



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΟΜΕΙΣ ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΙ  
ΑΝΘΟΚΟΜΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Επίδραση της χαραγής στα ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού ακτινιδιάς

**Οδυσσέας Γ. Βερούσης**

Επιβλέπων καθηγητής:  
Πέτρος Ρούσσο, Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ  
2023**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Επίδραση της χαραγής στα ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού ακτινιδιάς

“Effect of girdling on the quality parameters of kiwi fruit”

**Οδυσσέας Γ. Βερούσης**

Εξεταστική Επιτροπή:

Πέτρος Ρούσσος, Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Ιωάννης Παπαδάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

Αικατερίνη Μπινιάρη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΓΠΑ

## **Επίδραση της χαραγής στα ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού ακτινιδιάς**

*ΠΜΣ Τομείς αιχμής και καινοτόμες εφαρμογές στην παραγωγή και συντήρηση  
οπωροκηπευτικών και ανθοκομικών ειδών  
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής  
Εργαστήριο Δενδροκομίας*

### **Περίληψη**

Το 2019, έλαβε χώρα πείραμα με σκοπό την αξιολόγηση και την επίδραση της χαραγής των κλάδων των πρέμων ακτινιδιάς (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) στην ποιότητα των παραγόμενων καρπών. Το φυτικό υλικό περιελάμβανε πρέμνα μάρτυρες, πρέμνα που δέχτηκαν χαραγή μόνο τον Αύγουστο (ΧΑ), πρέμνα που δέχτηκαν χαραγή μόνο το Σεπτέμβριο (ΧΣ) και πρέμνα των οποίων οι κλάδοι χαραχτηκαν και Αύγουστο και Σεπτέμβριο (ΧΑΣ). Έλαβαν χώρα δύο μετρήσεις ποιοτικών παραμέτρων κατά τη διάρκεια της αρχικής ανάπτυξης των καρπών, άλλη μια μέτρηση κατά τη συγκομιδή και μια ακόμα σε καρπούς που συντηρήθηκαν για τέσσερις μήνες περίπου. Η χαραγή δεν επηρέασε τους καρπούς στα αρχικά στάδια ανάπτυξής τους. Οι μετρήσεις στη συγκομιδή αλλά και τους συντηρημένους καρπούς ανέδειξε διαφορές μόνο σε ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Όσον αφορά τη συγκομιδή, πιο θετική επίδραση πάνω στα ποιοτικά χαρακτηριστικά είχε η επέμβαση με μία μόνο χαραγή τον Αύγουστο και η επέμβαση με δύο χαραγές, και Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Η εφαρμογή χαραγής, ανεξαρτήτως αριθμού και χρόνου, βελτίωσε ποιοτικά και τους καρπούς που συντηρήθηκαν. Ωστόσο, αυτό αφορούσε ορισμένες παραμέτρους, καθώς και σε αυτή την περίπτωση αρκετοί παράμετροι δεν σημείωσαν κάποια διαφοροποίηση σε σχέση με το μάρτυρα.

**Επιστημονική περιοχή:** Δενδροκομία

**Λέξεις κλειδιά:** ακτινίδιο, ποικιλία Hayward, χαραγή, ποιότητα

## **Effect of girdling on the quality parameters of kiwi fruit**

*MSc Top sectors & innovative applications in the production & preservation of fruit & vegetable & floricultural products*

*Department of Crop Science*

*Laboratory of Pomology*

### **Abstract**

The present study took place in a kiwi orchard in Agrinio, Greece, the year 2019, in order to evaluate the effect of kiwi vines (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) canes girdling on the quality of kiwifruits. The plant material included control vines, vines girdled in August (XA), vines girdled in September (XΣ) and vines girdled both August and September (XAΣ). The determination of quality parameters took place twice during the initial development of fruits. Additional measurements took place in fruits which were frosted immediately after harvest, as well as in fruits preserved for almost four months. Girdling had no effect on any parameter during fruit early development. The experimental data concerning both frosted and preserved fruits revealed differences only for a few quality parameters. Regarding the frosted kiwifruits, both applications XA and XAΣ achieved the most positive effect on the fruit quality. Moreover, all three girdling applications also favored the quality of preserved kiwifruits. Therefore, this positive effect concerned just a few characteristics, because as we mentioned above, many parameters were not differentiated in relation to control plants.

**Scientific area:** Pomology

**Keywords:** kiwi, Hayward variety, girdling, quality

## Ευχαριστίες

Θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω όλους εκείνους που στάθηκαν αρωγοί κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Πρωτίστως, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή κύριο Πέτρο Ρούσσο για την πολύτιμη καθοδήγηση που μου προσέφερε καθώς και τα υπόλοιπα δύο μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης, τον Αναπληρωτή Καθηγητή κύριο Ιωάννη Παπαδάκη και την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κυρία Αικατερίνη Μπινιάρη για το χρόνο που διέθεσαν για την εξέταση της εργασίας. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό του Εργαστηρίου Δενδροκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και τους Διδάκτορες Αθανάσιο Τσαφούρο και Νικολέτα-Κλειώ Δεναζά. Τέλος, θέλω να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου και την αδερφή μου για την πολύτιμη συμπαράσταση και τη βοήθειά τους καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο εν λόγω Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών.

---

« Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της»

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη .....	3
Abstract.....	4
Ευχαριστίες .....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....	11
1.1. Εισαγωγή.....	11
1.2. Ανάπτυξη του καρπού.....	12
1.3. Διατροφική αξία.....	13
1.4. Αντιοξειδωτικά.....	14
1.5. Συγκομιδή.....	15
1.6. Μετασυλλεκτική ωρίμανση .....	16
1.7. Η εφαρμογή της χαραγής .....	18
1.7.1. Χαραγή κλάδων έναντι χαραγής κορμού.....	19
1.7.2. Κίνδυνοι από τη χαραγή .....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....	22
Υλικά και Μέθοδοι .....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....	28
Αποτελέσματα-Συζήτηση .....	28
3.1. Αποτελέσματα πρώτης και δεύτερης δειγματοληψίας.....	28
3.2. Αποτελέσματα μετρήσεων σε καρπούς κατά τη συγκομιδή.....	29
3.3. Αποτελέσματα μετρήσεων σε καρπούς που συντηρήθηκαν για 4 μήνες περίπου .....	32
3.4. Σύγκριση αποτελεσμάτων καρπών κατά τη συγκομιδή και συντηρημένων καρπών .....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....	36
Συμπεράσματα .....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 .....	37

Βιβλιογραφία .....37

## Κατάλογος Εικόνων

<b>Εικόνα 1.</b> Άνθη ακτινιδιάς. ....	12
<b>Εικόνα 2.</b> Καμπύλη ανάπτυξης καρπών ακτινιδιάς, ποικιλίας Hayward (Πηγή: Αϊναλίδου Αγγ., Διδακτορική διατριβή, 2016). ....	13
<b>Εικόνα 3.</b> Καρποί ακτινιδιάς, ποικιλίας ‘Hayward’. ....	14
<b>Εικόνα 4.</b> Εσωτερικό καρπού ακτινιδιάς, ποικιλίας ‘Hayward’. ....	16
<b>Εικόνα 5.</b> Φυσιολογικές μεταβολές των καρπών ακτινιδιάς κατά τη μετασυλλεκτική ωρίμανση (Πηγή: Αϊναλίδου Αγγ., Διδακτορική διατριβή, 2016; Schroder & Atkinson, 2006). ....	17
<b>Εικόνα 6.</b> Χαραγή σε κλάδο ακτινιδιάς (Πηγή: Πέτρος Ρούσσος, 2019). ....	19
<b>Εικόνα 7.</b> Χαραγή σε κλάδο ακτινιδιάς (Πηγή: Πέτρος Ρούσσος). ....	19
<b>Εικόνα 8.</b> Ο πειραματικός ακτινιδεώνας στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Πηγή: Πέτρος Ρούσσος). ....	27



## Κατάλογος πινάκων

<b>Πίνακας 1.</b> Αποτελέσματα μετρήσεων 1ης δειγματοληψίας. ....	28
<b>Πίνακας 2.</b> Αποτελέσματα μετρήσεων 2ης δειγματοληψίας. ....	28
<b>Πίνακας 3.</b> Επίδραση των επεμβάσεων στο βάρος καρπού (g), τη ξηρά ουσία καρπού (%), τη συνεκτικότητα (Newton), τη φαρδιά και στενή διάμετρο (mm), το μήκος καρπού (mm) και τους λόγους μήκος/φαρδιά διάμετρος και μήκος/στενή διάμετρος κατά τη συγκομιδή. ....	29
<b>Πίνακας 4.</b> Επίδραση των επεμβάσεων στο pH, την ογκομετρούμενη οξύτητα (TA), τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (TSS) και τους λόγους ολικά διαλυτά στερεά συστατικά/ογκομετρούμενη οξύτητα (TSS:TA) των καρπών κατά τη συγκομιδή. ....	29
<b>Πίνακας 5.</b> Επίδραση των επεμβάσεων στην περιεκτικότητα (mg/g FW) σε φαινόλες (phenols), ο-διφαινόλες (o-diphenols), φλαβανόλες (flavanols) και σε φλαβονοειδή (flavonoids) των καρπών κατά τη συγκομιδή. ....	30
<b>Πίνακας 6.</b> Επίδραση των επεμβάσεων στην αντιοξειδωτική ικανότητα, εκφρασμένη σε τιμές FRAP ( $\mu\text{mol equiv. Trolox g}^{-1}$ fresh weight) και DPPH ( $\mu\text{mol equiv. Trolox g}^{-1}$ fresh weight), των καρπών κατά τη συγκομιδή. ....	30
<b>Πίνακας 7.</b> Επίδραση των επεμβάσεων στην περιεκτικότητα (mg/g) σε χλωροφύλλη α (chlorophyll a), χλωροφύλλη β (chlorophyll b), ολικές χλωροφύλλες (total chlorophylls) και σε καροτενοειδή (carotenoids) των καρπών κατά τη συγκομιδή. ....	30
<b>Πίνακας 8.</b> Επίδραση των επεμβάσεων στο βάρος καρπού (g), τη ξηρά ουσία καρπού (%), τη συνεκτικότητα (Newton), τη φαρδιά και στενή διάμετρο (mm), το μήκος καρπού (mm) και τους λόγους μήκος/φαρδιά διάμετρος και μήκος/στενή διάμετρος των καρπών που συντηρήθηκαν για 4 μήνες περίπου. ....	32
<b>Πίνακας 9.</b> Επίδραση των επεμβάσεων στο pH, την ογκομετρούμενη οξύτητα (TA), τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (TSS) και τους λόγους ολικά διαλυτά στερεά συστατικά/ογκομετρούμενη οξύτητα (TSS:TA) των καρπών που συντηρήθηκαν για 4 μήνες περίπου. ....	33
<b>Πίνακας 10.</b> Επίδραση των επεμβάσεων στην περιεκτικότητα (mg/g FW) σε φαινόλες (phenols), ο-διφαινόλες (o-diphenols), φλαβανόλες (flavanols) και σε φλαβονοειδή (flavonoids) των καρπών που συντηρήθηκαν για 4 μήνες περίπου. ....	33
<b>Πίνακας 11.</b> Επίδραση των επεμβάσεων στην αντιοξειδωτική ικανότητα, εκφρασμένη σε τιμές FRAP ( $\mu\text{mol equiv. Trolox g}^{-1}$ fresh weight) και DPPH ( $\mu\text{mol}$	

equiv. Trolox g<sup>-1</sup> fresh weight), των καρπών που συντηρήθηκαν για 4 μήνες περίπου.

.....33

**Πίνακας 12.** Επίδραση των επεμβάσεων στην περιεκτικότητα (mg/g) σε χλωροφύλλη α (chlorophyll a), χλωροφύλλη β (chlorophyll b), ολικές χλωροφύλλες (total chlorophylls) και σε καροτενοειδή (carotenoids) των καρπών που συντηρήθηκαν για 4 μήνες περίπου. ....34

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1. Εισαγωγή

Η ακτινιδιά ανήκει στην οικογένεια των Actinidiaceae, και πιο συγκεκριμένα, κατατάσσεται στο γένος *Actinidia*. Διάφορες ονομασίες διεθνώς έχουν χρησιμοποιηθεί για το ακτινίδιο, όπως monkey peach, mihoutau, chinese gooseberry (Tyagi και συν., 2015). Το γένος *Actinidia* περιλαμβάνει 76 είδη (Ferguson, 2007). Ωστόσο, μόνο δύο είδη καλλιεργούνται σε εμπορική κλίμακα, το *Actinidia chinensis* (golden kiwifruit) και το *Actinidia deliciosa* (fuzzy kiwifruit). Η χώρα από την οποία κατάγεται το ακτινίδιο είναι η Κίνα η οποία και είναι η μεγαλύτερη χώρα παραγωγής του ακτινιδίου, και ακολουθούν η Ιταλία και η Νέα Ζηλανδία (Testolin & Ferguson, 2009; FAO, 2020). Οι φυτεύσεις σε μεγάλη κλίμακα ξεκίνησαν στη Νέα Ζηλανδία από τη δεκαετία του 1930 (Gyeltshen και συν., 2011) και στην Καλιφόρνια από το 1960, ενώ μετέπειτα εξαπλώθηκε σε όλο τον κόσμο (Himelrick & Powell, 2002). Όσον αφορά την Ελλάδα, η κυρία περιοχή παραγωγής είναι η Πιερία και η πιο διαδεδομένη ποικιλία που καλλιεργείται είναι η Hayward, του είδους *Actinidia deliciosa*.

Η συγκεκριμένη ποικιλία παράγει καρπούς μεγάλου μεγέθους, οι οποίοι μπορούν να συντηρηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα και δίνει μεγάλες στρεμματικές αποδόσεις. Η παραγωγή κάθε πρέμνου κυμαίνεται μεταξύ 50 και 100 κιλά σε καρπό. Πρέμνα τα οποία υποστηρίζονται δίνουν παραγωγή 2,5 τόνοι ανά στρέμμα 7 χρόνια μετά τη φύτευσή τους (Ferguson, 1997). Η ακτινιδιά είναι είδος πολυετούς και αναρριχώμενου θάμνου (Ferguson, 1999). Με εξαίρεση την ποικιλία Τσεχελίδης η οποία φέρει άνθη μερικώς ερμαφρόδιτα, τα υπόλοιπα καλλιεργούμενα είδη είναι δίοικα. Συνεπώς, για το σχηματισμό των ανθέων και μετέπειτα των καρπών λαμβάνει χώρα σταυρογονιμοποίηση. Το είδος *Actinidia deliciosa* είναι περισσότερο προσαρμοσμένο σε ψυχρές περιοχές ενώ το *Actinidia chinensis* σε θερμότερες (Pandey & Tripathi, 2014). Η ποικιλία Hayward προέκυψε τυχαία από τον Hayward Right και είναι η πιο δημοφιλής ποικιλία παγκοσμίως. Οι καρποί χαρακτηρίζονται από αναλογία μήκους προς πλάτος περίπου 1,3 προς 1, έχουν σχήμα ωοειδές και ο καθένας ζυγίζει από 80 έως 120 γραμμάρια.

Η ποικιλία Hayward προσαρμόζεται εύκολα σε μεγάλο εύρος κλιματικών συνθηκών. Για την έξοδο των οφθαλμών από το λήθαργο απαιτούνται 700 με 800

ώρες ψύχους κάτω των 7° C. Θερμοκρασίες άνω των 35° C που συνοδεύονται και από χαμηλό ποσοστό υγρασίας δρουν ανασταλτικά στη φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων (Testolin και συν., 1994). Η έλλειψη σκληρών, ξυλωδών και στηρικτικών ιστών απαιτεί την υποστήριξη των φυτών με στηρίγματα γύρω από τα οποία αναπτύσσονται οι βλαστοί. Η ακτινιδιά δεν χαρακτηρίζεται από μεγάλης διάρκειας νεανικότητα, καθώς τρία χρόνια μετά τη φύτευση εισέρχεται σε στάδιο καρποφορίας. Παρόλα αυτά, χρειάζεται τουλάχιστον πέντε χρόνια για να ξεκινήσει η κερδοφορία ενός ακτινιδεώνα. Η διαφοροποίηση και η ανάπτυξη των ανθέων γίνεται αργότερα σε σχέση με άλλα οπωροφόρα δέντρα και περιλαμβάνει δύο διακριτά στάδια. Αρχικά, οι μεριστωματικοί ιστοί στους οφθαλμούς μεταπίπτουν στην αναπαραγωγική φάση και έπειτα τα ανθικά όργανα αναπτύσσονται από τα αναπαραγωγικά μεριστώματα. Η ανάπτυξη του καρπού ξεκινά με την επικονίαση των ανθέων και η αύξηση του μεγέθους των καρπών ακολουθεί τριπλή σιγμοειδή καμπύλη.

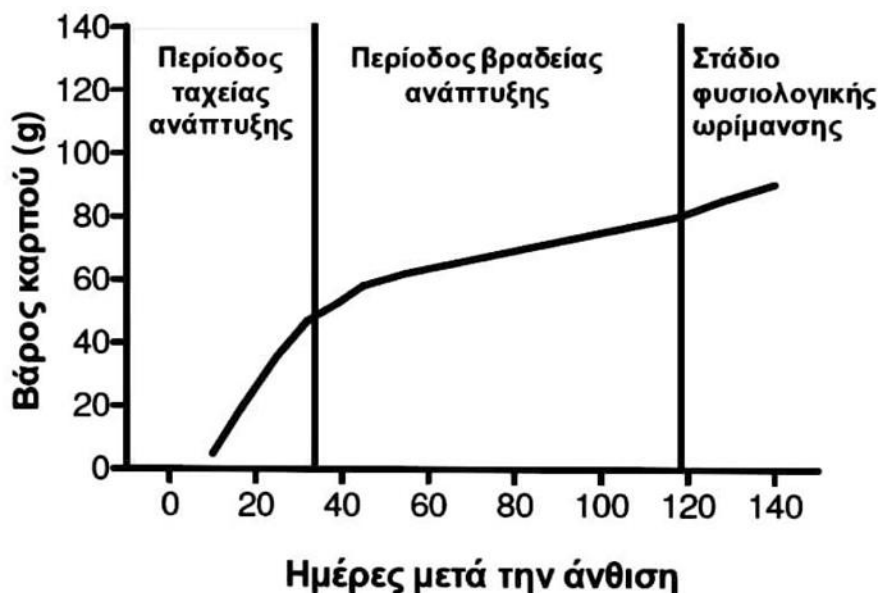


**Εικόνα 1.** Άνθη ακτινιδιάς.

## **1.2. Ανάπτυξη του καρπού**

Η πρώτη φάση αύξησης είναι ταχύτερη και λαμβάνει χώρα τέσσερις έως επτά εβδομάδες μετά τη γονιμοποίηση. Σε αυτή τη φάση παράγεται σημαντικό μέρος των σακχάρων (κυρίως γλυκόζη) και των οργανικών οξέων (κυρίως κιννικό οξύ) (Moscatello και συν., 2011; Nardoza και συν., 2013). Κατά τη δεύτερη φάση, η ανάπτυξη επιβραδύνεται για πέντε περίπου εβδομάδες (Hopping, 1976; Lewis και συν., 1996), και κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης συσσωρεύεται το άμυλο και

αυξάνεται η ξηρά ουσία (Nardozza και συν., 2013). Η τελευταία φάση ανάπτυξης χαρακτηρίζεται από έναν ήπιο και σταθερό ρυθμό ανάπτυξης (Rathore, 1981) και σε αυτή σχηματίζεται επίσης σημαντικό μέρος των σακχάρων, κυρίως γλυκόζη, φρουκτόζη και σακχαρόζη (Moscatello και συν., 2011; Richardson και συν., 2011; Nardozza και συν., 2013).



**Εικόνα 2.** Καμπύλη ανάπτυξης καρπών ακτινιδιάς, ποικιλίας Hayward (Πηγή: Αϊναλίδου Αγγ., Διδακτορική διατριβή, 2016).

### 1.3. Διατροφική αξία

Ο καρπός του ακτινιδίου αποτελεί μία πλούσια πηγή βιταμινών A, D, E, K και κυρίως C, χωρίς να επιβαρύνει σε μεγάλο βαθμό θερμιδικά τον καταναλωτή. Επίσης περιέχει σημαντική ποσότητα φυτικών ινών, περίπου 2-3% του ξηρού του βάρους (Rush και συν., 2002), μεταλλικών στοιχείων και διαφόρων βιοδραστικών ουσιών όπως καροτενοειδή, φλαβονοειδή, ανθοκυάνες και λουτεΐνη. Οι φυτικές ίνες του ακτινιδίου έχουν την ικανότητα να συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού, ιδιότητα η οποία συμβάλλει στη μείωση της διάρκειας κατακράτησης των προϊόντων του πεπτικού συστήματος που πρόκειται να αποβληθούν. Επιπλέον, οι φυτικές ίνες ρυθμίζουν τα επίπεδα της ινσουλίνης και το σάκχαρο του αίματος και συμβάλλουν στη διατήρηση του φυσιολογικού βάρους του ανθρώπου (Wills & Greenfield, 1981). Επιπρόσθετα, η κατανάλωση του ακτινιδίου παρέχει αντιμικροβιακή, αντική και αντισταμινική δράση λόγω της παρουσίας βιοδραστικών συστατικών, όπως αντιοξειδωτικά και βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ) (Satpal και συν., 2021; Drummond, 2013; Pinelli και

συν., 2013; Sun-Waterhouse και συν., 2009; Beever & Hopkirik, 1990; Tavarini και συν., 2008) και πολυφαινόλες. Ωστόσο, στη σάρκα του ακτινιδίου υπάρχουν και αντιδιαιτητικοί παράγοντες, όπως το οξαλικό και το ταννικό οξύ, τα οποία μειώνουν την απορρόφηση και τη βιοδιαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων. Παρόλα αυτά, οι συγκεκριμένες ουσίες δεν ανιχνεύονται σε υψηλά επίπεδα στους ώριμους και εμπορεύσιμους καρπούς (Latocha και συν., 2010; Rassam & Laing, 2005; Wolber και συν., 2013; Perera και συν., 1990). Επίσης, περιέχει το ένζυμο ακτινιδίνη σε μεγάλες ποσότητες, το οποίο να μεν βοηθά στην πέψη των πρωτεϊνών αλλά μπορεί να δράσει και ως αλλεργιογόνος παράγοντας (Carne & Moore, 1978; Giangrieco και συν., 2016; Palacin και συν., 2008).



**Εικόνα 3.** Καρποί ακτινιδιάς, ποικιλίας ‘Hayward’.

#### **1.4. Αντιοξειδωτικά**

Εκτός από τη μεγάλη ποικιλία θρεπτικών στοιχείων που περιέχει το ακτινίδιο, των οποίων η διαιτητική αξία αναφέρθηκε παραπάνω, το ακτινίδιο περιέχει και ορισμένα σύμπλοκα ενώσεων, τα αντιοξειδωτικά, τα οποία έχουν να παρουσιάσουν ωφέλιμες φυσιολογικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό (Latocha και συν., 2010; Fiorentino και συν., 2009; Park και συν., 2006; Du και συν., 2009; Wojdylo και συν., 2017). Κυρίως, πρόκειται για τις βιταμίνες C και E, οι οποίες υπάρχουν σε σημαντικές ποσότητες. Άλλα αντιοξειδωτικά είναι τα καροτενοειδή λουτεΐνη, ζεαξανθίνη και β-καροτένιο, οι χλωροφύλλες α και β, γλυκοζιτικά παράγωγα του κιννικού και του καφεϊκού οξέος, η β-σιτοστερόλη, το χλωρογενικό οξύ και τέλος, αρκετά φαινολικά συστατικά, κυρίως φλαβόνες και φλαβονόλες (Montefiori και συν.,

2005; Perez-Burillo και συν., 2018; Park και συν., 2014; Leontowicz και συν., 2016). Η αντιοξειδωτική ικανότητα των συστατικών του ακτινιδίου έχει προσδιορισθεί μέσω *in vitro* χημικών αναλύσεων, οι οποίες δείχνουν την αναγωγική ικανότητα και την ικανότητα εξουδετέρωσης των ελεύθερων ριζών (Singletary, 2012). Έχει αποδειχθεί ότι η αντιοξειδωτική ικανότητα του ακτινιδίου είναι μεγαλύτερη από αυτή του μήλου, του αχλαδιού και του γκρέιπφρουτ, αλλά μικρότερη από αυτή της φράουλας, του πορτοκαλιού και του βατόμουρου (Wang και συν., 1996; Beekwilder και συν., 2005).

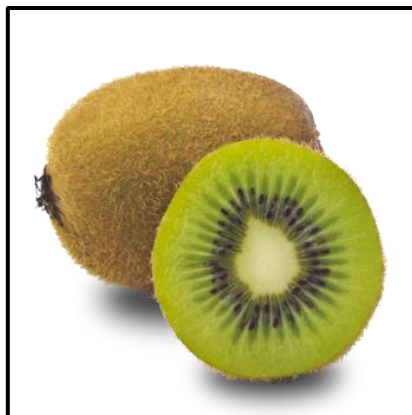
### **1.5. Συγκομιδή**

Ο χρόνος συγκομιδής επηρεάζει άμεσα τη δυνατότητα των καρπών να μπορούν να αποθηκευτούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, συνεπώς το στάδιο ωριμότητας τη στιγμή της συγκομιδής επηρεάζει την κερδοφορία ενός ακτινιδεώνα. Βέβαια, αυτό παρουσιάζει κάποια δυσκολία, διότι κατά την ωρίμανση των καρπών δεν παρατηρούνται μακροσκοπικές αλλαγές, όπως για παράδειγμα στο χρώμα του καρπού. Το μέγεθος του καρπού δεν μπορεί από μόνο του να αποτελέσει δείκτη του σταδίου ωριμότητας. Άλλοι δείκτες που χρησιμοποιούνται είναι τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά, η συνεκτικότητα του καρπού και η παραγωγή αιθυλενίου ως αποτέλεσμα της αναπνοής του καρπού. Η άριστη συγκέντρωση σε διαλυτά στερεά συστατικά κατά τη στιγμή της συγκομιδής είναι τα 6,5 Brix (Burdon, 2015; Mitchell, 1990), και σε συνδυασμό με τη μέτρηση των ημερών από την πλήρη άνθηση έως τη συγκομιδή και το ποσοστό ξηράς ουσίας φαίνονται να είναι οι πιο αξιόπιστοι δείκτες. Επιπλέον, τα τριχίδια του φλοιού πρέπει να απομακρύνονται εύκολα έπειτα από ελαφρύ τρίψιμο με τα δάχτυλα. Το υψόμετρο και οι επικρατούσες θερμοκρασίες στον ακτινιδεώνα επηρεάζουν με τη σειρά τους σε μεγάλο βαθμό την ωρίμανση των ακτινιδίων. Όσο μεγαλύτερο το υψόμετρο και όσο χαμηλότερη η θερμοκρασία, τόσο περισσότερο καθυστερεί η ωρίμανση.

Συνεπώς, το ακτινίδιο πρέπει να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις για να συγκομισθεί. Το κατάλληλο στάδιο είναι αυτό στο οποίο οι καρποί είναι "φυσιολογικά ώριμοι", δηλαδή έχουν αρκετά συνεκτική σάρκα και μια ελάχιστη συγκέντρωση διαλυτών στερεών συστατικών. Πρωιμότερη συγκομιδή έχει ως συνέπεια οι καρποί να είναι πολύ στυφοί και μη ποιοτικοί. Οψιμότερη δίνει καρπούς με μεγάλη γλυκύτητα οι οποίοι δεν μπορούν να συντηρηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα διαλυτά στερεά συστατικά, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, πρέπει να είναι τουλάχιστον 6,5% ή αλλιώς 6,5 Brix (Reid, 1977; Crisosto και συν., 1984). Μετά τη συλλογή, καλό είναι οι καρποί να προψυχθούν για μία ημέρα και παράλληλα



να αφαιρεθεί το αιθυλένιο από το εσωτερικό των ψυγείων. Το ακτινίδιο μπορεί να διατηρηθεί μέχρι και 6 μήνες μετά τη συγκομιδή εάν η θερμοκρασία συντήρησης 0° C και η σχετική υγρασία 90-95%, αλλά και παραπάνω υπό ελεγχόμενες συνθήκες (Thompson και συν., 2000; Agraia και συν., 1987; Given, 1993).



**Εικόνα 4.** Εσωτερικό καρπού ακτινιδιάς, ποικιλίας ‘Hayward’.

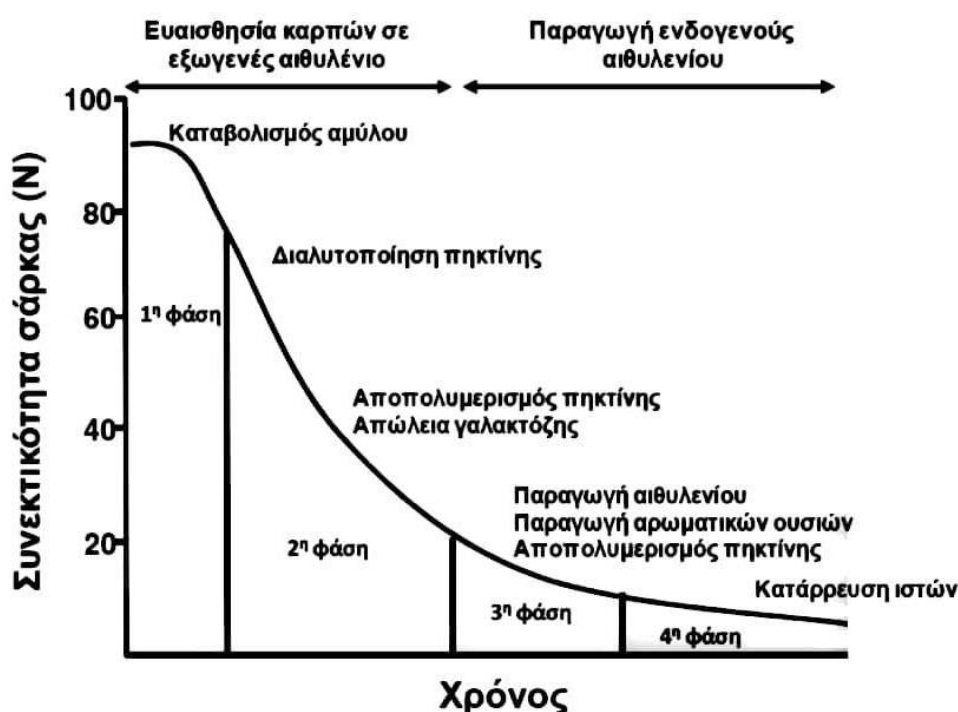
#### **1.6. Μετασυλλεκτική ωρίμανση**

Τα ακτινίδια, όταν συγκομίζονται στη φάση της φυσιολογικής ωρίμανσης, είναι πολύ συνεκτικά και περιέχουν μεγάλη συγκέντρωση οξέων. Συνεπώς, είναι ακατάλληλα για κατανάλωση και απαιτούν περαιτέρω διαδικασίες ωρίμανσης (Minas και συν., 2014). Η εξέλιξη της ωρίμανσης του ακτινιδίου επηρεάζεται από την παρουσία αιθυλενίου, τόσο του ενδογενώς παραγόμενου όσο και του εξωτερικώς εφαρμοζόμενου (Agraia και συν., 1994). Η συντήρηση των ακτινιδίων σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (20°-25° C) αυξάνει τον ρυθμό της αναπνοής και περιορίζει τη δυνατότητα αποθήκευσης για διάστημα μεγαλύτερο των 6 με 8 μηνών (Ritenour και συν., 1999; Antunes, 2007; Thompson και συν., 2000). Σε θερμοκρασία συντήρησης μικρότερης των 10° C η παραγωγή αιθυλενίου παρεμποδίζεται, εκτός εάν οι καρποί φέρουν τραύματα ή προσβολές από μύκητες (Sfakiotakis και συν., 2001). Οπότε, σε αυτό το επίπεδο θερμοκρασίας η αναπνοή και η ωρίμανση επιβραδύνονται και η διάρκεια αποθήκευσης επιμηκύνεται.

Η ωρίμανση των ακτινιδίων συνεχίζεται και μετά τη συγκομιδή, επηρεάζεται δε από μία σειρά παραγόντων χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες βιοχημικές μεταβολές. Η ωρίμανση μπορεί να διεγερθεί είτε με την έκθεση των ακτινιδίων σε αιθυλένιο για λίγες ώρες, είτε με τη ψύξη τους στους 0° C για λίγες ημέρες (Antunes & Sfakiotakis, 2002). Το αιθυλένιο είναι ρυθμιστής ανάπτυξης και επηρεάζει την ωρίμανση μέσω των μεταβολών που προκαλεί στην αναπνοή των



καρπών (Agraia και συν., 1994; Antunes & Sfakiotakis, 2002). Καθώς ο καρπός ωριμάζει μαλακώνει αρχικά ελάχιστα και ξεκινά ο καταβολισμός του αμύλου (Wegrzyn & MacRae, 1995). Στη συνέχεια το μαλάκωμα επιταχύνεται και στο στάδιο αυτό διαλυτοποιείται η πηκτίνη και μειώνεται η συγκέντρωση της γαλακτόζης (Ross και συν., 1993). Ταυτόχρονα, μειώνεται κι άλλο η συνεκτικότητα των καρπών. Στην επόμενη φάση, το μαλάκωμα των καρπών γίνεται με πιο αργό ρυθμό και τα ακτινίδια είναι κατάλληλα για κατανάλωση. Στο τελευταίο στάδιο, τα ακτινίδια υπερωριμάζουν και αποκτούν ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά. Η συνεκτικότητα είναι πλέον πολύ μειωμένη και ξεκινάει η αποδόμηση των ιστών (Schroder & Atkinson, 2006). Γενικά, τα διαλυτά στερεά συστατικά, και κυρίως τα σάκχαρα γλυκόζη και φρουκτόζη, συνεχίζουν την αύξησή τους και μετά τη συγκομιδή, έστω κι αν η συντήρησή τους γίνεται στους 0° C. Με την ολοκλήρωση της υδρόλυσης του αμύλου παύει και η αύξηση της συγκέντρωσης των σακχάρων (MacRae και συν., 1992). Επίσης, κατά τη συντήρηση, το pH των καρπών αυξάνεται και η ολική οξύτητα μειώνεται (Matsumoto και συν., 1983).



**Εικόνα 5.** Φυσιολογικές μεταβολές των καρπών ακτινιδιάς κατά τη μετασυλλεκτική ωρίμανση (Πηγή: Αϊναλίδου Αγγ., Διδακτορική διατριβή, 2016; Schroder & Atkinson, 2006).

## 1.7. Η εφαρμογή της χαραγής

Η πρακτική της χαραγής των φυτών, δηλαδή η αφαίρεση ενός δακτυλίου φλοιού γύρω από έναν κλάδο ή γύρω από τον κορμό χρησιμοποιείται από τους αγρότες εδώ και εκατοντάδες χρόνια, με σκοπό την αύξηση των αποδόσεων των φυτών και βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των προϊόντων τους. Η χαραγή περιλαμβάνει την αφαίρεση και απομάκρυνση ενός λεπτού δακτυλίου φλοιώματος (phloem) γύρω από ένα βλαστό, ξυλοποιημένο ή μη) ο οποίος μεταφέρει σάκχαρα και άλλους υδατάνθρακες (Goren και συν., 2004). Αυτό αναγκάζει στα σάκχαρα να συσσωρευτούν σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις πάνω από το χάραγμα. Αυτή η μεγαλύτερη συγκέντρωση σακχάρων κατευθύνεται στους καρπούς προωθώντας την αύξησή τους. Δηλαδή, διακόπτεται το κατιόν ρεύμα χυμού προς τις ριζικό σύστημα, κι έτσι παύει αυτό το όργανο του φυτού να λειτουργεί ως πόλος έλξης θρεπτικών ουσιών και υδατανθράκων (Black, 2012). Με τη χαραγή επηρεάζεται επίσης και η επίδραση των φυτορμονών, η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και των βλαστών, καθώς και η λειτουργία της φυλλικής επιφάνειας (Lai και συν., 1988; Currie, 1997). Σε αντίθεση με άλλα καλλιεργούμενα φυτά έχει βρεθεί ότι η χαραγή στην ακτινιδιά συνήθως θεραπεύεται γρήγορα ελαχιστοποιώντας τον κίνδυνο το ριζικό σύστημα να εξαντληθεί από υδατάνθρακες και τα πρέμνα να χάσουν την παραγωγική τους ικανότητα. Η χαραγή των κορμών νεαρών πρέμνων κατά τη διάρκεια της άνθησης ώθησε τα φυτά να παράγουν υπερβολικά μεγάλο αριθμό ανθέων, τα οποία αργότερα εξελίχθηκαν σε καρπούς πολύ μικρού μεγέθους, χωρίς εμπορική αξία (Davison, 1990). Για το λόγο αυτό η τεχνική αυτή δεν συνέχισε να εφαρμόζεται.

Η εφαρμογή χαραγής την Άνοιξη, κατά τη διάρκεια της ταχείας ανάπτυξης των καρπών, μετά την καρπόδεση, με στόχο την αύξηση του μεγέθους του καρπού και κατ'επέκταση της απόδοσης, μελετήθηκε για πρώτη φορά από τον Currie (1997). Ο συγκεκριμένος ερευνητής παρατήρησε τις ίδιες θετικές επιδράσεις της χαραγής πάνω στον αριθμό των ανθέων (Snelgar & Manson, 1992) και το μέγεθος των καρπών (Lai και συν., 1989) που είχαν εντοπίσει και άλλοι ερευνητές, οι οποίοι πειραματίστηκαν σε μεμονωμένους βλαστούς. Ήθελε να εξακριβώσει το κατά πόσο αυτές μπορούν να επαναληφθούν και σε επίπεδο ολοκλήρου πρέμνου. Τα πειραματικά αποτελέσματα σε ολόκληρα πρέμνα έδειξαν ότι αυτό είναι πολύ πιθανό (Currie, 1997). Τα επόμενα χρόνια ακολούθησαν πειράματα για να αποδειχθεί ότι η χαραγή αυξάνει το μέγεθος του καρπού με συνέπεια, σε εμπορική κλίμακα, χωρίς να

επηρεάζει αρνητικά την ευρωστία του φυτού και χωρίς να είναι πολύ δαπανηρό (Currie, 2000).



**Εικόνα 6.** Χαραγή σε κλάδο ακτινιδιάς (Πηγή: Πέτρος Ρούσσος, 2019).



**Εικόνα 7.** Χαραγή σε κλάδο ακτινιδιάς (Πηγή: Πέτρος Ρούσσος).

#### **1.7.1. Χαραγή κλάδων έναντι χαραγής κορμού**

Η χαραγή κλάδων την άνοιξη είναι μία ευρέως εφαρμοζόμενη τεχνική στις ακτινιδιές της ποικιλίας Hayward και έχει χαρακτηριστεί ως αποδοτική και βιώσιμη στα πλαίσια διαχείρισης των ακτινιδεώνων. Οι τραυματισμένες περιοχές των φυτών

επουλώνονται γρήγορα, περίπου 3-6 εβδομάδες από την εφαρμογή της χαραγής, και αυτό επιτρέπει στο να μην εξαντλείται το ριζικό σύστημα από υδατάνθρακες. Επίσης, δεν έχει αποδειχθεί ότι τα φυτά που έχουν χαραχθεί παρουσιάζουν μετέπειτα από απώλειες, όπως αδυναμία έκπτυξης των οφθαλμών, ούτε διαταραχές στην άνθηση και την απόδοση τα επόμενα χρόνια. Μετά την καθολική αποδοχή των ωφελειών της χαραγής των κλάδων ακολούθησαν εφαρμογές στις οποίες έγινε χαραγή στον κύριο κορμό. Σκοπός ήταν η παραγωγή καρπών με υψηλό περιεχόμενο σε ξηρή ουσία, για τους οποίους το καταναλωτικό κοινό δείχνει ιδιαίτερη προτίμηση (Harker, 2004). Η καλοκαιρινή χαραγή εφαρμόζεται συνήθως την περίοδο της μεγέθυνσης των κυττάρων και της συσσώρευσης αμύλου, 12-16 εβδομάδες μετά από το μέσο της άνθησης. Αποδείχθηκε ότι η χαραγή του κορμού είχε περίπου διπλάσια θετική επίδραση από τη χαραγή των κλάδων. Επιπλέον, η χαραγή του κορμού ήταν ταχύτερη και οικονομικότερη.

Έχει αποδειχθεί ότι τα πρέμνα δύνανται να δεχτούν δύο χαραγές του κορμού σε κάθε καλλιεργητική περίοδο. Μια ανοιξιάτικη, που στοχεύει στην αύξηση του μεγέθους των καρπών, και μία καλοκαιρινή που στοχεύει στην αύξηση του περιεχομένου του καρπού σε ξηρή ουσία. Η χαραγή το φθινόπωρο, περίπου 16-20 εβδομάδες μετά από το μέσο της άνθησης, μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση του αριθμού των ανθέων τα επόμενα χρόνια (Currie και συν., 2005). Σε πειράματα που έλαβαν χώρα το 2006 στη Νέα Ζηλανδία πάνω σε πρέμνα της ποικιλίας Hayward, εξετάστηκαν οι επιδράσεις της καλοκαιρινής χαραγής κλάδων και της χαραγής του κορμού σε σχέση με φυτά-μάρτυρες. Η χαραγή του κορμού ήταν 50% πιο αποτελεσματική στην αύξηση της ξηράς ουσίας σε σχέση με τη χαραγή κλάδων. Ωστόσο, η ξηρά ουσία των καρπών των πρέμνων που δέχθηκαν χαραγή στους κλάδους εμφάνισε πάρα πολλές διακυμάνσεις δεν ήταν ομοιόμορφη σε όλους τους καρπούς. Τόσο η χαραγή των κλάδων όσο και αυτή του κορμού αύξησαν σημαντικά τις αποδόσεις σε σχέση με το μάρτυρα, με αυτή του κορμού να είναι πιο αποτελεσματική στην αύξηση του βάρους των καρπών και της ξηράς ουσίας, και αυτή η επίδραση δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των καρπών.

### **1.7.2. Κίνδυνοι από τη χαραγή**

Υπάρχει ένας αριθμός κινδύνων που μπορεί να προκαλέσουν είτε αρνητικές αντιδράσεις του φυτού είτε τα οφέλη από τη χαραγή να είναι ασήμαντα. Η χαραγή πρέπει να απομακρύνει το φλοιώμα πλήρως ούτως ώστε να διακόπτει τη μεταφορά

υδατανθράκων. Ωστόσο, ο τραυματισμός πιο εσωτερικά στο ξύλωμα (xylem), που γίνεται η μεταφορά του νερού και των θρεπτικών στοιχείων πρέπει να αποφευχθεί.

Αν η αφαίρεση του δακτυλίου του φλοιώματος είναι πολύ επιφανειακή, τα αποτελέσματα της χαραγής μειώνονται. Η χαραγή μπορεί να συντελέσει σε μικρές συγκεντρώσεις υδατανθράκων στο ριζικό σύστημα τον χειμώνα κι έτσι να συμβάλλει στη μείωση της βιομάζας του ριζικού συστήματος (Currie και συν., 2007). Όταν τα πρέμνα ήδη βρίσκονται υπό καταπόνηση ή έχουν προσβληθεί από κάποια ασθένεια, η χαραγή μπορεί να προκαλέσει αρνητικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, πρέμνα που είναι προσβεβλημένα από μύκητες του γένους *Armillaria* μπορεί είτε να καταστραφούν είτε να εμφανίσουν καχεκτική ανάπτυξη. Επιπλέον, πρέμνα χωρίς εκτεταμένο ριζικό σύστημα (πχ. λόγω φτωχών εδαφών) μπορεί να εμφανίσουν μειωμένη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, το οποίο να μην μπορεί να αντέξει τη διακοπή της παροχής υδατανθράκων. Αν και οι περιοχές του φυτού όπου γίνεται η χαραγή συνήθως θεραπεύονται γρήγορα, σε μερικές περιπτώσεις αυτό αργεί περισσότερο από το αναμενόμενο. Πιο συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί ότι σε χαραγές που εφαρμόστηκαν αργά το φθινόπωρο, οι ιστοί δεν επουλώθηκαν πριν την έλευση του χειμώνα (Currie & Blattmann, 2009). Όταν συμβαίνει αυτό, το ριζικό σύστημα δεν έχει τη δυνατότητα να συσσωρεύσει υδατάνθρακες και ως εκ τούτου η ανάπτυξη των νέων βλαστών, των φύλλων και των καρπών είναι μειωμένη την επόμενη άνοιξη. Τα υγιή πρέμνα συνήθως αναρρώνουν και οι τραυματισμοί επουλώνονται την άνοιξη, ωστόσο, μπορεί να μην παραχθούν εμπορικοί καρποί την περίοδο αυτή. Επίσης, η τραυματισμένη περιοχή μπορεί να αποτελέσει σημείο εισόδου για παθογόνα όπως Ψευδομονάδες (Whiteman και συν., 2012). Η ποικιλία Hayward χαρακτηρίζεται από αξιόλογη ανθεκτικότητα σε αυτό το παθογόνο.

Το γεγονός ότι η χαραγή επιταχύνει τη συσσώρευση ξηράς ουσίας και διαλυτών στερεών συστατικών, όμως, μπορεί να μετατοπίσει χρονικά τη συγκομιδή. Η αποθήκευση των καρπών μετασυλλεκτικά μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά δεν έχουν συγκομιστεί με τον κατάλληλο τρόπο και στο καταλληλότερο κατάλληλο στάδιο ωρίμανσης. Βέβαια, μέχρι τώρα δεν έχει διαπιστωθεί ότι καρποί από πρέμνα που έχουν δεχτεί χαραγή χάνουν γρηγορότερα τη συνεκτικότητα τους ή εμφανίζουν άλλες απώλειες, αν φυσικά συλλεχθούν με τον κατάλληλο τρόπο (Currie και συν., 2007).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Υλικά και Μέθοδοι

Το παρόν πείραμα έλαβε χώρα σε ακτινιδεώνα στην περιοχή του Αγρινίου. Οι ακτινιδιές πάνω στις οποίες έγινε το πείραμα ήταν του είδους *Actinidia deliciosa* και συγκεκριμένα ποικιλίας Hayward. Στις 8/8/2019 έγινε η σήμανση των πρέμνων, η πρώτη δειγματοληψία και η πρώτη χαραγή, αυτή του Αυγούστου. Η χαραγή διενεργήθηκε στους κλάδους των πρέμνων. Στις 10/9/2019 έγινε η δεύτερη δειγματοληψία, η χαραγή του Σεπτεμβρίου σε ορισμένα πρέμνα τα οποία δέχτηκαν για πρώτη φορά χαραγή, καθώς επίσης και η χαραγή σε πρέμνα που είχαν δεχθεί χαραγή και τον Αύγουστο.

Ως εκ τούτου, το φυτικό υλικό περιελάμβανε:

- τα πρέμνα του μάρτυρα (που ποτέ δεν δέχθηκαν χαραγή),
- τα πρέμνα που δέχθηκαν χαραγή μόνο τον Αύγουστο (ΧΑ),
- τα πρέμνα που δέχθηκαν χαραγή μόνο το Σεπτέμβριο (ΧΣ) και τέλος,
- τα πρέμνα που δέχθηκαν χαραγή και τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο (ΧΑΣ).

Στις 18/10/2019 έγινε η συγκομιδή των καρπών. Κάποιοι καρποί μετρήθηκαν άμεσα και η σάρκα τους πολτοποιήθηκε με οικιακό ομογενοποιητή και συντηρήθηκε σε καταψύκτη και άλλοι συντηρήθηκαν στους 0,5 °C και 95% σχετική υγρασία για περίπου τέσσερις μήνες.

Επομένως, οι μετρήσεις των παραμέτρων αφορούσαν τέσσερις διαφορετικούς χρόνους:

- την πρώτη δειγματοληψία στις 8/8/2019,
- τη δεύτερη δειγματοληψία στις 10/9/2019,
- τη συγκομιδή στις 18/10/2019 και τέλος,
- τις μετρήσεις μετά τη συντήρηση, περίπου στις 18/2/2020.

Στο σύνολο των δειγμάτων από τους τέσσερις χρόνους δειγματοληψίας, έγινε καταγραφή των ακόλουθων παραμέτρων των καρπών:

- ✓ βάρος,
- ✓ φαρδιά διάμετρος,
- ✓ στενή διάμετρος,
- ✓ μήκος
- ✓ η συνεκτικότητα και



- ✓ ποσοστό ξηράς ουσίας του καρπού.

Εν συνεχεία, υπολογίστηκαν, επίσης, οι λόγοι

- ✓ μήκος/φαρδιά διάμετρος και
- ✓ μήκος/στενή διάμετρος.

Όσον αφορά τους καρπούς που καταψύχθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή, καθώς και αυτούς που συντηρήθηκαν, έλαβαν χώρα **επιπλέον** μετρήσεις των παρακάτω παραμέτρων:

- ❖ Το pH του χυμού της σάρκας του καρπών,
- ❖ η τιτλοδοτούμενη οξύτητα,
- ❖ τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά,
- ❖ οι φαινόλες,
- ❖ οι ο-διφαινόλες,
- ❖ οι φλαβανόλες,
- ❖ τα φλαβονοειδή,
- ❖ τα αντιοξειδωτικά FRAP και DPPH,
- ❖ η χλωροφύλλη α,
- ❖ η χλωροφύλλη β και
- ❖ τα καροτενοειδή.

Παρακάτω ακολουθούν οι μέθοδοι μέτρησης των εκάστοτε παραμέτρων:

#### ➤ **Ολικές φαινολικές ενώσεις (Phenols)**

Σε σωληνάρια τύπου Falcon βάλουμε 3,95 ml νερού και στη συνέχεια μεταφέραμε στο καθένα, με πιπέτα, 50 μl δείγματος. Ακολούθησε ανάδευση των σωληναρίων (Vortex) και προσθήκη 250 μl αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu. Μετά από ανάδευση περίπου ενός λεπτού, ακολούθησε προσθήκη 750 μl Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (20 g/100 ml). Στη συνέχεια ακολούθησε πάλι ανάδευση και μετά από δύο ώρες μετρήθηκε η απορρόφηση σε μήκος κύματος 760 nm. Κάθε δείγμα μετρήθηκε δύο φορές. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg ισοδυνάμων γαλλικού οξέος ανά g ξηρού βάρους ιστού.

#### ➤ **Ολικές φλαβανόλες (Flavanols)**

Μετά από τοποθέτηση 200 μl δείγματος σε κάθε σωληνάριο προσθέσαμε 1ml αντιδραστηρίου chromogen (100 mg 4-dimethylaminocinnamaldehyde σε 25 % v/v conc. HLC σε MeOH) και ακολούθησε ανάδευση των σωληναρίων. Με το πέρας 10 λεπτών μετρήσαμε την απορρόφηση σε μήκος κύματος 640 nm. Κάθε

δείγμα μετρήθηκε δύο φορές. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg ισοδυνάμων κατεχίνης ανά g ξηρού βάρους ιστού.

➤ **Ολικά φλαβονοειδή (Flavonoids)**

Αρχικά σε κάθε σωληνάριο προσθέσαμε 100ml δείγματος, 400 ml MeOH και 2 ml νερού. Ακολούθησε ανάδευση και προσθήκη 0,15 ml NaNO<sub>2</sub> (5 g/100 ml H<sub>2</sub>O νιτρώδες νάτριο). Έγινε ανάδευση και μετά από 5 λεπτά προσθέσαμε 0,15 ml AlCl<sub>3</sub> (10 g/100 ml H<sub>2</sub>O χλωριούχο αργίλιο). Μετά από ανάδευση και αναμονή 6 λεπτών προσθέσαμε 1 ml NaOH 1 N (υδροξείδιο του νατρίου). Στη συνέχεια αναδεύσαμε πάλι τα σωληνάρια και προσθέσαμε 1,2 ml νερού. Τέλος, μετά από μία τελευταία ανάδευση μετρήθηκε η απορρόφηση στα 510 nm. Κάθε δείγμα μετρήθηκε δύο φορές. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg ισοδυνάμων κατεχίνης ανά g ξηρού βάρους ιστού.

➤ **Ολικές ο-διφαινόλες (o-Diphenols)**

Σε 900 ml νερού προσθέσαμε 100 ml δείγματος. Μετά από ανάδευση προσθέσαμε 1 ml phosphate buffer 0,1 M pH 6,5. Έγινε ανάδευση και προσθέσαμε 2 ml 5 % w/v Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O (μολυβδαινικό νάτριο). Ακολούθησε ανάδευση και με το πέρας 15 λεπτών μετρήθηκε η απορρόφηση σε μήκος κύματος 640 nm. Κάθε δείγμα μετρήθηκε δύο φορές. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg ισοδυνάμων καφεϊκού οξέος ανά g ξηρού βάρους ιστού.

➤ **Εκχύλιση φαινολικών**

Από κάθε κονιορτοποιημένο δείγμα ελήφθησαν με μεταλλική σπάτουλα 0,5 g και μεταφέρθηκαν σε σωληνάρια τύπου Falcon. Στη συνέχεια, μεταφέρθηκαν 3 ml μεθανόλης (MeOH) σε κάθε σωληνάριο και ακολούθησε ανάδευση όλων των σωληναρίων σε αναδευτήρα Vortex. Αμέσως μετά, τοποθετήθηκαν σε λουτρό υπερήχων για 15 λεπτά. Με το πέρας των 15 λεπτών τοποθετήθηκαν σε φυγόκεντρο για 6 λεπτά στις 4000 στροφές για το διαχωρισμό υπερκείμενου και ίζηματος. Το υπερκείμενο μεταφέρθηκε σε καθαρό σωληνάριο και στο ίζημα προστέθηκαν 3 ml μεθανόλης και ακολούθησε ανάδευση και εισαγωγή των σωληναρίων στο λουτρό υπερήχων για 15 λεπτά.

➤ **Προσδιορισμός Ξηράς Ουσίας**

Για τον προσδιορισμό της % ξηράς ουσίας του νωπού καρπού, παραλήφθηκε ένα εγκάρσιο τμήμα του καρπού το οποίο ζυγίστηκε και τοποθετήθηκε σε κλίβανο έως σταθερού ξηρού βάρους. Στη συνέχεια υπολογίστηκε η % ξηρά ουσία.



➤ **Περιεκτικότητα Καρπών σε Διαλυτά Στερεά Συστατικά**

Η περιεκτικότητα των καρπών σε διαλυτά στερεά συστατικά μετρήθηκε με διαθλασίμετρο χειρός, HI 96801 Refractometer. Οι καρποί πολτοποιήθηκαν και μια ή δύο σταγόνες του πολτού τοποθετήθηκαν στο πρίσμα. Στο διαθλασίμετρο εμφανίζεται απευθείας ο δείκτης σε βαθμούς Brix.

➤ **Συγκέντρωση Χλωροφυλλών (CHLa, CHLb και ολικές CHLs) και Καροτενοειδών**

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των χλωροφυλλών και των καροτενοειδών βασίστηκε στο πρωτόκολλο των Roussos και συν. (2010). Ειδικότερα, λήφθηκαν δείγματα φυτικού ιστού βάρους 40-50 mg έκαστο. Οι χλωροφύλλες και τα καροτενοειδή εκχυλίστηκαν εις διπλούν, με 5 mL αιθανόλης 80 % (v/v) κάθε φορά και μετρήθηκε η απορρόφηση στα 663 και 645 nm. Για την μέτρηση χρησιμοποιήθηκε το φωτόμετρο Unicam Hellos γ. Η συγκέντρωση χρωστικών υπολογίστηκαν με την χρήση των εξισώσεων που περιγράφηκαν από τον Lichtenthaler (1987). Η συγκέντρωση των χρωστικών εκφράστηκαν σε mg/mg ξηρού βάρους.

➤ **Προσδιορισμός Αντιοξειδωτικής Δράσης μέσω Δοκιμής FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power assay)**

Η δοκιμή FRAP είναι μια γρήγορη και άμεση φασματοφωτομετρική μέθοδος υπολογισμού της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (αναγωγικής ικανότητας) ενός φυτικού εκχυλίσματος. Αρχικά, παρασκευάζεται το διάλυμα FRAP με την ανάμιξη 0,3 M οξικού ρυθμιστικού διαλύματος, 10 mM TPTZ και 20 mM  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  σε αναλογία 10:1:1. Εν συνεχεία, το υπερκείμενο διάλυμα αραιώθηκε σε αναλογία 1:5. Κατά τη δοκιμή FRAP αναμειγνύονταν σε δοκιμαστικό σωλήνα, 1,5 ml από το διάλυμα FRAP και 50 μl από το αραιωμένο υπερκείμενο διάλυμα. Το μείγμα αναδεύονταν καλά και τοποθετούνταν αμέσως σε υδατόλουτρο στους 37°C για 5 λεπτά. Αμέσως μετά καταγραφόταν η απορρόφηση στα 593 nm. Για την δημιουργία της πρότυπης καμπύλης χρησιμοποιήθηκε διάλυμα Trolox.

➤ **Αντιοξειδωτική δραστηριότητα (DPPH antioxidant activity)**

Σε 0,1 ml δείγματος σε κάθε σωληνάριο προσθέσαμε 2 ml DPPH solution 0,1 mM. Ακολούθησε ανάδευση των σωληναρίων και μέτρηση της απορρόφησης σε μήκος κύματος 640 nm. Κάθε δείγμα μετρήθηκε δύο φορές. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg ισοδυνάμων Trolox ανά g ξηρού βάρους ιστού.

## Συνολική Ογκομετρούμενη Οξύτητα και pH

### ➤ Μέτρηση pH

Η μέτρηση του pH πραγματοποιήθηκε με το ηλεκτρονικό πεχάμετρο Consort C5010 σε διάλυμα πολτού του καρπού. Πιο συγκεκριμένα, 0,5 ml πολτοποιημένου δείγματος αραιώνονταν με 20 ml απεσταγμένου νερού. Έπειτα πραγματοποιούνταν η μέτρηση.

### ➤ Τιτλοδοτούμενη Οξύτητα

Η τιτλοδότηση για τον προσδιορισμό της οξύτητας πραγματοποιήθηκε με διάλυμα 0,1 N NaOH. Η τιτλοδότηση πραγματοποιήθηκε σε διάλυμα ίδιο με εκείνο που χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση του pH, ήτοι 0,5 ml πολτοποιημένου δείγματος αραιωμένου με 20 ml απεσταγμένου νερού. Στο διάλυμα αυτό, έγινε ογκομέτρηση έως η τιμή του pH να γίνει 8,2, και σημειώθηκε ο απαιτούμενος όγκος διαλύματος NaOH. Η ογκομετρούμενη οξύτητα εκφράστηκε σε g μηλικού οξέος ανά 100 g νωπού καρπού (Velickovaet και συν., 2013) και υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$\% \text{μηλικό οξύ (wt/vol)} = [\text{Normality (NaOH)} * V(\text{NaOH}) * Eqwt(\text{μηλικού οξέος}) * 100] / [W(\text{δείγματος}) * 1000]$$

## Σχεδίαση πειράματος

Το πειραματικό σχέδιο ήταν το εντελώς τυχαιοποιημένο, με 8 επαναλήψεις και 1 πρέμνο ανά επανάληψη και τα πρωτογενή δεδομένα αναλύθηκαν με ανάλυση διασποράς. Οι σημαντικές διαφορές προσδιορίστηκαν σύμφωνα με το T-Test (όταν πρόκειται για σύγκριση δύο επεμβάσεων) και τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0.05$ .



**Εικόνα 8.** Ο πειραματικός ακτινιδεώνας (Πηγή: Πέτρος Ρούσσος).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Αποτελέσματα-Συζήτηση

#### 3.1. Αποτελέσματα πρώτης και δεύτερης δειγματοληψίας

Πίνακας 1. Αποτελέσματα μετρήσεων 1ης δειγματοληψίας.

Παράμετροι	Μάρτυρας
Βάρος καρπού (g)	75,66 a
Φαρδιά διάμετρος (mm)	48,80 a
Στενή διάμετρος (mm)	41.65 a
Μήκος (mm)	61.76 a
Μήκος/φαρδιά διάμετρος	1.27 a
Μήκος/στενή διάμετρος	1.48 a
Ξηρή ουσία (%)	13,57 a

Πίνακας 2. Αποτελέσματα μετρήσεων 2ης δειγματοληψίας.

Παράμετροι	Μάρτυρας	Χαραγή Αυγούστου
Βάρος καρπού (g)	90.66	92.04 a
Φαρδιά διάμετρος (mm)	51.73	51.25 a
Στενή διάμετρος (mm)	45.27	45.34 a
Μήκος (mm)	64.64	65.43 a
Μήκος/φαρδιά διάμετρος	1.25	1.28 a
Μήκος/στενή διάμετρος	1.43	1.44 a
Ξηρή ουσία (%)	16,39	17.23 a

\* Μέσοι όροι εντός της ίδιας γραμμής ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το T-test, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Παρατηρήθηκε ότι το βάρος, η φαρδιά και η στενή διάμετρος, και το μήκος του καρπού, αυξήθηκαν τόσο στα φυτά του μάρτυρα όσο και σε αυτά που δέχτηκαν την χαραγή του Αυγούστου. Ωστόσο, οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (Πίνακες 1 & 2). Στα μεν φυτά του μάρτυρα, οι λόγοι μήκος/φαρδιά διάμετρος και

μήκος/στενή διάμετρος μειώθηκαν, ενώ στα φυτά που δέχτηκαν τη χαραγή του Αυγούστου αυξήθηκαν, που σημαίνει ότι στα πρέμνα της χαραγής το μήκος του καρπού αυξήθηκε περισσότερο σε σχέση με τη φαρδιά και τη στενή διάμετρο. Οι διαφορές ήταν αμελητέες και σε αυτή την περίπτωση. Η μόνη παράμετρος που αυξήθηκε σε σημαντικό βαθμό ήταν το ποσοστό της ξηράς ουσίας στα πρέμνα του μάρτυρα. Παρατηρήθηκε αύξηση και στα πρέμνα της χαραγής του Αυγούστου, η οποία όμως δεν ήταν στατιστικά σημαντική (Πίνακες 1 & 2).

### 3.2. Αποτελέσματα μετρήσεων σε καρπούς κατά τη συγκομιδή

**Πίνακας 3.** Επίδραση των επεμβάσεων στο βάρος καρπού (g), τη ξηρά ουσία καρπού (%), τη συνεκτικότητα (Newton), τη φαρδιά και στενή διάμετρο (mm), το μήκος καρπού (mm) και τους λόγους μήκος/φαρδιά διάμετρος και μήκος/στενή διάμετρος κατά τη συγκομιδή.

Επεμβάσεις	Παράμετροι							
	Βάρος καρπού (g)	Ξηρή ουσία (%)	Συνεκτικότητα (Newton)	Φαρδιά διάμετρος (mm)	Στενή διάμετρος (mm)	Μήκος (mm)	Μήκος / φαρδιά διάμετρος	Μήκος / στενή διάμετρος
<b>Μάρτυρας</b>	102,6 b	17.1 a	25,60 b	54.07 a	46.48 b	65.72 b	1.21 a	1.42 a
<b>ΧΑ</b>	108.35 ab	17.5 a	38.10 a	54.45 a	48.12 a	67.00 ab	1.23 a	1.39 a
<b>ΧΣ</b>	104.20 ab	17.3 a	21.63 b	54.26 a	47.16 ab	65.49 b	1.21 a	1.39 a
<b>ΧΑΣ</b>	109.14 a	17.4 a	37.29 a	54.97 a	47.57 ab	67.88 a	1.24 a	1.43 a

\* Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

**Πίνακας 4.** Επίδραση των επεμβάσεων στο pH, την ογκομετρούμενη οξύτητα (TA), τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (TSS) και τους λόγους ολικά διαλυτά στερεά συστατικά/ογκομετρούμενη οξύτητα (TSS:TA) των καρπών κατά τη συγκομιδή.

Επεμβάσεις	pH	TA (%)	TSS (°Brix)	TSS : TA
<b>Μάρτυρας</b>	2.86 a	2.59 a	5.95 a	2.35 a
<b>ΧΑ</b>	2.86 a	2.56 a	5.71 a	2.23 a
<b>ΧΣ</b>	2.89 a	2.58 a	5.40 a	2.12 a
<b>ΧΑΣ</b>	2.89 a	2.58 a	5.78 a	2.28 a

\* Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

**Πίνακας 5.** Επίδραση των επεμβάσεων στην περιεκτικότητα (mg/g FW) σε φαινόλες (phenols), ο-διφαινόλες (o-diphenols), φλαβανόλες (flavanols) και σε φλαβονοειδή (flavonoids) των καρπών κατά τη συγκομιδή.

Επεμβάσεις	phenols (mg/g FW)	o-diphenols (mg/g FW)	flavanols (mg/g FW)	flavonoids (mg/g FW)
Μάρτυρας	0.41 a	0.72 ab	0.002 a	0.01 b
ΧΑ	0.39 a	0.54 b	0.002 a	0.01 a
ΧΣ	0.44 a	0.71 ab	0.002 a	0.01 ab
ΧΑΣ	0.43 a	0.91 a	0.002 a	0.01b

\* Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

**Πίνακας 6.** Επίδραση των επεμβάσεων στην αντιοξειδωτική ικανότητα, εκφρασμένη σε τιμές FRAP ( $\mu\text{mol eq. Trolox g}^{-1}$  fresh weight) και DPPH ( $\mu\text{mol eq. Trolox g}^{-1}$  fresh weight), των καρπών κατά τη συγκομιδή.

Επεμβάσεις	FRAP ( $\mu\text{mol eq. Trolox g}^{-1}$ FW)	DPPH ( $\mu\text{mol eq. Trolox g}^{-1}$ FW)
Μάρτυρας	1.45 a	0.87 a
ΧΑ	1.35 a	0.97 a
ΧΣ	1.40 a	1.00 a
ΧΑΣ	1.40 a	0.87 a

\* Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

**Πίνακας 7.** Επίδραση των επεμβάσεων στην περιεκτικότητα (mg/g) σε χλωροφύλλη α (chlorophyll a), χλωροφύλλη β (chlorophyll b), ολικές χλωροφύλλες (total chlorophylls) και σε καροτενοειδή (carotenoids) των καρπών κατά τη συγκομιδή.

Επεμβάσεις	Chlorophyll a (mg/g)	Chlorophyll b (mg/g)	Total Chlorophylls (mg/g)	Carotenoids (mg/g)
Μάρτυρας	0.51 a	0.37 a	0.88 a	0.14 a
ΧΑ	0.54 a	0.43 a	0.97 a	0.13 a
ΧΣ	0.56 a	0.46 a	1.02 a	0.15 a
ΧΑΣ	0.59 a	0.47 a	1.06 a	0.15 a

\* Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Όσον αφορά τις μετρήσεις που αφορούσαν τους καρπούς κατά τον χρόνο συγκομιδής, μόνο ορισμένοι παράμετροι διαφοροποίησαν τις τέσσερις επεμβάσεις.

Το ποσοστό ξηράς ουσίας, η φαρδιά διάμετρος του καρπού και οι λόγοι μήκος/φαρδιά διάμετρος και μήκος/στενή διάμετρος σημείωσαν περίπου ίδιες τιμές και στις τέσσερις επεμβάσεις. Αναφορικά με τις διαστάσεις των καρπών, οι διάφορες εντοπίστηκαν στη στενή διάμετρο και το μήκος του καρπού. Οι καρποί των πρέμων που δέχτηκαν χαραγή μόνο τον Αύγουστο, εμφάνισαν τους λιγότερο στενούς καρπούς και τα πρέμνα που δέχτηκαν και τις δύο χαραγές εμφάνισαν τους μεγαλύτερους σε μήκος καρπούς (**Πίνακας 3**). Οι Azizi και συν. (2022), παρατήρησαν αύξηση του μήκους και της διαμέτρου των καρπών με την εφαρμογή της χαραγής, κάτι που έρχεται σε συμφωνία με τις μετρήσεις του παρόντος πειράματος. Ανάλογες παρατηρήσεις έχουν κάνει και οι Khandaker και συν. (2011). Σχετικά με τη συνεκτικότητα των καρπών, τα πρέμνα που χαραχτήκαν μόνο τον Αύγουστο έδωσαν τους πιο συνεκτικούς καρπούς. Τα πρέμνα του μάρτυρα και αυτά που χαραχτήκαν μόνο τον Σεπτέμβριο, έδωσαν σαφώς πιο μαλακούς καρπούς.

Ως προς το βάρος των καρπών, τα πρέμνα της χαραγής του Αυγούστου καθώς και αυτά της χαραγής και Αυγούστου και Σεπτεμβρίου έδωσαν πάλι τους καρπούς με το μεγαλύτερο βάρος, χωρίς ωστόσο η διαφορά από τους καρπούς των δύο άλλων επεμβάσεων να είναι στατιστικά σημαντική (**Πίνακας 3**). Μεγαλύτερο βάρος καρπών ως αποτέλεσμα της διενέργειας χαραγής κατέγραψαν και οι Azizi και συν. (2022) καθώς και οι Kabeel και συν. (2018), ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων ερευνητών συνοδεύτηκαν και από στατιστική σημαντικότητα. Η παρατηρούμενη αύξηση του βάρους του καρπού αποδίδεται στη μεγαλύτερη διαθεσιμότητα φωτοσυνθετικών προϊόντων στους καρπούς, καθώς παρεμποδίζεται η κάθοδός τους προς το ριζικό σύστημα λόγω της αφαίρεσης του φλοιώματος κατά τη χαραγή.

Όσον αφορά τις επιπλέον παραμέτρους των καρπών που μετρήθηκαν κατά τη συγκομιδή, μόνο ορισμένα φαινολικά συστατικά διέφεραν ανάμεσα στα τέσσερα είδη επεμβάσεων. Τη μεγαλύτερη ποσότητα ο-διφαινολών σημείωσαν οι καρποί των πρέμων στα οποία εφαρμόστηκαν δύο χαραγές, ενώ τη μικρότερη οι καρποί που χαραχτήκαν μόνο τον Αύγουστο. Ως προς τα φλαβονοειδή, η μεγαλύτερη συγκέντρωση καταγράφηκε στους καρπούς των πρέμων της επέμβασης ΧΑ ενώ τη μικρότερη εμφάνισαν τα πρέμνα του μάρτυρα καθώς και αυτά που δέχτηκαν δύο χαραγές. Η συγκέντρωση των φαινολών και των φλαβονολών δεν διέφερε στις τέσσερις επεμβάσεις (**Πίνακας 5**).

Το pH, η ογκομετρούμενη οξύτητα, τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά, ο λόγος ολικά διαλυτά στερεά συστατικά/ογκομετρούμενη οξύτητα, η αντιοξειδωτική ικανότητα (τιμές FRAP και DPPH), οι χλωροφύλλες α και β και τα καροτενοειδή ήταν παρόμοια σε όλες τις επεμβάσεις (Πίνακες 6 & 7). Τα ευρήματα αυτά δεν συμφωνούν με εκείνα των περισσότερων ερευνητών. Οι Hockema & Echeverria (2000) παρατήρησαν αύξηση των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (TSS) με την εφαρμογή της χαραγής σε εσπεριδοειδή. Οι Azizi και συν. (2022) πειραματιζόμενοι σε ακτινιδιές, και ο Eliwa (2003) σε ροδακινιές κατέγραψαν γενικά μικρότερη ογκομετρούμενη οξύτητα τόσο σε πρέμνα (και δέντρα αντίστοιχα) μάρτυρα όσο και σε πρέμνα (δέντρα) που δέχθηκαν χαραγή, με την οξύτητα των πρώτων να είναι μεγαλύτερη. Αυτή η αύξηση στα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά και η μείωση της οξύτητας αποδίδεται και πάλι στην αυξημένη συσσώρευση υδατανθράκων, η οποία άμβλυνε τον ανταγωνισμό των καρπών για νερό και θρεπτικά στοιχεία. Παρόλα αυτά, στο παρόν πείραμα δεν παρατηρήθηκε κάποια διαφοροποίηση ως προς την εν λόγω παράμετρο. Τέλος, οι Yesiloglu και συν. (2000) και οι Ahmad και συν. (2005) επιβεβαιώνουν ότι με την εφαρμογή της χαραγής αυξάνεται ο λόγος ολικά διαλυτά στερεά συστατικά προς ογκομετρούμενη οξύτητα, όμως ούτε αυτό επιβεβαιώθηκε στο παρόν πείραμα.

### 3.3. Αποτελέσματα μετρήσεων σε καρπούς που συντηρήθηκαν για 4 μήνες περίπου

**Πίνακας 8.** Επίδραση των επεμβάσεων στο βάρος καρπού (g), τη ξηρά ουσία καρπού (%), τη συνεκτικότητα (Newton), τη φαρδιά και στενή διάμετρο (mm), το μήκος καρπού (mm) και τους λόγους μήκος/φαρδιά διάμετρος και μήκος/στενή διάμετρος των καρπών που συντηρήθηκαν για 4 μήνες περίπου.

Επεμβάσεις	Παράμετροι							
	Βάρος καρπού (g)	Ξηρή ουσία (%)	Συνεκτικότητα (Newton)	Φαρδιά διάμετρος (mm)	Στενή διάμετρος (mm)	Μήκος (mm)	Μήκος / φαρδιά διάμετρος	Μήκος / στενή διάμετρος
<b>Μάρτυρας</b>	109,41 a	15,34 b	7.65 a	56.06 a	47.70 a	66.62 a	1.19 a	1.39 a
<b>ΧΑ</b>	103,1 a	16,32 a	3.93 b	52.72 b	46.04 ab	65.49 a	1.24 a	1.42 a
<b>ΧΣ</b>	101,4 a	16.45 a	3.84 b	53.17 b	46.25 ab	65.20 a	1.23 a	1.41 a
<b>ΧΑΣ</b>	100,8 a	16.34 a	3.60 b	53.59 ab	45.01 b	64.72 a0	1.22 a	1.44 a

\* Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .



**Πίνακας 9.** Επίδραση των επεμβάσεων στο pH, την ογκομετρούμενη οξύτητα (TA), τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (TSS) και τους λόγους ολικά διαλυτά στερεά συστατικά/ογκομετρούμενη οξύτητα (TSS:TA) των καρπών που συντηρήθηκαν για 4 μήνες περίπου.

Επεμβάσεις	pH	TA (%)	TSS (°Brix)	TSS : TA
<b>Μάρτυρας</b>	3,08 a	2.23 a	12.23 b	5.51 a
<b>ΧΑ</b>	3.00 a	4.94 a	13.73 a	5.53 a
<b>ΧΣ</b>	3.01 a	2.25 a	13.81 a	6.02 a
<b>ΧΑΣ</b>	3.02 a	2.21 a	13.85 a	6.28 a

\* Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

**Πίνακας 10.** Επίδραση των επεμβάσεων στην περιεκτικότητα (mg/g FW) σε φαινόλες (phenols), ο-διφαινόλες (o-diphenols), φλαβανόλες (flavanols) και σε φλαβονοειδή (flavonoids) των καρπών που συντηρήθηκαν για 4 μήνες περίπου.

Επεμβάσεις	phenols (mg/g FW)	o-diphenols (mg/g FW)	flavanols (mg/g FW)	flavonoids (mg/g FW)
<b>Μάρτυρας</b>	0.34 b	0.70 ab	0.001 b	0.01 a
<b>ΧΑ</b>	0.39 ab	0.59 b	0.002 ab	0.006 a
<b>ΧΣ</b>	0.45 a	0.72 ab	0.003 a	0.01 a
<b>ΧΑΣ</b>	0.45 a	0.86 a	0.002 ab	0.006 a

\* Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

**Πίνακας 11.** Επίδραση των επεμβάσεων στην αντιοξειδωτική ικανότητα, εκφρασμένη σε τιμές FRAP ( $\mu\text{mol equiv. Trolox g}^{-1}$  fresh weight) και DPPH ( $\mu\text{mol equiv. Trolox g}^{-1}$  fresh weight), των καρπών που συντηρήθηκαν για 4 μήνες περίπου.

Επεμβάσεις	FRAP ( $\mu\text{mol eq. Trolox g}^{-1}$ FW)	DPPH ( $\mu\text{mol eq. Trolox g}^{-1}$ FW)
<b>Μάρτυρας</b>	1.42 a	0.50 b
<b>ΧΑ</b>	1.41 a	0.94 a
<b>ΧΣ</b>	1.44 a	1.16 a
<b>ΧΑΣ</b>	1.46 a	1.08 a

\* Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

**Πίνακας 12.** Επίδραση των επεμβάσεων στην περιεκτικότητα (mg/g) σε χλωροφύλλη α (chlorophyll a), χλωροφύλλη β (chlorophyll b), ολικές χλωροφύλλες (total chlorophylls) και σε καροτενοειδή (carotenoids) των καρπών που συντηρήθηκαν για 4 μήνες περίπου.

Επεμβάσεις	Chlorophyll a (mg/g)	Chlorophyll b (mg/g)	Total Chlorophylls (mg/g)	Carotenoids (mg/g)
<b>Μάρτυρας</b>	0.35 a	0.19 a	0.54 a	0.16 a
<b>ΧΑ</b>	0.35 a	0.18 a	0.53 a	0.18 a
<b>ΧΣ</b>	0.37 a	0.24 a	0.62 a	0.15 a
<b>ΧΑΣ</b>	0.36 a	0.18 a	0.55 a	0.19 a

\* Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Η συντήρηση διήρκησε περίπου τέσσερις μήνες, με τη θερμοκρασία να είναι 0,5° C και τη σχετική υγρασία 95%. Το βάρος των καρπών που συντηρήθηκαν ήταν περίπου ίδιο, ανεξάρτητα από το είδος της επέμβασης. Οι καρποί του μάρτυρα περιείχαν το μικρότερο ποσοστό ξηράς ουσίας και ήταν και οι πιο συνεκτικοί. Το μήκος των καρπών ήταν σχεδόν ίδιο για όλα τα πρέμνα. Τα πρέμνα του μάρτυρα έδωσαν τους καρπούς με τη μεγαλύτερη φαρδιά και στενή διάμετρο. Τέλος, οι καρποί που συντηρήθηκαν είχαν περίπου τις ίδιες αναλογίες διαστάσεων, μιας και οι λόγοι μήκος/φαρδιά διάμετρος και μήκος/στενή διάμετρος ήταν περίπου ίδιοι και για τις τέσσερις επεμβάσεις (**Πίνακας 8**).

Αναφορικά με τις επιπλέον παραμέτρους των καρπών που συντηρήθηκαν για τέσσερις περίπου μήνες, το pH, η ογκομετρούμενη οξύτητα και ο λόγος ολικά διαλυτά στερεά συστατικά/ογκομετρούμενη οξύτητα, δεν ανέδειξαν διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων. Ωστόσο, η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών ήταν σημαντικά αυξημένη στους καρπούς των πρέμνων που δέχτηκαν χαραγή, ανεξάρτητα από τον αριθμό και τον χρόνο που έλαβαν χώρα οι χαραγές (**Πίνακας 9**).

Σχετικά με την αντιοξειδωτική ικανότητα, η τιμή FRAP κυμάνθηκε στα ίδια επίπεδα στους καρπούς και των τεσσάρων επεμβάσεων. Η τιμή, όμως, της DPPH, εμφανίστηκε αυξημένη στα πρέμνα που δέχτηκαν χαραγή (**Πίνακας 11**). Ως προς τις συγκεντρώσεις των χλωροφυλλών α και β και των καροτενοειδών δεν υπήρξε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τεσσάρων ειδών καρπών (**Πίνακας 12**). Τα φαινολικά συστατικά, και πιο συγκεκριμένα οι φαινόλες εντοπίστηκαν αυξημένες στις τρεις επεμβάσεις με τις χαραγές σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα. Οι

φλαβανόλες βρέθηκαν να έχουν αυξημένη συγκέντρωση στους καρπούς των πρέμων που δέχτηκαν χαραγή μόνο το Σεπτέμβριο, ενώ οι ο-διφαινόλες ήταν ιδιαίτερα αυξημένες στους καρπούς των πρέμων που δέχτηκαν δύο χαραγές, και Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Τέλος, τα φλαβονοειδή ήταν περίπου σε ίδιες συγκεντρώσεις σε όλους τους καρπούς (Πίνακας 10).

#### **3.4. Σύγκριση αποτελεσμάτων καρπών κατά τη συγκομιδή και συντηρημένων καρπών**

Ανάμεσα στις παραμέτρους που μετρήθηκαν τόσο κατά τη συγκομιδή όσο και μετά από τη συντήρηση, αποτυπώθηκε χαρακτηριστικά η μεγάλη μείωση στη συνεκτικότητα των καρπών. Το βάρος και οι διαστάσεις των καρπών δεν εμφάνισαν κάποια σαφή διαφοροποίηση μεταξύ των δύο μετασυλλεκτικών χειρισμών, δηλαδή κατάψυξης και συντήρησης.

Όσον αφορά τις επιπλέον παραμέτρους που μετρήθηκαν στους καρπούς που αμέσως μετά τη συγκομιδή τοποθετήθηκαν στην κατάψυξη και σε αυτούς που συντηρήθηκαν για τέσσερις περίπου μήνες παρατηρήθηκαν ορισμένες χαρακτηριστικές διαφορές. Το pH του χυμού της σάρκας των ακτινιδίων που συντηρήθηκαν ελαφρά αυξήθηκε, παρατήρηση που έρχεται σε συμφωνία με τους Matsumoto και συν. (1983), όπως επίσης και τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά των οποίων όμως η αύξηση ήταν μεγαλύτερη. Επίσης, οι χλωροφύλλες α και β μεμονωμένα, αλλά και ως άθροισμα, μειώθηκε αρκετά στους καρπούς που συντηρήθηκαν. Τα καροτενοειδή, η αντιοξειδωτική ικανότητα (τιμές FRAP και DPPH) και το σύνολο των φαινολικών συστατικών δεν μεταβλήθηκαν σε σημαντικό βαθμό. Ίδια περίπου παρέμεινε και η ογκομετρούμενη οξύτητα, όμως λόγω της αύξησης των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών συνέβαλε στο να αυξηθεί ο λόγος των τελευταίων προς τα οξέα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Συμπεράσματα

Γενικά, η εφαρμογή της χαραγής, βελτίωσε ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, ωστόσο, αρκετά τα άφησε ανεπηρέαστα. Η χαραγή του Αυγούστου δεν επηρέασε σημαντικά την ανάπτυξη των καρπών στα αρχικά στάδια.

Όσον αφορά τους καρπούς κατά τη συγκομιδή, τα πρέμνα που χαραχτηκαν τον Αύγουστο καθώς και αυτά που χαραχτηκαν δύο φορές, έδωσαν καρπούς πιο συνεκτικούς, μεγαλύτερους σε μήκος και με πιο αυξημένη τη στενή διάμετρο. Οι υπόλοιποι παράμετροι δεν ανέδειξαν κάποια διαφορά μεταξύ των καρπών των τεσσάρων επεμβάσεων. Επίσης, οι ο-διφαινόλες ήταν ιδιαίτερα αυξημένες στα πρέμνα που δέχθηκαν δύο χαραγές, ενώ τα φλαβονοειδή ήταν αυξημένα στα πρέμνα που δέχθηκαν χαραγή μόνο τον Αύγουστο.

Στους καρπούς που συντηρήθηκαν, όλες οι εφαρμογές με χαραγή αύξησαν τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Οι φαινόλες, οι ο-διφαινόλες και οι φλαβανόλες ήταν επίσης αυξημένες στους καρπούς των χαραγμένων πρέμνων, πιο πολύ όμως στα πρέμνα που δέχθηκαν χαραγή τον Σεπτέμβριο και σε αυτά που δέχθηκαν δύο χαραγές. Τέλος, όλες οι εφαρμογές χαραγών βελτίωσαν και την αντοχή των καρπών κατά τη συντήρηση, κυρίως μέσω της διατήρησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας.

Εν κατακλείδι, οι τρεις εφαρμογές χαραγής βελτίωσαν μερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών ενώ άλλα όχι. Οι καρποί που παρουσίασαν την πιο μεγάλη βελτίωση κατά τη στιγμή της συγκομιδής, ήταν αυτοί των πρέμνων που χαραχτηκαν μόνο τον Αύγουστο καθώς και αυτά που δέχτηκαν δύο χαραγές, και Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Οι καρποί που συντηρήθηκαν, ανεξάρτητα την επέμβαση, έχασαν σε μεγάλο βαθμό τη συνεκτικότητά τους. Οι καρποί που ανταπεξήλθαν καλύτερα κατά τη συντήρηση ήταν αυτοί των πρέμνων που χαραχτηκαν, ανεξαρτήτως αριθμού και χρόνου της χαραγής. Στην πραγματικότητα, βέβαια, οι καρποί των χαραγών, αν και έχασαν μεγαλύτερο μέρος της συνεκτικότητάς τους κατά τη συντήρηση σε σχέση με τα φυτά που δεν δέχθηκαν ποτέ χαραγή, διατήρησαν μεγαλύτερο ποσοστό της ξηράς ουσίας τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### Βιβλιογραφία

Ahmad M, Kumari K & Kaul B (2005) Effect of girdling, thinning and GA on fruit growth, yield, quality and shelf life of 3 grapes (*Vitis Vinifera* L.) cv. Perlette. *Acta Horticulturae* 696: 309-313.

Antunes M & Sfakiotakis M (2002) Ethylene biosynthesis and ripening behavior of 'Hayward' kiwifruit subjected to some controlled atmospheres. *Postharvest Biology and Technology* 26:167-179.

Antunes M (2007) The role of ethylene in kiwifruit ripening and senescence. *Stewart Postharvest Review* 3: 1-8.

Arpaia M, Labavitch J, Greve C & Kader A (1987) Changes in cell wall components of kiwifruit during storage in air or controlled atmosphere. *J Amer Soc Hort Sci* 112: 474-481.

Arpaia M, Mitchell F & Kader A (1994) Postharvest physiology and causes of deterioration. In: Hasey JK, Johnson RS, Grant JA, Reil WO (Eds.), *Kiwifruit Growing and Handling*. ANR Publications, University of California, Davis, CA, pp. 88-93.

Azizi S, Rana V, Sharma S, Chauhan & Kumar V (2022) Effect of Girdling on Yield and Quality of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* Chev.) Raised through Different Propagation Methods. *Indian Journal of Ecology* (2022) 49(2): 496-501.

Beekwilder J, Hall R & de Vos C (2005) Identification and dietary relevance of antioxidants from raspberry. *Biofactors* 23(4):197-205.

Beever D & Hopkirk G (1990) Fruit development and fruit physiology. In: Warrington I, Weston C (Eds.), *Kiwifruit Science and Management*. Ray Richards Publisher/New Zealand Society for Horticultural Science Inc., Auckland/Wellington: 97-126.

Black M, Patterson K, Gould K & Clearwater (2012) Physiological responses of kiwifruit vines (*Actinidia chinensis* Planch. var. *chinensis*) to trunk girdling and root pruning. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 40(1): 31-41.

Boyd L & Barnett A (2011) Manipulation of Whole-vine Carbon Allocation Using Girdling, Pruning, and Fruit Thinning Affects Fruit Numbers and Quality in Kiwifruit. The New Zealand Institute for Plant and Food Research Limited, Plant & Food Research, *Hortscience* 46(4):590-595.

Burdon J (2015) Soluble Solids Revisited: A maturity or harvest index for kiwifruit. *Acta Hort.*, 1096: 257-266.

Carne A & Moore C (1978) The amino acid sequence of the tryptic peptides from actinidin, a proteolytic enzyme from the fruit of *Actinidia chinensis*. *Biochemical Journal* 173: 73-83.

Crisosto G, Mitchell G, Arpaia M & Mayer G (1984) The effect of growing location and harvest maturity on the storage performance and quality of 'Hayward' kiwifruit. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 109:584-587.

Currie M & Blattmann P (2009) Warning-do not trunk girdle late in autumn or more than twice. *N. Z. Kiwifruit* 192, 8-12.

Currie M (1997) Source-sink relations in kiwifruit: carbohydrate and hormone effects on fruit growth at the cell, organ and whole plant level. PhD thesis (Palmerston North, New Zealand: Department of Plant Science, Massey University), pp.351.

Currie M, Patterson K, Barnett A, Blattmann P & Nichols P (2007) Trunk girdling, what are the risks? *N. Z. Kiwifruit* 179, 7-12.

Davison R (1990) The physiology of the kiwifruit vine. In *Kiwifruit: Science and Management*, I.J. Warington, and G.C. Weston, eds. (Auckland, New Zealand: Ray Richards), pp. 127-154.

Drummond L (2013) The composition and nutritional value of kiwifruit. In M. Boland & P. J. Moughan (Eds.), *Advances in food and nutrition research* (Vol. 68, pp. 33-57). Academic Press.

Du G, Li M, Ma F & Liang D (2009) Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and Vitamin C in *Actinidia* fruits. *Food Chem* 13(2):557-562.

Eliwa G (2003) Effect of girdling and fruit thinning on maturity yield and fruit quality of Mit Ghamer Peach trees. *Egyptian Journal of Horticulture* 4: 281-290.

FAO (2020) Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Statistical Database.

Ferguson A (1999) New temperate fruits: *Actinidia chinensis* and *Actinidia deliciosa* In: J. Janick (ed.), *Perspectives on new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA. pp 342-347.

Ferguson A (2007) The need for characterisation and evaluation of germplasm: kiwifruit as an example. *Euphytica*, 154 (3): 371-382.

Ferguson A, O'Brien I & Yan G (1997) Ploidy in *Actinidia*. *Acta Horticulturae* (ISBN 0567-7572) 444: 67-71.

Fiorentino A, D'Abrosca B, Pacifico S, Mastellone C, Scognamiglio M & Monaco P (2009) Identification and assessment of antioxidant capacity of phytochemicals from kiwifruits. *J Agric Food Chem* 57(10):4148-4155.

Giangrieco I, Proietti S, Moscatello S, Tuppo L, Battistelli A, La Cara F, Tamburrini M, Famiani F & Ciardiello M (2016) Influence of geographical location of orchards on green kiwifruit bioactive components. *J Agric Food Chem* 64(48):9172-9179.

Given N (1993) Kiwifruit. In: *Biochemistry of Fruit Ripening*, p.: 235-254.

Goren R, Huberman M & Goldschmidt E (2004) Girdling: physiological and horticultural aspects. *Hortic. Rev. (Am. Soc. Hortic. Sci.)* 30, 1-36.

Gyeltshen S, Tshering K, Phuntsho L, Penjor T, Tshering G & Tomiyasu Y (2011) *J. Rene. Nat. Res. Bhutan.*, 7(1): 11-20.

Harker F (2004) Consumer evaluation of taste and flavour: ZESPRI™ Gold and ZESPRI™ Green. *N. Z. Kiwifruit* 166, 5-9.

Himelrick D & Powell A (2002) Kiwifruit production guide, Alabama Cooperative Extension System, www.aces.edu. pp. 1-7.

Hockema B & Echeverria E (2000) Factors involved in soluble solids accumulation in citrus fruits. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 113: 126-130.

Hongwen H (2016) Kiwifruit: The genus *Actinidia*. Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, China.

Hopping M (1976) Structure and development of fruit and seeds in Chinese gooseberry (*Actinidia chinensis* Planch.). New Zealand Journal of Botany 14: 63-68.

Kabeel H, Morsey M & El-Naggar Y (2018) Effect of girdling and potassium fertilization on yield efficiency and fruit quality of apricot cv. Amal. Journal of Plant Production 6: 705-710.

Khandaker M, Hossian A, Osman N & Boyce A (2011) Application of girdling for improved fruit retention, yield and fruit quality in *Syzygium samarangense* under field conditions. International Journal of Agriculture Biology 13(1): 18-24.

Lai R, Woolley D & Lawes G (1988). Patterns of assimilate transport from leaves to fruit within a kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) lateral. J. Hortic. Sci. 63 (4), 725-730.

Lai R, Woolley D & Lawes G (1989) Effect of leaf to fruit ratio on fruit growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). Sci. Hortic. (Amsterdam) 39 (3), 247-255. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(89\)90137-4](https://doi.org/10.1016/0304-4238(89)90137-4).

Latocha P, Krupa T, Wołosiak R, Worobiej E & Wilczak J (2010) Antioxidant activity and chemical difference in fruit of different *Actinidia sp.* Int J Food Sci Nutr 61(4):381-394.

Leontowicz H, Leontowicz M, Latocha P, Jesion I, Park YS, Katrich E, Barasch D, Nemirovski A & Gorinstein S (2016) Bioactivity and nutritional properties of hardy kiwifruit *Actinidia arguta* in comparison with *Actinidia deliciosa* ‘Hayward’ and *Actinidia eriantha* ‘Bidan’. Food Chem 196:281-291.



- Lewis D, Burge G, Schmierer D & Jameson P (1996) Cytokinins and fruit development In the kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). Changes during fruit development. *Physiologia Plantarum* 98: 179-186.
- MacRae E, Quick W, Benker C & Stitt M (1992) Carbohydrate metabolism during postharvest ripening in kiwifruit. *Planta* 188: 314-323.
- Matsumoto S, Obara T & Luh B (1983) Changes in Chemical Constituents of Kiwifruit During Post-Harvest Ripening. *Journal of Food Science* 48: 607-611.
- Minas I, Vicente A & Dhanapal A (2014) Ozone-induced kiwifruit ripening delay is mediated by ethylene biosynthesis inhibition and cell wall dismantling regulation. *Plant Science* 229: 76-85.
- Mitchell F (1990) Postharvest physiology and technology of kiwifruit. *Acta Horticulturae* 282: 291-307.
- Montefiori M, McGhie T, Costa G & Ferguson A (2005) Pigments in the fruit of red-fleshed kiwifruit (*Actinidia chinensis* and *Actinidia deliciosa*). *J Agric Food Chem* 53(24):9526-9530.
- Moscattello S, Famiani F, Proietti S, Farinelli D & Battistelli A (2011) Sucrose synthase dominates carbohydrate metabolism and relative growth rate in growing kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, cv Hayward). *Scientia Horticulturae* 128: 197-205.
- Nardoza S, Boldingh H & Osorio S (2013) Metabolic analysis of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) berries from extreme genotypes reveals hallmarks for fruit starch metabolism. *Journal of experimental botany* 64: 5049-63.
- Nardoza S, Boldingh H & Richardson A (2010) Variation in carbon content and size in developing fruit of *Actinidia deliciosa* genotypes. *Functional Plant Biology* 37: 545-554.
- Nardoza S, Gamble J & Axten L (2011) Dry matter content and fruit size affect flavour and texture of novel *Actinidia deliciosa* genotypes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91: 742-748.

Palacin A, Rodriguez J, Blanco C, Lopez-Torrejón G, Sanchez-Monge R, Varela J, Jimenez M, Cumplido J, Carrillo T, Crespo J & Salcedo G (2008) Immunoglobulin E recognition patterns to purified Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) allergens in patients sensitized to Kiwi with different clinical symptoms. *Clin Exp Allergy* 38(7):1220-1228.

Pandey G & Tripathi A (2014) Kiwifruit A boon for Arunachal Pradesh. Programme Coordinator, Krishi Vigyan Kendra, Yachuli (ICAR), Govt. of Arunachal Pradesh, Lower Subansiri District - 791120 (Arunachal Pradesh). pp. 1-17.

Park Y, Jung S, Kang S, Drzewiecki J, Namiesnik J, Haruenkit R, Barasch D, Trakhtenberg S & Gorinstein S (2006) In vitro studies of polyphenols, antioxidants and other dietary indices in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Int J Food Sci Nutr* 57(1-2):107-122.

Park Y, Namiesnik J, Veerasilp K, Leontowicz H, Leontowicz M, Barasch D, Nemirovski A, Trakhtenberg S & Gorinstein S (2014) Bioactive compounds and the antioxidant capacity in new kiwi fruit cultivars. *Food Chem* 165:354-361.

Perera C, Hallett I, Nguyen T & Charles J (1990) Calcium oxalate crystals: The irritant factor in kiwifruit. *Journal of Food Science* 55: 1066-1069, 1080.

Pérez-Burillo S, Oliveras M, Quesada J, Rufián-Henares J & Pastoriza S (2018) Relationship between composition and bioactivity of persimmon and kiwifruit. *Food Res Int* 105:461-472.

Pinelli P, Romani A, Fierini E, Remorini D & Agati G (2013) Characterisation of the polyphenol content in the kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) exocarp for the calibration of a fruit-sorting optical sensor. *Phytochemical Analysis*, 24(5), 460-466.

Rassam M & Laing W (2005) Variation in ascorbic acid and oxalate levels in the fruit of *Actinidia chinensis* tissues and genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2322-2326.

Rathore D (1981) Physico-chemical evaluation of the fruits of four cultivars of Chinese gooseberry. *Actinidia chinensis*. *Indian J. Hort.*, 32: 62-65.

Reid M (1977) Maturation and storage of kiwifruit, p 43-52. In: Proc. Kiwifruit seminar, Tauranga, N.Z. New Zealand Ministry of Agr. and Fisheries.

Richardson A, Bolding H & McAtee P (2011) Fruit development of the diploid kiwifruit, *Actinidia chinensis* “Hort16A”. BMC plant biology 11: 182.

Ritenour M, Crisosto C, Garner D, Guiwen W, Cheng G & Zoffoli J (1999) Temperature, length of cold storage and maturity influence the ripening rate of ethylene-preconditioned kiwifruit. Postharvest Biology and Technology 15:107-115.

Ross G, Redgwell R & MacRae E (1993) Kiwifruit  $\beta$ -galactosidase: isolation and activity against specific fruit cell-wall polysaccharides. Planta, 189: 499-506.

Rush E, Patel M, Plank L & Ferguson L (2002) Kiwifruit promotes laxation in the elderly. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition 11: 164-168.

Satpal D, Kaur J, Bhadariya V & Sharma K (2021) *Actinidia deliciosa* (Kiwi fruit): A comprehensive review on the nutritional composition, health benefits, traditional utilization and commercialization. Journal of Food Processing and Preservation. Wiley.

Schröder R & Atkinson R (2006) Kiwifruit cell walls: towards an understanding of softening? New Zealand Journal of Forestry Science 36: 112-129.

Sfakiotakis E, Antunes M, Stavroulakis G & Niklis N (2001) Ethylene biosynthesis. Role in ripening and quality of “Hayward” kiwifruit after harvest, during storage and shelf life. In: Dris R, Niskanen R, Jain S (Eds.), Crop Management and Postharvest Handling of Horticultural Products. Science Publishers, Enfield, NH, pp. 263-287.

Singletary K (2012) Kiwifruit: overview of the potential health benefits. Nutr Today 47(3):133-147.

Snelgar W & Manson P (1992) Determination of the time of flower evocation in kiwifruit vines. N. Z. J. Crop Hortic. Sci. 20 (4), 439-447.

Sun-Waterhouse D, Chen J, Chuah C, Wibisono R, Melton L, Laing W, Ferguson L, & Skinner M (2009) Kiwifruit-based polyphenols and related antioxidants for

functional foods: Kiwifruit extract-enhanced gluten-free bread. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60, 251-264.

Tavarini S, Degl'Innocenti E, Remorini D, Massai R & Guidi L (2008) Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. *Food Chemistry* 107: 282-288.

Testolin R & Ferguson A (2009) Kiwifruit (*Actinidia spp.*) production and marketing in Italy. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 37(1), 1-32.

Testolin R, Cipriani G & Costa G (1994) In: Production du kiwi (*Actinidia deliciosa*) en Europe. Redements, qualité et aspects économiques (Ed. R. Monet), VI/4126/94-FR. Commission Européenne, Brussels, pp. 85-96.

Thompson J, Brecht P, Hirsch T & Kader A (2000) Marine Container Transport of Chilled Perishable Produce. *Agriculture and Natural Resources*, Publication 21595, University of California, Oakland, CA, 32 pp.

Tyagi S, Nanher A, Kumar V, Nishad S, Ahmad M & Bhamini K (2015) Kiwifruit: Health benefits and medicinal importance. *Rashtriya Krishi*, 10(2), 98-100.

Wang H, Cao G & Prior R (1996) Total antioxidant capacity of fruits. *J Agric Food Chem* 44(3):701-705 77.

Wegrzyn T & MacRae E (1995) Alpha-amylase and starch degradation in kiwifruit. *Journal of Plant Physiology* 147: 19-28.

Whiteman S, Manning M, Blattmann P, Currie M, Tyson J & Snelgar B (2012) Can PSA-V infect young vines via girdling wounds when artificially inoculated ? *Kiwifruit* 211, 15-16.

Wills R & Greenfield H (1981) Methodological considerations in producing data for food composition tables. *Food Technology in Australia* 33: 122-124.

Wojdyło A, Nowicka P, Oszmianski J & Golis T (2017) Phytochemical compounds and biological effects of *Actinidia* fruits. *J Funct Foods* 30:194-202.

Wolber F, Beck K, Conlon C & Kruger M (2013) Kiwifruit and mineral nutrition. *Advances in Food and Nutrition Research*, 68, 233-256.

Yesiloglu T, CucuAckaln E, Goksel C & Kaya B (2000) Effects of girdling, GA and additional nutrient applications on pomological 3 characteristics and trunk diameter growth in Clementine mandarin. *Ziraat Fakultesi Dergisi, Akdeniz Universities* 1: 33-40.

Αϊναλίδου Αγγελική (2016) Βιοχημική και φυσιολογική διερεύνηση της επίδρασης εξωγενών κυτοκινινών στις διεργασίες ανάπτυξης και ωρίμανσης καρπών ακτινιδιάς. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.