

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού  
Περιβάλλοντος

Πτυχιακή εργασία

Θέμα:

‘Επίδραση του αιθυλενίου στο ρυθμό ωρίμανσης του καρπού  
τριών πρώιμων ποικιλιών ροδακινιάς’



Παστόπουλος Σάββας Α.Μ. 895

Επιβλέπων καθηγητής:

Γεώργιος Νάνος

Βόλος 2008



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

Αριθ. Εισ.: 6793/1  
Ημερ. Εισ.: 05-01-2009  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ  
2008  
ΠΑΣ

**Περιεχόμενα:**

Περίληψη	-2-
Εισαγωγή	-3-
<b>Κεφάλαιο 1</b>	
Βιβλιογραφική ανασκόπηση	-6-
<b>Κεφάλαιο 2</b>	
Υλικά και μέθοδοι	-18-
2.1.1 Χρώμα	-19-
2.1.2 Σκληρότητα σάρκας	-20-
2.1.3 Οξύτητα και ολικά διαλυτά στερεά συστατικά	-22-
<b>Κεφάλαιο 3</b>	
Αποτελέσματα	
3.1 Σκληρότητα σάρκας	-23-
3.2 Χρώμα	-25-
3.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά	-26-
3.4 Πίνακες και σχεδιαγράμματα	-27-
<b>Κεφάλαιο 4</b>	
Συζήτηση - Συμπεράσματα	-33-
Βιβλιογραφία	-37-

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας ήταν η συγκριτική αξιολόγηση τριών υπερπρώιμων ποικιλιών ροδακινιάς ώστε να προσεγγίσουμε τη βάση της διαφορετικής ταχύτητας ωρίμανσης των καρπών τους. Οι τρεις ποικιλίες ήταν η 'Florida prince' που ωριμάζει τους καρπούς ταχύτατα στο δέντρο ή μετά την κοπή τους (melting flesh), η FL-10cw που ωριμάζει σταδιακά σε μαλακούς καρπούς (non melting flesh) και η AP00-30wbs που οι καρποί της δεν μαλακώνουν στο δέντρο ή μετά την κοπή τους (stone hard). Η εργασία πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο της Φλόριντα, ΗΠΑ, με καρπούς που παράχθηκαν σε πειραματικούς σταθμούς της περιοχής. Οι καρποί συντηρήθηκαν στους 20°C παρουσία ή μη 100ppm αιθυλενίου. Μετρήσεις ποιότητας έγιναν μετά τη συγκομιδή και μετά από 2, 5 και 7 ημέρες στη συντήρηση. Αυτές περιελάμβαναν τη σκληρότητα σάρκας με τρεις διαφορετικές μεθόδους, το χρώμα σάρκας, τα διαλυτά στερεά συστατικά και την οξύτητα. Η μέθοδος της μη καταστροφικής εκτίμησης της σκληρότητας σάρκας των ροδάκινων, φάνηκε να συσχετίζεται ικανοποιητικά με τη μέθοδο Magness – Taylor της διάτρησης με έμβολο 8mm, μιας κοινά χρησιμοποιούμενης μεθόδου διεθνώς. Έτσι φαίνεται ότι είναι μια υποσχόμενη μέθοδος για μελλοντική χρήση στην εκτίμηση της σκληρότητας σάρκας των ροδάκινων. Η μέθοδος του τεμαχισμού Kramer Shear της σάρκας των ροδάκινων φαίνεται ότι εκτιμά τη σκληρότητα σάρκας παρόμοια με την αντίστοιχη αίσθηση της μάσησης από τον άνθρωπο. Οι καρποί της ποικιλίας melting flesh ωρίμασαν ταχύτατα σε θερμοκρασία δωματίου και πολύ γρήγορα (σε 2 ημέρες) ήταν τόσο μαλακοί ώστε να είναι αδύνατη η μεταφορά τους και γενικότερα πολύ σύντομη η μετασυλλεκτική τους ζωή. Επιπλέον η συγκέντρωση της οξύτητας και ιδιαίτερα των διαλυτών στερεών συστατικών είναι τόσο χαμηλή που δεν έχουν ικανοποιητική οργανοληπτική ποιότητα. Οι καρποί της ποικιλίας non melting flesh ωρίμασαν σχετικά γρήγορα στους 20°C, είχαν ικανοποιητική οργανοληπτική ποιότητα, καλύτερο χρώμα σάρκας και με την κατάλληλη μετασυλλεκτική φροντίδα (ταχύτατη ψύξη μετά τη συγκομιδή και προσεκτική συσκευασία) μπορεί να εξελιχθεί σε μια επιτυχημένη εμπορικά ποικιλία. Οι καρποί της ποικιλίας stone hard μαλάκωσαν ελάχιστα κατά την παραμονή τους στους 20°C για 7 ημέρες αλλά η οργανοληπτική ποιότητά τους

ήταν γενικά κατώτερη (χαμηλά ΔΣΣ και υψηλή οξύτητα), ενώ ο χρωματισμός της σάρκας ικανοποιητικός. Γενικά το εξωγενές αιθυλένιο δεν φάνηκε να επηρεάζει γενικότερα την ωρίμανση των ροδάκινων των τριών ποικιλιών που μελετήθηκαν πιθανόν είτε γιατί η παραγωγή αιθυλενίου από τους καρπούς ήταν ήδη αρκετή να προκαλέσει ωρίμανση (αυξημένη παραγωγή και δράση του ενζύμου ενδο-πολυγαλακτουρονάση) είτε γιατί ωρίμασαν πολύ γρήγορα οι καρποί και δεν πρόλαβε το αιθυλένιο να τους επηρεάσει είτε γιατί υπάρχει ένζυμο της πολυγαλακτουρονάσης όπως στην NMF (FL-10cw) και πιθανώς και στην SH (AP00-30wbs).

## Εισαγωγή

Η καλλιέργεια της ροδακινιάς είναι η τρίτη σημαντικότερη από τα δενδροκομικά είδη στην Ελλάδα μετά την καλλιέργεια της ελιάς και των εσπεριδοειδών. Η παραγωγή ροδάκινων και νεκταρινιών βρίσκεται κοντά στους 1.000.000 τόνους ετησίως, με τους 600.000 τόνους ως βιομηχανικό ροδάκινο και τους υπόλοιπους ως επιτραπέζια ροδάκινα και νεκταρίνια. Τα τελευταία όμως χρόνια έχει μειωθεί η παραγωγή του βιομηχανικού ροδάκινου στους 400.000 τόνους μετά από τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την περιορισμένη διεθνή αγορά.

Άλλες χώρες της Ευρώπης που παράγουν σημαντικές ποσότητες ροδακίνων είναι η Ιταλία, η Ισπανία και η Γαλλία. Η Ισπανία και Ιταλία παράγουν μεγάλες ποσότητες υπερπρώιμου ροδάκινου. Η χώρα μας δυστυχώς, ενώ έχει τη δυνατότητα, δεν παράγει σχεδόν καθόλου ροδάκινα εκτός εποχής (μέσα στο Μάιο) με αποτέλεσμα οι ανταγωνίστριες χώρες να μπαίνουν πρώτες στις καλύτερες αγορές και να πραγματοποιούνται και εισαγωγές στην Ελλάδα πρώιμων ροδάκινων από την Ισπανία κυρίως. Οπότε θεωρείται επιτακτική ανάγκη η έρευνα για υπερπρώιμες ποικιλίες που θα παράγουν ροδάκινα ικανά για εξαγωγές (Βασιλακάκης, 2004).

Το αιθυλένιο είναι μία ορμόνη η οποία καθορίζει την ωρίμανση, το μαλάκωμα του καρπού αλλά και την εσωτερική παραγωγή αιθυλενίου από το ίδιο το φρούτο (Biale .et al., 1981). Η δράση του αιθυλενίου στα κλιμακτηρικά φρούτα προκαλεί ενεργοποίηση των υδρολασών στα κυτταρικά τοιχώματα, η δράση των υδρολασών προκαλεί ρήξη και αποσύνθεση των κυτταρικών τοιχωμάτων με συνέπεια τη μείωση της σκληρότητας της σάρκας του καρπού. Το αιθυλένιο βρίσκεται σε πολλούς χώρους μετασυλλεκτικής μεταχείρισης φρούτων αλλά και πολλά φρούτα το παράγουν σε ικανές ποσότητες κατά την έναρξη της ωρίμανσης τους ή γίνονται ευαίσθητα σε αυτό.

Πολλές φορές τα ροδάκινα ταξινομούνται ανάλογα με τη διατήρηση της σκληρότητας που της σάρκας τους. Διακρίνονται σε ποικιλίες με γρήγορο μαλάκωμα σάρκας (melting varieties), σε ποικιλίες με πιο αργό μαλάκωμα σάρκας (non melting varieties) και στις σκληρόσαρκες ποικιλίες (stony hard varieties). Οι ποικιλίες τύπου melting μαλακώνουν γρήγορα επάνω στα δέντρα και εξίσου γρήγορα μετά τη συγκομιδή τους. Αντιθέτως οι ποικιλίες non melting μαλακώνουν με πολύ

αργό ρυθμό μετά τη συγκομιδή τους, ενώ οι τελευταίες ποικιλίες (stony hard) παραμένουν σκληρές ακόμα και σε κατάσταση πλήρους ωρίμανσης (Connors, C. H. et al. 1922., Connors, C. H. et al. 1928.).

Σκοπός της παρούσης εργασίας ήταν η μελέτη τριών υπέρ-πρώιμων ποικιλιών ροδακινιάς, που αναλογούν κάθε μία στις παρακάτω κατηγορίες σκληρότητας σάρκας, melting flesh, non melting flesh και stony hard, σε ότι αφορά τη διατήρηση της σκληρότητας της σάρκας τους, τις αλλαγές στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους αλλά και την αντίδρασή τους στην εφαρμογή αιθυλενίου κατά την συντήρηση. Ποικιλίες υπέρ-πρώιμες με μία ικανοποιητική μετασυλλεκτική ζωή θα μπορούσαν να αποτελέσουν μία αποτελεσματική μέθοδο ανάκτησης αγορών και τη βελτίωση του αγροτικού εισοδήματος και της ανταγωνιστικότητας σε περιοχές που θα μπορούσαν να προσαρμοστούν αυτές οι ποικιλίες, καθώς πρώιμα ροδάκινα θα πετύχουν αρκετά ικανοποιητικές τιμές στην αγορά.

## Κεφάλαιο 1

### Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Το ροδάκινο *Prunus persica* L. Batsch ανήκει στο γένος *Prunus* και στην οικογένεια *Rosaceae*. Η ροδακινιά είναι πυρηνόκαρπο φυλλοβόλο οπωροφόρο δέντρο. Το φυτό κατάγεται από την Κίνα, όπου υπάρχει ακόμα και σήμερα σαν αυτοφυές. Στη συνέχεια επεκτάθηκε προς τις χώρες της Μεσογείου και αργότερα στην Αμερική και την Αυστραλία. Σήμερα είναι το περισσότερο εκτεταμένο καλλιεργούμενο οπωροφόρο φυλλοβόλο δέντρο στον κόσμο, μετά τη μηλιά και την αχλαδιά. Το ύψος του φυτού φτάνει τα 4,5 μέτρα, ενώ ο κορμός και οι βλαστοί έχουν φλοιό κοκκινωπού - πρασινωπού χρώματος.

Η ροδακινιά ζει ως και 30 χρόνια όταν οι συνθήκες είναι κατάλληλες. Αποδίδει καρπούς μετά τον τρίτο χρόνο από τη φύτευσή της, ενώ οι καρποί είναι υψηλής ποιότητας εκεί όπου τα καλοκαίρια είναι ζεστά και οι χειμώνες ήπια κρύοι. Το δέντρο προτιμά αμμοπηλώδη εδάφη με καλό στράγγισμα. Τα νεαρά φυτά φυτεύονται το φθινόπωρο ή νωρίς την άνοιξη.

Οι περισσότερες ποικιλίες παράγουν καρπούς περισσότερους από όσους μπορούν τα δέντρα να αναπτύξουν κανονικά και έτσι απαιτείται αραίωμα των καρπών. Στην Ελλάδα καλλιεργείται συστηματικά στην Ημαθία, Πέλλα και Πιερία, σύμφωνα με στοιχεία του κ. Κουργκουργιάννη (2005). Στην Ελλάδα η συνολική παραγωγή είναι 900000 τόνοι περίπου και από αυτά τα επιτραπέζια ροδάκινα και τα νεκταρίνια είναι 254.000 και 102.000 τόνοι, αντίστοιχα. Η καλλιέργεια ροδακινιάς και νεκταρινιάς στην Ελλάδα καταλαμβάνει έκταση γύρω στα 475.000 στρ. και η χώρα μας κατατάσσεται τρίτη μεταξύ των χωρών μελών της Ευρωπαϊκής ένωσης που παράγουν ροδάκινα. Πρώτη σε παραγωγή είναι η Ιταλία με 976.000 στρ. και δεύτερη την Ισπανία με 810.000 στρ. (Δρογούδη κ.α., 2007).

Τα χαρακτηριστικά των ποικιλιών της ροδακινιάς που είναι μεγάλης σημασίας είναι: ο χρόνος ωρίμανσης των καρπών, το μέγεθος του καρπού, το χρώμα του φλοιού του καρπού, η ευκολία αποχωρισμού του πυρήνα από τη σάρκα (εκπύρηνο, ημιεκπύρηνο ή συμπύρηνο ροδάκινο), η ύπαρξη ή όχι χνουδιού και οι απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες για τη διακοπή του λήθαργου.



Οι τρεις βασικές κατηγορίες ροδάκινων είναι: (Βασιλακάκης, 2004)

A) επιτραπέζια ροδάκινα

B)νεκταρίνια

Γ)ροδάκινα κατάλληλα για κονσερβοποίηση

Σε πολλές περιοχές του κόσμου όπου το κλίμα το επιτρέπει, καλλιεργούνται και οι τρεις κατηγορίες. Το σημαντικό μέρος όμως της παραγωγής παράγεται στην Νότια Ευρώπη, με την Ιταλία, Ισπανία, Γαλλία και την Ελλάδα να παράγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες (Σφακιωτάκης, 2003). Η Ισπανία και η Ιταλία παράγουν σημαντικές ποσότητες υπερπρώιμου ροδάκινου. Η χώρα μας ενώ έχει την δυνατότητα, δεν παράγει σχεδόν καθόλου υπερπρώιμα ροδάκινα με αποτέλεσμα οι ανταγωνίστριες χώρες να μπαίνουν πρώτες στις καλύτερες αγορές κατά τον μήνα Μάιο.

Τα υπερπρώιμα ροδάκινα μπορεί να παραχθούν με τη χρήση ποικιλιών σύντομης καρπικής περιόδου (από την άνθηση έως την ωρίμανση), φυτεμένες σε περιοχή με θερμά κατάλληλα μικροκλίματα αλλά και κατάλληλα διαμορφωμένα όπως π.χ. σε σχήμα ύψιλον, καλυμμένα με πλαστικό όπως στα θερμοκήπια. Το σημαντικότερο πάντως στοιχείο, είναι η διαθεσιμότητα των υπερπρώιμης ωρίμανσης ποικιλιών.

Ο χρόνος ωρίμανσης μιας ποικιλίας είναι βασικό χαρακτηριστικό γιατί καθορίζει τον χρόνο διάθεσης του προϊόντος στην αγορά και αυτό μπορεί να επηρεάσει την τιμή πώλησης.

Το κλίμα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο σε ότι αφορά την ωρίμανση των καρπών της ροδακινιάς. Γενικότερα οι αντοχές του φυτού στο ψύχος το χειμώνα είναι έως  $-25^{\circ}\text{C}$  αν και στους  $-21^{\circ}\text{C}$  καταστρέφονται οι οφθαλμοί σε λήθαργο, ενώ το καλοκαίρι η θερμοκρασία δεν πρέπει να ξεπερνά τους  $+35^{\circ}\text{C}$  γιατί μειώνεται η ποιότητα των καρπών. Οι περισσότερες ποικιλίες ροδακινιάς απαιτούν 700 ή και περισσότερες ώρες με θερμοκρασία κάτω των  $7^{\circ}\text{C}$  για να διακόψουν τον λήθαργό των οφθαλμών τους. Όμως υπάρχουν και ποικιλίες με μικρές απαιτήσεις που μπορούν να αξιοποιήσουν σχετικά θερμές περιοχές και έτσι να παραχθούν ροδάκινα υπερπρώιμα. Εξαιτίας αυτής της προοπτικής γίνονται προσπάθειες να παραχθούν καλές ποικιλίες

αλλά με μικρές απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Πίνακας 1.1 Ποικιλίες ροδακινιάς με μικρές απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες για τη διακοπή του ληθάργου των ανθοφόρων οφθαλμών (Βασιλακάκης, 2004).

Ποικιλίες ροδακινιάς	Εποχή ωρίμανσης	Ώρες >7° C για διακοπή ληθάργου
<b>Flordabelle</b>	15/5	150
<b>Flordasun</b>	30/4	300
<b>Early Amber</b>	30/4	350
<b>Desert Gold</b>	30/4	450
<b>Sunnyside</b>	15/6	550

Στην Ελλάδα λόγω του Μεσογειακού κλίματος αλλά και μικροκλιματικών χαρακτηριστικών υπάρχει μια μεγάλη γκάμα ποικιλιών ροδακινιάς που μπορούν να καλλιεργούνται. Η πιο διαδεδομένη ποικιλία στην Ελλάδα αυτή την στιγμή είναι η ποικιλία **Red Haven**. Γι' αυτό το λόγο θεωρείται ως ποικιλία αναφοράς η αμερικάνικη αυτή ποικιλία. Παρουσιάζει άνθιση μέσης-όψιμης εποχής, τα άνθη είναι καμπανοειδή. Έχει νεφροειδείς νεκτάριους αδένες και μεγάλες απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες (950 ώρες). Ωριμάζει στις 15-25 Ιουλίου στις ψυχρότερες-βόρειες περιοχές και στις αρχές Ιουλίου στις πιο ζεστές περιοχές. Ο καρπός είναι μεγάλος με μέσο βάρος 200γρ., στρογγυλός ή ελαφρά πεπλατυσμένος. Ο φλοιός είναι κίτρινος με φωτεινό κόκκινο επίχρωμα που καλύπτει 60-80% της επιφάνειάς του. Η σάρκα είναι συνεκτική, κίτρινη με κόκκινες νευρώσεις κοντά στον πυρήνα και με πολύ ωραία γεύση. Παρουσιάζει καλή αντοχή στους χειρισμούς. Παρακάτω παρουσιάζονται με λεπτομέρεια οι κύριες ποικιλίες ροδακινιάς που καλλιεργούνται στην Ελλάδα.

**Early May Crest**, η ποικιλία αυτή ανθίζει περίπου 10 μέρες πριν την Red Haven και έχει μικρές απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες. Ο καρπός είναι ημiekπύρηνος, κιτρινόσαρκος, αρκετά γευστικούς μετρίου μεγέθους και σχήματος σφαιρικού. Το μέσο βάρος του καρπού είναι 100γρ.

ενώ ο καρπός καλύπτεται κατά 70-80% από κόκκινο χρώμα. Είναι ποικιλία αυτογόνιμη. Ωριμάζει περίπου 35-40 μέρες πριν από τη Red Haven, ως υπερπρώιμη η παραγωγή της είναι αρκετά καλή.

**Early Crest**, ποικιλία που προήλθε από μεταλλαγή της Spring Crest. Έχει μικρές απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες, 250 ώρες και ανθίζει 10 ημέρες πριν από την Red Haven. Ο καρπός είναι ημικεκύρηνος, κιτρινόσαρκος, αρκετά γευστικός και ελκυστικός, μετρίου μεγέθους σφαιρικός-ωοειδής με κοντό χνούδι και με εξέχουσα μορφή. Το μέσο βάρος καρπού είναι περίπου 100γρ. Ο καρπός καλύπτεται περίπου κατά 70-80% από κόκκινο χρώμα. Ωριμάζει περίπου 35 μέρες πριν από τη Red Haven.

**May Crest**, ποικιλία ζωνρή και παραγωγική, ενώ έχει μέτριες απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες, 700ώρες. Ο καρπός είναι ημικεκύρηνος, κιτρινόσαρκος, αρκετά γευστικός, μετρίου μεγέθους και σφαιρικού σχήματος. Το μέσο βάρος του καρπού είναι 110γρ. ενώ καλύπτεται από 70-100% από κόκκινο λαμπερό χρώμα. Έχει άριστη αντοχή στις μεταχειρίσεις-μεταφορές. Ωριμάζει 30 μέρες πριν τη Red Haven.

**Spring Crest**, η ποικιλία αυτή προήλθε από διασταυρώσεις των ποικιλιών FV 89-14 [(Fireglow x Hilley) x Fireglow]x Spring Time. Έχει μικρές απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες 650 ώρες, Ο καρπός της είναι ημικεκύρηνος, κιτρινόσαρκος, γευστικός, μετρίου μεγέθους και σφαιρικού σχήματος. Το μέσο βάρος του καρπού είναι 120γρ. και η μέση περίμετρος 19,7 εκατοστά. Ο καρπός καλύπτεται από 70-95% από κόκκινο επίχρωμα. Έχει άριστη αντοχή στις μεταχειρίσεις-μεταφορές. Η ποικιλία ωριμάζει 20-25 μέρες πριν από τη Red Haven.

Εκτός από τις πρώιμες ποικιλίες, υπάρχει και πλήθος άλλων ποικιλιών που καλλιεργούνται. Μερικές από αυτές αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1.2 Ποικιλίες ροδάκινων και τα χαρακτηριστικά τους (Δρογουδή κ.α.,2007).

Όνομα ποικιλίας	Απαιτήσεις σε ώρες χαμ. Θερμοκρασιών.	Μέσο βάρος καρπού γρ.	Ποσοστό κάλυψης του φλοιού με χρώμα	Μέγεθος καρπού	Περίοδος ωρίμανση σε σχέση με την Red haven
June Gold	650		60-80%	Μεγάλο	7-10 μέρες πριν
Royal Glory	650		90-100%	Μέτριο	7 μέρες μετά
Maria Bianca		180	40-70%	Μεγάλο	6-7 μέρες μετά
Sun Cloud		280	40-60%	Μεγάλο	10 μέρες μετά
Sun Crest		220	50-60%	Μεγάλο	18 μέρες μετά
July Lady	700	160	60-100%	Μέτριο	25 μέρες μετά
Fayette	850	200	60-70%	Μέτριο	33-35 μέρες μετά
O'Henry	750	240	50-60%	Μεγάλο	45 μέρες μετά

Τα ροδάκινα έχουν εξαιρετικά μικρή μετασυλλεκτική ζωή και έτσι έχουν και μικρή περίοδο παραμονής στο ράφι. Για παράδειγμα τα εκπύρηνα ροδάκινα έχουν χρόνο συντήρησης μέχρι και τον τελικό προορισμό στο τελικό σημείο πώλησης 2-4 εβδομάδες (Kader, 2002.). Ωστόσο, υπάρχουν ποικιλίες που ωριμάζουν διαδοχικά με αποτέλεσμα να μην υπάρχει κενό στην επάρκεια των φρούτων κατά την περίοδο που είναι δυνατή η παραγωγή τους εφόσον βέβαια οι φυτεύσεις ποικιλιών γίνονται ορθολογικά. Αντιθέτως πρώιμες συγκομιδές λόγω της βιασύνης των παραγωγών να προλάβουν πιο υψηλές τιμές και κακή μετασυλλεκτική μεταχείριση υποβαθμίζουν πολύ την ποιότητα του προϊόντος που όπως προαναφέραμε έχει κυρίαρχο ρόλο. Οι άγουροι καρποί έχουν χαμηλή γευστική αξία λόγω μειωμένων διαλυτών στερεών συστατικών αλλά και κακή οπτική εμφάνιση λόγω του χρώματος του φλοιού. Το κριτήριο συλλεκτικής ωριμότητας στα επιτραπέζια ροδάκινα είναι η καρπική περίοδος σε συνδυασμό με το μέγεθος, την αλλαγή του βασικού χρώματος από πράσινο σε κίτρινο και το ποσοστό διαλυτών στερεών συστατικών (>8-10%). Οι

καρποί συγκομίζονται όταν έχουν αποκτήσει το τελικό τους σχεδόν μέγεθος και είναι σκληροί αλλά ώριμοι ώστε να μπορούν να ταξιδέψουν ακόμη και σε μακρινές αγορές, αλλά και να έχουν αποκτήσει τα τέλεια οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όταν αγοραστούν από τους καταναλωτές. Η συγκομιδή γίνεται σε 3 χέρια (Βασιλακάκης, 2006.).

Οι καταναλωτές επιλέγουν φρούτα ώριμα με καλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, με έντονο χρώμα και καλή υφή, ουσιαστικά με καλύτερη ποιότητα ανεβάζοντας έτσι την εμπορική αξία αυτών των προϊόντων. Σύμφωνα με τον Claypool ροδάκινα με διαλυτά στερεά συστατικά 11% και πάνω είναι πολύ αποδεκτά από τους καταναλωτές (Claypool, 1977).

Η ωρίμανση του καρπού αποτελεί μια σύνθετη, γενετικά προγραμματισμένη διαδικασία που χαρακτηρίζεται από μεγάλο αριθμό φυσιολογικών, φυσικοχημικών και βιοχημικών διαδικασιών που μεταβάλλουν το χρώμα, τη γεύση, το άρωμα και την υφή του καρπού, μειώνουν τη σπαργή των κυττάρων και προκαλούν χαλάρωση του κυτταρικού τοιχώματος (Giovannoni, 2001). Οι εκτεταμένες τροποποιήσεις του κυτταρικού τοιχώματος κατά την ωρίμανση των καρπών ρυθμίζονται κατά ένα μέρος από την έκφραση γονιδίων που κωδικοποιούν τα ένζυμα που αποικοδομούν το κυτταρικό τοίχωμα (Fisher et al. 1991).

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή ένωση, η ανάπτυξη και η ωριμότητα των ροδάκινων και των νεκταρινιών πρέπει να τους επιτρέπουν να συνεχίσουν τη διαδικασία ωρίμανσης, ώστε να μπορούν να φθάσουν σε επαρκή βαθμό ωριμότητας. Για να τηρείται η διάταξη αυτή, ο δείκτης διαθλάσεως της σάρκας του καρπού, μετρημένος στη διάμεση ζώνη και στο ισημερινό επίπεδο, πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος προς 8° Brix και η σκληρότητα πρέπει να είναι κατώτερη από 6,5 kg, μετρημένη με τη βοήθεια ακίδας διαμέτρου 8 mm (0,5 cm<sup>2</sup>) σε δύο σημεία του ισημερινού επιπέδου του καρπού. Ακόμη τα ροδάκινα πρέπει να έχουν διάμετρο από 51-90mm για να είναι εμπορεύσιμα [Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1861/2004 της Επιτροπής, της 26ης Οκτωβρίου 2004, για τον καθορισμό των προδιαγραφών εμπορίας που εφαρμόζονται στα ροδάκινα και στα νεκταρίνια].

Με τον όρο ποιότητα καρπών αναφερόμαστε σε όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ο καρπός έτσι ώστε να είναι αποδεκτός από τον καταναλωτή ή για τον σκοπό που



προορίζεται. Η ποιότητα μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την περίπτωση ή με την χρήση του καρπού. Χαρακτηριστικά ποιότητας θεωρούνται η κανονικότητα του σχήματος και η απουσία ελαττωμάτων, η ύπαρξη ή μη ελκυστικού χρώματος, το μέγεθος του καρπού, η υφή της σάρκας ή η τραγανότητα. Εκτός από τα εξωτερικά αντικειμενικά γνωρίσματα υπάρχουν και τα χαρακτηριστικά της σύστασης των καρπών τα οποία και μετριοούνται με ειδικά μηχανήματα και μεθόδους. Αυτά είναι η περιεκτικότητα σε στερεά διαλυτά συστατικά BRIX, η οξύτητα, η περιεκτικότητα σε άμυλο, και αναγωγικά σάκχαρα και η περιεκτικότητα σε βιταμίνες ιδιαίτερα σε Α και C. Τα διαλυτά στερεά είναι χαρακτηριστικό που χρησιμοποιείται ως κριτήριο συγκομιδής και ποιότητας. Η οξύτητα είναι σπουδαίο χαρακτηριστικό ποιότητας αλλά και κριτήριο συγκομιδής για τα εσπεριδοειδή καθώς και σε άλλα φρούτα. Αναφερόμαστε όμως στην ογκομετρούμενη οξύτητα και όχι στην ολική. Όσο ο καρπός ωριμάζει, η οξύτητα μειώνεται και ο καρπός γίνεται κατάλληλος για βρώση.

Το χρώμα είναι χαρακτηριστικό για κάθε είδος και ποικιλία καρπού, επηρεάζεται όμως από το στάδιο ωριμότητας, τις κλιματικές και άλλες συνθήκες. Το χρώμα είναι στοιχείο που προσελκύει τον καταναλωτή και στα περισσότερα είδη καρπών χρησιμοποιείται ως κριτήριο ωριμότητας. Το χρώμα των καρπών οφείλεται στην παρουσία τριών χρωστικών: της χλωροφύλλης, των καροτενοειδών και των ανθοκυανών. Η χλωροφύλλη μειώνεται με την ωρίμανση των καρπών ενώ εμφανίζονται οι υποκείμενες καροτενοειδείς ουσίες και ξανθοφύλλες. Ενώ οι κόκκινες, οι μωβ και οι μπλε αποχρώσεις οφείλονται στη σύνθεση ανθοκυανίνης. Η ανάπτυξη κόκκινου χρώματος στους καρπούς επηρεάζεται από τις καλλιεργητικές μεθόδους καθώς και από την επικράτηση ορισμένων συνθηκών ηλιοφάνειας και θερμοκρασίας. Το χρώμα μετρείται με το χρωματόμετρο (Βασιλακάκης, 2004).

Μείωση της ποιότητας των φρούτων εκτός από την πρώιμη συγκομιδή, προκαλεί και η κακή μετασυλλεκτική μεταχείριση. Οι καρποί μπορεί να τραυματιστούν κατά τη μεταχείριση, να πάθουν βλάβες λόγω της ψύξης (chilling injuries), αλλά και να ωριμάσουν υπερβολικά στο ψυγείο με αποτέλεσμα να γίνουν ακατάλληλοι για πώληση. Βέβαια, και αυτά εξαρτώνται πολύ από την

ημερομηνία συγκομιδής, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση των σακχάρων στον καρπό τόσο χαμηλότερη είναι και η θερμοκρασία στην οποία παγώνει ο καρπός (Mitchel, et al., 1974). Ειδικότερα, κατά τη ζημιά από ψύξη ο καρπός γίνεται αρκετά σκληρός και ξηρός, ενώ στο εσωτερικό του δεν είναι χυμώδης. Συγχρόνως μπορεί να εμφανιστεί και καφέτιασμα της σάρκας του φρούτου, μηδενίζοντας έτσι την ποιότητα και την εμπορική του αξία, ενώ το άρωμα και η οσμή του φρούτου έχουν χαθεί πριν τα οπτικά συμπτώματα. Το chilling injury στο ροδάκινο συμβαίνει πιο συχνά και εμφανίζεται πιο γρήγορα όταν αυτό αποθηκεύεται σε θερμοκρασίες μεταξύ 2-7°C για μερικές εβδομάδες (ανάλογα την ποικιλία), σε σχέση με ροδάκινα που αποθηκεύονται στους 0.

Τα σκληρά φρούτα είναι επιρρεπή στις φθορές από μηχανικά αίτια. Όπως από χτυπήματα μεταξύ των φρούτων, από συμπίεση αλλά και από γδαρσίματα του φλοιού. Προσεκτική συγκομιδή, μεταφορά αλλά και συσκευασία των ροδάκινων για την αποφυγή ζημιών είναι πολύ σημαντική καθώς αυτές μπορεί να έχουν σαν αποτέλεσμα τη μείωση της ποιότητας στα ορατά χαρακτηριστικά, επιτάχυνση των φυσιολογικών διεργασιών του καρπού, αύξηση της πιθανότητας προσβολής από μικροοργανισμούς αλλά και μεγαλύτερες απώλειες νερού. Οι απώλειες νερού είναι σημαντικός παράγοντας καθώς μείωση κατά 5-8% της περιεκτικότητας σε νερό μπορεί να προκαλέσει εμφανή συρρίκνωση στον καρπό (Kader, 2002).

Η σκληρότητα της σάρκας είναι εξίσου ένα βασικό χαρακτηριστικό της υφής των ροδάκινων, που επηρεάζει άμεσα την διάρκεια ζωής και την εμπορική αξία του προϊόντος. Στην εποχή μας ο βασικός τρόπος μέτρησης της σκληρότητας της σάρκας είναι η μέθοδος Magness-Taylor, η μέθοδος αυτή καταγράφει την μέγιστη δύναμη που απαιτείται για να εισχωρήσει ένα μεταλλικό έμβολο καθορισμένου μεγέθους μέσα στην σάρκα του φρούτου για μία δεδομένη απόσταση. Η μέθοδος Magness-Taylor ωστόσο είναι επιρρεπής σε λειτουργικά σφάλματα, δεν έχει ικανοποιητική επανάληψη καθώς παρουσιάζει μεγάλη παραλλακτικότητα στις τιμές τις, και φυσικά είναι μία πλήρως καταστροφική μέθοδος για το φρούτο.

Η χρησιμοποίηση μη καταστροφικών μεθόδων για τη μέτρηση της σκληρότητας θα παρείχε στη βιομηχανία φρούτων μία βελτιωμένη εξασφάλιση της ποιότητας και του ελέγχου μεμονωμένων

καρπών, κάτι που θα προκαλούσε μεγαλύτερη ικανοποίηση στους πελάτες και θα βελτίωνε την απόδοση της βιομηχανίας.

Πλέον αρκετές μελέτες αναφέρονται στην ανάπτυξη μη καταστροφικών τεχνικών για τη μέτρηση της σκληρότητας. Οι πλειονότητα των μελετών επικεντρώνεται κυρίως σε μηχανικές μεθόδους που συμπεριλαμβάνουν, τη μέτρηση των δυνάμεων με παραμόρφωση των καρπών, υπερηχητικά τεστ αλλά και τεχνικές που βασίζονται στον αντίκτυπο του φρούτου σε ελαφρά χτυπήματα (Abbott, et al. 1997).

Ο Diezma-Inglesias και οι συνεργάτες του το 2005 μελέτησαν τη χρήση δυο μη καταστροφικών μεθόδων για τη μέτρηση της σκληρότητας στο ροδάκινο. Ειδικότερα χρησιμοποίησε μία μέθοδο σύγκρουσης στην οποία ένας ημισφαιρικός πλαστικός αισθητήρας με τη στιγμιαία επαφή του με το φρούτο αντιλαμβανόταν τη σκληρότητα του, ενώ στη δεύτερη μέθοδο του υπερηχητικά κύματα διαπερνούσαν το φρούτο και καθώς επέστρεφαν στον αισθητήρα απέδιδαν μία τιμή για την σκληρότητα. Η μέθοδο με την πλαστική σφαίρα ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματική καθώς τα αποτελέσματα της ήταν συγκρίσιμα με την μέθοδο Magness- Taylor που είναι η βασική μέθοδος αυτή τη στιγμή παγκοσμίως στην μέτρηση της σκληρότητας (Diezma-Inglesias et al, 2005).

Η αναπνοή κατά την συντήρηση είναι εξίσου ένας σημαντικός παράγοντας μείωσης του χρόνου μετασυλλεκτικής ζωής των προϊόντων. Η αναπνοή είναι η λειτουργία εκείνη με την οποία αποθηκευμένες οργανικές ουσίες διασπώνται σε απλούστερες ενώσεις με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας. Για την λειτουργία της αναπνοής χρειάζεται οξυγόνο ( $O_2$ ), ενώ αποτέλεσμα είναι η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα ( $CO_2$ ) και νερού σύμφωνα με την αντίδραση:



Απώλειες βάρους που συνοδεύουν την αναπνοή σημαίνουν (α) εξάντληση των αποθησαυριστικών ουσιών, (β) μειωμένη θρεπτική αξία για τον καταναλωτή, (γ) απώλεια της



ποιότητας σε γεύση και κυρίως σε γλυκύτητα και (δ) απώλεια σε φαγώσιμο ξηρό βάρος (Σφακιωτάκης, 1995.).

Για να επιμηκυνθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η διάρκεια συντήρησης τέτοιων προϊόντων με ψύξη πρέπει: α) να συνεχισθεί η διαδικασία της αερόβιας αναπνοής με το βραδύτερο δυνατό ρυθμό, επιλέγοντας τις κατάλληλες γι' αυτό συνθήκες διατήρησης των προϊόντων, και β) να αποφευχθεί η ρήξη του προστατευτικού μηχανισμού του προϊόντος (φλοιού).

Γενικότερα όσο πιο έντονος είναι ο ρυθμός αναπνοής τόσο μικρότερη είναι η διάρκεια συντήρησης ενός προϊόντος ακόμη και κάτω από τις άριστες συνθήκες ψύξης. Ακόμα, το ροδάκινο εμφανίζει και το φαινόμενο της κλιμακτηρικής περιόδου, δηλαδή της ξαφνικής αύξησης της αναπνευστικής δραστηριότητας για ορισμένο χρόνο και την πάροδο αυτού μειώνεται πάλι. Το κλιμακτηρικό μέγιστο συμβαίνει κατά κανόνα, όταν το φρούτο βρίσκεται στο άριστο στάδιο της ωρίμανσης. Πριν από το κλιμακτηρικό μέγιστο παρατηρείται μείωση της περιεκτικότητας του προϊόντος σε οργανικά οξέα και αύξηση της περιεκτικότητας σε σάκχαρα, ενώ για ορισμένο διάστημα παράγεται και σημαντική ποσότητα αιθυλενίου που δρα ως επιταχυντής της ωρίμανσης. Μετά το κλιμακτηρικό μέγιστο ακολουθεί η υπερωρίμανση και τελικά η αποσύνθεση του προϊόντος (Μπλούκα, 2004).

Με τη συντήρηση επιτυγχάνεται η μείωση του ρυθμού αναπνοής και διαπνοής των ροδάκινων στο ελάχιστο. Ειδικότερα τα φρούτα προστατεύονται από την υπερωρίμανση και από την απώλεια βάρους που προκαλούν μαλάκωμα της σάρκας, συρρίκνωση και γενικά υποβάθμιση της εμφάνισης και γεύσης τους. Επιπλέον με τη συντήρηση καταστέλλεται η δράση των μυκήτων και η δημιουργία σήψεων. Ο ρυθμός αναπνοής μετριέται σε ml CO<sub>2</sub> /kg/ώρα, στα ροδάκινα είναι στους 20°C 32-35, στους 10°C είναι 8-12 και στους 0°C είναι 2-3 (Crisosto et al, 2000).

Τα ανώριμα ροδάκινα εμπεριέχουν στη σάρκα τους μεγάλες ποσότητες αμύλου και οξέων, ενώ τα επίπεδα των σακχάρων είναι ακόμα αρκετά χαμηλά. Έτσι τα φρούτα αυτά είναι ακατάλληλα για κατανάλωση. Κατά την ωρίμανση η περιεκτικότητα των σακχάρων αυξάνεται ενώ συγχρόνως το άμυλο και τα οξέα μειώνονται. Αυτό συνοδεύεται με διόγκωση των κυττάρων της σάρκας και

αύξηση του μεγέθους του καρπού. Μετά την υδρόλυση όλου του αμύλου, τα σάκχαρα συνεχίζουν να εισέρχονται στο φρούτο από το φυτό, ενώ αναπτύσσονται και συγκεκριμένες πτητικές ενώσεις δίνοντας στο φρούτο χαρακτηριστικό άρωμα. Έτσι τα φρούτα έχουν την τέλεια ποιότητα όταν έχουν ωριμάσει πλήρως. Το πρόβλημα όμως, είναι ότι τα ροδάκινα μαλακώνουν όσο ωριμάζουν. Έτσι όταν θα ωριμάσουν πλήρως είναι αδύνατο να δεχθούν μετασυλλεκτικούς χειρισμούς. Έτσι συγκομίζονται πριν ωριμάσουν πλήρως και, σαν κλιμακτηρικοί καρποί, συνεχίζουν την ωρίμανση τους κατά την διάρκεια της συντήρησής τους. Αν και τελικά οι πρώιμοι συγκομισμένοι καρποί θα ωριμάσουν, δεν θα αποκτήσουν και την καλύτερη γεύση (Kader et al, 1989).

Εκτός από το στάδιο ωρίμανσης στη συντήρηση σημαντικό ρόλο κατέχει και η δράση του αιθυλενίου κατά την ωρίμανση των φρούτων. Το αιθυλένιο είναι η απλούστερη οργανική ένωση, η οποία λαμβάνει μέρος στη ρύθμιση διαφόρων φυσιολογικών λειτουργιών του φυτού, αλλά και η πιο παράδοξη φυτοορμόνη. Παράγεται από τους φυτικούς ιστούς και ασκεί τη φυσιολογική του δράση σε αέρια μορφή. Όλα τα είδη φυτικών ιστών παράγουν κάποιες ποσότητες αιθυλενίου, αν και σε μερικά θεωρείται μηδαμινή. Οι περισσότεροι ιστοί των φυτών στα περισσότερα στάδια ανάπτυξης είναι αδιάφοροι στην παρουσία αιθυλενίου. Οι κλιμακτηρικοί καρποί παρουσιάζουν διάφορο ρυθμό στην παραγωγή αιθυλενίου ανάλογα με το βαθμό της αναπνοής. Όταν ο καρπός ωριμάζει συνήθως διπλασιάζεται ο βαθμός αναπνοής, ενώ η παραγωγή αιθυλενίου στις περισσότερες περιπτώσεις δεκαπλασιάζεται. Στη μετασυλλεκτική μεταχείριση των καρπών το αιθυλένιο διαφέρει γιατί επιταχύνει πολλές αντιδράσεις που οδηγούν στο γηρασμό των φυτικών οργάνων. Συντελεί στο κιτρίνισμα των φύλλων, τον αποχρωματισμό και ξεθώριασμα των ανθέων και επιταχύνει την αποκοπή των οργάνων. (Σφακιωτάκης, 1995). Σύμφωνα με τον Reid, (1985) το αιθυλένιο παίζει σημαντικό ρόλο μετά την αποκοπή των καρπών, καθώς η βιοσύνθεση του αιθυλενίου και η ευαισθησία του οργάνου αυξάνεται μετά την αποκοπή πολλών οργάνων. Ακόμα το εξωγενές αιθυλένιο υποκινεί την αποκοπή οργάνων (φύλλα καρπούς) σε ευρύ φάσμα φυτικών ειδών. Αντίθετα η χρήση ανασταλτικών παραγόντων στη σύνθεση ή και τη δράση του αιθυλενίου εμποδίζει την αποκοπή των καρπών (Reid, 1985).

Εξίσου με την αποκοπή το αιθυλένιο επεμβαίνει και στο μαλάκωμα της σάρκας πολλών συγκεκριμένων καρπών. Ρυθμίζει σε γονιδιακό μεταφραστικό επίπεδο, μεταγραφικό επίπεδο ή και συγχρόνως την δραστηριότητα των υδρολασών στα κυτταρικά τοιχώματα, που ευθύνονται για τη χαλάρωση των κυτταρικών τοιχωμάτων με τον ευκολότερο διαχωρισμό των κυττάρων. Η Πολυγαλακτουρονάση (polygalacturonase, PG) και η ενδο-β-1,4-γλουκανάση (endo-β-1,4-glucanase) είναι τα κύρια ένζυμα που επεμβαίνουν και επιταχύνουν την διαδικασία (Sexton R. 1995). Κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής ωρίμανσης η δραστηριότητα της Πολυγαλακτουρονάσης αυξάνεται και της πεκτιν-εστεράσης μειώνεται (Ben-Arie et al, 1971).

Το ένζυμο της πολυγαλακτουρονάσης συνδέεται με πολλά στάδια ανάπτυξης των φυτών, όπως την αποκοπή φύλλων και καρπών το φύτευμα σπόρων και την ωρίμανση γυρεόκοκκων (Meakin et al, 1991). Ο σπουδαιότερος ρόλος της πολυγαλακτουρονάσης συνιστάται στη συμμετοχή στην ωρίμανση νωπών καρπών και η δράση της έγκειται στον αποπολυμερισμό της απομεθυλιωμένης (από τη δράση της πηκτινομεθυλεστεράσης) πηκτίνης (Chun et al, 1997). Ανάλογα με τη θέση δράσης της διακρίνεται σε έξω-πολυγαλακτουρονάση, όταν η αποικοδόμηση του υποστρώματος (γαλακτουρονικό οξύ) γίνεται στα άκρα της αλυσίδας και σε ένδο-πολυγαλακτουρονάση όταν αποικοδομεί το υπόστρωμα σε τυχαία σημεία στο εσωτερικό του.

Στη ροδακινιά η δράση της πολυγαλακτουρονάσης αυξάνεται κατά τα τελευταία στάδια ωρίμανσης του καρπού (Downs et al, 1992). Ωστόσο διαφοροποιήσεις παρατηρούνται στη δράση της ανάλογα με το γενότυπο. Οι εκπύρηνες ποικιλίες κατά κανόνα χαρακτηρίζονται ως Melting flesh (μαλακόσαρκες), ενώ οι συμπύρηνες ως Non melting flesh (ελαφρώς μαλακόσαρκες), αν και ο απόλυτος συσχετισμός δεν ισχύει για το σύνολο των ποικιλιών ροδακινιάς (Bassi et al, 1998).

Σε καρπούς ροδακινιάς έχουν διαχωριστεί δύο μορφές exo-PG και η αύξηση της ενζυμικής τους δράσης αυξάνεται σημαντικά όταν η διαδικασία του μαλακώματος της σάρκας είναι ήδη σε προχωρημένο στάδιο. Οι δύο μορφές της exo-PG απαντώνται σε καρπούς ροδακινιάς ποικιλιών τόσο με τον Melting flesh όσο και το Non melting flesh χαρακτήρα. (Downs et al, 1990). Με βάση το γεγονός ότι οι καρποί των MF ποικιλιών μαλακώνουν πολύ περισσότερο από τους καρπούς των

NMF ποικιλιών ενισχύεται η άποψη ότι η exo-PG δεν σχετίζεται με την έναρξη ή την επιτάχυνση της διαδικασίας του μαλακώματος της σάρκας.

Στο ροδάκινο η παραπάνω διαδικασία διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία. Σε ποικιλίες που έχουν κατηγοριοποιηθεί ανάλογα με τον τρόπο που μαλακώνει η σάρκα τους υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην παραγωγή αιθυλενίου αλλά και στον τρόπο της δράσης του στην ωρίμανση των καρπών. Έχει βρεθεί ότι σε τρεις ποικιλίες με γρήγορο μαλάκωμα σάρκας (melting flesh) υπήρξε μεγάλη διαφοροποίηση. Σε κάποια υπήρξε μεγάλη παραγωγή αιθυλενίου, αύξηση των σακχάρων και γρήγορο μαλάκωμα της σάρκας, ενώ σε άλλη αυτό συνέβη με μεγαλύτερη καθυστέρηση. Ωστόσο σε σκληρόσαρκες ποικιλίες (stony hard) δεν εμφανίστηκε παραγωγή αιθυλενίου ή μαλάκωμα της σάρκας. Όμως οι ίδιες ποικιλίες εμφάνισαν μεγάλη ευαισθησία σε στρες εξωγενούς αιθυλενίου, καθώς κατέρρευσαν μέσα σε τρεις ημέρες μετά από έκθεση σε 1000ppm αιθυλενίου (Takashi et al, 2004).

Βιοχημικά, πρόδρομος ουσία στην παραγωγή αιθυλενίου είναι το αμινοξύ μεθειονίνη από το οποίο σχηματίζεται η ουσία S-αδενοσυλ-μεθειονίνη (SAM). Έπειτα με την δράση των ενζύμων ACC συνθετάση και ACC οξειδάση η SAM καταλύεται σε 1-αμινο-κυκλοπροπάνιο-1-καρβοξυλικό οξύ (ACC) και αυτό έπειτα σε αιθυλένιο. Τα δύο ένζυμα που καταλύουν την SAM αυξάνουν την δραστηριότητα τους κατά το κλιμακητικό μέγιστο, έτσι παρατηρείται και η αύξηση του ρυθμού παραγωγής αιθυλενίου (Σφακιωτάκης, 1995.).

## Κεφάλαιο 2

### Υλικά και μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο συγκομιδής του 2006. Οι ποικιλίες ροδακινιάς 'Florida prince' (melting category) και FL-10cw (non-melting category) συλλέχτηκαν την 5<sup>η</sup> ημέρα του Μαΐου από το Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου της Φλόριντα στο Γκέϊνσβιλ. Η ποικιλία AP00-30wbs (stony hard category) συγκομίστηκε την 15<sup>η</sup> ημέρα του Μαΐου από το Αγρόκτημα του Κέντρου Έρευνας και Εκπαίδευσης στο Αταπούλκο στην πολιτεία της Τζόρτζια. Τα κλιμακηρικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών είναι 150 ψυχρό-ώρες για την Florida prince, 250 ψυχρο-ώρες για την FL-10cw και 350 ψυχρο-ώρες για την AP00-30wbs. Η συγκομιδή έγινε με το χέρι τις πρωινές ώρες. Τα φρούτα που επιλέχτηκαν για τη διαδικασία είχαν το κανονικό για την ποικιλία χρώμα και ήταν απαλλαγμένα από εκδορές.

Αμέσως μετά από κάθε συγκομιδή τα φρούτα αποθηκεύτηκαν απ' ευθείας στους 20°C. Η έκθεση των φρούτων σε ατμοσφαιρικό αέρα και σε 100ppm αιθυλένιο ήταν οι μεταχειρίσεις του πειράματος. Για κάθε ποικιλία υπήρχαν 2 αεροστεγείς πλαστικοί κάδοι των 20 λίτρων (Εικ. 2.4), οι οποίοι περιείχαν από 24 φρούτα. Τα φρούτα ήταν χωρισμένα σε 4 ομάδες των 6 φρούτων μέσα σε κάθε κάδο. Κάθε ημέρα των μετρήσεων χρησιμοποιούταν μία ομάδα καρπών. Η θερμοκρασία συντήρησης ήταν 20°C, ενώ οι μετρήσεις έγιναν κατά την έναρξη των πειραμάτων (ημέρα 0), την 3<sup>η</sup>, την 5<sup>η</sup>, και την 7<sup>η</sup> ημέρα συντήρησης. Στον κάθε κάδο υπήρχε ένα σύστημα ροής αέρα με σωληνάκια το οποίο διατηρούσε τη σύσταση του αέρα στα επιθυμητά για το πείραμα επίπεδα, έτσι η σύσταση του αέρα για τον μάρτυρα ήταν 21% οξυγόνο και 0,01-0,0011% διοξείδιο του άνθρακα, ενώ στη μεταχείριση με το αιθυλένιο η συγκέντρωση της ορμόνης κυμαίνονταν από 96,3ppm έως 105,23ppm και τα O<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub> ως είχαν. Ο αέρας διοχετεύονταν από φιάλες με δεδομένη σύσταση και συγκεκριμένη ροή. Κάθε φορά που απομακρύνονταν οι καρποί για τις μετρήσεις, η διαδικασία διαρκούσε 2 λεπτά και κατόπιν με τη χρήση σύριγγας διοχετεύονταν 100ml αέρα με 1000 ppm αιθυλένιο για να επαναφερθεί αμέσως η μεταχείριση στο σωστό επίπεδο. Οι μετρήσεις των

συγκεντρώσεων O<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub> έγιναν με αέριο χρωματογράφο GOW MAC Series 580 μετρητή θερμικού ιονισμού και στήλη Porapak G 80/100 mesh και οι μετρήσεις αιθυλενίου με αέριο χρωματογράφο Tracor 540 με uGold Retrofit με χρήση ανιχνευτή ιονισμού φλόγας και στήλη αλουμίνας.

### 2.1 Χρώμα:

Η μέτρηση του χρώματος του φλοιού του ροδάκινου για τον εντοπισμό διαφορών κατά την διάρκεια της αποθήκευσης ήταν η πρώτη που λάμβανε χώρα κάθε φορά που πραγματοποιούνταν οι μετρήσεις. Το χρώμα της σάρκας μετρήθηκε βάση της επιφανειακής αντανάκλασης από ένα χρωματόμετρο, το Minolta, Model CR-400, Japan. Το χρώμα μετρήθηκε σύμφωνα με το σύστημα CIE ως L\*, a\*, b\*. Οι μεταβλητές a και b χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του hue angle και chroma value σύμφωνα με τις παρακάτω εξισώσεις.

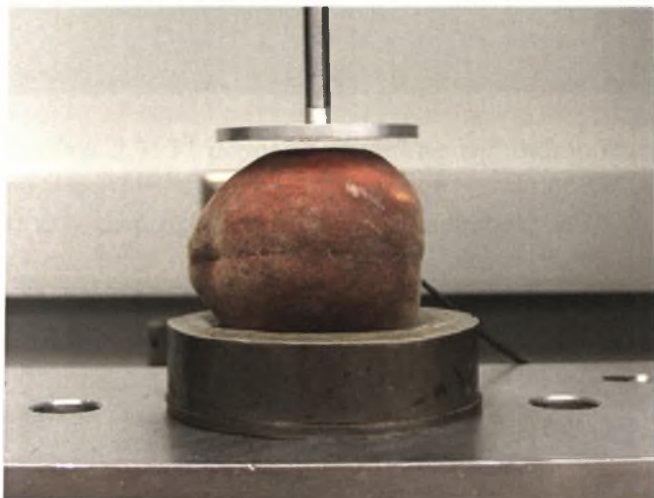
$$\text{Chroma Value} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\text{Hue Angle} = \arctan(a / b) * 180 / \pi$$

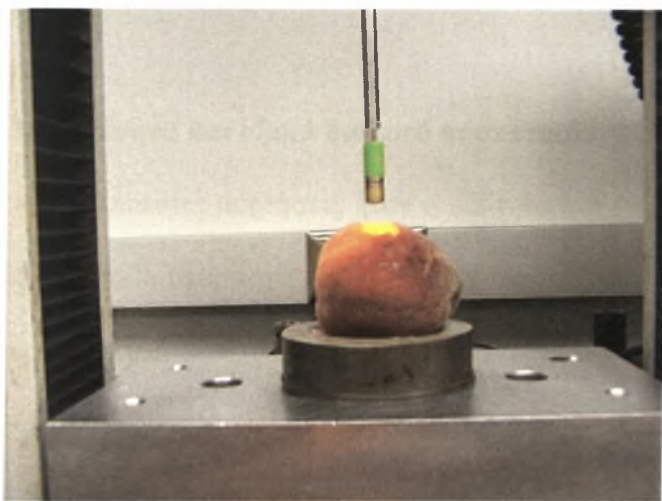
### 2.1 Σκληρότητα σάρκας:

Η επόμενη μέτρηση ήταν η σκληρότητα της σάρκας. Η σκληρότητα σάρκας μετρήθηκε με τρεις διαφορετικές μεθόδους, από τις οποίες η μία ήταν μη καταστροφική για το φρούτο και οι άλλες δύο καταστροφικές με σκοπό τη μελέτη και σύγκριση αυτών. Χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις ένα πιεσίμετρο Instron Universal Testing instrument (Model 4411, Carton MA). Στην πρώτη μέθοδο εφαρμόστηκε στο μηχάνημα ένας μη καταστροφικός για τον καρπό δίσκος επαφής ο οποίος ήταν εφοδιασμένος με έναν αισθητήρα μέτρησης αντοχής 5 κιλών (εικ2.1) , το βάθος επαφής ήταν 3mm και η ταχύτητα 50mm/min. Η δεύτερη μέθοδος βασίζεται στην μέθοδο Magness-Taylor, όπου έμβολο με διάμετρο 8mm και εφοδιασμένο με αισθητήρα μέτρησης αντοχής 5 κιλών, εισέρχεται στη σάρκα του φρούτου κατά 3mm αφού έχει αφαιρεθεί ο φλοιός με ταχύτητα 50mm/min (εικ.2). Τέλος στην Τρίτη μέθοδο Kramer shear cell σε ένα μεταλλικό κύβο βάζαμε

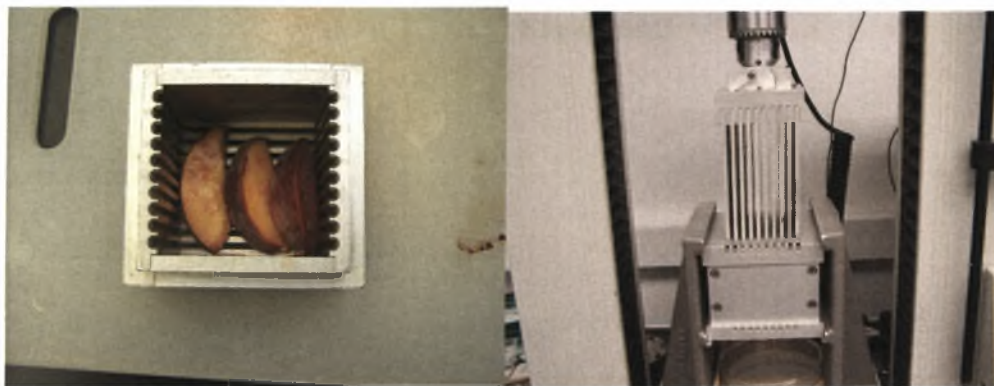
50γρ. κομμάτι σάρκας από το κάθε δείγμα και λεπίδες εφοδιασμένες με έναν αισθητήρα αντοχής 50kg και με ταχύτητα 50mm/min εισέρχονται στον κύβο και τον διαπερνούν(εικ. 2.3). Η μέγιστη πίεση που ασκείται με κάθε μέθοδο μετριέται σε κιλά και σε Νιούτον και καταγράφονται.



Εικόνα 2.1. 1<sup>η</sup> μέθοδος μέτρησης της σκληρότητας της σάρκας. Με τον δίσκο επαφής.



Εικόνα 2.2. 2<sup>η</sup> μέθοδος μέτρησης της σκληρότητας της σάρκας. Magness-Taylor.



Εικόνα 2.3 3<sup>η</sup> μέθοδος μέτρησης της σκληρότητας της σάρκας, οι λεπίδες διαπερνούν τα φρούτα που είναι μέσα στον κύβο Kramer shear cell.



Εικόνα 2.4. Τα δοχεία συντήρησης των ροδάκινων μέσα στο θάλαμο. Τα σωληνάκια είναι για τη ρύθμιση της ατμόσφαιρας στο εσωτερικό με σταθερή παροχή.

### 2.1 Οξύτητα και ολικά διαλυτά συστατικά:

Οι τελευταίες μετρήσεις ήταν η οξύτητα και τα ολικά στερεά συστατικά. Πέντε γραμμάρια σάρκας από κάθε εφαρμογή ομογενοποιούνταν σε έναν ομογενοποιητή Polytron για ένα λεπτό. Τα συνολικά διαλυτά συστατικά μετρήθηκαν εφόσον το δείγμα φιλτραρίστηκε με cheese-cloth χρησιμοποιώντας ένα ψηφιακό διαθλασίμετρο ABBE Mark II Digital Refractometer. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν επι τοις εκατ.

Τέλος, 2ml από κάθε δείγμα αραιώθηκαν σε 18ml νερού και μετρήθηκε η οξύτητα χρησιμοποιώντας ένα αυτόματο σύστημα τιτλοδότησης (εξουδετέρωσης οξέως) Brinkman Model 719 S.



## Κεφάλαιο 3

### Αποτελέσματα

#### 3.1 Σκληρότητα σάρκας

##### 3.1.1 1<sup>η</sup> μέθοδος μέτρησης της σκληρότητας

Σύμφωνα με την μη καταστροφική μέθοδο μέτρησης της σκληρότητας αυτή του δίσκου επαφής, η σκληρότητα της σάρκας επηρεάστηκε σημαντικά, από τον τύπο της ποικιλίας και την διάρκεια συντήρησης καθώς και από τη συσχέτιση τους (Πίνακας 1). Όμως σχεδόν το σύνολο της παραλλακτικότητας οφείλεται κυρίως στις διαφορές λόγω της συντήρησης (79,2%). Στην melting flesh (MF) ποικιλία η σκληρότητα της σάρκας και στις δύο μεταχειρίσεις, δηλαδή και στη συντήρηση σε αέρα και στα 100ppm αιθυλένιο, μειώθηκε ραγδαία κατά 50% τη 2<sup>η</sup> ημέρα συντήρησης στους 20°C (Σχεδιάγραμμα 1A) και έκτοτε δεν άλλαξε. Αντιθέτως η σκληρότητα της σάρκας των ποικιλιών non melting flesh (NMF) και stony hard (SH) ακολούθησαν μια παρόμοια πορεία και στις δύο μεταχειρίσεις. Σημειώθηκε μια σταδιακή μείωση της σκληρότητας μεταξύ τους στις πέντε πρώτες ημέρες και κατόπιν έμεινε σταθερή. Η σκληρότητα των NMF καρπών ήταν πιο υψηλή από τους MF καρπούς μετά τις δύο πρώτες ημέρες ενώ την πέμπτη ημέρα ήταν πλέον στο ίδιο επίπεδο. Αντιθέτως η stony hard ποικιλία κατά την διάρκεια της συντήρησης σε αέρα στους 20°C εμφάνιζε μεγαλύτερη σκληρότητα σάρκας και από την NMF και από την MF στις 2 και 5 ημέρες συντήρησης και μόνο από την MF στις 7 ημέρες (Σχεδιάγραμμα 3.1A). Η παρουσία αιθυλενίου δεν επηρέασε την ταχύτητα απώλειας σκληρότητας σάρκας με την συγκεκριμένη μέθοδο για καμία από της μελετηθείσες ποικιλίες (Σχεδιάγραμμα 1A).

##### 3.1.2 2<sup>η</sup> μέθοδος μέτρησης της σκληρότητας

Στη δεύτερη μέθοδο της σκληρότητας της σάρκας με διάτρηση της σάρκας με έμβολο 8mm, η σκληρότητα επηρεάστηκε σημαντικά από τη διάρκεια συντήρησης, από τον τύπο της ποικιλίας αλλά και από τη συσχέτιση τους (Πίνακας 3.1) όμως το σύνολο σχεδόν της παραλλακτικότητας οφείλεται στις διαφορές ανάμεσα στην συντήρηση και στο τύπο της ποικιλίας (55,7% και 37,4%

αντίστοιχα) (Πίνακας 3.1). Η σκληρότητα της σάρκας στους MF καρπούς είτε συντηρήθηκαν σε αέρα είτε στην εφαρμογή με το αιθυλένιο μειώθηκε κατά 88-93% τις πρώτες 2 ημέρες του πειράματος και έκτοτε έμεινε σταθερή. Η σκληρότητα στους NMF καρπούς ακολούθησε την ίδια πορεία όπως και στην πρώτη μέθοδο, δηλαδή σταδιακή πτώση της σκληρότητας της σάρκας τις πρώτες 5 ημέρες του πειράματος και μετά σταθεροποίηση (Σχεδιάγραμμα 3.1B). Στην ποικιλία SH καρποί που διατηρήθηκαν στον αέρα σημείωσαν μία μείωση στη σκληρότητα την 5<sup>η</sup> ημέρα της συντήρησης στους 20°C κατά 30% και έπειτα δεν επηρεάστηκαν. Τα φρούτα της ίδιας ποικιλίας που συντηρήθηκαν στην εφαρμογή με τα 100ppm αιθυλένιο εμφάνισαν μια σταδιακή μείωση στη σκληρότητα καθ' όλη την διάρκεια συντήρησης η οποία έφτασε στο 50% της συνολικής σκληρότητας την 7<sup>η</sup> ημέρα συντήρησης (Σχεδιάγραμμα 3.1B). Όπως και στην πρώτη μέθοδο, τα φρούτα της NMF εμφάνισαν μεγαλύτερη σκληρότητα στη σάρκα από αυτά της MF τη 2<sup>η</sup> μέρα συντήρησης ενώ μετά την 5<sup>η</sup> και 7<sup>η</sup> ημέρα οι δύο ποικιλίες είχαν παρόμοια σκληρότητα (Σχεδιάγραμμα 3.1B). Αντιθέτως τα φρούτα της ποικιλίας SH ήταν σκληρότερα από αυτά των άλλων ποικιλιών καθ' όλη την διάρκεια της συντήρησης. Από την παρουσία αιθυλενίου ή μη διαφορές εμφάνισαν μόνο τα φρούτα της ποικιλίας SH την τελευταία ημέρα του πειράματος. Τα φρούτα που αποθηκεύτηκαν παρουσία αιθυλενίου ήταν πιο μαλακά από που ήταν στη συντήρηση με αέρα (Σχεδιάγραμμα 3.1B). Οι MF και NMF είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας με τη συγκεκριμένη μέθοδο παρουσία ή μη αιθυλενίου κατά τη συντήρηση.

### 3.1.3 3<sup>η</sup> μέθοδος μέτρησης της σκληρότητας

Στην τελευταία μέθοδο μέτρησης που χρησιμοποιήθηκε με τεμαχισμό τεμαχίων ροδάκινων, η σκληρότητα επηρεάστηκε από τη διάρκεια συντήρησης, από τον τύπο της ποικιλίας αλλά και από τη συσχέτιση τους (πίνακας 3.1). Όμως το σύνολο της παραλλακτικότητας επηρεάστηκε από τις διαφορές στην συντήρηση και στον τύπο της ποικιλίας (28,4% και 65% αντίστοιχα) (πίνακας 1). Η σκληρότητα της σάρκας των φρούτων των ποικιλιών MF και NMF που συντηρήθηκαν στον αέρα σημείωσε μια σταδιακή μείωση τις 5 πρώτες ημέρες του πειράματος σε ποσοστό 78% και 52%

αντίστοιχα, σε σύγκριση με τις αρχικές τιμές που εμφάνισαν, ενώ μετά παρέμειναν σταθερές μέχρι το τέλος της συντήρησης (Σχεδιάγραμμα 3.1Γ). Από την άλλη μεριά η σκληρότητα στην ποικιλία SH παρέμεινε υψηλή και αμετάβλητη για όλη τη διάρκεια του πειράματος. Οι καρποί της MF ποικιλίας ήταν συνέχεια πιο μαλακοί από αυτούς της NMF ενώ αυτοί της SH ήταν οι πιο σκληροί από όλους και στις δύο μεταχειρίσεις σε όλη τη διάρκεια της συντήρησης. Τέλος δεν σημειώθηκαν διαφορές στη σκληρότητα των καρπών με αυτή τη μέθοδο παρουσία ή μη του αιθυλενίου.

### 3.2 Χρώμα

Η φωτεινότητα της σαρκας επηρεάστηκε σημαντικά μόνο από τον τύπο της ποικιλίας, σε ποσοστό 87,1% (πίνακας 3.2), ενώ δεν σημειώθηκε καμία στατιστική διαφορά στη φωτεινότητα κατά τη διάρκεια της συντήρησης και των τριών ποικιλιών. Η φωτεινότητα των καρπών στις ποικιλίες NMF και SH ήταν χαμηλότερη από αυτή στους καρπούς της ποικιλίας MF, ανεξάρτητα από τη συντήρηση σε αέρα ή σε 100ppm αιθυλένιο στη συγκομιδή και στις 2 και 5 ημέρες συντήρησης. Στις 7 ημέρες συντήρησης οι καρποί της ποικιλίας MF είχαν υψηλότερη φωτεινότητα από τους καρπούς της ποικιλίας SH (πίνακας 3.3). Καμία διαφορά δεν σημειώθηκε ανάμεσα στους καρπούς που συντηρήθηκαν σε αέρα και σε αυτούς που υπέστησαν την εφαρμογή αιθυλενίου 100ppm (πίνακας 3).

Το Chroma επηρεάστηκε εξολοκλήρου από τον τύπο της ποικιλίας (97,1%) (πίνακας 2), ενώ καμία στατιστική διαφορά δεν σημειώθηκε λόγω της διάρκειας της συντήρησης καρπών τριών ποικιλιών. Η σάρκα των καρπών των ποικιλιών MF και SH είχε μικρότερες τιμές Chroma από τη σάρκα των καρπών της ποικιλίας NMF ανεξάρτητα από την αποθήκευση σε αέρα ή σε αιθυλένιο 100ppm καθ' όλη τη διάρκεια αυτής (Πίνακας 3.3). Παρομοίως και το hue angle καθορίστηκε από τον τύπο της ποικιλίας κατά 93.8% (πίνακας 3.2), ενώ δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης καρπών 3 ποικιλιών. Η σάρκα των καρπών των ποικιλιών MF και NMF δεν διέφεραν μεταξύ τους στο Hue angle, ενώ είχαν σημαντικά υψηλότερες τιμές από τους καρπούς της ποικιλίας SH (πίνακας 3.3) . Τέλος δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο Hue angle της σαρκας

των καρπών από την παρουσία ή μη 100ppm αιθυλενίου στον αέρα συντήρησης για καμία από τις μελετηθείς ποικιλίες.

### 3.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Η συνολική οξύτητα στα φρούτα επηρεάστηκε κυρίως από τον τύπο της ποικιλίας κατά 89,74% ενώ ακολουθεί η διάρκεια αποθήκευσης με 4,8% και η ατμόσφαιρα αποθήκευσης με 2,1% (πίνακας 4). Η οξύτητα στα φρούτα της ποικιλίας MF ήταν η μικρότερη σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες. Χαρακτηριστικά πριν την αποθήκευση, η MF είχε ποσοστό 0,06% μηλικού οξέος ενώ ακολουθεί η NMF με 0,08% και η SH με 0,1% Μηλικού οξέος (πίνακας 5). Τα φρούτα δεν έδειξαν καμία σημαντική διαφορά στην οξύτητα κατά την αποθήκευση τους στον αέρα, αντιθέτως φρούτα της ποικιλίας NMF που αποθηκεύτηκαν στην ατμόσφαιρα με 100ppm αιθυλένιο έδειξαν σημαντική μείωση της οξύτητας τους την 5<sup>η</sup> ημέρα συντήρησης, ενώ το ίδιο συνέβη και στα φρούτα της SH που αποθηκεύτηκαν σε 100ppm αιθυλένιο την 7<sup>η</sup> ημέρα συντήρησης. Η παρουσία 100 ppm αιθυλενίου στον αέρα συντήρησης δεν επέδρασε στην οξύτητα των καρπών των ποικιλιών MF και NMF, αλλά προκάλεσε μείωση στην οξύτητα των καρπών της ποικιλίας SH σε σχέση με τους καρπούς που συντηρήθηκαν απουσία αιθυλενίου.

Ο τύπος της ποικιλίας έπαιξε τον κύριο ρόλο στη συγκέντρωση των διαλυτών στερεών συστατικών σε ποσοστό 89.4%, ενώ ένα μικρό ρόλο έπαιξε και η αλληλεπίδραση της διάρκειας αποθήκευσης με τον τύπο της ποικιλίας σε ποσοστό (5.1%) (πίνακας 4). Τα ροδάκινα της ποικιλίας NMF είχαν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση διαλυτών στερεών συστατικών κατά τη συγκομιδή (11%) και παρέμειναν υψηλότερα, σε σύγκριση με τις άλλες δύο ποικιλίες που είχαν πάντα μικρότερη συγκέντρωση και παρόμοια μεταξύ τους. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και στις τρεις μελετηθείσες ποικιλίες, ανεξάρτητα από τη παρουσία ή μη 100ppm αιθυλενίου στο χώρο συντήρησης. Τέλος η παρουσία ή μη 100ppm αιθυλενίου στο χώρο συντήρησης δεν τροποποίησε σημαντικά τη συγκέντρωση διαλυτών στερεών συστατικών κατά τη συντήρηση σε καμία των μελετηθεισών ποικιλιών σε σχέση με τη μεταχείριση με αέρα απουσία αιθυλενίου.

### 3.4 Πίνακες και σχεδιαγράμματα.

**Πίνακας 3.1.** Ανάλυση της παραλλακτικότητας, της σκληρότητας της σάρκας των καρπών στους τύπους melting flesh (MF), non melting flesh (NMF) και stony hard (SH) ποικιλιών ροδάκινου, κατά την διάρκεια αποθήκευσης στους 20°C για 7 ημέρες η οποία μετρήθηκε με τρεις διαφορετικές μεθόδους.

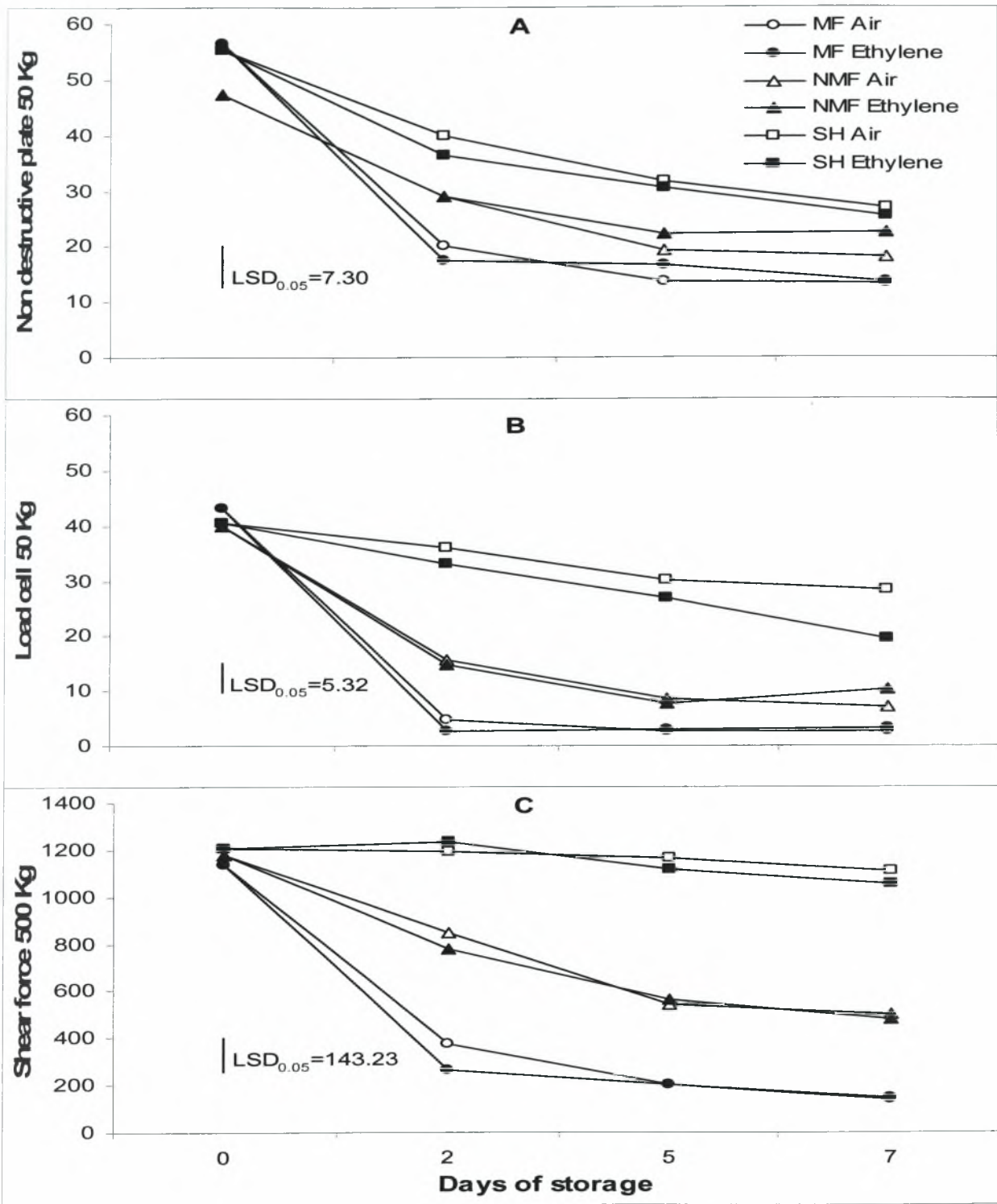
	Μη		
	καταστροφική μέθοδος δίσκος επαφής 5kg	Μέθοδος Magness-Taylor 50 Kg	Μέθοδος με τις λεπίδες 500 Kg Kramer shear c
	% of total variance P	% of total variance P	% of total variance P
Διάρκεια αποθήκευσης			
(A)	79.20 ***	55.67 ***	28.42 ***
Τύπος της ποικιλίας (B)	16.74 ***	37.43 ***	64.97 ***
A × B	3.05 ***	5.59 ***	6.14 ***
Σύσταση της ατμοσφ. (C)	0.00	0.41	0.17
A × C	0.23	0.05	0.03
B x C	0.32	0.48	0.00
A × B × C	0.06	0.20	0.09
Error			

\*\*\* Επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

**Πίνακας 3.2.** Ανάλυση της παραλλακτικότητας του χρώματος (φωτεινότητα, chroma και hue angle) στους τύπους melting flesh, non melting flesh και stony hard ποικιλιών ροδάκινων που αποθηκεύτηκαν στους 20°C για 7 ημέρες.

	Φωτεινότητα	Chroma	Hue angle
	% of total variance P	% of total variance P	% of total variance P
Διάρκεια αποθήκευσης.			
(A)	1.70	0.26	1.74
Τύπος της ποικιλίας (B)	87.08 ***	97.10 ***	93.75 ***
A × B	3.11	0.55	0.69
Σύσταση της ατμόσφ.			
(C)	1.24	0.07	0.00
A × C	0.22	0.32	0.02
B × C	4.01	0.89	2.02
A × B × C	1.15	0.27	0.83
Error			

\*\*\* Επίπεδο σημαντικότητας 0,001



Σχεδιάγραμμα 3.1. Σκληρότητα σάρκας στους τύπους Melting flesh, non melting flesh και stony hard ποικιλιών ροδάκινων, κατά τη διάρκεια αποθήκευσης τους στους 20°C για 7 ημέρες σε συνθήκες περιβάλλοντος (κενά σύμβολα) και σε ατμόσφαιρα αιθυλενίου με συγκέντρωση 100 ppm (κλειστά σύμβολα), μετρημένη με τις εξής μεθόδους, μη καταστροφικό δίσκος επαφής (Α), Magness-Taylor (Β) και η μέθοδος με τις λεπίδες κοπής Kramer shear cell (Γ). Κάθε δεδομένο ήταν ο μέσος όρος 6 επαναλήψεων.

**Πίνακας 3.3.** Φωτεινότητα, chroma και hue angle στις ποικιλίες melting flesh, non melting flesh και stony hard, κατά τη διάρκεια αποθήκευσης στους 20°C για 7 ημέρες.

Ημέρες αποθήκευσης	Τύπος της ποικιλίας		Συγκέντρωση		
	Τύπος της ποικιλίας	Συγκέντρωση ατμόσφαιρας	Φωτεινότητα	Chroma	Hue angle
0	MF		77.38 a <sup>b</sup>	22.02 c	88.28 ab
	NMF		65.20 cdefg	51.63 ab	76.61 ab
	SH		64.67 cdefg	23.42 c	48.32 c
2	MF	Αέρας	76.38 a	27.24 c	91.79 a
		Αιθυλένιο	73.86 ab	21.47 c	80.37 ab
	NMF	Αέρας	67.39 bcde	48.99 ab	79.07 ab
		Αιθυλένιο	61.48 efg	53.43 ab	71.71 b
	SH	Αέρας	58.34 fg	29.28 c	36.63 c
		Αιθυλένιο	65.00 cdefg	24.21 c	52.60 c
5	MF	Αέρας	77.38 a	22.02 c	76.91 ab
		Αιθυλένιο	73.47 abc	22.90 c	76.28 ab
	NMF	Αέρας	65.20 bcdefg	51.63 ab	71.58 b
		Αιθυλένιο	63.96 defg	54.13 a	74.92 ab
	SH	Αέρας	59.16 efg	25.91 c	41.70 c
		Αιθυλένιο	59.21 efg	29.41 c	41.40 c
7	MF	Αέρας	73.46 abc	27.38 c	80.10 ab
		Αιθυλένιο	72.00 abcd	24.97 c	72.19 b
	NMF	Αέρας	73.46 abc	43.84 b	79.69 ab
		Αιθυλένιο	66.87 bcdef	51.61 ab	78.25 ab
	SH	Αέρας	57.19 g	27.88 c	37.38 c
		Αιθυλένιο	60.29 efg	27.47 c	48.07 c

<sup>a</sup>Κάθε νούμερο είναι μέσος όρος έξι επαναλήψεων.

<sup>b</sup> Νούμερα στην ίδια στήλη που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά και είναι βασισμένα στο Duncan's test at 0.05 level.



Πίνακας 3.4. Ανάλυση της παραλλακτικότητας της ολικής οξύτητας (Οξύτητα) και των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ) στους τύπους melting flesh, non melting flesh και stony hard ποικιλιών ροδάκινων κατά τη διάρκεια αποθήκευσης στους 20°C για 7 ημέρες.

	Οξύτητα		ΔΣΣ	
	% of total variance	P	% of total variance	P
Διάρκεια				
αποθήκ. (A)	4.78	***	2.03	
Τύπος της				
ποικιλίας (B)	89.42	***	89.41	***
A × B	0.99	**	5.10	***
Ατμόσφαιρα				
συντήρησ.				
(C)	2.14	*	0.25	
A × C	0.65		0.49	
B × C	1.24	*	1.01	
A × B × C	0.46		0.59	
Error				

\*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01.

\* επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Πίνακας 3.5. Αποτελέσματα μετρήσεων της ολικής οξύτητας και διαλυτών στερεών συστατικών στους τύπους melting flesh, non melting flesh και stony hard ποικιλιών ροδάκινων κατά τη διάρκεια αποθήκευσης στους 20°C για 7 ημέρες.

Ημέρες αποθήκευσης	Τύπος της ποικιλίας	Ατμόσφαιρα συντήρησης	Ολική οξύτητα (%)	ΔΣΣ (%)
			μαλικού οξέος)	
0	MF		0.0593 fgh <sup>b</sup>	7.93 efgh
	NMF		0.0826 c	11.0 a
	SH		0.1066 b	6.90 gh
2	MF	Αέρας	0.0653 efg	7.85 fgh
		Αιθυλένιο	0.0623 efg	8.15 defg
	NMF	Αέρας	0.0744 cde	10.33 ab
		Αιθυλένιο	0.0793 cd	9.48 bcd
	SH	Αέρας	0.1125 ab	7.10 fgh
		Αιθυλένιο	0.1082 b	7.28 fgh
5	MF	Αέρας	0.0601 fgh	8.33 defgh
		Αιθυλένιο	0.0556 gh	7.20 fgh
	NMF	Αέρας	0.0715 cdef	9.63 abcd
		Αιθυλένιο	0.0647 efg	9.38 bcde
	SH	Αέρας	0.1234 a	8.53 cdef
		Αιθυλένιο	0.1046 b	8.65 cdef
7	MF	Αέρας	0.0478 h	7.55 fgh
		Αιθυλένιο	0.0552 gh	7.40 fgh
	NMF	Αέρας	0.0676 defg	9.98 abc
		Αιθυλένιο	0.0608 fgh	9.90 abc
	SH	Αέρας	0.1031 b	6.48 h
		Αιθυλένιο	0.0824 c	7.25 fgh

<sup>a</sup> Κάθε νόμμερο είναι αποτέλεσμα 6 επαναλήψεων.

<sup>b</sup> Νούμερα στην ίδια στήλη ακολουθούμενα από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά και είναι βασισμένα στο Duncan's test at 0.05 level.

## Κεφάλαιο 4

### Συζήτηση-Συμπεράσματα

Οι τρεις μέθοδοι μέτρησης της σκληρότητας σάρκας διέφεραν μεταξύ τους σημαντικά όσον αφορά την εκτίμηση των διαφορών μεταξύ των ποικιλιών κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Αυτές οι διαφορές σχετίζονται με την πηγή της παραλλακτικότητας και όχι με την κατανομή των αποτελεσμάτων. Στη μη καταστροφική εκτίμηση της σκληρότητας, το 80% της παραλλακτικότητας οφείλονταν στη διάρκεια συντήρησης, ενώ στη μέθοδο Magness – Taylor με διάτρηση της σάρκας με έμβολο, το 56% της παραλλακτικότητας οφείλονταν στη διάρκεια συντήρησης. Αντίθετα, στη μέθοδο τεμαχισμού Kramer shear cell το μεγαλύτερο μέρος της παραλλακτικότητας προέρχονταν από τον τύπο της ποικιλίας. Στην τελευταία μέθοδο βρέθηκε ότι οι καρποί της ποικιλίας SH (AP00-30wbs) παρέμειναν σκληροί κατά τη συντήρηση ενώ στις άλλες δύο μεθόδους, οι καρποί μαλάκωσαν σταδιακά.

Οι δύο τύποι ποικιλιών όπου οι καρποί μαλάκωσαν με την παραμονή τους στους 20°C (non melting flesh (FL-10cw) και melting flesh ποικιλίες) φαίνεται ότι είτε παράγουν ικανοποιητικές ποσότητες αιθυλενίου ή ενδοπολυγαλακτουρονάσης και δεν φάνηκε να επηρεάζονται από την παρουσία εξωγενούς αιθυλενίου. Η ταχεία ωρίμανση τους στους 20°C επιβάλλει την ταχεία τοποθέτησή τους σε θερμοκρασίες κοντά στους 0°C ώστε να μειωθεί ο ρυθμός ωρίμανσης. Και σε αυτή την περίπτωση βέβαια, οι καρποί της ποικιλίας τύπου melting flesh ('Florida prince') θα είχαν ακόμα και σε αυτή τη χαμηλή θερμοκρασία σύντομη μετασυλλεκτική ζωή. Σε σύγκριση των αποτελεσμάτων αυτών με τα αποτελέσματα Ιαπώνων επιστημόνων δεν υπάρχουν διαφορές (Takashi et al. 2003). Στην ποικιλία τύπου stony hard (AP00-30wbs), τα αποτελέσματα διαφέρουν αρκετά από προηγούμενες μελέτες σε ότι αφορά το μαλάκωμα της σάρκας του καρπού. Σύμφωνα με τις μελέτες των Hayama et al. (2006), ο τύπος αυτός παρουσιάζει ευαισθησία στο αιθυλένιο και έτσι η σάρκα του μαλακώνει πιο γρήγορα άμα εκτεθεί στην ορμόνη. Αντιθέτως, στην παρούσα μελέτη, η συγκεκριμένη ποικιλία δεν εμφάνισε σημαντικό μαλάκωμα καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος σε καμία από τις εφαρμογές στην ατμόσφαιρα συντήρησης. Μέχρι τώρα γνωρίζαμε ότι

ο τύπος αυτός απλά δεν παρήγαγε την ορμόνη αυτή, όμως σε περίπτωση έκθεσης του στην ορμόνη επηρεαζόταν και ο καρπός μαλάκωνε (Haji et al, 2003). Μια λογική εξήγηση είναι ότι λείπει ή ότι δεν εκφράστηκε το γονίδιο που εκφράζει το ένζυμο της πολυγαλακτουρονάσης και καταλύει τα κυτταρικά τοιχώματα μετά από επίδραση της ορμόνης του αιθυλενίου, στην ποικιλία που έγινε το πείραμα. Η δημιουργία ενός τύπου Stony Hard ποικιλίας ροδάκινων που θα έχει έλλειψη του ενζύμου αυτού είναι ένα μεγάλο βήμα για την παραγωγή υπερπρώιμων ροδάκινων με μεγάλη μετασυλλεκτική ζωή.

Οι μετρήσεις ποιότητας (οξύτητα και διαλυτά στερεά συστατικά – ΔΣΣ) έδειξαν ότι οι καρποί των δύο ποικιλιών (melting flesh και stone hard) είναι πολύ χαμηλής οργανοληπτικής ποιότητας καθώς τα ΔΣΣ είναι πολύ χαμηλά για να είναι αποδεκτά από τους καταναλωτές ακόμα και όταν ήταν ώριμα μετά τη συντήρηση στους 20°C. Επιπρόσθετα η οξύτητα των καρπών stone hard ήταν ιδιαίτερα υψηλή κάνοντάς τα ακόμα λιγότερο αποδεκτά από τους καταναλωτές.

Ενδιαφέρον παρουσίασαν τα στοιχεία του χρώματος σάρκας των τριών ποικιλιών που μελετήθηκαν σε αυτή την εργασία. Οι καρποί της ποικιλίας melting flesh ('Florida prince') είχαν κίτρινο χρώμα σάρκας αλλά κάπως μουντό (όχι καθαρό έντονο κίτρινο). Οι καρποί της ποικιλίας non melting flesh (FL-10cw) λιγότερο κίτρινο προς πορτοκαλί χρώμα σάρκας με πολύ 'καθαρό ή ζωντανό' χρώμα. Σε συνδυασμό με τα ικανοποιητικά ΔΣΣ, τη μέτρια οξύτητα και το ικανοποιητικό χρώμα σάρκας οι καρποί της ποικιλίας non melting flesh φαίνεται να είναι οι καλύτερης ποιότητας καρποί με υψηλή εμπορική αξία. Τέλος, οι καρποί της ποικιλίας stone hard (AP00-30wbs) είχαν αξιόλογο πορτοκαλοκίτρινο χρώμα σάρκας αλλά όχι ιδιαίτερα 'καθαρό', αλλά με τα πολύ χαμηλά ΔΣΣ και υψηλή οξύτητα θα ήταν πολύ χαμηλής αποδοχής από τους καταναλωτές. Βέβαια αυτές οι ποικιλίες παρουσιάζουν ενδιαφέρον γενετικά ώστε να εξηγηθεί η βάση της αντοχής τους στο μαλάκωμα καθώς αυτή μπορεί να οφείλεται στη μειωμένη παραγωγή αιθυλενίου, στη μειωμένη ευαισθησία του καρπού στο αιθυλένιο λόγω περιορισμένου ή ανύπαρκτου αριθμού υποδοχέων του αιθυλενίου στις κυτταρικές μεμβράνες ή και στη μειωμένη δραστηριότητα του ενζύμου πολυγαλακτουρονάση λόγω περιορισμένου αριθμού ισόμορφων ή περιορισμένης

αποτελεσματικότητας των μορίων του ενζύμου.

Στην τεχνολογική παράμετρο του πειράματος, υπήρξε σημαντική απόκλιση ανάμεσα στις τρεις μεθόδους μέτρησης της σκληρότητας. Αυτή η απόκλιση δεν υπήρχε τόσο στην κατανομή των αποτελεσμάτων καθώς εκεί παρουσιάζεται μια ομοιόμορφη εικόνα, αλλά στην πηγή της παραλλακτικότητας. Στην μη καταστροφική μέθοδο το 80% της παραλλακτικότητας οφείλονταν στη διάρκεια συντήρησης ενώ στην καταστροφική για το φρούτο μέθοδο Magness- Taylor το ποσοστό αυτό ήταν 56%. Επιπλέον στην Kramer shear cell μέθοδο, το μεγαλύτερο μέρος της παραλλακτικότητας της πήγαζε από τον τύπο της ποικιλίας. Είναι ενθαρρυντικό το στοιχείο ότι η μη καταστροφική μέθοδος και η καθιερωμένη μέθοδος συγκλίνουν. Ίσως ορισμένες βελτιώσεις στην μη καταστροφική μέθοδο με στόχο τη μεγαλύτερη ακρίβεια να την κάνουν ικανή να αντικαταστήσει τη μέθοδο Magness Taylor. Ακόμη η μέθοδος αυτή εμφανίζει και πιο πρακτικά χαρακτηριστικά σε σχέση με άλλες μη καταστροφικές μεθόδους όπως αυτή με την πρόσκρουση πλαστικού ημισφαιρικού αισθητήρα σύμφωνα με τις μελέτες των Diezma- Inglesias et al, (2005).

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εργασία ήταν τα ακόλουθα:

- Η μέθοδος της μη καταστροφικής εκτίμησης της σκληρότητας σάρκας των ροδάκινων είχε την ίδια συμπεριφορά κατά τη συντήρηση των τριών μελετούμενων ποικιλιών με τη μέθοδο Magness – Taylor της διάτρησης με έμβολο 8mm. Έτσι φαίνεται ότι είναι μια υποσχόμενη μέθοδος για μελλοντική χρήση στην εκτίμηση της σκληρότητας σάρκας των ροδάκινων.
- Η μέθοδος του τεμαχισμού τεμαχίων σάρκας ροδάκινων έδειξε κάπως διαφορετικά αποτελέσματα από τη μέθοδο Magness – Taylor. Φαίνεται ότι οι δύο μέθοδοι εκτιμούν με διαφορετικό τρόπο τη σκληρότητα σάρκας. Έτσι η μέθοδος του τεμαχισμού να ομοιάζει με την αντίστοιχη αίσθηση της μάσησης από τον άνθρωπο και τη μέθοδο Magness – Taylor που αποτελεί κλασικό τρόπο εκτίμησης της σκληρότητας και ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό ευρύτατα διαδεδομένο και χρησιμοποιούμενο διεθνώς.

- Οι καρποί της ποικιλίας Melting Flesh ('Florida prince') ωριμάζουν ταχύτατα σε θερμοκρασία δωματίου και γίνονται πολύ γρήγορα (σε 2 ημέρες) τόσο μαλακά ώστε να είναι αδύνατη η μεταφορά τους και γενικότερα πολύ σύντομη η μετασυλλεκτική τους ζωή. Επιπλέον η συγκέντρωση της οξύτητας και ιδιαίτερα των διαλυτών στερεών συστατικών είναι τόσο χαμηλή που δεν έχουν ικανοποιητική οργανοληπτική ποιότητα.
- Οι καρποί της ποικιλίας Non Melting Flesh (FL-10cw) ωρίμασαν σχετικά γρήγορα στους 20°C, είχαν ικανοποιητική οργανοληπτική ποιότητα, καλύτερο χρώμα σάρκας και με την κατάλληλη μετασυλλεκτική φροντίδα (ταχύτατη ψύξη μετά τη συγκομιδή και προσεκτική συσκευασία) μπορεί να αποτελέσει μια επιτυχημένη εμπορικά ποικιλία.
- Οι καρποί της ποικιλίας stone hard (AP00-30wbs) μαλάκωσαν ελάχιστα κατά την παραμονή τους στους 20°C για 7 ημέρες αλλά η οργανοληπτική ποιότητά τους ήταν γενικά κατώτερη (χαμηλά ΔΣΣ και υψηλή οξύτητα), ενώ ο χρωματισμός της σάρκας ικανοποιητικός.
- Γενικά το εξωγενές αιθυλένιο δεν φάνηκε να επηρεάζει γενικότερα την ωρίμανση των ροδάκινων των τριών ποικιλιών που μελετήθηκαν πιθανόν είτε γιατί η παραγωγή αιθυλενίου από τους καρπούς ήταν ήδη αρκετή να προκαλέσει ωρίμανση (αυξημένη παραγωγή και δράση του ενζύμου ενδο-πολυγαλακτουρονάση) είτε γιατί οι καρποί ήταν σχετικά αδιάφοροι στην παρουσία αιθυλενίου (ελάχιστοι ή ανύπαρκτοι υποδοχείς του αιθυλενίου στις κυτταρικές μεμβράνες).

## Βιβλιογραφία:

### Ξένη βιβλιογραφία:

- Abbott, J.A, Lu, R., Upchurch, B.L, Stroshine, R.L. 1997. Technologies for non destructive quality evaluation of fruits and vegetables. Hort. Reviews, 20 (1), 625-638
- Bassi, D., Mignami, I. Biochemical characterization of the mesocarp in distinct apricot genotypes. Acta Horticulturae 1998, 465, 433-438
- Biale J. B., Young, R. E 1981. Respiration and ripening in fruit – retrospect and prospect. p. 1-39. In: J. Friend and M. J. C. Rhodes (eds). Recent advances in the biochemistry of fruit and vegetables. Academic Press. London
- Chun, J.P., Huber, J.P. Polygalacturonase isozyme 2 binding and catalysis in cell walls from tomato fruit: pH and  $\beta$ -subunit effects. Physiol. Plant. 1997,101,283-290
- Claypool, L.L. 1977. Plant nutrition and deciduous fruit crop quality. Hortscience 10, 45-47
- Connors, C. H. 1922. Peach breeding – a summary of results. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 19, 108-115
- Connors, C. H. 1928. Further notes on peach breeding. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 25: 125-128
- Crisosto, C.H., E.J. Mitcham and A.A.Kader, 2000. Peach and Nectarine: Recommendations for maintaining postharvest quality. Department of Pomology, University of California, Davis, CA
- Dieama-Inglesias, B., Valero, C., Garcia Ramos, F.J., Ruiz Altisent, M. 2005. Monitoring of firmness evaluation of peaches during storage by combining acoustic and impact methods. Journal of food engineering, 77, 926-935
- Downs, C.G., Brady, C.J. Two forms of exopolygalacturonase increase as peach fruit ripen. Plant cell Environ. 1990, 13, 523-530
- Downs, C.G., Brady, C.J., Gooley, A. Exopolygalacturonase protein accumulates late in

peach fruit ripening. *Physiol. Plant.* 1992, 85, 133-140

- Fisher, R.L., Bennett, A.B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Annu. Rev. Plant physiology Mol. Biology.* 1991, 42, 675-703
- Giovannoni, J. Molecular biology of fruit maturation and ripening. *Annu. Rev. Plant physiology. Mol. Biology.* 2001, 52, 725-749
- Kader, A. and Mitchel, F.G. 1989. *Postharvest Physiology.* J.H. Larue and R.S. Johnson (Eds). Peaches, plums and nectarines: Growing and handling for fresh market. UC DANR Publ. 3331. pp.158-164
- Meakin, P.J., Roberts, J.A. Anatomical and biochemical changes associated with the induction of oilseed rape (*Brassica napus*) pod dehiscence by *Dasineura brassicae* (Winn.). *Ann. Bot.* 1991, 67, 193-197
- Mitchel, F.G., Mayer G., Maxie E.C. and Coates W.W. 1974. Cold storage effects on fresh market peaches. *Calif. Agric.* 28, 12-14
- Pressey, R., Avants, J.K., 1978 Difference in polygalacturonase composition of clingstone and freestone peaches. *Journal of food science.* 43, 1415, 1423
- Reid M.S. (1985) Ethylene and abscission. *HortScience* 20, 45–50
- Sexton R. (1995) Abscission. In: *Handbook of Plant and Crop Physiology* (ed. M. Pessarakli), pp. 497–525. Dekker M., New York
- Takashi H, Yaegaki H, Yamagushi M. 2003. Softening of Stony Hard Peach by Ethylene and the Induction of Endogenous Ethylene by 1-aminocyclopropane-1-Carboxylic Acid. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 72. 212-217
- Takashi H, Yaegaki H, Yamaguchi M. 2004. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* Varietal differences in relationship between maturation characteristics, storage life and ethylene production in peach fruit. 73(2), 97-104



### Ξένα Βιβλία

- Adel A. Kader. 2002. Postharvest Technology of Horticultural crops. University of California, Div. Agricultural and Natural Resources

### Ελληνική Βιβλιογραφία

- Παυλίνα Δρογούδη, Τσιπουρίδης, Πανταζής. 2007. Ποικιλίες ροδακινιάς και Νεκταρινιάς. Γεωργία-Κτηνοτροφία.6:18

### Ελληνικά βιβλία

- Βασιλακάκης Μ. 2004. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, Ελλάς.
- Βασιλακάκης Μ. 2006. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία Μεταχείριση Οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία. Εκδόσεις Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη.151
- Μπλούκα Γ. 2004. Επεξεργασία και Συντήρηση Τροφίμων. Εκδόσεις Σταμούλης.221
- Σφακιωτάκης Ε. 2003. Γενική δενδροκομία.Τυρομαν, Θεσσαλονίκη, 3<sup>η</sup> έκδοση
- Σφακιωτάκης Ε.1995. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων.Τυρο Man. Θεσσαλονίκη 1<sup>η</sup> έκδοση.38

### Κανονισμοί

- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1861/2004 της Επιτροπής, της 26ης Οκτωβρίου 2004, για τον καθορισμό των προδιαγραφών εμπορίας που εφαρμόζονται στα ροδάκινα και στα νεκταρίνια



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097433