ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 57
Ημερομηνία 11-10-2004

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΘΕΜΑ

Επίδραση του 1-MCP στα ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών μηλιάς

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ : Παπαναστάσης Θωμάς

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : Dr. Γεώργιος Δ. Νάνος
Επίκουρος Καθηγητής Π.Θ.

Βόλος 2004

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 4196/1
Ημερ. Εισ.: 15-12-2004
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2004
ΠΑΠ

Ευχαριστίες

Θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Νάνο Γεώργιο, Επίκουρο Καθηγητή του Π.Θ., για την αδιάλειπτη καθοδήγησή του στο σχεδιασμό και εφαρμογή του πειράματος και την πολύτιμη συμβολή του στην εκπόνηση και συγγραφή της πτυχιακής μου διατριβής.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω την εταιρία AgroFresh, η οποία μας επέτρεψε να χρησιμοποιήσουμε το σκεύασμα 1-MCP αλλά και για τη αγορά και τον επαρκή εφοδιασμό με μήλα.

Σημαντική ήταν όμως και η συμμετοχή του συμφοιτητή μου Μπαμπατζάνη Κωνσταντίνου αλλά και του κ. Μαλέτου Άγγελου, που ανήκει στο τεχνικό προσωπικό του Π.Θ.

Ευχαριστώ, τέλος, τους κ.κ. Χα Αβραάμ, Επίκουρο Καθηγητή του Π.Θ. και Τσιρόπουλο Νικόλαο, Επίκουρο Καθηγητή του Π.Θ., μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, για τις σημαντικές παρατηρήσεις και συμβουλές κατά τη διάρκεια της συγγραφής.

Περιεχόμενα

1. Περίληψη..... 4
2. Εισαγωγή..... 5
3. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας..... 7
3.1 Ποιότητα οπωροκηπευτικών..... 7
3.1.1 Γενικά..... 7
3.1.2 Κριτήρια ποιότητας νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων..... 7
3.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των οπωροκηπευτικών προϊόντων..... 8
3.1.3.1 Γενετικοί παράγοντες..... 9
3.1.3.2 Προσυλλεκτικοί παράγοντες..... 9
3.1.3.3 Μετασυλλεκτικοί παράγοντες..... 10
3.1.4 Εκτίμηση – μέτρηση της ποιότητας..... 11
3.1.4.1 Υποκειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας..... 12
3.1.4.2 Αντικειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας..... 12
3.1.4.3 Παραλλακτικότητα και μεταβλητότητα των χαρακτηριστικών της ποιότητας των οπωροκηπευτικών..... 13
3.2 Συντήρηση οπωροκηπευτικών 17
3.2.1 Γιατί συντηρούνται τα οπωροκηπευτικά προϊόντα;..... 17
3.2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη συντηρησιμότητα των νωπών οπωροκηπευτικών 18
3.2.3 Μέθοδοι συντήρησης 19
3.2.3.1 Συντήρηση με φυσικές συνθήκες..... 19
3.2.3.2 Συντήρηση με μηχανική ψύξη..... 21
3.2.3.2.1. Ρύθμιση των συνθηκών περιβάλλοντος στους χώρους συντήρησης 21
3.2.3.3 Τροποποιημένη ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα στη συντήρηση και μεταφορά..... 26
3.2.3.3.1 Γενικά 26
3.2.3.3.2 Δημιουργία συνθηκών ελεγχόμενης τροποποιημένης ατμόσφαιρας 27

3.3 Το αιθυλένιο και η χρήση και δράση του 1-MCP..... 28
4. Υλικά και μέθοδοι..... 30
4.1 Προέλευση και ποικιλίες των καρπών..... 30
4.2 Εφαρμογή του 1-MCP..... 30
4.3 Συντήρηση..... 31
4.4 Αρχικές μετρήσεις ποιότητας..... 31
4.5 Μετρήσεις ποιότητας κατά τη συντήρηση..... 34
4.5.1. Μετρήσεις ποιότητας 4 μήνες μετά από την εφαρμογή..... 34
4.5.2. Μετρήσεις ποιότητας 4 μήνες + 7 ημέρες ζωή στο ράφι μετά από την εφαρμογή..... 34
4.5.3 Μετρήσεις ποιότητας 6 μήνες μετά από την εφαρμογή..... 34
4.5.4 Μετρήσεις ποιότητας 6 μήνες + 7 ημέρες ζωή στο ράφι μετά από την εφαρμογή..... 35
4.5.5. Μετρήσεις ποιότητας 8 μήνες μετά από την εφαρμογή..... 35
4.5.6. Μετρήσεις ποιότητας 8 μήνες + 7 ημέρες ζωή στο ράφι μετά από την εφαρμογή..... 35
4.6 Στατιστική ανάλυση..... 35
5. Αποτελέσματα..... 36
6. Συζήτηση..... 67
6.1 Διαφορές μεταξύ 1-MCP και μάρτυρα..... 67
6.2 Μεταβολές δεικτών ποιότητας με τον χρόνο..... 69
Βιβλιογραφία..... 71

1. Περίληψη

Σκοπός της μελέτης ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του 1-MCP (παρεμποδιστή της δράσης του αιθυλενίου) στην ωρίμανση και εμφάνιση επιφανειακού εγκαύματος σε κόκκινα μήλα (ποικιλίας Red Chief περιοχής Καστοριάς, Starkrimson περιοχής Αγιάς, Starking Delicious περιοχής Ζαγοράς) και πράσινα μήλα ποικιλίας Granny Smith περιοχής Αγιάς. Τα μήλα αφού δέχτηκαν 625 ppb 1-MCP για περίπου 24 ώρες, συντηρήθηκαν στους 0°C και 90-95% Σ.Υ. για 4, 6 και 8 μήνες. Μετρήσεις ποιότητας (χρώμα φλοιού με ηλεκτρονικό χρωματόμετρο, αντικειμενικά κριτήρια ποιότητας και επιφανειακό έγκαυμα) έγιναν αρχικά, αμέσως μετά από κάθε έξοδο και μετά από παραμονή 7 ημερών στο ράφι (θερμοκρασία δωματίου). Όσον αφορά τα κόκκινα μήλα, το 1-MCP διατήρησε τη σκληρότητα σάρκας και οξύτητα χυμού σε πολύ καλά επίπεδα ακόμα και ως το τέλος του πειράματος, δεν επηρέασε τη συγκέντρωση των διαλυτών στερεών συστατικών στο χυμό, μείωσε την εμφάνιση και ένταση του επιφανειακού εγκαύματος με παράλληλες μεταβολές στις αντικειμενικές μετρήσεις του χρώματος φλοιού, που πιθανότατα ποσοτικοποιούν αντικειμενικά τη μείωση του επιφανειακού εγκαύματος. Στα μήλα ποικιλίας Granny Smith το 1-MCP δεν φάνηκε ικανό να τροποποιήσει ουσιαστικά την ποιότητα και την εμφάνιση επιφανειακού εγκαύματος, παρά τη σειρά διεθνών βιβλιογραφικών πηγών με αντίθετα αποτελέσματα. Τέλος, με το χρόνο συντήρησης και κατά τη ζωή στο ράφι, η σκληρότητα σάρκας και οξύτητα μειώθηκαν, η συγκέντρωση των διαλυτών στερεών συστατικών αυξήθηκε, το επιφανειακό έγκαυμα αυξήθηκε και το χρώμα φλοιού μεταβλήθηκε κύρια λόγω του επιφανειακού εγκαύματος και λιγότερο λόγω μεταβολών στο χρώμα φλοιού με την ωρίμανση.

2. Εισαγωγή

Η ποιότητα των καρπών μηλιάς επηρεάζεται από τον τρόπο συγκομιδής, την εποχή συγκομιδής και τις μετασυλλεκτικές μεταχειρίσεις. Οι κατ' εξοχήν παράγοντες που συντελούν στην καλή διατήρηση της ποιότητας των καρπών είναι οι μεταχειρίσεις κατά τη συγκομιδή, τη διαλογή, τη συντήρηση και τη μεταφορά των καρπών. Σοβαρή υποβάθμιση της ποιότητας έχουμε με τραυματισμούς που υφίσταται το προϊόν κατά την εργασία της συγκομιδής. Οι τραυματισμένοι ιστοί παρουσιάζουν έντονο βαθμό αναπνοής και διαπνοής, χάνουν υγρασία και συρρικνώνονται. Η συγκομιδή των καρπών μαζί με ξένες ύλες (χώματα, φυτικά υπολείμματα) χειροτερεύει την κατάσταση από προσβολές παθογόνων. Έτσι περιορίζεται η αποθηκευτική ζωή των καρπών.

Το στάδιο της συλλεκτικής ωριμότητας έχει μεγάλη σημασία στην ποιότητα τον καρπών και ο καθορισμός του είναι απαραίτητος στις δενδροκομικές εκμεταλλεύσεις. Η συγκομιδή των καρπών στα γιγαρτόκαρπα (μήλα, αχλάδια) γίνεται στο στάδιο της φυσιολογικής ωριμότητας και η ωρίμανση συνεχίζεται στους χώρους συντηρήσεως. Στους καρπούς αυτούς η πολύ πρώιμη συγκομιδή έχει ως συνέπεια οι καρποί να μην ωριμάζουν καλά και να προσβάλλονται από φυσιολογικές ασθένειες (scald), ενώ η καθυστερημένη συγκομιδή έχει ως συνέπεια να μη διατηρείται η ποιότητα των καρπών για πολλούς μήνες. Η ποιότητα των συγκομισθέντων καρπών επηρεάζεται πολύ από τη μεταχείριση που δέχεται ο καρπός στο χρονικό διάστημα από τη συγκομιδή μέχρι την κατανάλωση. Οι καρποί πρέπει να μεταφέρονται το συντομότερο δυνατό μέσα σε ψυκτικούς χώρους. Ακατάλληλες συνθήκες συντήρησης (αυξημένη θερμοκρασία, έλλειψη εξαερισμού, μειωμένη σχετική υγρασία) συντελούν στην υποβάθμιση της ποιότητας. Θετική επίδραση στην ποιότητα των νωπών οπωροκηπευτικών ασκεί η συντήρηση με κοινή ψύξη και ιδιαίτερα η συντήρηση με ψύξη και ελεγχόμενη ατμόσφαιρα. Οι καρποί πρέπει να συντηρούνται στην άριστη για κάθε είδος και ποιότητα θερμοκρασία, σχετική υγρασία και ατμοσφαιρική σύσταση. Έτσι επιτυγχάνεται ο μακρύτερος χρόνος συντήρησης με την ελάχιστη δυνατή υποβάθμιση ποιότητας. Απώλειες ποιότητας βέβαια, έχουμε και κατά τη διακίνηση στο χονδρεμπόριο και λιανεμπόριο λόγω ακατάλληλης θερμοκρασίας (συνήθως υψηλότερη της άριστης) και μεταχείρισης των καρπών. Οι απώλειες ποιότητας μπορούν να εστιαστούν σε δύο λόγους, που είναι οι

απώλειες νερού και συρρίκνωση και η αρνητική επίδραση από τη δράση του αιθυλενίου.

Το αιθυλένιο είναι απλός υδρογονάνθρακας με δυο άτομα άνθρακα σε μορφή αερίου. Παράγεται από τους φυτικούς ιστούς και λαμβάνει μέρος στη ρύθμιση διαφόρων φυσιολογικών λειτουργιών και από πολλούς ερευνητές θεωρείται ως η σημαντικότερη φυτοορμόνη. Το αιθυλένιο παίζει πρωτεύοντα ρόλο στη μετασυλλεκτική ζωή των οπωροκηπευτικών προϊόντων, συνήθως βλαβερό, επιταχύνοντας την ωρίμανση και τις καταβολικές λειτουργίες που προκαλούν υποβάθμιση της ποιότητας και έτσι συντομεύουν το χρόνο συντήρησης-διάθεσης των φρούτων και λαχανικών. Το αιθυλένιο είναι ωφέλιμο στη βελτίωση της ποιότητας ορισμένων φρούτων και λαχανικών, γιατί με τη δράση του επιτυγχάνουμε ομοιόμορφη και γρήγορη ωρίμανση, πριν τη διάθεσή τους στην αγορά. Το αιθυλένιο χρησιμοποιείται στον αποπρασινισμό των εσπεριδοειδών και την τεχνητή ωρίμανση της μπανάνας και τομάτας. Ο έλεγχος της συγκέντρωσης αιθυλενίου στο χώρο γύρω από τους καρπούς, της παραγωγής αιθυλενίου από τους γύρω ιστούς και οργανισμούς και της δράσης του αιθυλενίου αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα μελέτης για τη διατήρηση της ποιότητας τω φρούτων, λαχανικών και ανθοκομικών φυτών και τμημάτων αυτών (Σφακιωτάκης, 1995).

Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι η αξιολόγηση του 1-MCP (1-μεθυλοκυκλοπροπένιο) και η επίδρασή του στην ποιότητα των συντηρούμενων καρπών μηλιάς. Το 1-MCP, είναι ένα αέριο υπό φυσιολογικές συνθήκες, το οποίο ενεργεί παρεμποδίζοντας τη δράση του αιθυλενίου. Διεθνώς μελετάται σήμερα κατά πόσον η έκθεση των καρπών για μικρό χρονικό διάστημα στο 1-MCP μπορεί να καταστήσει τον φυτικό ιστό αναίσθητο στο αιθυλένιο και να διατηρήσει την ποιότητα του για μακρό χρονικό διάστημα (Mir *et al.*, 2001).

3. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

3.1 Ποιότητα οπωροκηπευτικών

3.1.1 Γενικά

Η ποιότητα των μήλων, η οποία προσφέρεται στον καταναλωτή, καθορίζεται από το βαθμό ποιότητας που έχει το προϊόν κατά τη συγκομιδή και στα περισσότερα προϊόντα δεν μπορεί να βελτιωθεί με τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς. Πολλοί προσυλλεκτικοί παράγοντες- γενετικοί, καλλιεργητικές τεχνικές και περιβάλλον- επιδρούν στην αύξηση και ανάπτυξη ως και στην τελική ποιότητα του προϊόντος. Η κατανόηση της πολυπλοκότητας της επίδρασης των παραγόντων αυτών αλλά και της έμφυτης παραλλακτικότητας της ποιότητας των φρούτων και λαχανικών βοηθά στην αναγνώριση των δυσκολιών που έχουν οι παραγωγοί να παραδίδουν προϊόν με σταθερή ποιότητα. Ταυτόχρονα η κατανόηση των απαιτήσεων του καταναλωτή και του εμπόρου σε ποιότητα παροτρύνει τους παραγωγούς να παράγουν προϊόντα που γίνονται δεκτά στην αγορά. Ο αντικειμενικός στόχος του παραγωγού για μεγιστοποίηση της εμπορευσιμότητας και της προσόδου εξαρτάται από τα μεγέθη "απόδοση" και "ποιότητα". Και αφού τα δύο αυτά μεγέθη παρουσιάζουν αντίστροφη σχέση, ο παραγωγός θα πρέπει να μεγιστοποιεί με ισορροπία την ποιότητα και απόδοση για να έχει τη μέγιστη πρόσοδο.

3.1.2 Κριτήρια ποιότητας νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων

Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι καρποί για να ικανοποιούν εξαρτώνται από τη χρησιμότητα του προϊόντος, αν δηλαδή ικανοποιούν τον καταναλωτή ή τη βιομηχανία για μεταποίηση. Οι καρποί που προορίζονται για νωπή κατανάλωση και καλύπτουν τον κύριο όγκο της παραγωγής, για να γίνονται δεκτοί από τον καταναλωτή πρέπει να έχουν καλή εμφάνιση για να τον προσελκύουν και να τον ικανοποιούν οργανοληπτικά. Τα ίδια χαρακτηριστικά δεν είναι απαραίτητο να υπάρχουν στους καρπούς που προορίζονται να καλύψουν τις ανάγκες της βιομηχανίας. Τα χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ποιότητα φαίνονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Κριτήρια ποιότητας νωπών φρούτων και λαχανικών

Κριτήριο	Χαρακτηριστικά
1. Γενική εμφάνιση	Μέγεθος: διαστάσεις, βάρος, όγκος
	Σχήμα και μορφή: διάμετρος / μήκος
2. Κατάσταση επιφάνειας και ελαττώματα	Εξωτερική – εσωτερική εμφάνιση
	Μορφολογικά χαρακτηριστικά
	Φυσική – μηχανική κατάσταση
	Φυσιολογική κατάσταση
	Παθολογική κατάσταση
3. Φυσικά - ανατομικά χαρακτηριστικά	Σκληρότητα
	Τραγανότητα
Υφή	Μαλακότητα
4. Γεύση – Άρωμα	
Γεύση	Γλυκύτητα, αλμυρότητα, πικρότητα, οξύτητα, στυφότητα
Άρωμα	Οσμή ευχάριστη / δυσάρεστη
5. Θρεπτική αξία	Υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια, βιταμίνες, ανόργανα μέταλλα, βιοενεργές ουσίες
6. Ασφάλεια	Φυσικές τοξικές ουσίες
	Μυκοτοξίνες
	Μόλυνση με σπόρια ανθρωπονόσων
	Υπολείμματα γεωργικών φάρμακων, βαρέα μέταλλα

3.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των οπωροκηπευτικών προϊόντων

Την ποιότητα των νωπών καρπών επηρεάζουν παράγοντες οι οποίοι αναφέρονται στη μεταχείριση του προϊόντος πριν από τη συγκομιδή, κατά τη συγκομιδή και στη μετασυλλεκτική μεταχείριση. Στους παράγοντες που αναφέρονται στη μεταχείριση των καρπών πριν από τη συγκομιδή, έχουμε τη γενετική σύσταση του φυτού και τις συνθήκες του περιβάλλοντος όπου αναπτύσσεται το είδος του οπωροφόρου δέντρου.

3.1.3.1 Γενετικοί παράγοντες

Γενετική σύσταση. Η γενετική σύσταση καθορίζει τα χαρακτηριστικά της ποιότητας (σχήμα, μέγεθος, χρώμα, κ.λ.π.) και βρίσκει την έκφρασή της στην ποικιλία. Το σχήμα και η μορφή του καρπού είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας και τροποποιείται ελάχιστα από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και τις καλλιεργητικές φροντίδες. Χαρακτηριστικό επίσης μπορεί να είναι και το άρωμα των καρπών που δίνει κάθε ποικιλία. Έτσι χαρακτηριστικό άρωμα δίνουν τα μήλα ή οι φράουλες κάθε ποικιλίας και παρουσιάζει έντονες διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες. Η ποικιλία επίσης μπορεί να επηρεάσει τη συνεκτικότητα – τραγανότητα της σάρκας. Στα μήλα ιδιαίτερα υπάρχουν ποικιλίες που δίνουν καρπούς με συνεκτική σάρκα και καρπούς με μαλακή σάρκα. Πολλές φορές και το υποκείμενο που χρησιμοποιείται επηρεάζει λιγότερο ή και θεαματικά την ποιότητα καρπού (ιδιαίτερα στα εσπεριδοειδή).

3.1.3.2 Προσυλλεκτικοί παράγοντες

Παράγοντες περιβάλλοντος

Θερμοκρασία. Για τα περισσότερα είδη οπωροφόρων και λαχανικών η επικράτηση υψηλών θερμοκρασιών κατά τη βλαστική περίοδο δίνει πρωιμότητα και επηρεάζει έντονα την ποιότητα. Ζεστές ημέρες με καθαρό ουρανό που εναλλάσσονται με ψυχρές νύχτες κατά την ωρίμανση ευνοούν την ανάπτυξη έντονου χρώματος στα περισσότερα είδη καρπών (π.χ. μήλα, εσπεριδοειδή). Αντίθετα, στις τροπικές περιοχές όπου έχουμε ζεστές νύχτες τα εσπεριδοειδή αποκτούν φτωχό χρώμα.

Υγρασία. Η υψηλή σχετική υγρασία στην ατμόσφαιρα μπορεί να προκαλέσει ανάπτυξη ασθενειών και δερματώσεων στον καρπό υποβαθμίζοντας την ποιότητά

του. Αντίθετα υψηλή σχετική υγρασία συχνά δροσίζει την ατμόσφαιρα βελτιώνοντας το χρωματισμό των καρπών.

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

Καλλιεργητικές τεχνικές

Αραίωμα. Η ύπαρξη μεγάλου αριθμού καρπών σε ένα βλαστό θα προκαλέσει υποβάθμιση της ποιότητας τους αφού οι καρποί δεν θα αποκτήσουν το κανονικό τους μέγεθος.

Άρδευση. Το νερό είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη των φυτών και των καρπών τους. Έλλειψη νερού προκαλεί υποβάθμιση της ποιότητας των καρπών αλλά και σοβαρό κίνδυνο για την βιωσιμότητα των καρπών.

Ψεκασμοί. Η καταπολέμηση εχθρών – ασθενειών ή οι διαφυλλικοί ψεκασμοί με θρεπτικά στοιχεία είναι απαραίτητοι παράγοντες για την επίτευξη υψηλής ποιότητας των φρούτων και λαχανικών.

Λίπανση. Οι συγκεντρώσεις Ca, K, και N στους καρπούς και οι αναλογίες K:Ca ή N:Ca συνδέονται άμεσα με την ποιότητα των καρπών. Προσυλλεκτικοί ψεκασμοί Ca έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς για την διατήρηση της μετασυλλεκτικής ποιότητας των μήλων αυξάνοντας τη συγκέντρωση του Ca του καρπού και μειώνοντας την αναλογία K:Ca.

3.1.3.3 Μετασυλλεκτικοί παράγοντες

Θερμοκρασία. Η θερμοκρασία είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας που επηρεάζει τη φυσιολογική φθορά των συγκομισμένων οπωροκηπευτικών προϊόντων. Η έκθεση των καρπών σε ακατάλληλες θερμοκρασίες μπορεί να συντελέσει στην εκδήλωση φυσιολογικών ασθενειών που υποβαθμίζουν την ποιότητα και περιορίζουν το χρόνο συντήρησης. Συντήρηση σε υπερβολικά χαμηλές θερμοκρασίες συντελεί στην ανάπτυξη φυσιολογικών ασθενειών από χαμηλές θερμοκρασίες (chilling injury), ιδιαίτερα σε καρπούς τροπικής- υποτροπικής προελεύσεως (εσπεριδοειδή, μπανάνα κ.λ.π.).

Σχετική υγρασία. Οι απώλειες υγρασίας με τη διαπνοή των ιστών συνεχίζονται και μετά την απομάκρυνση των προϊόντων από το μητρικό φυτό. Η διαπνοή είναι από τις κύριες φυσιολογικές λειτουργίες που επηρεάζουν την εμπορική και φυσιολογική φθορά των νωπών φρούτων και λαχανικών. Η ξήρανση που προκαλείται από την απώλεια νερού επηρεάζει την εμφάνιση, τη σύσταση, τη γεύση και το βάρος, χαρακτηριστικά που έχουν αντίκτυπο στην τιμή του προϊόντος.

Ατμοσφαιρική σύσταση του αέρα. Η παρουσία οξυγόνου, διοξειδίου του άνθρακα και αιθυλενίου στον περιβάλλοντα των καρπών χώρο ασκεί καθοριστικό ρόλο στη διατηρησιμότητα των οπωροκηπευτικών προϊόντων. Τα αέρια αυτά ανάλογα με τη συγκέντρωση που βρίσκονται στο χώρο συντήρησης, είναι δυνατόν να επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την ποιότητα.

Αιθυλένιο. Το αιθυλένιο παίζει πρωτεύοντα ρόλο στη μετασυλλεκτική μεταχείριση των οπωροκηπευτικών προϊόντων, συνήθως βλαβερό, επιταχύνοντας το γηρασμό και τις καταβολικές λειτουργίες που προκαλούν υποβάθμιση της ποιότητας και έτσι συντομεύουν το χρόνο συντήρησης- διάθεσης των φρούτων και λαχανικών. Το αιθυλένιο είναι ωφέλιμο στη βελτίωση της ποιότητας ορισμένων φρούτων και λαχανικών, γιατί με τη δράση του επιτυγχάνουμε ομοιόμορφη και γρήγορη ωρίμανση, πριν από τη διάθεσή τους στην αγορά.

Μεταφορά-συσκευασία. Υποβάθμιση της ποιότητας έχουμε όταν κατά τη μεταφορά επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και δεν γίνεται εξαερισμό. Μηχανικές ζημιές έχουμε κατά τη μεταφορά σε ανώμαλους δρόμους. Η κακή συσκευασία είναι δυνατόν να προκαλέσει μηχανικές ζημιές από τη συμπίεση (π.χ. σε ροδάκινα).

Χονδρική και λιανική αγορά. Σοβαρές ζημιές στην ποιότητα έχουμε και κατά την εμπορία, ιδιαίτερα όταν είναι εκτεθειμένοι οι καρποί για μακρό χρονικό διάστημα στη χονδρική και λιανική αγορά.

3.1.4 Εκτίμηση – μέτρηση της ποιότητας

Η εκτίμηση – μέτρηση της ποιότητας είναι απαραίτητη στην τυποποίηση και εμπορία του προϊόντος και γίνεται με υποκειμενικούς και αντικειμενικούς τρόπους. Οι υποκειμενικοί τρόποι στηρίζονται σε άμεση εκτίμηση της ποιότητας εξωτερικά από έμπειρους τεχνικούς ή με δοκιμές από τους καταναλωτές ή δοκιμαστές. Αντικειμενικά η εκτίμηση της ποιότητας γίνεται με όργανα, που μετρούν φυσικά ή χημικά χαρακτηριστικά.

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

3.1.4.1 Υποκειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας

Οι υποκειμενικοί τρόποι εκτίμησης της ποιότητας εξαρτώνται από την προσωπική εκτίμηση ενός ατόμου. Τέτοιες μετρήσεις γίνονται με μεγάλο αριθμό εκτιμητών και από πρόσωπα που διαθέτουν πείρα. Υποκειμενικούς τρόπους για την εκτίμηση της ποιότητας χρησιμοποιούμε για χαρακτήρες που δεν είναι δυνατόν να μετρηθούν με άλλους τρόπους, όπως οργανοληπτικά για τη γεύση (γλυκύτητα, οξύτητα, στυφότητα) και με μακροσκοπικές παρατηρήσεις για το χρώμα. Στην εκτίμηση του χρώματος χρησιμοποιούνται χρωματικοί χαρακτήρες. Η μέθοδος βασίζεται στην σύγκριση του βασικού χρώματος του καρπού με μία σειρά αποχρώσεων που υπάρχουν στους χρωματικούς χάρτες. Οι υποκειμενικοί τρόποι δεν δίνουν μεγάλη ακρίβεια, αλλά πλεονεκτούν στο ότι δεν απαιτούν ειδικά όργανα, είναι γρήγοροι τρόποι και συνήθως ακολουθούν την προτίμηση του καταναλωτή.

3.1.4.2 Αντικειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας

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

<u>Ενόργανη ανάλυση, φυσικοί και χημικοί τρόποι</u>

Μετρήσεις του χρώματος. Η μέτρηση του χρώματος των φρούτων και λαχανικών είναι δυνατόν να γίνει με ειδικά *χρωματόμετρα* τα οποία μετρούν και αναλύουν το

ανακλώμενο φως. Το χρώμα δίνεται σε τιμές L*, a* και b*, όπου η τιμή L* δείχνει τη λαμπερότητα ή φωτεινότητα, η τιμή a* τη διαβάθμιση χρώματος από πράσινο (-a*) έως κόκκινο (+a*) και η τιμή b* τη διαβάθμιση από κίτρινο (+b*) σε μπλε (-b*).

Μέτρηση της σκληρότητας. Το μαλάκωμα της σάρκας των καρπών μετράται με ειδικά όργανα, τα πιεσόμετρα. Για τη μέτρηση της σκληρότητας χρησιμοποιούνται δύο κυρίως τύποι πιεσόμετρων.

Χημικός προσδιορισμός. Ο χημικός προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες, οξέα, χρωστικές, βιταμίνες και πρωτεΐνες χρησιμοποιείται στην εκτίμηση της ποιότητας πολλών φρούτων και λαχανικών. Η μέτρηση των σακχάρων είναι δυνατόν να γίνει με χημική μέθοδο. Τα σάκχαρα όμως, που αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των διαλυτών στερεών συστατικών, προσδιορίζονται πιο εύκολα με διαθλασίμετρο στο χυμό του καρπού. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται φορητά διαθλασίμετρα που είναι εύκολα στη χρήση τους. Η μέτρηση παίρνεται τοποθετώντας μία σταγόνα χυμού στη γυάλινη πλάκα του οργάνου. Πιο εύχρηστα είναι τα ηλεκτρονικά διαθλασίμετρα που δίνουν ψηφιακή ένδειξη. Για εργαστηριακές μετρήσεις χρησιμοποιούνται επιτραπέζια όργανα, αλλά το κόστος αγοράς τους είναι μεγάλο.

3.1.4.3 Παραλλακτικότητα και μεταβλητότητα των χαρακτηριστικών της ποιότητας των οπωροκηπευτικών

Η μεγάλη παραλλακτικότητα και μεταβλητότητα των χαρακτηριστικών της ποιότητας είναι το πιο σοβαρό πρόβλημα σε όσους ασχολούνται με την εκτίμηση – μέτρηση της ποιότητας. Η παραλλακτικότητα αυτή είναι έμφυτη σε πολλά προϊόντα και δυσκολεύει την εμπορία των καρπών. Μεγάλη παραλλακτικότητα παρουσιάζεται στην ωριμότητα των καρπών, η οποία είναι έντονη όχι μόνο ανάμεσα στα δέντρα μιας ποικιλίας του ίδιου οπωρώνα αλλά είναι αισθητή στο ίδιο το δέντρο και σχετίζεται με τη θρεπτική κατάσταση, το φορτίο καρποφορίας, τη γενετική προέλευση και τους κλιματικούς παράγοντες. Υψηλή συγκέντρωση αζώτου επιτείνει την παραλλακτικότητα της ωριμότητας. Ακόμα και αν η διασπορά λιπάσματος στον οπωρώνα είναι ομοιόμορφη, διαφορές στη θρεπτική κατάσταση των δέντρων δημιουργούνται από την παραλλακτικότητα της εδαφικής σύστασης του οπωρώνα που συντελούν σε διάφορο βαθμό ωριμότητας των καρπών. Το φορτίο καρποφορίας προκαλεί διαφορές στο βαθμό ωριμότητας. Συνήθως οι υπερφορτωμένοι κλάδοι

ωριμάζουν τους καρπούς αργότερα από ότι οι κλάδοι με περιορισμένο φορτίο. Διαφορές επίσης στο βαθμό ωριμότητας υπάρχουν στα δέντρα διαφόρων ποικιλιών, αλλά και μεταξύ των δέντρων της ίδιας ποικιλίας είναι δυνατόν να υπάρχει διαφοροποίηση του γενετικού υλικού και κατά συνέπεια του βαθμού ωριμότητας. Παρατεταμένη ανθοφορία λόγω ανεπαρκούς διακοπής του ληθάργου είναι δυνατόν να επηρεάζει το βαθμό ωριμότητας. Επίσης η επικράτηση κακών καιρικών συνθηκών κατά την άνθηση είναι δυνατόν να δημιουργεί διαφορές στο χρόνο ωριμότητας.

Η αντιμετώπιση της παραλλακτικότητας του βαθμού ωριμότητας γίνεται προσυλλεκτικά με ρύθμιση των καλλιεργητικών συνθηκών και διάδοση ποικιλιών που παρουσιάζουν ομοιομορφία κατά την ωρίμανση. Ρύθμιση των καλλιεργητικών συνθηκών γίνεται με τη λίπανση και κυρίως αζωτούχων λιπασμάτων και με κατάλληλο αραίωμα καρπών με το οποίο επιτυγχάνουμε ομοιομορφία στο φορτίο καρποφορίας. Ομοιομορφία στην ωρίμανση επιτυγχάνουμε με τη χρησιμοποίηση διαφόρων χημικών ουσιών και κυρίως ουσιών που επιταχύνουν την ωρίμανση (Ethephon). Κατά τη συγκομιδή είναι πολλές φορές αναγκαίο να συλλέγονται εκλεκτικά οι ώριμοι καρποί σε 2-3 χέρια, εργασία επίπονη που ανεβάζει το κόστος συγκομιδής. Μετασυλλεκτικά η αντιμετώπιση της παραλλακτικότητας γίνεται με την κατάλληλη διαλογή και συσκευασία καρπών που είναι του αυτού σταδίου ωριμότητας, πράγμα που δεν είναι πάντα εύκολο.

Μεταβολές της ποιότητας

Η ποιότητα στα περισσότερα γεωργικά προϊόντα παραμένει σταθερή για μήνες ή και για χρόνια χωρίς ιδιαίτερη φροντίδα (π.χ. δημητριακά, ξηροί καρποί, λάδι κ.λ.π.). Τα οπωροκηπευτικά προϊόντα αποτελούνται από πολύ φθαρτούς ζώντες ιστούς και γι' αυτό διαφέρουν από τα άλλα τρόφιμα. Τα νωπά φρούτα και λαχανικά έχουν το δικό τους μεταβολισμό, συνήθως ωριμάζουν και καταλήγουν στο γηρασμό. Αυτό συμβαίνει σε λίγες ημέρες ή εβδομάδες. Οι αλλαγές αυτές προκαλούνται από ενδογενή αίτια και επιδρούν στην ποιότητα των φρούτων και λαχανικών. Επιμήκυνση της περιόδου εμπορικότητας των νωπών οπωροκηπευτικών επιτυγχάνεται με την εφαρμογή διάφορων ιδιαίτερων συνθηκών συντήρησης και τυποποίησης (δες κεφ. 3.2).

Οι χαρακτήρες της ποιότητας στα οπωροκηπευτικά προϊόντα δεν είναι σταθεροί όπως συμβαίνει σε άλλα προϊόντα, Στα περισσότερα φθαρτά είδη έχουμε

συνεχή μεταβολή των χαρακτήρων της ποιότητας και ο καλύτερος τρόπος για παρακολούθηση των μεταβολών αυτών είναι με μετρήσεις και εκτιμήσεις των καμπυλών διασποράς.

Οι καταναλωτές συνήθως αξιολογούν την ποιότητα δύο φορές. Η πρώτη εκτίμηση γίνεται κατά το χρόνο της αγοράς (ποιότητα αγοράς) χρησιμοποιώντας μία κατηγορία κριτηρίων που βασίζονται περισσότερο στην εμφάνιση. Κριτήρια ποιότητας αγοράς (ΠΑ) χρησιμοποιούν και οι έμποροι και μεσάζοντες για την εκτίμηση της ποιότητας για να κάνουν το προϊόν αποδεκτό ή να το απορρίψουν, στη διαπραγμάτευση τιμών της χονδρικής ή της λιανικής αγοράς, καθώς και οι λιανοπωλητές που αγοράζουν και πωλούν με βάση τα κριτήρια της ποιότητας αγοράς. Τα κριτήρια της ποιότητας κατανάλωσης (ΠΚ) σχετίζονται με την αίσθηση που αποκομίζει ο καταναλωτής να τα δέχεται με ευχαρίστηση στο στόμα του, όταν τα καταναλίσκει ως τροφή, και η εντύπωση που αποκομίζει με τα κριτήρια αυτά, τον βοηθά να επανέρχεται με βεβαιότητα όταν αγοράζει ξανά το ίδιο προϊόν. Η εκτίμηση των κριτηρίων ΠΑ γίνεται χωρίς την καταστροφή του προϊόντος ενώ η εκτίμηση των κριτηρίων ΠΚ, που βασίζεται περισσότερο στη γεύση, γίνεται αναγκαστικά με καταστροφή τους στο στόμα του καταναλωτή.

Στους κλιμακτηρικούς καρπούς (τομάτες, μπανάνες, αχλάδια κ.λ.π.) το στάδιο συγκομιδής είναι καθοριστικό των μεταβολών της ποιότητας αγοράς και κατανάλωσης ως και του ενεργού χρόνου εμπορίας και κατανάλωσης.

Όταν ο καρπός συγκομίζεται σε στάδιο όπου έχει αρχίσει η κλιμακτηρική αύξηση της αναπνοής, το προϊόν αποκτά το άριστο χρώμα και γεύση σε σύντομο χρονικό διάστημα, αλλά τα χαρακτηριστικά αυτά αποκτώνται σε βάρος της διάρκειας του ενεργού χρόνου εμπορίας και κατανάλωσης. Οι καρποί στο στάδιο αυτό έχουν πολύ μικρό ενεργό χρόνο εμπορίας και ενεργό χρόνο κατανάλωσης .

Η συγκομιδή λίγο νωρίτερα, στην κατάσταση του φυσιολογικά ώριμου καρπού, εξασφαλίζει μεγαλύτερη διάρκεια του ενεργού χρόνου αγοράς, αλλά αυτό επιτυγχάνεται σε βάρος της ποιότητας κατανάλωσης που τελικά δεν φθάνει σε άριστο επίπεδο. Στην κατάσταση αυτή επιδιώκουν οι εξαγωγείς να συγκομίζουν το προϊόν εξασφαλίζοντας έτσι μεγάλη διάρκεια εμπορίας και κατανάλωσης.

Συγκομιδή πολύ νωρίς, όταν δεν έχει συμπληρωθεί η φυσιολογική ωριμότητα, έχει ως αποτέλεσμα οι καρποί να μη φθάνουν ποτέ το στάδιο της αποδεκτής ποιότητας για κατανάλωση (ΠΚ) και επομένως είναι απαράδεκτοι για εμπορία αφού δεν μπορούν να καταναλωθούν.

Και στα είδη κλιμακτηρικών καρπών η εφαρμογή των καταλλήλων μεταχειρίσεων (συντήρηση με κοινή ψύξη, συντήρηση με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα) είναι δυνατόν να συντελεί στη διατήρηση της ποιότητας (ΠΑ, ΠΚ) και να παρατείνει τον ενεργό χρόνο αγοράς και κατανάλωσης.

Οι διαφορές των μεταβολών ποιότητας αγοράς (ΠΑ) και ποιότητας κατανάλωσης (ΠΚ) εξηγούν γιατί για ορισμένα ελληνικά προϊόντα (π.χ. βερίκοκα, ροδάκινα) που εξάγονται στη Γερμανία, οι καταναλωτές διαμαρτύρονται ότι ποτέ δεν αποκτούν την άριστη ποιότητα (έλλειψη αρώματος και γεύσης) έστω κι αν διακινούνται με το ελάχιστο όριο της ποιότητας αγοράς (ΠΑ). Για το λόγο αυτό οποιαδήποτε μετασυλλεκτική μεταχείριση στο σύστημα διακίνησης των ειδών αυτών πρέπει να αξιολογείται, πέραν από την επίδραση που έχει στην επιμήκυνση του ενεργού χρόνου εμπορίας, και με την επίδραση που έχει στην ποιότητα κατανάλωσης (Σφακιωτάκης, 1995).

Κατά την ωρίμανση, ένα φρούτο ή λαχανικό περνά μέσα από μία σειρά αλλαγών στο χρώμα, στην υφή, στο άρωμα και στη χημική σύνθεση. Η απόκτηση της μέγιστης θρεπτικής ποιότητας ενός φρούτου απαιτεί την ύπαρξη τέτοιων χημικών μεταβολών. Παρόλα αυτά, αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο εάν τα φρούτα συλλεχθούν στο κατάλληλο στάδιο ωριμότητας. Ειδάλλως ανώριμα φρούτα δεν θα έχουν την απαιτούμενη ποιότητα ακόμη και όταν οι επιθυμητές αλλαγές της ωρίμανσης έχουν ολοκληρωθεί. Οι μεταβολές στο χρώμα στα φρούτα και στα λαχανικά μπορεί να οφείλονται σε αναβολικές, καταβολικές ή συνδυασμό των δύο παραπάνω διεργασίες. Το μαλάκωμα των φρούτων οφείλεται είτε στην υδρόλυση των αδιάλυτων πρωτοπηκτινών σε διαλυτές πηκτίνες, είτε στην υδρόλυση του αμύλου (όπως στο κολοκύθι) ή των λιπιδίων (όπως στο αβοκάντο). Η σύνθεση της λιγνίνης σε μερικά φρούτα και λαχανικά μπορεί επίσης να επηρεάζει την υφή. Το άρωμα είναι η δύσκολα προσδιορίσιμη και περίπλοκη αίσθηση που συνδυάζει τη γεύση (γλυκό, ξινό, πικρό, αλμυρό), την όσφρηση (πτητικές ουσίες) και την αίσθηση (μαλάκωμα, τραγανότητα). Στα φρούτα και λαχανικά, η ωρίμανση φέρνει μία αύξηση στα απλά σάκχαρα, μείωση στα οργανικά οξέα και τα φαινολικά με ελαχιστοποίηση της οξύτητας και της πηκτικότητας, και μία αύξηση στην παραγωγή πτητικών ουσιών για την παραγωγή του χαρακτηριστικού αρώματος. Παρόμοια, καθώς η διεργασία της ωρίμανσης προχωρά πέρα από της κλιμακτηρική άνοδο, λαμβάνει χώρα ο καταβολισμός των βιταμινών, των πρωτεϊνών, των λιπιδίων και των υδατανθράκων (Jager *et al.*, 1999).

3.2 Συντήρηση οπωροκηπευτικών

3.2.1 Γιατί συντηρούνται τα οπωροκηπευτικά προϊόντα;

Η τέχνη της συντήρησης των φρούτων και λαχανικών δεν είναι τόσο νέα όσο θα μπορούσε κανείς να πιστέψει. Ο άνθρωπος στις πρώτες οργανωμένες κοινωνίες, μετά την υποτυπώδη ανάπτυξη της γεωργίας, είχε βρει τρόπους συντήρησης των τροφίμων για να εξασφαλίσει τη διατροφή του. Τα πρώτα μέσα συντήρησης, που χρησιμοποιήθηκαν την εποχή εκείνη, ήταν ο πάγος και η σχετικά σταθερή θερμοκρασία σε υπόγειες κατασκευές. Ορισμένες από τις τεχνικές που αναπτύχθηκαν στα προϊστορικά χρόνια χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα. Η τέχνη όμως της συντήρησης αναπτύχθηκε σε βιομηχανικό επίπεδο μετά το $18^{ο}$ αιώνα και τελειοποιήθηκε το $19^{ο}$. Σήμερα η συντήρηση των πιο ευπαθών νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων έχει αναπτυχθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό, ώστε αρκετά από τα προϊόντα αυτά να διατίθενται όλες τις εποχές του έτους.

Τα οπωροκηπευτικά προϊόντα που είναι ζωντανοί ιστοί, τα χαρακτηρίζει έντονη εποχικότητα και μεγάλη φθαρτότητα. Για το λόγο αυτό η διάθεσή τους είναι περιορισμένη και καλύπτει μόνο κοντινές αγορές και για περιορισμένο χρονικό διάστημα. Μετά τη συγκομιδή τους, όταν διατηρούνται σε κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος, παρουσιάζουν σοβαρές απώλειες που οφείλονται : α) σε φυσιολογική φθορά από καταβολικές αντιδράσεις λόγω αναπνοής, διαπνοής, β) σε ωρίμανση των καρπών και γηρασμό των ιστών, γ) σε προσβολές από παθογόνους μικροοργανισμούς και δ) για ορισμένη κατηγορία προϊόντων (βολβώδη, κονδυλώδη, ριζώδη λαχανικά) σε βλαστική δραστηριότητα (σχηματισμός ριζών, βλάστηση) ή ακόμα σε φυσιολογικές ασθένειες (επιφανειακό έγκαυμα μήλων, πρασίνισμα πατάτας κ.λ.π.).

Με τη συντήρηση επιδιώκουμε να παρατείνουμε την εμπορική ζωή των συγκομισθέντων σε υψηλή ποιότητα προϊόντων με σκοπό τη διάθεσή τους σε απομακρυσμένες αγορές και σε άλλες εποχές εκτός από την εποχή συγκομιδής. Η συντήρηση αυτή καθεαυτή χρησιμοποιείται για ομαλή τροφοδοσία της αγοράς, ώστε να εξομαλύνονται οι αιχμές που δημιουργεί η εποχιακή συγκομιδή. Για ορισμένα προϊόντα (π.χ. μήλα, ακτινίδια), που προσφέρονται για μακρά συντήρηση, η τροφοδοσία της αγοράς είναι εξασφαλισμένη σχεδόν όλες τις εποχές του έτους. Με τη συντήρηση επίσης επιμηκύνεται ο χρόνος επεξεργασίας, όταν τα προϊόντα προορίζονται για μεταποίηση.

Εφαρμόζοντας διάφορους τρόπους συντήρησης πετυχαίνουμε να παρατείνουμε την εμπορική ζωή με τα ακόλουθα :

- επιβραδύνουμε και περιορίζουμε την αναπνοή στο ελάχιστο,
- καθυστερούμε την ωρίμανση των καρπών,
- περιορίζουμε τη διαπνοή και έχουμε μειωμένες απώλειες βάρους,
- αποφεύγουμε την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών και
- για ορισμένα προϊόντα (κονδυλώδη, βολβώδη, ριζώδη λαχανικά) ελέγχουμε τις ανεπιθύμητες φυσιολογικές λειτουργίες, όπως το φύτρωμα, τη βλάστηση ή το σχηματισμό ανεπιθύμητων χρωστικών ουσιών (σπαράγγια) και σολανίνης (πατάτες).

3.2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη συντηρησιμότητα των νωπών οπωροκηπευτικών

Τους μετασυλλεκτικούς παράγοντες ελέγχουμε συγκομίζοντας το προϊόν στο κατάλληλο στάδιο, εφαρμόζοντας τους κανόνες φυτοϋγείας, αλλά κυρίως εφαρμόζοντας διάφορα συστήματα συντήρησης και μεταφοράς με ψύξη των οπωροκηπευτικών.

Προσυλλεκτικοί παράγοντες. Προσυλλεκτικοί παράγοντες, όπως το γενετικό υλικό (ποικιλίες, υποκείμενα), το κλίμα (ηλιοφάνεια, υγρασία κ.λ.π.), ποικίλες καλλιεργητικές φροντίδες (κλάδεμα, άρδευση, λίπανση κ.λ.π.) και προσβολές από παθογόνους μικροοργανισμούς επηρεάζουν την ποιότητα και τη συντηρησιμότητα πολλών οπωροκηπευτικών.

Συγκομιδή. Το στάδιο συλλεκτικής ωριμότητας και οι χειρισμοί κατά τη συγκομιδή έχουν μεγάλη επίδραση στη συντήρηση. Η συγκομιδή στο κατάλληλο στάδιο ωριμότητας και η προσεκτική συγκομιδή, χωρίς να τραυματίζεται το προϊόν, αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για μακρά συντηρησιμότητα.

Πρόψυξη. Η αφαίρεση της θερμότητας αγρού με την πρόψυξη είναι απαραίτητη ενέργεια για την εφαρμογή οποιασδήποτε μεθόδου συντήρησης. Καθυστερημένη πρόψυξη προδιαθέτει το προϊόν για περιορισμένη συντήρηση.

Φυτοϋγεία. Η κατάσταση φυτοϋγείας τόσο του προϊόντος όσο και η καθαριότητα των χώρων συντήρησης επηρεάζει τη συντηρησιμότητα. Ψεκασμοί των χώρων συντήρησης πριν από το γέμισμα των θαλάμων με το κατάλληλο διάλυμα (Lysol 5%,

φορμόλη 2%) ή επικάλυψη των τοιχωμάτων των θαλάμων με μυκητοστατική βαφή περιορίζει πολύ την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών.

Μετασυλλεκτικές συνθήκες περιβάλλοντος. Μεγάλη επίδραση στη συντήρηση έχουν οι συνθήκες του περιβάλλοντος όπου διατηρούνται τα οπωροκηπευτικά προϊόντα και κυρίως ο έλεγχος της θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και της σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα σε οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα και αιθυλένιο. Τη σπουδαιότερη επίδραση έχει ο έλεγχος της θερμοκρασίας αλλά και το αιθυλένιο αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα απώλειας ποιότητας.

3.2.3 Μέθοδοι συντήρησης

Αν και ο όρος «συντήρηση» για πολλούς ανθρώπους υπονοεί κτίρια με ψυκτικές εγκαταστάσεις, με την ευρεία έννοια ο όρος «συντήρηση» περιλαμβάνει και άλλες εγκαταστάσεις (π.χ. αποθήκες, υπόγειες κατασκευές) που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα για διατήρηση ορισμένων νωπών προϊόντων σε ορεινές περιοχές.

3.2.3.1 Συντήρηση με φυσικές συνθήκες

Συντήρηση στον αγρό. Τα περισσότερα φθαρτά προϊόντα είναι στο άριστο στάδιο ωριμότητας (για συγκομιδή ή κατανάλωση) για σύντομο χρονικό διάστημα μόνο και η συγκομιδή τους πρέπει να ολοκληρωθεί στο διάστημα αυτό. Υπάρχουν όμως και προϊόντα των οποίων η ωριμότητα ολοκληρώνεται σε μεγάλο χρονικό διάστημα και η συγκομιδή μπορεί να παραταθεί εβδομάδες ή ακόμα και μήνες. Τα προϊόντα αυτά μπορούν να αφεθούν για συντήρηση στο δέντρο ή στο έδαφος για μεγάλο χρονικό διάστημα. Παράδειγμα αποτελούν οι πατάτες και άλλα κονδυλώδη και οι καρποί των εσπεριδοειδών και του αβοκάντο που μπορούν να αφεθούν στο χωράφι για συντήρηση μέχρι τη διάθεσή τους στην αγορά.

Το είδος αυτό της συντήρησης έχει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί κεφάλαιο για επένδυση σε μηχανήματα και εγκαταστάσεις. Καθυστερεί επίσης την έκθεση του προϊόντος σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης (stress) από τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς και έτσι αποφεύγονται οι απώλειες από διαπνοή καθώς και οι προσβολές από παθογόνα. Η συντήρηση όμως στον αγρό έχει και σοβαρά μειονεκτήματα και κυρίως ότι το προϊόν είναι εκτεθειμένο σε περιβαλλοντικούς κινδύνους (παγετός, χαλάζι, χαμηλές θερμοκρασίες, ηλιοκάματα), έντομα και ασθένειες. Σε ορισμένα είδη

(π.χ. ελιά) η καθυστέρηση της συγκομιδής συνεπάγεται μειωμένη ανθοφορία για την επόμενη χρονιά, αφού οι καρποί παρεμποδίζουν τη διαμόρφωση των ανθοφόρων οφθαλμών της επόμενης χρονιάς.

Συντήρηση σε χαντάκια. Μια από τις πολλές μεθόδους συντήρησης των φρούτων και λαχανικών είναι με τη χρησιμοποίηση σωρών ή σε χαντάκια που καλύπτονται με χώμα. Η μέθοδος είναι απλή και συνίσταται στην τοποθέτηση του προϊόντος σε χαντάκια σχηματίζοντας σωρούς οι οποίοι καλύπτονται στη συνέχεια με άχυρο και χώμα. Το άχυρο δρα ως μονωτικό και το χώμα εξασφαλίζει στεγανότητα για να μην είναι εκτεθειμένο το προϊόν στις βροχές. Η μέθοδος χρησιμοποιείται με καλά αποτελέσματα για συντήρηση πατάτας, καρότων, λάχανου και παντζαριών και είναι διαδεδομένη στις ορεινές περιοχές της χώρας μας για συντήρηση κυρίως πατάτας.

Συντήρηση σε υπόγειες ή ημιυπόγειες αποθήκες. Βελτίωση της συντήρησης μέσα στο έδαφος αποτελούν και οι υπόγειες κατασκευές ή αποθήκες που κατασκευάζονται σε πλαγιές λόφων, σε υπερυψωμένο έδαφος ή η συντήρηση σε σπήλαια ή κελάρια. Τέτοιες υπόγειες αποθήκες διατηρούν ικανοποιητικές συνθήκες για μακρά συντήρηση αν κατασκευάζονται σε περιοχές με το κατάλληλο κλίμα (ψυχρές περιοχές) που εξασφαλίζουν χαμηλές θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια συντήρησης.

Διαδεδομένες είναι και κατασκευές για συντήρηση με μερική κάλυψη (ημιυπόγειες αποθήκες). Σε αυτές συσσωρεύεται χώμα στο μισό περίπου του ύψους των τοίχων.

Συντήρηση με νυχτερινό εξαερισμό. Σε εύκρατα κλίματα όπου η θερμοκρασία της νύχτας είναι αισθητά χαμηλότερη από τη μέση θερμοκρασία της ημέρας, είναι δυνατόν να γίνει συντήρηση εκμεταλλευόμενοι τις νυχτερινές θερμοκρασίες. Η μέθοδος είναι γνωστή ως «συντήρηση με νυχτερινό εξαερισμό». Το προϊόν τοποθετείται σε αποθήκες που διαθέτουν μονωμένα τοιχώματα και ισχυρό σύστημα εξαερισμού, το οποίο κατά τις νυχτερινές ώρες εισάγει κρύο αέρα και τον κατανέμει ομοιόμορφα σε όλο το χώρο της αποθήκης.

Η συντήρηση αυτή έχει το πλεονέκτημα του χαμηλού κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας. Η μείωση της θερμοκρασίας κατά τις νυχτερινές ώρες, μετά την συγκομιδή των προϊόντων το φθινόπωρο, στις εύκρατες χώρες μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ευχέρεια για την εξασφάλιση ευνοϊκών συνθηκών για αποθήκευση ορισμένων προϊόντων (μήλα, ρόδια). Αυτό επιτυγχάνεται με αυτόματο εξαερισμό των χώρων αποθήκευσης όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλή και

εσωτερική κυκλοφορία του αέρα όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλή. Οι υπέργειες κατασκευές πλεονεκτούν σε σύγκριση με τις υπόγειες γιατί στις πρώτες επιτυγχάνεται εύκολα η ρύθμιση της θερμοκρασίας με εξαερισμό και επιπλέον παρουσιάζουν το πλεονέκτημα της εύκολης προσέγγισης των μεταφορικών μέσων. Η ψύξη με νυχτερινό εξαερισμό χρησιμοποιείται για αποθήκευση πατάτας και κρεμμυδιών.

Συντήρηση με φυσικό πάγο. Η μέθοδος με φυσικό πάγο χρησιμοποιήθηκε για ψύξη οπωροκηπευτικών πριν εφαρμοσθεί η μηχανική ψύξη στη συντήρηση. Ο πάγος σε περιοχές όπου υπάρχει σε αφθονία κατά τους χειμερινούς μήνες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για τις τοπικές ανάγκες της περιοχής. Η μεταφορά όμως του πάγου σε μακρινές αποστάσεις παρουσιάζει υψηλό κόστος και δεν συμφέρει για εμπορική εφαρμογή. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να εξετασθεί αν συμφέρει να μεταφερθούν τα προϊόντα για αποθήκευση σε τέτοιες ορεινές περιοχές όπου ο φυσικός πάγος διαρκεί για πολλούς μήνες. Αυτό είναι ιδιαίτερα εύκολο όταν η ορεινή περιοχή με το φυσικό πάγο βρίσκεται σε τοποθεσία μεταξύ του τόπου παραγωγής και του τόπου κατανάλωσης και έχει εύκολη πρόσβαση (σχετικά δύσκολο για τις ελληνικές συνθήκες).

3.2.3.2 Συντήρηση με μηχανική ψύξη

Η συντήρηση οπωροκηπευτικών προϊόντων σε κοινά ψυγεία βοήθησε στην παράταση της διάθεσής τους για πολλούς μήνες. Πρώτα με τη χρησιμοποίηση πάγου και ύστερα με τη μηχανική ψύξη δημιουργήθηκαν ψυκτικοί χώροι σε πολλές χώρες του κόσμου με τους οποίους εξασφαλίζεται η διάθεση των νωπών προϊόντων για πολλούς μήνες του έτους. Στην Ελλάδα υπολογίζεται ότι από τα 66 περίπου ψυγεία που διαθέτει η χώρα και καλύπτουν έναν όγκο 1.600.000 m^3, τα περισσότερα χρησιμοποιούνται για την συντήρηση οπωροκηπευτικών (Καραουλάνης, 1976). Η συγκέντρωση ψυκτικών χώρων παρουσιάζεται κοντά σε μεγάλα αστικά κέντρα και στις περιοχές όπου παράγεται ο μεγαλύτερος όγκος νωπών προϊόντων. Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση παρουσιάζουν οι νομοί Ημαθίας (342.000 m^3), Μαγνησίας (100.000 m^3) και Θεσσαλονίκης (96.000 m^3).

3.2.3.2.1 Ρύθμιση των συνθηκών περιβάλλοντος στους χώρους συντήρησης

Η ρύθμιση του περιβάλλοντος στα κοινά ψυγεία αποβλέπει στον έλεγχο των συνθηκών θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και αερισμού.

Ρύθμιση θερμοκρασίας. Η θερμοκρασία επιδιώκεται να διατηρείται στα ψυγεία συντήρησης με μια διακύμανση $\pm 1^{o}C$ από το άριστο επίπεδο που συνιστάται για κάθε προϊόν (Πίν. 1). Όταν η συντήρηση γίνεται πολύ κοντά στο σημείο πήξεως χρειάζεται στενότερο εύρος διακύμανσης. Θερμοκρασία κάτω από το κρίσιμο όριο μπορεί να προκαλέσει πάγωμα ή ζημιές από χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ θερμοκρασίες πάνω από το κρίσιμο όριο έχουν ως αποτέλεσμα να συντομεύουν τη διάρκεια συντήρησης στα ψυγεία. Η μεγάλη διακύμανση της θερμοκρασίας προκαλεί απόθεση σταγονιδίων και εφίδρωση στην επιφάνεια του προϊόντος ή και μεγάλες απώλειες υγρασίας.

Η διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας μέσα στα στενά επιθυμητά όρια είναι το αποτέλεσμα καλού σχεδιασμού του συστήματος ψύξης. Το σύστημα πρέπει να είναι σχεδιασμένο έτσι που να είναι σε θέση να ανταπεξέλθει σε περίοδο αιχμής με μεγάλες ποσότητες καρπών, που απαιτούν μεγάλο ψυκτικό φορτίο. Εάν το σύστημα δεν μπορεί να αποδώσει σε περιόδους αιχμής η θερμοκρασία του αέρα του ψυγείου αυξάνεται και περιορίζεται η διάρκεια συντήρησης του προϊόντος. Το σύστημα ψύξης πρέπει να είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε η θερμοκρασία του αέρα που εξέρχεται από τον εξατμιστήρα να βρίσκεται πολύ κοντά στην επιθυμητή θερμοκρασία συντήρησης. Με αυτό αποφεύγονται οι μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας σε περιόδους έναρξης και διακοπής της ψύξης. Μεγάλη επιφάνεια του εξατμιστήρα σε σχέση με το χώρο ψύξης επιτρέπει άνετα τέτοιους χειρισμούς με μικρή διαφορά θερμοκρασίας εξατμιστήρα και περιβάλλοντος χώρου. Στη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας μεγάλη επίδραση ασκεί και η καλή μόνωση των τοιχωμάτων του ψυγείου καθώς και η καλή κυκλοφορία του αέρα μέσα στο ψυγείο. Το σύστημα κυκλοφορίας πρέπει να εξασφαλίζει κίνηση αέρα με ταχύτητα 0.25 ως 0.35 m/sec γύρω από το κιβώτια συντήρησης (Σφακιωτάκης, 1995). Αυτό επιτυγχάνεται με ισχυρό ψυκτικό μηχάνημα που διασφαλίζει τουλάχιστον 7.5 εναλλαγές αέρα ανά ώρα (με βάση τη χωρητικότητα του κενού ψυγείου). Κατά το γέμισμα του ψυγείου επιδιώκεται η στοίβαξη των παλετών να γίνεται έτσι ώστε ο ψυχρός αέρας να έρχεται σε επαφή τουλάχιστο με τη μια πλευρά κάθε κιβωτίου συντήρησης.

Πίνακας 1. Συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας που συνιστώνται για συντήρηση φρούτων και λαχανικών.

Είδος	Θερμο-κρασία (°C)	Σχετική υγρασία (%)	Διάρκεια συντήρη-σης	Κρίσιμη θερμοκρασία παγώματος (°C)	Περιεκτι - κότητα σε νερό (%)	Ειδική θερμότητα (Btu/lb.°F)
Αβοκάντο	4,4-13	85-90	2-8 εβδ.	-0,3	31,5	0,81
Ακτινίδια	-0,5-0	90-95	3-5 μήν.	-1,6	82	0,86
Αχλάδια	-1,5-0,5	90-95	2-7 μήν.	-1,5	83,2	0,87
Βερίκοκα	-0,5-0	90-95	1-3 εβδ.	-0,3	76	0,88
Βύσσινα	0	90-95	3-7 ημέρ.	-1,7	83,7	0,87
Grapefruit	14-15,5	85-90	6-8 εβδ.	-1	87,5	0,90
Δαμάσκηνα	-0,5-0	90-95	2-5 εβδ.	-0,8	86,6	0,89
Ελιές	5-10	85-90	4-6 εβδ.	-1,4	80	0,84
Κεράσια	-1-0,5	90-95	2-3 εβδ.	-1,8	80,4	0,84
Κυδώνια	-0,5-0	90	2-3 μήν.	-2	83,8	0,87
Λεμόνια	14,3-15,6	85-90	1-6 μήν.	-1,4	87,4	0,90
Μανταρίνια	4	90-95	2-4 εβδ.	-1	87,3	0,90
Μήλα	-1-4	90-95	1-12 μήν.	-1,5	84,1	0,87
Μπανάνες	13-14	90-95	-	-0,7	75,7	0,81
Πορτοκάλια	3-9	85-90	3-8 εβδ.	-1,2	85,5	0,88
Ροδάκινα	-0,5-0	90-95	2-4 εβδ.	-0,9	98,1	0,91
Σταφύλια	-1-0,5	90-95	1-6 μήν.	-2,1	81,6	0,85
Σύκα	-0,5-0	85-90	7-10 ημέρ.	-2,4	78	0,82
Φράουλες	0	95	1-2 εβδ.	-0,8	-	-

Πηγή : Hardenburg *et al*, 1990

Μεγάλη σημασία στη διατήρηση ομοιόμορφης σταθερής θερμοκρασίας παίζει και η εγκατάσταση θερμοστατών με ικανοποιητική ακρίβεια ± 0,2 °C, οι οποίοι τοποθετούνται σε αντιπροσωπευτικές θέσεις στο ύψος ανθρώπου (1,5 m από το πάτωμα) για εύκολο έλεγχο και ρύθμιση της επιθυμητής θερμοκρασίας. Αποφεύγεται η τοποθέτηση των θερμοστατών κοντά σε πηγές θερμότητας ή κοντά στις πόρτες, για

να μην δέχονται την επίδραση των ρευμάτων αέρα από τον εξωτερικό χώρο. Αποφεύγεται επίσης η τοποθέτηση του θερμοστάτη σε θέσεις με ψυχρά ρεύματα, όπως κοντά και κάτω από τον εξατμιστήρα, για να μην γίνεται εσφαλμένα κακή ρύθμιση της θερμοκρασίας. Ένα καλό θερμόμετρο τοποθετείται κοντά στο θερμοστάτη και γίνεται περιοδικά έλεγχος της ακρίβειας των ενδείξεων του.

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας επιτυγχάνεται σε ψυγεία με καλά μονωμένα τοιχώματα, με επαρκή ψυκτική ικανότητα, που να επαρκεί όταν ο θάλαμος βρίσκεται σε πληρότητα. Η ρύθμιση γίνεται με θερμοστάτη χώρου που να ελέγχει τη βαλβίδα εκτονώσεως και με πρεσσοστάτη στο ψυκτικό μηχάνημα, που να ρυθμίζει την πίεση του ψυκτικού υγρού στους δύο χώρους υψηλής και χαμηλής πιέσεως.

Ρύθμιση σχετικής υγρασίας. Η διατήρηση υψηλής σχετικής υγρασίας (90-98%) για ευπαθή προϊόντα επιτυγχάνεται στα ψυγεία με ψυχρό μανδύα (Jacketed rooms). Στα ψυγεία αυτά ο ψυχρός αέρας που αφαιρεί τη θερμότητα αναπνοής κυκλοφορεί γύρω από το μανδύα που περιβάλλει το προϊόν εσωτερικά του δωματίου. Με τη μέθοδο αυτή αυξάνεται η επιφάνεια ψύξεως, ενώ η διαφορά θερμοκρασίας τοιχωμάτων και αέρα μειώνεται και πρακτικώς αποφεύγεται η απόθεση υγρασίας. Οι κατασκευές όμως αυτές παρουσιάζουν υψηλό κατασκευαστικό κόστος και είναι κατάλληλες για προψυγμένα προϊόντα ή προϊόντα που δεν απαιτούν ταχεία πρόψυξη.

Κατά τη συντήρηση, για τα περισσότερα οπωροκηπευτικά προϊόντα, επιδιώκεται η σχετική υγρασία να διατηρείται στο εύρος από 90 ως 95% (Πίν. 1). Σχετική υγρασία κάτω από 90% συντελεί σε απώλειες υγρασίας, ενώ σχετική υγρασία πάνω από 95% ή κοντά στο σημείο κόρου 100% συντελεί σε ανάπτυξη μικροοργανισμών. Για ευαίσθητα στην απώλεια υγρασίας προϊόντα τα ψυκτικά μηχανήματα πρέπει να είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να επιτρέπουν την ανάπτυξη υψηλής σχετικής υγρασίας στο χώρο του ψυγείου. Συνήθως στα κοινά ψυγεία ο εξατμιστήρας λειτουργεί έτσι ώστε να παρουσιάζει 6 ^{o}C χαμηλότερη θερμοκρασία από την επιθυμητή θερμοκρασία. Η διαφορά αυτή (Δt) δημιουργεί μεγάλη απόθεση υγρασίας στην επιφάνεια του εξατμιστήρα και έχει ως επίδραση τη μείωση της σχετικής υγρασίας στο 70% ως 80% στο χώρο συντήρησης και σταδιακή απώλεια νερού από τα συντηρούμενα προϊόντα. Μεγαλύτερη επιφάνεια εξατμιστήρα επιτρέπει την απόδοση του ίδιου ψυκτικού φορτίου με μικρότερη διαφορά Δt θερμοκρασίας και κατά συνέπεια δημιουργεί μικρότερη απόθεση υγρασίας και μεγαλύτερη σχετική υγρασία στο χώρο του ψυγείου. Ο εξατμιστήρας πρέπει να έχει αρκετά μεγάλη

επιφάνεια που να δημιουργεί διαφορά θερμοκρασίας Δt όχι μεγαλύτερη από 3 ^{o}C από την επιθυμητή θερμοκρασία.

Ρύθμιση της σχετικής υγρασίας επιτυγχάνεται με την εξάτμιση νερού από το προϊόν ή από ειδικούς υγραντήρες που μειώνουν το έλλειμμα τάσεως υδρατμών. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται υγραντήρες με ψεκασμό ομίχλης ή ατμού για εμπλουτισμό με υγρασία του χώρου του ψυγείου. Όμως η αποδοτικότητα των συστημάτων αυτών είναι περιορισμένη αν ο εξατμιστήρας λειτουργεί με μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας Δt.

Σύσταση ατμοσφαιρικού αέρα. Η σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα στα συστήματα συντήρησης με κοινή ψύξη παραμένει κοντά στις συνήθεις συνθήκες (21% O_2, 78% N_2). Στους κλειστούς όμως χώρους των ψυγείων, αν οι πόρτες παρουσιάζουν στεγανότητα, το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από την αναπνοή των καρπών είναι δυνατόν να συσσωρεύεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις οπότε το οξυγόνο μειώνεται κάτω από τη συνηθισμένη συγκέντρωση (21%), η ατμόσφαιρα τροποποιείται αισθητά και είναι δυνατό να έχει επίδραση στη συντηρησιμότητα των προϊόντων. Μπορεί επίσης το χαμηλό οξυγόνο ή υψηλό διοξείδιο του άνθρακα να δημιουργεί σοβαρό πρόβλημα υγείας και να εκθέτει σε κίνδυνο τη ζωή των ατόμων που διακινούνται στο χώρο των ψυγείων. Το αιθυλένιο επίσης που παράγεται κατά την ωρίμανση και το γηρασμό των φυτικών ιστών ή και από παρόντες μικροοργανισμούς δημιουργεί πρόβλημα στη συντηρησιμότητα των περισσότερων προιόντων.

Αερισμός. Η σημασία του αερισμού στα κοινά ψυγεία είναι μεγάλη. Ο αερισμός που επιτυγχάνεται με ειδικούς ανεμιστήρες εξασφαλίζει κίνηση του αέρα εντός του ψυγείου με τέτοιες ταχύτητες ώστε να επαρκεί για την αφαίρεση της θερμότητας αναπνοής. Για ορισμένα προϊόντα χρησιμοποιείται εξαερισμός για την ανανέωση του αέρα του ψυγείου με ορισμένες εναλλαγές το 24ωρο, ώστε να απομακρύνονται τα αέρια εκείνα προϊόντα (αιθυλένιο, ακεταλδεϋδη κ.λ.π.) που έχουν επίδραση στο μεταβολισμό του καρπού. Η εισαγωγή όμως αέρα από τον περιβάλλοντα χώρο του ψυγείου μπορεί να δημιουργεί προβλήματα στη διατήρηση σταθερών συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας. Συνήθως ο εξαερισμός γίνεται τις νυχτερινές ώρες, περίοδος που η μειωμένη θερμοκρασία συνοδεύεται από υψηλή σχετική υγρασία.

3.2.3.3 Τροποποιημένη ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα στη συντήρηση και μεταφορά

3.2.3.3.1 Γενικά

Πρώτοι οι ερευνητές Kidd και West (1930) στην Αγγλία έθεσαν τις βάσεις για την εφαρμογή αερίων (CO_2 και O_2) σε στεγανούς χώρους για την συντήρηση μήλων και αχλαδιών. Στη συνέχεια δοκιμάστηκε η ελεγχόμενη ατμόσφαιρα από πολλά ερευνητικά εργαστήρια του κόσμου στη συντήρηση των φρούτων, λαχανικών και ανθέων. Η μέθοδος άρχισε να εφαρμόζεται σε εμπορική κλίμακα στη συντήρηση μήλων και αχλαδιών. Στις πρώτες εγκαταστάσεις, οι καρποί που είχαν τοποθετηθεί σε ψυγεία με αεροστεγή τοιχώματα, άρχιζαν με την αναπνοή να παράγουν CO_2, ενώ αντίστοιχα μειωνόταν η συγκέντρωση του O_2. Το CO_2 συσσωρευόταν σε επιθυμητά επίπεδα, ενώ την περίσσεια την αφαιρούσαν κάνοντας εξαερισμό με τον εξωτερικό αέρα. Σε τέτοιες εγκαταστάσεις η συγκέντρωση του CO_2 έφθανε σε 5 ως 10% και του O_2 σε 16 ως 11%. Με την έρευνα όμως που ακολούθησε βρέθηκε ότι τα αποτελέσματα ήταν καλύτερα όταν στα ψυγεία αυτά η συγκέντρωση του οξυγόνου έφθανε στο επίπεδο 2-3%, ενώ για ορισμένα είδη καρπών βρέθηκε ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις CO_2 πάνω από 3% προξενούν φυσιολογικές ασθένειες. Έτσι συγκεντρώσεις 2-3% O_2 και 2-3% CO_2 βρέθηκε ότι ήταν κατάλληλες για συντήρηση των περισσοτέρων ποικιλιών μήλων και αχλαδιών. Τελευταία επεκτάθηκε η συντήρηση ULO (Ultra Low O_2) και οι συνθήκες διατηρούνται κοντά στο 1% O_2 και 1% CO_2.

Τα τελευταία χρόνια οι μέθοδοι της ελεγχόμενης και τροποποιημένης ατμόσφαιρας βελτιώθηκαν με την εφαρμογή σύγχρονης τεχνολογίας αυτομάτων συστημάτων παραγωγής και ελέγχου των αερίων που ενδιαφέρουν τη συντήρηση (CO_2, O_2, N_2, CO, C_2H_4) και η χρήση του έχει επεκταθεί στη συντήρηση και μεταφορά πολλών ειδών φρούτων και λαχανικών. Η εισαγωγή (ή η αφαίρεση) αερίων στο χώρο όπου συντηρούνται οι καρποί έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ατμόσφαιρας που διαφέρει από την κανονική σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα (78,08% N_2, 20,95% O_2, 0,03% CO_2). Έτσι η σύσταση του αέρα ως προς το CO_2, O_2, CO, C_2H_4 και N_2 είναι δυνατόν να ρυθμίζεται για να επιτυγχάνονται ορισμένοι συνδυασμοί. Επίσης είναι δυνατό με τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης να μεταβάλλεται η μερική πίεση των αερίων που επηρεάζουν το μεταβολισμό των καρπών.

Οι όροι «Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα» (ΤΑ) και «Ελεγχόμενη ή Ρυθμιζόμενη Ατμόσφαιρα» (ΕΑ) χρησιμοποιούνται για συντήρηση σε περιβάλλον με μειωμένη συγκέντρωση O_2 και αυξημένη συγκέντρωση CO_2. Η πρώτη (ΤΑ) διαφέρει από τη δεύτερη (ΕΑ) στο ότι κάτω από συνθήκες ελεγχόμενης ατμόσφαιρας υπάρχει συνεχής ρύθμιση με διάφορα μέσα και η σύσταση της ατμόσφαιρας σε CO_2 και O_2 παραμένει σταθερή σε ορισμένα επίπεδα, ενώ κάτω από συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας μειώνεται η συγκέντρωση του αέρα σε O_2 και αυξάνεται σε CO_2 αλλά η τελική σύσταση δεν παραμένει σταθερή και εξαρτάται από την αναπνευστική δραστηριότητα των καρπών και από τη διάχυση των αερίων δια μέσου των φυσικών φραγμάτων που περιβάλλουν τους καρπούς. Οι παραπάνω όροι δεν χρησιμοποιούνται όταν τροποποιείται ή ρυθμίζεται η σύσταση του αέρα ως προς ένα μόνο αέριο (O_2, C_2H_4, CO_2) και στην περίπτωση αυτή είναι ανάγκη να αναφέρεται το αέριο στη μέθοδο συντήρησης του προϊόντος.

Η τροποποιημένη ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά με την εφαρμογή ψύχους και είναι φανερό ότι σε καμιά περίπτωση δεν μπορεί να αντικαταστήσει τους χειρισμούς του ελέγχου της θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στη διατήρηση της ποιότητας και παράταση της ζωής κατά τη συντήρηση και μεταφορά των νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων.

3.2.3.3.2 Δημιουργία συνθηκών ελεγχόμενης ή τροποποιημένης ατμόσφαιρας

Για τη δημιουργία συνθηκών ελεγχόμενης ή τροποποιημένης ατμόσφαιρας χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι μέθοδοι : α) τροποποίηση της ατμόσφαιρας από την αναπνευστική δραστηριότητα του ίδιου του προϊόντος, β) χρησιμοποίηση συστημάτων εμπλουτισμού της ατμόσφαιρας με άζωτο, γ) αφαίρεση ή προσθήκη οξυγόνου, δ) αφαίρεση ή προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα, ε) αφαίρεση ή προσθήκη αιθυλενίου και στ) με χαμηλή πίεση και εξαερισμό. Η πρώτη μέθοδος μπορεί να χαρακτηριστεί ως παθητική ρύθμιση και εφαρμόζεται τόσο κατά τη συντήρηση όσο και κατά τη συσκευασία με ημιπερατές μεμβράνες στην ΤΑ. Οι άλλες μέθοδοι χαρακτηρίζονται ως ενεργητικά συστήματα ελέγχου των συνθηκών ΕΑ/ΤΑ. Οι συνιστώμενες συνθήκες συντήρησης των μήλων με ελεγχόμενη ή τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι : θερμοκρασία 0-5 ^oC, συγκέντρωση σε O_2 1-3%, συγκέντρωση σε CO_2 1-5%. Η συντήρηση των μήλων με ελεγχόμενη ή τροποποιημένη ατμόσφαιρα

έχει άριστη ωφελιμότητα, ενώ το 50% των μήλων συντηρείται με ΕΑ στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης και της Β. Αμερικής (Kader, 1992).

3.3 Το αιθυλένιο και η χρήση και δράση του 1-MCP

Το αιθυλένιο είναι μια ορμόνη σε αέρια μορφή που παράγεται από πολλούς φυτικούς ιστούς σε διάφορες φάσεις της ανάπτυξης των φυτών. Θεωρείται ότι προκαλεί διάφορες αντιδράσεις στα φυτά καθώς είναι η ορμόνη που σχετίζεται σχεδόν πάντα με την καταπόνηση των φυτικών ιστών.

Οι καρποί που πλησιάζουν στην ωριμότητα (για συγκομιδή ή για κατανάλωση) γίνονται είτε παραγωγοί υψηλών ποσοτήτων αιθυλενίου και ευαίσθητοι σε αυτό (κλιμακτηρικοί καρποί) είτε απλά ευαίσθητοι σε αυτό (μη κλιμακτηρικοί καρποί).

Σε ελάχιστες περιπτώσεις το αιθυλένιο είναι χρήσιμο στην ταχύτερη και ομοιόμορφη ωρίμανση των καρπών (μηχανική συγκομιδή ξηρών καρπών, ελιάς και λοιπών μεταποιούμενων καρπών, αποπρασινισμό εσπεριδοειδών, ομοιόμορφη ωρίμανση διάφορων καρπών). Αντίθετα, τις περισσότερες φορές το αιθυλένιο προκαλεί αρνητικές για εμάς αλλαγές στους καρπούς ωθώντας τους στην ωρίμανση και γηρασμό. Γι' αυτό σχεδόν πάντα απαιτείται εφαρμογή μεθόδων μείωσης των αποτελεσμάτων του αιθυλενίου όπως είναι η χαμηλή θερμοκρασία συντήρησης, η ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, η απορρόφηση αιθυλενίου (μείωση συγκέντρωσης του) και η μείωση της παραγωγής ή δράσης του.

Το 1-MCP (1-μεθυλοκυκλοπροπένιο) είναι ένα αέριο υπό φυσιολογικές συνθήκες, το οποίο ενεργεί παρεμποδίζοντας τη δράση του αιθυλενίου. Μια απλή έκθεση των καρπών στο 1-MCP μπορεί σε μικρό χρονικό διάστημα να καταστήσει τον φυτικό ιστό αναίσθητο στο αιθυλένιο (Mir *et al.*, 2001). Η επίδραση που βρέθηκε να έχει το 1-MCP στις διάφορες ποικιλίες μήλων παρουσιάζεται παρακάτω. Στην ποικιλία Empire όλα τα επίπεδα 1-MCP ήταν εξίσου αποτελεσματικά στον έλεγχο της σκληρότητας και συγκεκριμένα οι καρποί που δέχτηκαν 1-MCP ήταν σκληρότεροι κατά 2,5 kg σε σχέση με τους μάρτυρες. Οι καρποί που δέχτηκαν το 1-MCP ήταν γενικά σκληρότεροι κατά 156% σε σχέση με τους μάρτυρες, ενώ η παραγωγή αιθυλενίου μειώθηκε σημαντικά (Rupasinghe *et al.*,2000). Στην ποικιλία Cortland οι καρποί που δέχτηκαν το 1-MCP ήταν γενικά σκληρότεροι κατά 2 kg σε σχέση με τους μάρτυρες. Μετά από 120 ημέρες στους 0-1 ^{o}C και 7 ημέρες στους 20 ^{o}C οι

καρποί που δέχτηκαν 1-MCP εμφάνισαν επιφανειακό έγκαυμα κατά 95% λιγότερο σε σχέση με τους καρπούς τους μάρτυρα (DeEll *et al.*, 2000). Στην ποικιλία Queen Cox και Bramley το 1-MCP είχε μικρή επίδραση στη σκληρότητα και την παραγωγή αιθυλενίου μετά από την αποθήκευση 4 και 6 μηνών αντίστοιχα, ενώ στην ποικιλία Bramley το 1-MCP μείωσε την εμφάνιση σήψεων και το επιφανειακό έγκαυμα σε σχέση με τους μάρτυρες (Dauny and Joyce, 2002). Στις ποικιλίες Golden Delicious, Jonagold, Red Fuji, και Tsugaru το 1-MCP επιβράδυνε την ωρίμανση και γήρανση των φρούτων, μείωσε την απώλεια σκληρότητας των καρπών και διατήρησε υψηλή την οξύτητα τους. Η περιεχόμενη χλωροφύλλη και το άμυλο στα φρούτα διατηρήθηκαν υψηλότερα από τους καρπούς του μάρτυρα. Αντίθετα, το 1-MCP αύξησε την εμφάνιση της πικρής στιγμάτωσης, 'bitter pit', στις ποικιλίες Jonagold και Red Fuji (Sun *et al.*, 2003). Στην ποικιλία Golden Delicious το επιφανειακό έγκαυμα μειώθηκε κατά 90% σε σχέση με το μάρτυρα. Στην ποικιλία McIntosh η κατώτερη συγκέντρωση 1-MCP που απαιτείται για να εμποδίσει την παραγωγή και τη δράση του αιθυλενίου είναι 1 $\mu L.L^{-1}$. Τα συνολικά διαλυτά στερεά συστατικά των μήλων δεν επηρεάστηκαν από την επεξεργασία με το 1-MCP. Το επιφανειακό έγκαυμα, που είναι προϊόν καταβολισμού στο φλοιό, μειώθηκε κατά 30% (Rupasinghe *et al.*, 2000). Στις ποικιλίες Gala και Ginger Gold το 1-MCP εμπόδισε την απώλεια σκληρότητας φρούτων και οξύτητας, όταν οι καρποί αποθηκεύτηκαν στους $0^{o}C$ μέχρι και 6 μήνες. Η παραγωγή αιθυλενίου και η αναπνοή μειώθηκαν σημαντικά, ενώ τα διαλυτά στερεά συστατικά (Δ.Σ.Σ.) των μήλων που δέχτηκαν 1-MCP ήταν περισσότερα από τα Δ.Σ.Σ. του μάρτυρα (Fan *et al.*, 1999). Στις ποικιλίες Granny Smith και Red Chief η παραγωγή αιθυλενίου και το ποσοστό αναπνοής μειώθηκαν, ενώ η οξύτητα και η σκληρότητα των καρπών που δέχτηκαν 1-MCP ήταν υψηλότερη απ' ότι στους μάρτυρες. Τα μήλα που δέχτηκαν 1-MCP δεν ανέπτυξαν επιφανειακό έγκαυμα κατά τη διάρκεια της συντήρησης για 6 μήνες (Fan *et al.*, 1999). Στην ποικιλία Red Chief τα μήλα που δέχτηκαν 1-MCP ήταν σκληρότερα κατά 0,9-1,8 kg από τους μάρτυρες μετά από 200 ημέρες στους 0 ^{o}C (Beaudry, 2001).

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται ότι το 1-MCP μπορεί να διατηρήσει ικανοποιητικά την ποιότητα των καρπών μηλιάς μετά τη συγκομιδή και κατά τη συντήρηση και να παρατείνει τη ζωή του προϊόντος στο ράφι (Sun *et al.*, 2003). Γι' αυτό παρουσιάζει ενδιαφέρον και για την εφαρμογή του στη χώρα μας καθ' όσον σε όλο και περισσότερες χώρες παίρνει έγκριση χρήσης σε μήλα και άλλους καρπούς.

4. Υλικά και μέθοδοι

4.1 Προέλευση και ποικιλίες των καρπών

Μελετήθηκαν τέσσερις ποικιλίες μήλων από τρεις διαφορετικές περιοχές. Οι ποικιλίες αυτές είναι οι : Red Chief από την Καστοριά (Μακεδονία), Starkrimson από την Αγιά (Θεσσαλία), η Starking Delicious από την Ζαγορά (Θεσσαλία) και Granny Smith από την Αγιά (Θεσσαλία). Η συγκομιδή των μήλων της ποικιλίας Red Chief έγινε στις 26/9/2003 και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν με φορτηγό-ψυγείο στο Βόλο για να αποθηκευτούν στα ψυγεία Βογιατζής Α.Ε.. Η ποικιλία Starkrimson συγκομίστηκε στις 28/9/2003, οι καρποί ψύχθηκαν και την επόμενη ημέρα μεταφέρθηκαν με μικρό φορτηγό στα ανωτέρω ψυγεία για συντήρηση. Η συγκομιδή των καρπών της ποικιλίας Starking Delicious έγινε στις 30/9/2003 και την ίδια ημέρα μεταφέρθηκαν με μικρό φορτηγό στα ανωτέρω ψυγεία για συντήρηση. Τέλος, οι καρποί της ποικιλίας Granny Smith συγκομίστηκαν στις 2/11/2003, ψύχθηκαν και την επόμενη ημέρα μεταφέρθηκαν με μικρό ανοιχτό φορτηγό στα ψυγεία για συντήρηση.

4.2 Εφαρμογή του 1-MCP

Η εφαρμογή του 1-MCP για την ποικιλία Red Chief έγινε την 29/9/2003 και ώρα 18:00. Η διαδικασία η οποία ακολουθήθηκε ήταν η εξής : δύο κλούβες των 18 kg με μήλα τα οποία ήταν ήδη σε ψυκτικό θάλαμο για πάνω από 12 ώρες τοποθετήθηκαν σε διπλή σακούλα PE (πάχος PE $\approx$ 160 μm). Σε ένα μπουκαλάκι που περιείχε 0,14 g (για τελική συγκέντρωση 1 g/m^3) σκευάσματος με περιεκτικότητα 0,14 % 1-MCP προστέθηκαν 2 ml νερού 32°C και διαλύθηκε με ελαφρά ανάδευση. Η τελική συγκέντρωση 1-MCP ήταν 625 ppb. Το μπουκαλάκι ανοίχθηκε μέσα στη σακούλα, κρατήθηκε όρθιο σε ένα κουτί και η σακούλα σφραγίστηκε αμέσως ερμητικά ώστε να αποφευχθούν διαρροές. Τέλος, αφέθηκαν εκεί μέχρι το τέλος της μεταχείρισης, δηλαδή έως την 1/10/2003 και ώρα 10:00. Ακριβώς, η ίδια διαδικασία για τις ίδιες ημέρες και ώρες ακολουθήθηκε και για την ποικιλία Starkrimson. Για την ποικιλία Starking Delicious ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία που περιγράφηκε και για την ποικιλία Red Chief αλλά η έναρξη της εφαρμογής έγινε την 1/10/2003 και ώρα 11:00 ενώ το τέλος της ήταν την 3/10/2003 και ώρα 08:00. Τέλος, η εφαρμογή στα Granny

Smith έγινε με την ίδια διαδικασία με τα παραπάνω με την έναρξή της την 4/11/2003 και ώρα 08:00 έως την 6/11/2003 και ώρα 09:00.

4.3 Συντήρηση

Η αποθήκευση και συντήρηση όλων των μήλων έγινε στα βιομηχανικά ψυγεία Βογιατζής Α.Ε., σε κοινό ψυκτικό θάλαμο μαζί με άλλα μήλα που προορίζονταν για εμπορική χρήση. Οι συνθήκες που επικρατούσαν στον ψυκτικό θάλαμο ήταν 0^oC θερμοκρασία και 95 % σχετική υγρασία. Η ποσότητα η οποία αποθηκεύτηκε ήταν 2 κλούβες για κάθε επανάληψη και τρεις επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση. Αξίζει να σημειωθεί ότι σαν επαναλήψεις πάρθηκαν κλούβες με μήλα κατευθείαν από τον παραγωγό χωρίς οποιαδήποτε περαιτέρω διαλογή ή ανάμιξη των καρπών.

4.4 Αρχικές μετρήσεις ποιότητας

Για την ποικιλία Red Chief οι αρχικές μετρήσεις ποιότητας έγιναν την 30/9/2003. Είχαμε 2 μεταχειρίσεις : εφαρμογή ή όχι 1-MCP και 3 επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση. Κάθε επανάληψη είχε 10 καρπούς.

Το χρώμα του φλοιού μετρήθηκε με τον χρωματόμετρο Hunter LAB (Miniscan XE Plus) μετά από σταντάρισμα με άσπρη και μαύρη πλάκα. Πάρθηκαν 4 μετρήσεις γύρω από τον ισημερινό κάθε καρπού και καταγράφηκε ο μέσος όρος αυτών. Από τις παραμέτρους L*, α*, b*, οι α* και b* χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των χρωματικών παραμέτρων C* και h^o (McGuire, 1992). Το L* έχει κλίμακα από το 0-100, όπου L*=0 είναι το μαύρο και L*=100 το άσπρο. Όσο πιο μεγάλο είναι το L* τόσο πιο φωτεινό είναι το χρώμα του καρπού. Τα α* και b* είναι συνισταμένες που τοποθετούν το χρώμα σε ένα νοητό οριζόντιο άξονα κάθετο στο L*. Το άχρωμο ορίζεται από τις συντεταγμένες (0,0) για το α* και το b*, αντίστοιχα. Αν το α* είναι θετικό και όσο πιο μεγάλο είναι, τόσο πιο κόκκινος είναι ο καρπός, αν είναι αρνητικό και όσο πιο μικρό είναι, τόσο πιο μπλε χρώματος είναι ο καρπός. Το μετρήσιμο χρώμα C* δίνεται συναρτήσει των α* και b* από τον τύπο $C^* = (\alpha^{*} + b^{*})^{1/2}$. Γενικά όσο πιο μεγάλο είναι το C* τόσο πιο καθαρό χρώμα (απομακρύνεται από το γκρι) έχει ο καρπός. Το h^o είναι η απόχρωση που δίνεται από το κλάσμα b*/α*. Για $h^o=0^o$ εκφράζει το κόκκινο, $h^o=90^o$ εκφράζει το κίτρινο, $h^o=180^o$ το πράσινο και $h^o=270^o$ το μπλε. Σε συνδυασμό τα C* και h^o δίνουν το ακριβές,

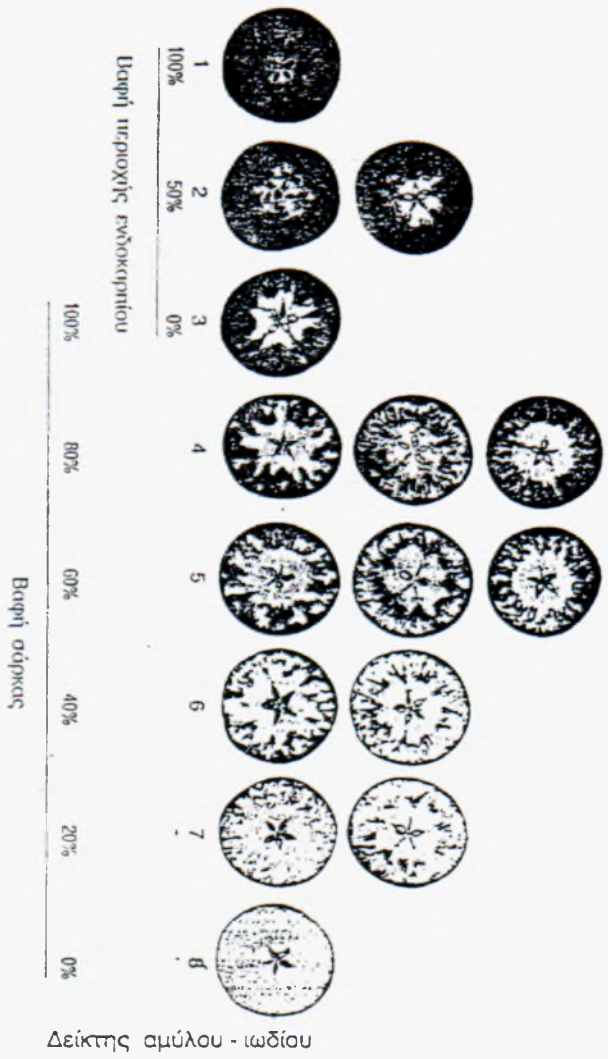
πραγματικό χρώμα ιδιαίτερα για έγχρωμους καρπούς, όπως τα κόκκινα μήλα (McGuire, 1992).

Ο βαθμός σκληρότητας ή το μαλάκωμα της σάρκας μετρήθηκε με πιεσόμετρο τύπου Magness-Taylor που αποτελείται από ένα δυναμόμετρο που φέρει ένα έμβολο σε σχήμα κυλίνδρου με διάμετρο 11 mm. Ο κύλινδρος βυθίζονταν σε μια πλευρά του καρπού, σε σημείο από όπου είχε αφαιρεθεί ο φλοιός, σε ορισμένο βάθος μέσα στη σάρκα και παίρνονταν η ένδειξη του δυναμόμετρου σε κιλά (kgF). Στα μήλα έγιναν 2 μετρήσεις σε κάθε καρπό περιμετρικά σε ίσες αποστάσεις και στον ισημερινό του καρπού και υπολογίστηκε ο μέσος όρος ανά καρπό.

Η μέτρηση των σακχάρων είναι δυνατόν να γίνει με χημική μέθοδο. Τα σάκχαρα όμως, που αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των διαλυτών στερεών συστατικών (Δ.Σ.Σ), προσδιορίζονται πιο εύκολα με διαθλασίμετρο στο χυμό του καρπού. Για τη μέτρηση των Δ.Σ.Σ. χρησιμοποιήθηκε φορητό διαθλασίμετρο τύπου Carle Zeiss Zena (0-32 Brix). Η μέτρηση παίρνεται τοποθετώντας μια σταγόνα χυμού στη γυάλινη πλάκα του οργάνου και στρέφοντας το προς φωτεινή πηγή (παράθυρο, λαμπτήρα). Η ένδειξη πάρθηκε σε % Δ.Σ.Σ.

Η περιεκτικότητα των καρπών σε άμυλο που μειώνεται βαθμιαία με την προοδευτική ωρίμανση του καρπού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο ωριμότητας στη συγκομιδή. Για την εκτίμηση του αμύλου στους καρπούς χρησιμοποιήθηκε η δοκιμή (test) ιωδίου-αμύλου (διάλυμα ιωδίου και ιωδιούχου καλίου σε νερό). Για την παρασκευή του διαλύματος διαλύονται 8,8 g ιωδιούχου καλίου σε 30 mL θερμό νερό και προστίθενται 2,2 g ιωδίου μέχρι να διαλυθούν τελείως οι κρύσταλλοι του ιωδίου. Κατόπιν προστίθεται νερό έως ότου ο όγκος γίνει 1000 mL. Ο δείκτης αμύλου εκτιμήθηκε μετά από την εμβάπτιση εγκάρσιας τομής του καρπού σε υδατικό διάλυμα ιωδίου και ιωδιούχου καλίου για 1 λεπτό και ανάπτυξη χρώματος για λίγα λεπτά , σε σύγκριση με την κλίμακα 1-8 (1=100% χρώση, 8=0% χρώση)(Φωτ. 1).

Με την εμβάπτιση εγκάρσιας τομής καρπού στο διάλυμα αυτό, το άμυλο αντιδρά με το ιώδιο και δίνει βαθύ μπλε χρώμα, ενώ οι περιοχές του καρπού που δεν έχουν άμυλο δεν χρωματίζονται. Με τη δοκιμή αυτή μπορεί να εκτιμηθεί η επιφάνεια που χρωματίζεται μπλε και σε σύγκριση με γνωστές εικόνες να εκτιμηθεί η ποιότητα (Fidler *et al.*, 1973). Το κριτήριο αυτό είναι εύκολο, δεν απαιτεί πολυέξοδα όργανα και δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα.



Φωτογραφία 1. Τέστ αμύλου-ιωδίου όπως εφαρμόζεται για τον καθορισμό του σταδίου συλλεκτικής ωριμότητας μήλων. Πηγή : Blanpied and Silsby, 1992

Τέλος, με έναν αποχυμωτή εξήχθηκε ο χυμός φρούτων από κάθε επανάληψη. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκαν 10 g χυμός και 10 mL απιονισμένο νερό σε ένα ποτήρι και μετρήθηκε το pH με pHμετρο Hanna και στη συνέχεια τιτλοδοτήθηκε με διάλυμα 0,1 N NaOH. Η τιτλοδότηση γίνεται μέχρι το pH να φτάσει το 8,2. Κατόπιν υπολογίσθηκε η περιεκτικότητα του χυμού με g μηλικού οξέως στα 100 mL χυμού.

Οι ίδιες μετρήσεις ποιότητας έγιναν και για τις άλλες ποικιλίες. Για την ποικιλία Starkrimson και Starking Delicious οι αρχικές μετρήσεις ποιότητας έγιναν την 30/9/2003 ενώ για την ποικιλία Granny Smith έγιναν την 3/11/2003.

4.5 Μετρήσεις ποιότητας κατά τη συντήρηση

4.5.1 Μετρήσεις ποιότητας 4 μήνες μετά από την εφαρμογή

Οι μετρήσεις ποιότητας έγιναν 4 μήνες μετά την εφαρμογή, αμέσως μετά την έξοδο από τον ψυκτικό θάλαμο σε 10 καρπούς για κάθε επανάληψη (3 επαναλήψεις ανά μεταχείριση). Οι μετρήσεις έγιναν όπως περιγράφονται στην παράγραφο 3.4 εκτός από την μέτρηση αμύλου η οποία δεν πραγματοποιήθηκε. Επιπλέον έγιναν μετρήσεις για επιφανειακό έγκαυμα ακολουθώντας την παρακάτω κλίμακα : 0, δεν εμφανίστηκε επιφανειακό έγκαυμα, 1, 0-25% της επιφάνειας του καρπού ήταν καφέ (επιφανειακό έγκαυμα), 2, 25-50 % της επιφάνειας του καρπού ήταν καφέ, 3, 50-75 % της επιφάνειας του καρπού ήταν καφέ και 4, >75 % της επιφάνειας του καρπού ήταν καφέ. Οποιαδήποτε εξωτερική διαταραχή σημειώθηκε με D ενώ η παρουσία Bitter pit σημειώθηκε ως : -, δεν υπάρχουν συμπτώματα BP, +, λιγότερες από 5 κηλίδες ανά καρπό, ++ , περισσότερες από 5 κηλίδες ανά καρπό. Για τις ποικιλίες Red Chief, Starkrimson και Starking Delicious οι μετρήσεις έγιναν την 21/1/2004 και για την Granny Smith έγιναν την 3/3/2004.

4.5.2 Μετρήσεις ποιότητας 4 μήνες + 7 ημέρες ζωή στο ράφι μετά από την εφαρμογή

Η αποθήκευση των καρπών έγινε στο Εργαστήριο Δενδροκομίας. Έγιναν οι ίδιες μετρήσεις ποιότητας όπως και στους 4 μήνες εκτός από τη μέτρηση του επιφανειακού εγκαύματος η οποία έγινε σε 40 καρπούς ανά επανάληψη. Για τις ποικιλίες Red Chief, Starkrimson και Starking Delicious οι μετρήσεις έγιναν την 28/1/2004 και για την Granny Smith έγιναν την 10/3/2004.

4.5.3 Μετρήσεις ποιότητας 6 μήνες μετά από την εφαρμογή

Οι ίδιες μετρήσεις έγιναν και στους 6 μήνες όπως έγιναν και στους 4 μήνες. Για τις ποικιλίες Red Chief, Starkrimson και Starking Delicious οι μετρήσεις έγιναν την 22/3/2004 ενώ για την Granny Smith έγιναν την 3/5/2004.

4.5.4 Μετρήσεις ποιότητας 6 μήνες + 7 ημέρες ζωή στο ράφι μετά από την εφαρμογή

Έγιναν οι ίδιες μετρήσεις όπως και στους 4 μήνες + 7 ημέρες ζωή στο ράφι. Οι μετρήσεις για τις ποικιλίες Red Chief, Starkrimson και Starking Delicious έγιναν την 29/3/2004 ενώ για την Granny Smith έγιναν την 10/5/2004.

4.5.5 Μετρήσεις ποιότητας 8 μήνες μετά από την εφαρμογή

Οι ίδιες μετρήσεις έγιναν στους 8 μήνες όπως έγιναν και στους 4 μήνες. Για τις ποικιλίες Red Chief, Starkrimson και Starking Delicious οι μετρήσεις έγιναν την 19/5/2004 ενώ για την Granny Smith έγιναν την 5/7/2004.

4.5.6 Μετρήσεις ποιότητας 8 μήνες + 7 ημέρες ζωή στο ράφι μετά από την εφαρμογή

Έγιναν οι ίδιες μετρήσεις όπως και στους 4 μήνες + 7 ημέρες ζωή στο ράφι. Οι μετρήσεις για τις ποικιλίες Red Chief, Starkrimson και Starking Delicious έγιναν την 26/5/2004 ενώ για την Granny Smith έγιναν την 12/7/2004.

4.6 Στατιστική ανάλυση

Χρησιμοποιήθηκαν οι μέσοι όροι των καρπών κάθε επανάληψης ώστε να έχουμε 3 επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση και κάθε παράμετρο. Ακολούθησε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) με 2 παράγοντες: τη μεταχείριση (μάρτυρας, εφαρμογή 1-MCP) και το χρόνο με το στατιστικό πακέτο SPSS (SPSS 10,0). Για το επιφανειακό έγκαυμα υπολογίστηκε ο μέσος όρος ανά επανάληψη και τα ποσοστά καρπών με >1 (και έγινε στατιστική ανάλυση όπως ανωτέρω) όπου υπολογίστηκε μόνο ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση. Όπου έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας ακολούθησε υπολογισμός της συνολικής ελάχιστης σημαντικής διαφοράς για 5% παραλλακτικότητα.

5. Αποτελέσματα

Μήλα Καστοριάς, ποικιλία Red Chief

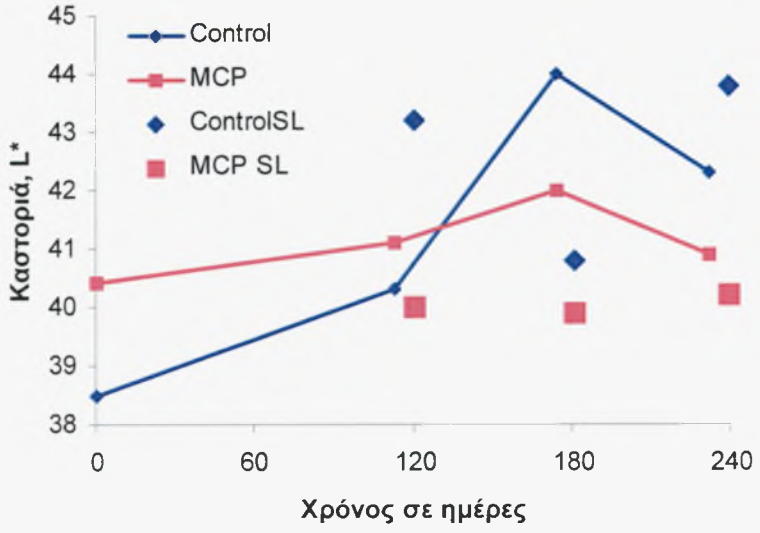
Το πείραμα είχε δύο μεταχειρίσεις, με τρεις επαναλήψεις για την κάθε μεταχείριση. Οι δύο μεταχειρίσεις ήταν εφαρμογή ή όχι 1-MCP. Ήταν απαραίτητο να επισημανθούν όλες οι αρχικές διαφορές μεταξύ των καρπών, αφού προέρχονταν από διαφορετικά δέντρα. Κατά τη συγκομιδή δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στην ποιότητα την καρπών (χρώμα φλοιού και αντικειμενικοί παράγοντες) στις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 2 και 3, Σχεδ. 1-5) εκτός του δείκτη αμύλου που ήταν ελαφρά μεγαλύτερος στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP, με τον μέσο όρο των δύο μεταχειρίσεων να είναι 4,5.

Πίνακας 2. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στο χρώμα του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Red Chief από την Καστοριά.

Μεταχ. Χρόνος	Δείκτης L*	Δείκτης a*	Δείκτης b*	Chroma	Hue (°)
Μάρτυρας					
Στη συγκομιδή	38,6	24,5	11	27	24,3
4 μήνες	40,3	25,1	15,7	29,8	32,2
4 μήν.+ 7 ημ. SL	43,2	21,9	16,2	27,6	36,4
6 μήνες	44	19,6	14,8	25	37,2
6 μήν.+ 7 ημ. SL	40,8	22,9	16	28,2	34,6
8 μήνες	42,3	19,4	14,2	24,3	36,5
8 μήν.+ 7 ημ. SL	43,8	19,6	18,5	27,3	43,5
625 ppb 1-MCP					
Στη συγκομιδή	40,4	24,1	12,4	27,2	27,4
4 μήνες	41,1	27,5	17,1	32,6	32
4 μην.+ 7 ημ. SL	40	25,6	14,6	29,6	29,3
6 μήνες	42	27,1	15,1	31,1	29,2
6 μήν.+ 7 ημ. SL	39,9	25,9	14,9	30	29,7
8 μήνες	40,9	25,4	14,6	29,4	29,8
8 μήν.+ 7 ημ. SL	40,2	24,8	15,1	29,2	31,2
Σημαντικότητα					
Μεταχ.	**	***	NS	***	***
Χρόνος	**	***	***	***	***
Ε.Σ.Δ.$_{0.05}$	2,36	1,64	1,74	1,26	4,16

Η παράμετρος L* του χρώματος του φλοιού των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν χαμηλότερη κατά 2,9 % σε σχέση με τις τιμές του

μάρτυρα (Πίν. 2). Οι τιμές της παραμέτρου L* του χρώματος του φλοιού των καρπών του μάρτυρα αυξήθηκαν μετά από 4 μήνες συντήρησης και διατηρήθηκαν υψηλότερες της αρχικής τιμής έως και μετά από 8 μήνες ψυχροσυντήρηση και 7 ημέρες ζωή στο ράφι (Σχεδ. 1). Οι τιμές της παραμέτρου L* του χρώματος του φλοιού των καρπών που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP παρέμειναν σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια της ψυχροσυντήρησης. Κατά τη διάρκεια της ζωής των καρπών που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP στο ράφι οι τιμές της παραμέτρου L* του χρώματος του φλοιού ήταν ελαφρώς χαμηλότερες της αρχικής τιμής ενώ για τους καρπούς του μάρτυρα δεν μπορεί να εξαχθεί σαφές συμπέρασμα.



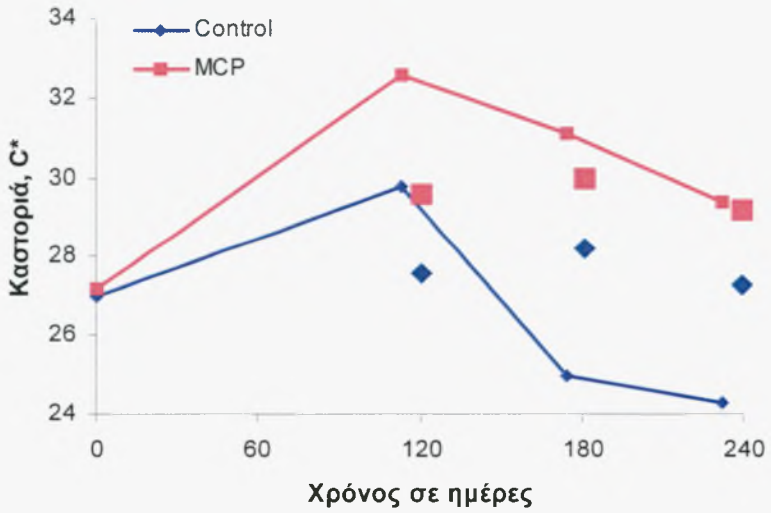
Σχεδιάγραμμα 1. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην παράμετρο L* του χρώματος του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Red Chief από την Καστοριά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). $Ε.Σ.Δ._{0,05}$= 2,36.

Η παράμετρος α* του χρώματος του φλοιού των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερη κατά 18 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 2). Οι τιμές της παραμέτρου α* του χρώματος του φλοιού αυξήθηκαν μετά από 4 μήνες συντήρησης (κύρια στους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP) και μειώθηκαν στη συνέχεια κατά τη συντήρηση φτάνοντας σε χαμηλότερες της αρχικής τιμής μετά από 8 μήνες ψυχροσυντήρηση και 7 ημέρες ζωή στο ράφι. Η μείωση της τιμής της παραμέτρου α* κατά τη συντήρηση των μήλων παρατηρήθηκε μόνο στους

καρπούς του μάρτυρα, ενώ στους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP οι τιμές της παραμέτρου α* ήταν παρόμοιες ή υψηλότερες της αρχικής.

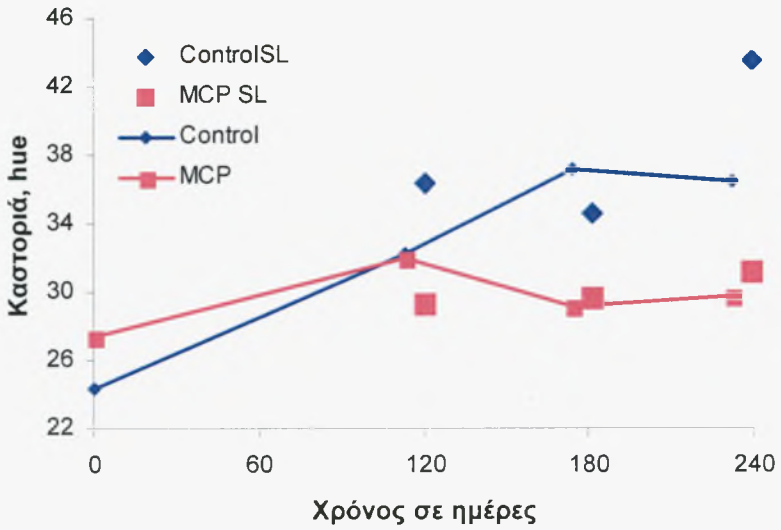
Η παράμετρος b* του χρώματος του φλοιού των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP δεν είχε σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 2). Οι τιμές της παραμέτρου b* του χρώματος του φλοιού αυξήθηκαν μετά από 4 μήνες συντήρησης και στις δύο μεταχειρίσεις και διατηρήθηκαν υψηλότερες της αρχικής έως και μετά τους 8 μήνες ψυχροσυντήρηση και 7 ημέρες ζωή στο ράφι για τους καρπούς και των δύο μεταχειρίσεων.

Το χρώμα (chroma) των καρπών που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερο κατά 10,7 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 2, Σχεδ. 2). Το χρώμα των καρπών που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP αυξήθηκε μετά από 4 μήνες συντήρησης και παρέμεινε υψηλότερο έως το τέλος της συντήρησης, ενώ μετά από μια αρχική αύξηση στους 4 μήνες μειώθηκε στους καρπούς του μάρτυρα μετά από 6 και 8 μήνες συντήρησης (Σχεδ. 2). Κατά τη διάρκεια της ζωής των καρπών του μάρτυρα στο ράφι οι τιμές του χρώματος ήταν παρόμοιες της αρχικής και γενικά με την ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος στους καρπούς του μάρτυρα, οι τιμές του χρώματος των καρπών του μάρτυρα ήταν παρόμοιες με τις αρχικές τιμές του χρώματος. Αυτό καθιστά το χρώμα ακατάλληλη παράμετρο για την αξιολόγηση του επιφανειακού εγκαύματος.



Σχεδιάγραμμα 2. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στο χρώμα C* του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Red Chief από την Καστοριά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). $Ε.Σ.Δ._{0,05}$= 1,26.

Η παράμετρος hue των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν χαμηλότερη κατά 14,7 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 2, Σχεδ. 3). Οι τιμές της παραμέτρου hue αυξήθηκαν μετά τους 4 μήνες συντήρησης μόνο στους καρπούς του μάρτυρα και παρέμειναν υψηλότερες της αρχικής έως και το τέλος του πειράματος. Η παράμετρος hue παρέμεινε σταθερή δια τους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP.



Σχεδιάγραμμα 3. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην παράμετρο hue του χρώματος του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Red Chief από την Καστοριά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 4,16.

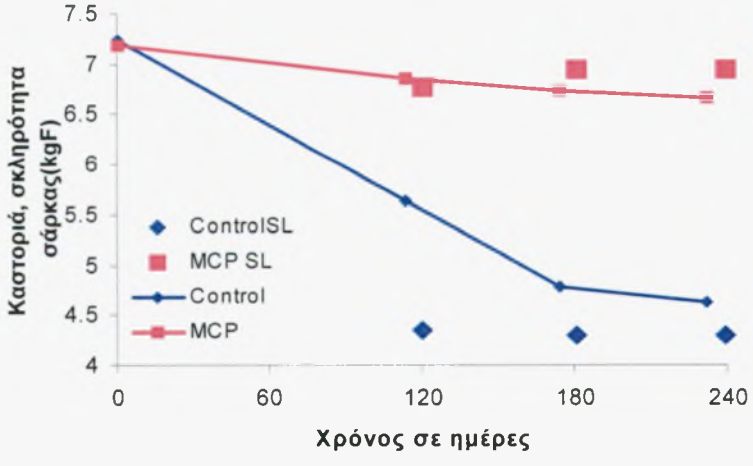
Η σκληρότητα της σάρκας στους καρπούς οι οποίοι δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερη κατά 36,3 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 3, Σχεδ. 4). Η σκληρότητα της σάρκας παρέμεινε σταθερή στους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP καθ' όλη τη διάρκεια της ψυχροσυντήρησης αλλά και της ζωής στο ράφι. Αντίθετα, η σκληρότητα της σάρκας μειώθηκε στους καρπούς τους μάρτυρα κύρια μετά από 4 μήνες συντήρησης και λιγότερο με την επιμήκυνση της συντήρησης, ενώ κατά τη ζωή στο ράφι μειώνονταν περαιτέρω.

Η περιεκτικότητα των καρπών σε διαλυτά στερεά συστατικά (SSC) ήταν παρόμοια στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP και στους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3). Τα διαλυτά στερεά συστατικά αυξήθηκαν μετά από 4 μήνες ψυχροσυντήρησης και 7 ημέρες ζωή στο ράφι και στις δύο μεταχειρίσεις. Η αύξηση αυτή των διαλυτών στερεών συστατικών οφείλεται στη μείωση της περιεκτικότητας

των καρπών σε άμυλο και στην απώλεια νερού, δεδομένου ότι αυτή η αύξηση παρατηρήθηκε προφανέστερα κατά τη διάρκεια της ζωής των καρπών στο ράφι.

Πίνακας 3. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στις αντικειμενικές παραμέτρους ποιότητας κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Red Chief από την Καστοριά.

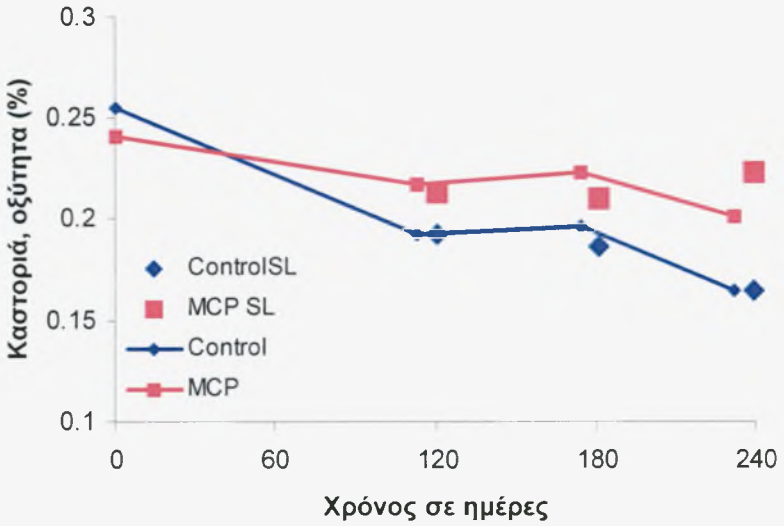
Μεταχ. Χρόνος	**Σκληρότητα σάρκας (kgF)**	**Διαλ. Στερεά Συστ. (%)**	**pH χυμού**	**Οξύτητα (% μηλικό οξύ)**
Μάρτυρας				
Στη συγκομιδή	7,2	13,2	3,68	0,255
4 μήνες	5,6	12,6	6,98	0,193
4 μήν.+ 7 ημ. SL	4,3	13,3	3,69	0,193
6 μήνες	4,8	13,5	3,67	0,197
6 μήν.+ 7 ημ. SL	4,3	14,1	3,80	0,187
8 μήνες	4,6	13,3	3,93	0,165
8 μήν.+ 7 ημ. SL	4,3	13,4	3,87	0,165
625 ppb 1-MCP				
Στη συγκομιδή	7,2	12,7	3,60	0,241
4 μήνες	6,9	12,8	3,73	0,217
4 μήν.+ 7 ημ. SL	6,8	13,8	3,67	0,213
6 μήνες	6,7	14	3,60	0,223
6 μήν.+ 7 ημ. SL	6,9	14,1	3,70	0,210
8 μήνες	6,7	13,3	3,70	0,201
8 μήν.+ 7 ημ. SL	6,9	14,8	3,73	0,223
Σημαντικότητα				
Μεταχ.	***	NS	**	***
Χρόνος	***	*	*	***
Ε.Σ.Δ.$_{0.05}$	0,52	1,22	0,23	0,032



Σχεδιάγραμμα 4. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στη σκληρότητα σάρκας των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Red Chief από την Καστοριά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 0,52.

Το pH στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν χαμηλότερο κατά 3,2 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 3). Οι τιμές του pH αυξήθηκαν ελαφρώς κατά τη διάρκεια της συντήρησης στους καρπούς του μάρτυρα ενώ παρέμειναν σταθερές στους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP .

Η οξύτητα στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερη κατά 12,4 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα. Οι τιμές της οξύτητας των καρπών του μάρτυρα μειώθηκαν κατά τη συντήρηση και κατά τη ζωή στο ράφι χωρίς διαφορές μεταξύ κάθε εξόδου και μετά την αντίστοιχη ζωή στο ράφι (Πίν. 3, Σχεδ. 5). Οι τιμές της οξύτητας παρέμειναν σταθερές στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP κατά τη διάρκεια της συντήρησης.

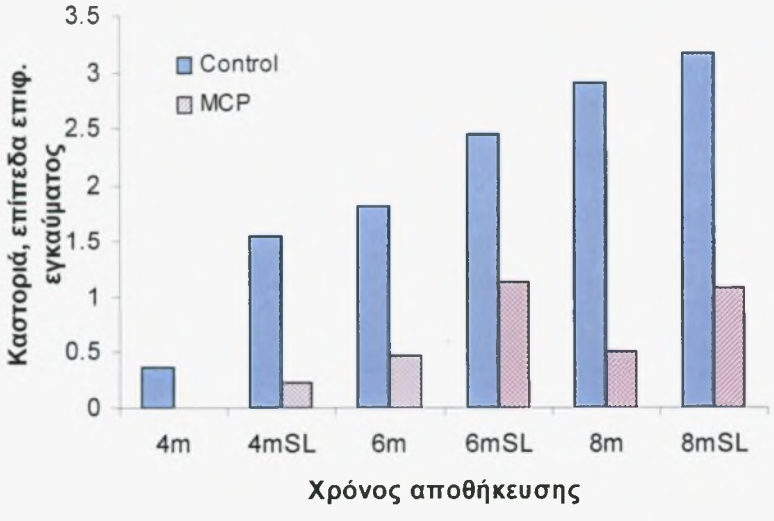


Σχεδιάγραμμα 5. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην οξύτητα των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Red Chief από την Καστοριά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). $Ε.Σ.Δ._{0,05}$= 0,032.

Το επιφανειακό έγκαυμα παρουσιάστηκε στους καρπούς του μάρτυρα ακόμα και μετά από συντήρηση 4 μηνών αλλά αυξήθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια της ζωής των καρπών στο ράφι (Πίν. 4, Σχεδ. 6). Το επιφανειακό έγκαυμα στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν γενικά χαμηλότερο κατά 72,2 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα. Το επιφανειακό έγκαυμα στους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP ήταν χαμηλότερο καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης και κατά τη ζωή στο ράφι ενώ παρατηρήθηκε μια μικρή αύξηση της έντασης επιφανειακού εγκαύματος κατά τη διάρκεια της ζωής στο ράφι στους 6 και 8 μήνες.

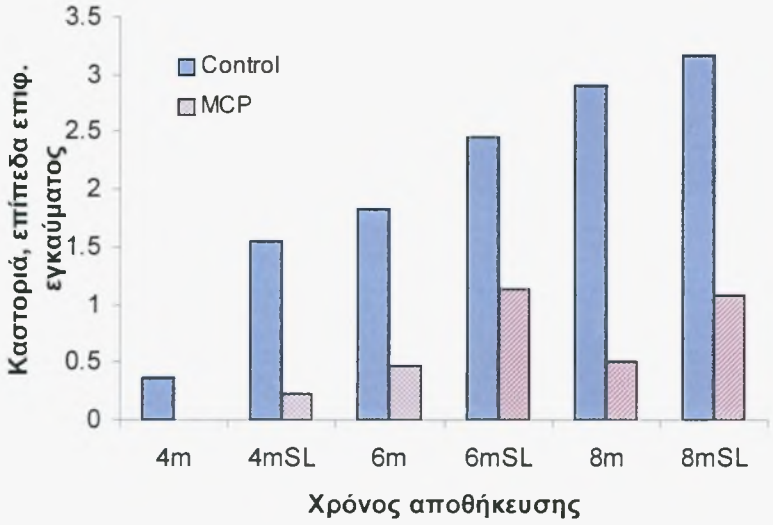
Πίνακας 4. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Red Chief από την Καστοριά. Το επιφανειακό έγκαυμα αξιολογήθηκε ως εξής : 0, δεν εμφανίστηκε επιφανειακό έγκαυμα; 1, <25% της επιφάνειας με έγκαυμα; 2, 25-50% της επιφάνειας με έγκαυμα; 3, 50-75% της επιφάνειας με έγκαυμα; 4, >75% της επιφάνειας με έγκαυμα.

Μεταχ. Χρόνος	**Επιφ. έγκαυμα (μέσος όρος)**	**Επιφ. έγκαυμα (% των καρπών με >1)**
Μάρτυρας		
4 μήνες	0.37	6.7
4 μήν.+ 7 ημ. SL	1.55	48.3
6 μήνες	1.83	50.0
6 μήν.+ 7 ημ. SL	2.46	70.8
8 μήνες	2.90	86.7
8 μήν.+ 7 ημ. SL	3.17	92.5
625 ppb 1-MCP		
4 μήνες	0.00	0.0
4 μήν.+ 7 ημ. SL	0.23	2.5
6 μήνες	0.47	0.0
6 μήν.+ 7 ημ. SL	1.14	27.5
8 μήνες	0.50	6.7
8 μήν.+ 7 ημ. SL	1.10	35.8
Σημαντικότητα		
Μεταχ.	***	***
Χρόνος	***	***
$Ε.Σ.Δ._{0,05}$	0.44	13.8



Σχεδιάγραμμα 6. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος (μέσοι όροι από τα επίπεδα 0-4 δες κεφ. 4.5.1) κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Red Chief από την Καστοριά. Οι γαλάζιες στήλες παριστάνουν τις τιμές του μάρτυρα και οι κοκκινωπές τις τιμές μεταχείρισης με 1-MCP. $Ε.Σ.Δ._{0,05}$= 0,44.

Το ποσοστό των καρπών που εμφάνισε επιφανειακό έγκαυμα σε ποσοστό μεγαλύτερο από το 25% της επιφάνειας του φλοιού (έντονο έγκαυμα) ήταν χαμηλότερο κατά 79,6% στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 4, Σχεδ. 7). Το ποσοστό των καρπών με έντονο έγκαυμα αυξήθηκε με το χρόνο συντήρησης και σε κάθε έξοδο αυξήθηκε μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι και στις δύο μεταχειρίσεις. Το ποσοστό των καρπών με έντονο έγκαυμα στη μεταχείριση με 1-MCP στους 8 μήνες και 7 ημέρες ζωή στο ράφι ήταν κατά 25,9% μικρότερο από την αντίστοιχη παράμετρο στους καρπούς του μάρτυρα στους 4 μήνες και 7 ημέρες.



Σχεδιάγραμμα 7. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος (% των καρπών με επίπεδο επιφανειακού εγκαύματος >1) κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Red Chief από την Καστοριά. Οι γαλάζιες στήλες παριστάνουν τις τιμές του μάρτυρα και οι κοκκινωπές τις τιμές μεταχείρισης με 1-MCP. Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 13,8.

Η πικρή κηλίδωση (Bitter pit) εμφανίστηκε λόγω του μεγάλου μεγέθους στους καρπούς της Καστοριάς το οποίο οφείλονταν στους ανοιξιάτικους παγετούς που προκάλεσαν χαμηλή πυκνότητα καρπών. Δεν υπήρχε διαφορά στην εμφάνιση της πικρής κηλίδωσης μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων ή κατά το χρόνο συντήρησης κρατώντας την γενική εμφάνιση της πικρής κηλίδωσης χαμηλότερα από 25 % των αξιολογούμενων καρπών.

Μήλα Αγιάς, ποικιλία Starkrimson

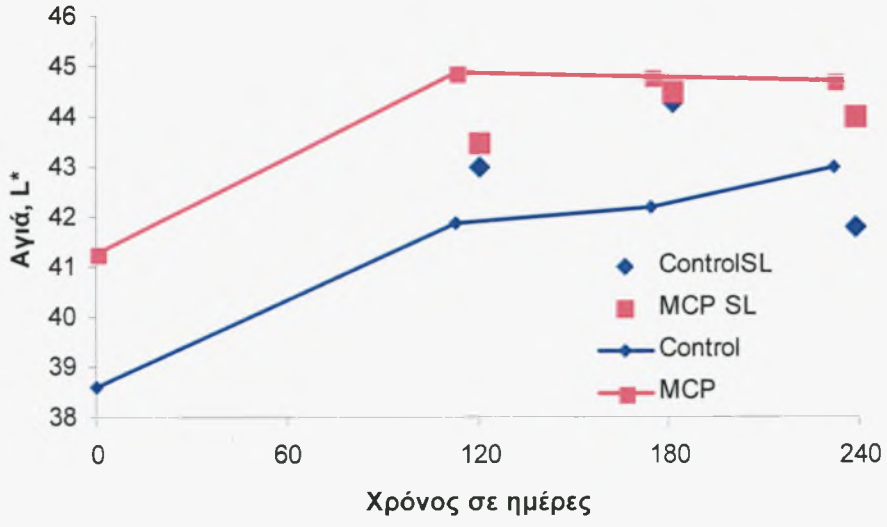
Η παράμετρος L* του χρώματος του φλοιού των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερη κατά 4,4 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα από τη συγκομιδή έως και όλη τη συντήρηση (Πίν. 5, Σχεδ. 8), σε αντίθεση με τα μήλα της Καστοριάς όπου η παράμετρος L* στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν χαμηλότερη σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα. Η παράμετρος L* του χρώματος του φλοιού των μήλων αυξήθηκε μετά τους 4 μήνες συντήρησης και διατηρήθηκε σταθερή έως και τους 8 μήνες και 7 ημέρες ζωή στο ράφι με τον ίδιο τρόπο και στις δύο μεταχειρίσεις.

Πίνακας 5. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στο χρώμα του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starkrimson από την Αγιά.

Μεταχ. Χρόνος	Δείκτης L*	Δείκτης a*	Δείκτης b*	Chroma	Hue (°)
Μάρτυρας					
Στη συγκομιδή	38,6	28,6	12,6	31,3	23,5
4 μήνες	41,9	30,4	17,0	35,1	29,3
4 μήν.+ 7 ημ. SL	43,0	28,2	17,4	33,5	31,4
6 μήνες	42,2	26,9	17,5	32,7	32,7
6 μήν.+ 7 ημ. SL	44,3	27,9	19,1	34,2	34,1
8 μήνες	43,0	23,7	16,3	29,2	34,0
8 μήν.+ 7 ημ. SL	41,8	25,8	17,5	31,6	34,1
625 ppb 1-MCP					
Στη συγκομιδή	41,3	29,5	14,2	32,8	25,6
4 μήνες	44,9	31,5	19,2	37,2	31,4
4 μήν.+ 7 ημ. SL	43,5	30,0	16,3	34,3	28,3
6 μήνες	44,8	32,4	17,4	37,0	28,3
6 μήν.+ 7 ημ. SL	44,5	29,9	17,5	34,9	30,1
8 μήνες	44,7	30,2	17,6	35,2	30,2
8 μήν.+ 7 ημ. SL	44,0	30,0	18,6	35,4	31,8
Σημαντικότητα					
Μεταχ.	**	***	NS	***	*
Χρόνος	*	***	***	***	***
Ε.Σ.Δ.$_{0.05}$	3,65	2,16	2,79	2,23	4,67

Η παράμετρος α* του χρώματος του φλοιού των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερη κατά 11,4 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 5). Οι τιμές της παραμέτρου α* του χρώματος του φλοιού αυξήθηκαν μετά από 4 μήνες συντήρησης και μειώθηκαν στη συνέχεια φτάνοντας σε χαμηλότερες της αρχικής τιμής μετά από 8 μήνες ψυχροσυντήρηση και 7 ημέρες ζωή

στο ράφι. Η μείωση της τιμής της παραμέτρου α* κατά τη συντήρηση των μήλων παρατηρήθηκε μόνο στους καρπούς του μάρτυρα, ενώ στους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP οι τιμές της παραμέτρου α* ήταν παρόμοιες ή υψηλότερες της αρχικής καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης.

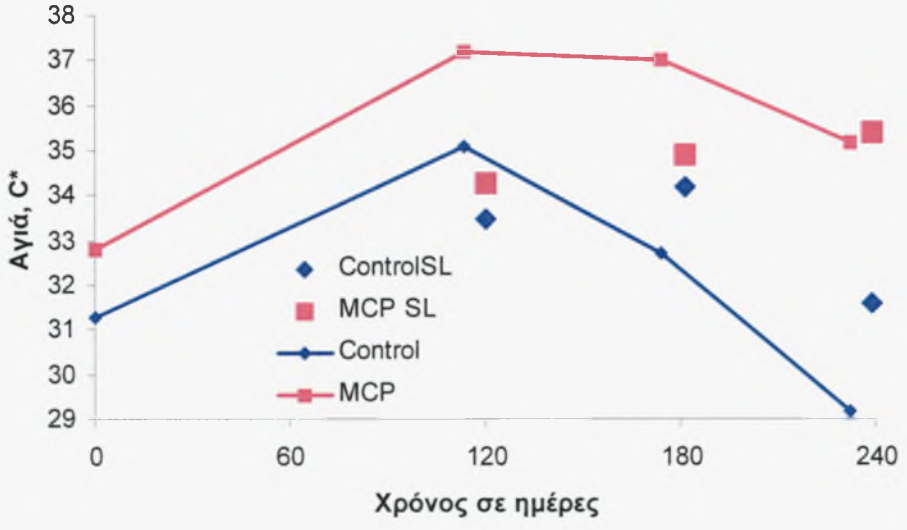


Σχεδιάγραμμα 8. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην παράμετρο L* του χρώματος του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων μήλων Starkrimson από την Αγιά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 3,65.

Η παράμετρος b* του χρώματος του φλοιού των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP δεν διέφερε σημαντικά σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 5). Οι τιμές της παραμέτρου b* του χρώματος του φλοιού αυξήθηκαν μετά από 4 μήνες συντήρησης και παρέμειναν σταθερές μέχρι τους 8 μήνες και 7 ημέρες ζωή στο ράφι και για τις δύο μεταχειρίσεις.

Το χρώμα των καρπών που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερο κατά 8,5 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 5, Σχεδ. 9). Αυτή η διαφορά ήταν μικρή αρχικά αλλά διευρύνθηκε ουσιαστικά μετά τους 4 μήνες συντήρησης. Το χρώμα των καρπών που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της συντήρησης στους 4 μήνες ενώ μετά τους 4 μήνες παρέμεινε σταθερό. Το χρώμα των καρπών του μάρτυρα αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της συντήρησης στους 4 μήνες ενώ μειώθηκε ουσιαστικά μετά από τους 4 μήνες συντήρησης (Σχεδ. 9). Κατά τη διάρκεια της ζωής των καρπών στο ράφι και την ανάπτυξη του επιφανειακού εγκαύματος στους καρπούς του μάρτυρα, οι τιμές του χρώματος των καρπών του

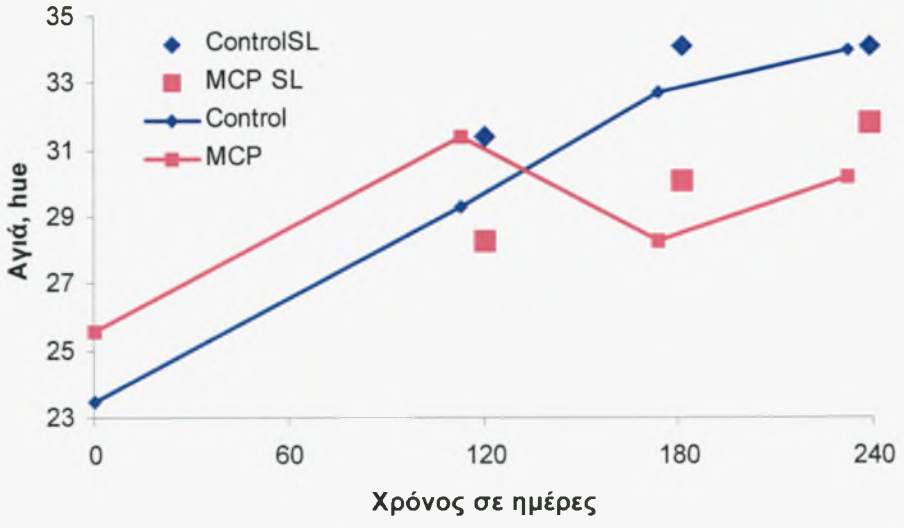
μάρτυρα πλησίασαν τις τιμές του χρώματος των καρπών που δέχτηκαν 1-MCP, οι οποίοι ανέπτυξαν μόνο ελάχιστα συμπτώματα επιφανειακού εγκαύματος. Αυτό καθιστά το χρώμα ακατάλληλη παράμετρο για την αξιολόγηση του επιφανειακού εγκαύματος.



Σχεδιάγραμμα 9. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στο χρώμα C* του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων μήλων Starkrimson από την Αγιά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 2,23.

Η παράμετρος hue των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν χαμηλότερη μετά τους 6 μήνες συντήρησης σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 5, Σχεδ. 10). Οι τιμές της παραμέτρου hue αυξήθηκαν μετά από 4 μήνες συντήρησης και στη συνέχεια παρέμειναν σταθερές για τους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP, ενώ στους καρπούς του μάρτυρα παρατηρήθηκε μια οριακή περαιτέρω αύξηση.

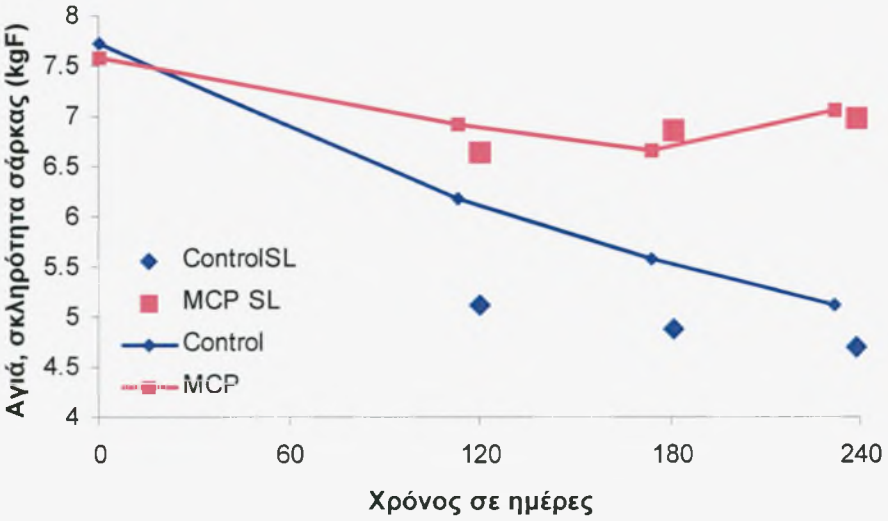
Η σκληρότητα της σάρκας στους καρπούς οι οποίοι δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερη κατά 24% σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 6, Σχεδ. 11). Η σκληρότητα της σάρκας στους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP μειώθηκε κατά 8,5% μετά από 4 μήνες ψυχροσυντήρησης και παρέμεινε σταθερή στη συνέχεια της ψυχροσυντήρησης αλλά και της ζωής στο ράφι. Αντίθετα, η σκληρότητα της σάρκας μειώθηκε σημαντικά (20%) στους καρπούς τους μάρτυρα μετά από 4 μήνες συντήρησης και συνέχισε να μειώνεται κατά τη διάρκεια της συντήρησης αλλά και ακόμα περισσότερο κατά τη διάρκεια παραμονής των καρπών στο ράφι (κατά Μ.Ο.12,6% μείωση).



Σχεδιάγραμμα 10. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην παράμετρο hue του χρώματος του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starkrimson από την Αγιά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 4,67.

Πίνακας 6. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στις αντικειμενικές παραμέτρους ποιότητας κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starkrimson από την Αγιά.

Μεταχ. Χρόνος	**Σκληρότητα σάρκας (kgF)**	**Διαλ. Στερεά Συστ. (%)**	**pH χυμού**	**Οξύτητα (% μηλικό οξύ)**
Μάρτυρας				
Στη συγκομιδή	7,72	13,0	3,52	0,290
4 μήνες	6,18	13,6	3,53	0,233
4 μήν.+ 7 ημ. SL	5,13	14,0	3,84	0,237
6 μήνες	5,58	14,6	3,80	0,240
6 μήν.+ 7 ημ. SL	4,87	15,0	3,90	0,210
8 μήνες	5,11	14,6	3,87	0,219
8 μήν.+ 7 ημ. SL	4,69	16,0	3,83	0,174
625 ppb 1-MCP				
Στη συγκομιδή	7,59	13,2	3,46	0,290
4 μήνες	6,92	13,4	3,63	0,263
4 μήν.+ 7 ημ. SL	6,64	14,1	3,63	0,263
6 μήνες	6,67	14,0	3,42	0,250
6 μήν.+ 7 ημ. SL	6,87	14,5	3,53	0,220
8 μήνες	7,06	15,0	3,73	0,232
8 μήν.+ 7 ημ. SL	6,98	15,6	3,63	0,194
Σημαντικότητα				
Μεταχ.	***	NS	***	**
Χρόνος	***	***	***	***
Ε.Σ.Δ.$_{0.05}$	0,49	1,09	0,19	0,024



Σχεδιάγραμμα 11. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στη σκληρότητα σάρκας των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starkrimson από την Αγιά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 0,49.

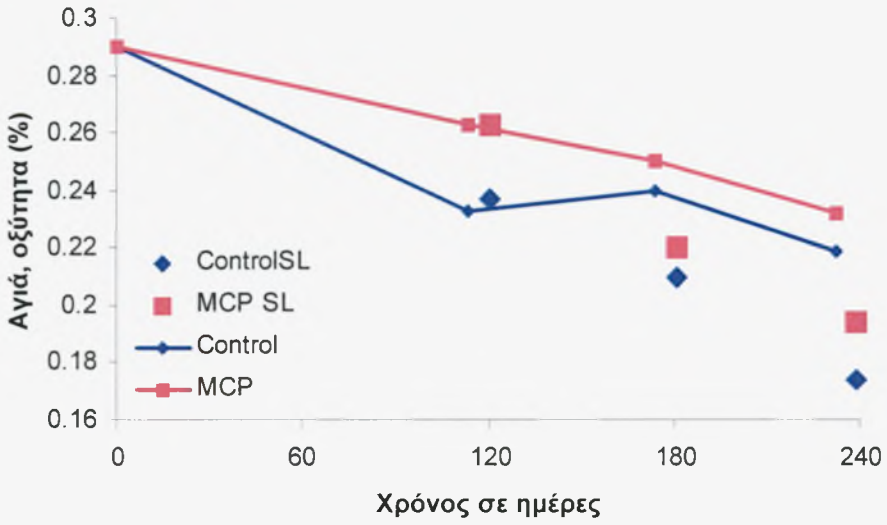
Η περιεκτικότητα των καρπών σε διαλυτά στερεά συστατικά (SSC) ήταν παρόμοια στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP και στους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 6). Τα διαλυτά στερεά συστατικά αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της συντήρησης και στις δύο μεταχειρίσεις. Η αύξηση αυτή των διαλυτών στερεών συστατικών οφείλεται στην μείωση της περιεκτικότητας των καρπών σε άμυλο και στην απώλεια νερού (το τελευταίο κύρια κατά τη ζωή στο ράφι).

Το pH στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν χαμηλότερο κατά 5,1 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 6). Οι τιμές του pH αυξήθηκαν βαθμιαία κατά τη διάρκεια της συντήρησης κυρίως στους καρπούς του μάρτυρα και λιγότερο στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP.

Η οξύτητα στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερη κατά 7% σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα. Οι τιμές της οξύτητας μειώθηκαν σταδιακά από τους 4 μήνες ψυχροσυντήρησης έως και 8 μήνες ψυχροσυντήρησης και 7 ημέρες ζωή στο ράφι και για τις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 6, Σχεδ. 12).

Το επιφανειακό έγκαυμα παρουσιάστηκε στους καρπούς του μάρτυρα ακόμα και μετά από συντήρηση 4 μηνών αλλά αυξήθηκε σημαντικά με το χρόνο συντήρησης και ακόμα παραπάνω με τη ζωή των καρπών στο ράφι για κάθε μέτρηση

(Πίν. 7, Σχεδ. 13). Το επιφανειακό έγκαυμα στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν χαμηλότερο κατά 80,4 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα. Το επιφανειακό έγκαυμα στους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP δεν αναπτύχθηκε καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης εκτός από την μικρή ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος κατά τη διάρκεια της ζωής των καρπών στο ράφι στους 6 και στους 8 μήνες.



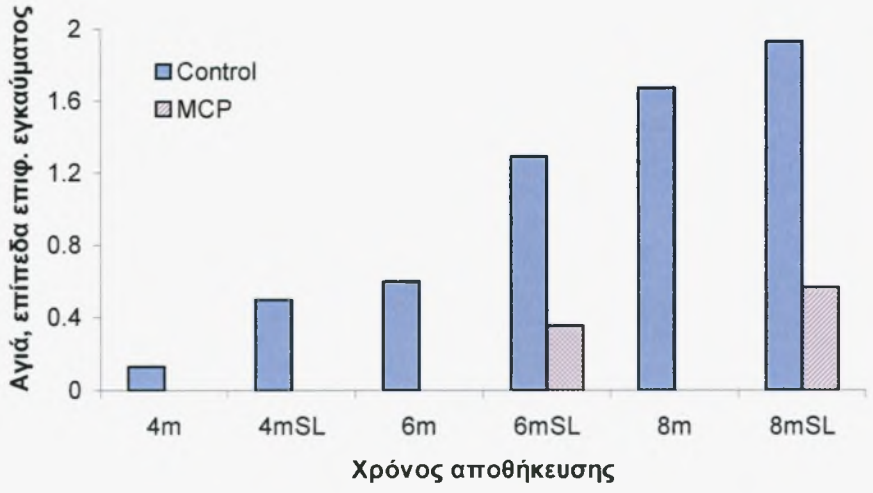
Σχεδιάγραμμα 12. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην οξύτητα των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των Starkrimson από την Αγιά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). $Ε.Σ.Δ._{0,05}$= 0,024.

Το ποσοστό των καρπών που εμφάνισε επιφανειακό έγκαυμα σε ποσοστό μεγαλύτερο από το 25% της επιφάνειας της σάρκας (έντονο έγκαυμα) ήταν κατά 90% χαμηλότερο στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 7, Σχεδ. 14). Το ποσοστό με έντονο έγκαυμα των καρπών που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP στους 8 μήνες και 7 ημέρες ζωή στο ράφι ήταν παρόμοιο με την αντίστοιχη παράμετρο στους καρπούς του μάρτυρα στους 4 μήνες και 7 ημέρες. Το ποσοστό των καρπών που εμφάνισε έντονο έγκαυμα στον μάρτυρα ήταν έως 10% μέχρι και 6 μήνες μετά την συγκομιδή και αυξήθηκε στη συνέχεια στο 40-50% κατά τη διάρκεια της συντήρησης ή της ζωής των καρπών στο ράφι (Πίν. 7, Σχεδ. 14). Αντίθετα, το ποσοστό των καρπών που εμφάνισε έντονο έγκαυμα στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν λιγότερο από 10% κατά τη συντήρηση και κατά τη ζωή των καρπών στο ράφι στους 6 και 8 μήνες. Κατά συνέπεια μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή του 1-MCP

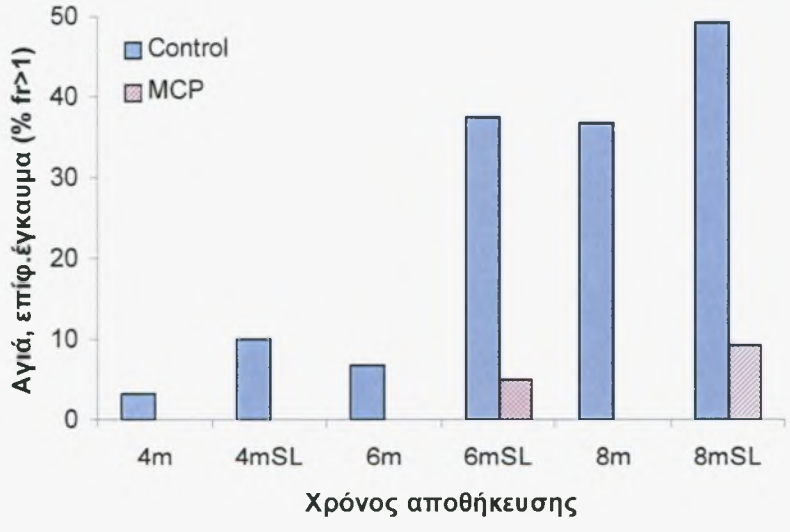
στους καρπούς της ποικιλίας Starkrimson περιοχής Αγιάς μείωσε την ένταση εμφάνισης επιφανειακού εγκαύματος σε ασήμαντα επίπεδα ακόμα και μετά από 8 μήνες συντήρησης και 7 ημέρες ζωή στο ράφι.

Πίνακας 7. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starkrimson από την Αγιά. Το επιφανειακό έγκαυμα αξιολογήθηκε ως εξής : 0, δεν εμφανίστηκε επιφανειακό έγκαυμα; 1, <25% της επιφάνειας με έγκαυμα; 2, 25-50% της επιφάνειας με έγκαυμα; 3, 50-75% της επιφάνειας με έγκαυμα; 4, >75% της επιφάνειας με έγκαυμα.

Μεταχ. Χρόνος	**Επιφ. έγκαυμα (μέσος όρος)**	**Επιφ. έγκαυμα (% των καρπών με >1)**
Μάρτυρας		
4 μήνες	0,13	3,3
4 μήν.+ 7 ημ. SL	0,50	10,0
6 μήνες	0,60	6,7
6 μήν.+ 7 ημ. SL	1,29	37,5
8 μήνες	1,67	36,7
8 μήν.+ 7 ημ. SL	1,93	49,2
625 ppb 1-MCP		
4 μήνες	0,00	0,0
4 μήν.+ 7 ημ. SL	0,00	0,0
6 μήνες	0,00	0,0
6 μήν.+ 7 ημ. SL	0,36	5,0
8 μήνες	0,00	0,0
8 μήν.+ 7 ημ. SL	0,57	9,2
Σημαντικότητα		
Μεταχ.	***	***
Χρόνος	***	***
$Ε.Σ.Δ._{0.05}$	0,39	9,85



Σχεδιάγραμμα 13. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος (μέσοι όροι από τα επίπεδα 0-4 δες κεφ. 4.5.1) κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starkrimson από την Αγιά. Οι γαλάζιες στήλες παριστάνουν τις τιμές του μάρτυρα και οι κοκκινωπές τις τιμές μεταχείρισης με 1-MCP. Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 0,39.



Σχεδιάγραμμα 14. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος (% των καρπών με επίπεδο επιφανειακού εγκαύματος >1) κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starkrimson από την Αγιά. Οι γαλάζιες στήλες παριστάνουν τις τιμές του μάρτυρα και οι κοκκινωπές τις τιμές μεταχείρισης με 1-MCP. Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 9,85.

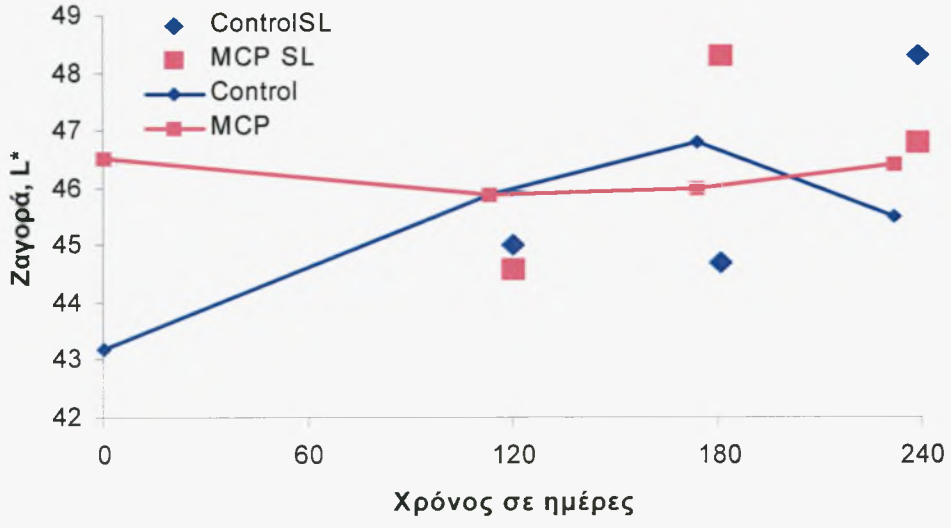
Μήλα Ζαγοράς, ποικιλία Starking Delicious

Η παράμετρος L* του χρώματος του φλοιού των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP δεν είχε σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα, ενώ ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στη συγκομιδή (Πίν. 8, Σχεδ. 15). Η παράμετρος L* του χρώματος του φλοιού των μήλων παρέμεινε σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια συντήρησης και ζωής των καρπών στο ράφι με μια συνήθως ασήμαντη τάση αύξησης στους καρπούς του μάρτυρα.

Η παράμετρος α* του χρώματος του φλοιού των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερη κατά 12,8 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 8). Οι τιμές της παραμέτρου α* του χρώματος του φλοιού αυξήθηκαν μετά από 4 μήνες συντήρησης (κυρίως στους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP) και παρέμειναν σταθερές κατόπιν ενώ στους καρπούς-μάρτυρες μειώθηκαν σε χαμηλότερες της αρχικής τιμής μετά από 8 μήνες ψυχροσυντήρηση και 7 ημέρες ζωή στο ράφι.

Πίνακας 8. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στο χρώμα του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starking Delicious από την Ζαγορά.

Μεταχ. Χρόνος	**Δείκτης L***	**Δείκτης a***	**Δείκτης b***	**Chroma**	**Hue (°)**
Μάρτυρας					
Στη συγκομιδή	43,2	26,6	16,9	31,9	32,5
4 μήνες	45,9	29,1	19,4	35,3	33,6
4 μήν.+ 7 ημ. SL	45,0	26,7	19,9	33,8	36,5
6 μήνες	46,8	26,1	19,4	33,2	36,4
6 μήν.+ 7 ημ. SL	44,7	26,0	20,6	33,7	38,3
8 μήνες	45,5	22,8	20,1	31,1	41,5
8 μήν.+ 7 ημ. SL	48,3	22,3	26,1	34,7	49,2
625 ppb 1-MCP					
Στη συγκομιδή	46,5	25,6	18,6	32,1	35,8
4 μήνες	45,9	31,1	19,8	37,1	32,6
4 μήν + 7 ημ. SL	44,6	30,0	20,0	36,3	33,6
6 μήνες	46,0	30,1	19,4	36,4	33,1
6 μήν.+ 7 ημ. SL	48,3	27,3	23,0	36,4	39,9
8 μήνες	46,4	29,8	19,9	36,2	33,6
8 μήν.+ 7 ημ. SL	46,8	28,3	21,9	36,3	37,7
Σημαντικότητα					
Μεταχ.	NS	***	NS	***	**
Χρόνος	NS	***	***	***	***
$Ε.Σ.Δ._{0.05}$	2,86	2,97	2,76	1,59	6,13



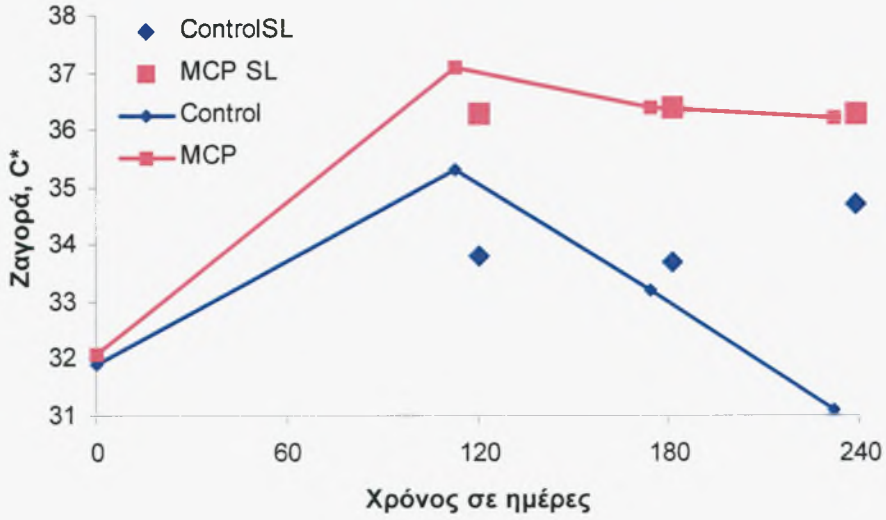
Σχεδιάγραμμα 15. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην παράμετρο L* του χρώματος του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starking Delicious από την Ζαγορά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 2,86.

Η παράμετρος b* του χρώματος του φλοιού των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP δεν είχε σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 8). Οι τιμές της παραμέτρου b* του χρώματος του φλοιού των καρπών του μάρτυρα αυξήθηκαν μετά από 4 μήνες συντήρησης και παρέμειναν σταθερές κατά το υπόλοιπο του πειράματος. Η ίδια παράμετρος βρέθηκε υψηλότερη της αρχικής μόνο μετά από μακρόχρονη συντήρηση και κατά τη ζωή στο ράφι για τους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP.

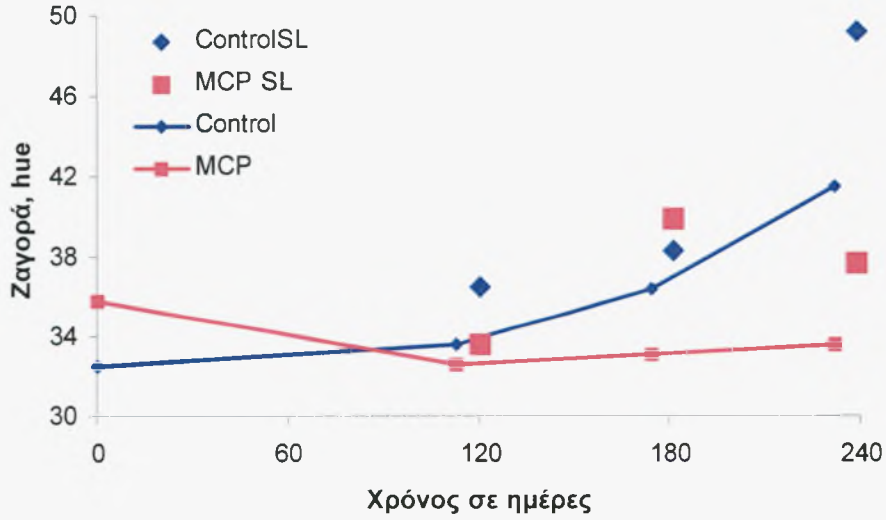
Το χρώμα των καρπών που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερο κατά 7,3% σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 8, Σχεδ. 16). Το χρώμα των καρπών παρουσίασε αύξηση μετά από συντήρηση 4 μηνών. Μετά τους 4 μήνες το χρώμα των καρπών που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP διατηρήθηκε σταθερό, ενώ στους καρπούς του μάρτυρα το χρώμα μειώθηκε σταδιακά (Σχεδ. 16).

Η παράμετρος hue των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν χαμηλότερη κατά 8 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 8, Σχεδ. 17). Οι τιμές της παραμέτρου hue αυξήθηκαν μόνο κατά τη ζωή στο ράφι μετά τους 6 και 8 μήνες ψυχροσυντήρησης στους καρπούς του μάρτυρα. Οι διαφορές αυτές ήταν σημαντικές

μόνο μετά από 8 μήνες συντήρηση πριν και μετά τη ζωή στο ράφι. Παρόμοια τάση βρέθηκε και στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP.



Σχεδιάγραμμα 16. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στο χρώμα C* του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων μήλων Starking Delicious από την Ζαγορά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). $Ε.Σ.Δ._{0,05}$= 1,59.



Σχεδιάγραμμα 17. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην παράμετρο hue του χρώματος του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starking Delicious από την Ζαγορά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). $Ε.Σ.Δ._{0,05}$= 6,13.

Η σκληρότητα της σάρκας στους καρπούς οι οποίοι δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερη κατά 27,8% σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος (Πίν. 9, Σχεδ. 18). Η σκληρότητα της σάρκας παρουσίασε ελαφρά μείωση από τους 4 μήνες ψυχροσυντήρησης στους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP και παρέμεινε σταθερή κατά την υπόλοιπη διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και της ζωής στο ράφι χωρίς ποτέ οι τιμές της να πέσουν κάτω από 6,1 kgF. Αντίθετα, η σκληρότητα της σάρκας μειώθηκε στους καρπούς τους μάρτυρα ακόμα και μετά από 4 μήνες συντήρησης όπου η τιμή της ήταν 5,3 kgF, ενώ στους 8 μήνες η τιμή της σκληρότητας έπεσε στα 4,5 kgF. Παρατηρήθηκε ελάττωση της τιμής της σκληρότητας μετά από κάθε αξιολόγηση των καρπών που παρέμειναν στο ράφι για 7 ημέρες σε ποσοστό κατά Μ.Ο. 10% (Σχεδ. 18).

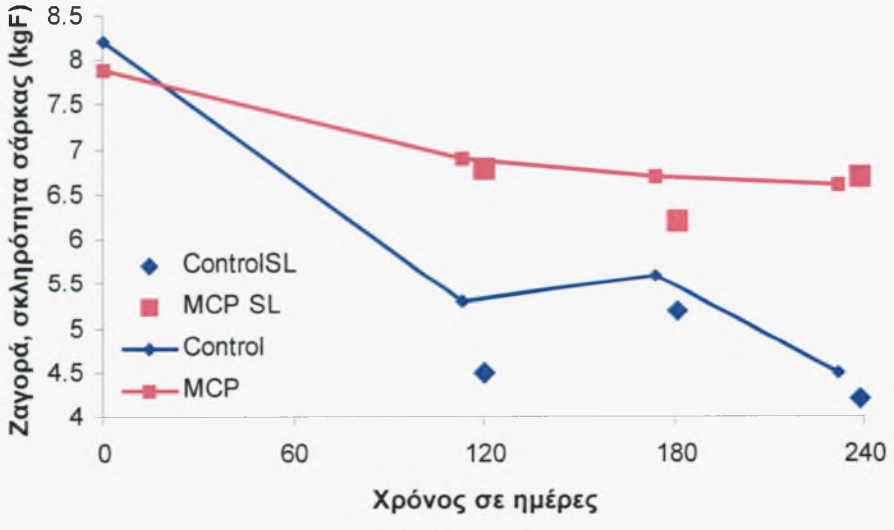
Η περιεκτικότητα των καρπών σε διαλυτά στερεά συστατικά (SSC) ήταν παρόμοια στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP και στους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 9). Τα διαλυτά στερεά συστατικά αυξήθηκαν μετά από 4 μήνες συντήρησης και είχαν αυξητική τάση με την μακρόχρονη συντήρηση ή ζωή στο ράφι. Η αύξηση αυτή των διαλυτών στερεών συστατικών οφείλεται στην μείωση της περιεκτικότητας των καρπών σε άμυλο και στην απώλεια νερού, δεδομένου ότι αυτή η αύξηση παρατηρήθηκε προφανέστερα κατά τη διάρκεια της ζωής των καρπών στο ράφι.

Το pH στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν χαμηλότερο κατά 3 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 9). Οι τιμές του pH αυξήθηκαν ελαφρώς κατά τη διάρκεια της συντήρησης και στις δύο μεταχειρίσεις.

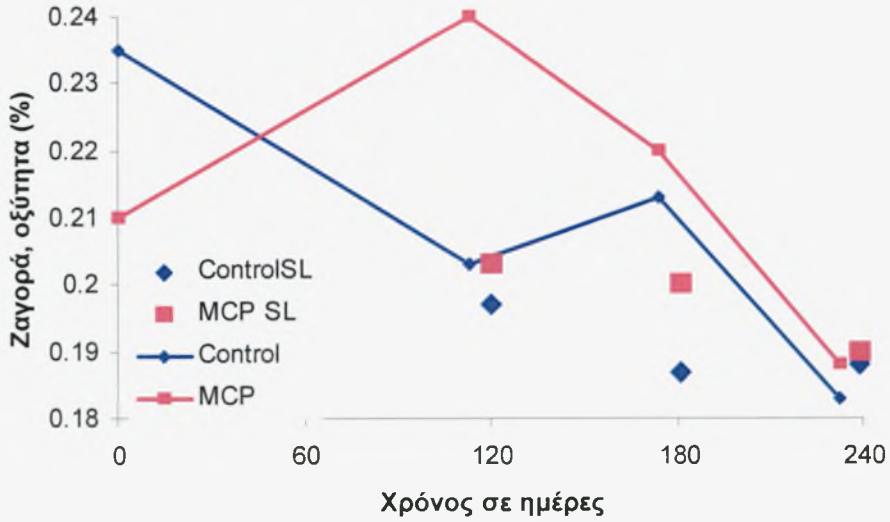
Η οξύτητα στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP δεν είχε σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 9, Σχεδ. 19). Στους 4 μήνες συντήρησης οι καρποί που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP είχαν την μεγαλύτερη τιμή οξύτητας. Οι τιμές της οξύτητας μειώθηκαν με το χρόνο στους καρπούς του μάρτυρα και μόνο μετά από 8 μήνες ψυχροσυντήρησης πριν και μετά τη ζωή στο ράφι στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP.

Πίνακας 9. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στις αντικειμενικές παραμέτρους ποιότητας κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starking Delicious από την Ζαγορά.

Μεταχ. Χρόνος	Σκληρότητα σάρκας (kgF)	Διαλ. Στερεά Συστ. (%)	pH χυμού	Οξύτητα (% μηλικό οξύ)
Μάρτυρας				
Στη συγκομιδή	8,16	12,5	3,38	0,235
4 μήνες	5,30	13,8	3,50	0,203
4 μήν.+ 7 ημ. SL	4,48	14,1	3,50	0,197
6 μήνες	5,56	14,5	3,38	0,213
6 μήν.+ 7 ημ. SL	5,19	14,7	3,77	0,187
8 μήνες	4,52	14,2	3,70	0,183
8 μήν.+ 7 ημ. SL	4,17	14,5	3,60	0,188
625 ppb 1-MCP				
Στη συγκομιδή	7,94	12,4	3,26	0,210
4 μήνες	6,85	13,6	3,43	0,240
4 μήν.+ 7 ημ. SL	6,79	14,1	3,47	0,203
6 μήνες	6,73	14,7	3,27	0,220
6 μήν.+ 7 ημ. SL	6,16	15,1	3,60	0,200
8 μήνες	6,59	13,7	3,57	0,188
8 μήν.+ 7 ημ. SL	6,71	15,3	3,50	0,190
Σημαντικότητα				
Μεταχ.	***	NS	**	NS
Χρόνος	***	***	***	***
Ε.Σ.Δ.$_{0.05}$	0,84	0,60	0,19	0,023



Σχεδιάγραμμα 18. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στη σκληρότητα σάρκας των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starking Delicious από την Ζαγορά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 0,84.



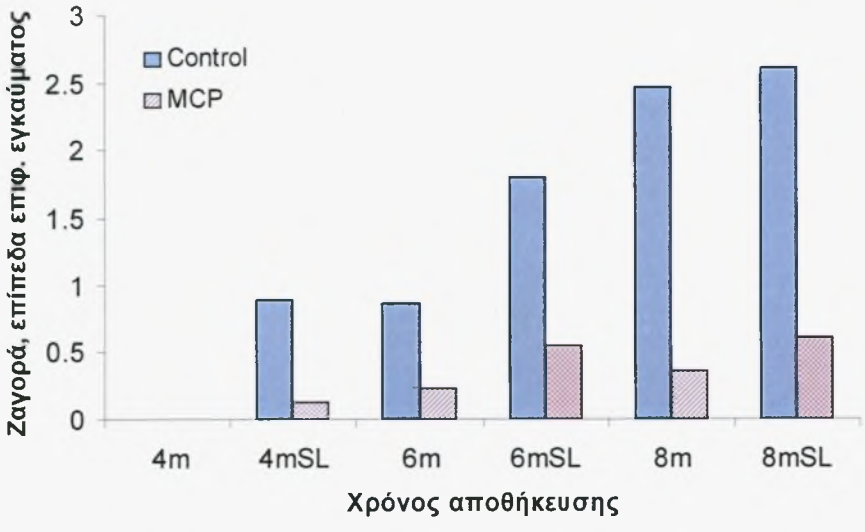
Σχεδιάγραμμα 19. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην οξύτητα των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των Starking Delicious από την Ζαγορά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 0,023.

Το επιφανειακό έγκαυμα παρουσιάστηκε στους καρπούς του μάρτυρα μετά από συντήρηση 4 μηνών και 7 ημερών ζωή στο ράφι και με την επιμήκυνση της συντήρησης και μετά τις 7 ημέρες ζωή των καρπών στο ράφι (Πίν. 10, Σχεδ. 20). Το επιφανειακό έγκαυμα στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν συνολικά χαμηλότερο κατά 78,2 % σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα. Οι καρποί που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP είχαν πάντα πολύ μικρότερη τιμή επιφανειακού εγκαύματος σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα αλλά παρουσίασαν ελάχιστο έγκαυμα ακόμα και μετά 4 μήνες συντήρησης και 7 ημέρες ζωή στο ράφι.

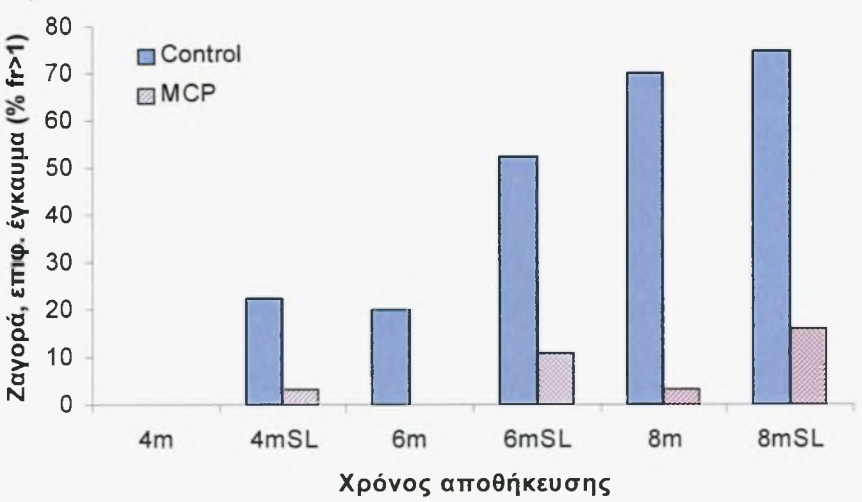
Το ποσοστό των καρπών που εμφάνισε επιφανειακό έγκαυμα σε ποσοστό μεγαλύτερο από το 25% της επιφάνειας της σάρκας (έντονο έγκαυμα) ήταν κατά 86,1% χαμηλότερο στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 10, Σχεδ. 21). Το ποσοστό των καρπών οι οποίοι δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP που εμφάνισε έντονο έγκαυμα ήταν πολύ μικρό μετά από κάθε περίοδο συντήρησης (σχεδόν ανύπαρκτο) αλλά αυξανόταν κατά τη διάρκεια της ζωής του καρπού στο ράφι χωρίς όμως να υπερβαίνει ποτέ το 16% (Πίν. 10, Σχεδ. 21). Το ποσοστό των καρπών του μάρτυρα που εμφάνισε έντονο έγκαυμα έφτασε το 20% μετά από 4 μήνες συντήρησης και 7 ημέρες ζωής στο ράφι.

Πίνακας 10. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starking Delicious από την Ζαγορά. Το επιφανειακό έγκαυμα αξιολογήθηκε ως εξής : 0, δεν εμφανίστηκε επιφανειακό έγκαυμα; 1, <25% της επιφάνειας με έγκαυμα; 2, 25-50% της επιφάνειας με έγκαυμα; 3, 50-75% της επιφάνειας με έγκαυμα; 4, >75% της επιφάνειας με έγκαυμα.

Μεταχ. Χρόνος	**Επιφ. έγκαυμα (μέσος όρος)**	**Επιφ. έγκαυμα (% των καρπών με >1)**
Μάρτυρας		
4 μήνες	0,00	0,0
4 μήν.+ 7 ημ. SL	0,89	22,5
6 μήνες	0,87	20,0
6 μήν.+ 7 ημ. SL	1,81	52,5
8 μήνες	2,47	70,0
8 μήν.+ 7 ημ. SL	2,61	75,0
625 ppb 1-MCP		
4 μήνες	0,00	0,0
4 μήν.+ 7 ημ. SL	0,13	3,3
6 μήνες	0,23	0,0
6 μήν.+ 7 ημ. SL	0,55	10,8
8 μήνες	0,37	3,3
8 μήν.+ 7 ημ. SL	0,61	15,8
Σημαντικότητα		
Μεταχ.	***	***
Χρόνος	***	***
$Ε.Σ.Δ._{0.05}$	0,41	15,0



Σχεδιάγραμμα 20. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος (μέσοι όροι από τα επίπεδα 0-4 δες κεφ. 4.5.1) κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starking Delicious από την Ζαγορά. Οι γαλάζιες στήλες παριστάνουν τις τιμές του μάρτυρα και οι κοκκινωπές τις τιμές μεταχείρισης με 1-MCP. $Ε.Σ.Δ._{0,05}$= 0,41.



Σχεδιάγραμμα 21. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος (% των καρπών με επίπεδο επιφανειακού εγκαύματος >1) κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Starking Delicious από την Ζαγορά. Οι γαλάζιες στήλες παριστάνουν τις τιμές του μάρτυρα και οι κοκκινωπές τις τιμές μεταχείρισης με 1-MCP. Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 15,0.

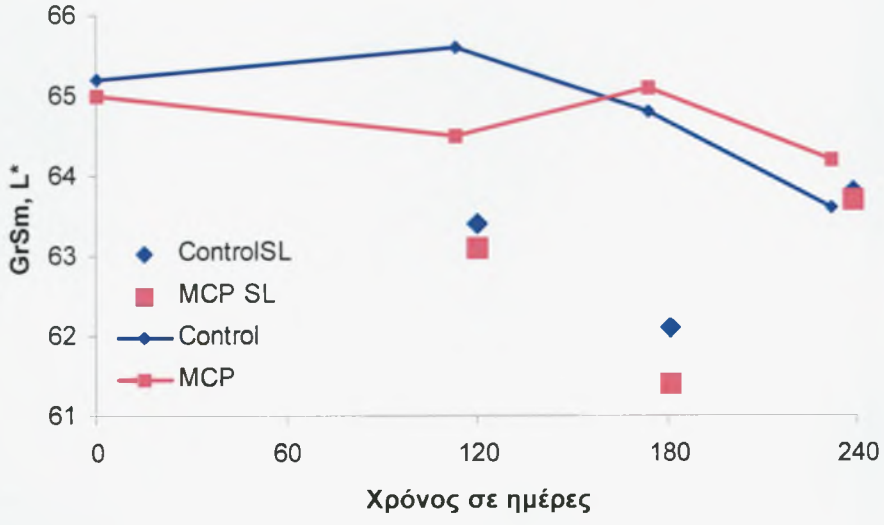
Μήλα Αγιάς, ποικιλία Granny Smith

Η παράμετρος L* του χρώματος του φλοιού των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP δεν είχε σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 11, Σχεδ. 22). Η παράμετρος L* του χρώματος του φλοιού των μήλων παρέμεινε σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια συντήρησης και ζωής των καρπών στο ράφι με μια μικρή μόνο μείωση κατά τη ζωή στο ράφι μετά 4 και κύρια 6 μήνες ψυχροσυντήρησης.

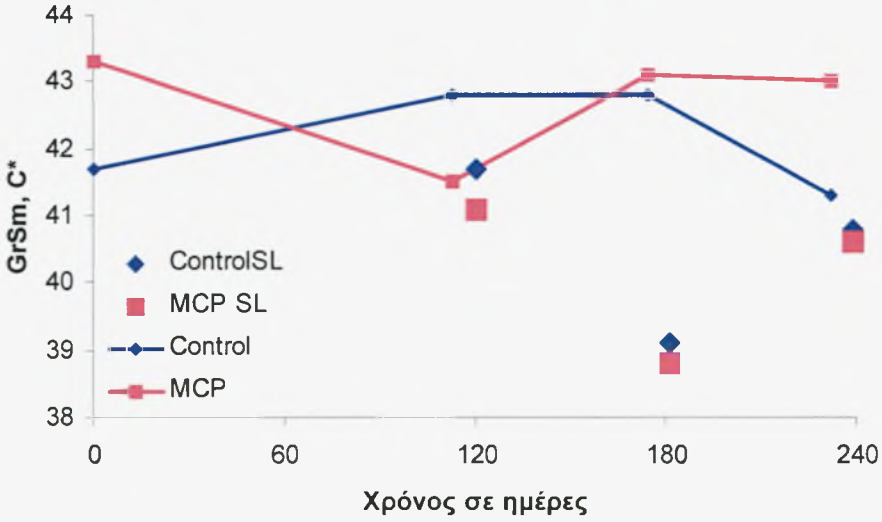
Η παράμετρος α* του χρώματος του φλοιού των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP δεν είχε σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 11). Οι τιμές της παραμέτρου α* του χρώματος του φλοιού αυξήθηκαν μετά από 4 μήνες συντήρησης και 7 ημέρες ζωής στο ράφι και παρέμειναν υψηλότερες της αρχικής έως το τέλος του πειράματος και για τις δύο μεταχειρίσεις. Οι τιμές της παραμέτρου α* ήταν μεγαλύτερες μετά τη ζωή στο ράφι για κάθε περίοδο μετρήσεων κατά τη ψυχροσυντήρηση.

Πίνακας 11. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στο χρώμα του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Granny Smith από την Αγιά.

Μεταχ. Χρόνος	Δείκτης L*	Δείκτης a*	Δείκτης b*	Chroma	Hue (°)
Μάρτυρας					
Στη συγκομιδή	65,2	-10,22	40,4	41,7	104,2
4 μήνες	65,6	-8,72	41,9	42,8	101,8
4 μήν.+ 7 ημ. SL	63,4	-7,01	41,0	41,7	99,5
6 μήνες	64,8	-7,27	42,1	42,8	99,8
6 μήν.+ 7 ημ. SL	62,1	-3,86	38,7	39,1	95,0
8 μήνες	63,6	-6,57	40,7	41,3	99,2
8 μήν.+ 7 ημ. SL	63,8	-5,27	40,5	40,8	97,4
625 ppb 1-MCP					
Στη συγκομιδή	65,0	-10,43	41,9	43,3	104,3
4 μήνες	64,5	-9,59	40,2	41,5	103,3
4 μήν.+ 7 ημ. SL	63,1	-6,78	40,6	41,1	99,5
6 μήνες	65,1	-8,09	42,3	43,1	100,8
6 μήν.+ 7 ημ. SL	61,4	-5,02	38,3	38,8	97,1
8 μήνες	64,2	-7,39	42,3	43,0	100,0
8 μήν.+ 7 ημ. SL	63,7	-5,77	40,1	40,6	98,1
Σημαντικότητα					
Μεταχ.	NS	NS	NS	NS	NS
Χρόνος	**	***	*	**	***
Ε.Σ.Δ.$_{0.05}$	2,64	1,85	2,61	2,76	2,64



Σχεδιάγραμμα 22. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην παράμετρο L* του χρώματος του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Granny Smith από την Αγιά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 2,64.

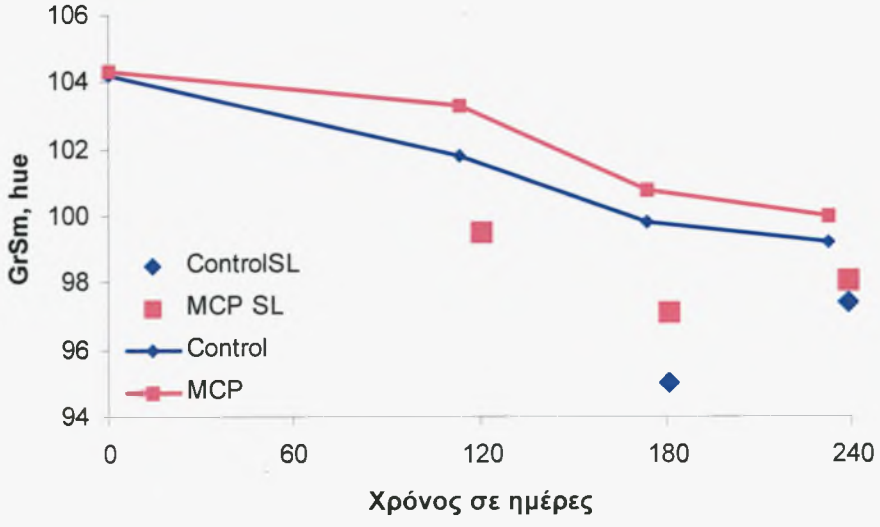


Σχεδιάγραμμα 23. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στο χρώμα C* του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων μήλων Granny Smith από την Αγιά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 2,76.

Η παράμετρος b* του χρώματος του φλοιού των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP δεν είχε σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 11). Οι τιμές της παραμέτρου b* του χρώματος του φλοιού των καρπών παρέμειναν σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης με μια μικρή μόνο μείωση κατά τη ζωή στο ράφι μετά από 6 μήνες ψυχροσυντήρησης.

Παρόμοια, το χρώμα (chroma) των καρπών που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP δεν είχε σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 11, Σχεδ. 23). Το χρώμα των καρπών παρουσίασε σταθερότητα κατά τη συντήρηση εκτός της μείωσης που παρατηρήθηκε μετά από συντήρηση 6 μηνών και παραμονή για 7 ημέρες στο ράφι (Σχεδ. 23).

Η παράμετρος hue των μήλων που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP δεν είχε σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 11, Σχεδ. 24). Οι τιμές της παραμέτρου hue μειώθηκαν κατά τη διάρκεια της συντήρησης και ακόμα περισσότερο κατά τη διάρκεια της ζωής των καρπών στο ράφι και για τις δύο μεταχειρίσεις.



Σχεδιάγραμμα 24. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην παράμετρο hue του χρώματος του φλοιού των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Granny Smith από την Αγιά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 2,64.

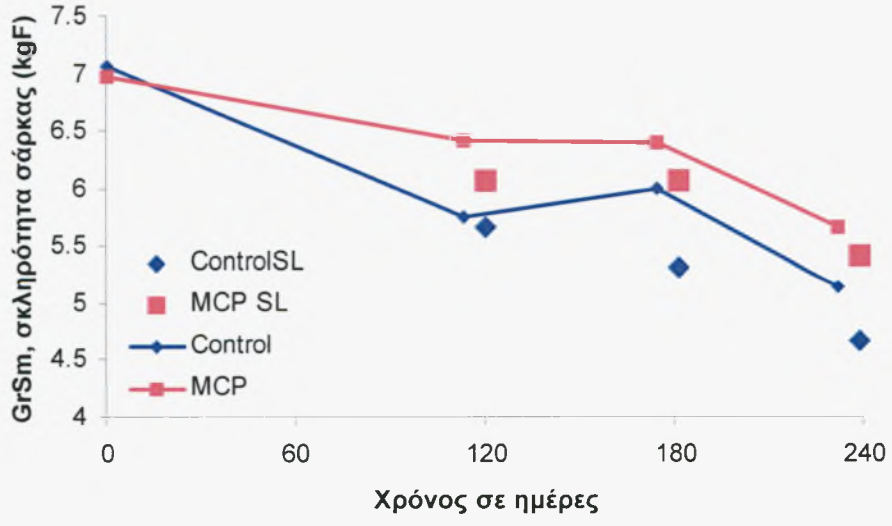
Η σκληρότητα της σάρκας στους καρπούς οι οποίοι δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερη κατά 8,5% σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα σε όλες τις δειγματοληψίες κατά τη διάρκεια του πειράματος (Πίν. 12, Σχεδ. 25). Η σκληρότητα της σάρκας παρουσίασε ελαφρά μείωση στους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP καθ' όλη τη διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ιδιαίτερα μετά τη ζωή στο ράφι. Βέβαια, η σκληρότητα της σάρκας μειώθηκε στους καρπούς τους μάρτυρα κατά 18,5% μετά από μόνο 4 μήνες συντήρησης, ενώ στους 8 μήνες και 7 ημέρες ζωής στο ράφι η τιμή της σκληρότητας ήταν 34% μικρότερη της αρχικής. Παρατηρήθηκε ελάττωση της τιμής της σκληρότητας μετά από κάθε αξιολόγηση των καρπών που παρέμειναν στο ράφι για εφτά ημέρες (Σχεδ. 25).

Η περιεκτικότητα των καρπών σε διαλυτά στερεά συστατικά (SSC) ήταν παρόμοια στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP και στους καρπούς του μάρτυρα και δεν τροποποιήθηκε με το χρόνο ψυχροσυντήρησης ή κατά τη ζωή στο ράφι (Πίν. 12).

Το pH στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν παρόμοιο με το pH των καρπών του μάρτυρα και δεν τροποποιήθηκε με το χρόνο ψυχροσυντήρησης ή κατά τη ζωή στο ράφι (Πίν. 12).

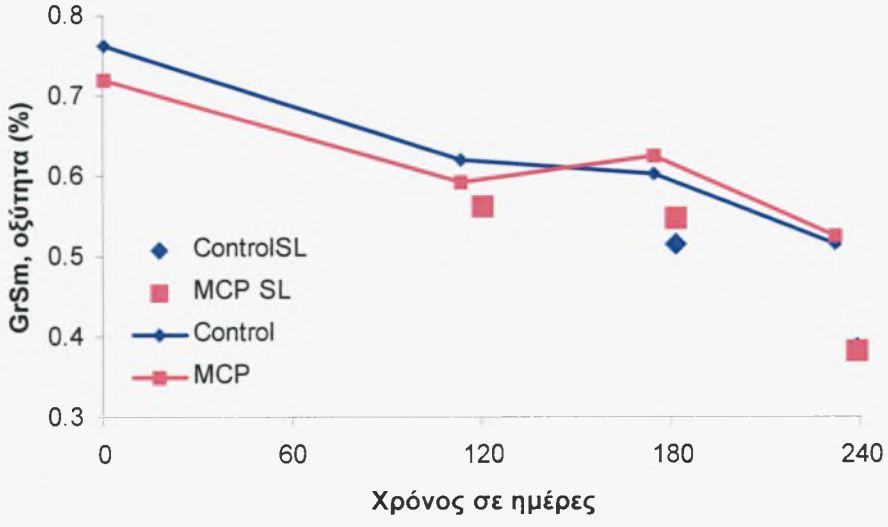
Πίνακας 12. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στις αντικειμενικές παραμέτρους ποιότητας κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Granny Smith από την Αγιά.

Μεταχ. Χρόνος	Σκληρότητα σάρκας (kgF)	Διαλ. Στερεά Συστ. (%)	pH χυμού	Οξύτητα (% μηλικό οξύ)
Μάρτυρας				
Στη συγκομιδή	7,06	12,2	3,07	0,763
4 μήνες	5,75	11,9	3,17	0,620
4 μήν.+ 7 ημ. SL	5,67	12,1	3,20	0,563
6 μήνες	5,99	12,2	3,10	0,603
6 μήν.+ 7 ημ. SL	5,31	12,1	3,07	0,516
8 μήνες	5,14	11,7	3,05	0,516
8 μήν.+ 7 ημ. SL	4,66	11,9	3,17	0,384
625 ppb 1-MCP				
Στη συγκομιδή	6,98	12,0	3,07	0,720
4 μήνες	6,41	11,3	3,07	0,593
4 μήν.+ 7 ημ. SL	6,06	11,5	3,17	0,563
6 μήνες	6,39	12,5	3,27	0,625
6 μήν.+ 7 ημ. SL	6,06	12,3	3,13	0,547
8 μήνες	5,66	11,4	3,04	0,525
8 μήν.+ 7 ημ. SL	5,41	11,6	3,12	0,382
Σημαντικότητα				
Μεταχ.	***	NS	NS	NS
Χρόνος	***	NS	NS	***
Ε.Σ.Δ.$_{0.05}$	0,36	1,07	0,19	0,056



Σχεδιάγραμμα 25. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στη σκληρότητα σάρκας των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Granny Smith από την Αγιά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 0,36.

Η οξύτητα στους καρπούς που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP δεν είχε σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις τιμές του μάρτυρα (Πίν. 12, Σχεδ. 26). Η οξύτητα στις δύο μεταχειρίσεις μειώθηκε με το χρόνο συντήρησης και ακόμη περισσότερο κατά την παραμονή των καρπών στο ράφι.



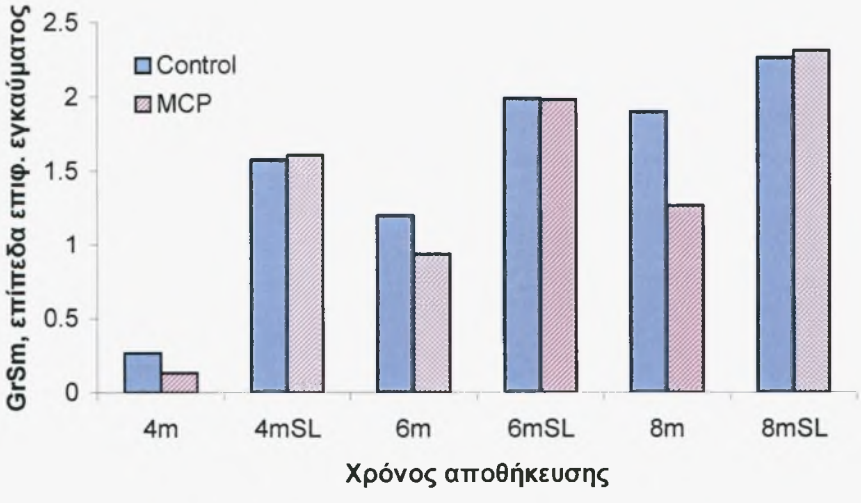
Σχεδιάγραμμα 26. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην οξύτητα των καρπών κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Granny Smith από την Αγιά. Οι συνεχόμενες γραμμές παριστάνουν τις τιμές μετά τη ψυχροσυντήρηση και τα ατομικά σημεία τις τιμές μετά από 7 ημέρες ζωή στο ράφι (SL). $Ε.Σ.Δ._{0,05}$= 0,056.

Το επιφανειακό έγκαυμα παρουσιάστηκε ελαφρώς στους καρπούς μετά από συντήρηση 4 μηνών αλλά αυξήθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια της ζωής των καρπών στο ράφι (Πίν. 13, Σχεδ. 27). Η παρουσία συμπτωμάτων επιφανειακού εγκαύματος ήταν ακόμα υψηλότερη με την μακροχρόνια συντήρηση αλλά ακόμα πιο έντονη κατά τη διάρκεια της ζωής των καρπών στο ράφι. Δεν υπήρξε καμία διαφορά στην εμφάνιση συμπτωμάτων επιφανειακού εγκαύματος μεταξύ των καρπών των δύο μεταχειρίσεων.

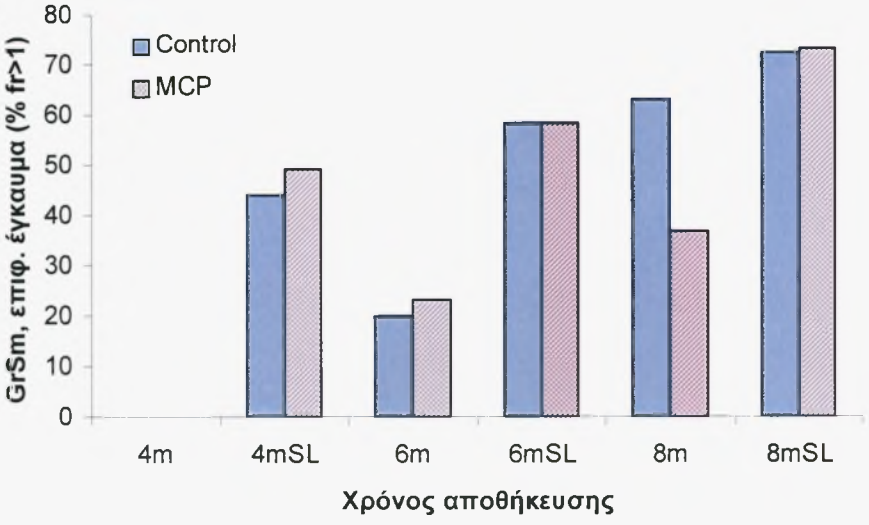
Το ποσοστό των καρπών που εμφάνισε επιφανειακό έγκαυμα σε ποσοστό μεγαλύτερο από το 25% της επιφάνειας της σάρκας (έντονο έγκαυμα) ήταν παρόμοιο στους καρπούς των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 13, Σχεδ. 28). Οι καρποί που εμφάνισαν έντονο έγκαυμα παρουσιάστηκαν κατά την αξιολόγηση των καρπών στους 4 μήνες και 7 ημέρες ζωής στο ράφι με ποσοστό >40%, ενώ στους 8 μήνες και 7 ημέρες ζωής στο ράφι το ποσοστό των καρπών που εμφάνισαν έντονο έγκαυμα ήταν >70% (Πίν. 13, Σχεδ. 28).

Πίνακας 13. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Granny Smith από την Αγιά. Το επιφανειακό έγκαυμα αξιολογήθηκε ως εξής : 0, δεν εμφανίστηκε επιφανειακό έγκαυμα; 1, <25% της επιφάνειας με έγκαυμα; 2, 25-50% της επιφάνειας με έγκαυμα; 3, 50-75% της επιφάνειας με έγκαυμα; 4, >75% της επιφάνειας με έγκαυμα.

Μεταχ. Χρόνος	**Επιφ. έγκαυμα (μέσος όρος)**	**Επιφ. έγκαυμα (% των καρπών με >1)**
Μάρτυρας		
4 μήνες	0.27	0.0
4 μήν.+ 7 ημ. SL	1.58	44.2
6 μήνες	1.20	20.0
6 μήν.+ 7 ημ. SL	1.99	58.3
8 μήνες	1.90	63.3
8 μήν.+ 7 ημ. SL	2.26	72.5
625 ppb 1-MCP		
4 μήνες	0.13	0.0
4 μήν.+ 7 ημ. SL	1.61	49.2
6 μήνες	0.93	23.3
6 μήν.+ 7 ημ. SL	1.98	58.3
8 μήνες	1.27	36.7
8 μήν.+ 7 ημ. SL	2.31	73.3
Σημαντικότητα		
Μεταχ.	NS	NS
Χρόνος	***	***
Ε.Σ.Δ.$_{0.05}$	0.67	32.7



Σχεδιάγραμμα 27. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος (μέσοι όροι από τα επίπεδα 0-4 δες κεφ. 4.5.1) κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Granny Smith από την Αγιά. Οι γαλάζιες στήλες παριστάνουν τις τιμές του μάρτυρα και οι κοκκινωπές τις τιμές μεταχείρισης με 1-MCP. Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$=0,67.



Σχεδιάγραμμα 28. Επίδραση της εφαρμογής 1-MCP στην ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος (% των καρπών με επίπεδο επιφανειακού εγκαύματος >1) κατά την διάρκεια της ψυχροσυντήρησης και ζωής στο ράφι (SL) των μήλων Granny Smith από την Αγιά. Οι γαλάζιες στήλες παριστάνουν τις τιμές του μάρτυρα και οι κοκκινωπές τις τιμές μεταχείρισης με 1-MCP. Ε.Σ.Δ.$_{0,05}$= 32,7.

Μετά από συντήρηση 8 μηνών οι καρποί παρουσίασαν εσωτερικό καφέτιασμα στο 10% των καρπών του μάρτυρα. Το ποσοστό των καρπών που παρουσίασε εσωτερικό καφέτιασμα αυξήθηκε στους 8 μήνες και 7 ημέρες ζωής στο ράφι στο 100% των καρπών και των δύο μεταχειρίσεων.

6. Συζήτηση

6.1 Διαφορές μεταξύ 1-MCP και μάρτυρα

Η εφαρμογή 1-MCP διατήρησε τα κόκκινα μήλα κατά τη διάρκεια της συντήρησης και στη ζωή στο ράφι πιο ανώριμα από τα μήλα του μάρτυρα όσον αφορά τουλάχιστον τη σκληρότητα σάρκας, pH και οξύτητα χυμού, καθόσον τα μήλα που δέχτηκαν 1-MCP ήταν σημαντικά σκληρότερα και πιο όξινα από τα μήλα του μάρτυρα. Για τα κόκκινα μήλα, η εφαρμογή 1-MCP ήταν καταλυτική στη μείωση της εμφάνισης επιφανειακού εγκαύματος αλλά και της έντασης των συμπτωμάτων του επιφανειακού εγκαύματος για τους καρπούς και των τριών ποικιλιών.

Οι τροποποιήσεις στο χρώμα φλοιού [υψηλότερο δείκτη α*, υψηλότερο χρώμα (chroma) και χαμηλότερη γωνία hue στους καρπούς που δέχτηκαν 1-MCP σε σχέση με τον μάρτυρα] σημαίνουν ότι οι καρποί που δέχτηκαν 1-MCP είχαν πιο έντονο κόκκινο χρώμα και λιγότερο γκρι από τους καρπούς του μάρτυρα. Με άλλες λέξεις ο συνδυασμός των ανωτέρω δεικτών χρώματος φλοιού δείχνει ευκρινώς όχι τόσο τη διαφορά ωριμότητας αλλά τη διαφορά στην εμφάνιση επιφανειακού εγκαύματος μεταξύ των καρπών των δύο μεταχειρίσεων. Βέβαια αυτό δεν μπορεί να αποτελέσει αντικειμενικό τρόπο αξιολόγησης της εμφάνισης ή έντασης του επιφανειακού εγκαύματος αλλά είναι μια ποσοτική εκτίμηση με ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Η υποκειμενική αξιολόγηση του επιφανειακού εγκαύματος ήταν απαραίτητη και πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένο έμπειρο επιστήμονα ή τεχνικό προσωπικό.

Σε άλλη εργασία, στην ποικιλία Red Chief η παραγωγή αιθυλενίου και ο ρυθμός αναπνοής μειώθηκαν, ενώ η οξύτητα και η σκληρότητα των καρπών που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερη απ' ότι στους μάρτυρες (Fan *et al.*, 1999). Τα μήλα που δέχτηκαν 1-MCP δεν ανέπτυξαν επιφανειακό έγκαυμα κατά τη διάρκεια της συντήρησης για 6 μήνες. Στην ποικιλία Red Chief τα μήλα που δέχτηκαν 0,7 ppm 1-MCP ήταν σκληρότερα κατά 0,9-1,8 kgF από τους μάρτυρες μετά από 180 ημέρες στους 0 ^{o}C (Beaudry, 2001). Στα μήλα της προαναφερθείσας ποικιλίας περιοχής Καστοριάς (στο δικό μας πείραμα) η σκληρότητα ήταν παρόμοια με την ανωτέρω αφού οι καρποί που δέχτηκαν 625 ppb 1-MCP ήταν σκληρότεροι κατά 1,9 kgF σε σχέση με τους μάρτυρες μετά από 180 ημέρες στους 0 ^{o}C.

Στην ποικιλία Empire όλα τα επίπεδα (100, 500 και 1000 ppm, πολύ υψηλά σχετικά) 1-MCP ήταν εξίσου αποτελεσματικά στον έλεγχο της σκληρότητας και συγκεκριμένα οι καρποί που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν σκληρότεροι κατά 2,5 kg σε σχέση με τους μάρτυρες. Δηλαδή οι καρποί που δέχτηκαν 1-MCP ήταν γενικά σκληρότεροι κατά 156% σε σχέση με τους μάρτυρες, ενώ η παραγωγή αιθυλενίου μειώθηκε σημαντικά (Rupasinghe *et al.,* 2000).

Στην ποικιλία Cortland οι καρποί που δέχτηκαν 1-MCP ήταν γενικά σκληρότεροι κατά 2 kg σε σχέση με τους μάρτυρες. Μετά από 120 ημέρες στους 0-1 ^{o}C και 7 ημέρες στους 20 ^{o}C οι καρποί που δέχτηκαν 1-MCP εμφάνισαν επιφανειακό έγκαυμα κατά 95% λιγότερο σε σχέση με τους μάρτυρες (DeEll *et al.,* 2000).

Στις ποικιλίες Queen Cox και Bramley το 1-MCP είχε μικρή επίδραση στη σκληρότητα και την παραγωγή αιθυλενίου μετά από αποθήκευση 4 και 6 μηνών αντίστοιχα, ενώ στην ποικιλία Bramley το 1-MCP μείωσε την εμφάνιση σήψεων και το επιφανειακό έγκαυμα σε σχέση με τους μάρτυρες (Dauny and Joyce, 2002).

Στις ποικιλίες Jonagold, Red Fuji και Tsugaru το 1-MCP επιβράδυνε την ωρίμανση και γήρανση των καρπών, μείωσε την απώλεια σκληρότητας και διατήρησε υψηλή την οξύτητα τους. Η περιεχόμενη χλωροφύλλη και το άμυλο στα φρούτα διατηρήθηκαν υψηλότερα από τους καρπούς του μάρτυρα. Αντίθετα, το 1-MCP αύξησε την εμφάνιση της πικρής στιγμάτωσης (bitter pit) στις ποικιλίες Jonagold και Red Fuji (Sun *et al.,* 2003).

Στην ποικιλία McIntosh η κατώτερη συγκέντρωση 1-MCP που απαιτείται για να εμποδίσει την παραγωγή και τη δράση του αιθυλενίου βρέθηκε να είναι 1 $\mu L.L^{-1}$. Τα συνολικά διαλυτά στερεά συστατικά των μήλων δεν επηρεάστηκαν από την εφαρμογή 1-MCP. Το επιφανειακό έγκαυμα, που είναι προϊόν καταβολισμού στο φλοιό, μειώθηκε κατά 30% (Rupasinghe *et al.,* 2000).

Στις ποικιλίες Gala και Ginger Gold το 1-MCP διατήρησε τη σκληρότητα και οξύτητα των καρπών, όταν τα φρούτα αποθηκεύτηκαν στους 0^{o}C μέχρι και 6 μήνες και όταν αποθηκεύτηκαν στους 20-24^{o}C μέχρι και 60 ημέρες. Η παραγωγή αιθυλενίου και η αναπνοή μειώθηκαν σημαντικά ενώ τα διαλυτά στερεά συστατικά (Δ.Σ.Σ.) των μήλων που δέχτηκαν 1-MCP ήταν περισσότερα από τα Δ.Σ.Σ. των καρπών του μάρτυρα (Fan *et al.,* 1999).

Το 1-MCP διατήρησε τα μήλα Granny Smith σκληρότερα από τους καρπούς του μάρτυρα αλλά δεν ήταν ικανό να περιορίσει την ανάπτυξη του επιφανειακού εγκαύματος στο πείραμά μας. Αντίθετα, στα διεθνή πειραματικά επιστημονικά

στοιχεία φαίνεται ότι το 1-MCP είναι πολύ αποτελεσματικό στην εξάλειψη της ζημιάς του επιφανειακού εγκαύματος στα μήλα Granny Smith. Όπως αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία για την ποικιλία Granny Smith, η παραγωγή αιθυλενίου και ο ρυθμός αναπνοής μειώθηκαν, ενώ η οξύτητα και η σκληρότητα των καρπών που δέχτηκαν μεταχείριση με 1-MCP ήταν υψηλότερη απ' ότι στους μάρτυρες (Fan *et al.*, 1999). Τα μήλα που επεξεργάστηκαν με 1-MCP δεν ανέπτυξαν επιφανειακό έγκαυμα κατά τη διάρκεια της συντήρησης για 6 μήνες.

6.2 Μεταβολές δεικτών ποιότητας με τον χρόνο

Η σκληρότητα στα μήλα Red Chief περιοχής Καστοριάς και Starkrimson περιοχής Αγιάς που δεν δέχτηκαν 1-MCP (μάρτυρες) παρουσίασε μείωση στους 4 μήνες, στη συνέχεια περαιτέρω μείωση κατά τη διάρκεια της ζωής στο ράφι και κατόπιν παρέμεινε σταθερή έως το τέλος του πειράματος. Ανάλογα αποτελέσματα υπάρχουν και για τις ποικιλίες Cortland και McIntosh όπου η σκληρότητα μειώθηκε στους 4 μήνες και 7 ημέρες ζωή στο ράφι ενώ παρουσίασε μικρή μείωση στη συνέχεια έως τους 8 μήνες (DeEll and Prange, 1992). Επίσης, στη ποικιλία Red Chief η σκληρότητα της σάρκας στους 6 μήνες μειώθηκε κατά 2,7 kgF σε σχέση με την αρχική τιμή (Beaudry, 2001) ενώ στην ποικιλία Red Chief περιοχής Καστοριάς η σκληρότητα μειώθηκε κατά 2,4 kgF.

Τα διαλυτά στερεά συστατικά (Δ.Σ.Σ.) αυξήθηκαν με το χρόνο αποθήκευσης στα πειράματά μας. Η αύξηση των Δ.Σ.Σ. οφείλεται στη μείωση της περιεκτικότητας των καρπών σε άμυλο και στην απώλεια νερού, δεδομένου ότι αυτή η αύξηση παρατηρήθηκε εμφανέστερα κατά τη διάρκεια της ζωής των καρπών στο ράφι. Αντίθετα, στις ποικιλίες Cortland και McIntosh τα Δ.Σ.Σ. παρέμειναν σταθερά στους 4 μήνες συντήρησης ενώ μειώθηκαν στους 8 μήνες (DeEll and Prange, 1992) .

Με το πέρασμα του χρόνου συντήρησης στα πειράματά μας το επιφανειακό έγκαυμα και στις τρεις ποικιλίες αυξήθηκε και ιδιαίτερα κατά τη ζωή στο ράφι. Στη ποικιλία Cortland το επιφανειακό έγκαυμα αυξήθηκε κατά τη διάρκεια συντήρησης και μάλιστα εμφανίστηκε έντονα στους καρπούς μετά από 4 μήνες συντήρησης και 7 ημέρες ζωή στο ράφι (DeEll *et al.*, 2000)

Η οξύτητα στα μήλα Red Chief περιοχής Καστοριάς και Starkrimson περιοχής Αγιάς μειώθηκε με το χρόνο ενώ στα μήλα Starking Delicious περιοχής Ζαγοράς μειώθηκε αλλά μόνο μετά τους 4 μήνες συντήρησης. Το pH αυξήθηκε κατά την

αποθήκευση και στις τρεις ποικιλίες του πειράματος. Η παράμετρος L* του χρώματος του φλοιού των καρπών αυξήθηκε με το χρόνο και στις τρεις ποικιλίες του πειράματος. Η αύξηση της παραμέτρου L* μας δείχνει ότι το χρώμα των καρπών γίνεται πιο φωτεινό. Η παράμετρος α* είχε αυξητική τάση με το χρόνο δηλαδή οι καρποί γίνονταν πιο κόκκινοι με το πέρασμα του χρόνου. Η παράμετρος b* αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της συντήρησης, δηλαδή οι καρποί γίνονταν πιο κίτρινοι.

Ο συνδυασμός των παραμέτρων α* και b* μας δίνει το χρώμα (chroma) των καρπών το οποίο αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Αυτό σημαίνει ότι το χρώμα των καρπών δεν έγινε πιο κόκκινο αλλά έγινε πιο καθαρό. Η παράμετρος hue αυξήθηκε με το χρόνο, δηλαδή το χρώμα των μήλων έτεινε να γίνει πιο κίτρινο.

Στα μήλα Granny Smith το επιφανειακό έγκαυμα αυξήθηκε κατά τη συντήρηση. Η οξύτητα μειώθηκε με το χρόνο ενώ το pH και τα Δ.Σ.Σ. δεν παρουσίασαν καμία μεταβολή κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Η σκληρότητα της σάρκας μειώθηκε σημαντικά κατά το διάστημα των 8 μηνών.

Η παράμετρος hue διατηρήθηκε σταθερή μέχρι τους 4 μήνες ενώ στη συνέχεια μειώθηκε με το χρόνο. Το χρώμα (chroma) διατηρήθηκε σταθερό μέχρι τους 4 μήνες και 7 ημέρες ζωή στο ράφι, στους 6 μήνες αυξήθηκε και στους 6 και 8 μήνες και 7 ημέρες ζωή στο ράφι μειώθηκε. Δηλαδή οι δείκτες χρώματος δεν έδειξαν κάποια σαφή τάση με την έντονη ανάπτυξη επιφανειακού εγκαύματος και την μικρότερη μεταβολή του χρώματος φλοιού με την ωρίμανση στα μήλα ποικιλίας Granny Smith.

Συμπερασματικά, το 1-MCP σε πολύ μικρή συγκέντρωση δούλεψε ικανοποιητικά έως πολύ καλά για τα κόκκινα μήλα των τριών ποικιλιών (Red Chief, Starkrimson και Starking Delicious) που μελετήθηκαν, ενώ δεν είχε την αναμενόμενη αποτελεσματικότητα με τα μήλα ποικιλίας Granny Smith.

Βιβλιογραφία

Ξένη βιβλιογραφία

Beaudry R., 2001., Use of 1-MCP on apples. Perishables Handling Quarterly Issue No. 108. pp: 12-16.

Blanpied, G.D. and Silsby, J.S., 1992. Predicting harvest date windows for apples. Cornell Coop., Inf. Bull. 221.

Dauny, P.T.and Joyce, D.C., 2002. 1-MCP improves storability of 'Queen Cox' and 'Bramley' apple fruit. HortScience 37: 1082-1085.

DeEll, J.R. and Prange, R.K., 1992. Postharvest Quality and Sensory Attributes of Organically and Conventionally Grown Apples. HortScience 27: 1096-1099.

DeEll, J.R., Rupasinghe H.P.V. and Murr, D.P., 2000. 1-MCP controls superficial scald and delays softening in "Cortland" apples. HortScience 35: 409.

Fan, X.T., Blankenship, S.M. and Mattheis J.P., 1999. 1-methylcyclopropene inhibits apple ripening. apples. J. Hortic. Sci. Biotechn. 124: 690-695.

Fan, X.T., Mattheis J.P. and Blankenship, S.M., 1999. Development of apple superficial scald, soft scald, core flush, and greasiness is reduced by 1-MCP. J. Agric. Food Chem. 47: 3063-3068.

Fidler, J., Wilkinson, G., Edney, K.L. and Sharples, R.O., 1973. The biology of apple and pear storage. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough, England.

Hardernburg, R.E., Watada, A.E. and Wang, C.Y., 1990. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. U.S.D.A. Agr. Research Service Agr. Handbook No. 66.

Jager, A., Putter, H. and Michalczuk, L., 1999. Preharvest factors end postharvest quality decline of apples. Acta Horticulturae 485: 103-110.

Kader, A.A., 1992. Postharvest technology of horticultural crops. University of California, D.A.N.R. Publ. 3311.

Kidd, F. and West, C., 1930. The gas storage of fruit. II Optimum temperature and atmospheres. J. Pomol. Hort. Sci. 8: 67-75.

McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience 27: 1254-1255.

Mir, N.A., Beaudry, R.M., Ben A.R. and Philosoph-Hadas, S., 2001. Use of 1-MCP to reduce the requirement for refrigeration in the storage of apple fruit. Acta Horticulturae 553: 577-580.

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 Red Chief Delicious apples. J. Amer. Soc. Hortic. Sci. 126: 618-624.

Rupasinghe H.P.V., Murr, D.P., DeEll, J.R. and Porteous M.D., 2000. Synergistic effect of AVG, 1-MCP, and CA on softening of apples. HortScience 35: 411.

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. J. Hortic. Sci. Biotechn. 75: 271-276.

Sun, X.S., Wang W.H., Wang, Z.H., Li, Z.Q. and Zhang, Z.Y., 2003. Effects of 1-MCP treatment on physiology of apples after harvest. J. Fruit Sci. 20: 12-17.

Sun, X.S., Wang W.H., Wang, Z.H., Li, Z.Q. and Zhang, Z.Y., 2003. Effects of 1-MCP on physiological changes of 'Jonagold' apples at ambient temperature after harvest. Acta Horticulturae Sinica 30: 90-92.

Ελληνική βιβλιογραφία

Σφακιωτάκης, Ε., 1995. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων. Typoman, Θεσσαλονίκη, 1η έκδοση.

Καραουλάνης, Γ.Δ., 1976. Η διατήρηση με ψύξη των οπωροκηπευτικών στην Ελλάδα. Πρακτικά της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Οπωροκηπευτικών 1: 37-43.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
004000074278