

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

"Αποτελεσματικότητα του 1-MCP στην ποιότητα και
συντηρησιμότητα καρπών ακτινιδίου"



Επιμέλεια : Τσακίριδου Αθανασία

Επιβλέπων καθηγητής : Dr. Γεώργιος Δ. Νάνος

Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ.

Βόλος, 2014



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

Αριθ. Εισ.: 13064/1

Ημερ. Εισ.: 24/09/2014

Δωρεά: Συγγραφέα

Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ

2014

ΤΣΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

"Αποτελεσματικότητα του 1-MCP στην ποιότητα και συντηρησιμότητα των καρπών ακτινιδίου"

Τσακίριδου Φ. Αθανασία

Επιβλέπων καθηγητής

Νάνος Γεώργιος

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Νάνος Γεώργιος

Τσιρόπουλος Νικόλαος

Κίτας Κωνσταντίνος

Αναπληρωτής καθηγητής

Καθηγητής

Καθηγητής

Ευχαριστίες

Εκφράζω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στον κ. Νάνο Γεώργιο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με θέμα που εμπίπτει στο γνωστικό αντικείμενο της Δενδροκομίας καθώς και για την ηθική και υλικοτεχνική υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων και συγγραφής της παρούσας εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κύριο Κίττα Κωνσταντίνο και κύριο Τσιρόπουλο Νικόλαο, καθηγητές του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη συμμετοχή τους στη τριμελή επιτροπή.

Σημαντική ήταν επίσης η βοήθεια της Περσεφόνης Μαλειτσίκα, υποψήφια διδάκτωρ στο εργαστήριο Δενδροκομίας, για την αμέριστη συμπαράσταση της, το χρόνο της και τη βοήθειά της καθ' όλη τη διάρκεια του πειραματικού σκέλους.

Τέλος, ευχαριστώ ολόψυχα την οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση της οποιαδήποτε στιγμή τη χρειάστηκα, την αγάπη τους, την υπομονή τους, την ηθική και υλική υποστήριξη τους για κάθε επιλογή μου, χωρίς την οποία δεν θα είχα φτάσει σήμερα ως εδώ. Επίσης ευχαριστώ το φίλο μου Αθανάσιο Χαϊδούση για τη συμπαράσταση και τη στήριξή του.

*Στους γονείς μου και στον
παππού μου Ιωάννη Τσακίριδη...*

Περιεχόμενα

Περίληψη	7
Κεφάλαιο 1	
Εισαγωγή	8
Κεφάλαιο 2	
Βιβλιογραφική ανασκόπηση	10
2.1 Βοτανική ταξινόμηση	10
2.2 Μορφολογία	10
2.3 Έδαφος	11
2.4 Κλίμα	11
2.5 Επικονίαση - Γονιμοποίηση	12
2.6 Εξάπλωση - Σημαντικότητα ακτινιδίου στον κόσμο και την Ελλάδα	12
2.7 Σύσταση και θρεπτική αξία καρπού	13
2.8 Χαρακτηριστικά ποιότητας καρπού	16
2.9 Η ποικιλία Hayward	17
2.10 Συντήρηση οπωροκηπευτικών με ψύξη	18
2.11 Αιθυλένιο	19
2.12 Συντήρηση ακτινιδίων και αιθυλένιο	19
2.13 1-MCP, παρεμποδιστής δράσης αιθυλενίου	21
Κεφάλαιο 3	
Υλικά και μέθοδοι	23
3.1 Προέλευση και ποικιλία καρπών	23
3.2 Μεταχειρίσεις	23
3.3 Μετρήσεις ποιότητας ακτινιδίων	24
3.3.1 Προσδιορισμός χρώματος σάρκας	24
3.3.2 Προσδιορισμός σκληρότητας σάρκας	25

3.3.3 Προσδιορισμός ολικών διαλυτών στερεών συστατικών	25
3.3.4 Προσδιορισμός ποσοστού ξηρής ουσίας	25
3.3.5 Προσδιορισμός οξύτητας	26
3.3.6 Προσδιορισμός συνολικών φαινολικών οξέων	26
3.3.7 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής ικανότητας	28
Κεφάλαιο 4	
Αποτελέσματα	29
4.1 Ακτινίδια περιοχής Έδεσσας που συγκομίστηκαν νωρίς (27 Οκτωβρίου 2012)	29
4.2 Ακτινίδια περιοχής Έδεσσας που συγκομίστηκαν αργά (23 Νοεμβρίου 2012)	34
4.3 Ακτινίδια περιοχής Ζαγοράς που συγκομίστηκαν στις 23 Νοεμβρίου 2012	39
4.4 Μεταβολές στην ποιότητα καρπών ακτινιδιάς στη συγκομιδή και κατά τη συντήρηση μεταξύ των δύο συγκομιδών (συγκομιδής τις 27 Οκτωβρίου ή 23 Νοεμβρίου 2012)	44
4.5 Μεταβολές στην ποιότητα ακτινιδίων μετά από μακρόχρονη ψυχοσυντήρηση πριν και μετά τις 5 ημέρες ζωή στο ράφι	48
Κεφάλαιο 5	
Συζήτηση	49
5.1 Αλλαγές με το χρόνο συντήρησης	49
5.2 Διαφορές μεταξύ περιοχών ή συγκομιδών	51
5.3 Επίδραση των μεταχειρίσεων	52
Συμπέρασμα	54
Βιβλιογραφία	55

Περίληψη

Τα ακτινίδια είναι πολύ ευαίσθητα στην παρουσία αιθυλενίου στο χώρο συντήρησής τους. Το αιθυλένιο ακόμα και σε ελάχιστες συγκεντρώσεις (μέρη στο δισεκατομμύριο) προκαλεί ταχεία ωρίμανση των καρπών. Τα τελευταία έτη τα ακτινίδια δέχονται μετασυλλεκτικά και πριν την ψυχοσυντήρησή τους τη χημική ουσία 1-MCP, έναν παρεμποδιστή της δράσης του αιθυλενίου. Σε μερικές περιπτώσεις η δράση του 1-MCP είναι τόσο ισχυρή και μακρά, ώστε τα ακτινίδια αποτυγχάνουν να ωριμάσουν μετά την ψυχοσυντήρηση και τη ζωή στο ράφι (παραμονή σε θερμοκρασία δωματίου για κάποιες ημέρες). Μελετήσαμε την αποτελεσματικότητα του 1-MCP κατά την ψυχοσυντήρηση για 2,5 έως και 5 μήνες συν 5 ημέρες ζωή στο ράφι σε ακτινίδια που είχαν συγκομιστεί νωρίς στην Έδεσσα ή αργά στην Έδεσσα και στη Ζαγορά. Τα χαρακτηριστικά ποιότητας που μελετήθηκαν στα ακτινίδια περιελάμβαναν το χρώμα σάρκας, τη σκληρότητα σάρκας και τα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ), οξύτητα, ολικά φαινολικά και αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH στο χυμό των καρπών. Με την καθυστέρηση της συγκομιδής τα ακτινίδια της περιοχής Έδεσσας έγιναν πιο μαλακά, είχαν υψηλότερα ΔΣΣ στη συγκομιδή, ενώ η σάρκα τους είχε κάπως διαφορετικό πράσινο χρώμα. Με την ψυχοσυντήρηση οι διαφορές μεταξύ των δύο συγκομιδών εκμηδενίστηκαν. Κατά την ψυχοσυντήρηση και τη ζωή στο ράφι τα ακτινίδια μαλάκωσαν, είχαν υψηλότερα ΔΣΣ και χαμηλότερη οξύτητα σε σχέση με την ωριμότητα των καρπών στη συγκομιδή, ώστε να μπορούν να καταναλωθούν ευχάριστα από τους καταναλωτές. Η εφαρμογή 1-MCP στη συγκομιδή δεν στάθηκε ικανή να παρεμποδίσει την ωρίμανση σε καμία των περιοχών και συγκομιδών που μελετήθηκαν και όλοι οι καρποί των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και του 1-MCP μετά τη ζωή στο ράφι βρίσκονταν σε ωριμότητα για κατανάλωση. Η παραμονή καρπών της μεταχείρισης με 1-MCP κατά την ψυχοσυντήρηση σε θερμοκρασία δωματίου για 2 ημέρες (conditioning) δεν προκάλεσε κάποια αλλαγή στην ποιότητα των καρπών μετά από περαιτέρω ψυχοσυντήρηση και ωρίμανση. Στην εργασία μας, λοιπόν, το 1-MCP δεν παρεμπόδισε την ωρίμανση των καρπών της ακτινιδιάς, όταν αυτά συγκομίστηκαν νωρίς ή αργά ή και από διαφορετικές περιοχές, πιθανόν λόγω της ύπαρξης αιθυλενίου στο θάλαμο συντήρησης που προήλθε από τους παρακείμενους θαλάμους συντήρησης μήλων και τη διακίνηση μήλων στον περιβάλλοντα χώρο.

1. Εισαγωγή

Το ακτινίδιο είναι από τα πιο ‘νεαρά’ σε καλλιέργεια φρούτα στον κόσμο. Από τις κοιλάδες του ποταμού Γιανγκ τσε στην Κίνα, μεταφέρθηκε στη Νέα Ζηλανδία, πήρε το όνομα Kīwifruit από το εθνικό πτηνό της χώρας και μόλις τις τελευταίες πέντε δεκαετίες επεκτάθηκε η καλλιέργεια του σε πολλές χώρες του κόσμου με ήπιο μεσογειακό κλίμα. Στην Ελλάδα ξεκίνησε η καλλιέργεια του από το 1979 και σήμερα είμαστε η 5^η χώρα σε παραγωγή ακτινιδίων παγκοσμίως μετά την Ιταλία, τη Νέα Ζηλανδία, τη Χιλή και τη Γαλλία. Επίσης την Ελλάδα ακολουθούν η Ιαπωνία και οι Ηνωμένες Πολιτείες [Πηγή 1]. Το ακτινίδιο καλλιεργείται κυρίως στη Βόρεια Ελλάδα, την Πιερία, την Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Πρέβεζα, αλλά και σε άλλες περιοχές, με αυξητικές τάσεις. Επίσης η εξαγωγή Ελληνικών ακτινιδίων αυξήθηκαν με ρυθμό 25% για το 2012. Ενδεικτικό της δυναμικής που έχει αποκτήσει η καλλιέργεια ακτινιδίου στη χώρα μας είναι ότι κατέγραψε ρεκόρ εξαγωγών ακτινιδίου με 90.348 τόνους το 2012, από μία εγχώρια παραγωγή 142.000 τόνων, όταν η εγχώρια παραγωγή δεν ξεπερνούσε τους 70.000 τόνους πριν μια δεκαετία. Το ελληνικό ακτινίδιο εξάγεται σε 51 χώρες και κυρίως στη Ρωσία, στην Ουκρανία, στη Ρουμανία, στη Βουλγαρία, στη Γερμανία, ενώ οι τιμές πώλησης το 2012-13 ήταν βελτιωμένες κατά 15-20% [Πηγή 2]. Επομένως, το ακτινίδιο θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα φυλλοβόλα δενδροκομικά είδη σήμερα για την Ελλάδα.

Το ακτινίδιο είναι ένας κλιμακτηρικός καρπός πολύ ευαίσθητος στο αιθυλένιο. Το αιθυλένιο είναι μία αέρια φυτική ορμόνη ωρίμανσης και γήρασης η οποία σχηματίζεται κατά την ωρίμανση των κλιμακτηρικών καρπών. Παρουσία του αιθυλενίου οι καρποί ωριμάζουν γρήγορα ακόμα και σε χαμηλές θερμοκρασίες συντήρησης. Στη βιομηχανία χρησιμοποιείται ευρέως για την τεχνητή ωρίμανση του ακτινιδίου και άλλων καρπών, προκαλεί όμως και προβλήματα κατά τη συντήρηση των ευαίσθητων στο εξωγενές αιθυλένιο καρπών. Έτσι οι ευαίσθητοι στο αιθυλένιο καρποί, όταν εκτίθενται στο αιθυλένιο, εμφανίζουν φυσιολογικές ανωμαλίες (κιτρίνισμα, μαλάκωμα σάρκας, κηλιδώσεις), ωριμάζουν ταχύτατα και, γενικότερα, επιταχύνεται η γήρανση τους. Το ακτινίδιο είναι ευπαθές στο εξωγενές αιθυλένιο γι’ αυτό και θα πρέπει να αποφεύγεται η άμεση έκθεση του ακόμη και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις αιθυλενίου κατά τη διάρκεια συντήρησής του στους ψυκτικούς θαλάμους. Αναφέρεται ότι η μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση αιθυλενίου σε

ψυκτικούς θαλάμους που περιέχουν ακτινίδια είναι μικρότερη από 0,01 ppm (Βασιλακάκης κ.α., 2010).

Η αντιμετώπιση των αρνητικών συνεπειών του αιθυλενίου στους χώρους συντήρησης γίνονταν έως πριν ελάχιστα χρόνια με την απορρόφηση του αιθυλενίου από τους θαλάμους συντήρησης και με τη χρήση ελεγχόμενης ατμόσφαιρας κατά τη συντήρηση των ακτινιδίων. Παρόλα αυτά τα ακτινίδια μαλάκωναν υπερβολικά και η διάρκεια συντήρησης τους ήταν περιορισμένη. Πρόσφατα επιτράπηκε η χρήση του ανταγωνιστή της δράσης του αιθυλενίου 1-methylcyclopropene (1-MCP) με τα εμπορικά σκευάσματα SmartFreshSM και EthylBlocTM και για το ακτινίδιο. Το 1-MCP χρησιμοποιείται στα φρούτα και τα λαχανικά σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις (<1 μέρος στο εκατομμύριο) για να παρατείνει τη μετασυλλεκτική τους ζωή, παρεμποδίζοντας τη δέσμευση του αιθυλενίου στους υποδοχείς του και ως εκ τούτου περιορίζοντας τη βιοσύνθεση του και τις δράσεις του και κατ' επέκταση την ωρίμανση των καρπών κατά τη συντήρηση. Το σκεύασμα έχει πάρει άδεια χρήσης για μήλα, αχλάδια, ακτινίδια, τομάτες, δαμάσκηνα, αβοκάντο, λωτούς, πεπόνια, σε τουλάχιστον 34 χώρες μεταξύ άλλων και στη χώρα μας (ΗΠΑ, ΕΕ κ.ά.) τα τελευταία επτά έτη. Έχει δώσει πολύ καλά αποτελέσματα συντήρησης σε μήλα και αχλάδια. Εκτός του ότι παρατείνει τη συντήρησή τους για ένα έως δυο μήνες, επί πλέον μειώνει την εμφάνιση του επιφανειακού εγκαύματος, μια πολύ σοβαρή φυσιολογική ανωμαλία των μήλων. Το 1-MCP εφαρμόζεται ως αέριο σε κλειστούς χώρους συντήρησης οπωροκηπευτικών (ψυγεία, μεταφορικά μέσα) (ο βασικός τρόπος εφαρμογής σήμερα στον κόσμο) ή ως υδατικό διάλυμα όπου τα προϊόντα εμβαπτίζονται ή ψεκάζονται πριν την αποθήκευσή τους (και οι δυο μορφές έχουν παρόμοια δράση). Το πρόβλημα που παρατηρήθηκε κατά την εφαρμογή του στα ακτινίδια ήταν η πολύ αργή ή και μηδενική ωρίμανση του καρπού κατά την περίοδο διάθεσης στους καταναλωτές. Έτσι οι καρποί παραμένουν σκληροί και όξινοι, ώστε η γευστική τους ποιότητα να είναι ιδιαίτερα χαμηλή. Με άλλα λόγια, το 1-MCP φαίνεται να δρα ιδιαίτερα έντονα στα ακτινίδια (Βασιλακάκης κ.α., 2010).

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να προκαλέσουμε τη σταδιακή ωρίμανση των ακτινιδίων μετά την εφαρμογή 1-MCP (κατά την ψυχροσυντήρηση), ώστε να ωριμάσουν κατά τη λεγόμενη 'ζωή στο ράφι' και να είναι υψηλής οργανοληπτικής ποιότητας για τον καταναλωτή.

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Βοτανική ταξινόμηση

Το ακτινίδιο ανήκει στο γένος *Actinidia* της οικογένειας *Actinidiaceae* η οποία περιέχει τέσσερα γένη και 285 είδη περίπου. Το καλλιεργούμενο ακτινίδιο αναφέρονταν ως *Actinidia chinensis* var. *hispida* μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980, ταξινομητές χώρισαν το *Actinidia chinensis* σε δύο διαφορετικά είδη, στηριζόμενοι κυρίως στο μέγεθος του καρπού και την ύπαρξη τριχών [Πηγή 1]. Οι δύο αυτές παραλλαγές αναγνωρίστηκαν τελικά ως ξεχωριστά είδη από τους Liang και Ferguson, το τριχωτό είδος ονομάστηκε *A. deliciosa* και το λιγότερο τριχωτό κράτησε το όνομα *A. chinensis* (Liang and Ferguson, 2001).

2.2 Μορφολογία

Το *A. deliciosa* είναι το πιο κοινό καλλιεργούμενο είδος ακτινιδίου. Το φυτό είναι δικοτυλήδονο, δίοικο, πολυετές, φυλλοβόλο, εντομόγαμο και αναρριχώμενο. Τα φύλλα του είναι απλά, μεγάλα, παχιά, καρδιοσχημα έως στρόγγυλα, ανάγλυφα (κύρια λόγω των ηθμαγγειωδών δεσμίδων) στην κάτω επιφάνεια και εναλλάσσονται κανονικά. Το χρώμα τους είναι πράσινο βελούδο και η πάνω επιφάνεια είναι στιλπνή. Οι βλαστοί είναι τρυφεροί, ευλύγιστοι που μερικές φορές φτάνουν μερικά μέτρα μήκος. Όταν είναι νεαροί, καλύπτονται από πυκνές τρίχες, των οποίων το χρώμα εξαρτάται από τη ζωνρότητα του φυτού και την ποικιλία (Παλούκης και Ντινόπουλος, 1989). Τα άνθη είναι μεγάλα, λευκά και φέρονται στις μασχάλες των φύλλων των 5 – 6 πρώτων γονάτων των κληματίδων του έτους. Τα αρσενικά δέντρα παράγουν πιο πολλά άνθη από τα θηλυκά και αυτό το γεγονός έχει μεγάλη σημασία για την επιτυχή επικονίαση – γονιμοποίηση των ανθέων και για την παραγωγή. Οι καρποί αυτού του είδους είναι ράγα με γλυκόξινη γεύση. Έχουν καφέ επιδερμίδα με μεγάλη πυκνότητα τριχών. Η σάρκα του είναι ημιδιαφανής και φωτεινού πράσινου χρώματος, η οποία έρχεται σε αντίθεση με το λευκό πυρήνα του και τα 1500 περίπου μαύρα σπέρματα που είναι τοποθετημένα ακτινωτά γύρω του (Βασιλακάκης, 2010). Η παραγωγή αρχίζει στα 3 -4 χρόνια μετά τη φύτευση και στο 10^ο - 12^ο έτος δίνει πλήρη απόδοση (Giordano, 1988).

2.3 Έδαφος

Η ακτινιδιά αναπτύσσεται σε όλα τα είδη των εδαφών αρκεί να είναι δροσερά σε κάποιο βάθος και χωρίς πολύ ασβέστιο. Η επαρκής εδαφική υγρασία (αλλά και η ατμοσφαιρική) είναι απαραίτητη σε νεαρά φυτά κάτω των τριών ετών, αλλά και αργότερα ως φυτά σε πλήρη καρποφορία. Υπερβολική υγρασία μπορεί να προκαλέσει βακτηριολογικές ασθένειες, όπως φυματίωση στις ρίζες. Προτιμά τα χουμώδη εδάφη (μέχρι 10% οργανική ουσία) (Giordano, 1988). Έχει μεγάλες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία. Στα πρώτα χρόνια του φυτού η λίπανση έχει μεγάλη σημασία γιατί εξασφαλίζει καλή ανάπτυξη με ζωνρή βλάστηση. Όταν το φυτό εισέλθει στην καρποφορία οι απαιτήσεις του σε θρεπτικά στοιχεία παραμένουν υψηλές. Το ιδανικό εδαφικό pH είναι μεταξύ 6,2 – 6,8 [Πηγή 3]. Όταν το pH του εδάφους είναι υψηλότερο από 7,5 πρέπει να αποφεύγεται η φύτευση ακτινιδιάς διότι τα φυτά θα έχουν πρόβλημα με τροφопενία σιδήρου (Βασιλακάκης, 2010).

2.4 Κλίμα

Η ακτινιδιά προσαρμόζεται σε θερμά και υγρά κλίματα. Οι ιδανικότερες περιοχές είναι οι μεσημβρινής έκθεσης, καλά ηλιαζόμενες και αρδευόμενες πλαγιές. Περιοχές όπου έχουν βεβαρημένο ιστορικό στην εμφάνιση παγετών πρέπει να αποφεύγονται, διότι η ακτινιδιά είναι πολύ ευαίσθητη στον παγετό. Συγκεκριμένα την άνοιξη οι νεαροί ανθοφόροι βλαστοί νεκρώνονται στους $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, το φθινόπωρο οι καρποί παγώνουν στους $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ και ολόκληρο το φυτό μπορεί να νεκρωθεί στους $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ το χειμώνα. Σε περιοχές όπου συχνά έχουμε ισχυρούς ανέμους απαιτείται η ύπαρξη ανεμοθραύστη, ώστε να προφυλαχθούν, η τρυφερή βλάστηση την άνοιξη αλλά και οι καρποί το φθινόπωρο [Πηγή 3]. Η καλύτερη έκθεση είναι η νοτιοανατολική και η νοτιοδυτική (Giordano, 1988). Η ακτινιδιά απαιτεί χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα (chill units, 850 – 1100 ώρες με $4 - 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) για να διακοπεί ο λήθαργος των ανθοφόρων οφθαλμών της (Βασιλακάκης, 2010).

2.5 Επικονίαση – Γονιμοποίηση

Το ακτινίδιο είναι ένα δίοικο είδος του οποίου η αγορά είναι πολύ απαιτητική στην ποιότητα του καρπού, καθώς μόνο καρποί της ποικ. Hayward (της κύριας ποικιλίας ακτινιδιάς παγκοσμίως) πάνω από 80 g είναι εμπορεύσιμοι και αποδεκτοί για εξαγωγή. Το βάρος του καρπού είναι στενά συνδεδεμένο με τον αριθμό των σπόρων (Pyke and Alspach, 1986), σαν αποτέλεσμα μιας καλής και αποτελεσματικής επικονίασης. Παρόλο που το ακτινίδιο έχει ένα υψηλά αποτελεσματικό αναπαραγωγικό σύστημα, ο αριθμός των καρπών μπορεί να περιορίζεται από τη βραχεία περίοδο επικονίασης, τον αριθμό των αρσενικών φυτών, την ποσότητα της διαθέσιμης γύρης, την παρουσία επικονιαστών εντόμων, τις καιρικές συνθήκες στην άνθιση, κ.λπ. (Gonzalez et al., 1998). Η επιλογή αρσενικών ποικιλιών με χρόνο άνθησης συμβατό με αυτό του θηλυκού δεν εγγυάται πάντα επιτυχή επικονίαση. Τα αρσενικά άνθη παράγουν ικανή για γονιμοποίηση γύρη μόνο για 2 – 3 μέρες μετά το άνοιγμα, τελειώνοντας την περίοδο άνθησης τους πριν από αυτή των θηλυκών, τα οποία είναι υποδεκτικά μόνο για 7 – 9 μέρες μετά το άνοιγμα. Η φυσική επικονίαση γίνεται κυρίως μέσω των μελισσών. Όμως τα άνθη του κοινού ακτινιδίου δεν παράγουν νέκταρ και δεν είναι ελκυστικά για τις μέλισσες. Πολλοί εμπορικοί οπωρώνες εφαρμόζουν φυσικά (με την εισαγωγή μελισσιών) και /ή τεχνητά (επικονίαση με το χέρι και μηχανικά) συστήματα επικονίασης (Salinero et al., 2009). Η συμβολή των μελισσών στην επικονίαση του ακτινιδίου είναι σημαντική, αν και άλλα έντομα όπως και ο άνεμος μπορούν να φέρουν τη γύρη στα θηλυκά άνθη. Η ταυτόχρονη άνθηση άγριων φυτών και άλλων καλλιεργειών κοντά στα ακτινίδια μπορεί να παρασύρουν τους επικονιαστές μακριά από τα άνθη του ακτινιδίου [Πηγή 4]. Όταν ο καιρός είναι ευνοϊκός επιτυγχάνει η γονιμοποίηση. Τα σέπαλα και τα πέταλα του λουλουδιού κιτρινίζουν και πέφτουν και αναπτύσσεται ο καρπός. Η περίοδος ανάπτυξης του μέχρι τη συγκομιδή είναι 6 μήνες (Giordano, 1988).

2.6 Εξάπλωση - Σημαντικότητα ακτινιδίου στο κόσμο και την Ελλάδα

Η Κίνα θεωρείται η επικρατέστερη πατρίδα του ακτινιδίου από τα αρχαία χρόνια. Το φυτό ήταν αυτοφυές στη Κίνα και ταξίδεψε μετά το 19ο αιώνα στη Βρετανία και το 1906 στη Νέα Ζηλανδία. Εκεί καλλιεργήθηκε συστηματικά και έπειτα διαδόθηκε σε Ευρώπη, Αυστραλία, Νότια Αφρική και Ιαπωνία (Σφακιωτάκης 2001, Giordano

1988). Το 1952 γίνεται η πρώτη εμπορική εξαγωγή καρπών ακτινιδίου, στην Αγγλία, η οποία ανέρχεται στους 13 τόνους. Το 1970, το ακτινίδιο εισήρθε στην Αμερική και πιο συγκεκριμένα στην Καλιφόρνια. Από εκεί και έπειτα το ακτινίδιο πήρε ανοδική πορεία στην αγορά με τη διάδοση του και σε άλλες χώρες. Μεταξύ των χωρών στις οποίες διαδόθηκε το ακτινίδιο, είναι και η Ελλάδα όπου και άρχισε να καλλιεργείται το 1979 [Πηγή 1]. Ο πρώτος οπωρώνας ακτινιδιάς εγκαταστάθηκε στη Λάρισα για πειραματικούς σκοπούς, ενώ ο πρώτος εμπορικός οπωρώνας εγκαταστάθηκε στη Νέα Έφεσο της Πιερίας (Παλούκης και Ντινόπουλος, 1989). Η καλλιέργεια της ακτινιδιάς στην Ελλάδα παρουσίασε μεγάλη εξάπλωση τη δεκαετία του 1980, ενώ από το 1990 έως και το 2003, αν και η καλλιεργούμενη έκταση δεν μεταβλήθηκε, εντούτοις η ακαθάριστη αξία παραγωγής υπερδιπλασιάστηκε (Τζήκας 2010). Η οικονομική σπουδαιότητα της καλλιέργειας για τη χώρα μας έγκειται μεταξύ άλλων και στο γεγονός ότι σχεδόν το 60% της ετήσιας παραγωγής εξάγεται. Σε αυτό συμβάλλει η ανθεκτικότητα του καρπού κατά τη συντήρηση και μεταφορά (Soufleros et al., 2001). Οι εκτάσεις στην Ελλάδα το 2013, υπολογίστηκαν στα 73.460 στρέμματα έναντι 68.010 στρέμματα το 2012, σύμφωνα με τα στοιχεία του Διεθνούς Οργανισμού Ακτινιδίου. Την ίδια ώρα, οι εξαγωγές του ελληνικού ακτινιδίου, οι οποίες κατευθύνονται κατά 60% προς τη Ρωσία, εκτιμάται ότι αυξήθηκαν στους 118.905 τόνους από τους 91.199 τόνους του 2012. Εκτός όμως από τη Ρωσία το ελληνικό ακτινίδιο αποστέλλεται και στις χώρες της Ευρώπης, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, Ισπανία, Γερμανία, χώρες της Βαλτικής, Ουκρανία, αλλά, πρόσφατα, και στην Κίνα [Πηγή 5].

2.7 Σύσταση και θρεπτική αξία καρπού

Ο ώριμος καρπός της ακτινιδιάς έχει γλυκιά γεύση, δροσιστική, ελαφρά υπόξινη και με ελαφρύ άρωμα. Εκτός όμως από την πολύ καλή γεύση, παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον για τη θρεπτική του αξία. Κατέχει ρεκόρ περιεκτικότητας σε βιταμίνη C, της οποίας η ποσότητα είναι τριπλάσια έως και πενταπλάσια αυτής των εσπεριδοειδών (Παλούκης και Ντινόπουλος, 1989). Κατέχει επίσης την πρώτη θέση απ' όλους τους καρπούς διαθέσιμους το χειμώνα σε ασβέστιο, σε φώσφορο και σε σίδηρο. Είναι πλούσιο σε λιπίδια και γλυκίδια και πολύ πλουσιότερο σε πρωτεΐνες από τα μήλα, αχλάδια και πορτοκάλια. Κατά μια ανάλυση οι καρποί της ακτινιδιάς περιέχουν: Σάκχαρα 9 – 10,2 %, οξέα 1,29%, πρωτεΐνες 1,6%, ταννίνες 0,95%, και

ξηρή ουσία 15-18%. Ειδικότερα (σε μια άλλη ανάλυση ξένων ειδικών) βρέθηκε ότι τα 10 g καρπών ακτινιδιάς ποικιλίας Hayward περικλείουν 45,3 θερμίδες και περιέχουν: 83,0 g νερό, 12,0 g υδατάνθρακες, 1,06 g πρωτεΐνη, 0,036 g ασβέστιο και 0,181 g βιταμίνη C. Επίσης οι καρποί περιέχουν άλατα σιδήρου, μαγγανίου, χαλκού, μαγνησίου και άλλων μετάλλων καθώς και ένζυμα χρήσιμα για τον ανθρώπινο οργανισμό (Μπρουσοβάνας, 1985). Περισσότερες λεπτομέρειες στη σύσταση του ακτινιδίου, αναφέρονται στον Πίν. 2.1.

Πίνακας 2.1

Σύσταση ακτινιδίου – ποσότητες στα 100 g εδάδιμου (Μπρουσοβάνας, 1985)

Θρεπτικά	Μονάδες	Ποσότητα ανά 100 g	Τυπική απόκλιση
<u>Συστατικά</u>			
Water	g	83.07	0.989
Energy	kcal	61	0.000
Protein	g	1.14	0.116
Total lipid	g	0.52	0.120
Carbohydrate, by difference	g	14.66	0.000
Fiber, total dietary	g	3.0	0.211
Sugars, total	g	8.99	0.163
Sucrose	g	0.15	0.021
Glucose (dextrose)	g	4.11	0.055
Fructose	g	4.35	0.084
Lactose	g	0.00	0.000
Maltose	g	0.19	0.016
Galactose	g	0.17	0.089
<u>Ανόργανα</u>			
Calcium, Ca	mg	34	4.113
Iron, Fe	mg	0.31	0.062
Magnesium, Mg	mg	17	0.953
Phosphorus, Ph	mg	34	1.603
Potassium, K	mg	312	6.598

Sodium, Na	mg	3	0.713
Zinc, Zn	mg	0.14	0.010
Copper, Cu	mg	0.130	0.007
Manganese, Mn	mg	0.098	0.011
Selenium, Se	µg	0.2	0.040
<u>Βιταμίνες</u>			
C, total ascorbic acid	mg	92.7	3.367
Thiamin	mg	0.027	0.000
Riboflavin	mg	0.025	0.003
Niacin	mg	0.341	0.032
Pantothenic acid	mg	0.183	0.025
Vitamin B-6	mg	0.063	0.002
Folate, total	µg	25	2.021
Folate, food	µg	25	2.021
Folate, DFE	µg_DFE	25	0.000
Choline, total	mg	7.8	0.000
Betaine	mg	0.5	0.000
Vitamin A, RAE	µg_RAE	4	0.236
Carotene, beta	µg	52	2.982
Vitamin A, IU	IU	87	4.722
Lutein + zeaxanthin	µg	122	5.764
Vitamin E(alpha-tocopherol)	mg	1.46	0.043
Tocopherol, gamma	mg	0.03	0.005
Vitamin K (phylloquinone)	µg	40.3	1.786
<u>Λιπίδια</u>			
Fatty acids, total saturated	g	0.029	0.000
Fatty acids, total	g	0.047	0.000

monounsaturated			
Fatty acids, total polyunsaturated	g	0.287	0.000
Cholesterol	mg	0	0.000

2.8 Χαρακτηριστικά ποιότητας καρπού

Ο καρπός έχει γεύση υπόξινη, αρωματώδη και ευχάριστη όταν είναι καλά ώριμος. Περιέχει μεγάλες ποσότητες βιταμίνης C, ανόργανων αλάτων καθώς επίσης και πρωτεολυτικών ενζύμων που είναι κατάλληλα για την τρυφεροποίηση του κρέατος (Βασιλακάκης, 2010). Οι Richardson et al. (2004) έδειξαν πως όταν οι κληματίδες θερμαίνονται κατά τη διάρκεια συγκέντρωσης του αμύλου στους καρπούς, η βιταμίνη C των καρπών μειώνονταν στο ένα τρίτο των επιπέδων του δείγματος του μάρτυρα και αυτά τα φρούτα διατηρούσαν χαμηλή βιταμίνη C και στο τελικό δείγμα.

Παράγοντες που αφορούν την ποιότητα της εμφάνισης είναι το σχήμα, το μέγεθος, το χρώμα και η μη ύπαρξη ελαττωμάτων και σήψεων. Παράγοντες που αφορούν την υφή είναι η αντίσταση του καρπού στην πίεση, το πόσο χυμώδης είναι και η αλευρότητα (περιεκτικότητα καρπού σε άμυλο, που σχετίζεται άμεσα με την αίσθηση της σκληρότητας του ακτινιδίου). Η ποιότητα της γεύσης εξαρτάται από τη γλυκύτητα (τύποι και συγκεντρώσεις των σακχάρων), το πόσο ξινό είναι ή την οξύτητα (τύποι και συγκεντρώσεις οξέων), τη στυφότητα (φαινολικές ενώσεις) και το άρωμα (συγκεντρώσεις των πτητικών ενώσεων που ενεργοποιούν την όσφρηση) (Woodward, 2006). Από τα διάφορα χαρακτηριστικά του καρπού κάποια χρησιμοποιούνται ως παράγοντες για να προσδιοριστεί η ποιότητα του καρπού αλλά και το στάδιο ωρίμανσης, το οποίο θα μας οδηγήσει στο ακριβές στάδιο συλλογής, το οποίο έχει άμεση σχέση με την μετέπειτα οργανοληπτική και εμπορική ποιότητα του καρπού κατά τη διακίνηση και την κατανάλωση.

Το ακριβές στάδιο ωρίμανσης του ακτινιδίου προσδιορίζεται καλύτερα αν λάβουμε υπόψη μας ορισμένους φυσικοχημικούς και μηχανικούς παράγοντες οι οποίοι εξασφαλίζουν τόσο την καλή συντήρηση, όσο και την εξέλιξη της φυσικής ωρίμανσης του καρπού. Από τους μεν φυσικοχημικούς παράγοντες οι σπουδαιότεροι είναι ο ‘ δείκτης διάθλασης’ και η οξύτητα του χυμού, από τους δε μηχανικούς είναι η αντίσταση του καρπού στην πίεση δηλαδή η συνεκτικότητα του. Ο ‘δείκτης διάθλασης’, σύμφωνα με τους περισσότερους ερευνητές, είναι ο πιο σημαντικός απ’

όλους γιατί επηρεάζει αποφασιστικά τόσο το χρόνο αποθήκευσης όσο και την εξέλιξη των οργανοληπτικών ιδιοτήτων του καρπού και μετρά αυτό που ονομάζουμε διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) (Δημουλάς, 1988).

Ο καρπός θεωρείται ότι είναι ώριμος για συγκομιδή, όταν η περιεκτικότητα σε ΔΣΣ υπερβαίνει το 6,25% (6,5% περίπου).

Όσον αφορά την οξύτητα αυτή καθορίζεται από διάφορα οξέα τα οποία βρίσκονται στο καρπό. Τα κυριότερα οξέα του ακτινιδίου είναι το μηλικό, το κιτρικό και το κινικό οξύ. Η περιεκτικότητα στα οξέα αυτά ακολουθεί την καμπύλη της ολικής οξύτητας, δηλαδή αυξάνει στα μέσα του καλοκαιριού, οπότε παρουσιάζεται ένα μέγιστο και μετά μειώνεται. Κατά τη συγκομιδή, τα οργανικά οξέα αποτελούν έως και το 3% περίπου του νωπού βάρους και γι' αυτό ο καρπός είναι ιδιαίτερα όξινος (Παλούκης και Ντινόπουλος, 1989).

Το υψηλής ποιότητας ακτινίδιο δεν θα πρέπει να είναι συρρικνωμένο λόγω απώλειας νερού και πρέπει να είναι απαλλαγμένο από ηλιακά εγκαύματα, ουλές, σχισίματα, τραυματισμούς από έντομα, μωλωπισμούς, και εσωτερική κατάρρευση. Όταν είναι ώριμο προς κατανάλωση το φρούτο πρέπει να έχει τουλάχιστον 14% ΔΣΣ με σκληρότητα σάρκας περίπου 0,9 με 1,0 κιλά δύναμης [Πηγή 6], η οποία είναι η δύναμη διείδυσης και μετριέται με έμβολο διαμέτρου 8 mm (Crisosto and Mitchell, 2002). Τα τελευταία χρόνια η μέτρηση της ξηράς ουσίας του καρπού στη συγκομιδή και το ειδικό του βάρος έχουν συσχετιστεί πολύ καλά με την τελική συγκέντρωση των καρπών σε ΔΣΣ και την οργανοληπτική τους ποιότητα στην ωρίμανση, φυσικά.

Από τα παραπάνω χαρακτηριστικά πολλά έχουν γίνει θέμα έρευνας όπως έκαναν οι Gui et al. (1992), αλλά και βελτίωσης όπως έκαναν και οι Wismer et al. (2003), οι οποίοι μελέτησαν χαρακτηριστικά του καρπού ακτινιδίου σχετικά με τη γεύση και την οσμή.

2.9 Η ποικιλία Hayward

Η ποικιλία Hayward, Νεαζηλανδικής προέλευσης, αν και υπήρχε από το 1920, διαδόθηκε εμπορικά σε μεγάλη κλίμακα την δεκαετία του 1970. Δίνει φυτά μέσης ζωηρότητας και παραγωγικότητας. Σχηματίζει συνήθως μονήρη άνθη τα οποία δίνουν καρπούς που ωριμάζουν όψιμα (Ferguson, 1999). Ο καρπός είναι μεγάλος, ομοιόμορφος με βάρος που κυμαίνεται τις περισσότερες φορές από 90-100 g όταν

βέβαια αραιωθεί κανονικά. Έχει σχήμα ελλειψοειδές και καλή γεύση, κάτι που μπορεί να αποδοθεί στην καλή αναλογία σακχάρων προς οξέα (Βασιλακάκης, 2010). Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της ποικιλίας, στο οποίο έχει αποδοθεί η μεγάλη της εξάπλωση, είναι η πολύ μεγάλη συντηρησιμότητα της, καθώς επίσης και η αντοχή της στις μεταφορές και τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς (Ferguson, 1999). Τέλος η ποικιλία Hayward επιλέγεται συχνά διότι έχει καλή προσαρμοστικότητα σε μια σειρά κλιμάτων από υποτροπικά μέχρι ήπια εύκρατα (Williams, 1983).

2.10 Συντήρηση οπωροκηπευτικών με ψύξη

Τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά συνιστούν ζωντανούς οργανισμούς και εφόσον χαρακτηρίζονται από την εποχικότητα και υψηλή φθαρτότητα, είναι επιβεβλημένη η διατήρηση των ιστών τους σε καλή κατάσταση, έως ότου φτάσουν στον καταναλωτή. Με τη συντήρηση επιδιώκεται η αποθήκευση αυτών σε ελεγχόμενες συνθήκες τουλάχιστον θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας με σκοπό την παράταση της εμπορικής τους ζωής και τη διατήρηση της ποιότητας τους μετά τη συλλογή. Αυτό επιτυγχάνεται με την ψύξη, με την οποία:

1. Επιβραδύνονται οι μεταβολικές δραστηριότητες του προϊόντος σε χαμηλές θερμοκρασίες χωρίς όμως να υφίστανται κίνδυνο παγώματος ή ζημιάς από χαμηλές θερμοκρασίες άνω το μηδενός (chilling injury)
2. Περιορίζεται η ανάπτυξη μικροοργανισμών (σε χαμηλές θερμοκρασίες και με ελάχιστη υγρασία στην επιφάνεια του προϊόντος)
3. Ελαττώνεται ο ρυθμός των χημικών αντιδράσεων
4. Ελαττώνεται η απώλεια υγρασίας (εφ' όσον η σχετική υγρασία του θαλάμου είναι η ιδανική για τη συντήρηση του προϊόντος) (Kader, 1992).

Αρχικά με τη χρήση πάγου (στα πολύ ευαίσθητα προϊόντα) και στη συνέχεια με τη μηχανική ψύξη δημιουργήθηκαν παγκοσμίως ψυκτικοί χώροι, με τους οποίους εξασφαλίζεται πλέον η συντήρηση και διάθεση νωπών προϊόντων για πολλούς μήνες του έτους. Ανάλογα με το προϊόν οι θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 0 και 12 °C, ενώ η άριστη σχετική υγρασία για τα περισσότερα

φρούτα και λαχανικά είναι 85 – 95%, ώστε να αποφεύγεται η αφυδάτωσή τους αλλά και η σήψη τους (Σφακιωτάκης, 1995).

2.11 Αιθυλένιο

Το αιθυλένιο είναι η απλούστερη οργανική ένωση, η οποία παράγεται από τους φυτικούς ιστούς και ασκεί τη φυσιολογική του δράση σε αέρια μορφή. Ως προϊόν του μεταβολισμού παράγεται από όλους σχεδόν τους φυτικούς ιστούς και από ορισμένους μικροοργανισμούς. Στους φυτικούς ιστούς παράγεται από το αμινοξύ μεθειονίνη το οποίο μετατρέπεται σε S-αδενοσυλ-μεθειονίνη (SAM). Από το SAM σχηματίζεται 1-αμινο-κυκλοπροπάνιο-1-καρβοξυλικό οξύ (ACC). Η μετατροπή του ACC σε αιθυλένιο γίνεται από ένα ένζυμο – οξειδάση (οξειδάση του ACC) που φαίνεται να βρίσκεται δεσμευμένο στις κυτταρικές μεμβράνες.

Ως φυτορμόνη το αιθυλένιο ρυθμίζει πολλές φυσιολογικές λειτουργίες της αύξησης και ανάπτυξης αλλά κυρίως ασκεί επίδραση στην ωρίμανση και το γηρασμό των φυτικών ιστών. Το αέριο είναι φυσιολογικώς ενεργό σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις και η παρουσία του στους χώρους αποθήκευσης – συντήρησης ευθύνεται κατά ένα μεγάλο μέρος για τη φυσιολογική φθορά των οπωροκηπευτικών προϊόντων. Η φθαρτότητα των προϊόντων σχετίζεται με την ευαισθησία των ιστών στο αιθυλένιο και κυρίως με την επικράτηση συνθηκών (θερμοκρασίας, καταπόνησης) που ενισχύουν τη δράση του αιθυλενίου. Την παραγωγή αιθυλενίου επηρεάζει το στάδιο ωριμότητας, η μεταχείριση του προϊόντος (θερμοκρασία, συγκέντρωση οξυγόνου και CO₂), η παρουσία παθογόνων οργανισμών (μυκήτων) και οι μηχανικές ζημιές των καρπών (Σφακιωτάκης, 1995).

2.12 Συντήρηση ακτινιδίων και αιθυλένιο

Ένα από τα βασικότερα συστατικά της μεγάλης εμπορικής δυνατότητας των καρπών ακτινιδιάς είναι η συντηρησιμότητά τους για πολλούς μήνες σε κατάλληλες συνθήκες. Τα ακτινίδια μετά τη συγκομιδή μπορούν να αποθηκευτούν με επιτυχία για 4 – 6 μήνες. Οι κύριες συνθήκες που απαιτούνται για να επιτευχθεί αυτό είναι η χαμηλή θερμοκρασία (0 °C), η υψηλή σχετική υγρασία (95%) και η απουσία αιθυλενίου (<0,01 ppm) (Cheah and Irving, 1997). Το ακτινίδιο μπορεί να συντηρηθεί σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα με αύξηση των επιπέδων του CO₂ και μείωση των

επιπέδων του O₂, η οποία επιβραδύνει το μαλάκωμα του ακτινιδίου (Harman and McDonald, 1983). Το χαμηλό O₂ (2 -3%) σε συνδυασμό με ένα ποσοστό CO₂ της τάξεως του 3 - 5% στους αποθηκευτικούς χώρους, μπορεί να επιβραδύνει το ρυθμό μαλακώματος των καρπών ακτινιδιάς και να παρατείνει τη συντηρησιμότητα των καρπών για 3-4 μήνες σε σχέση με τη συντήρηση στον αέρα. Η χρησιμοποίηση θαλάμων στους οποίους αφαιρείται το αιθυλένιο επίσης συστήνεται και χρησιμοποιείται διεθνώς (Antunes and Sfakiotakis, 2002).

Εντούτοις, σύμφωνα με κάποιες αναφορές (Hertog et al., 2004) η αποθήκευση σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα μειώνει την ποιότητα του καρπού της ποικιλίας 'Hayward' επηρεάζοντας την ανταλλαγή αερίων μεταξύ του περιβάλλοντος και του εσωτερικού του καρπού. Σημαντικό ρόλο για την επιτυχή συντήρηση των καρπών διαδραματίζει και η φυσιολογική κατάσταση τους κατά τη συγκομιδή. Τα ακτινίδια που συγκομίζονται με συγκέντρωση ΔΣΣ κατώτερη από 6,2% δεν έχουν καλή αποθηκευτική ικανότητα, διότι παρουσιάζουν σε μεγάλο ποσοστό κατάρρευση της σάρκας μετά από συντήρηση 3 μηνών στους 0 °C (Crisosto and Crisosto, 2001). Επίσης οι καρποί που παρουσιάζουν πρώιμο μαλάκωμα δεν έχουν τις προϋποθέσεις για μακρά συντήρηση (Παλούκης και Ντινόπουλος, 1989). Σε οποιοσδήποτε συνθήκες συντήρησης, η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά του καρπού του ακτινιδίου αυξάνεται κατά τις πρώτες 60 ημέρες της αποθήκευσης και παραμένει σταθερή από εκεί και έπειτα λόγω της υδρόλυσης του αμύλου του καρπού με τη δράση της αμυλάσης (Antunes and Sfakiotakis, 2002). Αυτό έχει και σαν αποτέλεσμα τη μείωση της σκληρότητας σάρκας των ακτινιδίων καθώς το άμυλο παίζει σημαντικό ρόλο στην αίσθηση της σκληρότητας των ακτινιδίων. Οι επιδράσεις του ενδογενούς αιθυλενίου δεν λαμβάνονται υπόψη στα αρχικά στάδια της συντήρησης γιατί το ακτινίδιο αρχίζει να παράγει αιθυλένιο από τη στιγμή που η αντοχή του στην πίεση μειωθεί κάτω από τα 10 N (Ritenour et al., 1999).

Η παραγωγή αιθυλενίου βρέθηκε να αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από τους 17 °C και μέχρι τους 35 °C (Antunes and Sfakiotakis, 2000). Σύμφωνα με τους προαναφερθέντες ερευνητές, η ωρίμανση δεν επιταχύνθηκε αλλά ήταν παρόμοια στις θερμοκρασίες μεταξύ των 20 και 35 °C. Πάνω από αυτή τη θερμοκρασία (35 °C) η ωρίμανση μειώνεται καθώς η καταπόνηση από τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες (heat shock) μειώνει την παραγωγή αιθυλενίου, παρότι η αναπνοή αυξάνεται ως ένα σημείο (Antunes and Sfakiotakis, 2000).

Η μείωση του ρυθμού ωρίμανσης στις υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να οφείλεται στη μειωμένη παραγωγή ή δραστηριότητα των ενζύμων (πολυγαλακτουρονάση, πηκτινομεθυλεστεράση) που συμβάλουν στο χαλάρωμα των κυτταρικών τοιχωμάτων όπως έχει δειχθεί για άλλα φρούτα και εν προκειμένω για τα μήλα (Lurie and Klein, 1990). Πάντως η παραγωγή αιθυλενίου στο ακτινίδιο μειώνεται και τείνει να μηδενιστεί, όταν η θερμοκρασία πέφτει χαμηλά και συγκεκριμένα κάτω από τους 11 °C (Antunes et al., 2000).

Η βιοσύνθεση του αιθυλενίου είναι μια διαδικασία στην οποία συμμετέχουν πολλοί παράγοντες, ένας από αυτούς είναι το O₂ που αποτελεί υπόστρωμα της ACC οξειδάσης (Pech et al., 1994). Αυτός είναι και ένας λόγος που περιορίζεται το μαλάκωμα σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα, αφού μειώνεται το οξυγόνο και επομένως η παραγωγή αιθυλενίου.

Η αύξηση χρόνου συντήρησης των καρπών μπορεί να γίνει με τη χρήση χημικών ουσιών, όπως για παράδειγμα το σαλικυλικό οξύ που διαδραματίζει ρόλο στην ωρίμανση του καρπού επιβραδύνοντας το μαλάκωμα της σάρκας, καθώς παρεμβαίνει στη βιοσύνθεση του αιθυλενίου μέσω της μείωσης της δραστηριότητας της ACC συνθάσης (Zhang et al., 2003). Εκτός από τη διατήρηση του ακτινιδίου ως ολόκληρου καρπού, σημασία έχει και η διατήρησή του και σε άλλες μορφές, όπως σε φέτες αποφλοιωμένες έτοιμες για κατανάλωση, οι οποίες γενικά εμφανίζουν πολύ μικρή αποθηκευτική ζωή. Όμως μπορούν να διατηρηθούν για 9 – 12 ημέρες στους 0 – 2 °C σε συνδυασμό με μεταχείριση με ασβέστιο και αποθήκευσή τους σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (Agar et al., 1999). Με προσθήκη methyl jasmonate οι φέτες ακτινιδίου διατηρήθηκαν στους 10 °C σε πολύ καλή κατάσταση για 3 εβδομάδες τουλάχιστον (Wang and Buta, 2003).

2.13 1-MCP, παρεμποδιστής δράσης του αιθυλενίου

Το 1-MCP (1-μεθυλοκυκλοπροπένιο) έχει παρόμοια δομή με το αιθυλένιο. Αυτή η ομοιότητα που έχουν επιτρέπει στο 1-MCP, να αλληλεπιδρά με τους υποδοχείς αιθυλενίου των κυττάρων των καρπών. Το 1-MCP απελευθερώνεται εύκολα στους χώρους συντήρησης και στη συνέχεια αλληλεπιδρά με τους υποδοχείς αιθυλενίου για τον προσωρινό αποκλεισμό τους έως ότου οι καρποί εξέλθουν από το ψυχόμενο περιβάλλον το οποίο βρίσκονται [Πηγή 7]. Μια απλή έκθεση των καρπών στο 1-MCP μπορεί σε μικρό χρονικό διάστημα να καταστήσει τον φυτικό ιστό αναίσθητο

στο αιθυλένιο (Mir et al., 2001). Η αποτελεσματικότητα του 1-MCP για την καθυστέρηση ωρίμανσης των φρούτων εξαρτάται από το στάδιο ωριμότητας των φρούτων κατά τη συγκομιδή, από τη συγκέντρωση 1-MCP που εφαρμόζεται και από το χρόνο έκθεσης φρούτων σε αυτό, τις συνθήκες συντήρησης και τη θερμοκρασία φρούτων κατά τη στιγμή της εφαρμογής του 1-MCP [Πηγή 8].

Το 1-MCP έχει χρησιμοποιηθεί εκτενέστατα τα τελευταία 4-5 έτη σε πολλές χώρες του κόσμου για τη διατήρηση της σκληρότητας της σάρκας των ακτινιδίων και επομένως για την επιμήκυνση της χρήσιμης διάρκειας συντήρησης τους και τη μεταφορά τους. Όμως συχνά έχει βρεθεί να παρεμποδίζει την ωρίμανση των ακτινιδίων μετά τη συντήρηση και κατά τη διάρκεια της ζωής στο ράφι (είναι η περίοδος που τα ακτινίδια διατηρούνται σε συνθήκες δωματίου – εκτός ψύξης – για να ωριμάσουν και να γίνουν εύληπτα από τους καταναλωτές). Ένα μέρος (ή και ολόκληρο) αυτής της περιόδου ζωής στο ράφι λαμβάνει χώρα κατά τη διακίνηση στο λιανεμπόριο. Αν δεν ολοκληρωθεί η ωρίμανση, τα ακτινίδια είναι σκληρά και ιδιαίτερα όξινα. Αυτός είναι και ο λόγος που λίγα σχετικά ακτινίδια καταναλώνονται στον κόσμο παρά την υψηλή τους θρεπτική αξία και μακρά διαθεσιμότητα. Αυτή λοιπόν την ωρίμανση φαίνεται ότι παρεμποδίζει σε μερικές περιπτώσεις το 1-MCP. Μέθοδοι να αποφευχθεί αυτό είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν. Η συντήρηση σε υψηλότερες του μηδενός θερμοκρασίες θα μπορούσε να είναι μία από αυτές τις μεθόδους. Η τεχνητή ωρίμανση με αιθυλένιο μετά τη συντήρηση θα μπορούσε ακόμα να είναι πιθανή μέθοδος. Η τελευταία βέβαια απαιτεί νέες εγκαταστάσεις ή μεταχειρίσεις αυξάνοντας το κόστος του προϊόντος.

Μια ακόμη πιθανά χρήσιμη μέθοδος θα ήταν η διακοπή της ψυχοσυντήρησης με αύξηση της θερμοκρασίας κάποια στιγμή κατά τη συντήρηση για ελάχιστες ημέρες, ώστε να δοθεί η δυνατότητα στους καρπούς να παράγουν αιθυλένιο και νέους υποδοχείς του αιθυλενίου. Αυτό πιθανόν να μπορούσε να προκαλέσει την έναρξη της ωρίμανσης. Κατόπιν οι καρποί συνεχίζουν να συντηρούνται στους 0 °C και η ωρίμανση επιβραδύνεται έως την έξοδο των καρπών από το ψυγείο για τη διακίνηση τους προς το λιανεμπόριο. Αυτό διεθνώς ονομάζεται conditioning ή intermittent warming. Δεν έχει μελετηθεί στα ακτινίδια, παρά μόνο στα ροδάκινα, ένα άλλο κλιμακτηρικό καρπό που είναι όμως ευαίσθητος στην ψυχοσυντήρηση (chilling injury). Αυτή η μέθοδος στα ροδάκινα αύξησε τη διάρκεια συντήρησης των καρπών διατηρώντας την ποιότητα τους και τη δυνατότητα ωρίμανσης τους για μεγαλύτερο

χρονικό διάστημα. Παρουσιάζει ενδιαφέρον αν η μέθοδος αυτή δύναται να μειώσει τις αρνητικές απώλειες της εφαρμογής 1-MCP στην ποιότητα των ακτινιδίων.

3. Υλικά και μέθοδοι

3.1 Προέλευση και ποικιλία καρπών

Μελετήθηκαν ακτινίδια ποικιλίας Hayward από δυο διαφορετικές περιοχές και σε δυο διαφορετικές περιόδους συγκομιδής (νωρίς και προχωρημένης ωρίμανσης, αντίστοιχα, για την περιοχή Έδεσσας μόνο). Οι περιοχές από όπου προήλθαν τα ακτινίδια αυτά είναι: από ακτινιδεώνα στην περιοχή της Έδεσσας (Μακεδονία) και από ακτινιδεώνα στην περιοχή της Ζαγοράς (Θεσσαλία). Το σύστημα διαμόρφωσης του ακτινιδεώνα της Έδεσσας είναι κρεβατίνα (5 x 5μ), η άρδευση γίνεται με κατάκλιση και το κλάδεμα έγινε αρχές Ιανουαρίου. Τη συγκεκριμένη χρονιά (όχι για λόγους σχετικούς με το πείραμα) δεν εφαρμόστηκε καθόλου λίπανση. Η πρώτη συγκομιδή στον ακτινιδεώνα της Έδεσσας έγινε στις 25/10/2012, 30 καρποί από αυτή τη συγκομιδή διατηρήθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι τις 27/10/2012, οπότε έγιναν οι αρχικές μετρήσεις ποιότητας. Οι υπόλοιποι καρποί αυτής της συγκομιδής αποθηκεύτηκαν στα ψυγεία της Σέξτου Αφοί Νέα Εξφρούτ ΑΒΕΕ. Η δεύτερη συγκομιδή έγινε στις 18/11/2012 από τον ακτινιδεώνα της Έδεσσας και από τον ακτινιδεώνα της Ζαγοράς. Ο ακτινιδεώνας της Ζαγοράς ήταν διαμορφωμένος σε κρεβατίνα και οι καλλιεργητικές εργασίες έγιναν παρόμοια με τον ακτινιδεώνα στην Έδεσσα, εκτός της λίπανσης που έγινε σε 3 δόσεις (Μάρτιο, Μάιο, Σεπτέμβριο) με πλήρη λιπάσματα βάσει των κανόνων της ολοκληρωμένης διαχείρισης που εφαρμόζεται στον Α.Σ. Ζαγοράς. Από τότε και στο εξής όλοι οι καρποί συντηρήθηκαν στα ψυγεία του Αγροτικού Συνεταιρισμού Ζαγοράς Πηλίου, σε θάλαμο με 0 °C, 95% ΣΥ και απορρόφηση αιθυλενίου (καταλυτική καύση αιθυλενίου για διατήρηση του σε συγκέντρωση εντός του θαλάμου <10 ppb). Αρχικές μετρήσεις ποιότητας στα ακτινίδια της δεύτερης συγκομιδής έγιναν στις 23/11/2012.

3.2 Μεταχειρίσεις

Οι μεταχειρίσεις των ακτινιδίων είχαν ως εξής:

A) Μάρτυρας, χωρίς 1-MCP (αποθήκευση στον ανωτέρω θάλαμο με τις επόμενες μεταχειρίσεις αλλά μετά την εφαρμογή του 1-MCP) και παραμονή στους 0 °C συνεχώς. Έξοδος τους 2, 3,5, και 5 μήνες μετά και μετρήσεις μετά από 5 ημέρες ζωή στο ράφι.

B) Εφαρμογή 1-MCP (εφαρμογή 2-4 ημέρες μετά τη συγκομιδή των πρώτων εισερχόμενων καρπών συγκέντρωσης 625 ppb) και παραμονή στους 0 °C συνεχώς. Έξοδος 2, 3,5 και 5 μήνες μετά και μετρήσεις ποιότητας μετά από 5 ημέρες ζωή στο ράφι.

Γ) Εφαρμογή 1-MCP όπως ανωτέρω, παραμονή στους 0 °C έως και τις αρχές Φεβρουαρίου (3,5 μήνες μετά τη συγκομιδή), διατήρηση στους 20 °C για 2 ημέρες (conditioning), επανατοποθέτηση στους 0 °C για 1,5 μήνα (5 μήνες μετά τη συγκομιδή), έξοδος και μέτρηση ποιότητας μετά από 5 ημέρες ζωή στο ράφι. Επίσης, μετρήσεις ποιότητας μετά την εφαρμογή του conditioning.

Για την κάθε μεταχείριση από τις παραπάνω και σε κάθε μέτρηση είχαμε τρεις επαναλήψεις και η κάθε επανάληψη είχε 7 ή 10 καρπούς.

3.3 Μετρήσεις ποιότητας ακτινιδίων

3.3.1 Προσδιορισμός χρώματος σάρκας

Για τον προσδιορισμό του χρώματος της σάρκας χρησιμοποιήθηκε χρωματόμετρο Minolta (μοντέλο CR-400, Konica Minolta Optics Inc, Japan). Ο προσδιορισμός χρώματος της σάρκας των ακτινιδίων γινόταν αφού πρώτα είχε αφαιρεθεί τμήμα της φλούδας με τη βοήθεια ξυραφιού, στον ισημερινό του καρπού (το μέσο της απόστασης ποδίσκου – κάλυκα). Για να πάρουμε την τελική τιμή για κάθε μία από τις παραμέτρους L^* , a^* , b^* , ρυθμίζαμε το χρωματόμετρο ανάλογα με τον αριθμό των καρπών με δύο μετρήσεις ανά καρπό της επανάληψης και καταγράφαμε το μέσο όρο της επανάληψης (ΜΟ από 14 ή 20 μετρήσεις). Από τις παραμέτρους L^* , a^* , b^* , οι a^* και b^* χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των χρωματικών παραμέτρων C^* και h° . Το L^* έχει κλίμακα από το 0-100, όπου $L^*=0$ είναι το μαύρο και $L^*=100$ το

άσπρο. Όσο πιο μεγάλο είναι το L^* τόσο πιο φωτεινό είναι το χρώμα του καρπού. Τα 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, αν είναι αρνητικό και όσο πιο μικρό είναι, τόσο πιο πράσινου - 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 Hue (h°) είναι η απόχρωση που δίνεται από το αντισυνημίτονο τους 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° δίνουν το ακριβές, πραγματικό χρώμα ιδιαίτερα για έγχρωμους καρπούς, όπως τα κόκκινα μήλα. Η παράμετρος a^* είναι συνήθως πιο κατάλληλη για την περιγραφή του πραγματικού πράσινου χρώματος.

3.3.2 Προσδιορισμός σκληρότητας σάρκας

Για τον προσδιορισμό της σκληρότητας των καρπών χρησιμοποιήθηκε το πενετρόμετρο της εταιρείας Turoi Srl, Fruit Firmness Tester. Η μέτρηση αυτή έγινε με έμβολο διαμέτρου 8 mm. Σε κάθε καρπό γίνονταν δύο μετρήσεις, από μία σε κάθε πλευρά του καρπού, που βρίσκονται αντίθετα κατά μήκος της μεγάλης διαμέτρου. Η κάθε μέτρηση γίνονταν στο σημείο όπου προηγουμένως είχαμε αφαιρέσει τη φλούδα. Σαν τελική τιμή σκληρότητας σάρκας για κάθε καρπό καταγράφονταν ο μέσος όρος αυτών των δύο μετρήσεων.

3.3.3 Προσδιορισμός ολικών διαλυτών στερεών συστατικών

Ο προσδιορισμός των διαλυτών στερεών συστατικών έγινε με απευθείας απόθεση χυμού, 1-2 σταγόνες από το χυμό όλων των καρπών της κάθε επανάληψης για κάθε μεταχείριση, στο φακό του φορητού ψηφιακού διαθλασίμετρου Pocket Refractometer Pal-1 της Atago με αυτόματη ρύθμιση της θερμοκρασίας, μέχρι να πληρωθεί η εσοχή και να γίνει η μέτρηση. Τα αποτελέσματα λαμβάνονταν σε ποσοστό (%) σε βαθμούς Brix.

3.3.4 Προσδιορισμός ποσοστού ξηρής ουσίας

Ο προσδιορισμός της ξηρής ουσίας έγινε με τη λήψη ενός κομματιού από τον ισημερινό κάθε καρπού της κάθε επανάληψης για κάθε μεταχείριση. Έπειτα τα κομμάτια της κάθε μεταχείρισης τοποθετούνταν σε χάρτινη θήκη και ζυγίζονταν σε ζυγό (νωπό βάρος) και τοποθετούνταν στο φούρνο σε θερμοκρασία 80 °C για 72 ώρες. Στη συνέχεια η χάρτινη θήκη με τα κομμάτια των καρπών ξαναζυγίζονταν στον ίδιο ζυγό (ξηρό βάρος). Ο προσδιορισμός του ποσοστού προέκυψε από τη διαίρεση του ξηρού βάρους προς το νωπό και το αποτέλεσμα πολλαπλασιάζονταν επί 100.

3.3.5 Προσδιορισμός οξύτητας

Σε ένα ποτήρι ζέσεως τοποθετούσαμε 2 g χυμού όλων των καρπών της κάθε επανάληψης, για κάθε μεταχείριση και αραιώναμε με 18 g νερό. Η μέτρηση γίνονταν με τη βοήθεια του ψηφιακού πεχαμέτρου HI 9024. Το ηλεκτρόδιο του πεχαμέτρου τοποθετούνταν στο παραπάνω διάλυμα, λαμβάνονταν το αρχικό pH του διαλύματος και γίνονταν τιτλοδότηση με 0,1 N NaOH, ενώ γινόταν συνεχώς ανάδευση. Η τιτλοδότηση σταματούσε όταν το pH έφτανε το 8,2 και τότε καταγραφόταν η ποσότητα NaOH που καταναλώθηκε. Βάσει κατάλληλης εξίσωσης υπολογίζονταν η συγκέντρωση % μηλικού οξέος (το κύριο οξύ των ακτινιδίων) στο χυμό των ακτινιδίων.

3.3.6 Προσδιορισμός συνολικών φαινολικών οξέων

Για την μέτρηση των φαινολικών ακολουθήσαμε τα παρακάτω βήματα τα οποία περιγράφονται στο πρωτόκολλο του Εργαστηρίου Δενδροκομίας:

- 1) Παρασκευή του αραιού διαλύματος Folin-Ciocalteu:

Προσθήκη 25 mL Folin-Ciocalteu εμπορίου σε 225 mL νερό (αραίωση 1:10).

Χρήση μόνο για την ημέρα παρασκευής.

- 2) Παρασκευή διαλύματος ανθρακικού νατρίου Na_2CO_3 (0,075 g Na_2CO_3 ανά mL) :

Προσθήκη 75 g άνυδρου ανθρακικού νατρίου Na_2CO_3 σε 925 mL νερού.

Διατήρηση στο ράφι.

3) Προσδιορισμός με καμπύλη αναφοράς γαλλικού οξέος :

Για την παρασκευή stock διαλύματος γίνεται προσθήκη 0,5 g ξηρού γαλλικού οξέως σε 100 mL νερό (5 mL γαλλικού οξέος ανά ml ή 500 mg%).

Ακολουθούσε θέρμανση με ταυτόχρονη ανάμειξη σε stirrer έως ότου διαλυθεί τελείως. Τέλος διατηρούνταν στο ψυγείο για λίγες εβδομάδες.

Πίνακας 3.1 Αραιώσεις διαλυμάτων για τον προσδιορισμό των φαινολικών οξέων

Τελική συγκέντρωση (mg%)	Προσθήκη stock διαλύματος (ml)	Προσθήκη νερού (ml)
2,5	0,25	50
5	0,5	49,5
7,5	0,75	49,25
10	1	49
15	1,5	48,5

Η μέτρηση των φαινολικών γίνονταν ως εξής:

Παίρναμε ένα κομμάτι από κάθε καρπό της επανάληψης, τα κομμάτια αυτά τα αλέθαμε σε μπλέντερ. Στη συνέχεια ζυγίζαμε 5 g ιστού και τα βάζαμε σε σωλήνα φυγοκέντρωσης. Έπειτα προσθέταμε 25 mL μεθανόλη, ομογενοποιούσαμε με ομογενοποιητή Turrax για 1 λεπτό και το καλύπταμε με παραφίλμ. Τέλος το φυγοκεντρούσαμε για 10 λεπτά στις 5000 r/min και έπειτα γίνονταν λήψη του υπερκείμενου σε ογκομετρική φιάλη των 25 mL.

Στη συνέχεια παίρναμε με το σιφόνιο 2 mL εκχυλίσματος και τοποθετούσαμε σε δοκιμαστικό σωλήνα, προσθέταμε 2 mL νερό, 10 mL Folin, τα ανακινούσαμε, και τέλος προσθέταμε 8 mL Na_2CO_3 , τα ανακινούσαμε καλά ξανά, καλύπταμε με παραφίλμ και τα αφήναμε στο σκοτάδι για 1 ώρα.

Στο μπλε διάλυμα που δημιουργούταν μετρούσαμε με φασματοφωτόμετρο την απορρόφηση στα 760 nm. Η συγκέντρωση των συνολικών φαινολικών στο χυμό κάθε επανάληψης προσδιοριζόταν με τη βοήθεια καμπύλης αναφοράς με συγκεντρώσεις 2,5, 5, 7,5, 10, 15 (mg%) γαλλικού οξέος (Πίν. 3.1).

3.3.7 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής ικανότητας

Για τη μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο DPPH ακολουθούσαμε την εξής διαδικασία:

1. Πολτοποίηση των δειγμάτων ακτινιδίου
2. Λήψη 5 g πολτοποιημένου ιστού ακτινιδίου σε σωλήνα φυγοκέντρησης
3. Προσθήκη 25 mL μεθανόλης
4. Ομογενοποίηση για 1 λεπτό στον ομογενοποιητή Tuptax
5. Φυγοκέντρηση για 10 λεπτά στις 5000 r/min
6. Λήψη υπερκείμενου σε ογκομετρική φιάλη των 25 mL

DPPH 100 μ M Για την παρασκευή του προσθέσαμε 0,019716 g DPPH (M.B. = 394,32) σε 500 mL απιονισμένο νερό.

Για τη μέτρηση των αντιοξειδωτικών παίρναμε με μηχανική πιπέτα 100 μ L από το εκχύλισμα που αναφέραμε προηγουμένως και τοποθετούσαμε σε δοκιμαστικούς σωλήνες. Κατόπιν προσθέταμε 2900 μ L DPPH. Καλύπταμε με παραφίλμ, ανακινούσαμε καλά με vortex, και τα αφήναμε στο σκοτάδι για 30 λεπτά. Μετά το πέρας της ώρας μετρούσαμε σε φασματοφωτόμετρο την απορρόφηση στα 517 nm ενώ ο μηδενισμός του φασματοφωτόμετρου γίνονταν με μεθανόλη. Για την έκφραση της ποσότητας αντιοξειδωτικών χρησιμοποιούνταν καμπύλη αναφοράς με συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος 0,3, 0,2, 0,15, 0,1, 0,05, 0,01%.

4. Αποτελέσματα

4.1 Ακτινίδια περιοχής Έδεσσας που συγκομίστηκαν νωρίς (27 Οκτωβρίου 2012)

Η φωτεινότητα της σάρκας των ακτινιδίων αυξήθηκε (οι τιμές της παραμέτρου L^* μειώθηκαν) από τη συγκομιδή έως και την 1^η έξοδο από την ψυχοσυντήρηση συν τη ζωή στο ράφι (Πίν. 4.1). Κατά την ψυχοσυντήρηση δεν βρέθηκαν διαφορές στην παράμετρο L^* της σάρκας των ακτινιδίων των τριών μεταχειρίσεων.

Το πράσινο χρώμα της σάρκας των ακτινιδίων μειώθηκε (οι τιμές της παραμέτρου a^* αυξήθηκαν) στην 1^η έξοδο των καρπών, δεν τροποποιήθηκε σημαντικά έως και τις αρχές Απριλίου, αλλά μειώθηκε λίγο ακόμα με τη ζωή στο ράφι μετά από 160 ημέρες ψυχοσυντήρησης (Πίν. 4.1). Και εδώ η παράμετρος a^* δεν επηρεάστηκε από τις μεταχειρίσεις.

Η παράμετρος Chroma μειώθηκε σημαντικά με την ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες σε σχέση με την τιμή που είχε στη συγκομιδή χωρίς ουσιαστικές αλλαγές κατά την περαιτέρω ψυχοσυντήρηση (Πίν. 4.1). Αυτό σημαίνει ότι το χρώμα της σάρκας έγινε λιγότερο καθαρό με την ψυχοσυντήρηση και με την μερική ωρίμανση. Και εδώ οι μεταχειρίσεις δεν τροποποίησαν σημαντικά την παράμετρο Chroma (καθαρότητα χρώματος) της σάρκας.

Η τιμή της πραγματικής απόχρωσης hue της σάρκας των ακτινιδίων αυξήθηκε κατά την ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες και δεν τροποποιήθηκε περαιτέρω με την ψυχοσυντήρηση (Πίν. 4.1). Με άλλα λόγια η απόχρωση της σάρκας έγινε λιγότερο πράσινη. Συνοπτικά και από τις 4 παραμέτρους του χρώματος σάρκας φαίνεται ότι τα ακτινίδια μετά από 98 ημέρες ψυχοσυντήρησης (στην 1^η έξοδο + ζωή στο ράφι) και μερικής ωρίμανσης (ζωή στο ράφι) έχασαν μέρος του πράσινου χρώματος τους και είχαν λιγότερο καθαρό χρώμα (πιο θολό). Οι μεταχειρίσεις και στην περίπτωση της απόχρωσης hue της σάρκας δεν προκάλεσαν κάποια αλλαγή, όπως και σε όλες τις παραμέτρους χρώματος σάρκας που παρουσιάσαμε ανωτέρω.

Η σκληρότητα σάρκας των ακτινιδίων μειώθηκε δραστικά με την ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες και τη ζωή στο ράφι (Πίν. 4.2). Η σκληρότητα της σάρκας μειώθηκε ελάχιστα περαιτέρω με την επιμήκυνση της ψυχοσυντήρησης. Συνολικά κατά την ψυχοσυντήρηση τα ακτινίδια του μάρτυρα είχαν μικρότερη σκληρότητα σε συγκεκριμένες περιόδους μετρήσεων από τις άλλες δύο μεταχειρίσεις.

Ουσιαστικές διαφορές στη σκληρότητα σάρκας μεταξύ των μεταχειρίσεων 1-MCP και conditioning δεν βρέθηκαν.

Τα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) του χυμού των ακτινιδίων αυξήθηκαν κατά την ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες και τη ζωή στο ράφι χωρίς άλλες σημαντικές αλλαγές κατά την περαιτέρω ψυχοσυντήρηση (Πίν. 4.2). Κατά την ψυχοσυντήρηση δεν βρέθηκαν διαφορές στα ΔΣΣ του χυμού των ακτινιδίων των τριών μεταχειρίσεων.

Η οξύτητα του χυμού των ακτινιδίων μειώθηκε σημαντικά από τη συγκομιδή έως και την 1^η έξοδο από την ψυχοσυντήρηση και τη ζωή στο ράφι. Η οξύτητα μειώθηκε περαιτέρω στις αρχές Μαρτίου, αλλά παρέμεινε σταθερή από εκεί και μετά (Πίν. 4.2). Οι μεταχειρίσεις δεν επηρέασαν ουσιαστικά την οξύτητα του χυμού των ακτινιδίων.

Η σχέση μεταξύ ΔΣΣ και οξύτητας του χυμού των ακτινιδίων συνεχώς αυξανόταν κατά τη διάρκεια της ψυχοσυντήρησης, με μία ραγδαία αύξηση κατά τη ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες με ελάχιστη αύξηση κατά την περαιτέρω διάρκεια ψυχοσυντήρησης (Πίν. 4.2). Συνολικά κατά την ψυχοσυντήρηση δεν βρέθηκαν ουσιαστικές διαφορές στη σχέση ΔΣΣ/οξύτητα στα ακτινίδια των τριών μεταχειρίσεων.

Κατά τη διάρκεια της ψυχοσυντήρησης βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στο ποσοστό ξηράς ουσίας των ακτινιδίων από τη συγκομιδή έως και την 1^η έξοδο, καθώς και από τη 1^η στη τελευταία έξοδο (Πίν. 4.3). Σε κάποιες από τις εξόδους από την ψυχοσυντήρηση τα ακτινίδια που δέχθηκαν 1-MCP είχαν μικρότερο ποσοστό ξηράς ουσίας από αυτά του μάρτυρα και του conditioning, χωρίς διαφορές μεταξύ των δύο αυτών μεταχειρίσεων.

Τα συνολικά φαινολικά οξέα του χυμού των ακτινιδίων είχαν σταθερή, σημαντική αύξηση από τη συγκομιδή έως κάθε έξοδο από την ψυχοσυντήρηση που μετρήθηκαν (Πίν. 4.3). Κατά την ψυχοσυντήρηση δεν βρέθηκαν διαφορές στα συνολικά φαινολικά οξέα των ακτινιδίων των τριών μεταχειρίσεων.

Η αντιοξειδωτική ικανότητα του χυμού των ακτινιδίων μειώθηκε σημαντικά με την ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες σε σχέση με την τιμή που είχε στη συγκομιδή, ενώ κατά την περαιτέρω ψυχοσυντήρηση δεν παρουσίασε σημαντικές μεταβολές (Πίν. 4.3). Οι μεταχειρίσεις και στην περίπτωση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του χυμού των ακτινιδίων δεν προκάλεσαν καμία αλλαγή.

Πίνακας 4.1 Μεταβολές στο χρώμα σάρκας ακτινιδίων που συγκομίστηκαν στην περιοχή Έδεσσας νωρίς (27 Οκτωβρίου 2012) κατά την ψυχοσυντήρηση και παραμονή στο ράφι, αφού δέχθηκαν 1-methylcyclopropene (1-MCP) ή όχι (μάρτυρας). Κάποια από τα ακτινίδια που δέχθηκαν στη συγκομιδή 1-MCP παρέμειναν για δύο ημέρες στους 20 °C / 55-65% ΣΥ πριν τη μέτρηση στις αρχές Φεβρουαρίου (conditioning) και μεταφέρθηκαν ξανά στους 0 °C για περαιτέρω συντήρηση.

Χρόνος	Μεταχείριση	L*	a*	Chroma	Hue (°)
27 Οκτ. (συγκομιδή)	Μάρτυρας	64,8	-10	42,8	103.6
7 Φεβρ. (98 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	57,6	-9,1	26,8	109.9
	Conditioning	57,9	-9,4	27,5	110
	1-MCP	57,3	-8,8	26,5	109.3
6 Μαρτ. (125 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	57,3	-9,1	27,9	109
	Conditioning	57,8	-8,8	27	109
	1-MCP	58	-8,8	27,6	108.4
3 Απρ. (158 ημ)	Μάρτυρας	57,3	-8,9	27,7	108,8
	Conditioning	57,1	-8,8	27,5	108,8
	1-MCP	57,5	-9,0	28,2	108,7
10 Απρ. (160 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	57,6	-8,5	27,5	108
	Conditioning	57,2	-8,2	27,4	107.5
	1-MCP	59	-8,7	28,4	107.8
Σημαντικότητα					
Χρόνος		***	***	***	***
Μεταχείριση		NS	NS	NS	NS
ΕΣΔ		1.49	0.49	0.99	0,79

Πίνακας 4.2 Μεταβολές στη σκληρότητα της σάρκας, στα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) και στην οξύτητα ακτινιδίων που συγκομίστηκαν στην περιοχή Έδεσσας νωρίς (27 Οκτωβρίου 2012) κατά την ψυχοσυντήρηση και παραμονή στο ράφι, αφού δέχθηκαν 1-methylcyclopropene (1-MCP) ή όχι (μάρτυρας). Κάποια από τα ακτινίδια που δέχθηκαν στη συγκομιδή 1-MCP παρέμειναν για δύο ημέρες στους 20 °C / 55-65% ΣΥ πριν τη μέτρηση στις αρχές Φεβρουαρίου (conditioning) και μεταφέρθηκαν ξανά στους 0 °C για περαιτέρω συντήρηση.

Χρόνος	Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (%)	ΔΣΣ / Οξύτητα
27 Οκτ. (συγκ.)	Μάρτυρας	76,7	6,0	2,6	2,3
	Cond.	-	-	-	-
	1-MCP	-	-	-	-
7 Φεβρ. (98 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	8,0	13,7	1,8	7,5
	Cond.	10,8	13,0	1,8	7,4
	1-MCP	7,8	13,2	1,5	8,6
6 Μαρτ. (125 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	6,8	13,8	1,5	9,2
	Cond.	7,1	13,7	1,5	9,2
	1-MCP	7,7	13,5	1,6	8,7
3 Απρ. (158 ημ.)	Μάρτυρας	7,2	13,6	1,5	8,9
	Cond.	7,6	13,7	1,6	8,4
	1-MCP	7,9	13,8	1,6	8,6
10 Απρ. (160 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	5,9	13,7	1,5	9,5
	Cond.	7,6	14,1	1,7	8,6
	1-MCP	6,5	13,7	1,5	9,2
Σημαντικότητα					
Χρόνος		***	***	***	***
Μεταχείριση		***	NS	*	*
ΕΣΔ		0,89	0,38	0,12	0,63

Πίνακας 4.3 Μεταβολές στη ξηρά ουσία, στα φαινολικά και στα αντιοξειδωτικά ακτινιδίων που συγκομίστηκαν στην περιοχή Έδεσσας νωρίς (27 Οκτωβρίου 2012) κατά την ψυχοσυντήρηση και παραμονή στο ράφι, αφού δέχθηκαν 1-methylcyclopropene (1-MCP) ή όχι (μάρτυρας). Κάποια από τα ακτινίδια που δέχθηκαν στη συγκομιδή 1-MCP παρέμειναν για δύο ημέρες στους 20 °C / 55-65% ΣΥ πριν τη μέτρηση στις αρχές Φεβρουαρίου (conditioning) και μεταφέρθηκαν ξανά στους 0 °C για περαιτέρω συντήρηση.

Χρόνος	Μεταχείριση	Ξηρά ουσία (%)	Φαινολικά (mg gallic acid equiv./100g N.B.)	Αντιοξειδωτικά (μmol ασκορβικό οξύ ισοδύναμα/100 g N.B.)
27 Οκτ. (συγκ.)	Μάρτυρας	17,1	4,6	11,5
	Cond.	-	-	-
	1-MCP	-	-	-
7 Φεβρ. (98 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	18,3	4,9	10,2
	Cond.	18,8	5,0	9,8
	1-MCP	17,9	5,3	9,9
6 Μαρτ. (125 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	17,8	5,5	11,3
	Cond.	17,6	-	-
	1-MCP	16,9	-	-
3 Απρ. (158 ημ.)	Μάρτυρας	19,5	-	-
	Cond.	19,0	-	-
	1-MCP	18,8	-	-
10 Απρ. (160 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	18,8	5,8	10,8
	Cond.	19,0	6,0	11,5
	1-MCP	18,9	5,8	11,0
Σημαντικότητα				
Χρόνος		***	***	**
Μεταχείριση		***	NS	NS
ΕΣΔ		0,51	0,56	0,01

4.2 Ακτινίδια περιοχής Έδεσσας που συγκομίστηκαν αργά (23 Νοεμβρίου 2012)

Η φωτεινότητα της σάρκας των ακτινιδίων παρέμεινε σταθερή (η παράμετρος L^* κινήθηκε στις ίδιες τιμές) από τη συγκομιδή έως και την τελευταία έξοδο, 138 ημέρες δηλαδή ψυχοσυντήρησης συν τη ζωή στο ράφι (Πίν. 4.4). Συνολικά κατά την ψυχοσυντήρηση η σάρκα των ακτινιδίων του μάρτυρα ήταν πιο φωτεινή από αυτά της μεταχείρισης 1-MCP.

Το πράσινο χρώμα της σάρκας των ακτινιδίων αυξήθηκε (οι τιμές της παραμέτρου a^* έγιναν λιγότερο αρνητικές) έως την 3^η έξοδο από την ψυχοσυντήρηση συν τη ζωή στο ράφι, ενώ στις επόμενες εξόδους παρατηρήθηκε μικρή αύξηση έως και την τελευταία έξοδο (Πίν. 4.4). Κατά την ψυχοσυντήρηση δεν βρέθηκαν διαφορές στην παράμετρο a^* της σάρκας των ακτινιδίων των τριών μεταχειρίσεων.

Η παράμετρος Chroma αυξήθηκε ελάχιστα κατά την ψυχοσυντήρηση συν τη μερική ωρίμανση σε σχέση με την τιμή που είχε στη συγκομιδή (Πίν. 4.4). Με άλλα λόγια το χρώμα της σάρκας έγινε πιο καθαρό με την ψυχοσυντήρηση ή και η ζωή στο ράφι. Η διαφορετική μεταχείριση επηρέασε την καθαρότητα του χρώματος της σάρκας, καθώς τα ακτινίδια της μεταχείρισης 1-MCP είχαν συχνά υψηλότερες τιμές Chroma από αυτά του μάρτυρα.

Η τιμή της πραγματικής απόχρωσης hue της σάρκας των ακτινιδίων μειώθηκε κατά την ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες και δεν τροποποιήθηκε περαιτέρω με την ψυχοσυντήρηση (Πίν. 4.4). Αυτό σημαίνει ότι η απόχρωση της σάρκας έγινε περισσότερο πράσινη. Οι μεταχειρίσεις και στην περίπτωση της απόχρωσης hue της σάρκας προκάλεσαν κάποια αλλαγή, καθώς η απόχρωση της σάρκας των ακτινιδίων της μεταχείρισης 1-MCP ήταν περισσότερο πράσινη από αυτή του μάρτυρα.

Η σκληρότητα σάρκας των ακτινιδίων μειώθηκε δραστικά με την ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες και τη ζωή στο ράφι (Πίν. 4.5). Η σκληρότητα της σάρκας μειώθηκε ελάχιστα περαιτέρω με την επιμήκυνση της ψυχοσυντήρησης. Συνολικά κατά την ψυχοσυντήρηση τα ακτινίδια του μάρτυρα είχαν μικρότερη σκληρότητα σε σχέση με αυτά της μεταχείρισης 1-MCP, διαφορά που ήταν σημαντική μόνο μετά από παρατεταμένη συντήρηση και τη ζωής το ράφι.

Τα διαλυτά στερεά συστατικά ($\Delta\Sigma\Sigma$) του χυμού των ακτινιδίων αυξήθηκαν κατά την ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες και τη ζωή στο ράφι χωρίς να υπάρχουν σημαντικές αλλαγές κατά την περαιτέρω ψυχοσυντήρηση (Πίν. 4.5). Οι

μεταχειρίσεις και στη περίπτωση των ΔΣΣ προκάλεσαν κάποια αλλαγή, καθώς οι καρποί της μεταχείρισης 1-MCP είχαν υψηλότερα ΔΣΣ από τους καρπούς του μάρτυρα.

Το ποσοστό οξύτητας του χυμού των ακτινιδίων μειώθηκε σημαντικά από τη συγκομιδή έως και την 1^η έξοδο, ενώ η μείωση συνεχίστηκε και στην 2^η έξοδο από τη ψυχοσυντήρηση συν τη ζωή στο ράφι (Πίν. 4.5). Κατά την περαιτέρω ψυχοσυντήρηση δεν βρέθηκαν σημαντικές μεταβολές στην οξύτητα. Για ακόμη μια φορά οι μεταχειρίσεις τροποποίησαν σημαντικά τις μετρήσεις της οξύτητας του χυμού των ακτινιδίων, καθώς το ποσοστό οξύτητας του χυμού των ακτινιδίων της μεταχείρισης 1-MCP ήταν υψηλότερο από αυτό των καρπών του μάρτυρα σε λίγες όμως μόνο περιπτώσεις.

Η σχέση μεταξύ ΔΣΣ και οξύτητας του χυμού των ακτινιδίων παρουσίασε μία ραγδαία αύξηση μετά από ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες, ενώ αυξήθηκε ελάχιστα με την περαιτέρω επιμήκυνση της ψυχοσυντήρησης (Πίν. 4.5). Ουσιαστικές διαφορές υπήρξαν μεταξύ των μεταχειρίσεων, καθώς ο λόγος ΔΣΣ/οξύτητα του χυμού των ακτινιδίων της μεταχείρισης 1-MCP ήταν μικρότερος από αυτόν του μάρτυρα.

Κατά τη διάρκεια της ψυχοσυντήρησης το ποσοστό ξηράς ουσίας των ακτινιδίων αυξήθηκε σημαντικά από τη συγκομιδή έως και την 1^η έξοδο καθώς και από τη 1^η έως την τελευταία έξοδο (Πίν. 4.6). Οι μεταχειρίσεις δεν επηρέασαν το ποσοστό της ξηράς ουσίας των καρπών.

Τα συνολικά φαινολικά οξέα μειώθηκαν από τη συγκομιδή έως την 1^η έξοδο, ενώ αυξήθηκαν ξανά ελαφρά στην τελευταία έξοδο από τη ψυχοσυντήρηση και τη ζωής το ράφι (Πίν. 4.6). Συνολικά κατά την ψυχοσυντήρηση τα ακτινίδια της μεταχείρισης 1-MCP είχαν υψηλότερα φαινολικά οξέα σε σχέση με τα ακτινίδια του μάρτυρα.

Η αντιοξειδωτική ικανότητα του χυμού των ακτινιδίων μειώθηκε σημαντικά με την ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες σε σχέση με την τιμή που είχε στη συγκομιδή, ενώ με την περαιτέρω ψυχοσυντήρηση δεν βρέθηκαν σημαντικές μεταβολές (Πίν. 4.6). Σημαντικές αλλαγές προκάλεσαν οι μεταχειρίσεις, καθώς οι καρποί της μεταχείρισης 1-MCP είχαν περισσότερα αντιοξειδωτικά από τους καρπούς του μάρτυρα.

Πίνακας 4.4 Μεταβολές στο χρώμα σάρκας ακτινιδίων που συγκομίστηκαν στην περιοχή Έδεσσας αργά (23 Νοεμβρίου 2012) κατά την ψυχοσυντήρηση και παραμονή στο ράφι, αφού δέχθηκαν 1-methylcyclopropene (1-MCP) ή όχι (μάρτυρας). Κάποια από τα ακτινίδια που δέχθηκαν στη συγκομιδή 1-MCP παρέμειναν για δύο ημέρες στους 20 °C / 55-65% ΣΥ πριν τη μέτρηση στις αρχές Φεβρουαρίου (conditioning) και μεταφέρθηκαν ξανά στους 0 °C για περαιτέρω συντήρηση.

Χρόνος	Μεταχείριση	Color L*	Color a*	Chroma	Hue (°)
23 Νοεμ. (συγκ.)	Μάρτυρας	56,1	-12,7	26,8	118,3
	1-MCP	-	-	-	-
7 Φεβρ. (71 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	55,7	-9,0	27,0	109,3
	1-MCP	58,4	-8,7	28,3	107,9
6 Μαρτ. (98 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	56,9	-9,4	28,5	109,3
	1-MCP	57,3	-9,2	28,3	108,9
3 Απρ. (130 ημ.)	Μάρτυρας	-	-	-	-
	1-MCP	57,6	-8,4	27,5	107,7
10 Απρ. (133 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	56,2	-8,5	27,4	108,3
	1-MCP	58,6	-8,7	29,7	106,9
Σημαντικότητα					
Χρόνος		NS	***	*	***
Μεταχείριση		**	NS	**	**
ΕΣΔ		1,91	0,73	1,18	1,04

Πίνακας 4.5 Μεταβολές στη σκληρότητα της σάρκας, στα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) και στην οξύτητα ακτινιδίων που συγκομίστηκαν στην περιοχή Έδεσσας αργά (23 Νοεμβρίου 2012) κατά την ψυχοσυντήρηση και παραμονή στο ράφι, αφού δέχθηκαν 1-methylcyclopropene (1-MCP) ή όχι (μάρτυρας). Κάποια από τα ακτινίδια που δέχθηκαν στη συγκομιδή 1-MCP παρέμειναν για δύο ημέρες στους 20 °C / 55-65% ΣΥ πριν τη μέτρηση στις αρχές Φεβρουαρίου (conditioning) και μεταφέρθηκαν ξανά στους 0 °C για περαιτέρω συντήρηση.

Χρόνος	Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (%)	ΔΣΣ / Οξύτητα
23 Νοεμ. (συγκ.)	Μάρτυρας	33,4	9,4	2,1	4,4
	1-MCP	-	-	-	-
7 Φεβρ. (71 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	9,8	13,6	1,8	7,8
	1-MCP	9,6	14,3	1,8	7,9
6 Μαρτ. (98 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	8,2	13,8	1,4	9,8
	1-MCP	8,9	14,3	1,6	8,7
3 Απρ. (130 ημ.)	Μάρτυρας	-	-	-	-
	1-MCP	8,8	14,5	1,6	8,7
10 Απρ. (133 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	5,9	14,5	1,5	9,8
	1-MCP	8,8	14,7	1,6	8,9
Σημαντικότητα					
Χρόνος		***	***	***	***
Μεταχείριση		***	***	***	**
ΕΣΔ		1,05	0,44	0,11	0,73

Πίνακας 4.6 Μεταβολές στη ξηρά ουσία, στα φαινολικά και στα αντιοξειδωτικά ακτινιδίων που συγκομίστηκαν στην περιοχή Έδεσσας αργά (23 Νοεμβρίου 2012) κατά την ψυχοσυντήρηση και παραμονή στο ράφι, αφού δέχθηκαν 1-methylcyclopropene (1-MCP) ή όχι (μάρτυρας). Κάποια από τα ακτινίδια που δέχθηκαν στη συγκομιδή 1-MCP παρέμειναν για δύο ημέρες στους 20 °C / 55-65% ΣΥ πριν τη μέτρηση στις αρχές Φεβρουαρίου (conditioning) και μεταφέρθηκαν ξανά στους 0 °C για περαιτέρω συντήρηση.

Χρόνος	Μεταχείριση	Ξηρά ουσία (%)	Φαινολικά (mg gallic acid equiv./100 g N.B.)	Αντιοξειδωτικά (μmol ασκορβικό οξύ ισοδύναμα/100 g N.B.)
23 Νοεμ. (συγκ.)	Μάρτυρας	17,0	7,3	20,4
	1-MCP	-	-	-
7 Φεβρ. (71 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	19,1	5,9	12,4
	1-MCP	20,1	6,2	15,7
6 Μαρτ. (98 ημ. + 5ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	19,0	-	-
	1-MCP	18,5	-	-
3 Απρ. (130 ημ.)	Μάρτυρας	-	-	-
	1-MCP	20,0	-	-
10 Απρ. (133 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	20,5	6,4	12,4
	1-MCP	19,7	7,2	13,9
Σημαντικότητα				
Χρόνος		***	***	***
Μεταχείριση		NS	*	**
ΕΣΔ		0,77	0,67	0

4.3 Ακτινίδια περιοχής Ζαγοράς που συγκομίστηκαν στις 23 Νοεμβρίου 2012

Η φωτεινότητα της σάρκας των ακτινιδίων αυξήθηκε (οι τιμές της παραμέτρου L^* μειώθηκαν) από τη συγκομιδή έως και την 1^η έξοδο από την ψυχοσυντήρηση συν τη ζωή στο ράφι με σημαντική όμως μεταβολή μόνο στα ακτινίδια του μάρτυρα (Πίν. 4.7). Κατά την ψυχοσυντήρηση τα ακτινίδια του μάρτυρα είχαν πιο φωτεινή σάρκα από τους καρπούς των άλλων μεταχειρίσεων χωρίς σημαντικές περαιτέρω μεταξύ τους διαφορές, παρότι η σάρκα των ακτινιδίων της μεταχείρισης 1-MCP ήταν ελαφρά πιο φωτεινή από αυτή των καρπών του conditioning.

Το πράσινο χρώμα της σάρκας των ακτινιδίων μειωνόταν (οι τιμές της παραμέτρου a^* αυξάνονταν) σημαντικά σε κάθε έξοδο από την ψυχοσυντήρηση και κατά τη ζωή στο ράφι (Πίν. 4.7). Οι καρποί που δέχθηκαν 1-MCP είχαν τις λιγότερο αρνητικές τιμές (λιγότερο πράσινη σάρκα) από τους καρπούς των άλλων μεταχειρίσεων, ενώ οι καρποί του conditioning είχαν ελαφρά λιγότερο αρνητικές τιμές από τους καρπούς του μάρτυρα.

Η παράμετρος Chroma μειώθηκε σημαντικά μόνο μετά από 103 ημέρες ψυχοσυντήρησης σε σχέση με την τιμή που είχε στη συγκομιδή χωρίς ουσιαστικές αλλαγές κατά την περαιτέρω ψυχοσυντήρηση (Πίν. 4.7). Αυτό σημαίνει ότι το χρώμα της σάρκας έγινε λιγότερο καθαρό με την μακρά ψυχοσυντήρηση και με τη ζωή στο ράφι. Τα ακτινίδια του μάρτυρα είχαν πιο καθαρό χρώμα (υψηλότερες τιμές Chroma) από τους καρπούς των άλλων μεταχειρίσεων.

Η τιμή της πραγματικής απόχρωσης hue της σάρκας των ακτινιδίων μειώθηκε κατά την ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες και δεν τροποποιήθηκε σημαντικά περαιτέρω με την ψυχοσυντήρηση και τη ζωή στο ράφι (Πίν. 4.7). Οι μεταχειρίσεις στην περίπτωση της απόχρωσης hue της σάρκας δεν προκάλεσαν κάποια αλλαγή.

Η σκληρότητα σάρκας των ακτινιδίων μειώθηκε σημαντικά κατά την ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες και τη ζωή στο ράφι (Πίν.4.8). Η σκληρότητα της σάρκας μειώθηκε ελάχιστα περαιτέρω με την επιμήκυνση της ψυχοσυντήρησης. Οι διαφορετικές μεταχειρίσεις δεν τροποποίησαν τη σκληρότητα της σάρκας.

Τα διαλυτά στερεά συστατικά ($\Delta\Sigma\Sigma$) του χυμού των ακτινιδίων αυξήθηκαν κατά την ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες και τη ζωή στο ράφι, δεν τροποποιήθηκαν σημαντικά έως και τις αρχές Απριλίου, αλλά αυξήθηκαν λίγο ακόμα με τη ζωή στο ράφι μετά από 138 ημέρες ψυχοσυντήρησης (Πίν. 4.8). Συνολικά κατά την ψυχοσυντήρηση τα ακτινίδια του μάρτυρα είχαν λιγότερα $\Delta\Sigma\Sigma$ από τις άλλες δύο

μεταχειρίσεις. Μικρές μόνο διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των μεταχειρίσεων 1-MCP και conditioning.

Η οξύτητα του χυμού των ακτινιδίων μειώθηκε δραστικά από τη συγκομιδή έως και την 1^η έξοδο από την ψυχοσυντήρηση συν τη ζωή στο ράφι και συνέχισε να μειώνεται περαιτέρω μετά από 103 μέρες ψυχοσυντήρησης και μερικής ωρίμανσης (Πίν. 4.8). Και εδώ οι μεταχειρίσεις επηρέασαν την οξύτητα του χυμού των ακτινιδίων, καθώς ο χυμός των ακτινιδίων του μάρτυρα ήταν πιο όξινος από τους χυμούς των άλλων δύο μεταχειρίσεων.

Η σχέση ΔΣΣ προς οξύτητα του χυμού των ακτινιδίων συνεχώς αυξανόταν κατά τη διάρκεια της ψυχοσυντήρησης, με μια μικρή μείωση στις αρχές Απριλίου και μία μικρή αύξηση με τη ζωή στο ράφι μετά από 138 ημέρες ψυχοσυντήρησης (Πίν. 4.8). Διαφορές υπήρξαν μεταξύ των μεταχειρίσεων καθώς η σχέση ΔΣΣ προς οξύτητα του χυμού των ακτινιδίων του conditioning ήταν υψηλότερη από αυτή των άλλων μεταχειρίσεων.

Κατά τη διάρκεια της ψυχοσυντήρησης και της μερικής ωρίμανσης το ποσοστό της ξηράς ουσίας συνεχώς αυξάνονταν (Πίν. 4.9). Οι καρποί των μεταχειρίσεων conditioning και μάρτυρα είχαν υψηλότερο ποσοστό ξηράς ουσίας από αυτό των καρπών της 1-MCP.

Τα συνολικά φαινολικά οξέα του χυμού των ακτινιδίων μειώθηκαν σημαντικά από τη συγκομιδή έως την 1^η έξοδο από την ψυχοσυντήρηση και τη ζωή στο ράφι, ακολουθούμενη από περαιτέρω πτώση κατά τη 2^η έξοδο μετά από 103 ημέρες ψυχοσυντήρησης και μερικής ωρίμανσης. Ωστόσο κατά την τελευταία έξοδο από την ψυχοσυντήρηση τα φαινολικά οξέα του χυμού αυξήθηκαν (Πίν. 4.9). Τα φαινολικά οξέα του χυμού των καρπών του μάρτυρα ήταν περισσότερα από αυτά των καρπών των δυο άλλων μεταχειρίσεων.

Η αντιοξειδωτική ικανότητα του χυμού των ακτινιδίων μειώθηκε σημαντικά με την ψυχοσυντήρηση για 98 ημέρες σε σχέση με την τιμή που είχε στη συγκομιδή, ενώ κατά την περαιτέρω ψυχοσυντήρηση δεν μεταβλήθηκε σημαντικά (Πίν. 4.9). Ο χυμός των ακτινιδίων του μάρτυρα είχε περισσότερα αντιοξειδωτικά από τον χυμό των καρπών των άλλων μεταχειρίσεων.

Πίνακας 4.7 Μεταβολές στο χρώμα σάρκας ακτινιδίων που συγκομίστηκαν στην περιοχή Ζαγοράς (23 Νοεμβρίου 2012) κατά την ψυχοσυντήρηση και παραμονή στο ράφι, αφού δέχθηκαν 1-methylcyclopropene (1-MCP) ή όχι (μάρτυρας). Κάποια από τα ακτινίδια που δέχθηκαν στη συγκομιδή 1-MCP παρέμειναν για δύο ημέρες στους 20 °C / 55-65% ΣΥ πριν τη μέτρηση στις αρχές Φεβρουαρίου (conditioning) και μεταφέρθηκαν ξανά στους 0 °C για περαιτέρω συντήρηση.

Χρόνος	Μεταχείριση	Color L*	Color a*	Chroma	Hue (°)
23 Νοεμ. (συγκ.)	Μάρτυρας	59,0	-10,8	24,4	116,2
	Cond.	-	-	-	-
	1-MCP	-	-	-	-
7 Φεβρ. (71 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	56,1	-9,2	26,6	110,3
	Cond.	58,8	-8,3	24,1	110,2
	1-MCP	57,5	-7,7	22,5	110,0
6 Μαρτ. (98 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	57,0	-8,1	25,0	109,0
	Cond.	58,1	-8,0	23,3	109,9
	1-MCP	57,4	-7,4	22,3	109,4
3 Απρ. (130 ημ.)	Μάρτυρας	56,9	-8,6	25,0	110,0
	Cond.	57,3	-7,9	23,8	109,3
	1-MCP	57,8	-7,7	22,5	109,9
10 Απρ. (133 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	56,3	-7,6	25,0	107,8
	Cond.	58,1	-7,3	23,5	108,2
	1-MCP	58,3	-7,4	23,5	108,3
Σημαντικότητα					
Χρόνος		*	***	**	***
Μεταχείριση		**	***	***	NS
ΕΣΔ		1,85	0,47	0,96	0,68

Πίνακας 4.8 Μεταβολές στη σκληρότητα της σάρκας, στα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) και στην οξύτητα ακτινιδίων που συγκομίστηκαν στην περιοχή Ζαγοράς (23 Νοεμβρίου 2012) κατά την ψυχοσυντήρηση και παραμονή στο ράφι, αφού δέχθηκαν 1-methylcyclopropene (1-MCP) ή όχι (μάρτυρας). Κάποια από τα ακτινίδια που δέχθηκαν στη συγκομιδή 1-MCP παρέμειναν για δύο ημέρες στους 20 °C / 55-65% ΣΥ πριν τη μέτρηση στις αρχές Φεβρουαρίου (conditioning) και μεταφέρθηκαν ξανά στους 0 °C για περαιτέρω συντήρηση.

Χρόνος	Μεταχείριση	Σκληρότητα σάρκας (N)	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (%)	ΔΣΣ / Οξύτητα
23 Νοεμ. (συγκ.)	Μάρτυρας	25,2	9,6	1,8	5,2
	Cond.	-	-	-	-
	1-MCP	-	-	-	-
7 Φεβρ. (71 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	10,6	13,5	1,8	7,6
	Cond.	10,5	13,3	1,6	8,2
	1-MCP	9,3	13,4	1,7	8,0
6 Μαρτ. (98 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	8,5	14,2	1,7	8,6
	Cond.	7,5	13,8	1,4	9,7
	1-MCP	7,6	13,3	1,5	8,8
3 Απρ. (130 ημ.)	Μάρτυρας	7,4	14,1	1,5	9,1
	Cond.	7,8	14,3	1,6	8,6
	1-MCP	7,4	13,3	1,5	9,0
10 Απρ. (133 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	6,4	14,9	1,6	9,5
	Cond.	6,6	13,8	1,5	9,4
	1-MCP	6,6	14,0	1,6	8,5
Σημαντικότητα					
Χρόνος		***	***	***	***
Μεταχείριση		NS	***	***	*
ΕΣΔ		1,07	0,44	0,07	0,53

Πίνακας 4.9 Μεταβολές στην ξηρά ουσία, στα φαινολικά και στα αντιοξειδωτικά ακτινιδίων που συγκομίστηκαν στην περιοχή Ζαγοράς (23 Νοεμβρίου 2012) κατά την ψυχοσυντήρηση και παραμονή στο ράφι, αφού δέχθηκαν 1-methylcyclopropane (1-MCP) ή όχι (μάρτυρας). Κάποια από τα ακτινίδια που δέχθηκαν στη συγκομιδή 1-MCP παρέμειναν για δύο ημέρες στους 20 °C / 55-65% ΣΥ πριν τη μέτρηση στις αρχές Φεβρουαρίου (conditioning) και μεταφέρθηκαν ξανά στους 0 °C για περαιτέρω συντήρηση.

Χρόνος	Μεταχείριση	Ξηρά ουσία (%)	Φαινολικά (mg gallic acid equiv./100 g N.B.)	Αντιοξειδωτικά (μmol ασκορβικό οξύ ισοδύναμα/100g N.B.)
23 Νοεμ. (συγκ.)	Μάρτυρας	15,7	6,2	16,0
	Cond.	-	-	-
	1-MCP	-	-	-
7 Φεβρ. (71 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	19,0	5,7	12,0
	Cond.	18,7	5,1	11,7
	1-MCP	17,9	5,1	10,6
6 Μαρτ. (98 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	18,6	5,1	13,1
	Cond.	17,8	4,7	12,6
	1-MCP	17,3	4,9	11,0
3 Απρ. (130 ημ.)	Μάρτυρας	20,3	-	-
	Cond.	20,1	-	-
	1-MCP	18,8	-	-
10 Απρ. (133 ημ. + 5 ημ. ζωή στο ράφι)	Μάρτυρας	19,9	6,5	12,4
	Cond.	19,2	6,5	13,1
	1-MCP	18,8	6,4	11,5
Σημαντικότητα				
Χρόνος		***	***	***
Μεταχείριση		***	*	***
ΕΣΔ		0,56	0,42	0,007

4.4 Μεταβολές στην ποιότητα καρπών ακτινιδιάς στη συγκομιδή και κατά τη συντήρηση μεταξύ των δύο συγκομιδών (συγκομιδής τις 27 Οκτωβρίου ή 23 Νοεμβρίου 2012)

Τα ακτινίδια που συγκομίστηκαν αργά είχαν μικρότερη τιμή της παραμέτρου L* χρώματος σάρκας στη συγκομιδή από τα ακτινίδια που συγκομίστηκαν νωρίς (Πίν. 4.10). Δηλαδή τα αργά συγκομισμένα ακτινίδια είχαν πιο σκούρο χρώμα σάρκας από τα νωρίς συγκομισμένα. Η διαφορά αυτή διατηρήθηκε έως και τις αρχές Φεβρουαρίου στη συντήρηση στα ακτινίδια του μάρτυρα, αλλά εξαφανίστηκε με πιο μακρόχρονη συντήρηση. Οι διαφορές μεταξύ των ακτινιδίων που συγκομίστηκαν νωρίς ή αργά και δέχθηκαν 1-MCP ήταν ελάχιστες κατά τη συντήρηση.

Πίνακας 4.10 Διαφορές στο χρώμα σάρκας (παράμετρος L*) μεταξύ ακτινιδίων από την περιοχή της Έδεσσας που συγκομίστηκαν νωρίς (27 Οκτ 2012) ή αργά (23 Νοεμβρίου 2012) στη συγκομιδή και κατά τη συντήρηση. Φαίνονται οι μέσοι όροι και η τυπική απόκλιση ανά μεταχείριση.

Χρόνος	Έδεσσα νωρίς	Έδεσσα αργά
Συγκομιδή	64,8 ± 0,48	56,1 ± 0,53
	Μάρτυρας	
7 Φεβρ.	57,6 ± 0,53	55,7 ± 0,83
6 Μαρτ.	57,3 ± 1,28	56,9 ± 0,49
10 Απρ.	57,6 ± 0,99	56,2 ± 2,46
	1-MCP	
7 Φεβρ.	57,3 ± 0,06	58,5 ± 0,86
6 Μαρτ.	58,0 ± 1,02	57,4 ± 1,09
10 Απρ.	59,1 ± 0,49	58,6 ± 0,30

Τα ακτινίδια που συγκομίστηκαν αργά είχαν μικρότερη τιμή της παραμέτρου a* χρώματος σάρκας στη συγκομιδή από τα ακτινίδια που συγκομίστηκαν νωρίς (Πίν. 4.11). Δηλαδή τα αργά συγκομισμένα ακτινίδια είχαν πιο πράσινο χρώμα σάρκας από τα νωρίς συγκομισμένα. Η διαφορά αυτή διατηρήθηκε έως και τις αρχές Φεβρουαρίου στη συντήρηση στα ακτινίδια του μάρτυρα, αλλά εξαφανίστηκε με πιο μακρόχρονη συντήρηση. Οι διαφορές μεταξύ των ακτινιδίων που συγκομίστηκαν νωρίς ή αργά και δέχθηκαν 1-MCP ήταν ελάχιστες κατά τη συντήρηση.

Πίνακας 4.11 Διαφορές στο πράσινο χρώμα σάρκας (παράμετρος a^*) μεταξύ ακτινιδίων από την περιοχή της Έδεσσας που συγκομίστηκαν νωρίς (27 Οκτ 2012) ή αργά (23 Νοεμβρίου 2012) στη συγκομιδή και κατά τη συντήρηση. Φαίνονται οι μέσοι όροι και η τυπική απόκλιση ανά μεταχείριση.

Χρόνος	Έδεσσα νωρίς	Έδεσσα αργά
Συγκομιδή	-10,1 ± 0,04	-12,8 ± 0,22
	Μάρτυρας	
7 Φεβρ.	-9,1 ± 0,12	-8,9 ± 0,16
6 Μαρτ.	-9,1 ± 0,51	-9,4 ± 0,77
10 Απρ.	-8,5 ± 0,10	-8,5 ± 0,57
	1-MCP	
7 Φεβρ.	-8,8 ± 0,36	-8,7 ± 0,28
6 Μαρτ.	-8,7 ± 0,16	-9,2 ± 0,33
10 Απρ.	-8,7 ± 0,36	-8,7 ± 0,14

Η σκληρότητα σάρκας των ακτινιδίων που συγκομίστηκαν νωρίς ήταν πολύ μεγαλύτερη από αυτή που είχαν τα ακτινίδια που συγκομίστηκαν αργά (Πίν. 4.12). Δηλαδή τα νωρίς συγκομισμένα ακτινίδια ήταν πιο σκληρά από τα αργά συγκομισμένα. Κατά τη διάρκεια της ψυχοσυντήρησης τα νωρίς συγκομισμένα ακτινίδια του μάρτυρα δεν είχαν ιδιαίτερες διαφορές στη σκληρότητα σάρκας από τα αργά συγκομισμένα. Ωστόσο το 1-MCP διατήρησε λίγο πιο σκληρά τα ακτινίδια που συγκομίστηκαν αργά.

Πίνακας 4.12 Διαφορές στη σκληρότητα της σάρκας (N) μεταξύ ακτινιδίων από την περιοχή της Έδεσσας που συγκομίστηκαν νωρίς (27 Οκτ 2012) ή αργά (23 Νοεμβρίου 2012) στη συγκομιδή και κατά τη συντήρηση. Φαίνονται οι μέσοι όροι και η τυπική απόκλιση ανά μεταχείριση.

Χρόνος	Έδεσσα νωρίς	Έδεσσα αργά
Συγκομιδή	76,7 ± 1,03	33,4 ± 0,87
	Μάρτυρας	
7 Φεβρ.	8,0 ± 0,47	9,8 ± 0,40
6 Μαρτ.	6,8 ± 0,33	8,2 ± 0,49
10 Απρ.	5,9 ± 0,19	5,9 ± 0,11
	1-MCP	
7 Φεβρ.	7,8 ± 0,74	9,6 ± 0,85
6 Μαρτ.	7,7 ± 0,15	8,9 ± 0,69
10 Απρ.	6,6 ± 0,51	8,8 ± 0,56

Κατά τη συγκομιδή τα ακτινίδια που συγκομίστηκαν νωρίς είχαν μικρότερο ποσοστό ΔΣΣ στο χυμό τους από τα ακτινίδια που συγκομίστηκαν αργά. Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια της συντήρησης αυτή η διαφορά εξαφανίστηκε (Πίν. 4.13). Οι διαφορές μεταξύ των ακτινιδίων που συγκομίστηκαν νωρίς ή αργά και δέχθηκαν 1-MCP ήταν μικρές, καθώς τα αργά συγκομισμένα ακτινίδια είχαν ελαφρά υψηλότερο ποσοστό ΔΣΣ από τα νωρίς συγκομισμένα.

Πίνακας 4.13 Διαφορές στα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) μεταξύ ακτινιδίων από την περιοχή της Έδεσσας που συγκομίστηκαν νωρίς (27 Οκτ 2012) ή αργά (23 Νοεμβρίου 2012) στη συγκομιδή και κατά τη συντήρηση. Φαίνονται οι μέσοι όροι και η τυπική απόκλιση ανά μεταχείριση.

Χρόνος	Έδεσσα νωρίς	Έδεσσα αργά
Συγκομιδή	6,0 ± 0,12	9,4 ± 0,12
	Μάρτυρας	
7 Φεβρ.	13,7 ± 0,31	13,6 ± 0,35
6 Μαρτ.	13,8 ± 0,38	13,8 ± 0,20
10 Απρ.	13,8 ± 0,40	14,5 ± 0,31
	1-MCP	
7 Φεβρ.	13,2 ± 0,15	14,3 ± 0,23
6 Μαρτ.	13,5 ± 0,12	14,3 ± 0,06
10 Απρ.	13,8 ± 0,21	14,7 ± 0,36

Τα νωρίς συγκομισμένα ακτινίδια είχαν μεγαλύτερο ποσοστό οξύτητας στο χυμό τους από τα αργά συγκομισμένα. Δηλαδή τα πρώιμα ακτινίδια ήταν περισσότερο όξινα από τα καθυστερημένα ακτινίδια κατά τη συγκομιδή (Πίν. 4.14). Στη συντήρηση των ακτινιδίων του μάρτυρα η διαφορά αυτή εξαφανίστηκε. Ωστόσο τα ακτινίδια που συγκομίστηκαν αργά και δέχθηκαν 1-MCP διατήρησαν υψηλότερο ποσοστό οξύτητας από αυτά που συγκομίστηκαν νωρίς.

Πίνακας 4.14 Διαφορές στην οξύτητα μεταξύ ακτινιδίων από την περιοχή της Έδεσσας που συγκομίστηκαν νωρίς (27 Οκτ 2012) ή αργά (23 Νοεμβρίου 2012) στη συγκομιδή και κατά τη συντήρηση. Φαίνονται οι μέσοι όροι και η τυπική απόκλιση ανά μεταχείριση.

Χρόνος	Έδεσσα νωρίς	Έδεσσα αργά
Συγκομιδή	2,6 ± 0,16	2,1 ± 0,08
	Μάρτυρας	
7 Φεβρ.	1,8 ± 0,08	1,8 ± 0,08
6 Μαρτ.	1,5 ± 0,08	1,4 ± 0,03
10 Απρ.	1,5 ± 0,05	1,5 ± 0,05
	1-MCP	
7 Φεβρ.	1,5 ± 0,09	1,8 ± 0,07
6 Μαρτ.	1,6 ± 0,07	1,6 ± 0,07
10 Απρ.	1,5 ± 0,06	1,7 ± 0,02

Τα νωρίς συγκομισμένα ακτινίδια και τα αργά συγκομισμένα ακτινίδια είχαν παρόμοιο ποσοστό ξηράς ουσίας κατά τη συγκομιδή (Πίν. 4.15). Κατά τη διάρκεια της συντήρησης του μάρτυρα συνέχισαν να έχουν παρόμοιο ποσοστό εκτός από τις αρχές Απριλίου, όπου τα αργά συγκομισμένα ακτινίδια είχαν υψηλότερο ποσοστό ξηράς ουσίας. Τα αργά συγκομισμένα ακτινίδια που δέχθηκαν 1-MCP διατήρησαν υψηλότερο ποσοστό ξηράς ουσίας κατά τη συντήρηση σε σχέση με τα νωρίς συγκομισμένα.

Πίνακας 4.15 Διαφορές στη ξηρά ουσία μεταξύ ακτινιδίων από την περιοχή της Έδεσσας που συγκομίστηκαν νωρίς (27 Οκτ 2012) ή αργά (23 Νοεμβρίου 2012) στη συγκομιδή και κατά τη συντήρηση. Φαίνονται οι μέσοι όροι και η τυπική απόκλιση ανά μεταχείριση.

Χρόνος	Έδεσσα νωρίς	Έδεσσα αργά
Συγκομιδή	17,1 ± 0,22	17,0 ± 0,43
	Μάρτυρας	
7 Φεβρ.	18,3 ± 0,29	19,1 ± 0,42
6 Μαρτ.	17,8 ± 0,28	19,0 ± 0,47
10 Απρ.	18,8 ± 0,35	20,5 ± 0,52
	1-MCP	
7 Φεβρ.	17,9 ± 0,33	20,1 ± 0,62
6 Μαρτ.	16,8 ± 0,35	18,5 ± 0,15
10 Απρ.	18,9 ± 0,21	19,7 ± 0,25

4.5 Μεταβολές στην ποιότητα ακτινιδίων μετά από μακρόχρονη ψυχοσυντήρηση πριν και μετά τις 5 ημέρες ζωής στο ράφι

Στα ακτινίδια περιοχής Έδεσσας που συγκομίστηκαν νωρίς (27 Οκτωβρίου 2012) οι παράμετροι που μεταβλήθηκαν σημαντικά κατά τη ζωή στο ράφι ήταν η σκληρότητα και η απόχρωση Hue (πραγματικό χρώμα) της σάρκας. Η σκληρότητα της σάρκας αμέσως μετά την έξοδο από τη ψυχοσυντήρηση ήταν μεγαλύτερη από αυτήν μετά τη ζωή στο ράφι. Η τιμή της πραγματικής απόχρωσης της σάρκας μειώθηκε κατά τη ζωή στο ράφι. Όλες οι υπόλοιπες παράμετροι που εξετάστηκαν και αναφέρθηκαν παραπάνω (παράμετρος L^* , a^* , οξύτητα κ.α.) δεν τροποποιήθηκαν με τη ζωής το ράφι μετά από μακροχρόνια ψυχοσυντήρηση.

Στα ακτινίδια περιοχής Έδεσσας που συγκομίστηκαν αργά (23 Νοεμβρίου 2012) οι παράμετροι που βρέθηκαν να μεταβάλλονται κατά τη ζωής το ράφι ήταν η παράμετρος L^* , η καθαρότητα του χρώματος (Chroma) και, για άλλη μια φορά, η σκληρότητα της σάρκας. Η φωτεινότητα της σάρκας των ακτινιδίων μειώθηκε (η τιμή της παραμέτρου L^* αυξήθηκε) κατά τη ζωή το ράφι. Το χρώμα της σάρκας ήταν λιγότερο καθαρό αμέσως μετά την ψυχοσυντήρηση σε σχέση με το χρώμα της σάρκας μετά την μερική ωρίμανση. Η σκληρότητα της σάρκας και πάλι μειώθηκε με τη ζωής το ράφι. Η μερική ωρίμανση των καρπών μετά τη ζωή στο ράφι δεν επηρέασε τις υπόλοιπες παραμέτρους που αναφέρθηκαν και παραπάνω.

Στα ακτινίδια περιοχής Ζαγοράς που συγκομίστηκαν στις 23 Νοεμβρίου 2012 βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μετρήσεων στην παράμετρο Hue και στη σκληρότητα της σάρκας μετά τη ζωή στο ράφι σε σχέση με τις τιμές τους αμέσως μετά τη μακρά ψυχοσυντήρηση. Η τιμή της πραγματικής απόχρωσης της σάρκας και η σκληρότητα σάρκας μειώθηκαν κατά τη ζωή στο ράφι. Και εδώ οι υπόλοιπες παράμετροι δεν επηρεάστηκαν από τη ζωή στο ράφι.

5. Συζήτηση

5.1 Αλλαγές με το χρόνο συντήρησης

Από τη συγκομιδή έως τους 3 μήνες συντήρησης συν τη ζωή στο ράφι παρατηρήθηκε μείωση στο πράσινο χρώμα των ακτινιδίων σε όλες τις μεταχειρίσεις και σε όλες τις συγκομιδές. Η απώλεια αυτή του χρώματος οφείλεται σε δύο λόγους, πρώτον στη διακοπή λειτουργίας της χλωροφύλλης λόγω σκότους και δεύτερον λόγω ωρίμανσης. Κατά την ωρίμανση των καρπών παρατηρείται απώλεια του πράσινου χρώματος εξαιτίας διάσπασης της χλωροφύλλης (Βασιλακάκης, 2006). Στα ακτινίδια του μάρτυρα η απώλεια χλωροφύλλης συνεχίστηκε κατά τη διάρκεια της περαιτέρω συντήρησης.

Η σκληρότητα της σάρκας των ακτινιδίων παρουσίασε σημαντική μείωση κατά τη συντήρηση για 3 μήνες συν 5 ημέρες ζωή στο ράφι, και ελάχιστη με την περαιτέρω συντήρηση. Αυτό οφείλεται στην ωρίμανση των καρπών που έλαβε χώρα κατά τους πρώτους 3 μήνες ψυχοσυντήρησης αλλά βασικά κατά τη ζωής το ράφι για 5 ημέρες, αλλά και στο γεγονός ότι τα ακτινίδια όταν συντηρούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες (0 °C) χάνουν ένα μεγάλο ποσοστό σκληρότητας (Crisosto and Mitchell, 2002). Η απώλεια σκληρότητας σάρκας στους καρπούς και ιδιαίτερα στα ακτινίδια οφείλεται σε αλλαγές στα κύτταρα του κυτταρικού τοιχώματος και ιδιαίτερος στο εξωτερικό τμήμα του κυτταρικού τοιχώματος, όπου οι πηκτίνες υδρολύονται μερικώς. Η υδρόλυση των πηκτινών έχει ως αποτέλεσμα τη χαλάρωση των συνδέσεων των κυττάρων μεταξύ τους και δίνει την αίσθηση του μαλακώματος του καρπού. Αυτή η διαδικασία δραστηριοποιείται μόνο με τη δράση του αιθυλενίου. Στα ακτινίδια μας κατά τη συντήρηση δεν παράγεται αιθυλένιο, καθώς τα ακτινίδια δεν παράγουν αιθυλένιο σε θερμοκρασίες κάτω των 10 °C (Antunes and Sfakiotakis, 1997). Η απώλεια αυτή της σκληρότητας της σάρκας χωρίς την παρουσία αιθυλενίου κατά την ψυχοσυντήρηση οφείλεται καθαρά στην υδρόλυση του αμύλου. Οι αμυλόκοκκοι που βρίσκονται στο κυτταρικό τοίχωμα υδρολύονται με αποτέλεσμα το μαλάκωμα της σάρκας. Βάσει της βιβλιογραφίας (Crisosto and Mitchell, 2002) ένα ακτινίδιο χάνει τη σκληρότητα του σε ποσοστό 30-50% κάθε μήνα συντήρησης και, όταν φτάσει τα 9 N σκληρότητα, είναι πλήρως ώριμο. Στην παρούσα εργασία η σκληρότητα της σάρκας έφτασε στο σημείο που αναφέρεται παραπάνω στους 3 μήνες συντήρησης συν 5 μέρες ζωή στο ράφι είτε τα ακτινίδια δέχθηκαν MCP είτε όχι, έναντι των 18 N που θα έπρεπε κανονικά να έχουν βάσει υπολογισμών με το

ανωτέρω ποσοστό, αν οι καρποί δεν είχαν διατηρηθεί σε θερμοκρασία δωματίου κατά τη ζωή στο ράφι για 5 ημέρες. Φυσικά την τελευταία αυτή περίοδο (κατά τη ζωή στο ράφι) τα ακτινίδια παρήγαγαν αιθυλένιο το οποίο προφανώς προκάλεσε τη μερική υδρόλυση των πηκτινών του κυτταρικού τοιχώματος και περαιτέρω μαλάκωμα της σάρκας. Βέβαια η σκληρότητα της σάρκας που είχαμε στους 3 μήνες μετά τη ζωή στο ράφι διατηρήθηκε και κατά την περαιτέρω συντήρηση για 5 μήνες χωρίς ζωή στο ράφι όμως. Τότε, μετά από μακρά ψυχοσυντήρηση, με τη ζωή στο ράφι η σκληρότητα σάρκας μειώθηκε περαιτέρω στους καρπούς του μάρτυρα και του conditioning, ενώ στους καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP δεν υπήρξε σημαντική μείωση λόγω προφανώς της δράσης του στους υποδοχείς του αιθυλενίου και την παρεμπόδιση των διαδικασιών ωρίμανσης.

Τα Διαλυτά Στερεά Συστατικά (ΔΣΣ) αυξήθηκαν, ενώ η οξύτητα μειώθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις και σε όλες τις συγκομιδές με τη συντήρηση. Τα ΔΣΣ περιέχουν σάκχαρα, οξέα, φαινολικές ουσίες, ανόργανα και άλλα συστατικά. Επομένως με την ωρίμανση που επήλθε λόγω υδρόλυσης του αμύλου κατά τη συντήρηση, τα σάκχαρα αυξήθηκαν, καθώς σακχαρόζη και φρουκτόζη συσσωρεύτηκαν στα χυμοτόπια των κυττάρων των καρπών (Jordan et al., 2000) και η οξύτητα μειώθηκε λόγω διάσπασης μέρους των αποθηκευμένων στο χυμοτόπιο οξέων (κύρια μηλικό) μέσω του κύκλου του Krebs στην αναπνοή. Οι μεταβολές των ΔΣΣ και της οξύτητας με τη συντήρηση και ωρίμανση αύξησαν το λόγο ΔΣΣ/οξύτητα, καθώς τα ΔΣΣ να υπερτερούσαν σημαντικά της οξύτητας με αποτέλεσμα τα ακτινίδια μετά τη ζωή στο ράφι αλλά και μόνο μετά από μακρόχρονη ψυχοσυντήρηση να γίνονται καλύτερα γευστικά και πολύ περισσότερο αποδεκτά από τους καταναλωτές.

Το ποσοστό ξηράς ουσίας φαίνεται να αυξήθηκε μερικώς με τη συντήρηση. Η ξηρά ουσία δεν μεταβάλλεται με την υδρόλυση του αμύλου, αλλά μεταβάλλεται με την απώλεια νερού μέσω της διαπνοής των καρπών. Βέβαια λόγω αναπνοής των καρπών υπάρχει απώλεια στην ξηρά ουσία (σάκχαρα και οξέα οξειδώνονται σε CO₂ και νερό), αλλά η απώλεια νερού από τη διαπνοή υπερτερεί και έχει ως αποτέλεσμα τη φαινομενική μερική αύξηση της ξηράς ουσίας (Σφακιωτάκης, 1995).

Τα ολικά φαινολικά, καθώς ωρίμαζαν οι καρποί, μειώθηκαν σε όλες τις μεταχειρίσεις. Σε κάθε περιοχή τα ολικά φαινολικά άλλαξαν με τη συντήρηση με παρόμοιο τρόπο όπως και η αντιοξειδωτική ικανότητα. Οι Yildirim and Bayir (2013), σε παρόμοια έρευνα τους, επίσης βρήκαν μείωση στην αντιοξειδωτική ικανότητα

κατά τη διάρκεια συντήρησης των ακτινιδίων. Η έρευνα των ανωτέρω έδειξε ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση των ολικών φαινολικών με την αντιοξειδωτική ικανότητα.

5.2 Διαφορές μεταξύ περιοχών ή συγκομιδών

Το πράσινο χρώμα της σάρκας των ακτινιδίων στη συγκομιδή ήταν παρόμοιο και στις τρεις περιοχές. Ωστόσο τα ακτινίδια καθυστερημένης συγκομιδής της Έδεσσας ήταν ελαφρώς πιο πράσινα σε σχέση με τα ακτινίδια των άλλων περιοχών. Κατά τη διάρκεια της συντήρησης τα ακτινίδια της Ζαγοράς είχαν το λιγότερο πράσινο χρώμα, καθώς μειωνόταν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου. Επομένως τα ακτινίδια της Έδεσσας είχαν καλύτερη υποκειμενική ποιότητα σάρκας από αυτά της Ζαγοράς.

Τα νωρίς συγκομισμένα ακτινίδια της Έδεσσας είχαν πολύ μεγαλύτερη σκληρότητα σάρκας από τα καθυστερημένης συγκομιδής ακτινίδια. Η διαφορά αυτή οφείλεται στην υδρόλυση αμύλου που είχαμε σε αυτό το μήνα καθώς φαίνεται ότι τα ΔΣΣ αυξήθηκαν από τη μία συγκομιδή στην άλλη. Τα νωρίς συγκομισμένα ακτινίδια είχαν ΔΣΣ περίπου 6% στη συγκομιδή, ενώ τα αργά συγκομισμένα είχαν περίπου 9%. Αυτή η διαφορά των 3% οφείλεται στη μερική υδρόλυση του αποθηκευμένου στους αμυλοπλάστες αμύλου που έχει σαν αποτέλεσμα τη μερική απώλεια σκληρότητας σάρκας του καρπού.

Τα καθυστερημένης συγκομιδής ακτινίδια είχαν περίπου 20% μειωμένη οξύτητα από τα νωρίς συγκομισμένα. Συνέπεια της μείωσης αυτής ήταν η 100% αύξηση του λόγου ΔΣΣ/οξύτητα, ο οποίος όμως έμεινε και πάλι σε χαμηλά επίπεδα της τάξεως του 5,2 που μας δείχνει ότι τα ακτινίδια δεν είναι καλής οργανοληπτικής ποιότητας ακόμη. Με την ψυχοσυντήρηση οι διαφορές στη σκληρότητα της σάρκας εκμηδενίστηκαν μεταξύ των περιοχών, καθώς ολοκληρώθηκε η υδρόλυση του αμύλου και είχαμε ως αποτέλεσμα τη μερική ή και ολική ωρίμανση και λόγω της διατήρησης των καρπών σε θερμοκρασία δωματίου για 5 ημέρες (ζωή στο ράφι). Αποτέλεσμα αυτών ήταν να φτάσει ο λόγος των ΔΣΣ/οξύτητα στο 9 και να είναι τα ακτινίδια υψηλής οργανοληπτικής ποιότητας.

Το ποσοστό ξηράς ουσίας κατά τη συγκομιδή ήταν ίδιο στην πρώιμη και στην όψιμη συγκομιδή της Έδεσσας, ενώ της Ζαγοράς ήταν πιο χαμηλό. Κατά την περαιτέρω ψυχοσυντήρηση συν τη ζωή στο ράφι το ποσοστό αυτό αυξήθηκε ελαφρά σε όλες τις περιοχές. Φαίνεται λοιπόν ότι οι καρποί δεν συσώρευαν περισσότερη ξηρά ουσία όταν παρέμειναν στο πρέμνο για ένα περισσότερο μήνα και οι

περισσότεροι καρποί είχαν αφαιρεθεί από το πρέμνο με την πρώτη συγκομιδή. Άρα και οι πρώιμα συγκομισμένοι καρποί είχαν υψηλό ποσοστό ξηράς ουσίας. Πράγματι ακτινίδια με ποσοστό ξηράς ουσίας υψηλότερο του 16% στη συγκομιδή θεωρούνται υψηλής ποιότητας και πρόκειται να δώσουν τελικό ώριμο προϊόν υψηλής γευστικής ποιότητας (Burdon et al., 2004). Οι ίδιοι ερευνητές βρήκαν ότι ακτινίδια με ΔΣΣ στην ωρίμανση στα επίπεδα 11-16% άλλες φορές ήταν ικανοποιητικής γευστικής ποιότητας και άλλες όχι. Όλα τα ακτινίδια μας είχαν ΔΣΣ στην ωρίμανση στα ανωτέρω επίπεδα, άρα θεωρούνται ικανοποιητικής ποιότητας αλλά όχι άριστης ποιότητας. Η παραγωγή ακτινιδίων με ΔΣΣ στην ωρίμανση 16% και άνω θα έδινε καρπούς απόλυτα υψηλής γευστικής ποιότητας, αλλά αυτό απαιτεί σημαντικούς προσεκτικούς καλλιεργητικούς χειρισμούς (Patterson and Currie, 2011).

Τα ολικά φαινορικά όπως και η αντιοξειδωτική ικανότητα ήταν υψηλότερα στα ακτινίδια καθυστερημένης συγκομιδής σε σχέση με τα ακτινίδια πρώιμης συγκομιδής. Με την παρατεταμένη συντήρηση έφτασαν να έχουν παρόμοια ολικά φαινορικά και ελαφρώς υψηλότερα αντιοξειδωτικά. Συνδυάζοντας τα παραπάνω προκύπτει ότι τα καθυστερημένης συγκομιδής ακτινίδια έχουν υψηλότερη διατροφική αξία για τον άνθρωπο.

5.3 Επίδραση των μεταχειρίσεων

Το πράσινο χρώμα της σάρκας των καρπών μειώθηκε κατά τη διάρκεια της ψυχοσυντήρησης τόσο στο μάρτυρα όσο και στα ακτινίδια του conditioning. Στα ακτινίδια της μεταχείρισης 1-MCP το πράσινο χρώμα της σάρκας δεν άλλαξε σε καμία από τις περιοχές κατά τη διάρκεια της συντήρησης συν τη ζωή στο ράφι. Βάσει προηγούμενης έρευνας το 1-MCP καθυστερεί τις αλλαγές στο χρώμα της σάρκας ακόμα και μετά από μακρά συντήρηση και τη ζωή στο ράφι (Koukounaras and Sfakiotakis, 2007).

Η σκληρότητα της σάρκας των ακτινιδίων του μάρτυρα μειώθηκε ραγδαία κατά τους 3 μήνες συντήρησης συν τη ζωή στο ράφι και ελαφρά περαιτέρω με τους υπόλοιπους μήνες ψυχοσυντήρησης. Τα ακτινίδια της μεταχείρισης 1-MCP είχαν την ίδια συμπεριφορά με το μάρτυρα μετά τους 3 μήνες συντήρησης στους 0 °C, καθώς η σκληρότητα των ακτινιδίων των δύο μεταχειρίσεων μειώθηκε δραστικά. Αυτό δεν συνέβη στην έρευνα των Ding et al. (2013), τα αποτελέσματα της οποίας έδειξαν ότι μετά από 3 μήνες συντήρησης στους 0 °C, το 1-MCP είχε επιδράσει στη σκληρότητα της σάρκας και εμπόδιζε το μαλάκωμά της. Στο πείραμα μας τα

ακτινίδια της μεταχείρισης 1-MCP πιθανόν μαλάκωσαν από την ύπαρξη αιθυλενίου μέσα στο θάλαμο συντήρησης. Παρά την έρευνα που αναφέρει ότι η εφαρμογή 1-MCP αμέσως μετά τη συγκομιδή καθυστερεί την παραγωγή αιθυλενίου κατά 5 ημέρες κατά τη ζωή στο ράφι (Mworia et al., 2010), εδώ φάνηκε ότι η παραγωγή αιθυλενίου σε θερμοκρασία δωματίου ξεκίνησε αμέσως ή, για να είμαστε πιο ακριβείς, τα αποτελέσματα της δράσης του αιθυλενίου ήταν εμφανή κατά τη ζωή στο ράφι. Έρευνες έδειξαν (Cantin et al., 2011) ότι το 1-MCP δίνει το βέλτιστο αποτέλεσμα σε ατμόσφαιρες όπου λειτουργεί σύστημα απομάκρυνσης του αιθυλενίου. Στο θάλαμο του Α.Σ. Ζαγοράς που συντηρήθηκαν τα ακτινίδια των πειραμάτων μας γίνονταν απορρόφηση αιθυλενίου, αλλά φαίνεται ότι αιθυλένιο από τους παρακείμενους χώρους συντήρησης μήλων και από τη διακίνηση μήλων ακριβώς έξω από το θάλαμο συντήρησης των ακτινιδίων προφανώς ‘μόλυνε’ το θάλαμο των ακτινιδίων. Αυτό το αιθυλένιο προφανώς προκάλεσε την ωρίμανση κατά τη ζωή στο ράφι μαζί με την αυτοκαταλυτική παραγωγή περισσότερου αιθυλενίου.

Η σκληρότητα της σάρκας των ακτινιδίων με 1-MCP μετά από 5 μήνες και χωρίς τη ζωή στο ράφι ήταν περί τα 7,5 N σε αντίθεση με έρευνα όπου τα ακτινίδια χρειάστηκαν τη ζωή στο ράφι για να φτάσουν τα 10 N (Cantin et al., 2011). Μετά τη ζωή στο ράφι τα ακτινίδια του περάματός μας που είχαν δεχθεί 1-MCP ήταν ακόμα πιο μαλακά και στο τέλος της συντήρησής τους ήταν έτοιμα να καταναλωθούν από τους καταναλωτές, όπως έγινε και στην έρευνα των Sfakiotakis and Petkouroulou (2011). Το conditioning δεν είχε κανένα επιθυμητό αποτέλεσμα, εφόσον το 1-MCP δεν κατάφερε να διατηρήσει τη σκληρότητα σάρκας των ακτινιδίων.

Οι προτιμήσεις των καταναλωτών για τα ακτινίδια βασίζονται κυρίως στην περιεκτικότητα των καρπών σε ΔΣΣ (MacRae et al., 1990). Το ποσοστό των ΔΣΣ αυξήθηκε μετά τη συγκομιδή όπως ήταν αναμενόμενο. Στη παρούσα εργασία, όπως και σε σχετική έρευνα για το 1-MCP (Koukounaras and Sfakiotakis, 2007) δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, του conditioning και της μεταχείρισης 1-MCP ακόμα και μετά από μακρά συντήρηση και τη ζωή στο ράφι.

Η οξύτητα μειώθηκε σε όλες τις μεταχειρίσεις κατά τους 3 μήνες συντήρησης συν τη ζωή στο ράφι. Στα ακτινίδια του μάρτυρα συνεχώς μειωνόταν το ποσοστό οξύτητας με την περαιτέρω ψυχοσυντήρηση και τη ζωή στο ράφι. Όπως έδειξαν και άλλοι ερευνητές (Koukounaras and Sfakiotakis, 2007) δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, του conditioning και της μεταχείρισης 1-MCP μετά από μακροπρόθεσμη συντήρηση. Η σχέση ΔΣΣ / οξύτητα αυξήθηκε κυρίως στους

καρπούς του μάρτυρα, ενώ στους καρπούς που δέχθηκαν 1-MCP δεν άλλαξε με τη συντήρηση.

Συμπεράσματα

Η ποιότητα των ακτινιδίων και από τις 3 περιοχές μελέτης μεταβλήθηκε με τη συντήρηση σημαντικότερα. Βασικά η σκληρότητα σάρκας μειώθηκε, το χρώμα της σάρκας ελαφρά μεταβλήθηκε (πιο πράσινο), τα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) αυξήθηκαν και η οξύτητα μειώθηκε. Αυτές οι αλλαγές σχετίζονται με την ωρίμανση καθώς οι περισσότερες μετρήσεις έγιναν σε ακτινίδια μετά μια περίοδο ωρίμανσης (ζωή στο ράφι – θερμοκρασία δωματίου- για 5 ημέρες). Έτσι τα ακτινίδια μετά από 2,5 και άνω μήνες συντήρησης και ωρίμανση σε θερμοκρασία δωματίου ήταν κατάλληλα για κατανάλωση και σε υψηλή σχετικά ποιότητα.

Με την καθυστερημένη συγκομιδή τα ακτινίδια της περιοχής Έδεσσας ήταν πιο μαλακά, με υψηλότερα ΔΣΣ και χαμηλότερη οξύτητα σε σχέση με τα ακτινίδια της πρώιμης συγκομιδής. Με τη συντήρηση όμως οι διαφορές αυτές εξαφανίστηκαν. Το ενδιαφέρον είναι ότι το ποσοστό ξηράς ουσίας των ακτινιδίων δεν τροποποιήθηκε με την καθυστερημένη συγκομιδή δείχνοντας ότι με το συγκεκριμένο τρόπο καλλιέργειας η καθυστέρηση συγκομιδής δεν βελτίωσε την τελική ποιότητα των ακτινιδίων.

Η εφαρμογή 1-MCP μετά τη συγκομιδή δεν διατήρησε τα ακτινίδια ανώριμα. Σε όλες τις περιοχές και συγκομιδές. Τα ακτινίδια που δέχθηκαν 1-MCP μετά από συντήρηση 2,5 τουλάχιστον μηνών συν 5 ημέρες ζωή στο ράφι ήταν παρόμοιας ωριμότητας με τα ακτινίδια που δεν δέχθηκαν 1-MCP. Το ίδιο βρέθηκε και με τα ακτινίδια των δύο μεταχειρίσεων που συντηρήθηκαν για μακρό χρονικό διάστημα (έως τον Απρίλιο) χωρίς την παραμονή τους στο ράφι. Αυτό σημαίνει ότι τα ακτινίδια μπορούν να ωριμάσουν κανονικά ακόμα και μετά από εφαρμογή 1-MCP.

Αφού τα ακτινίδια που δέχθηκαν 1-MCP ωρίμασαν κανονικά, η διακοπή της ψύξης τους με τη διατήρησή τους για 2 ημέρες το Φεβρουάριο στους 20 °C (conditioning) δεν προκάλεσε περαιτέρω αλλαγές στη συντηρησιμότητα και ικανότητα των ακτινιδίων που είχαν δεχθεί 1-MCP στη συγκομιδή να ωριμάσουν.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

- Βασιλακάκης Μ., 2006. Μετασυλλεκτική φυσιολογία – Μεταχείριση οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία. Εκδόσεις Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.
- Βασιλακάκης Μ., 2010. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.
- Βασιλακάκης Μ., Καραογλανίδης Γ., Μηνάς Ι., 2010. Εφαρμογές όζοντος για περιορισμό των απωλειών κατά τη συντήρηση των οπωροκηπευτικών. Μια τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον. Γεωργία-Κτηνοτροφία τεύχος 5, σελ. 61-69
- Μπρουσοβάνας Ν., 1985. Η ακτινιδιά. Εκδόσεις Μπούκας, Λάρισα.
- Παλούκης Σ., Ντινόπουλος Ο., 1989. Ακτινιδιά: Φυτό, Καλλιέργεια, Προστασία, Εμπορία. Εκδόσεις Π, Θεσσαλονίκη.
- Σφακιωτάκης Ε.Μ., 1995. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Ναπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων. ΤυροMan, Θεσσαλονίκη.
- Σφακιωτάκης Ε.Μ., 2001. Παραγωγή και βιοσύνθεση αιθυλενίου και ο ρόλος του στην ωρίμανση και ποιότητα καρπών ακτινιδιάς μετά τη συγκομιδή, κατά τη συντήρηση και κατά τη «ζωή στο ράφι». Γεωργία-Κτηνοτροφία τεύχος 7, σελ. 25-38.
- Σφακιωτάκης Ε.Μ., 2001. Ποιότητα και μετασυλλεκτική μεταχείριση καρπών ακτινιδιάς. Γεωργία-Κτηνοτροφία τεύχος 7, σελ. 42-65.

Ξένη βιβλιογραφία

- Agar I.T., Massantini R., Hess-Pierce B., Kader A. A., 1999. Postharvest CO₂ and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. J. Food Sci., 64:433-440.

- Antunes M.D.C., Sfakiotakis E.M., 1997. Biochemical bases of thermoregulation of ethylene production and ripening of 'Hayward' kiwifruit. *Acta Hortic.*, 444:541-546.
- Antunes M.D.C., Pateraki I., Kanellis A.K., Sfakiotakis E.M., 2000. Differential effects of low temperature inhibition on the propylene induced autocatalysis of ethylene production, respiration and ripening of 'Hayward' kiwifruit. *J. Hort. Sci. Biotechnol.*, 75:575-580.
- Antunes M.D.C., Sfakiotakis E.M., 2000. Effect of high temperature stress on ethylene biosynthesis, respiration and ripening of 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biol. Technol.*, 20:251-259.
- Antunes M.D.C., Sfakiotakis E.M., 2002. Ethylene biosynthesis and ripening behavior of 'Hayward' kiwifruit subjected to some controlled atmospheres. *Postharvest Biol. Technol.*, 26:167-179.
- Burdon J., McLeod D., Lallu N., Gamble J., Petley M., Gunson A., 2004. Consumer evaluation of 'Hayward' kiwifruit of different at-harvest dry matter contents. *Postharvest Biol. Technol.*, 34:245-255.
- Cantin C.M., Holcroft D., Crisosto C.H., 2011. Postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) extends shelf life of kiwifruit. *Acta Hortic.*, 913:621-626.
- Cheah L.H., Irving D.E., 1997. New Zealand Institute for Crop and Food Research Limited, Levin Research Centre, New Zealand.
- Crisosto C.H., Crisosto G., 2001. Understanding consumer acceptance of early harvested 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biol. Technol.*, 22:205-213.
- Crisosto C.H., Mitchell F.G., 2002. Kiwifruit. In: Kader A.A. (ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California Agriculture and Natural Resources, Publ. 3311, pp. 371-374.
- Ding Y.L., Shen L.M., Li X.H., Yang X.Z., Lui D.Z., 2013. Effectiveness of 1-methylcyclopropene treatment on kiwifruit for extending storage life. *Advanced Materials Research*, 798:1026-1029.

- Ferguson A.R., 1999. New Temperate Fruits: *Actinidia chinensis* and *Actinidia deliciosa*, Perspectives on new crops and new uses. J. Janick, ASHS Press, Alexandria, VA, pp. 342-347.
- Gardi T., Famiani F., Micheli M., Moschini M. Standing Commission of Pollination and Bee Flora. Induction feeding of honey-bees to improve *Actinidia deliciosa* pollination. Apimondia Journal.
- Giordano L., 1988. Ένας κήπος με ακτινίδια. (Μετάφραση από γαλλικό). Εκδόσεις Ψύχαλος, Αθήνα.
- Gonzalez M.V., Coque M., Herver M., 1998. Influence of pollination systems on fruit set and fruit quality in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). Ann. Appl. Biol., 132:349-355.
- Gui Y., Hong S., Keg S. Skirvin R.M., 1992. Fruit and vegetative characteristics of endosperm-derived kiwifruit (*Actinidia chinensis*) plants. Euphytica, 71:57-62.
- Harman J.E., McDonald B., 1983. Controlled atmosphere storage of kiwifruit: effects on storage life and fruit quality. Acta Hortic., 138:195-202.
- Hertog M.L.A.T.M., Nicholson S.E., Jeffery P.B., 2004. The effects of modified atmospheres on the rate of firmness change of 'Hayward' kiwifruit. Postharvest Biol. Technol., 31:251-261.
- Huang H., Ferguson A.R., 2001. Kiwifruit in China. New Zealand J. Crop Hortic. Sci., vol. 29:1-14.
- Jordan R.B., Walton E.F., Klages K.U., Seelye R.J., 2000. Postharvest fruit density as an indicator of dry matter and ripened soluble solids of kiwifruit. Postharvest Biol. Technol., 20:163-173.
- Kader A.A., 1992. Postharvest Technology of Horticultural Crops. 2nd Edition.
- Koukounaras A., Sfakiotakis E., 2007. Effect of 1-MCP prestorage treatment on ethylene and CO₂ production and quality of 'Hayward' kiwifruit during shelf-life after short, medium and long term cold storage. Postharvest Biol. Technol., 46:174-180.

- Liang C.F., Ferguson A.R., 1984. Emendation of latin name of *Actinidia chinensis* P. var. *Hispida* C.F. Liang. *Guibaia*, 4:181-182.
- Lurie S., Klein J.D., 1990. Heat treatment of ripening apples: differential effects on physiology and biochemistry. *Physiol. Plant.*, 78:181-186.
- MacRae E., Stec M.G.H., Triggs C.C., 1990. Effects on postharvest treatment on the sensory qualities of kiwifruit harvest at different maturities. *J. Sci. Food Agric.*, 50:533-546.
- McGuire R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27:1254-1255.
- Mir N.A., Beaun R.M., Ben A.R., Philosoph-Hadas S., 2001. Use of 1-MCP to reduce for refrigeration in the storage of apple fruit. *Acta Hortic.*, 553:577-580.
- Mworia E. G., Yoshikawa T., Yokotani N., Fukuda T., Suezawa K., Ushijima K., Nakano R., Kubo Y., 2010. Characterization of ethylene biosynthesis and its regulation during fruit ripening in kiwifruit, *Actinidia chinensis* 'Sanuki Gold'. *Postharvest Biol. Technol.*, 55:108-113.
- Patterson K.J., Currie M.B., 2011. Optimising kiwifruit vine performance for high productivity and superior fruit taste. *Acta Hortic.* 913:257-268.
- Pech J.C., Balagne C., Latche A., Bouzayen M., 1994. Postharvest physiology of climacteric fruits: recent developments in the biosynthesis and action of ethylene. *Sciences des Aliments*, 14:3-15.
- Pyke N.B., Alspach P.A., 1986. Inter-relationships of fruit weight, seed number and seed weight in kiwifruit. *New Zealand J. Agric. Sci.*, 20:153-156.
- Richardson A.C., Marsh K.B., Boldingh H.L., Pickering A.H., Bulley S.M., Frearson N.J., Ferguson A.R., Thornber S.E., Bolitho K.M., Macrae E.A.. High growing temperatures reduce fruit carbohydrate and vitamin C kiwifruit. *Plant, Cell Environ.*, 27: 423-435.

- Ritenour M.A., Crisosto C.H., Garner D.T., Cheng G. W., Zoffoli J.P., 1999. Temperature, length of cold storage and maturity influence the ripening rate of ethylene-preconditioned kiwifruit. *Postharvest Biol. Technol.*, 15:107-115.
- Salinero M.C., Vela P., Sainz M.J., 2009. Phenological growth stages of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* 'Hayward'). *Sci. Hortic.*, 121:27-31.
- Sfakiotakis E., Petkopoulou I., 2011. Beneficial effects of a pre-commercial application of SmartFreshSM (1-methylcyclopropene) on texture preservation and reduced weight losses of 'Hayward' kiwifruit: Potential commercial benefits of SmartFreshSM (1-MCP) for retarding ripening and extending the storage and shelf life of 'Hayward' kiwifruit. *Acta Hortic.*, 913:603-608.
- Soufleros E.H., Pissa I., Petridis D., Lygerakis M., Mermelas K., Boukouvalas G., Tsimitakis E., 2001. Instrumental analysis of volatile and other compounds of Greek kiwi wine sensory evaluation and optimization of its composition. *Food Chem.* 75:487-500.
- Yildirim I., Bayir A., 2013. Effects of different storage techniques on the antioxidant capacity, total phenolics and flavonoids of 'Hayward' kiwifruit. *Acta Hortic.*, 1012:807-814.
- Wang C.Y., Buta J.G., 2003. Maintaining quality of fresh-cut kiwifruit with volatile compounds. *Postharvest Biol. Technol.*, 28:181-186.
- Williams D.A. 1983. *Kiwifruit Culture*. New Zealand Government Printer. Wellington, p. 95.
- Wismer W.V., Harker F.R., Gunson F.A., Rossiter K.L., Lau K., Seal A.G., Lowe R.G., Beatson R., 2003. Identifying flavor targets for fruit breeding: A kiwifruit example. *Euphytica*, 141:93-104.
- Zhang Y., Kunsong C., Zhang S., Ferguson I., 2003. The role of salicylic acid in post harvest ripening of kiwifruit. *Postharvest Biol. Technol.*, 28:181-186.

Πηγές από διαδίκτυο

➤ [Πηγή 1]:

http://www.zesprikiwi.com/history_flash.html

➤ [Πηγή 2]:

<http://www.ethnos.gr/entheta.asp?catid=23353&subid=2&pubid=63834365>

➤ [Πηγή 3]:

http://triton.chania.teicrete.gr/bio_geo/Biologiko_Aktinidio_Head.htm

➤ [Πηγή 4]:

<http://apimodia.com/apiacta/slovenia/eu/gardi.pdf>

➤ [Πηγή 5] :

<http://www.agronews.gr/?pid=162&la=1&aid=103243>

➤ [Πηγή 6]:

http://ne_postharvest.com/hb66/077kiwifruit.pdf

➤ [Πηγή 7]:

<http://www.agrofresh.com/smartfresh/smartfresh.html>

➤ [Πηγή 8] :

<http://www.freshplaza.com/article/92999/Postharvest-application-of-1-MCP-to-extend-kiwifruit-shelf-life>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000123009