



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Ε.Π. ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΗΠΕΙΡΟΥ**

**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
“Ηπειρος” 2014-2020**

ΚΩΔΙΚΟΣ ΠΡΑΞΗΣ (ΕΡΓΟΥ): ΗΠ1ΑΒ-00169

**ΕΠΩΝΥΜΙΑ ΦΟΡΕΑ: Όμιλος Κολιού ΑΒΕΕ.
Εξαγωγές αγροτικών προϊόντων
Ακτινίδια - Πορτοκάλια - Μανταρίνια - Φράουλες**

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΦΟΡΕΑ: Όμιλος Κολιού ΑΒΕΕ

Τίτλος Πρότασης

Σύγχρονο σύστημα αξιολόγησης της ποιότητας των ακτινιδίων, ιχνηλασιμότητα των παραγόμενων προϊόντων ακτινιδίου και ευφυής διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού με βάση προηγμένες εφαρμογές Πληροφορικής ICT - FoodAware

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 3

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ: ΠΕ3.4

Περιγραφή δεδομένων που πρόκειται να αξιοποιηθούν για τις ανάγκες και τις απαιτήσεις τους συστήματος.

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη αποτελεί το υπ. αριθμ. ΠΕ3.4 παραδοτέο του έργου με Τίτλο «Σύγχρονο σύστημα αξιολόγησης της ποιότητας των ακτινιδίων, ιχνηλασιμότητα των παραγόμενων προϊόντων ακτινιδίου και ευφυής διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού με βάση προηγμένες εφαρμογές Πληροφορικής ICT - FoodAware» που υλοποιείται στα πλαίσια του επιχειρησιακού προγράμματος “Ήπειρος” 2014-2020. Η παρούσα αναφορά εστιάζει στην ολοκληρωμένη καλλιέργεια της ακτινιδιάς. Παρουσιάζονται τα κρίσιμα σημεία και οι σημαντικότερες παράμετροι που επιδρούν στην ποιοτική και ποσοτική παραγωγή από την συγκομιδή, κατά την αποθήκευση και έως τη μεταφορά στο τελικό σημείο πώλησης. Οι μετρήσεις αυτές μπορούν να ενταχθούν σε συστήματα ιχνηλασιμότητας.

Περίληψη	2
1. Εισαγωγή.....	5
2. Παράμετροι παρακολούθησης και καταγραφής σε ένα Σύστημα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης	5
2.1. Στοιχεία αγροτεμαχίου και παράμετροι παρακολούθησης και καταγραφής ...	6
2.1.1. Στοιχεία αγροτεμαχίου:.....	6
2.1.2. Παράμετροι παρακολούθησης:.....	6
3. Παράμετροι παρακολούθησης για τον υπολογισμό Υδατικού Αποτυπώματος.....	9
3.1. Άντληση δεδομένων	9
4. Παράμετροι παρακολούθησης και καταγραφής δεδομένων κατά την συγκομιδή και αποθήκευση των καρπών.....	11
4.1. Χαρακτηριστικά ποιότητας καρπού	11
4.2. Κριτήρια Ωρίμανσης	12
4.3. Συντήρηση - Αποθήκευση.....	14
4.3.1. Αναπνοή.....	15
4.3.2. Αιθυλένιο.....	16
4.3.3. Παρεμπόδιση της δράσης του αιθυλενίου και μέθοδοι απομάκρυνσής του από τους χώρους αποθήκευσης.....	17
4.4. Δεδομένα που παρακολουθούνται και καταγράφονται κατά την συντήρηση και διακίνηση των καρπών	20
4.4.1. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά των καρπών κατά την συγκομιδή και την παραλαβή στα ψυγεία-αποθήκες.	20
4.4.2. Συνθήκες στους ψυκτικούς θαλάμους συντήρησης.....	20
4.4.3. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά των καρπών κατά την εξαγωγή τους από τα ψυγεία-αποθήκες.	
21	
5. Βιβλιογραφία	22

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 4-1: Διαθλασίμετρο.....	12
Εικόνα 4-2: Πενετόμετρο	12
Εικόνα 4-3: Συντακτικός τύπος του 1-μεθυλοκυκλοπροπένιου.....	18

1. Εισαγωγή

Η ακτινιδιά (*Actinidia deliciosa*) ή Kiwi Fruit, ανήκει στην οικογένεια Actinidiaceae και η καταγωγή της είναι από την Κίνα. Είναι φυτό πολυετές, φυλλοβόλο, δίοικο και αναρριχώμενο. Καλλιεργείται για τον καρπό της, ο οποίος όταν είναι ώριμος έχει γλυκιά και δροσιστική γεύση, ελαφρά υπόξινη με λεπτό άρωμα. Ο καρπός της παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον από άποψη θρεπτικής αξίας (μεταξύ άλλων, η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C είναι τριπλάσια έως πενταπλάσια των εσπεριδοειδών). Επίσης σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις απαντώνται και το ασβέστιο, φώσφορος και σίδηρος ενώ ο καρπός είναι πλούσιος σε πρωτεΐνες και σε ανόργανα άλατα καλίου, μαγνησίου και άλλων στοιχείων καθώς και σε πολλά χρήσιμα ένζυμα για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Η εφαρμογή της ολοκληρωμένης διαχείρισης στην καλλιέργεια της ακτινιδιάς παρουσιάζει συνεχώς αυξανόμενες τάσεις τα τελευταία χρόνια και στην περιοχή του Νομού Άρτας. Το ακτινίδιο προσφέρεται για καλλιέργεια στην ευρύτερη περιοχή της Ηπείρου, λόγω των μειωμένων προσβολών από εχθρούς και ασθένειες σε σχέση με άλλες καλλιέργειες. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η ολοκληρωμένη καλλιέργεια ακτινιδίων είναι μια εύκολη υπόθεση. Η καλλιέργεια έχει αρκετές ιδιαιτερότητες στα διάφορα καλλιεργητικά στάδια, οι οποίες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους παραγωγούς ακτινιδιάς.

2. Παράμετροι παρακολούθησης και καταγραφής σε ένα Σύστημα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης

Κατά την εφαρμογή ενός Συστήματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης ο παράγωγος είναι υποχρεωτικό να τηρεί το ημερολόγιο καλλιέργειας όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Το ημερολόγιο καλλιέργειας αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του ΣΟΔ και αφορά όλες εκείνες τις διεργασίες που πραγματοποιούνται από τον παραγωγό. Το ημερολόγιο

καλλιέργειας αναφέρεται σε ένα αγροτεμάχιο το οποίο υποχρεωτικά λαμβάνει έναν κωδικό ο οποίος αναγράφεται στο εξώφυλλο του αγροτεμαχίου.

2.1.Στοιχεία αγροτεμαχίου και παράμετροι παρακολούθησης και καταγραφής

Σε επίπεδο παραγωγής αποκλειστικά και συγκεκριμένα για την περίπτωση της καλλιέργειας ακτινιδίων, για την τεκμηρίωση ενός Συστήματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης οι παράμετροι και τα στοιχεία που πρέπει να παρακολουθούνται και να καταγράφονται είναι τα ακόλουθα:

2.1.1. Στοιχεία αγροτεμαχίου:

1. κωδικός αγροτεμαχίου
2. τοποθεσία αγροτεμαχίου
3. έκταση αγροτεμαχίου
4. αριθμός δένδρων ανά αγροτεμάχιο

2.1.2. Παράμετροι παρακολούθησης:

1. εγκατάσταση οπωρώνα
 - a. επιλογή ποικιλίας
 - b. προμήθεια δενδρυλλίων
 - i. προμηθευτής
 - ii. ημερομηνία προμήθειας
 - c. ημερομηνία φύτευσης
2. καλλιεργητικές εργασίες
 - a. τύπος καλλιεργητικής εργασίας (κλάδεμα, αραίωμα καρπών, χορτοκοπή, κατεργασία εδάφους: άροση, φρεζάρισμα)
 - b. ημερομηνία εκτέλεσης καλλιεργητικής εργασίας
 - c. τρόπος εκτέλεσης (χειρωνακτικά, μηχανοκίνητα κτλ.)
3. λίπανση
 - a. εμπορικό όνομα λιπάσματος
 - b. τύπος λιπάσματος (N-P-K)
 - c. δοσολογία εφαρμογής λιπάσματος
 - d. κωδικός αγροτεμαχίου εφαρμογής λίπανσης
 - e. ημερομηνίας εφαρμογής λίπανσης
 - f. τρόπος – μέθοδος εφαρμογής λίπανσης

- g. καλλιεργητικό στάδιο κατά την εφαρμογή της λίπανσης
 - h. καιρικές συνθήκες κατά την εφαρμογή της λίπανσης
4. φυτοπροστασία
- a. εμπορικό όνομα φυτοπροστατευτικού σκευάσματος
 - b. δραστική ουσία φυτοπροστατευτικού σκευάσματος
 - c. δοσολογία εφαρμογής φυτοπροστατευτικού σκευάσματος
 - d. αιτιολόγηση εφαρμογής φυτοπροστατευτικού σκευάσματος
 - e. χρόνος αναμονής πριν τη συγκομιδή (PHI)
 - f. κωδικός αγροτεμαχίου εφαρμογής φυτοπροστασίας
 - g. ημερομηνία εφαρμογής φυτοπροστατευτικού σκευάσματος
 - h. ποσότητα εφαρμογής φυτοπροστατευτικού σκευάσματος
 - i. μέθοδος εφαρμογής φυτοπροστατευτικού σκευάσματος
 - j. όγκος νερού για την παρασκευή ψεκαστικού διαλύματος
 - k. καλλιεργητικό στάδιο κατά την εφαρμογή φυτοπροστασίας
 - l. χειριστής εφαρμογής ψεκασμού
5. συγκομιδή
- a. κωδικός αγροτεμαχίου συγκομιδής
 - b. επιτρεπόμενη ημερομηνία έναρξης συγκομιδής
 - c. ημερομηνία συγκομιδής
 - d. ποσότητα συγκομιδής
 - e. προμήθεια συγκομιδής
6. άρδευση
- a. κωδικός αγροτεμαχίου
 - b. ημερομηνία άρδευσης
 - c. ποσότητα άρδευσης
 - d. χρόνος (διάρκεια) άρδευσης
 - e. μέθοδος άρδευσης
7. παρακολούθηση εδάφους
- a. εδαφολογική ανάλυση
8. παρακολούθηση νερού
- a. αναλύσεις νερού (ποιοτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά)
9. έλεγχος αποθήκης (φυτοφάρμακα, λιπάσματα, μηχανολογικός εξοπλισμός)
- a. απογραφή λιπασμάτων
 - b. απογραφή φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων
 - c. απογραφή μηχανολογικού εξοπλισμού
10. έλεγχος μηχανολογικού εξοπλισμού
- a. ρύθμιση μηχανολογικού εξοπλισμού
 - b. συντήρηση μηχανολογικού εξοπλισμού
11. πώληση παραγόμενου προϊόντος
- a. ημερομηνία πώλησης
 - b. αριθμός παραστατικού

- c. πελάτης – αγοραστής
- d. προϊόν
- e. ποσότητα

3. Παράμετροι παρακολούθησης για τον υπολογισμό Υδατικού Αποτυπώματος

Για τον υπολογισμό του Υδατικού Αποτυπώματος μια καλλιέργειας στην πράξη τα δεδομένα που απαιτείται να παρακολουθούνται και να καταγράφονται είναι τα ακόλουθα:

1. Για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς (ET₀), εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας (ET_c) και για τον υπολογισμό πράσινου και μπλε υδατικού αποτυπώματος βασιζόμαστε στην εξίσωση Penman-Monteith όπως περιγράφεται αναλυτικά στο FAO PAPER 56 (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 1998):
 - a. Μετεωρολογικά δεδομένα όπως:
 - i. Θερμοκρασία ημέρας (μέγιστη, ελάχιστη και μέσος όρος)
 - ii. Σχετική Υγρασία ημέρας (μέγιστη, ελάχιστη και μέσος όρος)
 - iii. Ταχύτητα ανέμου
 - iv. Ακτινοβολία
 - v. Βροχόπτωση
 - b. Δεδομένα καλλιέργειας όπως:
 - i. Συντελεστής καλλιέργειας (K_c) για το διάστημα υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας (ET_c)
2. Για τον υπολογισμό του γκρίζου αποτυπώματος
 - a. Ποσότητα ρυπαντή που εφαρμόστηκε στην καλλιέργεια
 - b. Τύπος ρυπαντή (στην περίπτωση λιπασμάτων μας ενδιαφέρει ο τύπος του λιπάσματος και πιο συγκεκριμένα οι μονάδες Αζώτου και Φωσφόρου)
3. Ποσότητα συγκομιδής

3.1. Αντληση δεδομένων

Τα παραπάνω δεδομένα είναι δυνατόν να αντληθούν είτε με απευθείας μετρήσεις είτε έμμεσα από υπολογισμούς είτε τέλος με επικοινωνία με τον παραγωγό. Πιο συγκεκριμένα:

1. Μετεωρολογικά δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά αντλούνται από μετεωρολογικούς σταθμούς εγκατεστημένους στην περιοχή. Το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων διαθέτει δίκτυο πλήρως εξοπλισμένων μετεωρολογικών σταθμών στην περιοχή, από τους οποίους και αντλεί τα δεδομένα.
2. Δεδομένα καλλιέργειας. Ο συντελεστής καλλιέργειας K_c προσδιορίζεται κυρίως με τη βοήθεια δεδομένων που υπάρχουν στη βιβλιογραφία.
3. Ποσότητα και τύπος ρυπαντή που εφαρμόζεται στην καλλιέργεια. Μέσω επικοινωνίας με τον παραγωγό είναι δυνατή η άντληση της πληροφορίας που αφορά την ποσότητα και τον τύπο του εφαρμοζόμενου ρυπαντή στην καλλιέργεια. Ο παραγωγός δίνει στοιχεία σχετικά με τη λίπανση και η φυτοπροστασία που εφαρμόζει στην καλλιέργειά του (σκεύασμα και ποσότητα). Με βάση τα στοιχεία αυτά υπολογίζουμε ακριβώς την ποσότητα των ρυπαντικών στοιχείων (κυρίως άζωτο και φώσφορο) που δέχεται η καλλιέργεια στο διάστημα υπολογισμού του Υδατικού Αποτυπώματος.
4. Ποσότητα συγκομιδής. Την πληροφορία αυτή την αντλούμε κυρίως έπειτα από επικοινωνία με τον παραγωγό αφού ολοκληρωθεί η συγκομιδή.

4. Παράμετροι παρακολούθησης και καταγραφής δεδομένων κατά την συγκομιδή και αποθήκευση των καρπών

4.1.Χαρακτηριστικά ποιότητας καρπού

Το ακτινίδιο (καρπός) έχει γεύση υπόξινη, αρωματική και ευχάριστη όταν είναι καλά ώριμος. Περιέχει μεγάλες ποσότητες βιταμίνης C, βιταμίνες του συμπλέγματος B, λιποδιαλυτές βιταμίνες A και E, ανόργανα ιχνοστοιχεία, τα ω3 και ω6 λιπαρά και πολλές ουσίες που έχουν ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες.

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), και το άρωμα που οφείλεται σε πτητικές ουσίες.

Από τα διάφορα χαρακτηριστικά του καρπού ορισμένα χρησιμοποιούνται ως κριτήρια για την εκτίμηση της ποιότητάς τους, αλλά και για τον προσδιορισμό του κατάλληλου σταδίου ωρίμανσης και συλλογής τους, 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 λαμβάνοντας υπόψη 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, 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).

4.2.Κριτήρια Ωρίμανσης

Για τον καθορισμό του κατάλληλου βαθμού ωριμότητας των καρπών κατά τη συγκομιδή, χρησιμοποιούνται ως κριτήρια ωριμότητας η περιεκτικότητα του χυμού σε διαλυτά στερεά, τα οποία μετρούνται εύκολά με διαθλασίμετρο (εικόνα 4-1), η συνεκτικότητα της σάρκας,η οποία μετριέται με ειδικό όργανο μέτρησης της σκληρότητας της σάρκας (πενετόμετρο ή pressure tester-plumger) με διάμετρο εμβόλου πίεσης (tip) 7,9-8mm. (εικόνα 4-2)



Εικόνα 4-1: Διαθλασίμετρο



Εικόνα 4-2: Πενετόμετρο

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. (Παλούκης και Ντινόπουλος, 1989).

Η σάρκα ενός ανώριμου ακτινιδίου παραμένει πολύ συνεκτική μέχρι να ξεκινήσει η υδρόλυση του αμύλου στους φυτικούς ιστούς και να αρχίσει η συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων να ανεβαίνει, περίπου 20 εβδομάδες μετά την άνθηση. Εάν οι καρποί παραμείνουν πάνω στο φυτό, η συνεκτικότητα τους μειώνεται σταθερά μέχρι τουλάχιστον τις 30 εβδομάδες μετά την άνθηση. Κατά την εποχή κανονικής συγκομιδής του ακτινιδίου περίπου 20 - 22 εβδομάδες μετά την άνθηση, ο καρπός μπορεί να έχει συνεκτικότητα-σκληρότητα που κυμαίνεται από 60-90 N (Newtons). Η μέτρηση για να είναι αξιόπιστη, θα πρέπει για κάθε ποικιλία να λαμβάνεται από ένα δείγμα 10 καρπών.

Η πορεία ωρίμανσης του ακτινιδίου είναι πολύ διαφορετική σε καρπούς που έχουν συγκομιστεί, σε σχέση με καρπούς που έχουν αφηθεί πάνω στο φυτό για να ωριμάσουν. Σε καρπούς που έχουν συγκομιστεί και αποθηκευτεί σε θερμοκρασία 20 °C, η συνεκτικότητα του καρπού πέφτει σταδιακά από πάνω από 80N σε 70N κατά τη διάρκεια των πρώτων 7 με 10 ημερών της αποθήκευσης και στα 10N περίπου 10 ημέρες μετά. Ο καρπός του ακτινιδίου είναι έτοιμος για κατανάλωση όταν η σάρκα του έχει συνεκτικότητα που κυμαίνεται από 5 έως 8N. Αυτή την κατάσταση την αποκτά ο καρπός μετά από περίπου 3 εβδομάδες αποθήκευσης στους 20 °C. Η ελάττωση όμως της θερμοκρασίας επιβραδύνει σημαντικά την απώλεια συνεκτικότητας.

Ως κατώτατη τιμή συνεκτικότητας σάρκας για συσκευασία, μεταφορά και χονδρική πώληση των καρπών της ποικιλίας Hayward έχουν καθοριστεί τα 20N, ενώ αντίστοιχα για λιανική πώληση και κατανάλωση θεωρούνται τα 10N συνεκτικότητα σάρκας (Crisosto κά, 1999). Όσον αφορά τα ΔΣΣ αυτά θα πρέπει να είναι πάνω από 14%.

4.3.Συντήρηση - Αποθήκευση

Ένα από τα βασικότερα συστατικά της μεγάλης εμπορικής δυνατότητας των καρπών ακτινιδιάς είναι η συντηρησιμότητα τους για πολλούς μήνες σε κατάλληλες συνθήκες. Τα ακτινίδια μετά τη συγκομιδή μπορούν να αποθηκευτούν με επιτυχία για 4-6 μήνες. Η Hayward μπορεί να συντηρηθεί 5-6 μήνες, η Dexter για 3-4 μήνες και οι Abbott και Bruno μέχρι 2-3 μήνες.

Προηγείται η διαλογή και συσκευασία των καρπών, η πρόψυξη σε θερμοκρασίες 2-4 °C και μεταφορά μέσα σε 24 ώρες από τη συλλογή τους, για συντήρηση σε ψυκτικούς θαλάμους. Οι κύριες συνθήκες που απαιτούνται για να επιτευχθεί η μακρά συντήρηση των καρπών 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.

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). Οι καρποί που παρουσιάζουν πρώιμο μαλάκωμα δεν έχουν τις προϋποθέσεις για μακρά συντήρηση. (Παλούκης και Ντινόπουλος, 1989).

Σε οποιοδήποτε 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 ελάττωση της συνεκτικότητας των καρπών οφείλεται επίσης στην απελευθέρωση ουρονικού οξέος από τα κυτταρικά τοιχώματα των κυττάρων του καρπού. Ως γνωστόν, το ουρονικό οξύ μαζί με τις πηκτίνες παίζει σημαντικό ρόλο στη στερεοποίηση των κυτταρικών τοιχωμάτων των φυτικών κυττάρων. Η αποδυνάμωση των κυτταρικών τοιχωμάτων συντελεί στην ελάττωση της συνεκτικότητας του καρπού.

4.3.1. Αναπνοή

Το ακτινίδιο είναι ένας κλασσικός κλιμακτιριακός καρπός. Ο ρυθμός αναπνοής που παρουσιάζει το φρούτο αμέσως μετά την συγκομιδή εξαρτάται από την ωριμότητα που έχει ο καρπός τότε. Σε άωρους καρπούς ο ρυθμός αναπνοής είναι περίπου 40 mg CO₂/kg.h τη στιγμή της συγκομιδής και στη συνέχεια πέφτει σε λιγότερο από 20 mg CO₂/kg.h μετά από 2 εβδομάδες αποθήκευσης στους 20 °C. Ο ρυθμός αναπνοής σε πιο ώριμους καρπούς κατά τη στιγμή της συγκομιδής είναι μικρότερος. Ακτινίδια που έχουν συγκομιστεί από 25 μέχρι 47 εβδομάδες μετά την άνθηση έχουν ένα ρυθμό αναπνοής που είναι γύρω στα 20 mg CO₂/kg.h.

Κατά την αποθήκευση των φυτικών προϊόντων, ο γρήγορος ρυθμός της αναπνοής επιφέρει τη μικρή διάρκεια της ζωής τους ενώ ο βραδύτερος τη μεγαλύτερη. Ως εκ τούτου επιδιώκουμε να τον περιορίσουμε, όσο το δυνατόν περισσότερο. Το ακτινίδιο συμπεριφέρεται ως κλιμακτιριακός καρπός σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος και ως μη κλιμακτιριακός καρπός σε θερμοκρασίες κάτω από 10 °C, λόγω εκμηδενισμού της παραγωγής αιθυλενίου.

Ο ρυθμός αναπνοής εξαρτάται πάρα πολύ από τη θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται ο καρπός. Ο ρυθμός αναπνοής στους 2 °C είναι περίπου το ένα πέμπτο του ρυθμού αναπνοής που έχει ο καρπός στους 20 °C. Ο ρυθμός της ωρίμανσης και της παρακμής του καρπού μειώνεται όταν ο καρπός τοποθετείται σε χαμηλές θερμοκρασίες και σε αυτό βασίζεται η επιτυχής αποθήκευση του ακτινιδίου για μεγάλες χρονικές περιόδους σε κατάλληλα ψυγεία.

Ένας άλλος τρόπος μείωσης του αναπνευστικού ρυθμού είναι η ελάττωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου και η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στο χώρο που είναι αποθηκευμένα τα φρούτα.

Η διατήρηση του χαμηλού ρυθμού αναπνοής αλλά όχι η παντελής έλλειψη αυτού, είναι απαραίτητη για τη συνέχιση των δράσεων που σχετίζονται με τη διατήρηση των προϊόντων και των φυσικών προστατευτικών μηχανισμών, έναντι της προσβολής τους από μικροοργανισμούς.

Ο ρυθμός αναπνοής εξαρτάται επίσης από την επίδραση του αιθυλενίου. Η επίδραση που έχει το αιθυλένιο στο ρυθμό αναπνοής εξαρτάται από την κατάσταση ωριμότητας στην οποία βρίσκεται ο καρπός.

4.3.2. 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-αμινοκυκλοπροπάνιο-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 φυτομόνη 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).

Η παραγωγή του αιθυλενίου από το ακτινίδιο (ενδογενές) ξεκινάει αργά κατά την περίοδο της ωρίμανσης του καρπού. Στους 20 °C κατά την περίοδο της ωρίμανσης το μαλάκωμα της σάρκας, κάτω από 10N, σχετίζεται με μια απότομη αύξηση στην παραγωγή του αιθυλενίου καθώς και μια αύξηση στο ρυθμό της αναπνοής. Το μέγιστο στην παραγωγή του αιθυλενίου μπορεί να φτάσει και τα 60 - 80 mL / kg.h.

Μετά τη συγκομιδή το ακτινίδιο είναι πολύ ευαίσθητο ακόμα και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις εξωγενούς αιθυλενίου της τάξης των 5 ppm, τα οποία προκαλούν το άμεσο μαλάκωμα του καρπού.

Ακόμα και στους 0 °C ο καρπός ανταποκρίνεται στο αιθυλένιο και χάνει τη συνεκτικότητα του πολύ γρήγορα. Λόγω της ευαισθησίας του καρπού στο αιθυλένιο συνίσταται τα επίπεδα του αιθυλενίου μέσα στο χώρο αποθήκευσης να κρατούνται όσο το δυνατό χαμηλότερα, με ένα μέγιστο τα 0,03 ppm.

Η παραγωγή ενδογενούς 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. Αυτός είναι και ένας λόγος που περιορίζεται το μαλάκωμα σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα, αφού μειώνεται το οξυγόνο και επομένως η παραγωγή αιθυλενίου.

4.3.3. Παρεμπόδιση της δράσης του αιθυλενίου και μέθοδοι απομάκρυνσής του από τους χώρους αποθήκευσης

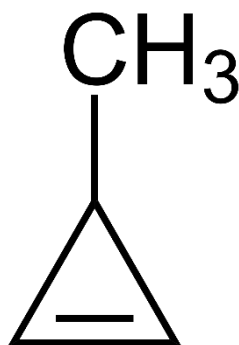
☉ Η αύξηση χρόνου συντήρησης των καρπών μπορεί να γίνει με τη χρήση χημικών ουσιών, όπως για παράδειγμα το σαλικυλικό οξύ που διαδραματίζει ρόλο στην ωρίμανση του καρπού επιβραδύνοντας το μαλάκωμα της σάρκας, καθώς παρεμβαίνει στη βιοσύνθεση του αιθυλενίου μέσω της μείωσης της δραστηριότητας της ACC συνθάσης (Zhang et al., 2003). Είναι προφανές

όμως ότι το σαλικυλικό οξύ δεν έχει ανασταλτική δράση όταν το αιθυλένιο προέρχεται από εξωτερικές του καρπού πηγές.

Άλλες ουσίες που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να αποτρέψουν την βιολογική δράση του αιθυλενίου είναι το 1-MCP (1-μεθυλοκυκλοπροπένιο) και το όζον (O₃).

● Το 1-MCP έχει παρόμοια δομή με το αιθυλένιο. Αυτή η ομοιότητα στην δομή του (εικόνα 4-3) του επιτρέπει να αλληλοεπιδρά με τους υποδοχείς αιθυλενίου των κυττάρων των καρπών. Το 1-MCP απελευθερώνεται εύκολα στους χώρους συντήρησης και στη συνέχεια αλληλοεπιδρά με τους υποδοχείς αιθυλενίου για τον προσωρινό αποκλεισμό τους έως ότου οι καρποί εξέλθουν από το ψυχόμενο περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται. Χρησιμοποιείται στα φρούτα και τα λαχανικά σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις (<1 ppm) για να παρατείνει τη μετασυλλεκτική τους ζωή. Αναφέρεται ότι μια απλή έκθεση των καρπών της μηλιάς στο 1-MCP μπορεί σε μικρό χρονικό διάστημα να καταστήσει τον φυτικό ιστό αδρανή 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 των καρπών κατά τη στιγμή της εφαρμογής του 1-MCP.



Εικόνα 4-3: Συντακτικός τύπος του 1-μεθυλοκυκλοπροπένιου

Το 1-MCP έχει χρησιμοποιηθεί εκτενέστατα τα τελευταία χρόνια 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. Αυτή την μεθωρίμανση φαίνεται ότι παρεμποδίζει σε μερικές περιπτώσεις το 1-MCP.

☉ Το όζον είναι μια αλλοτροπική μορφή οξυγόνου και αποτελείται από τρία άτομα οξυγόνου [O₃]. Όταν διασπάται σχηματίζεται O₂ και ελεύθερες ρίζες οξυγόνου (μονήρες O[•], ρίζα υδροξυλίου OH^{*}). Οι ρίζες αυτές είναι πολύ ενεργές και ικανές με την δράση τους να προσβάλλουν πολλές οργανικές ενώσεις, να καταστείλουν την ανάπτυξη βακτηρίων και μυκήτων και να διασπασούν ορισμένες τοξίνες σε αποθηκευμένα προϊόντα. Το όζον επίσης έχει την ικανότητα να διασπά τους διπλούς δεσμούς, όπως στο αιθυλένιο και να το καθιστά ανενεργό. Οι συγκεντρώσεις που συνιστώνται για την καταστολή των αλλοιώσεων από παθογόνα κυμαίνονται μεταξύ 0,1 – 0,3 μL⁻¹.

Η μέθοδος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε θαλάμους ελεγχόμενης ατμόσφαιρας γιατί προϋποθέτει υψηλά επίπεδα οξυγόνου στο θάλαμο.

☉ Απομάκρυνση του αιθυλενίου μπορεί να γίνει με την χρήση υλικών που έχουν την ικανότητα να προσροφούν το αιθυλένιο όπως είναι το υπερμαγγανικό κάλιο (KMnO₄), μόνο του ή σε συνδυασμό με ενεργοποιημένο ή βρωμιωμένο άνθρακα. Αυτό που πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα κατά τη χρήση αυτών των υλικών είναι η καλή κυκλοφορία του αέρα γύρω από αυτά καθώς και η έγκαιρη αντικατάστασή τους όταν αναλωθούν.

Το KMnO₄ προσροφημένο σε διάφορα αδρανή υλικά, έχοντας αρχικά ένα έντονο πορφυρό χρώμα, οξειδώνει το αιθυλένιο, είτε σε γλυκόζη του αιθυλενίου είτε σε οξικό οξύ τα οποία παρουσία επιπρόσθετου KMnO₄ οξειδώνονται σε CO₂ και H₂O και τελικά το οξειδωτικό μέσο μετατρέπεται σε MnO₂ με ένα σκούρο καφέ χρώμα (Ozdemir & Floros, 2004).

● Η καταλυτική οξείδωση είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα για την απομάκρυνση του αιθυλενίου σε χώρους όπου αποθηκεύονται ευαίσθητα στο εξωγενές αιθυλένιο προϊόντα (Βασιλακάκης, 2012). Ο αέρας από το εσωτερικό του θαλάμου συντήρησης εισάγεται παλινδρομικά σε ειδική συσκευή όπου μέσω δύο κεραμικών υλικών θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία (200-250 °C). Κατόπιν, ο θερμός αέρας οδηγείται στον καταλύτη (πλατίνα) όπου το αιθυλένιο οξειδώνεται σε CO₂ και H₂O.

Τόσο η καταλυτική οξείδωση όσο και η δέσμευση του αιθυλενίου με KMnO₄, συνδυάζεται πολύ αποτελεσματικά με συστήματα δυναμικής κυκλοφορίας του αέρα στους θαλάμους συντήρησης.

4.4.Δεδομένα που παρακολουθούνται και καταγράφονται κατά την συντήρηση και διακίνηση των καρπών

Σύμφωνα με τα ανωτέρω εκτεθέντα οι παράμετροι και τα στοιχεία που πρέπει να παρακολουθούνται και να καταγράφονται κατά την συγκομιδή και την αποθήκευση των καρπών του ακτινίδιου είναι τα ακόλουθα:

4.4.1. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά των καρπών κατά την συγκομιδή και την παραλαβή στα ψυγεία-αποθήκες.

1. Ημερομηνία συγκομιδής και χρόνος από την πλήρη άνθηση
2. Δείκτης διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ) κατά την συγκομιδή: >6,25%
3. Συνεκτικότητα σάρκας (αντοχή στην πίεση): >60 Nt

4.4.2. Συνθήκες στους ψυκτικούς θαλάμους συντήρησης

1. Θερμοκρασία ψυκτικού θαλάμου: : -0,5 με 0 °C
2. Σχετική υγρασία ψυκτικού θαλάμου: 92% έως 97%
3. Καταγραφή ενδεχόμενης μεταχείρισης των καρπών με χημικά (ή όχι) για την παρεμπόδιση της επίδρασης του αιθυλενίου
4. Αναφορά στο σύστημα απομάκρυνσης του αιθυλενίου: Συγκέντρωση αιθυλενίου <0,01 ppm

5. Σε περίπτωση εφαρμογής ελεγχόμενης ατμόσφαιρας, καταγραφή της συγκέντρωσης CO₂(5%) και O₂(2%).

4.4.3. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά των καρπών κατά την εξαγωγή τους από τα ψυγεία-αποθήκες.

1. Ημερομηνία εξαγωγής από τους ψυκτικούς θαλάμους
2. Τρέχων δείκτης διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ): (>14%)
3. Συνεκτικότητα σάρκας κατά την διάθεση στην εφοδιαστική αλυσίδα: >20 Nt για χονδρική διάθεση και >10 Nt στο λιανεμπόριο

5. Βιβλιογραφία

- 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., 2002. Ethylene biosynthesis and ripening behavior of 'Hayward' kiwifruit subjected to some controlled atmospheres. *Postharvest Biol. Technol.*, 26:167-179.
- Cheah L.H., Irving D.E., 1997. Kiwifruit. In: Mitra SK, editor. *Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits*. New York: CAB International, p 209-27.
- Crisosto C.H., Crisosto G., 2001. Understanding consumer acceptance of early harvested 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biol. Technol.*, 22:205-213.
- Crisosto, C.H., Garner. D., Saez, K.. 1999. Kiwifruit size influences softening rate during storage. *California Agric.* 53, 29-31.
- Crisosto, C.H., Mitchell, F.G., 2002. Postharvest handling systems: small fruits. III. Kiwifruit, in: Kader, A.A. (Ed), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. DANR Publication #3311. Davis, CA. pp 371-374.
- Harman J.E., McDonald B., 1983. Controlled atmosphere storage of kiwifruit: effects on storage life and fruit quality. *Acta Hortic.*, 138:195-202.
- 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.
- Ozdemir, M., Floros, J.D., 2004 Active food packaging technologies. *Crit Rev. Food Sc Nutr.* 44, 185-193.
- Ritenour M.A., Crisosto C.H., Gamer 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.
- 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.
- Βασιλακάκης, Μ., 2012. Μετασυλλεκτική φυσιολογία. Μεταχείριση Οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία - Διαιτητική αξία οπωροκηπευτικών. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
- Βασιλακάκης, Μ., Καραογλανίδης Γ., Μηνάς, ΙΣ, 2010. Εφαρμογές όζοντος για τον περιορισμό των απωλειών κατά τη συντήρηση των οπωροκηπευτικών. *Γεωργία-Κτηνοτροφία* 5, 61-69.
- Βασιλακάκης. Μ , Μηνάς, Ι.Σ., Γιαννούσης, Κ 2012. Νέες τεχνολογίες στη συντήρηση οπωροκηπευτικών προϊόντων. Πρακτικά 25^ο Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών, Γόμος 15 (Α), 53-57

Παλούκης Σ., Ντινόπουλος Ο., 1989. Ακτινίδα: Φυτό, Καλλιέργεια, Προστασία, Εμπορία. Εκδόσεις Π. Π. Πεταλωτής, Θεσσαλονίκη.

Σφακιωτάκης Ε.Μ., 1995. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων. ΤυροMan, Θεσσαλονίκη.