες προκαλούν τον καστανό-γκρι μεταχρωματισμό της σάρκας και δεν μετριούνται με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu. Η δράση της πολυφαινολοξειδάσης έχει βρεθεί να αυξάνεται στο μωλωπισμένο τμήμα και σε ολόκληρο τον καρπό (μετά από μια περίοδο ημερών) σε λωτούς (HeeJae et al., 2005). Τα συνολικά φαινολικά δεν φάνηκε να επηρεάζονται ουσιαστικά από τη συντήρηση και από τις μεταχειρίσεις με θερμό νερό ή με 1-MCP.

Η αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα δεν παρουσίασε καθολικά διαφορές ως προς τη μέση τιμή μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων για αμφοτέρους τις ποικιλίες. Εξάιρεση αποτελούν η μωλωπισμένη πλευρά των καρπών Fuji που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή, καρποί της Fuji που χτυπήθηκαν κρύοι και καρποί της Granny Smith στην άθικτη πλευρά που χτυπήθηκαν ζεστοί, όπου το 1-MCP μείωσε την αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις. Επίσης, στους καρπούς της Fuji που χτυπήθηκαν ζεστοί και δέχθηκαν μεταχείριση 1-MCP η αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των άλλων μεταχειρίσεων, με εκείνη όμως του Θερμού νερού να μη διαφέρει από τις άλλες στη μωλωπισμένη πλευρά. Στην ποικιλία Granny Smith, για τους καρπούς του μάρτυρα που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή, η αρχική αγωγιμότητα ήταν μικρότερη απ' ό,τι των άλλων μεταχειρίσεων, με εκείνη όμως του 1-MCP να μη διαφέρει από τις άλλες στη μωλωπισμένη πλευρά.

Η αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρόνων μωλωπισμού για την ποικιλία Granny Smith, εκτός από τη μεταχείριση του Θερμού νερού στη μωλωπισμένη πλευρά, όπου για τους καρπούς που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των άλλων χρόνων μωλωπισμού, καθώς και από τη μεταχείριση του μάρτυρα στην άθικτη πλευρά, όπου για τους καρπούς που χτυπήθηκαν κατά τη συγκομιδή ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι και ζεστοί αντίστοιχα. Για την ποικιλία Fuji, στους καρπούς του μάρτυρα και στη μωλωπισμένη πλευρά εκείνων που δέχθηκαν θερμική μεταχείριση η αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα των καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν

μικρότερη από τους καρπούς των άλλων χρόνων μωλωπισμού. Επίσης, στη μωλωπισμένη πλευρά των καρπών του μάρτυρα η αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή. Επίσης μεταξύ συντηρημένων καρπών που είχε εφαρμοστεί 1-MCP η αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα των καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι.

Για αμφοτέρες τις ποικιλίες η αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα του άθικτου ιστού ήταν μικρότερη από εκείνη του μωλωπισμένου. Όμως, για την ποικιλία Fuji δεν υπήρξαν διαφορές στην αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταξύ των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP καθώς και εκείνων της Θερμικής μεταχείρισης που χτυπήθηκαν ζεστοί.

Για την ποικιλία Fuji, η τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα καρπών που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή και δέχθηκαν 1-MCP ήταν μικρότερη από εκείνη των άλλων μεταχειρίσεων. Για τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι η τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα των καρπών της θερμικής μεταχείρισης ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των άλλων μεταχειρίσεων, ενώ για εκείνους που χτυπήθηκαν ζεστοί, του μάρτυρα είχε την πιο μικρή τιμή τελικής αγωγιμότητας. Στην ποικιλία Granny Smith, στη συγκομιδή οι καρποί που δέχθηκαν Θερμό νερό είχαν τη μεγαλύτερη τιμή τελικής αγωγιμότητας από τις άλλες μεταχειρίσεις. Επίσης για την άθικτη πλευρά του φρούτου οι καρποί που δέχθηκαν 1-MCP είχαν μεγαλύτερη τιμή τελικής αγωγιμότητας από εκείνη των καρπών του μάρτυρα. Για τους καρπούς που χτυπήθηκαν κρύοι στην άθικτη πλευρά καθώς και για εκείνους που χτυπήθηκαν ζεστοί, το Θερμό νερό είχε υψηλότερη τελική αγωγιμότητα από τις άλλες μεταχειρίσεις.

Από την άλλη πλευρά, για την ποικιλία Fuji, η τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα στους καρπούς του μάρτυρα και αυτούς που εμβαπτίστηκαν σε Θερμό νερό και χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι και ζεστοί. Όμως, στους καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP και χτυπήθηκαν ζεστοί η τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι και μικρότερη από εκείνη που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή, διαφορά που βρέθηκε στην άθικτη πλευρά του καρπού, γιατί στη μωλωπισμένη πλευρά υπήρχε μία τάση η τιμή της τελικής αγωγιμότητας για τους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί να υπερτερεί από εκείνη των άλλων χρόνων μωλωπισμού. Για την ποικιλία Granny Smith, στους καρπούς του μάρτυρα και στη μωλωπισμένη πλευρά των καρπών που δέχθηκαν 1-MCP δεν

βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των χρόνων μωλωπισμού. Στην άθικτη πλευρά καρπών που δέχθηκαν 1-MCP ή Θερμό νερό και χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή η τελική αγωγιμότητα ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι ή ζεστοί.

Η τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ άθικτης και μωλωπισμένης πλευράς για αμφοτέρες τις ποικιλίες. Όμως, για την ποικιλία Granny Smith, για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή και δέχθηκαν τις μεταχειρίσεις του Θερμού νερού ή του 1-MCP η τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα της άθικτης πλευράς ήταν μεγαλύτερη από εκείνη της μωλωπισμένης.

Τέλος, για την ποικιλία Fuji, η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα καρπών του μάρτυρα που χτυπήθηκαν κρύοι ήταν μεγαλύτερη από εκείνη αντίστοιχων καρπών των άλλων μεταχειρίσεων. Για τους καρπούς του μάρτυρα που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των αντίστοιχων καρπών που δέχθηκαν μεταχείριση Θερμού νερού και μικρότερη από εκείνη των αντίστοιχων καρπών που δέχθηκαν μεταχείριση 1-MCP για την άθικτη πλευρά, ενώ για την μωλωπισμένη πλευρά οι καρποί που δέχθηκαν Θερμό νερό ήταν εκείνοι που είχαν τη μικρότερη τιμή ειδικής αγωγιμότητας. Για την Granny Smith, δεν υπήρξαν γενικά διαφορές μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων, παρά μόνο σε κάποιες περιπτώσεις. Όπως, στην άθικτη πλευρά των καρπών του μάρτυρα που ενώ κατά τη συγκομιδή η ειδική αγωγιμότητα ήταν μικρότερη, μετά τη συντήρηση και αφού μωλωπίσθηκαν ζεστοί ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP. Επίσης, για τη μωλωπισμένη πλευρά των καρπών που χτυπήθηκαν κρύοι και εμβαπτίσθηκαν σε Θερμό νερό η ειδική αγωγιμότητα ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP.

Δεν παρουσιάστηκαν διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρόνων μωλωπισμού για την ποικιλία Fuji, με εξαίρεση τη μωλωπισμένη πλευρά των καρπών που εφαρμόστηκε Θερμό νερό, όπου η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα των καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μικρότερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν σε άλλους χρόνους. Επίσης, στην άθικτη πλευρά καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP η μέση τιμή της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας των καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών που χτυπήθηκαν σε άλλους χρόνους. Όμως, για την ποικιλία Granny Smith, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταξύ των χρόνων μωλωπισμού, παρά μόνο για την άθικτη πλευρά του μάρτυρα, όπου για τους καρπούς που χτυπήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ήταν μικρότερη από εκείνη των συντηρημένων καρπών που χτυπήθηκαν ζεστοί ή κρύοι.

Η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα ήταν διαφορετική μεταξύ μωλωπισμένου και άθικτου ιστού και για τις δύο ποικιλίες. Για αμφότερες τις ποικιλίες, η μέση τιμή της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας του άθικτου ιστού ήταν μικρότερη από εκείνη του μωλωπισμένου ιστού. Όμως για την ποικιλία Fuji δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο ιστών των μεταχειρίσεων 1-MCP και Θερμού νερού στους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί.

Βλέπουμε λοιπόν ότι ενώ η αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι αυξημένη κατά τη συγκομιδή, έπειτα μειώνεται σημαντικά για όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από την άθικτη πλευρά του μάρτυρα της Granny Smith όπου είναι μικρότερη κατά τη συγκομιδή σε σύγκριση με εκείνη μετά τη συντήρηση. Το ίδιο συμβαίνει και για την τελική και ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα, όπου μοναδική εξαίρεση στην τελική αγωγιμότητα αποτελεί η μωλωπισμένη πλευρά και για την ειδική αγωγιμότητα η άθικτη πλευρά των καρπών της Fuji που χτυπήθηκαν ζεστοί μετά τη συντήρηση οι οποίοι παρουσίασαν αύξηση σε σχέση με τους άλλους χρόνους μωλωπισμού. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με αποτελέσματα μελέτης της διαπερατότητας και αλλαγών του πλασμαλήματος κατά τη διάρκεια της συντήρησης των μήλων. Συγκεκριμένα, η διαρροή ηλεκτρολυτών μειώθηκε ταχύτατα όταν τα μήλα τοποθετήθηκαν σταδιακά τους 4 μήνες συντήρησης στους 0°C. Απ' ότι φαίνεται, η μεμβράνη υφίσταται προσαρμογή στην ψυχοσυντήρηση η οποία περιλαμβάνει μία μείωση στη διαπερατότητα, ακόμη και όταν η μέτρηση γίνεται σε θερμοκρασία 25°C (Lurie et al., 1987). Οι μοναδικές περιπτώσεις που αναφέραμε όπου έχουμε αυξημένη ηλεκτρική αγωγιμότητα μετά τη συντήρηση αποτελούν μία αντανάκλαση της ωρίμανσης του καρπού. Όσον αφορά την επίδραση του Θερμού νερού στην ηλεκτρική αγωγιμότητα, βλέπουμε ότι για την αρχική και ειδική αγωγιμότητα υπάρχουν μόνο περιπτώσεις που εκείνη του μάρτυρα είναι μεγαλύτερη εκείνης του Θερμού νερού, όπως κατά τη συγκομιδή στην Granny Smith για την αρχική αγωγιμότητα και σε όλους τους χρόνους εκτός της συγκομιδής στην Fuji για την ειδική αγωγιμότητα, ενώ στις υπόλοιπες δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ τους. Αντίθετα, η τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα των καρπών της θερμικής μεταχείρισης ήταν πάντοτε μεγαλύτερη από εκείνη των καρπών του μάρτυρα, με εξαίρεση εκείνης κατά τη συγκομιδή για την Fuji, όπου δεν διέφεραν μεταξύ αυτών των δύο μεταχειρίσεων. Η διαφορά που παρατηρείται κατά τη συγκομιδή στην Granny Smith μεταξύ μάρτυρα και θερμού νερού για την αρχική αγωγιμότητα συμφωνεί με αποτελέσματα ερευνών που δείχνουν ότι μήλα τα οποία διατηρήθηκαν στους 38°C για 4 ημέρες πριν τη συντήρηση στους 0°C για 5 μήνες είχαν μεγαλύτερη διαρροή

ηλεκτρολυτών σε σχέση με το μάρτυρα (Lurie et al., 1995). Αξιοσημείωτο είναι ότι για την τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα τα δείγματα του μάρτυρα είχαν μικρότερη τιμή από εκείνα του Θερμού νερού για τις μετρήσεις που έγιναν μετά τη συντήρηση, πράγμα που δείχνει ότι οι αλλαγές που αφορούν τη διαπερατότητα των μεμβρανών είναι πιο ραγδαίες στα μήλα που δέχθηκαν θερμική μεταχείριση. Αυτό αντικρούει τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας (Lurie et al., 1995), στην οποία η αύξηση της διαρροής ηλεκτρολυτών ήταν μικρότερη και πιο αργή σε σχέση με εκείνη του μάρτυρα. Οι ίδιοι ερευνητές καταλήγουν ότι η θερμική μεταχείριση δεν επιβραδύνει μόνο το ρυθμό μαλακώματος του καρπού που σχετίζεται με την ωρίμανση (Klein and Lurie, 1990), αλλά και τις αλλαγές των μεμβρανών που σχετίζονται με την ωρίμανση μεταξύ των οποίων και η διαρροή ηλεκτρολυτών. Επίσης, θεωρούν ότι εφαρμογή θερμικής μεταχείρισης πριν τη συντήρηση επηρέασε το πλασμαλήμα έτσι ώστε να αυξηθεί η διατηρησιμότητα και να επιβραδυνθεί ο ρυθμός ωρίμανσης μετά τη συντήρηση. Από την άλλη πλευρά, το 1-MCP έδειξε θετική επίδραση στον περιορισμό της διαρροής ηλεκτρολυτών τόσο κατά τη συγκομιδή όσο και μετά τη συντήρηση σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις αλλά μόνο στην ποικιλία Fuji είχε τέτοια ξεκάθαρη επίδραση γιατί στην Granny Smith παρουσίασε διαφορετική εικόνα μεταξύ των μετρήσεων της αγωγιμότητας που διέφεραν στο χρόνο λήψης της μέτρησης. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί το δείγμα στο οποίο έγινε η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε θερμοκρασία δωματίου (περίπου 20°C) μόνο για την ποικιλία Fuji, όπου η ειδική αγωγιμότητα ήταν μεγαλύτερη από εκείνη του μάρτυρα. Τέτοια θετική επίδραση έχει καταδειχθεί και για άλλα φρούτα όπως το αβοκάντο και το πεπόνι όπου σε έρευνες πάνω στην ωρίμανση αυτών βρέθηκε ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα μειώνεται ή καταστέλλεται από την εφαρμογή του 1-MCP συνοδευόμενη από παράλληλη θετική επίδραση στη συνεκτικότητα της σάρκας (Ergun et al., 2005; Hershkovitz et al., 2005). Είναι η πρώτη φορά που παρατηρήθηκε στην Fuji για τα μήλα που έγινε η εκτίμηση αφού είχαν εξέλθει από τη συντήρηση και η θερμοκρασία του καρπού είχε εξισωθεί με εκείνη της θερμοκρασίας δωματίου, η διαρροή ηλεκτρολυτών των καρπών που είχαν δεχθεί 1-MCP να εμφανίζεται πιο αυξημένη από εκείνη του μάρτυρα.

Συνοπτικά, η ηλεκτρική αγωγιμότητα σχετίζεται με τη διαρροή ηλεκτρολυτών από το πλασμαλήμα και αυξάνεται είτε λόγω ωρίμανσης είτε λόγω κακής λειτουργίας ή ζημιάς του πλασμαλήματος. Ο μωλωπισμός προκάλεσε, όπως ήταν αναμενόμενο, αύξηση στην αρχική και ειδική αγωγιμότητα καθώς η ρήξη των κυτταρικών μεμβρανών και η κατάρρευση κυττάρων προκάλεσε αύξηση των εξωκυττάρων ηλεκτρολυτών. Η

συντήρηση προκάλεσε μείωση της τελικής αγωγιμότητας και στις δύο ποικιλίες που μελετήθηκαν αλλά δεν επηρέασε (στα Granny Smith) ή μείωσε (στα Fuji) την αρχική αγωγιμότητα με αποτέλεσμα να αυξηθεί (στα Granny Smith) ή να μην τροποποιηθεί (στα Fuji) η ειδική αγωγιμότητα μετά τη συντήρηση. Οι μεταχειρίσεις με εμβάπτιση σε θερμό νερό ή με εφαρμογή 1-MCP δεν προκάλεσαν σταθερές διαφορές στην ηλεκτρική αγωγιμότητα σε σχέση με το μάρτυρα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συντήρηση επέδρασε θετικά στην ποικιλία Fuji επιβραδύνοντας την εξέλιξη της ωρίμανσης. Συγκεκριμένα, διατήρησε σταθερά τα επίπεδα όλων των δεικτών του χρώματος αυξάνοντας μόνο την ένταση και τη φωτεινότητα του χρώματος, όπως επίσης διατήρησε τη συνεκτικότητα σάρκας και τα Δ.Σ.Σ., ενώ η οξύτητα και τα φαινολικά μειώθηκαν. Όσον αφορά την ευαισθησία στο μωλωπισμό όπως αυτή εκφράζεται από τις παραμέτρους του μωλωπισμού καθώς και από τη διαρροή ηλεκτρολυτών, τα συντηρημένα και χτυπημένα κρύα είχαν τη μικρότερη διαρροή ηλεκτρολυτών αλλά μεγαλύτερο εμβαδό επιφάνειας μωλωπισμού, βάθος και βάρος (% ή gr) μωλωπισμού από τα συντηρημένα και χτυπημένα ζεστά και εκείνα της συγκομιδής. Επίσης, τα συντηρημένα και χτυπημένα ζεστά είχαν μεγαλύτερη ειδική και τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα στη μωλωπισμένη πλευρά σε σχέση με τους άλλους χρόνους μωλωπισμού.

Αντίθετα, στην Granny Smith η συντήρηση είχε μικρότερη επίδραση στην εξέλιξη της ωρίμανσης. Ειδικότερα, όλοι οι δείκτες του χρώματος αυξήθηκαν εκτός από το δείκτη a^* που παρέμεινε στα ίδια επίπεδα, ενώ η συνεκτικότητα της σάρκας, η οξύτητα και τα φαινολικά μειώθηκαν. Τα Δ.Σ.Σ. όπως και στη Fuji διατηρήθηκαν στα ίδια επίπεδα. Σε αντίθεση με τη Fuji, η συντήρηση όχι μόνο μείωσε τη διαρροή ηλεκτρολυτών αλλά και όλες τις παραμέτρους του μωλωπισμού σε σχέση με τους καρπούς που μωλωπίστηκαν κατά τη συγκομιδή. Μάλιστα, τα χτυπημένα κρύα σε συνδυασμό με τη θερμική μεταχείριση είχαν μικρότερο βάρος μωλωπισμού (% ή σε gr) από τα χτυπημένα ζεστά ενώ τα τελευταία μικρότερο βάρος μωλωπισμού % όταν συνδυάστηκαν με το 1-MCP.

Η θερμική μεταχείριση αύξησε την απώλεια βάρους % του καρπού και των δύο ποικιλιών. Ακόμη στη Fuji τα επίπεδα των δεικτών του χρώματος δεν διέφεραν από εκείνα των καρπών του μάρτυρα, με εξαίρεση την γωνία Hue η οποία αυξήθηκε. Δεν υπήρξαν διαφορές στα Δ.Σ.Σ., τη συνεκτικότητα της σάρκας και την οξύτητα μεταξύ καρπών του μάρτυρα και καρπών που εφαρμόστηκε θερμό νερό. Επίσης, το περιεχόμενο συνολικών φαινολικών ήταν το ίδιο, εκτός από τους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί στους οποίους ήταν μεγαλύτερο σε σχέση με εκείνο του μάρτυρα. Όμως, ενώ η τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα αυξήθηκε με την εφαρμογή θερμού νερού,

η ειδική μειώθηκε, όπως και όλοι οι παράμετροι του μωλωπισμού με εξαίρεση εκείνου του εμβαδού επιφάνειας στο οποίο δεν υπήρξαν διαφορές.

Στην Granny Smith, για τους συντηρημένους καρπούς οι δείκτες a^* , b^* και C^* όπως επίσης και η συνεκτικότητα της σάρκας και τα Δ.Σ.Σ. μειώθηκαν. Αντίθετα, το θερμό νερό αύξησε την οξύτητα σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις. Το θερμό νερό μείωσε την αρχική ηλεκτρική αγωγιμότητα για τα μήλα στη συγκομιδή, ενώ αύξησε την τελική ηλεκτρική αγωγιμότητα σε όλους τους χρόνους μωλωπισμού. Το περιεχόμενο συνολικών φαινολικών ήταν το ίδιο, εκτός από τη συγκομιδή και στην άθικτη πλευρά των συντηρημένων και χτυπημένων κρύν μήλων στα οποία ήταν μικρότερο. Από τις παραμέτρους του μωλωπισμού, υπό την επίδραση του θερμού νερού αυξήθηκε το βάθος του μωλωπισμού, καθώς και το βάρος του % για τους συντηρημένους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί.

Στη Fuji, το 1-MCP διατήρησε σταθερά τα επίπεδα, σε σχέση με τον μάρτυρα, όλων των δεικτών του χρώματος εκτός από το b^* και το C^* τα οποία μειώθηκαν. Διαφορές δεν υπήρξαν στη συνεκτικότητα της σάρκας, ούτε στα Δ.Σ.Σ., εκτός από τους καρπούς που χτυπήθηκαν ζεστοί που ήταν μειωμένα, αλλά η οξύτητα ήταν μεγαλύτερη στους καρπούς που εφαρμόστηκε 1-MCP. Επίσης κατά τη συγκομιδή υπήρξαν περισσότερα φαινορικά σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις. Το 1-MCP μείωσε γενικά την ηλεκτρική αγωγιμότητα με εξαίρεση τα μήλα που χτύπηθηκαν ζεστά όπου η αρχική και η ειδική των καρπών που εφαρμόστηκε 1-MCP ήταν αυξημένες. Από τις παραμέτρους του μωλωπισμού, το εμβαδό επιφάνειας και το βάρος μωλώπισμού % μειώθηκαν, ενώ το βάθος του μωλωπισμού αυξήθηκε, όταν εφαρμόστηκε 1-MCP σε σχέση με τον μάρτυρα.

Στην Granny Smith στους συντηρημένους καρπούς το 1-MCP μείωσε τους δείκτες χρώματος a^* , b^* και C^* ενώ αύξησε την γωνία Hue. Διαφορές δεν υπήρξαν στα επίπεδα των Δ.Σ.Σ., την οξύτητα και τα φαινορικά, αλλά το 1-MCP αύξησε την συνεκτικότητα της σάρκας έναντι των άλλων μεταχειρίσεων. Το 1-MCP μείωσε γενικά την ηλεκτρική αγωγιμότητα, αλλά από τις παραμέτρους του μωλωπισμού, το βάθος, το βάρος σε gr του μωλωπισμού καθώς και το βάρος του μωλωπισμού % για τα συντηρημένα και χτυπημένα κρύα αυξήθηκαν.

Σύμφωνα με τα παραπάνω για τη Fuji προκύπτει ότι παράγοντες όπως το θερμό νερό διατήρησαν την ποιότητα του καρπού επιβραδύνοντας την εξέλιξη της ωρίμανσης, αλλά εμφανίζοντας ταυτόχρονα μεγαλύτερη αντοχή στους μωλωπισμούς σε σχέση με το μάρτυρα αφού όλες οι παράμετροι του μωλωπισμού καθώς και η ειδική ηλεκτρική

αγωγιμότητα μειώθηκαν. Το 1-MCP και αυτό με τη σειρά του διατήρησε την ποιότητα του καρπού αλλά δεν υπήρξε ξεκάθαρη αντίδραση όσον αφορά την επίδραση του στην ευαισθησία των καρπών στους μωλωπισμούς, γιατί ενώ η διαρροή ηλεκτρολυτών ήταν μειωμένη όπως και το εμβαδό επιφάνειας και το βάρος μωλωπισμού %, το βάθος του μωλωπισμού αυξήθηκε. Παρόλο αυτά, κατά κύριο λόγο το θερμό νερό αλλά και το 1-MCP, ενώ περιόρισαν την εξέλιξη της ωρίμανσης, είχαν θετική επίδραση στην ευαισθησία των καρπών στο μωλωπισμό. Όμως, σημαντικό ρόλο παίζει και η συντήρηση και ειδικότερα, η θερμοκρασία του καρπού τη στιγμή που λαμβάνει χώρα ο μωλωπισμός, γιατί, ενώ όταν μωλωπίζεται κρύος, η διαρροή ηλεκτρολυτών είναι μικρότερη, όλοι οι παράμετροι του μωλωπισμού αυξάνονται σε σύγκριση με τους καρπούς που μωλωπίζονται σε θερμοκρασία δωματίου κατά τη συγκομιδή ή μετά τη συντήρηση.

Για την Granny Smith λοιπόν, από τα παραπάνω περί της επίδρασης της συντήρησης, των μεταχειρίσεων θερμού νερού και 1-MCP στην ευαισθησία των μήλων στους μωλωπισμούς φαίνεται ότι ο βαθμός ωρίμανσης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, γιατί με βάση τα αποτελέσματα παραγόντων που εκτιμάται η ωρίμανση όπως το χρώμα, τα Δ.Σ.Σ., η οξύτητα, η συνεκτικότητα της σάρκας, οι δύο μεταχειρίσεις καθυστέρησαν την ωρίμανση, ενώ η συντήρηση δεν είχε μεγάλη επίδραση. Παράλληλα, η διαρροή ηλεκτρολυτών καθώς και οι παράμετροι μωλωπισμού οι οποίοι έχουν άμεσο αντίκτυπο στην ευαισθησία των καρπών στους μωλωπισμούς έδειξαν ότι η συντήρηση είχε θετική επίδραση, ενώ οι μεταχειρίσεις μάλλον δεν επέδρασαν θετικά. Επομένως, για την περίπτωση της Granny Smith, ο παράγοντας της ωρίμανσης παίζει σημαντικό ρόλο. Η θερμοκρασία των συντηρημένων καρπών ελάχιστα παίζει κάποιο ρόλο παρά μόνο όταν συνδυάζεται με τις μεταχειρίσεις και μόνο για το βάρος του μωλωπισμού % όπου τα χτυπημένα κρύα σε συνδυασμό με το θερμό νερό είχαν μικρότερο βάρος από τα χτυπημένα ζεστά, ενώ τα τελευταία μικρότερο όταν συνδυάστηκαν με το 1-MCP. Εδώ φαίνεται, ο θετικός ρόλος των μεταχειρίσεων ο οποίος εξαρτάται από τη θερμοκρασία του καρπού τη στιγμή του μωλωπισμού.

Συνοψίζοντας, οι ποικιλίες ενώ αντέδρασαν με τον ίδιο τρόπο όσον αφορά τη διατήρηση της ποιότητας η οποία συνδέεται με την ωρίμανση, αντέδρασαν διαφορετικά όσον αφορά την ευαισθησία στους μωλωπισμούς και φαίνεται ότι στη Fuji κυρίως το θερμό νερό αλλά και το 1-MCP εμφάνισαν πλεονεκτήματα. Αντίστροφα, η συντήρηση είχε θετική επίδραση όσον αφορά την ευαισθησία στους μωλωπισμούς για τους καρπούς της Granny Smith, ενώ για τη Fuji η θερμοκρασία του καρπού τη στιγμή που

μωλωπίζεται ο καρπός παίζει μεγαλύτερο ρόλο και δείχνει ότι όταν μωλωπίζονται οι καρποί κρύοι, η διαρροή ηλεκτρολυτών και οι παράμετροι μωλωπισμού είναι μεγαλύτερη και μικρότεροι αντίστοιχα, απ' ότι όταν μωλωπίζονται σε θερμοκρασία δωματίου άσχετα αν έχει προηγηθεί συντήρηση ή όχι.

Επομένως, οι καρποί της Fuji πέραν της ευεργετικής επίδρασης των μεταχειρίσεων στην ευαισθησία στους μωλωπισμούς φαίνεται ότι απαιτούν πιο προσεκτικούς μετασυλλεκτικούς χειρισμούς αμέσως μετά την έξοδο τους από το ψυγείο, όταν η θερμοκρασία τους είναι ακόμα χαμηλή. Από την άλλη πλευρά, για την Granny Smith τα πράγματα είναι πιο απλά, αφού μόνο η συντήρηση και όχι η θερμοκρασία του καρπού μετά τη συντήρηση, εφόσον βέβαια πρόκειται για σύντομο χρονικό διάστημα μετά τη συντήρηση, επηρεάζει θετικά την ευαισθησία των καρπών στους μωλωπισμούς, πράγμα που σημαίνει ότι από το στάδιο της συγκομιδής και μέχρι τη συντήρηση τα μήλα απαιτούν πιο προσεκτικούς χειρισμούς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- Ackermann J., Fischer M., and Amadò R., 1992. Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples (Cv. Glockenapfel). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(7): 1131-1134.
- Akamine E.K., 1966. Respiration of fruits of papaya (*Carica papaya* L., var. Solo) with reference to the effect of quarantine disinfection treatments. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 89: 231-236.
- Alexandrov Ya V., 1977. Cells, Molecules and Temperature. Translated from the Russian by V.A. Bernstam. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, NY.
- Amuttiratana D., and Passornisiri W., 1992. Postharvest losses in Thailand. In *Postharvest Losses of Vegetables*, ed. Bhatti M. H., Hafeez C. A., Jaggar A., and Farooq C. M., Workshop report, Oct. 1992, Islamabad, FAO publication RAS/89/41.
- Argenta L.C., Fan X.F., and Mattheis J.P., 2005. Factors affecting efficacy of 1-MCP to maintain quality of apples after storage. *Acta Horticulturae*, 682: 1249-1253.
- Bain J.M., and Robertson R.N., 1951. The physiology of growth in apple fruit. 1: Cell size, cell number and fruit development. *Australian Journal of Scientific Research*, 4(2): 75-91.
- Barber H.N., and Sharpe P.J.H., 1971. Genetics and physiology of sunscald of fruits. *Agricultural Meteorology*, 8: 175-191.
- Baritelle A.L., and Hyde G.M., 2001. Commodity conditioning to reduce impact bruising. *Postharvest Biology and Technology*, 21: 331-339.
- Baritelle A.L., Hyde G.M., Fellman J.K., and Varith J., 2001. Using 1-MCP to inhibit the influence of ripening on impact properties of pear and apple tissue. *Postharvest Biology and Technology*, 23(2): 153-160.
- Bathgate B., Purton M.E., Grierson D., and Goodenough P.W., 1985. Plastid changes during the conversion of chloroplasts to chromoplasts in ripening tomatoes. *Planta*, 165(2): 197-204.
- Bathgate B., Goodenough P. W., and Grierson D., 1986. Regulation of the expression of the psb A gene in tomato fruit chloroplasts and chromoplasts. *Journal of Plant Physiology*, 124: 223-233.
- Belehradek J., 1957. Physiological aspects of heat and cold. *Annual Review of Physiology*, 19: 59-82.
- Ben-Shalom N., Hanzon J., Klein J.D., and Lurie S., 1993. A postharvest heat treatment inhibits cell wall degradation in apples during storage. *Phytochemistry*, 34: 955-958.
- Ben-Shalom N., Hanzon J., Pinto R., and Lurie S., 1996. Cell wall changes and partial prevention of fruit softening in prestorage heat treated 'Anna' apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72(2): 231-234.
- Berüter J., 1985. Sugar accumulation and changes in the activities of related enzymes during development of the apple fruit. *Journal of Plant Physiology*, 121: 331-341.
- Biale J.B., 1960. Respiration of fruits. eds. Ruhland W., *Handbuch Der Pflanzenphysiologie*. Springer-Verlag, Berlin, pp: 536-592.
- Biggs M.S., Woodson W.R., and Handa A.K., 1988. Biochemical basis of high temperature inhibition of ethylene biosynthesis in ripening tomato fruit. *Physiologia Plantarum*, 72(3): 572-578.

- Blankenship S.M., and Dole J.M., 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology*, 28(1): 1-25.
- Blankenship S.M., and Sisler E.C., 1989. 2,5-Norbornadiene retards apple softening. *HortScience*, 24(2): 313-314.
- Blankenship S.M., and Sisler E.C., 1993. Response of apples to diazocyclopentadiene inhibition of ethylene binding. *Postharvest Biology and Technology*, 3(2): 95-101.
- Blum A., 1987. *Plant Breeding for Stress Environments*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Burda S., Oleszek W., and Lee C.Y., 1990. Phenolic compounds and their changes in apples during maturation and cold storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(4): 945-948.
- Burden J., and Wills R. B. H., 1989. *Prevention of food losses: Fruits, vegetables and root crops: A training manual*. FAO training series No. 17/2 Rome: United Nations Food and Agriculture Organisation.
- Burmeister D.M., Ball S., Green S., Woolf A.B., 1997. Interaction of hot water treatments and controlled atmosphere storage on quality of 'Fuyu' persimons. *Postharvest Biology and Technology*, 12(1): 71-81.
- Cappellini R.A., Ceponis M.J., Lightner G.W., 1987. Disorders in apple and pear shipments to the New York market, 1972-1984. *Plant Disease* 71(9): 852-856.
- Chan H.T., 1986. Effects of heat treatments on the ethylene-forming enzyme system in papaya. *Journal of Food Science*, 51: 581-583.
- Conway W.S., Sams C.E., Wang C.Y., and Abbott J.A., 1994. Additive effects of postharvest calcium and heat treatment on reducing decay and maintaining quality in apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119: 49-53.
- Coseteng M.Y., and Lee C.Y., 1987. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *Journal of Food Science*, 52(4): 985-989.
- DeEll J.R., Murr D.P., Murray D. Porteous M.D., and Rupasinghe H.P.V., 2002. Influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. *Postharvest Biology and Technology*, 24(3): 349-353.
- Dick A.J., Redden P.R., DeMarco A.C., Lidster P.D., and Grindley T.B., 1987. Flavonoid glycosides of Spartan apple peel. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35(4): 529-531.
- Defilippi B.G., Dandekar A.M., and Kader A.A., 2002. Impact of suppression of ethylene action or biosynthesis on flavor metabolites in apple (*Malus domestica* Borkh) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(18): 5694-5701.
- DeMartino G., Massantini R., Botondi R and Mencarelli F., 2002. Temperature affects impact injury on apricot fruit. *Postharvest Biology & Technology*, 25(2): 145-149.
- Dixon J., and Hewett E.W., 2000. Factors affecting apple aroma/flavour volatile concentration: a review. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 28: 155-173.
- Dobrzanski B. and Rybczynski R., 2002. Colour change of apple as a result of storage, shelf-life and bruising. *International Agrophysics*, 16(4): 261-268.
- Donatti V., Mawson A.J., and Schotsmans W.C., 2005. Bruise susceptibility of heated treated apples. *Acta Horticulturae*, 687: 405-407.
- Dunlap J.R., Lingle S.E., and Lester G.E., 1990. Ethylene production in netted muskmelon subjected to postharvest heating and refrigerated storage. *HortScience*, 25: 207-209.

- Ergun M., Jeong J.W., Huber D.J., and Cantliffe D.J., 2005. Suppression of ripening and softening of 'Galia' melons by 1-methylcyclopropene applied at preripe or ripe stages of development. *HortScience*, 40:(1) 170-175.
- Ericsson N.A., and Tahir I.I., 1996. Studies on apple bruising, I. Estimation of incidence and susceptibility differences in the bruising of three apple cultivars. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B, Soil and Plant Science*, 46: 209-213.
- Fallik E., Archbold D.D., Hamilton-Kemp T.R., Loughrin J.H., and Collins, R.W., 1997. Heat treatment temporarily inhibits aroma volatile compound emission from Golden Delicious apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(10): 4038-4041.
- Fan X., Blankenship S.M., and Mattheis J.P., 1999. 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(6): 690-695.
- Fan X., and Mattheis J.P., 1999. Impact of 1-methylcyclopropene and methyl jasmonate on apple volatile production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(7): 2847-2853.
- Fan X., and Mattheis J.P., 1999. Methyl jasmonate promotes apple fruit degreening independently of ethylene action. *HortScience*, 34(2): 310-312.
- Fan X., and Mattheis J.P., 2001. 1-Methylcyclopropene and storage temperature influence responses of 'Gala' apple fruit to gamma irradiation. *Postharvest Biology and Technology*, 23(2): 143-151.
- Fan X., Mattheis J.P., and Blankenship S.M., 1999. Development of apple superficial scald, soft scald, core flush, and greasiness is reduced by MCP. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(8): 3063-3068.
- Faragher J.D., and Chalmers D.J., 1977. Regulation of anthocyanin synthesis in apple skin. III. Involvement of Phenylalanine Ammonia-lyase. *Australian Journal of Plant Physiology*, 4(1): 133-141.
- Field R.J., 1984. The effect of temperature on ethylene production by plant tissue. eds. Roberts J.A., and Tucker G.A., *Ethylene and Plant Development*. Butterworths, London, pp: 47-69.
- Fuleki T., Pelayo E., and Palabay P.B., 1994. Sugar composition of varietal juices produced from fresh and stored apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(6): 1266-1275.
- Garcia J.L. and Ruiz-Altisent M., 1998. Bruising damage in pome fruits: factors which affect damage appearance and control of damage using electronic fruits. *Revista Científica Rural*, 3(2): 133-139.
- García J.L., Ruiz-Altisent M., and Barreiro P., 1995. Factors influencing mechanical properties and bruise susceptibility of apples and pears. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 61(1): 11-18.
- Golding J.B., Ekman J.H., and McGlasson W.B., 2005. Regulation of fruit ripening. *Stewart Postharvest Review*, 3(5): 1-12.
- Golding J.B., McGlasson W.B., Wyllie S.G., and Leach D.N., 2001. Fate of apple peel phenolics during cold storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(5): 2283-2289.
- Guadagni D.G., Bomben J.L., and Hudson J.S., 1971. Factors influencing the development of aroma in apple peels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 22: 110-114.
- Hamazu Y., 2006. Role and evolution of fruit phenolic compounds during ripening and storage. *Stewart Postharvest Review*, 2(5): 1-7.

- Harel K., Mayer A.M., Shain Y., 1964. Catechol oxidases from apples, their properties, subcellular location and inhibition. *Physiologia Plantarum*, 17(4): 921-930.
- Hatfield S.G.S., and Patterson B.D., 1975. Abnormal volatile production by apples during ripening after controlled atmosphere storage. *Facteurs el Regulation de la Maturation des Fruits. Colloques internationaux C.N.R.S.*, 238: 57-62.
- HeeJae L., TaeChoon K., SuJin K. and SeungJe P., 2005. Bruising injury of persimmon (*Diospyros kaki* cv. Fuyu) fruits. *Scientia Horticulturae*, 103(2): 179-185.
- Herskovitz V., Saguy S.I., and Pesis E., 2005. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 37(3): 252-264.
- Hong S.I., Lee H.H., and Kim D., 2007. Effects of hot water treatment on the storage stability of satsuma mandarin as a postharvest decay control. *Postharvest Biology and Technology*, 43(2): 271-279.
- Huber, H., 1935. Der Warmehaushalt der pflanzen. *Naturwiss Landwirtsch*, 17: 1-148.
- Hulme, A.C., and Rhodes, M.J.C., 1971. The Biochemistry of Fruits and their Products. eds Hulme, A. C., Academic Press, London, Vol. 2, Chapter 10.
- Hyde G.M., 1997. Bruising – impacts, why apples bruise, and what you can do to minimize bruising. *Tree Fruit Postharvest Journal*, 8(4): 9-12.
- Hyde J.F., and Ingle M., 1968. Size of apple bruises as affected by cultivar, maturity, and time in storage. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 92: 735-738.
- Inaba M., and Chachin K., 1988. Influence of and recovery from high-temperature stress on harvested mature green tomatoes. *HortScience* 23: 190-192.
- Inaba M., and Chachin K., 1989. Electrolyte leakage as an indicator of high temperature injury to harvested mature green tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 113: 96-99.
- Jiang Y., and Joyce D.C., 2002. 1-Methylcyclopropene treatment effects on intact and fresh-cut apple. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 77(1): 19-21.
- Jobling J.J., McGlasson W.B., and Dilley D.R., 1991. Induction of ethylene synthesizing competency in ‘Granny Smith’ apples by exposure to low temperature in air. *Postharvest Biology and Technology*, 1(2): 111-118.
- Johnson J.W., 1987. Studies of the carbon (7) hydrogen (6) and 1,3-pentadiyne energy surfaces (cycloheptatetraene, diazocyclopentadiene). PhD Thesis Univ. of Calif. Los Angeles.
- Johnston J.W., Hewett E.W., and Hertog M.L.A.T.M., 2002. Postharvest softening of apple (*Malus domestica*) fruit: a review. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30: 145-160.
- Johnston J.W., Hewett E.W., Hertog M.L.A.T.M., Harker F.R., 2001. Temperature induces differential softening responses in apple cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 23(3): 185-196.
- Johnston J.W., Hewett E.W., Hertog M.L.A.T.M., and Harker F.R., 2002. Temperature and ethylene affect induction of rapid softening in ‘Granny Smith’ and ‘Pacific Rose’ apple cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 25: 257-264.
- Jones W.W., 1939. The influence of relative humidity on the espuration of papaya at high temperature. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 37: 124-199.
- Kappen L., 1981. Ecological significance of resistance to high temperature. eds. Lange O.L., Nobel P.S., Osmond C.B., and Ziegler H., *Physiological Plant Ecology. I. Responses to the physical environment*. Springer Verlag, Berlin, pp: 439-474.

- Kays, S. J., 1991. Postharvest physiology of Perishable Plant Products. AVI Products, New York, pp: 376-385.
- Ketsa S., Chidragool S., Klein J.D., and Lurie S., 1999. Ethylene synthesis in mango fruit following heat treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 15(1): 65-72.
- Khan A.A., and Vincent J.F.V., 1990. Anisotropy of Apple Parenchyma. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 52: 455-466.
- Klein J.D., 1987. Relationship of harvest date, storage conditions, and fruit characteristics to bruise susceptibility of apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112(1): 113-118.
- Klein J.D., 1989. Ethylene biosynthesis in heat treated apples. eds. Clijsters H., de Proft M., Marcelle R., and Van Pouche M., Biochemical and Physiological aspects of ethylene production in lower and higher plants. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, pp: 184-190.
- Klein J.D., Hanzon J., Irwin P.L., Ben-Shalom N., Lurie S., 1995. Pectin esterase activity and pectin methyl esterification in heated Golden Delicious apples. *Phytochemistry*, 39: 491-494.
- Klein J.D., and Lurie S., 1990. Prestorage heat treatment as a means of improving poststorage quality of apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115: 265-269.
- Klein J.D., and Lurie S., 1992. Prestorage heating of apple fruit for enhanced postharvest quality: Interaction of time and temperature. *HortScience*, 27: 326-328.
- Klein J.D., Lurie S., and Ben-Arie R., 1990. Quality and cell wall components of 'Anna' and 'Granny Smith' apples treated with heat, calcium and ethylene. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115: 954-958.
- Kondo S., Tsuda K., Muto N., and Ueda J.E., 2002. Antioxidative activity of apple skin or flesh extracts associated with fruit development on selected apple cultivars. *Scientia Horticulturae*, 96: 177-185.
- Kramer A., 1977. Effect of storage on nutritive value of food. *Journal of Food Quality*, 1: 23-48.
- Landfald R., 1966. Temperature effects on apples during storage. *Bulletin of the International Institute of Refrigeration Annexe*, 1: 453-460.
- Larrigaudiere C., Graell J., Salas J., and Vendrell M., 1997. Cultivar differences in the influence of a short period of cold storage on ethylene biosynthesis in apples. *Postharvest Biology and Technology*, 10(1): 21-27.
- Larrigaudiere C., and Vendrell M., 1993. Cold-induced activation of 1 aminocyclopropane-1-carboxylic acid metabolism in rewarmed 'Granny Smith' apples: consequences on ripening. *Scientia Horticulturae* 55(3-4): 263-272.
- Lidster P.D., and Tung M.A., 1980. Effects of fruit temperatures at time of impact damage and subsequent storage temperature and duration on the development of surface disorders in sweet cherries. *Canadian Journal of Plant Science*, 60: 555-559.
- Liu F.W., 1978. Modification of apple quality by high temperature. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 103: 730-732.
- Lurie S., 1998. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 14(3): 257-269.
- Lurie S., and Klein J.D., 1990. Heat treatment of ripening apples: differential effects on physiology and biochemistry. *Physiologia Plantarum*, 78: 181-186.
- Lurie S., and Klein J.D., 1991. Acquisition of low temperature tolerance in tomatoes by exposure to high temperature stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116: 1007-1012.

- Lurie S., and Klein J.D., 1992. Calcium and heat treatments to improve storability of 'Anna' apple. *HortScience*, 27: 36-39.
- Lurie S., and Nussinovitch A., 1996. Compression characteristic, firmness and texture perception of heated and unheated apples. *International Journal of Food Science & Technology*, 31(1): 1-5.
- Lurie S., Othman S., and Borochoy A., 1995. Effects of heat treatment on plasma membrane of apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 5(1): 29-38.
- Lurie S., Pre-Aymard C., Ravid U., Larkov O., and Fallik E., 2002. Effect of 1-methylcyclopropene on volatile emission and aroma in Anna apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(15): 4251-4256.
- Lydakakis D., and Aked J., 2003. Vapor heat treatment of Sultanina table grapes. II. Effect on postharvest quality. *Postharvest Biology and Technology*, 27(2): 117-126.
- Magness, J.R., and Diehl H.C., 1924. Physiological studies on apples in storage. *Journal of Agricultural Research*, 27: 1-38.
- Maxie E.C., Mitchell F.G., Sommer N.F., Snyder R.G., and Rae H.L., 1974. Effects of elevated temperatures on ripening of 'Bartlett' pears *Pyrus communis* L. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 99: 344-349.
- McGuire R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12): 1254-1255.
- Menesati P., Paglia G., Solaini S., Urbani G. and Zanella A., 2003. Variation of bruising susceptibility of 'Golden Delicious' apples in relation to CA storage time. *Acta Horticulturae*, 599: 681-689.
- Mir N.A., Curell E., Khan N., Whitaker M., and Beaudry R.M., 2001. Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of 'Redchief Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126(5): 618-624.
- Mitcham E.J., Cantwell M., and Kader A.A., 1996. Methods for determining quality of fresh commodities. *Perishables Handling Newsletter*, 85: 1-5.
- Mitcham E.J., and McDonald R.E., 1993. Respiration rate, internal atmosphere, ethanol and acetaldehyde accumulation in heat-treatment mango fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 3(1): 77-86.
- Nanthachai N., Ratanachinakorn B., Kosittrakun M., and Beaudry R.M., 2007. Absorption of 1-MCP by fresh produce. *Postharvest Biology and Technology*, 43(3): 291-297.
- Oleszek W., Lee C.Y., Jaworski A.W., and Price K.R., 1988. Identification of some phenolic compounds in apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36(3): 430-432.
- Osterloch, A. In *Obstlagerung*; VBF Deutscher Landwirtschaftsverlag: Berlin, 1980, Chapter 2.
- Pang W., Studman C.J., and Banks N.H., 1992. Analysis of damage thresholds in apple-to-apple impact using an instrumented sphere. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 20: 159-166.
- Pang D.W., Studman C.J., Banks N.H., and Baas P.H., 1996. Rapid assessment of the susceptibility of apples to bruising. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64:37-48.
- Paull R.E., 1999. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3): 263-277.
- Paull R.E., and Chen N.J., 1990. Heat shock response in field grown ripening papaya fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115: 623-631.

- Paull R.E., and Chen N.J., 2000. Heat treatment and fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 21(1): 21-37.
- Porat R., Pavencello D., Peretz J., Ben-Yohoshua S., and Lurie S., 2000. Effects of various heat treatments on the induction of cold tolerance and on the post harvest qualities of 'Star Ruby' grapefruit. *Postharvest Biology and Technology*, 18(2): 159-165.
- Porritt S., and Lidster P., 1978. The effect of prestorage heating on ripening and senescence of apples during cold storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 103: 584-587.
- Prange R.K., and DeLong J.M.R., 2003. 1-methylcyclopropene: the "magic bullet" for horticultural products. *Chronica Horticulturae*, Wageningen.
- Prange R.K., DeLong J.M. and Harrison P.A., 2001. Storage humidity and post-storage handling temperature affect bruising and other apple quality characteristics. *Acta Horticulturae*, 553(2): 717-720.
- Rupasinghe H.P.V., Murr D.P., Paliyath G., and Skog L., 2000. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in 'McIntosh' and 'Delicious' apples. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 75: 271-276.
- Saltveit M.E., 1984. Effects of temperature on firmness and bruising of 'Starkrimson Delicious' and 'Golden Delicious' apples. *HortScience*, 19: 550-551.
- Saltveit M.E., 2002. The rate of ion leakage from chilling sensitive tissue. *Postharvest Biology and Technology*, 26(3): 295-304.
- Samim W., and Banks N.H., 1993. Colour changes in bruised apple fruit tissue. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 21: 367-372.
- Sams C.E., Conway W.S., Abbott J.A., Lewis R.J., and Ben-Shalom N., 1993. Firmness and decay of apples following postharvest pressure infiltration of calcium and heat treatment. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 118: 623-627.
- Schoorl D., and Holt J.E., 1977. The effects of storage time and temperature on the bruising of Jonathan, Delicious, and Granny Smith apples. *Journal of Texture Studies*, 8: 409-416.
- Serek M., Sisler E.C., Tirosh T., and Mayak S., 1995. 1-Methylcyclopropene prevents bud, flower, and leaf abscission of geraldton waxflower. *HortScience*, 30(6): 1310.
- Sisler E.C., Blankenship S.M., and Guest M., 1990. Competition of cyclooctenes and cyclooctadienes for ethylene binding and activity in plants. *Plant Growth Regulator*, 9:157-164.
- Sisler E.C., 1991. Ethylene binding components in plants. Mattoo A.K., and Suttle J.C. (eds.) *The plant hormone ethylene*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp: 81-99.
- Sisler E.C., and Serek M., 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. *Physiologia Plantarum*, 100(3): 577-582.
- Sisler E.C., Dupille E., and Serek M., 1996. Effect of 1-methylcyclopropene and methylenecyclopropene on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. *Plant Growth Regulator*, 18: 79-86.
- Smith W.H., 1940. The histological structure of flesh of apple in relation to growth and senescence. *Journal of Pomology and Horticultural Science*, 18:249-260.
- Sommer N.E., Mitchell F.G., Guillou R., and Luvisi D.A., 1960. Fresh fruit temperatures and transit injury. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 76: 156-162.
- Somner N.F., Mitchell F.G., Guillou R., and Luvisi D.A., 1960. Fresh fruit and transit injury. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 76: 156-162.

- Studman C. J., 1999. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Agro Processing Engineering, volume: IV. ed. CIGR-The International Commission of Agricultural Engineering, ASAE, USA, pp: 291-339.
- Sweat V.E., 1974. Experimental values of thermal conductivity of selected fruits and vegetables. *Journal of Food Science*, 39(6): 1080-1083.
- Timberlake C.F., 1982. Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables. Friend J., and Rhodes M.J.C. (eds.), Academic Press, London, pp: 221-247.
- Thompson A. K., 1996. Postharvest Technology of Fruits and Vegetables. Oxford: Blackwell.
- Thomson G.E., Cotter D.F., and Daly P.A., 1996. Temperature effects on bruise darkness of 'Granny Smith', 'Golden Delicious', and 'Jonathan' apples. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 24(1): 99-101.
- Toivonen P.M.A, Hampson C., Stan S., McKenzie D., and Hocking R., 2007. Factors affecting severity of bruises and degree of apparent bruise recovery in a yellow skinned apple. *Postharvest Biology and Technology*, 45(2):276–280.
- Tsukamoto M., 1981. Studies on the mechanical injury of fruit II. Susceptibility to impact and compression in apple fruit as related to storage periods and fruit portions. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 49: 571-575.
- Tucker G.A., and Grierson D., 1987. Fruit Ripening. Davies D.D. (ed.), San Diego (CA), USA, pp: 265-318.
- Tu K., and De Baerdemaeker J., 1997. A study of prestorage heat treatment effect on apple texture: destructive and non-destructive measurements. *Journal of Food Processing and Preservation*, 21(6): 495-506.
- van der Sluis A.A., Dekker M., de Jager A., and Jongen W.M.F., 2001. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: effect of cultivar, harvest, year, and storage conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(8): 3606-3613.
- Van Lacker J., 1979. Bruising of unpeeled apples and potatoes in relation with the temperature and elasticity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 12: 157-161.
- Watkins C.B., and Thompson C.J., 1992. An evaluation of microperforated polyethylene film bags for storage of 'Cox's Orange Pippin' apples. *Postharvest Biology and Technology*, 2(2): 89-100.
- Watkins C.B., Nock J.F., and Whitaker B.D., 2000. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 19(1): 17-32.
- Wills R.B.H., and McGlasson W.B., 1971. Effect of storage temperature on apple volatiles associated with low temperature breakdown. *Journal of Horticultural Science*, 46: 115-120.
- Yahia E.M., Liu F.W., and Acree T.E., 1990. Changes of some odor-active volatiles in controlled atmosphere-stored apples. *Journal of Food Quality*, 13: 185-202.
- Yahia E.M., Liu F.W., and Acree T.E., 1991. Changes of some odour-active volatiles in low-ethylene controlled atmosphere stored apples. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 24: 145-151.
- Yu Y.B., Adams D.O., and Yang S.F., 1980. Inhibition of ethylene production by 2,4-dinitrophenol and high temperature. *Plant Physiology*, 66(2): 286-290.
- Zhang W., 1994. Apple impact bruise analysis. Ph. D. Dissertation, Biological Systems Engineering Dept., College of Engineering and Architecture, Washington State University, Pullman, WA 99164-6120.