

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΘΕΜΑ

**Μεταβολές στην ποιότητα μήλων και αχλαδιών μετά από  
μωλωπισμό**



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: Καρούτσου Αγγελική

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : Dr. Γεώργιος Νάνος Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ

Βόλος 2009



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

Αριθ. Εισ.: 7910/1  
Ημερ. Εισ.: 09-12-2009  
Δωρεά: Συγγραφέας  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ  
2009  
ΚΑΡ



## Ευχαριστίες

Τις θερμές μου ευχαριστίες εκφράζω στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Νάνο Γεώργιο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη συνεχή καθοδήγηση του στο σχεδιασμό και εφαρμογή του πειράματος και την πολύτιμη συμβολή του στην εκπόνηση και συγγραφή της πτυχιακής μου διατριβής.

Σημαντική ήταν όμως και η συμμετοχή της κ. Ελένη Πλιακώνη, υποψήφια διδάκτωρ του Π.Θ.

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

## Περιεχόμενα

Περίληψη	
1. Εισαγωγή.....	1
2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας.....	4
2.1 Ποιότητα οπωροκηπευτικών.....	4
2.1.1 Γενικά.....	4
2.1.2 Κατηγορία ποιότητας νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων...4	
2.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των  ποιότητα των οπωροκηπευτικών προϊόντων.....	6
2.1.3.1 Γενετικοί παράγοντες.....	6
2.1.3.2 Προσυλλεκτικοί παράγοντες.....	6
2.1.3.3 Μετασυλλεκτικοί παράγοντες.....	8
2.1.4 Εκτίμηση - μέτρηση της ποιότητας.....	9
2.1.4.1 Υποκειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας.....	10
2.1.4.2 Αντικειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας.....	10
2.2 Μεταχείριση των καρπών.....	11
2.2.1 Γενικά.....	11
2.2.2 Προσυλλεκτικές μεταχειρίσεις.....	12
2.2.3 Συγκομιδή.....	12
2.2.4 Κιβώτια συγκομιδής.....	13
2.2.5 Μεταφορά από τον αγρό στο συσκευαστήριο.....	15
2.2.6 Τυποποίηση – Συσκευασία.....	15
2.2.7 Διανομή.....	16
2.3 Φυσιολογία – βιοχημεία μωλωπισμού.....	17
2.3.1 Παράγοντες που επιδρούν στην ευαισθησία των καρπών στους μωλωπισμούς.....	17
2.3.2 Μηχανική βλάβη του ιστού κατά το χτύπημα και την ακόλουθη ανάπτυξη του μωλωπισμού.....	20
2.3.3 Μεταβολισμός των τραυματισμένων ιστών .....	23
2.3.4 Συντήρηση καρπών.....	24

2.3.4.1 Ρύθμιση των συνθηκών περιβάλλοντος στους χώρους συντήρησης.....	26
2.3.4.2 Τροποποιημένη ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα στη συντήρηση και μεταφορά.....	27
3. Υλικά και μέθοδοι.....	31
3.1 Φυτικό υλικό.....	31
3.2 Χημικά αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν.....	31
3.3 Εργαστηριακός εξοπλισμός.....	31
3.4 Μεταχειρίσεις.....	32
3.5 Προσδιορισμός χρώματος φλοιού του καρπού.....	33
3.6 Συνεκτικότητα της σάρκας.....	34
3.7 Εκχύλιση χυμού.....	35
3.8 Ανάλυση καρπού.....	35
3.8.1 Παράμετροι μωλωπισμού.....	35
3.8.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	36
3.8.3 Διαλυτά Στερεά Συστατικά (Δ.Σ.Σ).....	36
3.8.4 Ογκομετρική οξύτητα.....	37
3.8.5 Περιεχόμενο συνολικών φαινολικών.....	37
3.9 Στατιστική ανάλυση.....	38
4. Αποτελέσματα.....	39
4.1 Αχλάδια.....	39
4.1.1 Χρώμα φλοιού.....	39
4.1.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	40
4.1.3 pH.....	40
4.1.4 Ογκομετρούμενη οξύτητα.....	41
4.1.5 Σκληρότητα σάρκας.....	41
4.2 Μήλα.....	41
4.2.1 Χρώμα φλοιού.....	41
4.2.2 Φαινολικές ουσίες.....	43
4.2.3 Ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	44
4.2.4 pH χυμού.....	44
4.2.5 Ογκομετρούμενη οξύτητα.....	44
4.2.6 Διαλυτά Στερεά Συστατικά.....	45
4.2.7 Σκληρότητα σάρκας.....	45

4.2.8 Παράμετροι μωλωπισμού.....	45
5. Συζήτηση.....	53
5.1 Αχλάδια.....	53
5.2 Μήλα.....	54
6. Συμπεράσματα.....	56
6.1 Αχλάδια.....	56
6.2 Μήλα.....	56
Βιβλιογραφία.....	58

## Περίληψη

Σκοπός της μελέτης ήταν η εκτίμηση της ζημιάς του μωλωπισμού που μελετήθηκε με την πτώση μήλων ποικιλιών Royal Gala, Golden Delicious και Red Chief και αχλαδιών ποικιλίας Κρυστάλλια. Για την τεχνητή πρόκληση μωλωπισμών εφαρμόστηκε η μέθοδος Klein (1987), με κάποιες τροποποιήσεις στο ύψος όπου επιλέχτηκε εκείνο των 30 cm, καθώς επίσης και στον τύπο της επιφάνειας πρόσκρουσης που χρησιμοποιήθηκε ήταν σταθερή μεταλλική. Μετρήθηκαν το χρώμα φλοιού, το pH, τα ΔΣΣ (μόνο στα μήλα), η σκληρότητα σάρκας, η οξύτητα, τα φαινολικά (μόνο στα μήλα) και η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα. Τα αχλάδια όταν μωλωπίζονται δεν παρουσιάζουν σημαντικές μεταβολές στο χρώμα του φλοιού και στην ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα σε σχέση με τα άθικτα παρά μόνο στον δείκτη χρώματος φλοιού  $b^*$  που αποτελεί ένα καλό δείκτη εκτίμησης της αλλαγής χρώματος του φλοιού λόγω του μωλωπισμού. Γενικά, στα αχλάδια η πτώση από ύψος 30cm δεν προκάλεσε διάρρηξη κυττάρων ικανή να οδηγήσει σε σημαντικές φυσιολογικές μεταβολές και σε κοσμητική ζημία. Στα μήλα οι δείκτες χρώματος του φλοιού δεν τροποποιήθηκαν ουσιαστικά από το μωλωπισμό βρέθηκαν όμως χρήσιμοι για να προσδιορίσουν σωστά το κόκκινο χρώμα του φλοιού και να διαχωρίσουν τα μήλα διάφορων ποικιλιών. Στα μωλωπισμένα μήλα η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα αυξήθηκε, ενώ τα φαινολικά έδωσαν ποικίλα αποτελέσματα. Τα μήλα Golden Delicious περιοχής Ζαγοράς εμφάνισαν μικρότερη κοσμική ζημία από την πτώση από μήλα της ίδιας ποικιλίας περιοχής Αγιάς. Αντίθετα, δεν βρέθηκε σταθερή διαφορά στο μωλωπισμό μεταξύ του διαφορετικού μεγέθους καρπών ποικιλίας Royal Gala και των τριών δειγμάτων μήλων Red Chief που μελετήθηκαν.

## 1. Εισαγωγή

Η ωρίμανση των καρπών είναι το τελικό στάδιο αύξησης στο οποίο λαμβάνει χώρα βραδεία και ελάχιστη αύξηση σε μέγεθος, ενώ παρατηρούνται πολλές βιοχημικές διεργασίες που οδηγούν τον καρπό στην ωρίμανση, δηλαδή τον καθιστούν κατάλληλο για βρώση. Οι βιοχημικές αλλαγές που παρατηρούνται είναι προγραμματισμένες από το γενετικό κώδικα κάθε ποικιλίας και αρχίζουν μετά από ορισμένο αριθμό ημερών από την άνθιση και τη γονιμοποίηση του άνθους (καρπική περίοδο), που είναι χαρακτηριστική κάθε ποικιλίας. Οι αλλαγές αυτές αφορούν τόσο την εμφάνιση του καρπού (χρώμα), τη δομή του καρπού (σκληρότητα σάρκας) και φυσικά τη χημική του σύσταση. Αυτές οι αλλαγές είναι αποτέλεσμα βιοχημικών διεργασιών που παρατηρούνται σε κυτταρικό επίπεδο όπως ενζυμική δραστηριότητα, αναπνευστική δραστηριότητα, παραγωγή αιθυλενίου και άλλες. Η ωρίμανση πολλών φρούτων σχετίζεται με αλλαγές της υφής και το εκτεταμένο μαλάκωμα του ιστού. Αλλαγές στην υφή κατά την ωρίμανση μπορούν ακόμα να προέλθουν από απώλεια σπαργής ή διάσπαση αμύλου. Κατά την ωρίμανση παρατηρούνται αλλαγές και στις φαινολικές ουσίες των καρπών.

Η γενική εμφάνιση του καρπού πέρα από το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα επηρεάζεται πάρα πολύ από ελαττώματα που τυχόν έχει τα οποία μπορεί να καταστήσουν τους καρπούς ακατάλληλους για εμπορία ή να μειώσουν την εμπορική τους αξία. Η μορφολογική δομή των καρπών έχει πολύ μεγάλη σημασία τόσο στην εμφάνιση όσο και στη φθαρτότητα τους. Το μήλο και το αχλάδι, λόγω της δομής τους, είναι καρποί που αντέχουν στους διάφορους χειρισμούς και στις μεταφορές και δεν προσβάλλονται τόσο εύκολα από μικροοργανισμούς παρά μόνο αν πληγωθεί ο φλοιός με κάποιο αιχμηρό αντικείμενο. Ακόμη όμως και αυτοί οι καρποί μωλωπίζονται εύκολα καθότι αποτελούνται κατά 84% από νερό το μήλο και 83% νερό το αχλάδι.

Σημαντικοί 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. Μηχανικές ζημιές μπορεί να έχουμε με διάφορες



μορφές, όπως λύση της επιδερμίδας αλλά, πιο συχνά, μωλωπισμούς στην επιφάνεια ή εσωτερικά από πτώσεις, συμπίεση και κραδασμούς. Τις μηχανικές ζημιές ακολουθεί καφέτιασμα των προσβεβλημένων ιστών, που οφείλεται στην καταστροφή των κυτταρικών μεμβρανών, που συνοδεύεται με οξείδωση των φαινολικών ουσιών όταν έρχονται σε επαφή με το ένζυμο πολυφαινολοξειδάση.

Οι απώλειες των οπωροκηπευτικών προϊόντων είναι δυνατόν να συμβούν σε οποιοδήποτε σημείο από τη συγκομιδή μέχρι την κατανάλωση. Μετασυλλεκτικές απώλειες νωπών προϊόντων μπορεί να συμβούν στο στάδιο συγκομιδή – διαλογή - συσκευασία. Εσφαλμένοι χειρισμοί κατά τα προκαταρκτικά αλλά κύρια αυτά στάδια είναι δυνατόν να προκαλέσουν σημαντικές απώλειες κυρίως από τραυματισμούς επηρεάζοντας τη μετέπειτα φυσιολογική δραστηριότητα των καρπών και εμμέσως να αυξήσουν τις απώλειες του προϊόντος. Στο στάδιο της συντήρησης οι απώλειες των καρπών μπορούν να μειωθούν στο ελάχιστο αν χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες συνθήκες συντήρησης. Σοβαρές απώλειες συμβαίνουν και κατά τη διακίνηση-μεταφορά των νωπών καρπών και οι σωστοί χειρισμοί στο συγκεκριμένο στάδιο είναι δυνατόν να μειώσουν στο ελάχιστο τις απώλειες αυτές, ενώ η επιμόρφωση των εμπλεκόμενων είναι πολύ δύσκολη. Οι απώλειες στα χέρια του καταναλωτή ξεφεύγουν από τον έλεγχο της μετασυλλεκτικής μεταχείρισης και εξαρτώνται από την εμπειρία του καταναλωτή, τα μέσα που διαθέτει για τη διατήρηση του προϊόντος μέχρι την κατανάλωση του καθώς και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή.

Η εκτίμηση της ευαισθησίας των καρπών κάθε είδους και ποικιλίας βοηθά στην ανάπτυξη τεχνογνωσίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επιμόρφωση των εμπλεκόμενων και μετατροπές στη μετασυλλεκτική αλυσίδα (εξοπλισμό, διαδικασίες) που θα μειώσουν την πιθανότητα μωλωπισμού και την ένταση τυχόν μωλωπισμού από κακή μεταχείριση ή από κακή λειτουργία ή χρήση του εξοπλισμού που σχετίζεται με τη συγκομιδή, διαχείριση και διακίνηση των νωπών φρούτων και λαχανικών.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η συγκριτική αξιολόγηση της μεταβολής της ποιότητας καρπών ποικιλιών μηλιάς και αχλαδιάς, διαφορετικών περιοχών και διαφορετικής ωριμότητας μετά από μωλωπισμό.

Οι ποικιλίες μηλιάς που μελετήθηκαν είναι οι Royal Gala περιοχής Αγιάς, Golden Delicious και Red Chief περιοχών Αγιάς και Ζαγοράς Θεσσαλίας. Η ποικιλία αχλαδιάς που μελετήθηκε είναι η Κρυστάλλια περιοχής Τυρνάβου και Βελεστίνου Θεσσαλίας.

## **2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας**

### **2.1 Ποιότητα σπρωροκηπευτικών**

#### **2.1.1 Γενικά**

Η ποιότητα των μήλων και των αχλαδιών η οποία προσφέρεται στον καταναλωτή, καθορίζεται από το βαθμό ποιότητας που αποκτά το προϊόν κατά τη συγκομιδή και δεν μπορεί να βελτιωθεί με τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς (Σφακιωτάκης, 1995). Πολλοί προσυλλεκτικοί παράγοντες, γενετικοί, καλλιεργητικοί και περιβαλλοντικοί, επιδρούν στην αύξηση και ανάπτυξη ως και την τελική ποιότητα του προϊόντος. Η κατανόηση της πολυπλοκότητας της επίδρασης των παραγόντων αυτών αλλά και της έμφυτης παραλλακτικότητας της επίδρασης των παραγόντων αυτών αλλά και της έμφυτης παραλλακτικότητας 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 σχετικά αντίστροφη σχέση, ο παραγωγός θα πρέπει να μεγιστοποιεί με ισορροπία την ποιότητα και απόδοση για να έχει τη μέγιστη πρόσοδο.

#### **2.1.2 Κριτήρια ποιότητας νωπών σπρωροκηπευτικών προϊόντων**

Η χρησιμότητα του προϊόντος καθορίζει τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι καρποί για να ικανοποιούν το χρήστη τους (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. Στους καρπούς όμως που προορίζονται για την κάλυψη των αναγκών μιας

βιομηχανίας, τα χαρακτηριστικά των καρπών είναι διαφορετικά. Στον πίνακα 1 φαίνονται τα χαρακτηριστικά από τα οποία καθορίζεται η ποιότητα του καρπού.

Πίνακας 1. Κριτήρια ποιότητας νωπών φρούτων και λαχανικών (Σφακιωτάκης, 1995).

<u>Κριτήριο</u>	<u>Χαρακτηριστικά</u>
<b>1. Γενική εμφάνιση</b>	Μέγεθος: διαστάσεις, βάρος, όγκος Σχήμα και μορφή: διάμετρος/μήκος Χρώμα
<b>2. Κατάσταση επιφάνειας και ελαττώματα</b>	Εξωτερική - εσωτερική εμφάνιση Μορφολογικά χαρακτηριστικά Φυσική - μηχανική κατάσταση Φυσιολογική κατάσταση Παθολογική κατάσταση
<b>3. Φυσικά - ανατομικά χαρακτηριστικά Υφή</b>	Σκληρότητα Τραγανότητα Μαλακότητα
<b>4. Γεύση – Άρωμα</b>	Γλυκύτητα, αλμυρότητα, πικρότητα, στυφότητα Οσμή ευχάριστη / δυσάρεστη
<b>5. Θρεπτική αξία</b>	Υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια, βιταμίνες, ανόργανα μέταλλα
<b>6. Ασφάλεια</b>	Φυσικές τοξικές ουσίες Μυκοτοξίνες Βακτηριακή μόλυνση Υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων Βαρέα μέταλλα



### 2.1.3 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.

#### 2.1.3.1 Γενετικοί παράγοντες

**Γενετική σύσταση.** Η γενετική σύσταση καθορίζει τα χαρακτηριστικά της ποιότητας (σχήμα, μέγεθος, χρώμα κλπ.) και βρίσκει την έκφραση της στην ποικιλία. Το σχήμα και η μορφή του καρπού είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας και τροποποιείται ελάχιστα από συνθήκες του περιβάλλοντος και τις καλλιεργητικές φροντίδες. Χαρακτηριστικό επίσης μπορεί να είναι και το άρωμα των καρπών που δίνει κάθε ποικιλία. Η ποικιλία επίσης μπορεί να επηρεάσει τη συνεκτικότητα – τραγανότητα της σάρκας. Σε πολλά είδη φρούτων (όπως τα μήλα, αχλάδια, ροδάκινα) 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).

#### 2.1.3.2 Προσυλλεκτικοί παράγοντες

##### Παράγοντες περιβάλλοντος

**Θερμοκρασία.** Για τα περισσότερα είδη οπωροφόρων και λαχανικών η επικράτηση υψηλών θερμοκρασιών κατά τη βλαστική περίοδο δίνει πρωιμότητα και επηρεάζει έντονα την ποιότητα. 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).

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

υποβαθμίζοντας την ποιότητα 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 ποιότητα τους. Βέβαια υψηλή ένταση φωτισμού μπορεί να προκαλέσει ηλιοκαύματα στους καρπούς και σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας τους.

### Καλλιεργητικές τεχνικές

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

**Αρδευση.** 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 τη βιωσιμότητα των φυτών.

**Ψεκασμοί.** Η καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών ή 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 και N:Ca συνδέονται άμεσα με την ποιότητα των καρπών. Προσυλλεκτικοί ψεκασμοί Ca έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς για τη διατήρηση της μετασυλλεκτικής ποιότητας των μήλων αυξάνοντας τη συγκέντρωση του Ca του καρπού και μειώνοντας την αναλογία K:Ca.

### Παράγοντες συγκομιδής

Δύο είναι οι βασικές παράμετροι στη συγκομιδή στις οποίες πρέπει να δοθεί βαρύτητα:

**Ωριμότητα κατά τη συγκομιδή.** Το στάδιο ωριμότητας των καρπών κατά τη συγκομιδή και το εάν έχουν ήδη συμβεί οι απαραίτητες μεταβολές στον καρπό, θα καθορίσει τη γευστική και θρεπτική ποιότητα του καρπού, γι' αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται τα κριτήρια συλλεκτικής ωριμότητας.

**Τρόπος συγκομιδής.** Η υποβάθμιση της ποιότητας που υφίσταται ο καρπός από τραυματισμούς και μωλωπισμούς κατά τη συγκομιδή είναι αρκετά σημαντική και για το λόγο αυτό θα πρέπει η συγκομιδή των καρπών να γίνεται από έμπειρο προσωπικό και με μεγάλη προσοχή.

### 2.1.3.3 Μετασυλλεκτικοί παράγοντες

**Θερμοκρασία.** Η θερμοκρασία είναι ο σπουδαιότερος μετασυλλεκτικός παράγοντας που επηρεάζει τη φυσιολογική φθορά των συγκεκριμένων 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 (χαμηλές θερμοκρασίες) ή να προκαλέσει ραγδαία ωρίμανση και γήρανση με αποτέλεσμα την απώλεια της εμπορικής αξίας των καρπών (υψηλές θερμοκρασίες). Συντήρηση σε υπερβολικά χαμηλές θερμοκρασίες (chilling injury), ιδιαίτερα σε καρπούς τροπικής – υποτροπικής προελεύσεως (εσπεριδοειδή, μπανάνα κλπ.) μειώνει τη γευστική ποιότητα και εκμηδενίζει τη δυνατότητα κανονικής ωρίμανσης.

**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 αρνητικά 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 συντηρησιμότητα 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 διάθεση τους στην αγορά.

**Μεταφορά – συσκευασία.** Υποβάθμιση της ποιότητας έχουμε όταν κατά τη μεταφορά επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και δεν γίνεται εξαερισμός. Μηχανικές ζημιές (μωλωπισμούς, τραυματισμούς) 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 όταν είναι εκτεθειμένοι οι καρποί για μακρό χρονικό διάστημα στη χονδρική και λιανική αγορά. Και φυσικά τελικά στο επίπεδο του καταναλωτή που πρέπει να μείνει ευχαριστημένος από το προϊόν για να επαναλάβει την αγορά ομοειδών προϊόντων χωρίς όμως συχνά να γνωρίζει πώς να μεταχειριστεί σωστά τα αγορασθέντα προϊόντα.

#### **2.1.4 Εκτίμηση – μέτρηση της ποιότητας**

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 απλούς εργάτες (στη διαλογή και συσκευασία), έμπειρους τεχνικούς ή με δοκιμές από τους καταναλωτές ή δοκιμαστές. Αντικειμενικά η εκτίμηση της ποιότητας γίνεται με όργανα ή μεθόδους, 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 όσο είναι δυνατό αντικειμενικά με ειδικά όργανα. Ωστόσο είναι ανάγκη όλες αυτές οι μεταβολές των ποιοτικών χαρακτηριστικών να συσχετίζονται με τις αντιδράσεις των καταναλωτών.



#### 2.1.4.1 Υποκειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας

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

#### 2.1.4.2 Αντικειμενικοί τρόποι εκτίμησης ποιότητας

Οι αντικειμενικοί τρόποι βασίζονται στη χρησιμοποίηση οργάνων και 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.

#### Ενόργανη ανάλυση, φυσικοί και χημικοί τρόποι

**Μετρήσεις του χρώματος.** Η μέτρηση του χρώματος των φρούτων και λαχανικών είναι δυνατόν να γίνει με ειδικά χρωματομέτρα τα οποία μετρούν και αναλύουν το ανακλώμενο φως. Το χρώμα συχνά δίνεται σε τιμές  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$ .

**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.

**Χημικοί προσδιορισμοί.** 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.

## **2.2 Μεταχείριση των καρπών**

### **2.2.1 Γενικά**

Η μείωση των μετασυλλεκτικών απωλειών και η βελτίωση της ποιότητας των οπωροκηπευτικών προϊόντων επιτυγχάνεται με προσυλλεκτικές μεταχειρίσεις, με προσεκτικούς χειρισμούς κατά τη συγκομιδή και κυρίως με την εφαρμογή κατάλληλων μετασυλλεκτικών χειρισμών κατά τη μεταφορά και συντήρησή τους. Έρευνες έχουν δείξει ότι μετά από ένα ταξίδι 1600 χλμ. και 6 εργασίες χειρισμού το κατά μέσο όρο ποσοστό των τραυματισμένων μήλων σε συσκευασίες δίσκων είναι 10 - 15%. Ο μηχανικός τραυματισμός μπορεί να μην εμφανιστεί αμέσως αλλά και μέχρι 2 μέρες αργότερα. Στην πράξη, αυτό σημαίνει ότι ο βαθμός με τον οποίο το προϊόν πέφτει και μεταχειρίζεται γενικότερα θα επηρεάσει άμεσα το βαθμό του μηχανικού τραυματισμού. Αυτό ισχύει σε όλα τα στάδια από τον παραγωγό μέχρι τον καταναλωτή. Η ανάπτυξη των συστημάτων χειρισμού, με τη χρησιμοποίηση μεμονωμένων φορτίων σε παλέτες, είναι σήμερα η πιο αποτελεσματική μέθοδος δραματικής βελτίωσης των χειρισμών.

Για τη μελέτη των μωλωπισμών των φρούτων ή και ορισμένων λαχανικών κατά τη διαδικασία συγκομιδής, μεταφοράς, τυποποίησης και συσκευασίας χρησιμοποιείται εκτός από την οπτική παρατήρηση και ο

«ηλεκτρονικός ψευδοκαρπός», όπως λέγεται. Αυτός είναι μια ηλεκτρονική συσκευή η οποία τοποθετείται μαζί με το υπό μελέτη προϊόν και υφίσταται όλη τη διαδικασία που υφίσταται και το προϊόν. Ο ηλεκτρονικός ψευδοκαρπός συλλέγει πληροφορίες καθώς κινείται πάνω στη γραμμή διαλογής-τυποποίησης-συσκευασίας ή και στη μεταφορά και στη συνέχεια με έναν υπολογιστή τα στοιχεία αποκρυπτογράφονται και αναλύονται. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να διαπιστώσουμε ποια είναι τα σημεία κινδύνου της μετασυλλεκτικής γραμμής τα οποία μπορούμε να βελτιώσουμε (και να εκτιμήσουμε το αποτέλεσμα των βελτιώσεών μας) προκειμένου το προϊόν να μην ταλαιπωρείται και να μην υφίσταται ζημιά.

### **2.2.2 Προσυλλεκτικές μεταχειρίσεις**

Σε κάθε είδος οπωροκηπευτικών φυτών διακρίνουμε διάφορες ποικιλίες που τα προϊόντα τους έχουν διαφορετική ικανότητα συντήρησης, η οποία οφείλεται κύρια σε γενετικούς παράγοντες. Οι διάφορες προσυλλεκτικές μεταχειρίσεις, όπως το κλάδεμα, η άρδευση και η λίπανση, είναι δυνατόν να επηρεάζουν τη μετασυλλεκτική συμπεριφορά πολλών προϊόντων. Η λίπανση και κυρίως η αζωτούχα π.χ. στα μήλα είναι δυνατόν να ευθύνεται για την εμφάνιση φυσιολογικών ασθενειών που συντομεύουν τη συντήρηση και προκαλούν σοβαρές απώλειες σε ορισμένες ποικιλίες.

### **2.2.3 Συγκομιδή**

Η συγκομιδή με το χέρι είναι χρήσιμη όταν οι καρποί βρίσκονται σε διάφορα στάδια ωριμότητας μέσα στον αγρό και υπάρχει ανάγκη για διαδοχικό μάζεμα σε διαφορετικούς χρόνους. Οι εργάτες θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να αναγνωρίζουν το κατάλληλο στάδιο ωριμότητας. Ένα μικρό καρότσι με μια ρόδα στο μπροστινό μέρος είναι χρήσιμο στο συγκομιστή γιατί μειώνει τον κόπο κατά τις εργασίες συγκομιδής. Οι πλατφόρμες βοηθούν επίσης για ψηλά δέντρα. Οι εργάτες που συγκομίζουν με τα χέρια πρέπει να είναι καλά εκπαιδευμένοι όσον αφορά το σωστό τρόπο συγκομιδής των καρπών ώστε να ελαχιστοποιούν τους τραυματισμούς και τις απώλειες. Η συγκομιδή πρέπει να γίνεται κόβοντας σωστά ή τραβώντας τον καρπό από το

φυτό προκαλώντας όσο το δυνατό λιγότερους τραυματισμούς. Η χρήση βαμβακερών γαντιών, τα κομμένα νύχια των χεριών και η αφαίρεση κοσμημάτων όπως δακτυλίδια ή βραχιόλια, μπορούν να μειώσουν το μηχανικό τραυματισμό κατά τη συγκομιδή. Στη συγκομιδή με το χέρι, πολλά εργαλεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν και η σωστή επιλογή εξαρτάται κυρίως από το καλλιεργούμενο είδος. Περιστασιακά ασθένειες μπορούν να μεταφερθούν από φυτό σε φυτό. Τα εργαλεία πρέπει να είναι αιχμηρά, και να απολυμαίνονται συχνά, όταν υπάρχει πρόβλημα ιώσεων. Οι μίσχοι πρέπει να κόβονται όσο το δυνατόν πιο κοντά στον καρπό ώστε να εμποδίζεται ο τραυματισμός των γειτονικών καρπών κατά τη μεταφορά.

Πίνακας 2. Μέσες απώλειες φρούτων μετά τη συγκομιδή από διάφορες αιτίες (Βασιλακάκης, 2006).

<u>Φρούτο</u>	<u>% Απώλεια</u>
<b>Μήλα</b>	3,6
<b>Πορτοκάλι</b>	4,2
<b>Αχλάδια</b>	5,9
<b>Ροδάκινα</b>	12,6
<b>Φράουλες</b>	22,9

#### 2.2.4 Κιβώτια συγκομιδής

Τα οπωροκηπευτικά τοποθετούνται σε διάφορους τύπους κιβωτίων προκειμένου να μεταφερθούν από τον οπωρώνα στην αγορά, στο χώρο συντήρησης ή αποθήκευσης ή το διαλογητήριο - συσκευαστήριο. Τα κιβώτια πρέπει να είναι εύχρηστα για τους εργάτες και πρέπει να εξασφαλίζουν τον ελάχιστο δυνατό μηχανικό τραυματισμό για το προϊόν. Τα καλάθια ή τα κουτιά με αιχμηρές ή σκληρές εσωτερικές άκρες πρέπει να αποφεύγονται ή να ελαχιστοποιούνται οι ζημιές με τη χρήση χαρτιού ή θηκών. Ο τραυματισμός των προϊόντων συχνά γίνεται με τη μεταφορά τους από το ένα κιβώτιο στο άλλο. Εάν είναι δυνατόν, η παραγωγή πρέπει να συγκομίζεται μέσα στο



κιβώτιο με το οποίο θα αποθηκευτεί ή μεταφερθεί. Υπάρχουν διάφοροι τύποι κιβωτίων, μεταξύ των οποίων οι παρακάτω:

**Οι σάκοι συγκομιδής με λουριά ώμου και μέσης.** Οι σάκοι αυτοί μεταφέρονται εύκολα και αφήνουν τα χέρια ελεύθερα. Πρέπει να σχεδιάζονται με άνοιγμα στη βάση ώστε τα προϊόντα να μπορούν να αδειάζουν από το κάτω μέρος σε ένα κιβώτιο του αγρού χωρίς να είναι αναγκαίο να γυριστεί ανάποδα ο σάκος. Είναι από τα καλύτερα βοηθήματα στη συγκομιδή αλλά δεν χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα.

**Τα πλαστικά κιβώτια ή άλλα δοχεία.** Τα δοχεία αυτά είναι κατάλληλα για τη συγκομιδή καρπών που μπορούν να συνθλιβούν εύκολα. Τα κιβώτια αυτά διαστάσεων 50 x 40 x 35 cm και χωρητικότητας 10-30 Kg, πρέπει να είναι λεία, χωρίς κοφτερές άκρες ή προεξοχές που να τραυματίζουν τους καρπούς. Τα πλαστικά τελάρα είναι σχετικά ακριβά αλλά είναι ανθεκτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλές φορές και καθαρίζονται εύκολα.

**Παλετοκιβώτια.** Σε άλλες χώρες, και αρκετά τελευταία στη χώρα μας, χρησιμοποιούνται τα παλετοκιβώτια τα οποία είναι ξύλινα ή πλαστικά κιβώτια, συνήθως χωρητικότητας 250 έως 500 κιλών χρησιμοποιούνται από τους παραγωγούς - εμπόρους όταν παραγόμενα είδη όπως μήλα αποστέλλονται σε μεγάλα συσκευαστήρια για διαλογή, συσκευασία, ψύξη ή επεξεργασία. Τα παλετοκιβώτια μπορούν να μεταφερθούν με ένα περονοφόρο εξάρτημα συνδεδεμένο σε έναν ελκυστήρα από το σημείο συγκομιδής σε φορτηγά αυτοκίνητα ή στην περιοχή συγκέντρωσης. Τα παλετοκιβώτια παρουσιάζουν μικρότερο κόστος ανά μονάδα προϊόντος σε σύγκριση με τα πλαστικά κιβώτια και παρέχουν καλύτερη προστασία στο προϊόν. Στα τοιχώματα πρέπει να αφήνονται αρκετά ανοίγματα που να επιτρέπουν τον καλό αερισμό και την απομάκρυνση του νερού όταν χρησιμοποιείται για υδρόψυξη ή εφαρμογή χημικών. Οι εσωτερικές επιφάνειες των κιβωτίων πρέπει να είναι καθαρές και λείες για να μην τραυματίζονται οι καρποί.

### 2.2.5 Μεταφορά από τον αγρό στο συσκευαστήριο

Το γέμισμα των κιβωτίων πρέπει να γίνεται προσεκτικά και οι καρποί να πέφτουν από μικρό ύψος. Τραυματισμοί των καρπών παρατηρούνται όταν πέφτουν από μεγάλο ύψος στα κιβώτια και όταν υπεργεμίζονται τα κιβώτια με καρπούς (Σφακιωτάκης, 1995). Σημαντική απώλεια οπωροκηπευτικών μπορεί να προκύψει μέσα στον οπωρώνα ή εκτός του οπωρώνα κατά τη φόρτωση - εκφόρτωση και κατά τη μεταφορά. Για να αποφευχθούν οι μωλωπισμοί και οι τραυματισμοί των οπωροκηπευτικών κατά τη μεταφορά πρέπει οι δρόμοι να είναι ομαλοί και, αν είναι δυνατόν, ασφαλτοστρωμένοι. Η μεταφορά από τον αγρό στο συσκευαστήριο γίνεται με φορτηγά αυτοκίνητα. Γενικά ισχύει ο κανόνας ότι όσο λιγότερο ταλαιπωρούνται τα προϊόντα τόσο μικρότερες είναι οι πιθανότητες αυτά να υποστούν κάποια βλάβη. Εντός του οπωρώνα συχνά οι συνθήκες δεν είναι και πολύ ομαλές γι' αυτό σημασία έχει οι ελκυστήρες να μην αναπτύσσουν υψηλή ταχύτητα. Σημαντικές απώλειες λόγω μωλωπισμών μπορούν να συμβούν κατά τη μεταφορά από τον αγρό στο συσκευαστήριο, ιδιαίτερα αν οι αποστάσεις είναι μεγάλες.

### 2.2.6 Τυποποίηση - Συσκευασία

Όταν το προϊόν φτάσει στο συσκευαστήριο σε πλαστικές κλούβες η εκφόρτωση γίνεται συνήθως με τα χέρια, με κίνδυνο μωλωπισμού στην επιφάνεια του καρπού. Η τροφοδοσία γίνεται από εργάτες ή και μηχανές αυτόματα ή ημιαυτόματα. Το άδειασμα των καρπών γίνεται συνήθως με υγρή ανατροπή (άδειασμα σε νερό), γιατί είναι κατάλληλη για προϊόντα που είναι ευαίσθητα στους μωλωπισμούς όπως τα αχλάδια και τα μήλα. Η μείωση του μηχανικού τραυματισμού περιλαμβάνει την ελαχιστοποίηση των πτώσεων και των κυλίσεων στα σημεία μεταφοράς της γραμμής συσκευασίας. Για να επιτευχθεί αυτό, οι γραμμές συσκευασίας θα πρέπει αν είναι ευθείες και να έχουν ελάχιστες μεταβολές ύψους μεταξύ των τμημάτων. Η εγκατάσταση κρεμαστών κουρτινών πάνω από τις ταινίες μεταφοράς και στα τραπέζια διαλογής μπορεί να μειώσουν τις δυνάμεις κρούσης κατά 50%. Ακολουθεί μια περιοχή για τη συσκευασία των προϊόντων σε εμπορευματοκιβώτια για τη συντήρηση ή εμπορία. Η πλήρωση των κιβωτίων είναι μια κρίσιμη λειτουργία και πρέπει να ελεγχθεί προσεκτικά. Τα προϊόντα μπορεί να συντριφθούν κατά

τη διάρκεια του κλεισίματος ενός υπερχειλισμένου κιβωτίου, ενώ το μη πλήρες γέμισμα του κιβωτίου μπορεί να οδηγήσει στον σοβαρό μηχανικό τραυματισμό λόγω του σπρωξίματος και της κύλισης κατά τη διάρκεια της αποστολής και του χειρισμού. Ένα σωστά συσκευασμένο κιβώτιο, εκτός από το να εξυπηρετεί σαν ομοιόμορφο μέτρο της ποσότητας, πρέπει να προστατεύει το προϊόν κατά τη διάρκεια των χειρισμών, ενώ παράλληλα να επιτρέπει τον επαρκή αερισμό κατά την ψύξη ή την αποθήκευση. Το κιβώτιο θα πρέπει να αποτρέπει και να μειώνει τον τραυματισμό στο προϊόν κατά τη διάρκεια της μεταφοράς και του χειρισμού. Οι τραυματισμοί σύγκρουσης και οι μώλωπες μπορεί να είναι το αποτέλεσμα χτυπημάτων κατά τη μεταφορά. Αυτό το είδος τραυματισμού μπορεί να μειωθεί σημαντικά εάν το προϊόν δεν κινείται μέσα στη συσκευασία και τα φρούτα δεν πιέζονται μεταξύ τους. Τα φρούτα δεν τρίβονται μεταξύ τους όταν χρησιμοποιούνται κυψελωτοί δίσκοι, ατομικό τύλιγμα ή προστατευτική επένδυση. Τα αχλάδια συγκεκριμένα σχεδόν πάντα είναι συσκευασμένα σε θήκες καθώς είναι πολύ ευαίσθητα στο μωλωπισμό. Το ατομικό τύλιγμα των φρούτων με τσιγαρόχαρτο είναι μια συνηθισμένη πρακτική και μειώνει τους τραυματισμούς από τους κραδασμούς και τις κρούσεις με άλλα φρούτα στο κιβώτιο. Ένα παράδειγμα είναι το χαρτί (ή πιο παλιά το άχυρο) που χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό των στρωμάτων στα μήλα. Εναλλακτικά, κουνάμε απαλά το κιβώτιο και συμπληρώνεται ο ελεύθερος χώρος.

### 2.2.7 Διανομή

Όταν μεταφέρονται φρούτα και λαχανικά, πρέπει να γίνουν επιλογές ανάμεσα σε ταχύτητα, απόσταση, κόστος, ασφάλεια, δυνατότητες τραυματισμών των καρπών και απαιτήσεις συσκευασίας. Εάν η παραγωγή προορίζεται για μεταφορά πρέπει να δεχθεί κάποιους χειρισμούς. Κατά μήκος ολόκληρου του συστήματος διανομής, οι μηχανικοί τραυματισμοί και ιδιαίτερα οι τραυματισμοί από κρούσεις, μπορούν να μειωθούν αισθητά με προσεκτικούς χειρισμούς. Για παράδειγμα, οι πνευματικές αναρτήσεις στα οχήματα μειώνουν τους τραυματισμούς περισσότερο από τις αναρτήσεις από τα φύλλα σούστας. Οι τραυματισμοί μέσω της κρούσης και της δόνησης

συμβαίνουν στα οχήματα μεταφοράς, ενώ η σοβαρότητα αυτών των προβλημάτων περιορίζεται στη σιδηροδρομική μεταφορά.

Πολλά εμπορευματοκιβώτια (containers), σιδηροδρομικά βαγόνια και οδικά οχήματα φορτώνονται με τα χέρια. Οι προσεκτικοί χειρισμοί από τους ανθρώπους είναι δύσκολο να επιτευχθούν στην πράξη αφού οι περισσότεροι εργάτες που ασχολούνται με αυτή τη δραστηριότητα είναι συνήθως ανειδίκευτοι με ελάχιστη γνώση για τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά και ακόμη λιγότερη γνώση για τις διαδικασίες καλού χειρισμού. Τα κιβώτια πρέπει να σηκώνονται ή να μεταφέρονται και ποτέ να μην πετάγονται. Το φόρτωμα των κιβωτίων μπορεί να γίνει εύκολα με τη χρησιμοποίηση αποβάθρων φόρτωσης ή με σκαλιά ή σανίδες. Τα καρότσια μεταφοράς, οι άλλου είδους μεταφορείς και κύρια σήμερα τα περονοφόρα ανυψωτικά οχήματα (κλαρκ) μειώνουν τους χειρισμούς.

Οι μέθοδοι φόρτωσης και τοποθέτησης σε στοίβες στα οχήματα είναι ιδιαίτερα σημαντικές, ενώ η τοποθέτηση σε στοίβες πρέπει να γίνεται προσεκτικά για την αποφυγή κατάρρευσης της στοίβας κατά τη μεταφορά. Έχουν παρατηρηθεί λιγότεροι τραυματισμοί όταν η παραγωγή στοιβάζεται στο κέντρο του οχήματος. Το στοιβάγμα των πακέτων σε πολύ μεγάλο ύψος έχει σαν αποτέλεσμα η πίεση του προϊόντος μέσα στο πακέτο να αυξάνεται όσο αυξάνεται το ύψος τοποθέτησης. Τα εμπορευματοκιβώτια πρέπει να φορτώνονται με συσκευασμένα προϊόντα για τη μείωση της κίνησης του προϊόντος και την ομοιόμορφη κατανομή βάρους. Η αλλαγή των φορτίων πίεσης και η κακή κατανομή βάρους δημιουργούν τραυματισμούς στην παραγωγή και προκαλούν προβλήματα χειρισμού των οχημάτων.

## **2.3 Φυσιολογία – βιοχημεία μωλωπισμού**

### **2.3.1 Παράγοντες που επιδρούν στην ευαισθησία των καρπών στους μωλωπισμούς**

Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που επηρεάζουν την ευαισθησία των καρπών στο μωλωπισμό.

Σύμφωνα με έρευνα που έγινε σε μήλα ποικιλίας Golden Delicious, Golden Supreme και Granny Smith και αχλάδια ποικιλίας Blanquilla η



ευαισθησία των καρπών στο μωλωπισμό ήταν μεγαλύτερη στη συγκομιδή απ' ότι ύστερα από 2-3 μήνες αποθήκευσης (Garcia et al., 1995). Τα άγουρα φρούτα ήταν λιγότερο ευαίσθητα σε μωλωπισμούς από τα φρούτα που συγκομίστηκαν αργότερα. Η ευαισθησία των καρπών στο μωλωπισμό αυξήθηκε με τη μείωση της σκληρότητας σάρκας και ενώ τα φρούτα ήταν σε σπαργή (Garcia et al., 1995). Γενικά, όταν τα φρούτα είναι σε σπαργή είναι πιο ευαίσθητα στο μωλωπισμό (Garcia and Ruiz-Altisent, 1998). Η ημερομηνία συγκομιδής, η διάρκεια και συνθήκες συντήρησης, δεν επηρεάζουν μόνο την ωρίμανση του φρούτου, αλλά και την ευαισθησία των καρπών στους μωλωπισμούς. Έρευνες έχουν δείξει ότι, όσο πιο μακρά είναι η περίοδος συντήρησης, τόσο λιγότερη ζημιά έχουμε από μωλωπισμούς (προφανώς λόγω μερικής απώλειας σπαργής) (Klein, 1987; Hyde and Ingle, 1968; Tsukamoto, 1981). Όμως, άλλες έρευνες, όπως αυτή των Schoorl and Holt (1977), αναφέρουν ότι η ευαισθησία στους μωλωπισμούς είναι ανάλογη της περιόδου συντήρησης. Αυτή η αντίφαση που παρατηρείται μεταξύ των αποτελεσμάτων αυτών των ερευνών ίσως να οφείλεται στην ενέργεια που απορροφά το φρούτο κατά το χτύπημα. Ενώ στην τελευταία έρευνα η απορροφούμενη ενέργεια ήταν μεγάλη, στα 1,25 J (Schoorl and Holt, 1977), στις άλλες η ενέργεια για εκείνες τις πειραματικές συνθήκες ήταν μεταξύ 0,2 έως 0,7 J (Klein, 1987; Hyde and Ingle, 1968; Tsukamoto, 1981), πράγμα που υποδηλώνει ότι ενδέχεται να υπάρχει ένα όριο απορροφούμενης ενέργειας πάνω από το οποίο αυξάνεται η ευαισθησία στους μωλωπισμούς ανάλογα με τη διάρκεια συντήρησης. Η θερμοκρασία του καρπού τη στιγμή του χτυπήματος και της ακόλουθης πρόκλησης μωλωπισμού είναι γνωστός παράγοντας που επηρεάζει την ευαισθησία των καρπών στους μωλωπισμούς (Saltveit, 1984; Thomson et al., 1996; Baritelle and Hyde, 2001). Επίσης, η θερμοκρασία συντήρησης μετά την πρόκληση χτυπήματος είναι γνωστό ότι επηρεάζει την ανάπτυξη μωλωπισμού (Saltveit, 1984; Thomson et al., 1996) και μάλιστα η ευαισθησία αυξάνει όσο αυξάνει η θερμοκρασία του φρούτου κατά τη στιγμή του μωλωπισμού. Όμως άλλοι ερευνητές έδειξαν ότι η θερμοκρασία των καρπών τη στιγμή του χτυπήματος ή κατά την αμέσως ακόλουθη ανάπτυξη του μωλωπισμού δεν είχε καμία επίδραση στην ευαισθησία ως προς το μωλωπισμό (Klein, 1987; Schoorl and Holt, 1977).

Τέλος, ο Van Lancker (1979) βρήκε ότι η ευαισθησία στο μωλωπισμό είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη θερμοκρασία του φρούτου κατά το μωλωπισμό.

Ακόμη, η ευαισθησία στο μωλωπισμό αυξάνεται με το μέγεθος και το βάρος του καρπού. Έρευνα έχει δείξει ότι καρποί μεγάλου μεγέθους ήταν πιο επιρρεπείς στους μωλωπισμούς απ' ό,τι οι μικρότεροι, και ότι αυτό ενδεχομένως οφείλεται στην υψηλότερη ενέργεια κατά το χτύπημα του καρπού στην επιφάνεια πρόσκρουσης (Ericksson and Tahir, 1996).

Διαφορές στην ευαισθησία στο μωλωπισμό μεταξύ διαφορετικών ποικιλιών μήλων (και άλλων καρπών) μπορεί να είναι ουσιαστικής σημασίας. Έρευνα έδειξε ότι η ποικιλία 'Gala' είχε τους περισσότερους μωλωπισμούς σε σύγκριση με άλλες ποικιλίες μήλων, ενώ η 'Braeburn' τους λιγότερους (Pang et al., 1996). Βέβαια, η εκτίμηση του μωλωπισμού στην ποικιλία 'Gala' έγινε με βάση την παραμόρφωση που προκαλείται στον καρπό και υποδηλώνει την ύπαρξη μωλωπισμού και όχι με βάση την αλλαγή του χρώματος του φλοιού όπως έγινε με τις ποικιλίες 'Granny Smith', 'Braeburn' και 'Fuji'. Με κριτήριο το χρώμα του φλοιού η ποικιλία 'Granny Smith' είχε το μεγαλύτερο αριθμό εμφανών μωλωπισμών εξαιτίας του ομοιόμορφου πράσινου χρωματισμού που διευκολύνει την ανίχνευση μωλωπισμών (Pang et al., 1996). Άλλη έρευνα κατέταξε τρεις ποικιλίες σε διαφορετικές ομάδες ευαισθησίας στο μωλωπισμό γιατί διέφεραν στο ποσοστό του ιστού που τραυματίζεται από διάφορα ύψη πτώσης των καρπών με την ποικιλία Cox's Orange Pippin να είναι πιο ανθεκτική από τις Ingrid Marie και Aroma, ενώ η τελευταία ήταν η πιο ευαίσθητη (Ericsson and Tahir, 1996).

Επίσης, οι καρποί δεν είναι ομοιόμορφα ανθεκτικοί ή ευαίσθητοι στα χτυπήματα σε όλη τους την επιφάνεια, αλλά υπάρχει διαφορά μεταξύ διαφορετικών περιοχών του καρπού. Για το μήλο, έχει βρεθεί ότι το 'μάγουλο' δηλαδή η περιοχή του καρπού στον ισημερινό μεταξύ των δύο άκρων του είναι πιο ευαίσθητη στους μωλωπισμούς σε σχέση με τα άκρα του μίσχου και της περιοχής του κάλυκα (Tsukamoto, 1981).

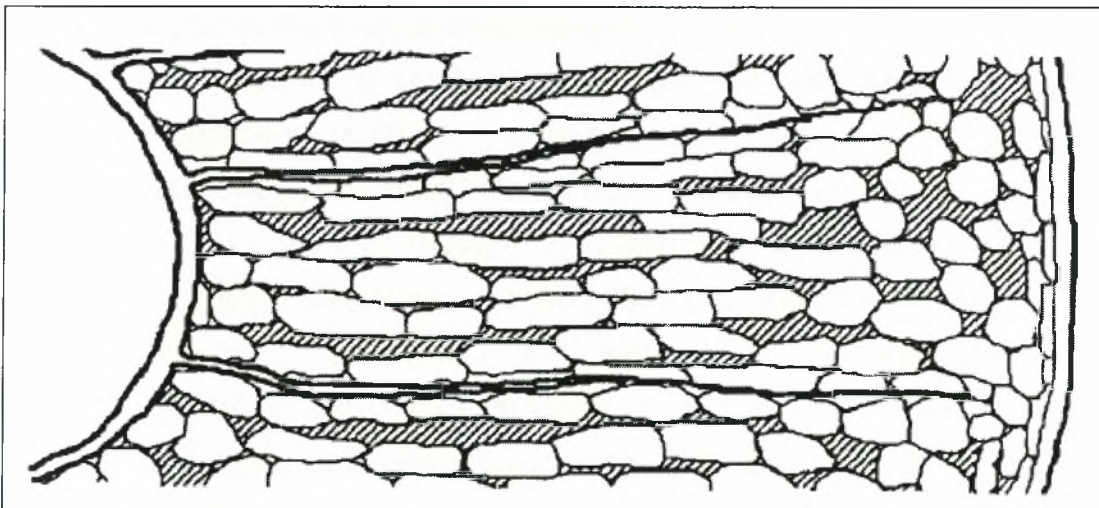
### 2.3.2 Μηχανική βλάβη του ιστού κατά το χτύπημα και την ακόλουθη ανάπτυξη του μωλωπισμού

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

Επομένως, όταν εφαρμόζεται κάποια δύναμη στα παρεγχυματικά κύτταρα του καρπού, τα τελευταία αρχίζουν να αλλάζουν σε σχήμα και συγκεκριμένα μειώνεται η διάμετρος τους κατά την κατεύθυνση της δύναμης. Αφού το περιεχόμενο των κυττάρων δεν συμπιέζεται καθόλου ή πολύ λίγο, η αλλαγή στο σχήμα αλλάζει την αναλογία επιφάνεια προς όγκο κυττάρου και αυξάνει παράλληλα την πίεση σπαργής. Για την εξισορρόπηση του εσωτερικού και εξωτερικού δυναμικού, το νερό πρέπει να κινηθεί έξω από το κύτταρο για να αντισταθμίσει την αυξημένη πίεση σπαργής. Αν το βάρος της καταπόνησης είναι σαφέστατα χαμηλό και σύντομο, η παραμόρφωση θα είναι αρκετά ελαστική, με την έννοια ότι το κύτταρο θα ανακτήσει ένα μεγάλο ποσοστό από το αρχικό του σχήμα χωρίς όμως να επιστρέψει στην κατάσταση που ήταν πριν την καταπόνηση. Βέβαια, όσο περισσότερο διαρκεί η καταπόνηση, τόσο μεγαλύτερη καθαρή απώλεια νερού υπάρχει και λιγότερη δυνατότητα επιστροφής στην αρχική κατάσταση. Εάν όμως η δύναμη που ασκείται είναι πολύ μεγάλη, ξεπερνά την αντοχή του κυτταρικού τοιχώματος και τα κύτταρα διαρρηγνύονται. Όμως, σημασία ως προς την ευαισθησία στο μωλωπισμό έχει και η δομή του παρεγχύματος. Κύτταρα μεγάλου μεγέθους είναι πιο πιθανό να ζημιωθούν από εκείνα μικρότερου μεγέθους. Οι Khan και

Vincent (1990) έδειξαν ότι η δομή μερικών ποικιλιών μήλου είναι ανισοτροπική, και ότι τα κύτταρα που είναι κοντά στο κέντρο του καρπού έχουν διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες απ' ότι εκείνα κοντά στο φλοιό του καρπού. Τα κύτταρα που βρίσκονται ακριβώς κάτω από το φλοιό είναι μικρά και ακτινωτά πεπλατυσμένα. Προς το εσωτερικό, υπάρχει μία βαθμιαία αύξηση του μεγέθους σε διάμετρο η οποία είναι κατά μήκος της ακτίνας του μήλου (βλέπε Εικόνα 1.1). Αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν με τις παρατηρήσεις ότι το μέγεθος των κυττάρων αυξάνει από το εξωτερικό προς το εσωτερικό (Smith, 1940) και ότι τα κύτταρα προς το εσωτερικό γίνονται πιο ακτινωτά και επιμήκη (Bain and Robertson, 1951).

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



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



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

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

Ο τραυματισμός φυτικού ιστού θέτει σε λειτουργία μία δραματική σειρά αλλαγών που ακολουθούνται είτε από ραγδαία υποβάθμιση και νέκρωση των κυττάρων και προοδευτική απώλεια του προϊόντος ή από επούλωση των τραυματισμένων επιφανειών. Η φύση της επουλωτικής διαδικασίας δεν έγινε σαφής από έρευνα που έγινε στην κιτρινοκόκκινη ποικιλία μήλου 'Auroga Golden Gala' (Toivonen et al., 2007). Μάλιστα, η μικροσκοπική ανάλυση του επουλωμένου ιστού δεν επέτρεψε να βγουν συμπεράσματα. Σε πολλές περιπτώσεις τα κύτταρα και ο ιστός φάνηκαν να επιστρέφουν σε μία πλήρως μη ζημιωμένη δομή και οι καφέ χρωστικές εξαφανίστηκαν σε βάθος χρόνου αρκετών εβδομάδων συντήρησης, αλλά η κυτταρική μάζα της περιοχής που είχε προηγουμένως μωλωπιστεί είχε χρώμα πιο κιτρινωπό σε σχέση με τη γειτονική μη μωλωπισμένη περιοχή. Στην ίδια έρευνα, πιο γρήγορη μείωση των οπτικών ζημιών είχαμε για μήλα που οδηγήθηκαν στην ψύξη άμεσα μετά τη συγκομιδή (και επομένως τους μωλωπισμούς!) και συντηρήθηκαν στους 1°C σε σύγκριση με μήλα που κρατήθηκαν σε πιο υψηλές θερμοκρασίες για λίγες ημέρες πριν την ψυχρυσυντήρηση. Απ' ότι φαίνεται οι υψηλές θερμοκρασίες λειτούργησαν ως ανασταλτικός παράγοντας για την επουλωτική διαδικασία ή, πιο πιθανόν, επέτρεψαν την ανάπτυξη της ζημιάς. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η επούλωση από μωλωτισμό μπορεί να ευνοηθεί από συντήρηση σε χαμηλή θερμοκρασία ή να ανασταλεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες.

Τόσο το γλυκολυτικό όσο και το μονοπάτι της φωσφορικής πεντόζης ενεργοποιούνται μετά από μωλωτισμό ως ανταπόκριση στην αυξημένη απαίτηση για παραγωγή πρωτογενών και δευτερογενών προϊόντων τα οποία χρειάζονται για την επούλωση του τραυματισμού. Επομένως, η αύξηση της



αναπνευστικής δραστηριότητας σχετίζεται με την επουλωτική διεργασία των τραυματισμών. Η επούλωση περιλαμβάνει το σχηματισμό λιγνίνης, σουμπερίνης, και, σε μερικές περιπτώσεις, κάλλου. Συνεπώς, η αναπνοή διευκολύνει την παροχή ενέργειας και πρόδρομων ουσιών και συμπαραγόντων που απαιτούνται για την πραγματοποίηση της επούλωσης ενός τραυματισμού (Kays et al., 1991).

### **2.3.3 Μεταβολισμός των τραυματισμένων ιστών**

Τα χυμοτόπια των κυττάρων του καρπού περιέχουν ένα μίγμα φαινολικών συστατικών τα οποία αποτελούν υπόστρωμα για τις οξειδάσες της κατεχόλης (φαινολάση, φαινολοξειδάση), οι οποίες βρίσκονται στα πλαστίδια και στο κυτταρικό τοίχωμα ανέπαφων κυττάρων. Η διάσπαση των κυττάρων οδηγεί στη διάρρηξη του τονοπλάστη με αποτέλεσμα το υπόστρωμα και τα ένζυμα να έρχονται σε επαφή, να αντιδρούν και να σχηματίζουν κινόνες και νερό. Οι κινόνες τείνουν να πολυμερίζονται με φυσικό τρόπο σε σκούρου χρώματος συστατικά και να καταλήγουν στο γνωστό καφέτιασμα της σάρκας ή του φλοιού των καρπών μετά από κοπή, κτύπημα, κ.λπ. Η αντίδραση μπορεί να καθυστερεί από τα οργανικά οξέα που υπάρχουν στα χυμοτόπια των περισσότερων καρπών. Οι κινόνες ενδέχεται να μειωθούν από τη δράση του ασκορβικού οξέως (βιταμίνη C) που υπάρχει σε πολλούς καρπούς.

Η οξειδωση των φαινολικών συστατικών από την οξειδάση της κατεχόλης (πολυφαινολοξειδάση) προκαλεί μια απότομη αύξηση της πρόσληψης οξυγόνου και χρήση του ως υπόστρωμα από τον τραυματισμένο ιστό. Επιπλέον προκαλούνται μεγαλύτερης διάρκειας επιδράσεις στην κυτταρική αναπνοή των παρακείμενων μη τραυματισμένων ιστών.

Η παραγωγή αιθυλενίου μετά από μηχανική ζημιά στον καρπό εκδηλώνεται σε γειτονικά κύτταρα στην περιοχή ζημιάς επειδή τα ένζυμα που συμμετέχουν στη βιοσύνθεση του αιθυλενίου ανενεργοποιούνται από την κυτταρική κατάρρευση. Οι κλιμακτηρικοί καρποί παράγουν μεγάλες ποσότητες αιθυλενίου κατά την ωρίμανση τους και η πρόκληση μηχανικής ζημιάς κατά την περίοδο αυτή μπορεί ακόμα, και να μειώσει την παραγωγή αιθυλενίου. Η διέγερση της παραγωγής αιθυλενίου από μηχανική ζημιά είναι περισσότερο πιθανή κατά το προ-κλιμακτηριακό στάδιο.

Μερικές ημέρες μετά τη μηχανική ζημιά σε ώριμα αχλάδια παρατηρήθηκε συσσώρευση καλλόζης, σουβερίνης, ταννινών και πηκτινικών συστατικών στην περιοχή πέριξ της ζημιάς.

### 2.3.4 Συντήρηση καρπών

Στις εύκρατες χώρες, μεγάλο μέρος της παραγωγής οπωροκηπευτικών περιορίζεται σε σχετικά βραχείες καλλιεργητικές περιόδους και επομένως, η αποθήκευση είναι απαραίτητη για την παροχή νωπών προϊόντων εκτός από την εποχή συγκομιδής. Η μέγιστη διάρκεια αποθήκευσης μιας συγκεκριμένης παρτίδας εξαρτάται από το ιστορικό της παραγωγής της, την ποιότητα και το στάδιο συλλεκτικής ωριμότητας της και τις συνθήκες συντήρησής της. Η διάρκεια αποθήκευσης που μπορεί να επιτευχθεί στην πράξη ενδέχεται να είναι διαφορετική και εξαρτάται από τις διαδικασίες συγκομιδής και χειρισμού αλλά και από το περιβάλλον αποθήκευσης.

Πίνακας 3: Αποθηκευτική ζωή και προτεινόμενες συνθήκες αποθήκευσης για προϊόντα κατάλληλα για μακροχρόνια αποθήκευση. ([www.frelectra.gr](http://www.frelectra.gr))

Είδος	°C	Σχετική υγρασία (%)	Αποθηκευτική ζωή (μήνες)
<b>Φρούτα</b>			
Μήλα **+	0-4	90-95	2-6
Σταφύλια **+	-1-0	90-95	1-4
Αχλάδια**+	0	90	2-5
<b>Λαχανικά</b>			
Λάχανο **	0	95	1-3
Κρεμμύδι (ξηρό)**+	0	65-70	6-8
Πατάτα +	4-6	90-95	4-8
<b>** Εξαρτάται από την ποικιλία και την καταγωγή.</b>			
<b>+ Συνήθως διατηρείται για μακροχρόνια συντήρηση.</b>			

Τα φυσικά όρια της μετασυλλεκτικής ζωής για όλους τους τύπους νωπών προϊόντων επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό και από άλλες βιολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες.

Τα οπωροκηπευτικά μετά τη συγκομιδή τους και κατά την αποθήκευση συνεχίζουν την αναερόβια αναπνοή κατά την οποία συμβαίνει καταβολισμός των υδατανθράκων και οργανικών οξέων με κατανάλωση οξυγόνου και παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, νερού, θερμότητας και μικρών ποσοτήτων οργανικών πτητικών και άλλων ουσιών. Ο αναπνευστικός ρυθμός διαφέρει πολύ μεταξύ των ειδών και μειώνεται με μείωση θερμοκρασίας, και μείωση της συγκέντρωσης οξυγόνου ή αύξηση της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα στο χώρο συντήρησης. Κατά την αποθήκευση των φυτικών προϊόντων έχει βρεθεί ότι ταχύς ρυθμός αναπνοής συνδυάζεται με μικρή διάρκεια ζωής του προϊόντος. Η διατήρηση όμως ενός χαμηλού ρυθμού δράσεων που σχετίζονται με τη ζωή των προϊόντων και τους φυσικούς προστατευτικούς μηχανισμούς έναντι της προσβολής των μικροοργανισμών είναι απαραίτητη.

Αν τα προϊόντα αποθηκευτούν σε θερμοκρασία χώρου σχετικά υψηλή (20°C) και δεν αερίζονται καλά, τότε τα προϊόντα ωριμάζουν ταχύτατα και σαπίζουν σε μεγάλο βαθμό ώστε να καταστρέφονται. Σε χαμηλές θερμοκρασίες αναστέλλεται η βλάστηση των σπορίων των περισσότερων μυκήτων και η ανάπτυξη των μυκηλιακών υφών. Η θερμοκρασία είναι ο πιο βασικός περιβαλλοντικός παράγων που επηρεάζει τη διάρκεια συντήρησης των καρπών. Για κάθε 10°C πάνω από την άριστη θερμοκρασία συντήρησης, ο ρυθμός απώλειας των προϊόντων υπερδιπλασιάζεται.

Η υψηλή θερμοκρασία και οι τραυματισμοί που προκαλούνται στα προϊόντα μπορούν να αυξήσουν σημαντικά την απώλεια νερού στα αποθηκευμένα προϊόντα πέραν της απώλειας που είναι αναπόφευκτη για φυσικούς λόγους. Η μέγιστη διάρκεια αποθήκευσης μπορεί να επιτευχθεί με την αποθήκευση μόνο προϊόντων που δεν έχουν υποστεί φθορές στη χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία που είναι ανεκτή από το προϊόν. Οι τραυματισμοί που προκαλούνται κατά τη διάρκεια της συγκομιδής και τους μετέπειτα χειρισμούς αυξάνουν το ρυθμό υποβάθμισης του προϊόντος και το καθιστούν ευάλωτο σε επιθέσεις οργανισμών που προκαλούν αποσύνθεση. Η



μείωση της θερμοκρασίας, η διατήρηση υψηλής σχετικής υγρασίας και η καλή κυκλοφορία αέρα επιτρέπουν τη μακρύτερη μετασυλλεκτική ζωή των φρούτων και λαχανικών. Οι χαμηλές θερμοκρασίες αποθήκευσης παρουσιάζουν επίσης το πλεονέκτημα ότι μειώνουν σημαντικά τις απώλειες νερού από τα προϊόντα λόγω της μειωμένης διαπνοής. Η υψηλή σχετική υγρασία επιβραδύνει τις απώλειες νερού και αυξάνει τη διάρκεια αποθήκευσης των προϊόντων. Οι αποθηκευτικοί χώροι θα πρέπει ιδανικά να διατηρούνται στην υψηλότερη σχετική υγρασία (ΣΥ) η οποία είναι ανεκτή από τα προϊόντα και εφικτή από τον υπάρχοντα εξοπλισμό και εγκατάσταση.

#### **2.3.4.1 Ρύθμιση των συνθηκών περιβάλλοντος στους χώρους συντήρησης.**

Είναι ευρέως γνωστό ότι η ψύξη οπωροκηπευτικών προϊόντων παρατείνει τη διάρκεια αποθηκευτικής ζωής καθώς μειώνει το ρυθμό των φυσιολογικών μεταβολών και επιβραδύνει την ανάπτυξη μυκήτων και βακτηρίων που συμβάλλουν στην αλλοίωση. Η ψύξη αποτελεί το θεμέλιο της προστασίας των καρπών. Για τη μακρόχρονη αποθήκευση είναι σημαντικό να εξασφαλίζεται καλή κυκλοφορία του αέρα στο θάλαμο, με χαμηλή όμως ταχύτητα ώστε η διαπνοή και η απώλεια νερού από το προϊόν να διατηρείται στο ελάχιστο. Η ύπαρξη κάποιας μορφής αερισμού είναι ζωτικής σημασίας για την πρόληψη τόσο της συσσώρευσης διοξειδίου του άνθρακα όσο και της εξάντλησης του οξυγόνου σε επιβλαβή επίπεδα.

**Ρύθμιση θερμοκρασίας.** Η θερμοκρασία επιδιώκεται να διατηρείται στα ψυγεία συντήρησης με μια διακύμανση  $\pm 1^\circ$  από το άριστο επίπεδο που συνιστάται για κάθε προϊόν. Θερμοκρασίες κάτω από το κρίσιμο όριο μπορεί να προκαλέσουν πάγωμα ή ζημιές από χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ θερμοκρασίες πάνω από το κρίσιμο όριο έχουν ως αποτέλεσμα να συντομεύουν τη διάρκεια ζωής στα ψυγεία.

**Ρύθμιση σχετικής υγρασίας.** Τα νωπά οπωροκηπευτικά χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε νερό (>80%). Όταν αυτά απομακρύνονται από το μητρικό τους φυτό, τότε σταματάει η παροχή νερού και επομένως αρχίζουν οι απώλειες νερού, που οφείλονται στην εξάτμιση ή και στη διαπνοή και οδηγούν, όταν υπερβούν ένα επίπεδο, στην εμφανή μάρανση. Τα νωπά

οπωροκηπευτικά χάνουν γρήγορα τη σπαργή τους και τη φρεσκάδα τους. Προκειμένου οι καρποί να μην αφυδατώνονται, πρέπει η σχετική υγρασία του ψυγείου να διατηρείται στο εύρος από 90 ως 95%. Σχετική υγρασία κάτω από 90% συντελεί σε απώλειες υγρασίας, ενώ σχετική υγρασία πάνω από 95% ή κοντά στο σημείο κορεσμού (100%) συντελεί στη ανάπτυξη μικροοργανισμών, αλλά χρησιμοποιείται σε συγκεκριμένα λαχανικά.

**Σύσταση ατμοσφαιρικού αέρα.** Η σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα στα συστήματα συντήρησης με κοινή ψύξη παραμένει κοντά στις συνήθεις συνθήκες εξωτερικού χώρου (21% O<sub>2</sub>, 0,03% CO<sub>2</sub>, 78% N<sub>2</sub>). Στους κλειστούς όμως χώρους των ψυγείων, αν οι πόρτες και η κατασκευή 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 (πολλές φορές θετική αλλά μερικές φορές και αρνητική) στη συντηρησιμότητα των προϊόντων. Το αιθυλένιο επίσης που παράγεται κατά την ωρίμανση και το γηρασμό των φυτικών ιστών ή και από παρόντες μικροοργανισμούς μειώνει τη συντηρησιμότητα των περισσότερων προϊόντων.

**Αερισμός.** Η σημασία του αερισμού στα κοινά ψυγεία είναι μεγάλη αλλά συχνά είναι ανύπαρκτη. Αναμόχλευση του αέρα του θαλάμου συντήρησης επιτυγχάνεται με ειδικούς ανεμιστήρες και τέτοιες ταχύτητες ώστε να επαρκεί για την αφαίρεση της θερμότητας αναπνοής από όλο τον όγκο των προϊόντων. 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, ακεταλδεΐδη και άλλα που προσδίδουν οσμές) που έχουν επίδραση στο μεταβολισμό και την ποιότητα του καρπού.

#### **2.3.4.2. Τροποποιημένη ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα στη συντήρηση και μεταφορά.**

Οι όροι «Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα» (TA) και «Ελεγχόμενη Ατμόσφαιρα» (EA) χρησιμοποιούνται για τη συντήρηση σε περιβάλλον με μειωμένη ατμόσφαιρα O<sub>2</sub> και αυξημένη συγκέντρωση CO<sub>2</sub>. Η πρώτη (TA)

διαφέρει από την δεύτερη (EA) στο ότι κάτω από συνθήκες ελεγχόμενης ατμόσφαιρας υπάρχει συνεχής ρύθμιση με διάφορα μέσα και η σύσταση της ατμόσφαιρας σε CO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub> παραμένει σταθερή σε ορισμένα επίπεδα, ενώ κάτω από ορισμένα επίπεδα, ενώ κάτω από συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας μειώνεται η συγκέντρωση του αέρα σε O<sub>2</sub> και αυξάνεται σε CO<sub>2</sub> 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 και στην περίπτωση αυτή είναι ανάγκη να αναφέρεται το αέριο στη μέθοδο συντήρησης του προϊόντος. Γενικά, η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> είναι <3% για μήλα και <2-3% για τα αχλάδια, ενώ η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> είναι διαφορετική για κάθε ποικιλία και κυμαίνεται από 2 έως 7% στα μήλα και από 0,5 έως 2% στα αχλάδια. Οι τιμές αυτές αναφέρονται σε ορισμένη βέλτιστη τιμή θερμοκρασίας συντήρησης διαφορετική για κάθε ποικιλία.

Η συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επεκτείνει τη ζωή πολλών φρούτων και λαχανικών. Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιεί διαπερατές ταινίες και το ποσοστό αναπνοής του προϊόντος σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία για να αλλάξει τη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα και του οξυγόνου γύρω από το προϊόν. Η χρήση των φύλλων πολυαιθυλενίου μειώνει σημαντικά την απώλεια ύδατος, διατηρεί τα οργανικά οξέα, μειώνει τις φυσιολογικές αναταραχές, και επεκτείνει τη ζωή αποθήκευσης.

Ο κύριος στόχος της συσκευασίας τροποποιημένης ατμόσφαιρας (Modified Atmosphere Packaging - MAP) είναι η αλλαγή της σύνθεσης της ατμόσφαιρας γύρω από το προϊόν έτσι ώστε η ζωή αποθήκευσης του προϊόντος να μπορεί να επεκταθεί. Τα περισσότερα φρούτα και λαχανικά γηράζουν ή ωριμάζουν με πιο αργό ρυθμό όταν μειώνεται το επίπεδο οξυγόνου στην ατμόσφαιρα που τα περιβάλλει. Αυτό συμβαίνει επειδή το μειωμένο οξυγόνο επιβραδύνει την αναπνοή και τις καταβολικές διαδικασίες και επομένως επιβραδύνει τη φυσική διαδικασία παρακμής.

Η βελτίωση του επιπέδου διοξειδίου του άνθρακα στα επίπεδα 2% ή περισσότερο μπορεί επίσης να είναι ευεργετική. Τα υψηλά επίπεδα του CO<sub>2</sub>

μπορούν να μειώσουν την ευαισθησία προϊόντων στο αιθυλένιο, μπορούν επίσης να επιβραδύνουν την απώλεια χλωροφύλλης που είναι το πράσινο χρώμα των φρούτων και των λαχανικών. Το υψηλό CO<sub>2</sub> μπορεί επίσης να επιβραδύνει την αύξηση πολλών μετασυλλεκτικών μυκήτων που προκαλούν αποσύνθεση. Όλα αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να βοηθήσουν να επεκταθεί η αποθήκευση των φρέσκων προϊόντων και η ζωή τους στο ράφι.

Όταν ένα δεδομένο βάρος καρπών σφραγίζεται μέσα σε μια πλαστική τσάντα, χρησιμοποιεί οξυγόνο και παράγει το διοξείδιο του άνθρακα. Καθώς μειώνεται η συγκέντρωση οξυγόνου μέσα στη συσκευασία, και πέφτει κάτω από περίπου το 10%, το ποσοστό αναπνοής (χρήση οξυγόνου) αρχίζει να μειώνεται. Συγχρόνως, σε ποικίλο βαθμό ανάλογα το υλικό, το οξυγόνο εισέρχεται μέσω των τοίχων της πλαστικής τσάντας και το διοξείδιο του άνθρακα εξέρχεται. Το οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα κινούνται διαμέσου της ταινίας αναλογικά προς την πτώση στη συγκέντρωση του οξυγόνου και την άνοδο της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα μέσα στην πλαστική τσάντα.

Η δυσκολία στη χρησιμοποίηση της συσκευασίας τροποποιημένης ατμόσφαιρας είναι η καθιέρωση μιας σταθερής ατμόσφαιρας μέσα στην πλαστική τσάντα. Η MAP είναι ένα δυναμικό σύστημα που δεν ελέγχεται. Εάν το επίπεδο οξυγόνου πέφτει σε υπερβολικά χαμηλά επίπεδα τότε ενεργοποιείται η αναερόβια αναπνοή. Εάν αυτό συμβαίνει, προϊόντα αλκοολικής ζύμωσης αναπτύσσονται μέσα στο προϊόν, καθιστώντας το μη εμπορεύσιμο. Παραδείγματος χάριν, εάν ο ρυθμός αναπνοής αυξηθεί ως αποτέλεσμα μιας μικρής αλλαγής στη θερμοκρασία, τότε το επίπεδο οξυγόνου θα πέσει και θα παραχθούν ανεπιθύμητες οσμές. Το ίδιο ισχύει για τις συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας όπου το κύριο όφελος είναι από το υψηλό διοξείδιο του άνθρακα. Εάν η αναπνοή αυξηθεί λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας, τότε το επίπεδο του CO<sub>2</sub> μπορεί να αυξηθεί πάνω από το κρίσιμο επίπεδο και το προϊόν θα ζημιωθεί και θα είναι ακατάλληλο προς πώληση.



Πίνακας 4: Μερικά παραδείγματα προϊόντων τα οποία ωφελούνται από την αποθήκευση σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα.

Προϊόν	Θερμο- κρασία °C	Οξυγόνο (%)	CO <sub>2</sub> (%)	Αποθηκευτική ζωή σε αέρα (ημέρες)	Αποθήκευση σε MAP (ημέρες)
Μήλο	0-2	1,5-2,5	1-5	120	180
Αβοκάντο	5-13	2-5	3-10	42	84
Μπανάνα	13-16	2-5	2-5	28	49
Φασόλια	4-8	2-3	4-7	7	14
Μπρόκολο	0-1	1-3	5-15	28	56
Μαρούλι	0-1	2-5	<1%	21	28
Αχλάδι	-1-1	2-3	0-1	90	180
Πιπεριά	7-12	2-5	2-5	21	28
Φράουλα	-0,5-0	5-10	15-20	14	21

### **3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

#### **3.1 Φυτικό υλικό**

Καρποί μήλων των ποικιλιών Royal Gala, Golden Delicious και Red Chief συγκομίσθηκαν από την περιοχή Αγιά Λαρίσης και Ζαγορά Μαγνησίας τη χρονική περίοδο από 10/8/07 έως 2/10/07. Όλες οι ποικιλίες συγκομίσθηκαν στην εμπορική τους ωριμότητα με βάση το χρώμα φλοιού και το μέγεθος. Οι καρποί αχλαδιών ποικιλίας Κρυστάλλια συγκομίσθηκαν από την περιοχή Τυρνάβου Λαρίσης και Βελεσίνου Μαγνησίας τη χρονική περίοδο από 24/7/07 έως 6/9/07. Τα αχλάδια συγκομίσθηκαν πριν, κατά και μετά την εμπορική τους ωριμότητα για συγκομιδή. Η συγκομιδή και μεταφορά στο Εργαστήριο Δενδροκομίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας έγιναν σε πλαστικές κλούβες μεικτού βάρους περίπου 20kg με ιδιαίτερη προσοχή και φροντίδα για τη μείωση της πιθανότητας πρόκλησης μηχανικής καταπόνησης και ειδικότερα αποφυγή είτε μωλωπισμών, που συμβαίνουν λόγω ελεύθερης πτώσης των καρπών στα δοχεία συλλογής κατά τη συγκομιδή, είτε άλλων μηχανικών καταπονήσεων, που λαμβάνουν χώρα λόγω τριβής και πίεσης των καρπών μεταξύ τους κατά τη μεταφορά (abrasion, vibration or pressure damage).

#### **3.2 Χημικά αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν**

- ✓ Διάλυμα 0.7 M ανθρακικού Νατρίου ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )
- ✓ Φαινολικό Αντιδραστήριο: αραιό διάλυμα Folin Ciocalteu (FC)
- ✓ Διάλυμα 0.1 N καυστικού Na ( $\text{NaOH}$ )
- ✓ Διάλυμα 0.4 M Μανιτόλης
- ✓ Γαλλικό οξύ (3,4,5-trihydroxybenzoic),

#### **3.3 Εργαστηριακός εξοπλισμός**

- ✓ Φασματοφωτόμετρο ορατού φάσματος
- ✓ Φυγόκεντρος στις 3500 rpm

- ✓ Ζυγαριά ακριβείας 2 δεκαδικών
- ✓ Ηλεκτρικός μετρητής αγωγιμότητας CyberScan
- ✓ Χρωματόμετρο Hunter MiniScan XE
- ✓ Πιεσίμετρο Effegi ανυψωμένο σε ένα drill-press stand με έμβολο διατομής 7,9mm για τα αχλάδια και 11mm για τα μήλα
- ✓ Οπτικό διαθλασίμετρο για μέτρηση των διαλυτών στερεών συστατικών
- ✓ Ηλεκτρονικό πεχάμετρο
- ✓ Παχύμετρο με βερνιέρο

### 3.4 Μεταχειρίσεις

Μόλις έφτασαν στο εργαστήριο, οι καρποί καθαρίστηκαν από τη σκόνη με απλό χαρτί καθαρισμού με σκοπό την ελαχιστοποίηση του σφάλματος της μέτρησης του χρώματος της επιδερμίδας καθώς και την ελαχιστοποίηση προσβολών από σήψεις των καρπών που προορίζονταν για συντήρηση στο ψυγείο. Οι καρποί που εμφάνιζαν ανωμαλίες όσον αφορά το σχήμα απορρίφθηκαν, ενώ εκείνοι που επιλέχθηκαν ομαδοποιήθηκαν τυχαία.

Για κάθε ποικιλία επιλέχθηκαν 30 καρποί και χωρίστηκαν σε 5 επαναλήψεις των 6 καρπών. Για την τεχνητή πρόκληση μωλωπισμών εφαρμόστηκε η μέθοδος του Klein (1987) με κάποιες τροποποιήσεις, όπως το ύψος απ' όπου πραγματοποιήθηκε ελεύθερη πτώση των καρπών καθώς και στον τύπο της επιφάνειας πρόσκρουσης. Γι' αυτό το πείραμα το ύψος πτώσης που επιλέχθηκε ήταν εκείνο των 30 cm, η επιφάνεια που χρησιμοποιήθηκε ήταν σταθερή μεταλλική και οι καρποί πιάνονταν αμέσως μετά την πρώτη πρόσκρουση τους στην επιφάνεια, για την αποφυγή παραπέρα προσκρούσεων που επηρεάζουν το φαινόμενο των μωλωπισμών. Για τη σταθεροποίηση του ύψους πτώσης των καρπών, ο κάθε καρπός τοποθετήθηκε στην κορυφή ενός δοχείου αφού είχε κοπεί έτσι ώστε η κορυφή του από τον πυθμένα να απέχει 30cm. Η τοποθέτηση του καρπού πάνω στην κορυφή του δοχείου δεν ήταν τυχαία αλλά πάντοτε παράλληλα στον άξονα κάλυκα-στήμονα, λόγω ύπαρξης διαφοράς ευαισθησίας των διαφορετικών μερών του καρπού ως προς τους μωλωπισμούς (Tsukamoto, 1981).

Για τα μήλα σε κάθε καρπό ξεχωριστά αρχικά λήφθηκε το βάρος του. Αμέσως μετά από κάθε μωλωπισμό μετρήθηκε το χρώμα της επιδερμίδας της επιφάνειας του καρπού που ήρθε σε επαφή με τη μεταλλική επιφάνεια και ξανά η ίδια επιφάνεια μετά από 3 ώρες. Μετά από 3 ώρες ολόκληρο το μωλωπισμένο κομμάτι του καρπού κόπηκε προσεκτικά κατά μήκος του άξονα στήμονας-κάλυκας (Klein, 1984) και μετρήθηκαν οι διαστάσεις όπως μήκος, πλάτος και βάθος μωλωπισμού καθώς και το βάρος του μωλωπισμένου κομματιού. Αντίστοιχο μη μωλωπισμένο κομμάτι αφαιρέθηκε και από την απέναντι πλευρά του καρπού (άθικτο).

Για το μωλωπισμένο κομμάτι του μήλου, οι παράμετροι ποιότητας που αξιολογήθηκαν ήταν οι ακόλουθοι: ηλεκτρική αγωγιμότητα και συνολικό περιεχόμενο φαινολικών ουσιών, ενώ για το μη μωλωπισμένο κομμάτι (το αποκαλούμενο άθικτο, αντίθετα από το μωλωπισμένο κομμάτι) έγιναν οι ανωτέρω μετρήσεις ποιότητας καθώς επίσης και η ογκομετρούμενη οξύτητα και τα διαλυτά στερεά του χυμού του καρπού.

Στα αχλάδια μετρήθηκε το χρώμα φλοιού και η ηλεκτρική αγωγιμότητα στα μωλωπισμένα και μη μέρη των αχλαδιών και το pH, οξύτητα και ΔΣΣ στο χυμό του άθικτου τμήματος.

### 3.5 Προσδιορισμός χρώματος φλοιού του καρπού

Για όλες τις μεταχειρίσεις το χρώμα του φλοιού μετρήθηκε για κάθε καρπό στην επιφάνεια που μωλωπίσθηκε τεχνητά ο καρπός αμέσως μετά το μωλωπισμό και ξανά στην ίδια επιφάνεια 3 ώρες αργότερα χρησιμοποιώντας Hunter MiniScan XE χρωματόμετρο αφού είχε βαθμονομηθεί όπως απαιτείται στην έναρξη μετρήσεων. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Hunter  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$ . Τα δεδομένα της κλίμακας Hunter μετατράπηκαν σε χρώμα ( $C^*$ ) και γωνία hue ( $h^\circ$ ) (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. Οι παράμετροι  $a^*$  και  $b^*$  είναι συνισταμένες που τοποθετούν το χρώμα σε ένα νοητό οριζόντιο άξονα κάθετο στο  $L^*$ . Το άχρωμο ορίζεται από τις συντεταγμένες (0, 0) για το  $a^*$  και το  $b^*$ , αντίστοιχα. Αν το  $a^*$  είναι θετικό και όσο πιο μεγάλο είναι, τόσο πιο κόκκινος είναι ο καρπός, ενώ αν είναι αρνητικό και όσο πιο μικρό είναι, τόσο πιο μπλε



χρώματος είναι ο καρπός. Το μετρήσιμο χρώμα  $C^*$  δίνεται συναρτήσει των  $a^*$  και  $b^*$  από τον τύπο  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ . Γενικά όσο πιο μεγάλο είναι το  $C^*$ , τόσο πιο καθαρό χρώμα (απομακρύνεται από το γκρι) έχει ο καρπός. Το  $h^\circ$  είναι η απόχρωση που δίνεται από το αντίστροφο του συνημίτονου του κλάσματος  $b^*/a^*$ . Το  $h^\circ=0^\circ$  εκφράζει το κόκκινο,  $h^\circ=90^\circ$  εκφράζει το κίτρινο,  $h^\circ=180^\circ$  το πράσινο και  $h^\circ=270^\circ$  το μπλε. Σε συνδυασμό τα  $C^*$  και  $h^\circ$  δίνουν το ακριβές, πραγματικό χρώμα ιδιαίτερα για έγχρωμους καρπούς, όπως τα κόκκινα μήλα (McGuire, 1992).

### 3.6 Συνεκτικότητα της σάρκας

Για τη μέτρηση της συνεκτικότητας της σάρκας χρησιμοποιήσαμε ένα effegi πιεσόμετρο ανυψωμένο σε ειδική βάση. Πριν από κάθε μέτρηση, απομακρύνθηκε η επιδερμίδα μαζί με ένα μέρος της σάρκας συνολικά μεγαλύτερο από την επιφάνεια του ειδικού εμβόλου του πιεσόμετρου, με έναν αποφλοιωτή λαχανικών. Η διάμετρος του εμβόλου δεν είναι σταθερή ούτε τυχαία αλλά εξαρτάται από το είδος του προϊόντος. Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας που δείχνει τα συνιστώμενα μεγέθη εμβόλου για μετρήσεις συνεκτικότητας κατηγοριοποιημένα ανάλογα με το είδος του προϊόντος. Στο πείραμα μας όπου έχουμε μήλα και αχλάδια χρησιμοποιήσαμε τη διάμετρο των 11mm για τα μήλα και τη διάμετρο των 7,9mm για τα αχλάδια. Η συνεκτικότητα μετρήθηκε σε 2 ξεφλουδισμένες πλευρές, αντίθετες μεταξύ τους, του κάθε φρούτου αλλά δόθηκε προσοχή έτσι ώστε το ξεφλούδισμα να μη γίνει κοντά στην περιοχή του μωλωπισμού. Επίσης, επειδή το πιεσίμετρο μετρά δυνάμεις σε μονάδα kgf πρέπει και έγινε η μετατροπή της σε Newton (N) που είναι η επιστημονικά αποδεκτή μονάδα. Η εξίσωση μετατροπής της μονάδας kgf σε N είναι η ακόλουθη:

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

Πίνακας 5: Συνιστώμενα μεγέθη εμβόλου για μετρήσεις συνεκτικότητας

Διάμετρος εμβόλου	Είδος προϊόντος
11mm (7/16-της ίντσας)	Μήλο
7,9mm (5/16- της ίντσας)	Αβοκάντο, Ακτινίδιο, Βερίκοκο, Μάνγκο, Νεκταρίνια, Παπάγια, Ροδάκινο, Αχλάδι
3mm (1/8- της ίντσας)	Κεράσι, Σταφύλι, Φράουλα
1,5mm (1/16- της ίντσας)	Ελιά

### 3.7 Εκχύλιση Χυμού

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

### 3.8 Ανάλυση καρπού

#### 3.8.1 Παράμετροι μωλωπισμού

Οι καρποί ύστερα από τα χτυπήματα παρέμειναν στον πάγκο του εργαστηρίου για 3 ώρες, έτσι ώστε να λάβει χώρα η ανάπτυξη της ζημιάς από το μωλωπισμό, και έπειτα πραγματοποιήθηκε προσεκτική αφαίρεση του μωλωπισμένου τμήματος τους. Στο μωλωπισμένο τμήμα μετρήθηκαν με τη βοήθεια ενός παχύμετρου οι διαστάσεις του όπως μήκος, πλάτος και βάθος και μίας ζυγαριάς το βάρος του. Υπολογισμοί επιφάνειας ακολούθησαν με τη βοήθεια των παραμέτρων μήκους και πλάτους. Αυτές οι μετρήσεις έγιναν μόνο στα μήλα.

### 3.8.2 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα

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

### 3.8.3 Διαλυτά Στερεά Συστατικά (Δ.Σ.Σ.)

Από τον εκχυλισμένο χυμό που προετοιμάστηκε όπως περιγράφηκε παραπάνω μία ως δύο σταγόνες χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση των

συνολικών διαλυτών στερεών συστατικών του χυμού με ένα οπτικό διαθλασίμετρο. Ο εκχυλισμένος χυμός μήλου και αχλαδιού στον οποίο μετρήθηκαν τα περιεχόμενα Δ.Σ.Σ. αφορούσε ολόκληρη την επανάληψη και όχι το μεμονωμένο καρπό. Επίσης, πριν την έναρξη των μετρήσεων γινόταν έλεγχος-μηδενισμός του οργάνου με απεσταγμένο νερό και μεταξύ δύο μετρήσεων καθαρισμός του με ένα καθαρό πανί.

#### **3.8.4 Ογκομετρούμενη οξύτητα**

Η ογκομετρούμενη οξύτητα μετρήθηκε παίρνοντας 10 mL απιονισμένου νερού και 10 mL του δείγματος χυμού για όλες τις ποικιλίες. Ο αραιωμένος χυμός εξουδετερώθηκε με NaOH 0,1N έως ότου το pH φτάσει την τιμή 8,2 σύμφωνα με το πεχάμετρο. Τα mL NaOH που χρειάστηκαν για την εξουδετέρωση όλων των οξέων του χυμού με κατάλληλο υπολογισμό μας έδωσαν την ογκομετρούμενη οξύτητα.

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

#### **3.8.5 Περιεχόμενο συνολικών φαινολικών**

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

Η συνολική συγκέντρωση φαινολικών χυμού μήλων καθορίστηκε με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu. Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με την καμπύλη συγκεκριμένων συγκεντρώσεων γαλλικού οξέος που προέκυψε ύστερα από ανάλυση της απορρόφησης με το φασματοφωτόμετρο και εκφράστηκαν ως mg γαλλικού οξέος/ 100mL χυμού. Για την παρασκευή πυκνού διαλύματος



stock γαλλικού οξέος διαλύσαμε 0,5g ξηρό γαλλικό οξύ σε 100mL νερού και το προκύπτων μίγμα θερμάνθηκε ελαφρά και ανακατεύτηκε μέχρι να διαλυθεί πλήρως. Πέντε διαλύματα προετοιμάστηκαν για τον καθορισμό της καμπύλης βαθμονόμησης όπως φαίνεται παρακάτω:

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

Για τον προσδιορισμό των συνολικών φαινολικών σε 18mL νερού αραιώθηκαν 2mL χυμού. Ύστερα, μεταφέρθηκαν 2mL του αραιωμένου χυμού από κάθε επανάληψη καθώς και 2mL από τις ανωτέρω τυποποιημένες συγκεντρώσεις γαλλικού οξέος σε γυάλινο σωλήνα με βιδωτό καπάκι και προστέθηκαν 2mL νερού. Παράλληλα, κάθε φορά που ετοιμαζόταν δείγματα για προσδιορισμό συνολικών φαινολικών δημιουργούνταν και blank δείγμα προσθέτοντας απλά 2+2mL νερό σε αντίστοιχο σωλήνα. Έπειτα από 2 λεπτά προσθέτονταν 2mL αραιού διαλύματος Folin Ciocalteu (FC) και το προκύπτων μίγμα ανακατεύονταν σε συσκευή Vortex. Κατόπιν το διάλυμα αφηνόταν για μια ώρα στους 30<sup>0</sup>C και μετά έμπαινε στο ψυγείο στους 5<sup>0</sup>C για 30 λεπτά περίπου. Τέλος τα δείγματα έβγαιναν από το ψυγείο, αφήνονταν να σταθούν σε θερμοκρασία δωματίου για λίγα λεπτά και μετρίονταν η απορρόφηση στα 760nm στο φασματοφωτόμετρο. Αυτές οι μετρήσεις έγιναν μόνο στα μήλα.

### 3.9 Στατιστική ανάλυση

Σε κάποιες παραμέτρους χρησιμοποιήθηκαν οι μέσοι όροι των καρπών κάθε επανάληψης ώστε να έχουμε 5 επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση και παράμετρο. Για άλλες παραμέτρους η μέτρηση έγινε σε ένα συνολικό δείγμα για κάθε επανάληψη των 6 καρπών. Ακολούθησε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) με 1 ή 2 παράγοντες: τον παράγοντα ποικιλία - περιοχή - εποχή συγκομιδής – μέγεθος καρπού και, στις περισσότερες παραμέτρους, τον παράγοντα μωλωπισμός ή όχι με το στατιστικό πακέτο SPSS (SPSS 14.0, SPSS Inc., Chicago, IL). Ακολούθησε υπολογισμός της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς για 5% παραλλακτικότητα για κάθε παράμετρο.

## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.1 ΑΧΛΑΔΙΑ

#### 4.1.1 Χρώμα φλοιού

Αχλάδια που συγκομίστηκαν νωρίς στον Τύρναβο είχαν υψηλότερο δείκτη  $L^*$  από τα αχλάδια Τυρνάβου που συγκομίστηκαν αργά, δηλαδή ο φλοιός έγινε πιο ανοιχτόχρωμος αργά τον Αύγουστο με την απώλεια χλωροφύλλης λόγω ωρίμανσης (Πίν. 6). Αχλάδια που συγκομίστηκαν νωρίς στον Τύρναβο είχαν παρόμοιο δείκτη  $L^*$  με τα αχλάδια που συγκομίστηκαν μέσα Αυγούστου από το Βελεστίνο. Τέλος, ώριμα αχλάδια είχαν σημαντικά υψηλότερο δείκτη  $L^*$  από τα αχλάδια που συγκομίστηκαν για διακίνηση, δηλαδή τα ώριμα αχλάδια είχαν φωτεινότερο χρώμα φλοιού (λιγότερο πράσινο, πιο κίτρινο) από τα συγκομισμένα για διακίνηση αχλάδια. Ο δείκτης  $L^*$  του φλοιού των αχλαδιών δεν μεταβλήθηκε λόγω του μωλωπισμού σε κανένα από τα πειράματα ανώριμων και ώριμων αχλαδιών (Πίν. 6).

Για το δείκτη χρώματος  $a^*$  βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της ημερομηνίας συγκομιδής και καμία σημαντική διαφορά λόγω του μωλωπισμού σε κανένα από τα πειράματα με αχλάδια (Πίν. 6). Τα αχλάδια που συγκομίστηκαν νωρίς στον Τύρναβο είχαν μικρότερο δείκτη  $a^*$  από τα αχλάδια που συγκομίστηκαν αργά, ο φλοιός δηλαδή ήταν περισσότερο πράσινος τέλος Ιουλίου. Αχλάδια που συγκομίστηκαν νωρίς στον Τύρναβο είχαν παρόμοιο δείκτη  $a^*$  με αυτά που συγκομίστηκαν από το Βελεστίνο μέσα Αυγούστου. Τα ώριμα αχλάδια είχαν μεγαλύτερο δείκτη  $a^*$  δηλαδή πιο κίτρινο χρώμα φλοιού από τα αχλάδια που συγκομίστηκαν για συντήρηση. Ο δείκτης  $a^*$  του φλοιού των αχλαδιών δεν μεταβλήθηκε λόγω του μωλωπισμού σε κανένα από τα πειράματα ανώριμων και ώριμων αχλαδιών (Πίν. 6).

Αχλάδια που συγκομίστηκαν στον Τύρναβο τέλος Ιουλίου είχαν μεγαλύτερο δείκτη  $b^*$  από τα αχλάδια που συγκομίστηκαν αργά, δηλαδή ο φλοιός ήταν πιο σκούρος (πιο πράσινος) τέλος Ιουλίου (Πίν. 6). Αχλάδια που συγκομίστηκαν μέσα Αυγούστου στο Βελεστίνο είχαν παρόμοιο δείκτη  $b^*$  με τα αχλάδια που συγκομίστηκαν τέλος Αυγούστου από τον Τύρναβο. Ο δείκτης  $b^*$  του φλοιού των αχλαδιών μεταβλήθηκε λόγω του μωλωπισμού μόνο στα

αχλάδια που συγκομίστηκαν τέλη Ιουλίου και μέσα Αυγούστου (Πίν. 6). Ο φλοιός μετά το μωλωπισμό χάνει το ανοικτό χρώμα του και αποκτά πιο μπλε χρώμα όπως αυτό αποτυπώθηκε από το δείκτη  $b^*$ .

Τα αχλάδια που συγκομίστηκαν νωρίς στον Τύρναβο όπως και τα ώριμα αχλάδια είχαν σημαντικά υψηλότερο δείκτη  $C^*$  από τα αχλάδια που συγκομίστηκαν τέλος Αυγούστου δηλαδή ο φλοιός τους είχε πιο καθαρό χρώμα φλοιού, το οποίο καθώς δεν χρωματίζεται δεν προκάλεσε και ουσιαστική αλλαγή στο δείκτη  $C^*$  (Πίν. 6). Στα αχλάδια που συγκομίστηκαν τέλος Ιουλίου στον Τύρναβο βρέθηκε σημαντική μείωση (πιο σκούρο χρώμα) στο δείκτη  $C^*$  μετά το μωλωπισμό (Πίν. 6).

Όσον αφορά την παράμετρο Hue του χρώματος του φλοιού των καρπών, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μόνο μεταξύ των αχλαδιών που συγκομίστηκαν μέσα Αυγούστου και των ώριμων αχλαδιών από το Βελεστίνο (Πίν. 6). Τα ώριμα αχλάδια είχαν πιο κίτρινο χρώμα φλοιού από τα αχλάδια που συγκομίστηκαν μέσα Αυγούστου. Η παράμετρος Hue του χρώματος του φλοιού των αχλαδιών δεν επηρεάστηκε από το μωλωπισμό.

#### 4.1.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα σάρκας ήταν πολύ μεγαλύτερη στα ώριμα αχλάδια απ' όλα τ' άλλα δείγματα αχλαδιών, ενώ μεταξύ των ανώριμων καρπών των δύο περιοχών παρατηρήθηκε παρόμοια ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα σάρκας. Γενικά, δεν βρέθηκαν ουσιαστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μωλωπισμένων και μη τεμαχίων των αχλαδιών παρόλο που ήταν αναμενόμενο να αυξηθεί η ειδική αγωγιμότητα λόγω του μωλωπισμού (Πίν. 6).

#### 4.1.3 pH

Αχλάδια που συγκομίστηκαν νωρίς στο Τύρναβο είχαν χαμηλότερο pH από τα αχλάδια που συγκομίστηκαν τέλος Αυγούστου και από τα αχλάδια που συγκομίστηκαν για κατανάλωση (ώριμα) (Πίν. 7). Αντίθετα, αχλάδια που συγκομίστηκαν νωρίς στον Τύρναβο είχαν παρόμοιο pH με τα αχλάδια που συγκομίστηκαν μέσα Αυγούστου στο Βελεστίνο. Τέλος, το pH των ώριμων

αχλαδιών ήταν σημαντικά υψηλότερο από το pH των αχλαδιών Βελεστίνου αλλά όχι από το pH των αχλαδιών που συγκομίστηκαν αργά στον Τύρναβο (τα οποία προφανώς ήταν αρκετά ώριμα εκείνη την εποχή) (Πίν. 7).

#### 4.1.4 Ογκομετρούμενη οξύτητα

Οι τιμές της οξύτητας σε όλα τα πειράματα δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (Πίν. 7). Μια μικρή μείωση της οξύτητας παρατηρήθηκε με την ώριμη συγκομιδή στον Τύρναβο και στα ώριμα αχλάδια.

#### 4.1.5 Σκληρότητα σάρκας

Η σκληρότητα σάρκας στα ώριμα αχλάδια ήταν σημαντικά μειωμένη σε σχέση με όλα τα πειράματα ανώριμων καρπών Τυρνάβου και Βελεστίνου. Επίσης, τα αχλάδια που συγκομίστηκαν τα τέλη Αυγούστου στον Τύρναβο είχαν σημαντικά λιγότερο σκληρή σάρκα από τα αχλάδια που συγκομίστηκαν νωρίς στον Τύρναβο (Πίν. 7).

## 4.2 ΜΗΛΑ

### 4.2.1 Χρώμα φλοιού

Όσον αφορά το δείκτη χρώματος φλοιού  $L^*$  βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και μεταξύ της ημερομηνίας συγκομιδής (Πίν. 8). Συγκεκριμένα, τη μεγαλύτερη τιμή  $L^*$  είχαν τα μήλα Golden Delicious καθώς είναι πράσινα προς κίτρινα (ιδιαίτερα της Αγιάς) και επομένως πιο φωτεινού χρώματος από τα κόκκινα. Επίσης, τα μήλα Royal Gala είχαν μεγαλύτερη τιμή  $L^*$  από τα Red Chief αφού έχουν λιγότερο κόκκινο χρώμα ή πιο ανοικτή απόχρωση από την ποικιλία Red Chief που, ως γνωστόν, χρωματίζεται εντονότερα. Η ποικιλία Golden Delicious της περιοχής Αγιάς που συγκομίστηκε στις 27-9 είχε σημαντικά υψηλότερο δείκτη  $L^*$  και άρα πιο φωτεινό (πιο κίτρινο) χρώμα από την ίδια ποικιλία που συγκομίστηκε στις 1-10 στην Ζαγορά (η οποία ήταν προφανώς πιο πράσινη). Τα μικρότερα μήλα



Royal Gala είχαν πιο μικρό δείκτη  $L^*$  (πιο σκούρο χρώμα άρα και πιο κόκκινο) από τα μεγαλύτερα μήλα της ίδιας ποικιλίας. Η ποικιλία Red Chief περιοχής Ζαγοράς που συγκομίστηκε αρχές Οκτώβρη είχε σημαντικά μικρότερο δείκτη  $L^*$  (πιο σκούρο κόκκινο χρώμα) από την ίδια ποικιλία που συγκομίστηκε αργά από την περιοχή της Αγιάς. Τέλος, η ποικιλία Golden Delicious περιοχής Αγιάς ήταν το μοναδικό απ' όλα τα πειράματα που μετά το μωλωπισμό μειώθηκε σημαντικά ο δείκτης  $L^*$  του φλοιού, δηλαδή το χρώμα του φλοιού έγινε πιο σκούρο (Πίν. 8). Σε μερικές άλλες περιπτώσεις ποικιλιών και περιοχών η μείωση του δείκτη  $L^*$  με το μωλωπισμό βρέθηκε αλλά δεν ήταν σημαντική.

Στην παράμετρο  $a^*$  του χρώματος του φλοιού των μήλων βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και της ημερομηνίας συγκομιδής (Πίν. 8). Τη μεγαλύτερη τιμή  $a^*$  είχε η ποικιλία Royal Gala, χωρίς όμως η ποικιλία Royal Gala να έχει το πιο κόκκινο χρώμα φλοιού. Πιο μειωμένη βρέθηκε η τιμή του δείκτη χρώματος φλοιού  $a^*$  για την ποικιλία Golden Delicious περιοχής Ζαγοράς. Στην ποικιλία Golden Delicious της περιοχής Ζαγοράς η παράμετρος  $a^*$  είχε αρνητική τιμή λόγω του πράσινου χρώματος, ενώ στα μήλα της ίδιας ποικιλίας από την Αγιά οι τιμές του δείκτη  $a^*$  ήταν σημαντικά υψηλότερες (πιο κίτρινα). Επίσης, τα μήλα μικρού μεγέθους ποικιλίας Royal Gala είχαν μεγαλύτερο δείκτη  $a^*$  από τα μήλα μεγαλύτερου μεγέθους που συγκομίστηκαν την ίδια ημερομηνία από την ίδια περιοχή. Με την καθυστέρηση συγκομιδής των μήλων ποικιλίας Red Chief περιοχής Αγιάς αυξήθηκε ο δείκτης  $a^*$  καθώς προφανώς απέκτησαν περαιτέρω χρωματισμό. Ο δείκτης  $a^*$  του φλοιού των μήλων δεν μεταβλήθηκε λόγω του μωλωπισμού σε κανένα από τα πειράματα (Πίν. 8).

Για τον δείκτη χρώματος φλοιού  $b^*$  βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και της ημερομηνίας συγκομιδής (Πίν. 8). Τη μεγαλύτερη τιμή  $b^*$  είχε η ποικιλία Golden Delicious της περιοχής Αγιάς που συγκομίστηκε τέλος Σεπτεμβρίου. Τα μήλα αυτά είχαν σημαντικά μεγαλύτερο  $b^*$  από τα μήλα ίδιας ποικιλίας που συγκομίστηκαν 4 ημέρες αργότερα από τη Ζαγορά, δηλαδή ο φλοιός ήταν πιο κίτρινος στα μήλα περιοχής Αγιάς. Πιο μειωμένη βρέθηκε η τιμή του δείκτη χρώματος  $b^*$  για την ποικιλία Red Chief της περιοχής Ζαγοράς. Επίσης, τα μήλα Royal Gala είχαν υψηλότερο δείκτη  $b^*$  από τα Red Chief, καθώς είναι πιο ανοικτής απόχρωσης. Ο δείκτης  $b^*$  του

φλοιού των αχλαδιών δεν μεταβλήθηκε λόγω του μωλωπισμού σε κανένα από τα πειράματα μήλων παρά μόνο στην ποικιλία Golden Delicious περιοχής Αγιάς συγκομισμένα στις 27-9 (Πίν. 8)

Όσον αφορά το δείκτη  $C^*$  των καρπών των ποικιλιών και των περιοχών που μελετήθηκαν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των ποικιλιών και των περιοχών όσο και μεταξύ της ημερομηνίας συγκομιδής (Πίν. 8). Τη μεγαλύτερη τιμή στην παράμετρο  $C^*$  παρουσίασε η ποικιλία Golden Delicious περιοχής Αγιάς, δηλαδή ο φλοιός τους είχε το πιο καθαρό χρώμα απ' όλες τις άλλες ποικιλίες. Η ποικιλία Golden Delicious περιοχής Αγιάς είχε σημαντικά μεγαλύτερο δείκτη  $C^*$  από την ίδια ποικιλία περιοχής Ζαγοράς, δηλαδή τα πρώτα έχουν πιο καθαρό χρώμα. Η ποικιλία Red Chief λόγω του σκούρου χρώματος φλοιού παρουσίασε τη χαμηλότερη τιμή  $C^*$  απ' όλες τις ποικιλίες. Τέλος, ο δείκτης  $C^*$  του φλοιού των μήλων μεταβλήθηκε λόγω του μωλωπισμού μόνο στην ποικιλία Golden Delicious περιοχής Αγιάς (Πίν. 8).

Όσον αφορά την παράμετρο Hue του χρώματος του φλοιού των καρπών βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και της ημερομηνίας συγκομιδής (Πίν. 8). Συγκεκριμένα τη μεγαλύτερη τιμή Hue είχαν τα μήλα Golden Delicious περιοχής Ζαγοράς, λόγω του κίτρινου χρώματος φλοιού. Επίσης, τα μήλα Royal Gala είχαν υψηλότερη τιμή Hue από τα Red Chief, τα Red Chief δηλαδή είχαν πιο κόκκινο χρώμα. Τα μήλα ποικιλίας Red Chief Αγιάς της δεύτερης συγκομιδής είχαν συνολικά λιγότερο κόκκινο επίχρωμα (βάσει όλων των δεικτών του χρώματος φλοιού) από τα μήλα ίδιας ποικιλίας και περιοχής της πρώτης συγκομιδής. Τέλος, μήλα ποικιλίας Red Chief περιοχής Ζαγοράς είχαν πολύ μικρότερο δείκτη Hue από μήλα της ίδιας ποικιλίας περιοχής Αγιάς, δηλαδή ήταν πιο κόκκινα λόγω φυσικά του υψομέτρου που, όσο υψηλότερο είναι, τόσο πιο δροσερό το κλίμα και επομένως παράγονται περισσότερες ανθοκυανίνες που δίνουν κατά κύριο λόγο το κόκκινο επίχρωμα του φλοιού των μήλων (Πίν. 8).

#### 4.2.2 Φαινολικές ουσίες

Οι φαινολικές ουσίες στη σάρκα των μήλων παρουσίασαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές ως προς το διαφορετικό μέγεθος καρπών στην ποικιλία Royal Gala χωρίς όμως κάποιο χαρακτηριστικό τρόπο (Πίν. 8). Τα

μήλα ποικ. Red Chief περιοχής Αγιάς είχαν υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών από τα μήλα ποικ. Golden Delicious της ίδιας περιοχής. Οι δύο ποικιλίες δεν διέφεραν όσον αφορά τη συγκέντρωση φαινολικών στην περιοχή Ζαγοράς. Τα μήλα ποικ. Red Chief περιοχής Αγιάς είχαν υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών από τα μήλα της ίδιας ποικιλίας περιοχής Ζαγοράς. Η συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών στην ποικιλία Golden Delicious περιοχής Ζαγοράς ήταν υψηλότερη από την ίδια ποικιλία περιοχής Αγιάς (Πίν. 8).

#### **4.2.3 Ηλεκτρική αγωγιμότητα**

Για τα μήλα της ποικιλίας Golden Delicious περιοχής Αγιάς, η τιμή της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας ήταν μεγαλύτερη από εκείνη της ίδιας ποικιλίας περιοχής Ζαγοράς. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των μήλων ποικιλίας Red Chief περιοχής Αγιάς που συγκομίστηκαν στις 27-9 είχε σημαντικά μεγαλύτερη τιμή ηλεκτρικής αγωγιμότητας τόσο από την ίδια ποικιλία ίδιας περιοχής συγκομισμένη 6 ημέρες νωρίτερα όσο και από καρπούς της ίδιας ποικιλίας περιοχής Ζαγοράς συγκομισμένη πιο όψιμα. Τέλος, η ποικιλία Red Chief περιοχής Αγιάς που συγκομίστηκαν στις 27-9 ήταν το μοναδικό απ' όλα τα πειράματα που μετά το μωλωπισμό δεν μεταβλήθηκε η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα σάρκας, καθώς σε όλες τις άλλες περιπτώσεις η ειδική αγωγιμότητα αυξήθηκε λόγω του μωλωπισμού σε σχέση με το άθικτο μέρος του καρπού (Πίν. 8).

#### **4.2.4 pH χυμού**

Το pH χυμού των μεγαλύτερων μήλων ποικιλίας Royal Gala ήταν σημαντικά υψηλότερο από το pH μήλων της ίδιας ποικιλίας μικρότερου μεγέθους. Τα μήλα ποικιλίας Red Chief που συγκομίστηκαν 21-9 στην Αγιά είχαν σημαντικά μεγαλύτερο pH από μήλα ίδιας ποικιλίας περιοχής Ζαγοράς (Πίν. 9)

#### **4.2.5 Ογκομετρούμενη οξύτητα**

Η τιμή της οξύτητας των μήλων της ποικιλίας Royal Gala ήταν πολύ μικρότερη απ' όλα τα άλλα δείγματα μήλων. Επίσης, μήλα ποικιλίας Red Chief

από τη Ζαγορά είχαν υψηλότερη οξύτητα από μήλα της ίδιας ποικιλίας που συγκομίστηκαν νωρίτερα από την περιοχή της Αγιάς. Τέλος, μήλα ποικιλίας Golden Delicious Ζαγοράς είχαν σημαντικά υψηλότερη οξύτητα από μήλα της ίδιας ποικιλίας περιοχής Αγιάς (Πίν. 9).

#### **4.2.6 Διαλυτά Στερεά Συστατικά**

Η τιμή των Διαλυτών Στερεών Συστατικών (ΔΣΣ) της ποικιλίας Red Chief περιοχής Ζαγοράς ήταν πολύ μικρότερη από μήλα ίδιας ποικιλίας περιοχής Αγιάς. Επίσης, στην ποικιλία Royal Gala οι μικρού μεγέθους καρποί είχαν σημαντικά υψηλότερη περιεκτικότητα σε ΔΣΣ από τους καρπούς μεγαλύτερου μεγέθους της ίδιας ποικιλίας (Πίν. 9).

#### **4.2.7 Σκληρότητα σάρκας**

Για τη σκληρότητα σάρκας των καρπών βρέθηκαν σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των ποικιλιών/περιοχών όσο και μεταξύ της ημερομηνίας συγκομιδής (Πίν. 9). Συγκεκριμένα, μήλα ποικιλίας Royal Gala μικρού μεγέθους είχαν μεγαλύτερη σκληρότητα σάρκας από μήλα ίδιας ποικιλίας μεγαλύτερου μεγέθους. Μήλα ποικιλίας Golden Delicious περιοχής Ζαγοράς είχαν σημαντικά μεγαλύτερη τιμή σκληρότητας σάρκας από τα μήλα της ίδιας ποικιλίας περιοχής Αγιάς. Επίσης, μήλα Red Chief περιοχής Αγιάς που συγκομίστηκαν στις 27-9 είχαν μικρότερη τιμή σκληρότητας σάρκας από μήλα της ίδιας ποικιλίας που συγκομίστηκαν από την ίδια περιοχή έξι ημέρες νωρίτερα αλλά και από μήλα της ίδιας ποικιλίας περιοχής Ζαγοράς που συγκομίστηκαν τέσσερεις ημέρες αργότερα. (Πίν. 9).

#### **4.2.8 Παράμετροι μωλωπισμού**

Όσον αφορά τις παραμέτρους που χαρακτηρίζουν το βαθμό του μωλωπισμού στον καρπό, παρόμοιες τιμές βρέθηκαν στο βάθος μωλωπισμού μεταξύ των τριών ποικιλιών, περιοχών συγκομιδής, εποχών συγκομιδής ή μεγέθους καρπών (Πίν. 10).

Σε αντίθεση με το βάθος του μωλωπισμού, το βάρος του καρπού που μωλωπίστηκε σε g βρέθηκε διαφορετικό μεταξύ των τριών ποικιλιών (Πίν. 10).



Τα μήλα ποικιλίας Golden Delicious περιοχής Αγιάς είχαν το μεγαλύτερο βάρος μωλωπισμού σε σχέση με όλα τα άλλα μήλα που μελετήθηκαν.

Η μέση τιμή του εμβαδού επιφάνειας μωλωπισμού σε  $\text{cm}^2$  δεν διέφερε μεταξύ των μήλων ποικιλίας Red Chief των δύο περιοχών και εποχών συγκομιδής (Πίν. 10). Τα μικρά μήλα Royal Gala είχαν μικρότερη επιφάνεια μωλωπισμού από αντίστοιχα μεγάλα μήλα. Τέλος, τα μήλα ποικιλίας Golden Delicious είχαν μεγαλύτερη επιφάνεια μωλωπισμού από τα μήλα ποικιλίας Royal Gala και τα μήλα Golden Delicious περιοχής Ζαγοράς μικρότερη επιφάνεια μωλωπισμού από τα αντίστοιχα μήλα περιοχής Αγιάς (Πίν. 10).

**Πίνακας 6:** Επίδραση μωλωπισμού στους δείκτες χρώματος φλοιού L\*, a\*, b\*, C\*, Hue (°) καθώς και στην ειδική αγωγιμότητα σάρκας (Spec. Cond.) των αχλαδιών ποικιλίας Κρυστάλλια που συγκομίστηκαν διαφορετικές εποχές για διακίνηση ή για κατανάλωση (ώριμα) από τον Τύρναβο και το Βελεστίνο Θεσσαλίας.

Πείραμα	Πλευρά καρπού	Δείκτης L*	Δείκτης a*	Δείκτης b*	Δείκτης C*	Δείκτης Hue (°)	Spec. Cond.
<b>24-7</b>	Αθικτη	60,3	-7,3	38,5	39,2	100,7	0,34
<b>Τύρναβος (T1)</b>	Μωλωπι-σμένη	60,6	-7,0	36,4	37,1	100,9	0,38
<b>16-8</b>	Αθικτη	61,5	-6,7	37,3	38,1	107,2	0,33
<b>Βελεστίνο (B)</b>	Μωλωπι-σμένη	61,4	-7,3	36,6	37,4	101,2	0,36
<b>30-8</b>	Αθικτη	57,7	-6,7	36,5	37,1	100,4	0,38
<b>Τύρναβος (T2)</b>	Μωλωπι-σμένη	55,2	-5,8	35,5	36	99,2	0,44
<b>6-9</b>	Αθικτη	67,2	-4,9	37,9	38,5	96,9	0,69
<b>ώριμα</b>	Μωλωπι-σμένη	66,8	-4,7	37,7	38,3	96,7	0,7
<b>Σημαντικότητα</b>							
<b>Πείραμα</b>		***	**	***	***	*	***
<b>Χτύπημα</b>		NS	NS	***	***	NS	*
<b>ΕΣΔ 0,05</b>		1,89	1,96	1,12	1,12	6,83	0,09

Πίνακας 7: Το pH, η οξύτητα, καθώς και η σκληρότητα σάρκας (FIF) των αχλαδιών ποικιλίας Κρυστάλλια που συγκομίστηκαν σε διαφορετικές εποχές για διακίνηση ή για κατανάλωση (ώριμα) από τον Τύρναβο και το Βελεστίνο Θεσσαλίας.

Πείραμα	pH	Οξύτητα (%)	FIF (KgF)
<b>24-7 Τύρναβος (T1)</b>	4,42	0,28	3,84
<b>16-8 Βελεστίνο (B)</b>	4,36	0,27	3,07
<b>30-8 Τύρναβος (T2)</b>	<b>4,78</b>	0,22	2,83
<b>6-9 Ωριμα</b>	4,89	0,22	0,98
<b>Σημαντικότητα</b>			
Πείραμα	***	NS	***
<b>ΕΣΔ 0,05</b>	<b>0,17</b>	<b>0,08</b>	<b>0,87</b>

Πίνακας 8: Επίδραση μωλωπισμού στους δείκτες χρώματος L\*, a\*, b\*, C\*, Hue (°), στα περιεχόμενα φαινολικά καθώς και στην ειδική αγωγιμότητα (Spec. Cond.) των μήλων ποικιλιών Royal Gala, Golden Delicious και Red Chief που συγκομίστηκαν διαφορετικές εποχές για διακίνηση από την Αγία Λαρίσης και τη Ζαγορά Μαγνησίας.

Πείραμα	Πλευρά	Δείκτης L*	Δείκτης a*	Δείκτης b*	Δείκτης C*	Δείκτης Hue (°)	Total Phenols	Spec. Cond.
10-8 Gala Big (GB)	Αθικτη	56,6	20,1	26,5	35,2	53,3	9,7	0,35
	Μωλω- πισμένη	55,9	19,7	26,2	34,6	53,4	5,8	0,50
10-8 Gala Small (GS)	Αθικτη	52,4	24,2	24,4	36,1	45,8	6,8	0,35
	Μωλω- πισμένη	52,4	22,4	23,8	34,5	47,2	8,6	0,55
27-9 Agia Golden Delicious	Αθικτη	69,3	1,9	46,6	46,7	87,7	2,5	0,42
	Μωλω- πισμένη	65,4	3,2	43,2	43,3	85,9	2,2	0,48
1-10 Zagora G. Delicious (GDZ)	Αθικτη	52,7	-3,1	32,6	32,8	95,5	4,1	0,28
	Μωλω- πισμένη	50,4	-2,5	31,2	31,3	100,6	3,7	0,56
21-9 Agia Red Chief (RC1)	Αθικτη	30,5	15,5	9,3	18,3	30,1	7,9	0,36
	Μωλω- πισμένη	30,1	15,2	9,6	18,3	31,3	5,9	0,55
27-9 Agia Red Chief (RC2)	Αθικτη	38,9	18,7	17,6	26,3	41,7	6,4	0,65
	Μωλω- πισμένη	37,3	18,3	16,1	25,0	39,5	6,6	0,60
2-10 Zagora Red Chief (RCz)	Αθικτη	27,2	16,6	6,0	17,8	19,2	3,9	0,20
	Μωλω- πισμένη	26,5	16,6	6,8	18,2	21,6	3,2	0,46
<b>Σημαντικότητα</b>								

<b>Πείραμα</b>	***	***	***	***	***	***	***
<b>Χτύπημα</b>	*	NS	NS	**	NS	**	***
<b>ΕΣΔ 0,05</b>	3,84	2,85	2,76	1,95	7,73	1,31	0,06



**Πίνακας 9:** Το pH, η οξύτητα, τα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) στο χυμό και η σκληρότητα σάρκας των μήλων ποικιλιών Royal Gala, Golden Delicious και Red Chief που συγκομίστηκαν διαφορετικές εποχές για διακίνηση από την Αγία Λαρίσης και τη Ζαγορά Μαγνησίας.

Πείραμα	pH	Οξύτητα (%)	ΔΣΣ (%)	Fl. Firmness (KgF)
<b>10-8 Gala Big (GB)</b>	3,9	<b>0,4</b>	<b>14,6</b>	<b>6,1</b>
10-8 Gala Small (GS)	3,6	0,4	16,2	7,6
<b>27-9 Agia Golden Delicious (GDA)</b>	3,9	<b>1,4</b>	<b>16,0</b>	<b>5,3</b>
1-10 Zagora Golden Delicious (GDZ)	3,5	3,0	16,0	6,2
<b>21-9 Agia Red Chief (RC1)</b>	4,2	1,2	16,8	5,9
27-9 Agia Red Chief (RC2)	4,1	1,2	17,8	4,7
<b>2-10 Zagora Red Chief (RCZ)</b>	3,9	1,5	14,1	5,9
<b>Σημαντικότητα</b>				
<b>Πείραμα</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>
<b>ΕΣΔ 0,05</b>	0,22	0,26	0,94	0,58

Πίνακας 10: Εκτίμηση του μωλωπισμού και εκτίμηση τριών παραμέτρων εκτίμησης της ζημιάς των μήλων από το μωλωπισμό για τις ποικιλίες Royal Gala, Golden Delicious και Red Chief από την Αγιά Λαρίσης και τη Ζαγορά Μαγνησίας.

<b>Πείραμα</b>	<b>Βάθος μωλωπισμού (cm)</b>	<b>Βάρος μωλωπισμού (g)</b>	<b>Επιφάνεια μωλωπισμού (cm<sup>2</sup>)</b>	
<b>10-8 Gala Big (GB)</b>	210,8	1,1	2,5	7,7
<b>10-8 Gala Small (GS)</b>	144,1	1,1	2,7	4,9
<b>27-9 Agia Golden Delicious (GDA)</b>	182,6	1	3,7	9,5
<b>1-10 Zagora Golden Delicious (GDZ)</b>	214,3	0,9	2,3	7,3
<b>21-9 Agia Red Chief (RC1)</b>	235,9	1	2,3	8,8
<b>27-9 Agia Red Chief (RC2)</b>	239,9	1	2,9	9
<b>2-10 Zagora Red Chief (RCZ)</b>	298,1	1,1	2,3	8
<b>Σημαντικότητα</b>				
<b>Πείραμα</b>	<b>***</b>	<b>NS</b>	<b>***</b>	<b>***</b>
<b>ΕΣΔ 0,05</b>	19,6	0,2	0,6	1,7

## 5. Συζήτηση

### 5.1 Αχλάδια

Οι δείκτες χρώματος φλοιού εύκολα κατέγραψαν τις αλλαγές στο χρώμα του φλοιού λόγω μωλωπισμού και λόγω της ωρίμανσης. Σε ώριμα αχλάδια οι παράμετρος  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$  του χρώματος του φλοιού των καρπών ήταν σημαντικά διαφορετικοί από τα πιο άγουρα αχλάδια. Αυτές οι αλλαγές αποτυπώνουν την ελάχιστη αλλαγή αλλά και μακροσκοπικά εμφανή στο χρώμα φλοιού των αχλαδιών από πράσινο σε λιγότερο πράσινο καθώς προχωρά η ωρίμανση στο δέντρο ή μετά τη συγκομιδή. Αντίθετα, στα αχλάδια οι παράμετροι  $C^*$  και hue του φλοιού δεν έδειξαν ουσιαστικές μεταβολές με την ωρίμανση ή την οψιμότερη συγκομιδή καθώς αυτοί οι δείκτες αποτυπώνουν τις αλλαγές σε έγχρωμους καρπούς και όχι σε πρασινωπούς. Η αύξηση της παραμέτρου  $L^*$  μας δείχνει ότι το χρώμα των καρπών γίνεται πιο φωτεινό λόγω της μείωσης του πράσινου χρώματος (απώλειας χλωροφύλλης). Η παράμετρος φλοιού χρώματος  $b^*$  μεταβάλλεται σημαντικά εξαιτίας της διάρρηξης του τονοπλάστη με αποτέλεσμα τα ένζυμα και τα φαινολικά συστατικά να σχηματίζουν τις κινόνες που τείνουν να πολυμεριστούν με φυσικό τρόπο σε σκούρου χρώματος συστατικά.

Η σκληρότητα σάρκας στα ώριμα αχλάδια ήταν σημαντικά μειωμένη σε σχέση με όλα τα πειράματα ανώριμων καρπών. Η μείωση της σκληρότητας σάρκας σχετίζεται με αλλαγές στην υφή και το εκτεταμένο μαλάκωμα του ιστού συνήθως λόγω απώλειας σπαργής ή διάσπασης αμύλου κατά την ωρίμανση των καρπών. Το μαλάκωμα αυτό βέβαια κάνει τους καρπούς εδώδιμους αλλά και ευαίσθητους στους μωλωπισμούς.

Παρατηρήθηκε επίσης μια μικρή μείωση της οξύτητας στην όψιμη συγκομιδή στον Τύρναβο και τα ώριμα αχλάδια. Η οξύτητα είναι ένας σημαντικός δείκτης ωριμότητας. Η συγκέντρωση οξέων στη σάρκα του φρούτου μειώνεται ελαφρά κατά την πορεία της ανάπτυξης του καρπού, όμως παρατηρείται μια απότομη μείωση λίγο πριν τη συγκομιδή. Αυτό συμβαίνει γιατί η μάζα των κυττάρων αυξάνεται και επιδρά το φαινόμενο της αραίωσης αλλά και μέρος των οξέων υδρολύεται στον κύκλο του Krebs κατά την

αναπνοή που αυξάνεται στους κλιμακτηρικούς καρπούς με την έναρξη της ωρίμανσης.

Από τις μετρήσεις μας ελάχιστες παράμετροι μπόρεσαν να διαφοροποιήσουν το μωλωπισμένο κομμάτι του καρπού από το άθικτο. Αυτό μπορεί βέβαια να οφείλεται στο ότι οι καρποί δεν μωλωπίστηκαν ουσιαστικά από την πτώση σε μεταλλική επιφάνεια από ύψος 30 εκατοστών, καθώς παράμετροι όπως η ειδική αγωγιμότητα, τυπική παράμετρος για την εκτίμηση των μωλωπισμών, δεν επηρεάστηκαν από το μωλωπισμό. Φυσικά, ακόμα και χωρίς εμφανή συμπτώματα, το χτύπημα προκαλεί επιτάχυνση της αναπνοής και των καταβολικών λειτουργιών του καρπού επιταχύνοντας έτσι την ωρίμανση ή γήρανση και υποβάθμιση της ποιότητας.

## 5.2 Μήλα

Το χρωματόμετρο κατέγραψε τις διαφορές του χρώματος φλοιού μεταξύ των ποικιλιών και ωριμοτήτων με πολύ αποτελεσματικό τρόπο. Φυσικά κατ' αρχήν το χρωματόμετρο κατέγραψε αντικειμενικά τις εμφανείς διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και των περιοχών καλλιέργειας. Τα μήλα Golden Delicious Ζαγοράς ήταν πιο πράσινα και επομένως πιο ανώριμα από τα μήλα της ίδιας ποικιλίας από την Αγιά παρότι συγκομίστηκαν 4 ημέρες πιο νωρίς καθώς τα μήλα της Ζαγοράς καλλιεργούνταν σε πιο υψηλό υψόμετρο και επομένως σε πιο δροσερό περιβάλλον που οψιμίζει την ωρίμανση των μήλων. Βρέθηκε ακόμα ότι τα μήλα Red Chief της Αγιάς στο πρώτο 'χέρι' ήταν πιο κόκκινα από ότι στο δεύτερο 'χέρι' καθώς συνήθως στο πρώτο χέρι συγκομίζονται οι καλύτεροι και ωριμότεροι καρποί από τα πάνω και καλύτερα φωτιζόμενα μέρη του δέντρου, παρόλο ότι συνεχίζουν να αναπτύσσουν κόκκινο χρώμα αν παραμείνουν πάνω στο δέντρο για μακρύτερο χρονικό διάστημα. Τέλος, ο μωλωπισμός των κόκκινων μήλων δεν μετρήθηκε από το χρωματόμετρο με πιο σκούρο χρώμα του φλοιού είτε γιατί δεν εμφανίστηκε εξωτερικά είτε γιατί το κόκκινο χρώμα επισκιάζει το μωλωπισμό. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και για τα μήλα ποικ. Golden Delicious περιοχής Ζαγοράς που ήταν σχετικά πράσινα και πιο σκληρά από τα αντίστοιχα μήλα Αγιάς και πιθανόν να μην μωλωπίστηκαν στον ίδιο βαθμό όπως τα Golden Delicious περιοχής Αγιάς, στα οποία μόνο παρουσιάστηκε μεταβολή στο χρώμα του φλοιού από σχετικά κιτρινωπό σε πιο σκούρο λόγω του



μεταβολισμού των άχρωμων φαινολών σε σκουρόχρωμες ουσίες από το ένζυμο πολυφαινολοξειδάση.

Οι παράμετροι ποιότητας που μελετήθηκαν ήταν ικανές να διαφοροποιήσουν την ωριμότητα των ποικιλιών και τις διαφορές μεταξύ περιοχών στην ίδια ποικιλία. Συγκεκριμένα, τα μήλα ποικ. Golden Delicious περιοχής Ζαγοράς ήταν όχι μόνο πιο πράσινα αλλά και πιο ανώριμα από τα αντίστοιχα μήλα περιοχής Αγιάς. Τα μήλα ποικ. Red Chief που συγκομίστηκαν όψιμα ήταν πιο ώριμα από τα αντίστοιχα μήλα πιο πρώιμα συγκομισμένα στην Αγιά, ενώ τα μήλα ίδιας ποικιλίας περιοχής Ζαγοράς ήταν πιο ανώριμα από τα μήλα Red Chief περιοχής Αγιάς παρότι συγκομίστηκαν 4 ή 11 ημέρες μετά. Τέλος, τα μικρότερου μεγέθους μήλα ποικ. Royal Gala είχαν πιο υψηλή ποιότητα βάσει της σκληρότητας σάρκας και των διαλυτών στερεών συστατικών και οξύτητας από τα μεγαλύτερου μεγέθους μήλα της ίδιας ποικιλίας.

Από τις αναλύσεις που έγιναν για την ποσοτικοποίηση του μωλωπισμού, η ειδική αγωγιμότητα ήταν μια αξιόλογη μέθοδος εκτίμησης της ζημιάς. Ήταν προφανές ότι, αφού ήταν αυξημένη η ειδική αγωγιμότητα στο μωλωπισμένο τμήμα του καρπού σε σχέση με το άθικτο, κύτταρα της περιοχής μωλωπισμού είχαν διαρραγεί ή οι μεμβράνες τους είχαν διαρροές λόγω του κτυπήματος. Αυτό έπρεπε να συντελέσει και στο πιο σκούρο χρώμα της περιοχής μωλωπισμού όπως αναφέρθηκε ανωτέρω αλλά η παρουσία του φλοιού και πολλές φορές του κόκκινου επιχρώματος επισκίασε τον μωλωπισμό και ήταν αδύνατο να αποτυπωθεί από ευκολότερες μεθόδους όπως τη μέτρηση με το χρωματόμετρο. Διαφορετική ήταν η κατάσταση για τα μήλα ποικ. Golden Delicious της περιοχής Αγιάς όπου το χρωματόμετρο μπόρεσε και αποτύπωσε το μωλωπισμό.



## 6. Συμπεράσματα

### 6.1 Αχλάδια

Οι δείκτες χρώματος φλοιού  $L^*$ ,  $a^*$  είναι χρήσιμοι για την αποτύπωση του βαθμού ωριμότητας των αχλαδιών με φλοιό που αλλάζει από πράσινο σε κίτρινο με την ωρίμανση. Αντίθετα ο δείκτης χρώματος φλοιού  $b^*$  δεν μεταβάλλεται ουσιαστικά (παρότι βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές) με την ωρίμανση αλλά είναι καλός δείκτης εκτίμησης της αλλαγής του χρώματος φλοιού (πιο σκούρο χρώμα) λόγω του μωλωπισμού.

Με την ωρίμανση των αχλαδιών η σκληρότητα σάρκας και η οξύτητα μειώθηκαν και το pH και η ειδική αγωγιμότητα αυξήθηκαν.

Από τα αποτελέσματα των μωλωπισμών φαίνεται ότι τα αχλάδια (και πολύ περισσότερο τα ώριμα) όταν μωλωπίζονται δεν παρουσιάζουν σημαντικές μεταβολές στο χρώμα φλοιού και στην ειδική αγωγιμότητα σε σχέση με τα άθικτα. Καταλήγουμε ότι οι μωλωπισμοί στα αχλάδια Κρυστάλλια από ύψος 30cm δεν προκαλούν εμφανή κοσμητική ζημιά αλλά ούτε και σημαντική διάρρηξη κυττάρων που θα κατέληγε σε σημαντικές φυσιολογικές μεταβολές.

### 6.2 Μήλα

Οι δείκτες χρώματος φλοιού  $L^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ , hue ( $^\circ$ ) βρέθηκαν χρήσιμοι να διαχωρίσουν τα μήλα των διάφορων ποικιλιών και να εκφράσουν το κόκκινο χρώμα σωστά. Ο δείκτης  $a^*$  ήταν χρήσιμος μόνο για τη διαφοροποίηση των πράσινων-κίτρινων μήλων. Τα μικρότερα μήλα ποικιλίας Royal Gala είχαν πιο κόκκινο χρώμα (βάσει των δεικτών  $L^*$  και hue) από τα μεγαλύτερα μήλα της ίδιας ποικιλίας. Τα μήλα ποικιλίας Golden Delicious Ζαγοράς, παρότι συγκομίστηκαν πιο όψιμα, ήταν πιο πράσινου χρώματος από τα μήλα της ίδιας ποικιλίας από την Αγιά. Παρόμοια τα μήλα ποικιλίας Red Chief Ζαγοράς είχαν περισσότερο κόκκινο χρώμα από τα μήλα της ίδιας ποικιλίας από την Αγιά. Τέλος, το χρώμα φλοιού των μήλων δεν τροποποιήθηκε ουσιαστικά από το μωλωπισμό και κανένας δείκτης χρώματος φλοιού δεν μπορεί να τον

εκτιμήσει αν και εφόσον δημιουργήθηκε από την πτώση των μήλων από ύψος 30cm σε μεταλλική επιφάνεια.

Τα μικρότερα μήλα ποικιλίας Royal Gala είχαν υψηλότερα ΔΣΣ και σκληρότητα σάρκας από τα μεγαλύτερα μήλα της ίδιας ποικιλίας και παράλληλα με τις μετρήσεις χρώματος φλοιού, συμπεραίνουμε ότι τα μικρότερα μήλα Royal Gala ήταν πιο γευστικά, τραγανά και καλύτερης εξωτερικής εμφάνισης από τα μεγαλύτερα μήλα.

Τα μήλα Golden Delicious είχαν γενικά χαμηλή συγκέντρωση φαινολικών σε σχέση με τα μήλα των άλλων δύο ποικιλιών που μελετήθηκαν. Τα μήλα Golden Delicious περιοχής Ζαγοράς ήταν πιο ανώριμα (βάσει των μετρήσεων χρώματος φλοιού, ειδικής αγωγιμότητας, οξύτητας και σκληρότητας) αλλά με υψηλή συγκέντρωση ΔΣΣ και γευστική ποιότητα (παρότι ανώριμα) σε σχέση με τα μήλα της ίδιας ποικιλίας από την Αγιά.

Τα μήλα Red Chief Ζαγοράς είχαν καλύτερο κόκκινο χρωματισμό φλοιού αλλά γενικά ήταν πιο ανώριμα και χαμηλότερης οργανοληπτικής αξίας (βάσει της οξύτητας, ΔΣΣ και σκληρότητας) από τα μήλα της ίδιας ποικιλίας περιοχής Αγιάς συγκομισμένα 4 ή 10 ημέρες νωρίτερα.

Μωλωπισμένα μήλα έδωσαν ποικίλα αποτελέσματα όσον αφορά τα φαινορικά, ενώ αυξήθηκε η αγωγιμότητά τους σε σχέση με τα άθικτα τμήματα των καρπών. Επίσης η ποσοτικοποίηση του μωλωπισμένου τμήματος των μήλων, παρόλο κλασικός τρόπος εκτίμησης του ποσοστού ζημιάς από μωλωπισμό, δεν έδωσε ξεκάθαρα αποτελέσματα όσον αφορά την ευαισθησία των μήλων διάφορων ποικιλιών και περιοχών στο μωλωπισμό καθώς δεν βρέθηκε σταθερή διαφορά στο μωλωπισμό μεταξύ μεγάλων και μικρών μήλων ποικιλίας Royal Gala και μεταξύ των τριών δειγμάτων μήλων Red Chief με τους δείκτες που μελετήθηκαν, ενώ τα μήλα Golden Delicious περιοχής Ζαγοράς είχαν μικρότερο βάρος και ποσοστό μωλωπισμού και μικρότερη επιφάνεια μωλωπισμού από τα αντίστοιχα μήλα περιοχής Αγιάς. Αυτά τα τελευταία φαίνεται ότι είναι πιο ευαίσθητα στο μωλωπισμό από τα μήλα Golden Delicious περιοχής Ζαγοράς.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική βιβλιογραφία

Βασιλακάκης Μ., 2004. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Β' Έκδοση. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.

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

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

### Ξένη βιβλιογραφία

Bain J.M., and Robertson R.N., 1951. The physiology of growth in apple fruit. 1: Cell size, cell number and fruit development. Australian Journal of Scientific Research, 4(2): 75-91.

Baritelle A.L., and Hyde G.M., 2001. Commodity conditioning to reduce impact bruising. Postharvest Biology and Technology, 21: 331-339.

Ericsson N.A., and Tahir I.I., 1996. Studies on apple bruising, I. Estimation of incidence and susceptibility differences in the bruising of three apple cultivars. Acta Agriculturae Scandinavica Section B, Soil and Plant Science, 46: 209-213.

Garcia J.L. and Ruiz-Altisent M., 1998. Bruising damage in pome fruits: factors which affect damage appearance and control of damage using electronic fruits. Revista Científica Rural, 3(2): 133-139.

García J.L., Ruiz-Altisent M., and Barreiro P., 1995. Factors influencing mechanical properties and bruise susceptibility of apples and pears. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 61(1): 11-18.

Hyde J.F., and Ingle M., 1968. Size of apple bruises as affected by cultivar, maturity, and time in storage. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 92: 735-738.

Kays, S.J., 1991. *Postharvest Physiology of Perishable Plant Products*. AVI Products, New York, pp: 376-385.

Khan A.A., and Vincent J.F.V., 1990. Anisotropy of apple parenchyma. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 52: 455-466.

Klein J.D., 1987. Relationship of harvest date, storage conditions, and fruit characteristics to bruise susceptibility of apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112(1): 113-118.

McGuire R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12): 1254-1255.

Pang D.W., Studman C.J., Banks N.H., and Baas P.H., 1996. Rapid assessment of the susceptibility of apples to bruising. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64:37-48.

Saltveit M.E., 1984. Effects of temperature on firmness and bruising of 'Starkrimson Delicious' and 'Golden Delicious' apples. *HortScience*, 19: 550-551.

Saltveit M.E., 2002. The rate of ion leakage from chilling sensitive tissue. *Postharvest Biology and Technology*, 26(3): 295-304.

Schoorl D., and Holt J.E., 1977. The effects of storage time and temperature on the bruising of Jonathan, Delicious, and Granny Smith apples. *Journal of Texture Studies*, 8: 409-416.

Smith W.H., 1940. The histological structure of flesh of apple in relation to growth and senescence. *Journal of Pomology and Horticultural Science*, 18:249-260.

Thomson G.E., Cotter D.F., and Daly P.A., 1996. Temperature effects on bruise darkness of 'Granny Smith', 'Golden Delicious', and 'Jonathan' apples. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 24(1): 99-101.

Toivonen P.M.A, Hampson C., Stan S., McKenzie D., and Hocking R., 2007. Factors affecting severity of bruises and degree of apparent bruise recovery in a yellow skinned apple. *Postharvest Biology and Technology*, 45(2): 276–280.

Tsukamoto M., 1981. Studies on the mechanical injury of fruit II. Susceptibility to impact and compression in apple fruit as related to storage periods and fruit portions. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 49: 571-575.

Van Lacker J., 1979. Bruising of unpeeled apples and potatoes in relation with the temperature and elasticity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 12: 157-161.

$\Delta 1$ : [http://www.cp.teithe.gr/eclass/CP102/document/7\\_%D0%F1%EF%E5%F4%EF%E9%EC%E1%F3%DF%E1%20%F0%F1%EF%E9%FC%ED%F4%E%F2%20%E3%E9%E1%20%E1%E3%EF%F1%DC.pdf](http://www.cp.teithe.gr/eclass/CP102/document/7_%D0%F1%EF%E5%F4%EF%E9%EC%E1%F3%DF%E1%20%F0%F1%EF%E9%FC%ED%F4%E%F2%20%E3%E9%E1%20%E1%E3%EF%F1%DC.pdf)

$\Delta 2$ : <http://www.frelectra.gr/pdf/sessionqr/Session31.pdf>

$\Delta 3$ : <http://www.frelectra.gr/pdf/sessionqr/Session32.pdf>

$\Delta 4$ : <http://www.frelectra.gr/pdf/sessionqr/Session33.pdf>



$\Delta 5$ : <http://www.frelectra.gr/pdf/sessiongr/Session34.pdf>

$\Delta 6$ : <http://www.chemeng.ntua.gr/courses/sbt/files/%CE%A8%CE%A5%CE%9E%CE%97.pdf>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000102436

