



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ**  
**ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΑΣ**

Τίτλος Διπλωματικής Εργασίας:

«Επίδραση της ποικιλίας στη διατροφική αξία συμπύρηνων ροδάκινων»



**Γιαννοπούλου Μαρία**

**Επιβλέπων καθηγητής: Τσιρόπουλος Νικόλαος**

**Βόλος 2022**

Τίτλος Διπλωματικής Εργασίας:

«Επίδραση της ποικιλίας στη διατροφική αξία συμύρηνων ροδάκινων»

«Nutritional quality of peaches from the major Greek clingstone peach cultivars»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Τσιρόπουλος Νικόλαος, Καθηγητής Χημείας, Ανάλυση και Προσδιορισμός Οργανικών Ουσιών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Επιβλέπων)

Νάνος Δ. Γεώργιος, Καθηγητής Δενδροκομίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

Γκορτζή Όλγα, Καθηγήτρια Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

Υπεύθυνη Δήλωση:

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ.

## Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Τσιρόπουλο Νικόλαο, Καθηγητή Χημείας, για την ανάθεση του θέματος, αλλά και για την καθοδήγηση και την στήριξη του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μου διατριβής.

Η πραγματοποίηση της παρούσας ερευνητικής εργασίας δε θα ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί χωρίς τη συμβολή του κύριου Νάνου Γεώργιου, Καθηγητή Δενδροκομίας, τον οποίο και ευχαριστώ θερμά για την υπομονή του, αλλά και για τη συνεχή στήριξη και βοήθεια που μου προσέφερε τόσο κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, όσο και κατά τη συγγραφή και τη διόρθωση της πτυχιακής μου διατριβής. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Γκορτζή Όλγα, Καθηγήτρια Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων για την συμβολή της ως μέλος της τριμελούς επιτροπής.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Περσεφόνη Μαλέτσικα, διδάκτορα Γεωπόνου, συνεργάτιδα του εργαστηρίου δενδροκομίας, Π.Θ. και την κα. Τριανταφυλλιά Γεωργουδάκη, υποψήφια διδάκτορα Δενδροκομίας, συνεργάτιδα του εργαστηρίου Δενδροκομίας Π.Θ. για τη βοήθεια που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των εργαστηριακών μετρήσεων και για το θερμό κλίμα συνεργασίας κατά τη διάρκεια συμμετοχής μου στο Εργαστήριο Δενδροκομίας.

Καταλήγοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους μου τους φίλους για τη συνεχή στήριξη τους, αλλά και τους φίλους που γνώρισα στη σχολή για τις υπέροχες στιγμές που περάσαμε μαζί αυτά τα 5 χρόνια κατά τη διάρκεια των σπουδών μας στο Βόλο. Επίσης, θα ήθελα να πω ένα τεράστιο ευχαριστώ στον σύντροφό μου Σούλη που είναι πάντα δίπλα μου και με στηρίζει σε κάθε μου επιλογή.

Τέλος, θα ήθελα να αφιερώσω αυτή την εργασία στους γονείς μου Ιωάννη και Κυριακή, καθώς και στον αδερφό μου Γιώργο, που με στηρίζουν έμπρακτα στη μέχρι τώρα πορεία της ζωής μου και παρ' όλες τις δυσκολίες έκαναν τα πάντα ώστε να ολοκληρώσω επιτυχώς τις σπουδές μου.

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή .....	1
1.1 Σημασία ροδάκινου – βιομηχανικού ροδάκινου .....	1
1.2 Γενική περιγραφή της ποιότητας .....	3
1.3 Διατροφική αξία φρούτων και λαχανικών .....	3
1.4 Αντιοξειδωτικά.....	4
1.4.1 Φαινολικές ενώσεις .....	7
1.4.2 Ασκορβικό οξύ .....	9
1.4.3 Τοκοφερόλες (βιταμίνη E).....	10
1.4.4 Καροτενοειδή .....	10
1.4.5 Μέθοδοι μέτρησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας .....	11
1.5 Διατροφική αξία νωπών και κονσερβοποιημένων ροδάκινων.....	12
1.6 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διατροφική αξία των ροδάκινων .....	14
1.7 Επίδραση της λίπανσης με άζωτο και κάλιο στη διατροφική αξία.....	16
1.8 Σκοπός της μελέτης.....	17
2. Υλικά και Μέθοδοι .....	19
2.1 Πειραματικός αγρός .....	19
2.2 Μεταχειρίσεις.....	20
2.3 Μετρήσεις εργαστηρίου .....	24
2.3.1 Μέτρηση ποιότητας καρπών .....	24
2.3.2 Μέτρηση της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά .....	26
2.3.3 Μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών .....	27
2.3.4 Μέτρηση της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά καροτενοειδή .....	28
2.4 Συντήρηση ροδάκινων .....	29
2.5 Στατιστική ανάλυση .....	30
3. Αποτελέσματα.....	31
3.1 Επίδραση της εναλλακτικής λίπανσης στο χρώμα φλοιού a*, χρώμα σάρκας a*, σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ).....	31
3.2 Επίδραση της εναλλακτικής λίπανσης στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH και FRAP και ολικών καροτενοειδών .....	34

3.3 Επίδραση της ψυχοσυντήρησης στο χρώμα φλοιού a*, χρώμα σάρκας a*, σκληρότητας σάρκας και ΔΣΣ .....	37
3.4 Επίδραση της συντήρησης στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH και FRAP και ολικών καροτενοειδών .....	39
3.5 Σύγκριση ποιοτικών και διατροφικών χαρακτηριστικών ροδάκινων μεταξύ των τριών αγρών ποικιλίας Catherina .....	41
3.6 Σύγκριση ποιοτικών και διατροφικών χαρακτηριστικών ροδάκινων μεταξύ των τριών αγρών ποικιλίας Andross .....	44
3.7 Σύγκριση ποιοτικών και διατροφικών χαρακτηριστικών ροδάκινων μεταξύ των ποικιλιών Catherina, Andross και Everts .....	47
4. Συζήτηση.....	49
Συμπεράσματα .....	53
Βιβλιογραφία .....	55

## Περίληψη

Η καλλιέργεια ροδάκινων και κυρίως του συμπύρηνου ροδάκινου είναι μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες της Ελλάδας, καθώς αποφέρει σημαντικά έσοδα για τη χώρα και ταυτόχρονα συμβάλλει στην ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας. Το ροδάκινο αποτελεί πηγή πλούσια σε βιταμίνη C, προβιταμίνη A, φαινολικές ενώσεις, καροτενοειδή και ιχνοστοιχεία. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι ο προσδιορισμός της διατροφικής αξίας των καρπών τριών κύριων ποικιλιών συμπύρηνων ροδάκινων (Catherina, Andross και Everts), καθώς και η σύγκριση μεταξύ των ποικιλιών. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε την καλλιεργητική περίοδο του 2019 σε 7 οπωρώνες από 5 παραγωγούς σε διαφορετικές περιοχές της Μακεδονίας. Συγκεκριμένα, προσδιορίστηκε η συγκέντρωση φαινολών και καροτενοειδών, καθώς και η αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH και τα φυσικά χαρακτηριστικά των καρπών των τριών ποικιλιών ροδάκινων και αξιολογήθηκε η επίδραση της ορθολογικής λίπανσης και της συντήρησης στη διατροφική ποιότητα των νωπών καρπών. Βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στη διατροφική ποιότητα μεταξύ των τριών κύριων ποικιλιών συμπύρηνων ροδάκινων και συγκεκριμένα βρέθηκε ότι η ποικιλία Andross είχε την υψηλότερη συγκέντρωση σε ολικά φαινολικά και καροτενοειδή, ενώ η ποικιλία Catherina είχε τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα. Η εφαρμογή εναλλακτικής λίπανσης οδήγησε στην αύξηση των ολικών φαινολικών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας στους περισσότερους αγρούς, ενώ, αντίθετα, μείωσε τη συγκέντρωση ολικών καροτενοειδών σε 4 από τους 6 οπωρώνες. Η συντήρηση των νωπών καρπών μείωσε τη συγκέντρωση σε ολικά φαινολικά και την αντιοξειδωτική ικανότητα των ροδάκινων του μάρτυρα, ενώ στην περίπτωση της εναλλακτικής λίπανσης δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή στα αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά. Επιπλέον, η συντήρηση αύξησε τη συγκέντρωση των ολικών καροτενοειδών και στις δύο μεταχειρίσεις μόνο μετά από 30 ημέρες συντήρησης. Συμπερασματικά, η ποικιλία, η λίπανση (και πιθανόν και άλλες καλλιεργητικές πρακτικές), και η διάρκεια συντήρησης αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες που επηρεάζουν την περιεκτικότητα των νωπών συμπύρηνων ροδάκινων σε αντιοξειδωτικές ουσίες.

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Σημασία ροδάκινου – βιομηχανικού ροδάκινου

Η ροδακινιά με επιστημονικό όνομα *Prunus persica* ανήκει στην οικογένεια Rosaceae. Είναι αυτογόνιμο, πυρηνόκαρπο, φυλλοβόλο οπωροφόρο δέντρο (Σαρλής 1999). Η καλλιέργεια ροδάκινων ξεκίνησε στη δυτική Κίνα από άγριους πληθυσμούς του *Prunus persica* και έφτασε στην Ελλάδα μέσω της Περσίας περίπου το 2.500 π.Χ. (Hancock et al. 2008). Η ροδακινιά ευδοκίμει σε εύκρατες περιοχές με διάρκεια ζωής για τις καλλιεργούμενες ποικιλίες τα 15-20 έτη και αντέχει σε θερμοκρασίες έως και -25°C. Οι καρποί καταναλώνονται τόσο φρέσκοι όσο και επεξεργασμένοι (κονσερβοποιημένοι, αποξηραμένοι, και σε μορφή χυμού). Υπάρχουν τα ροδάκινα (επιτραπέζια και βιομηχανικά με χνούδι) και τα νεκταρίνια (χωρίς χνούδι). Τα επιτραπέζια και τα νεκταρίνια μπορεί να έχουν σχήμα στρόγγυλο ή πλακέ και χρώμα σάρκας κίτρινο ή λευκό. Τα ροδάκινα και τα νεκταρίνια μπορούν να συντηρηθούν σε θερμοκρασία -0,5°C ή 0°C για τρεις εβδομάδες (Βασιλακάκης 2016). Λόγω των μακρινών μεταφορών, της υπερπληθώρας ροδάκινων και της ανάγκης για επέκταση της λειτουργίας των βιομηχανιών κονσερβοποίησης, κρίνεται απαραίτητη η παράταση του χρόνου συντήρησης μιας ποσότητας ροδάκινων. Δυστυχώς τα ροδάκινα και νεκταρίνια δεν μπορούν να αποθηκευτούν για μεγάλο χρονικό διάστημα λόγω εσωτερικής αποδιοργάνωσης (καφετίασμα σάρκας) (Nanos and Mitchell 1991). Βέβαια, έχει βρεθεί πως η αποθήκευση ροδάκινων στους 26°C για 2-3 ημέρες πριν την συντήρηση στους 0°C καθυστέρησε την εμφάνιση του εσωτερικού καφετιάσματος της σάρκας για περίπου 15 ημέρες (Guelfat-Reich and Ben-Arie 1966).

Η παραγωγή ροδάκινων ξεπερνά τους 15.000.000 τόνους παγκοσμίως από τους οποίους το μεγαλύτερο ποσοστό προέρχεται κυρίως από την Κίνα (Sansavini et al. 2006). Στην Ελλάδα μέχρι το 2019 καλλιεργούνταν 394.000 στρέμματα ροδάκινων και νεκταρινιών (ΕΛ.ΣΤΑΤ. 2021). Η χώρα παράγει από 300.000 μέχρι 1.000.000 τόνους ανά έτος, ανάλογα τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν την άνοιξη (Νάνος 2018). Οι νομοί Ημαθίας και Πέλλας είναι κυρίαρχοι στην παραγωγή ροδάκινων, καθώς σ' αυτούς παράγεται το μεγαλύτερο ποσοστό (90%) της συνολικής ποσότητας. Αναφέρεται, ότι το διάστημα 2012-2014 η συνολική παραγωγή ροδάκινων της



Ελλάδας έφτασε περίπου τους 750.000 τόνους, από τους οποίους οι 248.000 τόννοι ήταν ροδάκινα με χνούδι, οι 86.200 νεκταρίνια και οι 403.000 τόννοι βιομηχανικά ροδάκινα. Σχεδόν η μισή ποσότητα της συνολικής παραγωγής των ροδάκινων και νεκταρινιών εξάγεται. Για παράδειγμα, το έτος 2012 ο όγκος εξαγωγής ροδάκινων και νεκταρινιών ήταν 155.262 τόννοι και η αξία περί τα 103 εκατομμύρια ευρώ (Βασιλακάκης 2016).

Όσον αφορά τα βιομηχανικά ροδάκινα, αυτά αποτελούν το σημαντικότερο και μεγαλύτερο μέρος της Ελληνικής παραγωγής ροδάκινων. Σύμφωνα με τα τελευταία δεδομένα που έχουν δημοσιευθεί από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων η συνολική παραγωγή βιομηχανικού ροδάκινου το 2018 ήταν 326.843 τόννοι από τους οποίους οι 259.477 τόννοι μεταποιήθηκαν σε κομπόστα. Αξίζει να αναφερθεί, ότι το 99% των μεταποιημένων προϊόντων (κονσερβών) που παράγονται, εξάγονται στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες και όχι μόνο ενισχύοντας έτσι την οικονομία της χώρας με ετήσιο συνάλλαγμα από 300 έως 400 εκατομμύρια ευρώ (Ε.Κ.Ε. 2015). Υπάρχουν λίγες ποικιλίες συμπύρηνων ροδάκινων με διαφορετική εποχή ωρίμανσης προκειμένου να καλύψουν μερικούς μήνες λειτουργίας των βιομηχανιών. Οι κυριότερες και ευρέως καλλιεργούμενες κονσερβοποιήσιμες ποικιλίες ροδακινιάς είναι οι εξής: Andross, Catherina, Everts, Fortuna, Loadel, A37, Mirel (Δρογούνη κ.ά. 2007). Στην Ελλάδα δραστηριοποιούνται 26 βιομηχανίες μεταποίησης συμπύρηνου ροδάκινου, οι οποίες εδρεύουν στους Νομούς Ημαθίας, Πέλλας και Λάρισας (ΥΠ.Α.Α.Τ.). Επιπλέον, σ' αυτές τις μεταποιητικές μονάδες εργάζονται ετησίως πάνω από 10.000 υπάλληλοι από τους οποίους οι 1.500 είναι μόνιμοι και οι 8-10.000 εποχιακοί (Ε.Κ.Ε. 2015). Επισημαίνεται, ότι οι εργαζόμενοι επιτελούν πάνω από 600.000 ημερομίσθια εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα και την κοινωνική τους ασφάλιση (ΥΠ.Α.Α.Τ.).

Αξίζει να σημειωθεί, ότι η Ελλάδα κατέχει την 5<sup>η</sup> θέση στην παγκόσμια παραγωγή ροδάκινου και την 3<sup>η</sup> στην Ευρώπη, ενώ ταυτόχρονα κατακτά την πρωτιά σε Ευρωπαϊκό επίπεδο ως χώρα με την μεγαλύτερη παραγωγή βιομηχανικών ροδάκινων (Βασιλακάκης 2016).

Αναμφισβήτητα λοιπόν, η καλλιέργεια ροδάκινου και κυρίως του συμπύρηνου ροδάκινου είναι πολλή σημαντική για την τοπική οικονομία των περιοχών καλλιέργειας και μεταποίησής του, αλλά και για την εθνική οικονομία, καθώς οι εξαγωγές των προϊόντων (κονσερβών) αποφέρουν σημαντικά έσοδα για τη χώρα.

## 1.2 Γενική περιγραφή της ποιότητας

Ως ποιότητα ορίζεται το σύνολο των γνωρισμάτων ενός τροφίμου που το καθιστούν αποδεκτό από τον καταναλωτή (Harker et al. 2003). Μερικά από τα γνωρίσματα ποιότητας ενός προϊόντος είναι το σχήμα, το μέγεθος, το χρώμα, το άρωμα, η σκληρότητα, η απουσία ελαττωμάτων. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά αντιπροσωπεύουν την εξωτερική εμφάνιση ενός προϊόντος (Βασιλακάκης 2006) και με βάση αυτά οι περισσότεροι άνθρωποι αντιλαμβάνονται την έννοια της ποιότητας (Βασιλακάκης 2016). Πιο συγκεκριμένα, οι παραγωγοί, οι έμποροι και κυρίως οι καταναλωτές αντιλαμβάνονται την έννοια της ποιότητας μακροσκοπικά δίνοντας μεγαλύτερη βαρύτητα στην γενική εμφάνιση των τροφίμων (απόδοση, μέγεθος, χρώμα, σκληρότητα) και όχι τόσο στα γευστικά και κυρίως θρεπτικά χαρακτηριστικά (Crisosto and Costa 2008).

Ουσιαστικά, η έννοια της ποιότητας ενός προϊόντος δεν περιλαμβάνει μόνο τα οπτικά χαρακτηριστικά, αλλά και τη διατροφική αξία (υδατάνθρακες, αντιοξειδωτικές ουσίες, βιταμίνες κ.α.), την υφή (φλοιός, τραγανότητα, περιεκτικότητα σε νερό κ.α.) και τη γεύση (Βασιλακάκης 2006). Σύμφωνα με μελέτες, τα τελευταία χρόνια ολοένα και περισσότεροι καταναλωτές αποζητούν τρόφιμα υψηλής ποιότητας με αποδεδειγμένα οφέλη για την υγεία δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στη διατροφική τους αξία και όχι τόσο στα αισθητηριακά τους χαρακτηριστικά (Kyriacou and Rouphael 2018, Tsvakirai and Mosikari 2021).

## 1.3 Διατροφική αξία φρούτων και λαχανικών

Ο όρος διατροφική αξία ή ποιότητα περιλαμβάνει το σύνολο των θρεπτικών συστατικών που περιέχουν τα φρούτα και λαχανικά που τα καθιστούν απαραίτητα για την υγεία του ανθρώπου (Barrett et al. 2010). Οι πιο σημαντικές ομάδες των συστατικών αυτών είναι οι υδατάνθρακες, οι πρωτεΐνες, τα λίπη, οι βιταμίνες, οι φυτικές ίνες και τα αντιοξειδωτικά (Crisosto et al. 2009).

Οι υδατάνθρακες ή κοινώς σάκχαρα (ο όρος σάκχαρα αποδίδεται συνήθως σε απλά σάκχαρα μονοσακχαρίτες ή διασακχαρίτες) είναι ενώσεις που παράγονται από αλδεϋδες και κετόνες μέσω της διαδικασίας της υδροξυλίωσης (Βάρβογλης 2005). Αποτελούν κύρια πηγή ενέργειας για τον άνθρωπο και διακρίνονται σε τρεις

κατηγορίες: τους μονοσακχαρίτες (γλυκόζη, φρουκτόζη, γαλακτόζη), τους δισακχαρίτες (σακχαρόζη ή κοινή ζάχαρη και μαλτόζη) και τους πολυσακχαρίτες (άμυλο και κυτταρίνη) (Lee et al. 1970, Διαμαντίδης 2017).

Πλούσια σε υδατάνθρακες είναι όλα τα νωπά φρούτα και κυρίως τα αποξηραμένα στα οποία η περιεκτικότητα των σακχάρων φτάνει έως και 69% (Βασιλακάκης 2016). Οι πρωτεΐνες ανήκουν κι αυτές στα θρεπτικά συστατικά των φρούτων και λαχανικών. Είναι ενώσεις αποτελούμενες από πολυπεπτιδικές αλυσίδες, η καθεμία από τις οποίες αποτελείται από αμινοξέα (Walsh 2014). Επίσης, τα λίπη αποτελούν συστατικά των φρούτων, ανήκουν στην ομάδα των λιπιδίων από τα οποία τα περισσότερα είναι εστέρες των λιπαρών οξέων με τη γλυκερόλη. Έχουν υδρόφοβο χαρακτήρα και στερεά μορφή (Gustone and Norris 1983). Πλούσιοι σε λίπη καρποί είναι το αβοκάντο, οι ελιές και οι ξηροί καρποί (Handa et al. 2008).

Γενικά, τα φρούτα περιέχουν κυρίως υδατάνθρακες, ελάχιστες ποσότητες πρωτεϊνών (μικρότερες του 2%) και μηδενικές ποσότητες λίπους (0,1 έως 1%) (Haard 1984). Εκτός από αυτές τις βασικές ουσίες, τα φρούτα και λαχανικά περιέχουν και άλλες ουσίες-ενώσεις, οι οποίες είναι πολύ ωφέλιμες για την ανθρώπινη υγεία και είναι η αιτία για την οποία αυτά καταναλώνονται ολοένα και περισσότερο. Αυτές είναι τα αντιοξειδωτικά, οι βιταμίνες και τα ιχνοστοιχεία τα οποία έχουν την ικανότητα να προστατεύουν τον οργανισμό από διάφορες σοβαρές ασθένειες (Kaur and Kapoor 2001).

#### **1.4 Αντιοξειδωτικά**

Με τον όρο αντιοξειδωτικά ορίζονται οι ενώσεις που, όταν βρίσκονται σε μικρότερες ποσότητες από εκείνες των κυττάρων που απαιτούν προστασία, εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες που παράγονται κατά την οξείδωση των κυττάρων εμποδίζοντας τη βλάβη τους (Shebis et al. 2013).

Παρ' όλο που η ύπαρξη ζωής στον πλανήτη βασίζεται στην παρουσία του οξυγόνου, αυτό μπορεί να καταστεί επιβλαβές για τους ζωντανούς οργανισμούς λόγω του φαινομένου της οξείδωσης (Sies 1985). Αυτή η τοξικότητα του οξυγόνου οφείλεται στον σχηματισμό ενεργών μορφών οξυγόνου (ROS), όπως είναι το μονήρες οξυγόνο ( $^1\text{O}_2$ ), το υπεροξειδίο του οξυγόνου ( $\text{O}_2^-$ ), το υπεροξειδίο του υδρογόνου ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) και η ρίζα υδροξυλίου ( $\text{OH}^-$ ), με αποτέλεσμα οι οργανισμοί να υπόκεινται σε

συνθήκες οξειδωτικού στρες (Alexandre et al. 1985, Sies 1985). Ως οξειδωτικό στρες ορίζεται η ανισορροπία μεταξύ ελεύθερων ριζών και αντιοξειδωτικών γεγονός που οδηγεί στην αύξηση των πρώτων (Sies 2000). Οι ρίζες αυτές είναι ασταθείς ενώσεις που έχουν ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια (Cao and Prior 2000). Δημιουργούν αλυσιδωτές αντιδράσεις και προσβάλλουν σταθερά κυτταρικά μόρια, όπως DNA, λιπίδια, πρωτεΐνες, με σκοπό να αποσπάσουν από αυτά ηλεκτρόνια και να αποκτήσουν σταθερότητα (Jamoussi et al. 1997). Αυτή η διαδικασία προκαλεί ανεπανόρθωτες βλάβες στις κυτταρικές δομές, όπως μεταλλάξεις του DNA, υπεροξείδωση λιπιδίων και αδρανοποίηση πρωτεϊνών (Esterbauer et al. 1990).

Προκειμένου οι ανώτεροι οργανισμοί (άνθρωπος, φυτά, ζώα) να αντιμετωπίσουν αυτές τις ζημιογόνες μορφές οξυγόνου, καθώς και τις τοξικές συνέπειές τους, έχουν αναπτύξει συστήματα αντιοξειδωτικής άμυνας (Belli et al. 2008).

Έρευνες αναφέρουν ότι οι φυτικοί οργανισμοί συχνά βρίσκονται σε συνθήκες οξειδωτικής καταπόνησης λόγω εξωγενών πηγών ενεργών μορφών οξυγόνου (Hendry 1994). Εξωγενείς πηγές, όπως αυξημένη ακτινοβολία UV-B, έλλειψη νερού, υψηλή αλατότητα, ακραίες θερμοκρασίες, προσβολές από παθογόνα, ανεπάρκεια θρεπτικών συστατικών και τοξικότητα από τη χρήση φυτοφαρμάκων, οδηγούν στον σχηματισμό ελεύθερων ριζών και επομένως σε οξειδωτικό στρες (Ali and Alqurainy 2006). Ελεύθερες ρίζες παράγονται ακόμη και υπό φυσιολογικές συνθήκες ως παραπροϊόντα μεταβολικών αντιδράσεων, όπως για παράδειγμα κατά τη φωτοσύνθεση και την αναπνοή, στις οποίες λαμβάνει χώρα η παραγωγή και η κατανάλωση οξυγόνου, αντίστοιχα (Smirnoff 1993).

Ως εκ τούτου, τα φυτά προκειμένου να επιβιώσουν έναντι των βιοτικών και αβιοτικών καταπονήσεων έχουν δημιουργήσει ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό αμυντικό σύστημα εξοπλισμένο με ένζυμα και μεταβολίτες (Tanaka 1994). Μερικά από τα πιο σημαντικά ένζυμα είναι η υπεροξειδική δισμουτάση (SOD), η καταλάση (CAT), η ασκορβική υπεροξειδάση (APX), και η αναγωγή της γλουταθειόνης (GR), ενώ στην κατηγορία των αντιοξειδωτικών μεταβολιτών περιλαμβάνονται οι φαινολικές ενώσεις, το ασκορβικό οξύ, η βιταμίνη E και τα καροτενοειδή (Ahmad et al. 2010). Ο ρόλος των αντιοξειδωτικών αυτών είναι να εμποδίσουν τον σχηματισμό ελεύθερων ριζών και κατ' επέκταση τη δημιουργία αλυσιδωτών αντιδράσεων (Cortesi et al. 1999). Συγκεκριμένα, τα αντιοξειδωτικά είναι ικανά να προσφέρουν ένα ηλεκτρόνιο στις ελεύθερες ρίζες προκειμένου να τις μετατρέψουν σε σταθερά και άρα αβλαβή μόρια (Kaur and Karoor 2001).

Όπως τα φυτά, έτσι και ο άνθρωπος εκτίθεται σε οξειδωτικό στρες κατά τη διάρκεια της ζωής του. Η κατανάλωση αλκοόλ, το κάπνισμα, η μόλυνση της ατμόσφαιρας, η ακτινοβολία, ο πρόωρος γηρασμός, και πολλοί ακόμη εξωγενείς παράγοντες συμβάλλουν στο σχηματισμό ελεύθερων ριζών (Valko et al. 2007). Οι τοξικές αυτές ρίζες προκαλούν διαταραχές στα κύτταρα του ανθρώπου γεγονός που οδηγεί στην εμφάνιση σοβαρών ασθενειών, όπως καρκίνο, διαβήτη, καρδιοαγγειακές παθήσεις, φλεγμονές, κ.ά. (Ames 1983). Η άμυνα του οργανισμού έναντι της οξείδωσης είναι τα αντιοξειδωτικά. Όπως επισημάνθηκε και παραπάνω, οι αντιοξειδωτικές ουσίες είναι υψίστης σημασίας για την διατήρηση της βέλτιστης υγείας των κυττάρων (Duarte and Lunec 2005).

Τα αντιοξειδωτικά συστήματα στον άνθρωπο διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τα ενζυματικά και τα μη ενζυματικά αντιοξειδωτικά. Τα πρώτα συντίθενται από τον ίδιο τον οργανισμό και σ' αυτά ανήκουν ένζυμα όπως η αναγωγή της γλουταθειόνης, η καταλάση, το υπεροξειδίο της δισμουτάσης και το σουρικό οξύ (Augustyniak et al. 2010). Στην ομάδα των μη ενζυματικών αντιοξειδωτικών ανήκουν οι φαινολικές ενώσεις, διάφορες βιταμίνες, όπως βιταμίνη C και βιταμίνη E, τα καροτενοειδή και οι ανθοκυάνες (Cipak et al. 2010). Οι ουσίες αυτές προσλαμβάνονται από τον άνθρωπο μέσω της διατροφής και θεωρούνται φυσικά αντιοξειδωτικά, καθώς συντίθενται από τα φυτά. Αξίζει να σημειωθεί, πως η παραγωγή αυτών των αντιοξειδωτικών ουσιών από τους φυτικούς οργανισμούς συμβάλλει τόσο στην προστασία των ίδιων των φυτών από καταπονήσεις, όσο και στην προστασία του ανθρώπου από σοβαρές ασθένειες (Kalt and Kushad 2000). Πειράματα έδειξαν, ότι η κατανάλωση σκόρδου, ροδιού και διάφορων αρωματικών φυτών συνέβαλε στην πρόληψη νεφρικών παθήσεων λόγω των φυσικών αντιοξειδωτικών που περιείχαν (Azab et al. 2017).

Τις τελευταίες δεκαετίες τα αντιοξειδωτικά έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στις βιομηχανίες φαρμάκων και τροφίμων ως συμπληρώματα διατροφής και πρόσθετα. Οι ενώσεις αυτές προστίθενται στα φάρμακα με σκοπό την αύξηση της σταθερότητας της θεραπευτικής τους δράσης (EFSA 2012). Στα τρόφιμα χρησιμοποιούνται ως συντηρητικά ενισχύοντας τη διατροφική τους αξία και ταυτόχρονα εμποδίζοντας την οξείδωση των λιπών και ελαίων (Μπλούκας 2017).

Ως πρόσθετα θεωρούνται τα συνθετικά αντιοξειδωτικά εκ των οποίων τα σημαντικότερα είναι η βουτυλιωμένη υδροξυανισόλη (BHA), το βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο (BHT) και ο γαλλικός προπυλεστεράς (PG). Σκοπός της προσθήκης

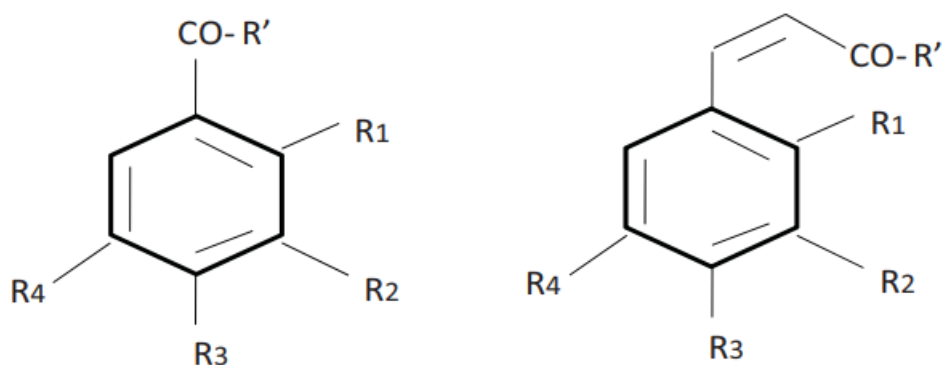
τους στα τρόφιμα είναι να αποτρέψουν την οξειδωτική τάγγιση των ακόρεστων λιπαρών ουσιών κατά τη διάρκεια της συντήρησής τους (Shahidi et al. 1992). Ωστόσο, έρευνες έδειξαν ότι τα συνθετικά αντιοξειδωτικά εγκυμονούν κινδύνους για την υγεία του καταναλωτή λόγω σχηματισμού τοξικών παραπροϊόντων. Για τον λόγο αυτόν, το επιστημονικό ενδιαφέρον έχει πρόσφατα στραφεί στην αναζήτηση και χρήση φυσικών πηγών με αντιοξειδωτική ικανότητα (Baj et al. 2021). Φυσικές πηγές πλούσιες σε αντιοξειδωτικές ουσίες, όπως φαινολικές ενώσεις, βιταμίνες και καροτεοειδή, είναι τα φρούτα, τα λαχανικά, διάφορα βότανα και μπαχαρικά (Cırak et al. 2010).

#### **1.4.1 Φαινολικές ενώσεις**

Οι φαινολικές ενώσεις είναι δευτερογενείς μεταβολίτες, οι οποίοι βρίσκονται σε αφθονία στους φυτικούς οργανισμούς, αφού έχουν βρεθεί πάνω από 8000 διαφορετικές ενώσεις και αποτελούν ουσίες άμεσα συνδεδεμένες με τη διατροφή του ανθρώπου (Harbone and Williams 2000, Schroeter et al. 2002). Οι φαινολικές ενώσεις έχουν στο μόριό τους τουλάχιστον έναν αρωματικό δακτύλιο με μία ή περισσότερες υδροξυλομάδες (Del Rio et al. 2012). Κριτήριο για την ταξινόμησή τους αποτελεί ο αριθμός των αρωματικών δακτυλίων και επομένως αυτές ομαδοποιούνται σε απλές φαινόλες και σε πολυφαινόλες. Στις απλές φαινόλες ανήκουν ενώσεις οι οποίες αποτελούνται από έναν αρωματικό δακτύλιο στο μόριό τους και αυτές είναι τα φαινολικά οξέα, ενώ στις πολυφαινόλες ανήκουν ενώσεις οι οποίες αποτελούνται από δύο ή περισσότερους δακτυλίους και εδώ ανήκουν τα φλαβονοειδή (Lattanzio et al. 2006). Οι φαινολικές ενώσεις διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και αναπαραγωγή των φυτών, στην αντοχή τους ενάντια σε παθογόνα και προστατεύουν τους χλωροπλάστες και άλλα οργανίδια από τις επιβλαβείς επιδράσεις της υπερϊώδους ακτινοβολίας ((Caldwell et al. 1983, Ferrari, 2010).

Τα φαινολικά οξέα είναι παράγωγα είτε βενζοϊκού είτε κινναμωμικού οξέος (Εικόνα 1) (Vasantha Rupasinghe et al. 2014) και στη φύση απαντώνται με τη μορφή εστέρων ή αιθέρων γλυκόζης (Mann 1978). Σύμφωνα με έρευνες, στον άνθρωπο δρουν ως αντιοξειδωτικά παρεμποδίζοντας την οξείδωση των πρωτεϊνών και των λιπιδίων (Kevin 2006). Η αντιοξειδωτική δράση των φαινολικών οξέων είναι

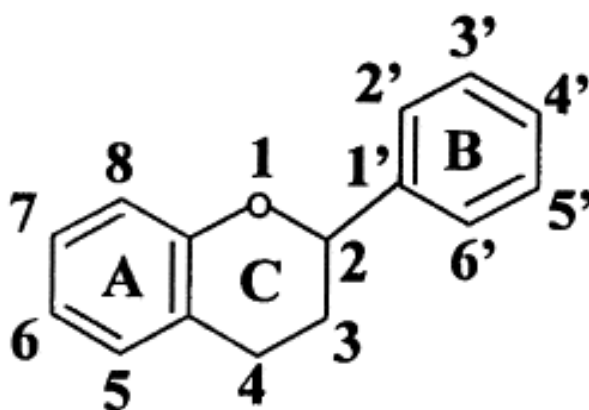
συνάρτηση του αριθμού και της θέσης των υδροξυλίων στον αρωματικό δακτύλιο (Szwajgier et al 2005).



**Εικόνα 1:** Μοριακές δομές παράγωγων βενζοϊκού και κινναμωνικού οξέως (Pereira et al. 2010).

Τα φλαβονοειδή αποτελούν τη πιο διαδεδομένη ομάδα πολυφαινολικών ενώσεων, καθώς έχουν βρεθεί περισσότερες από 4000 διαφορετικές μορφές (Prior and Cao 2000). Απαντώνται ευρέως στα φρούτα και λαχανικά, στο τσάι, στον καφέ και στο κρασί και είναι υπεύθυνα για τη γεύση, το χρώμα και το άρωμά τους (Middleton 1998, Kevin 2006).

Τα φλαβονοειδή διακρίνονται με βάση τη χημική τους δομή στις εξής κατηγορίες: φλαβονόλες, φλαβανόνες, κατεχίνες, ανθοκυανιδίνες και ισοφλαβόνες (Cook and Samman 1996). Όσον αφορά τη χημική τους δομή, αυτή περιλαμβάνει 15 άτομα άνθρακα (C15), τα οποία διατάσσονται σε τρεις δακτυλίους, ήτοι δύο φαινολικούς δακτυλίους που συνδέονται με έναν ετεροδακτύλιο που φέρει οξυγόνο. Η διάταξη των ανθράκων στους τρεις δακτυλίους αποτυπώνεται με τη μορφή C6-C3-C6 και οι δακτύλιοι αναφέρονται ως A, B και C (Εικόνα 2) (Del Rio et al. 2012).



**Εικόνα 2:** Χημική δομή φλαβονοειδών (Cook and Samman 1996).

Η αντιοξειδωτική τους δράση οφείλεται σε διαφορετικούς μηχανισμούς, όπως στην ικανότητά τους να χηλικοποιούν τα μέταλλα, όπως το σίδηρο και το χαλκό (Rice-Evans et al., 1997), να σταματούν τις αλυσιδωτές αντιδράσεις των ελεύθερων ριζών και να παρεμβαίνουν στην οξείδωση των μακρομορίων DNA, λιπιδίων και πρωτεϊνών σταθεροποιώντας τις αντιδραστικές ρίζες οξυγόνου (Korkina and Afanas'ev 1997, Cote et al. 2010).

Πέρα από τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες, τα φλαβονοειδή προσφέρουν πολλά ακόμη σημαντικά οφέλη στην ανθρώπινη υγεία, όπως προστασία από χρόνιες ασθένειες: (πιθανώς μέσω δέσμευσης ελευθέρων ριζών) καρκίνο, καρδιαγγειακές παθήσεις, διαβήτη (Yao et al. 2004) και διαθέτουν αντιφλεγμονώδεις, αντιαλλεργικές, αντιαρτηρικές και αντιβακτηριακές δράσεις (Scalbert et al 2005).

#### **1.4.2 Ασκορβικό οξύ**

Το ασκορβικό οξύ, γνωστό ως βιταμίνη C, είναι μία υδατοδιαλυτή ουσία με ευεργετικές αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Horemans et al. 2000). Βρίσκεται σε αφθονία στα φυτά και ειδικότερα στον αποπλάστη, στον χλωροπλάστη και σε άλλα κυτταρικά οργανίδια (Smirnoff N. 2000), συντελεί στην αναγέννηση της τοκοφερόλης μέσω της ρίζας τοκοφεροξυλίου προστατεύοντας τις κυτταρικές μεμβράνες (Thomas et al. 1992) και εμπλέκεται στην κυτταρική διαίρεση των φυτών (Smirnoff 1996). Η βιταμίνη C απαντάται σε πολλά φρούτα, όπως ακτινίδιο, εσπεριδοειδή, πεπόνι, μπανάνα, ροδάκινο, βερίκοκο, κεράσι, αλλά και λαχανικά, όπως πιπεριά, μπρόκολο, λάχανο, φρέσκο κρεμμύδι και ντομάτα (Βασιλακάκης 2016).

Όσον αφορά τον άνθρωπο, το ασκορβικό οξύ είναι ικανό να εξουδετερώνει τις ενεργές μορφές οξυγόνου σχηματίζοντας ρίζα ασκορβυλίου, μία σταθερή και αβλαβή ρίζα προστατεύοντας τα κύτταρα από τις επιβλαβείς επιδράσεις των ελεύθερων ριζών (Davies et al. 1991, Noctor and Foyer 1998). Η βιταμίνη C δεν μπορεί να συντεθεί από τον ανθρώπινο οργανισμό και για τον λόγο αυτό πρέπει να προσλαμβάνεται μέσω των τροφών (Arrigoni and Tullio 2002). Μελέτες αποδεικνύουν πως μία διατροφή πλούσια σε βιταμίνη C προστατεύει τον άνθρωπο από σκορβούτο, οστεοπόρωση, διάφορες λοιμώξεις, κοινό κρυολόγημα, βοηθάει στην επούλωση πληγών και στην ενδυνάμωση του ανοσοποιητικού συστήματος (Meister 1992).



### 1.4.3 Τοκοφερόλες (βιταμίνη E)

Η βιταμίνη E είναι ένα φυσικό αντιοξειδωτικό με λιπόφιλο χαρακτήρα και η ονομασία αυτή αντιπροσωπεύει μία ομάδα τοκοφερολών και τοκοτριενολών, κάθε μία από τις οποίες αποτελείται από τέσσερα ισομερή a, b, c και d με την α-τοκοφερόλη να είναι η πιο διαδεδομένη (Wolf et al. 1998, Niki and Noguchi 2004). Η τελευταία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην υγεία των φυτών, καθώς προστατεύει τις μεμβράνες των χλωροπλαστών από τη φωτοοξειδωτική βλάβη (Fryer 1992). Ως αντιοξειδωτικό, κύριος ρόλος της βιταμίνης E στον άνθρωπο είναι να δρα έναντι των ελεύθερων ριζών προστατεύοντας τις μεμβράνες των λιπιδίων από υπεροξείδωση (Maret and Jeffrey 2007). Πηγές πλούσιες σε βιταμίνη E αποτελούν τα φυτικά έλαια, οι ξηροί καρποί, τα σπαράγγια και τα καρότα (Adwas et al. 2019).

### 1.4.4 Καροτενοειδή

Τα καροτενοειδή είναι λιποδιαλυτές χρωστικές ουσίες που συναντώνται στα φυτά και είναι υπεύθυνες για το κίτρινο και πορτοκαλί χρώμα πολλών φρούτων και λαχανικών (Clevidence and Bieri 1993). Οι σημαντικότερες και πιο διαδεδομένες μορφές καροτενοειδών είναι το β-καροτένιο, το α-καροτένιο, η β-κρυπτοξανθίνη, το λυκοπένιο και η λουτεΐνη. Τα καροτενοειδή, εκτός από το λυκοπένιο, έχουν την ικανότητα να μετατρέπονται σε βιταμίνη A. Τρόφιμα πλούσια σε καροτενοειδή είναι τα καρότα, τα εσπεριδοειδή, τα ροδάκινα, τα νεκταρίνια, η ώριμη ντομάτα, το καρπούζι, αλλά και διάφορα φυλλώδη πράσινα λαχανικά (Elizabeth 2002, Βασιλακάκης 2006). Οι Price et al. (1989) αναφέρουν ότι τα καροτενοειδή ως χρωστικές ουσίες συλλέγουν το φως, το οποίο είναι απαραίτητο για τη φωτοσύνθεση και προστατεύουν τις χλωροφύλλες και τους χλωροπλάστες των φυτών από τη φωτοκαταστροφή.

Σύμφωνα με έρευνες, η κατανάλωση καροτενοειδών από τον άνθρωπο αποτρέπει την εμφάνιση διάφορων μορφών καρκίνου, καρδιοαγγειακών και οφθαλμολογικών παθήσεων (Rodriguez-Burruezo et al. 2009). Αυτή η αντιοξειδωτική τους δράση οφείλεται στο γεγονός ότι μπορούν να εξουδετερώσουν τις ενεργές ρίζες οξυγόνου αποτρέποντας την οξείδωση των κυττάρων και ταυτόχρονα συμπληρώνουν τη δράση της βιταμίνης E (Fiedor and Burda 2014).

Συμπεραίνοντας, πολλοί επιστήμονες συνιστούν την πρόσληψη φυσικών αντιοξειδωτικών (φαινολικών ουσιών, βιταμινών και καροτενοειδών), καθώς αυτά ενισχύουν το ενδογενές αντιοξειδωτικό αμυντικό σύστημα του ανθρώπου παρέχοντάς του προστασία έναντι των τοξικών επιδράσεων των ελεύθερων ριζών (Adwas et al. 2019). Επίσης, οι φυτικές ίνες που περιέχουν πολλά φρούτα και λαχανικά έχουν ευεργετικές ιδιότητες για την υγεία του ανθρώπου, καθώς συμβάλλουν στην πρόληψη του καρκίνου του εντέρου και μειώνουν τη χοληστερόλη στο αίμα. Πολλές μελέτες αποδεικνύουν πως τα άτομα που καταναλώνουν αυξημένες ποσότητες φρούτων και λαχανικών διατρέχουν μικρότερο κίνδυνο καρδιαγγειακών και ηπατικών παθήσεων, καρκίνου, σακχαρώδους διαβήτη, και πολλών άλλων χρόνιων παθήσεων (Cote et al. 2010).

#### **1.4.5 Μέθοδοι μέτρησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας**

Τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον των επιστημόνων στρέφεται ολοένα και περισσότερο στα φυσικά αντιοξειδωτικά, καθώς όπως αναλύθηκε παραπάνω, αποτελούν ουσίες ζωτικής σημασίας για τη βέλτιστη υγεία του ανθρώπου. Για το λόγο αυτό κρίθηκε αναγκαίο από τους επιστήμονες ο ποσοτικός προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας των τροφίμων (Huang et al. 2005).

Οι παραπάνω αντιοξειδωτικές ουσίες μετρώνται για λόγους απλοποίησης συνολικά με μία μέθοδο και όχι μεμονωμένα, αν και εφαρμόζονται μέθοδοι για μεμονωμένη αξιολόγηση των επιπέδων των αντιοξειδωτικών. Συνεπώς, το σύνολο των αντιοξειδωτικών ουσιών που περιέχονται σε ένα τρόφιμο αναφέρεται ως «συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα» (Βασιλακάκης 2006).

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: α) HAT, μέθοδοι που βασίζονται σε αντιδράσεις μεταφοράς ατόμων υδρογόνου και β) SET, μέθοδοι που βασίζονται σε αντιδράσεις μεταφοράς ηλεκτρονίων (Huang et al. 2005). Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι μέθοδοι: ORAC (απορρόφηση ριζών οξυγόνου) και TRAP (μέθοδος παγίδευσης ριζών). Η μέθοδος ORAC χρησιμοποιείται περισσότερο στους κλάδους της βιολογίας (Prior et al. 2005). Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι μέτρησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας, όπως η DPPH (διαδικασία προσδιορισμού σάρωσης ριζών), η FRAP (προσδιορισμός μείωσης ιόντων σιδήρου) και η Folin-Ciocalteu (προσδιορισμός ολικών φαινολικών), ενώ υπάρχουν και οι μέθοδοι TEAC και CUPRAC (Flieger et al. 2021).

## 1.5 Διατροφική αξία νωπών και κονσερβοποιημένων ροδάκινων

Πολλές επιδημιολογικές μελέτες συσχετίζουν την κατανάλωση φρούτων και λαχανικών με τον μειωμένο κίνδυνο πολλών χρόνιων παθήσεων. Αυτή η προστατευτική δράση των φρούτων και λαχανικών αποδίδεται στην παρουσία πολλών θρεπτικών συστατικών, όπως βιταμινών, μετάλλων και βιοενεργών ουσιών (φυτικές ίνες και αντιοξειδωτικά), όπως αναλύθηκε ανωτέρω (Doll 1990).

Το ροδάκινο είναι ένα φρούτο που περιέχει ικανές ποσότητες υδατανθράκων, ελάχιστες ποσότητες πρωτεϊνών και μηδενικό λίπος (Βασιλακάκης 2006). Επίσης, περιέχει φυτικές ίνες και πολλά ανόργανα στοιχεία, όπως κάλιο, φώσφορο, ασβέστιο, μαγνήσιο και σίδηρο. Το ροδάκινο αποτελεί πηγή πλούσια σε βιταμίνη C, προβιταμίνη A, φαινολικές ενώσεις και καροτενοειδή (Gil et al., 2002). Οι κύριες φαινολικές ενώσεις που περιλαμβάνει το ροδάκινο είναι το χλωρογενικό οξύ, το νεοχλωρογενικό οξύ, η κατεχίνη και η επικατεχίνη (Tomás-Barberán et al. 2001), ενώ τα κύρια καροτενοειδή που περιλαμβάνουν οι ιστοί του είναι κυρίως η β-καροτίνη και η β-κρυπτοξανθίνη, η α-καροτίνη, η ζεαξανθίνη και η λουτεΐνη (Fraser and Bramley, 2004).

Ως γνωστόν, το ροδάκινο είναι ένα ευπαθές φρούτο με μικρή διάρκεια μετασυλλεκτικής ζωής ως νωπό (Karabulut and Baykal, 2002). Εδώ και αιώνες χρησιμοποιείται ευρέως η τεχνολογία της κονσερβοποίησης με σκοπό να παραταθεί η διάρκεια ζωής του και να μπορεί να καταναλωθεί όλο το χρόνο και με ασφάλεια ανά τον κόσμο. Σύμφωνα με μελέτες, αρκετά θρεπτικά συστατικά είναι ευαίσθητα στη θερμότητα με αποτέλεσμα να παρατηρείται απώλεια στη συγκέντρωσή τους κατά τη διαδικασία της θερμικής επεξεργασίας. Σ' αυτό το σημείο λοιπόν, γεννάται το εξής εύλογο ερώτημα: «Μπορεί το κονσερβοποιημένο ροδάκινο να παρέχει το ίδιο επίπεδο θρεπτικών συστατικών με το φρέσκο;» (Rickman et al. 2007a).

Σε έρευνά τους οι Durst and Weaver (2013) μέτρησαν τις συγκεντρώσεις καροτενοειδών, βιταμίνης E και ολικών φαινολικών σε νωπά αποφλοιωμένα και κονσερβοποιημένα ροδάκινα και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις αυτών των συστατικών μειώθηκαν στους καρπούς που δέχτηκαν θερμική επεξεργασία. Συγκεκριμένα, αναφέρεται ότι οι συγκεντρώσεις των καροτενοειδών στα νωπά ροδάκινα ήταν  $16,7 \text{ mg kg}^{-1}$ , ενώ στα κονσερβοποιημένα  $13,3 \text{ mg kg}^{-1}$ , των

ολικών φαινολικών  $306 \text{ mg kg}^{-1}$  και  $265 \text{ mg kg}^{-1}$ , αντίστοιχα, και της βιταμίνης E  $1,82 \text{ mg kg}^{-1}$  και  $1,24 \text{ mg kg}^{-1}$ , αντίστοιχα. Επίσης, σε άλλη μελέτη βρέθηκε ότι τα φρέσκα αποφλοιωμένα ροδάκινα είχαν συγκέντρωση βιταμίνης C  $0,066 \text{ g kg}^{-1}$ , ενώ τα κονσερβοποιημένα  $0,028 \text{ g kg}^{-1}$  (Beltsville 2005). Βέβαια, βάση βιβλιογραφίας αναφέρεται ότι τα ροδάκινα μπορούν να συντηρηθούν τόσο με θερμικές (παστερεύωση, αποστείρωση) όσο με και μη θερμικές τεχνικές επεξεργασίας, για παράδειγμα με τη μέθοδο της ωμικής θέρμανσης και των υψηλών υδροστατικών πιέσεων. Συγκεκριμένα, έχει αποδειχθεί πως οι μη θερμικές τεχνικές επεξεργασίας είναι ικανές να συντηρούν τους καρπούς ροδάκινων αναλλοίωτους χωρίς να υποβαθμίζεται η ποιότητά τους (Shynkaryk et al. 2010).

Η μείωση των συγκεντρώσεων των παραπάνω συστατικών κατά τη διαδικασία της κονσερβοποίησης οφείλεται στο γεγονός ότι κάποια από αυτά, όπως οι φαινολικές ενώσεις, και ιδιαίτερα η βιταμίνη C, είναι ενώσεις υδατοδιαλυτές, θερμικά ασταθείς και ευαίσθητες στην οξείδωση. Αντίθετα, τα καροτενοειδή και η βιταμίνη E είναι λιποδιαλυτές ενώσεις και επηρεάζονται λιγότερο από τη θερμική επεξεργασία (Rickman et al. 2007a, 2007b).

Αξίζει να σημειωθεί, ότι η αφαίρεση του φλοιού πριν την κονσερβοποίηση παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση των θρεπτικών συστατικών στο τελικό προϊόν, καθώς οι περισσότερες ευεργετικές ουσίες (π.χ. φαινολικές ενώσεις, καροτενοειδή, ασκορβικό οξύ) βρίσκονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στο φλοιό σε σχέση με τη σάρκα. Η φλούδα του καρπού είναι το φυσικό εμπόδιο μεταξύ του περιβάλλοντος και της σάρκας. Προστατεύει τον καρπό από την αφυδάτωση, την υπεριώδη ακτινοβολία και αποτρέπει τη διείσδυση των παθογόνων στη σάρκα. Συνεπώς, ο φλοιός περιέχει υψηλότερες συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών προκειμένου να αντιμετωπίσει διάφορες καταπονήσεις (Michailidis et al. 2021). Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Asami et al. (2002) βρέθηκε ότι σε αποφλοιωμένους καρπούς ροδάκινων τα ολικά φαινολικά κυμαίνονταν μεταξύ  $316$  και  $397 \text{ mg kg}^{-1}$ , ενώ σε μη αποφλοιωμένους μεταξύ  $376$  και  $609 \text{ mg kg}^{-1}$ . Επιπλέον, στην ίδια έρευνα αναφέρεται ότι στους μη αποφλοιωμένους καρπούς, οι οποίοι συγκομίστηκαν πιο νωρίς από την πλήρη ωρίμανση (στάδιο εμπορικής ωριμότητας) βρέθηκαν υψηλότερα επίπεδα φαινολικών ουσιών σε σύγκριση με τους αποφλοιωμένους και μη αποφλοιωμένους καρπούς που συγκομίστηκαν στο στάδιο της πλήρους ωριμότητας. Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι οι ώριμοι καρποί χάνουν τη σφριγηλότητά τους,

συρρικνώνονται με αποτέλεσμα να έχουν μικρότερη αναλογία επιφάνειας προς σάρκα σε σχέση με τους πιο ανώριμους καρπούς.

Παρά το γεγονός ότι τα θρεπτικά συστατικά υποβαθμίζονται με την αποφλοιώση και τη θερμική επεξεργασία, οι κονσέρβες ροδάκινων παρέχουν ένα επιθυμητό επίπεδο θρεπτικών ουσιών που συμβάλλουν θετικά στην υγεία του καταναλωτή (Durst and Weaver 2013).

## **1.6 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διατροφική αξία των ροδάκινων**

Η διατροφική αξία των φρούτων και λαχανικών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων της ποικιλίας, των καλλιεργητικών φροντίδων, του χρόνου συγκομιδής και των διαδικασιών επεξεργασίας (Remorini et al. 2008).

Στα ροδάκινα η διατροφική ποιότητα διαφέρει μεταξύ ποικιλιών, καθώς χρησιμοποιούνται διαφορετικές ποικιλίες για μεταποίηση από εκείνες που προορίζονται για νωπή κατανάλωση (Rickman et al. 2007a). Οι ποικιλίες ροδάκινου που είναι κατάλληλες για κονσερβοποίηση είναι κυρίως συμπύρηνες με σάρκα που διατηρεί της υφή της κατά τη συντήρηση και την επεξεργασία σε υψηλές θερμοκρασίες. Αυτές οι ποικιλίες έχουν μεγαλύτερη σκληρότητα καρπού, περισσότερα διαλυτά στερεά συστατικά και ολικές συγκεντρώσεις καροτενίων και ξανθοφύλλης από τις επιτραπέζιες ποικιλίες, αλλά στερούνται του κόκκινου χρώματος, της οξύτητας και του αρώματος των επιτραπέζιων ροδάκινων (Gradziel and McCaa 2008). Οι Drogoudi και Tsiouridis (2007) σύγκριναν το αντιοξειδωτικό περιεχόμενο μεταξύ ποικιλιών βιομηχανικών ροδάκινων (Andross, Catherina, Everts, Fortuna, Loadel) και βρέθηκε ότι η ποικιλία Everts είχε την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα ασκορβικού οξέος (AEAC), αλλά και την υψηλότερη συγκέντρωση σε φαινολικές ουσίες. Η συνολική περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά συσχετίστηκε θετικά με το AEAC γεγονός που υποδηλώνει ότι οι φαινολικές ενώσεις συμβάλλουν σημαντικά στη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα. Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ στη σάρκα, η ποικιλία Fortuna είχε την υψηλότερη και η Catherina τη χαμηλότερη. Επίσης, αναφέρεται πως η ποικιλία Andross είχε την πιο κίτρινη σάρκα γεγονός που

υποδηλώνει ότι μπορεί να περιέχει περισσότερα καροτενοειδή. Η πιο φωτεινή σάρκα βρέθηκε στα Everts και Andross, ενώ η πιο σκουρόχρωμη σάρκα βρέθηκε στα Catherina και Loadel. Επιπλέον, διαφορές υπάρχουν μεταξύ των ποικιλιών κίτρινης και λευκής σάρκας. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Καλιφόρνια βρέθηκε ότι οι ποικιλίες ροδάκινου με κίτρινη σάρκα έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά, καροτενοειδή και βιταμίνη C, αλλά μικρότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από ότι οι ποικιλίες λευκής σάρκας (Gil et al. 2002).

Έρευνες αναφέρουν πως καλλιεργητικές τεχνικές όπως η άρδευση, η λίπανση και το κλάδεμα μπορούν να μεταβάλουν την ποιότητα των καρπών. Για παράδειγμα, σε καλλιέργεια ροδάκινων στην οποία εφαρμόστηκε μειωμένη χρήση νερού με την τεχνική ρυθμιζόμενης ελλειμματικής άρδευσης σύμφωνα με την οποία εφαρμόζεται μέτριο στρες (30-50%) κατά το 2<sup>ο</sup> στάδιο ανάπτυξης των ροδάκινων (σκλήρυνση πυρήνα), τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση του μεγέθους των καρπών και των διαλυτών στερεών συστατικών και μείωση της βλάστησης χωρίς να επηρεάζεται η απόδοση της καλλιέργειας (Girona 2002). Γενικά, αναφέρεται ότι η μειωμένη παροχή νερού οδηγεί σε αυξημένη περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις και ανθοκυανίνες. Έχει αποδειχθεί ότι αυτές οι αντιοξειδωτικές ενώσεις είναι υδατοδιαλυτές και ότι τα υψηλότερα επίπεδά τους παρήχθησαν όταν τα φυτά αντιμετώπισαν συνθήκες ξηρασίας που μεταφράζονται σε υδατικό στρες (Tavarini et al. 2011). Όσον αφορά τη λίπανση, μελέτες αναφέρουν ότι η περίσσεια αζώτου μειώνει τη συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας των ροδάκινων (Vashish et al. 2017). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το άζωτο αυξάνει τη βλάστηση με αποτέλεσμα τη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας των δέντρων και κατ' επέκταση τη μείωση της απόδοσης και της ποιότητας των καρπών λόγω σκίασης (Rubio Ames et al. 2020). Το κλάδεμα είναι μία ακόμη καλλιεργητική τεχνική που επηρεάζει τη διατροφική ποιότητα των καρπών. Σύμφωνα με έρευνες, το θερινό κλάδεμα αποσκοπεί στη μείωση της βλάστησης και κατά συνέπεια στη μεγαλύτερη έκθεση του καρπού στο φως, ενώ έχει αποδειχθεί ότι οι φωτιζόμενοι καρποί είναι καλύτερης ποιότητας με μεγαλύτερο μέγεθος, πιο έντονο χρώμα και υψηλότερες συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών (Day 1997).

Οι Campbell et al. (2011) σε μελέτη τους σύγκριναν τη διατροφική αξία σε καρπούς ροδάκινων, οι οποίοι συγκομίστηκαν σε δύο στάδια, στην εμπορική και στην πλήρη ωριμότητα και η χρονική περίοδος μεταξύ των δύο σταδίων συγκομιδής ήταν 6 έως 10 ημέρες. Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, στους καρπούς που

συγκομίστηκαν πιο αργά (στάδιο πλήρους ωριμότητας) παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας σε σχέση με τους καρπούς που συγκομίστηκαν πιο νωρίς (στάδιο εμπορικής ωριμότητας). Αντίθετα, η συγκέντρωση των καροτενοειδών παρέμεινε αμετάβλητη στους καρπούς των δύο σταδίων συγκομιδής. Επιπλέον, στους καρπούς που συγκομίστηκαν στο στάδιο της πλήρους ωριμότητας παρατηρήθηκε αύξηση των διαλυτών στερεών συστατικών (κύρια σάκχαρα), του pH, της αναλογίας σακχάρων προς οξύ και ταυτόχρονη μείωση της ογκομετρούμενης οξύτητας και σκληρότητας σάρκας.

Τέλος, καθοριστικός παράγοντας στη διατήρηση της διατροφικής ποιότητας των καρπών ροδάκινου αποτελεί το στάδιο της αποφλοΐωσης κατά τη διαδικασία της κονσερβοποίησης. Έχει βρεθεί ότι ο φλοιός περιέχει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ενώσεων και με την αφαίρεσή του παρατηρείται απώλεια των συνολικών φαινολικών ουσιών της τάξης του 13-48% (Asami et al. 2002).

## **1.7 Επίδραση της λίπανσης με άζωτο και κάλιο στη διατροφική αξία**

Τα φυτά ως ζωντανοί οργανισμοί έχουν ανάγκη από θρέψη προκειμένου να επιβιώσουν. Η λίπανση αποτελεί μία από τις σημαντικότερες καλλιεργητικές πρακτικές για την αύξηση της απόδοσης και της ποιότητας των καρπών. Το άζωτο και το κάλιο είναι τα πιο σημαντικά ανόργανα στοιχεία για τη θρέψη του φυτού (Βασιλακάκης 2016).

Το άζωτο (N) είναι βασικό μακροθρεπτικό συστατικό για την ανάπτυξη και τη βλάστηση των φυτών, σχετίζεται άμεσα με την αυξημένη απόδοση και την καλή ποιότητα καρπών και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στις βιοχημικές και φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού, όπως στο σχηματισμό των αμινοξέων και των πρωτεϊνών (Leghari et al. 2016). Σύμφωνα με έρευνα, στην Καλιφόρνια η περιεκτικότητα σε άζωτο πρέπει να διατηρείται μεταξύ 2,6 - 3,0% του ξηρού βάρους των φύλλων (Daane et al., 1995). Η περίσσεια αζώτου διεγείρει τη ζωνή βλάστηση προκαλώντας βλαστομανία και σκίαση, που τελικά οδηγούν στην υποβάθμιση της ποιότητας των καρπών, αλλά και στη μείωση της απόδοσης λόγω μικρής φωτοσυνθετικής ικανότητας των δέντρων (George and Nissen 1992). Μάλιστα έρευνες επισημαίνουν, ότι οι καρποί που αναπτύσσονται υπό σκιά λόγω υπερβολικής

βλάστησης έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε φαινολικά, καροτενοειδή, και, ως εκ τούτου, μικρότερη αντιοξειδωτική ικανότητα (Crisosto et al., 1997). Επιπλέον, η υπερβολική αζωτούχος λίπανση δεν επιδρά αυξητικά στο μέγεθος των καρπών ή στην απόδοση της καλλιέργειας όπως λανθασμένα πιστεύεται από τους καλλιεργητές. Αντίθετα, καθυστερεί την ωρίμανση του ροδάκινου, καθώς οι καρποί δεν αποκτούν ικανοποιητικό κόκκινο χρώμα και είναι πιο επιρρεπείς σε ασθένειες και έντομα, μειώνεται το μέγεθος των καρπών, η παραγωγή και η συγκέντρωση των σακχάρων (Crisosto and Costa 2008).

Το κάλιο (K) είναι επίσης ένα πολύ σημαντικό στοιχείο, καθώς παίζει σπουδαίο ρόλο στην καρποφορία, στην αύξηση των δέντρων, στη φωτοσύνθεση και στην ανακατανομή των σακχάρων και οργανικών οξέων, τα οποία βελτιώνουν την ποιότητα των καρπών (Tagliavini et al., 2000). Έρευνα αναφέρει πως η επαρκής ποσότητα καλίου συνέβαλε στη διατήρηση του κίτρινου χρώματος της σάρκας κονσερβοποιημένου ροδάκινου κατά την αποθήκευση (Reeves, 1967). Σε άλλη μελέτη αναφέρεται ότι το κάλιο συμβάλλει στη μεγέθυνση των κυττάρων και κατ' επέκταση στην αύξηση του μεγέθους των φρούτων, βελτιώνει το χρώμα και τη γεύση, αυξάνει τη συγκέντρωση της βιταμίνης C και τα διαλυτά στερεά συστατικά. Μάλιστα, έχει αποδειχθεί πως αυξάνει το πάχος του φλοιού του καρπού γεγονός που συνεπάγεται αύξηση της περιεκτικότητας σε αντιοξειδωτικές ουσίες, καθώς όπως επισημάνθηκε και παραπάνω, οι υψηλότερες ποσότητες φαινολικών, καροτενοειδών και βιταμίνης C περιέχονται στον φλοιό (Ramesh Kumar et al. 2006).

Εν κατακλείδι, η λίπανση μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τη διατροφική ποιότητα των φρούτων. Για τον λόγο αυτό είναι αναγκαίο να τηρούνται οι κανόνες δοσολογίας ώστε να μην υπάρχει ούτε περίσσεια, αλλά ούτε και ανεπάρκεια στοιχείων.

## **1.8 Σκοπός της μελέτης**

Σκοπός της παρούσας μελέτης αποτελεί ο προσδιορισμός της διατροφικής αξίας των καρπών τριών ποικιλιών συμπύρηνων ροδάκινων (Catherina, Andross και Everts), καθώς και η σύγκριση μεταξύ των ποικιλιών. Συγκεκριμένα, προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά και φυσικά χαρακτηριστικά των καρπών των τριών



ποικιλιών ροδάκινων και αξιολογήθηκε η επίδραση της ορθολογικής λίπανσης και της συντήρησης στη διατροφική ποιότητα των καρπών.

## 2. Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1 Πειραματικός αγρός

Για την εκπόνηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 7 αγροτεμάχια από 5 παραγωγούς σε διαφορετικές περιοχές της Μακεδονίας, όπου καλλιεργούνται οι κύριες ποικιλίες συμπύρηνων ροδάκινων (Catherina, Andross, Everts). Τα ονόματα των παραγωγών αναφέρονται κωδικοποιημένα από το Εργαστήριο Δενδροκομίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ως Αναστ, Βουρ, Γεωργ, Σαββ και Χατζ.

Παραγωγός Αναστ: χρησιμοποιήθηκαν δύο αγροί, οι οποίοι βρίσκονται στο Νησέλι Ημαθίας και στους οποίους καλλιεργούνται οι ποικιλίες Andross και Everts. Τα δέντρα και των δύο αγρών ήταν ηλικίας 4 ετών με αποστάσεις φύτευσης 4 x 3 m σε διαμόρφωση παλμέτα. Η άρδευση πραγματοποιείται με εκτοξευτήρες και η θρέψη των φυτών γίνεται διαφυλλικά, ενώ η βασική λίπανση με το χέρι.

Παραγωγός Βουρ: μελετήθηκε ένας αγρός στην Μελίκη Ημαθίας. Τα πειραματικά δέντρα είναι ποικιλίας Catherina, ηλικίας 3 ετών με αποστάσεις φύτευσης 4,5 x 4 m σε διαμόρφωση ελεύθερο τετράκλωνο. Η άρδευση πραγματοποιείται με εκτοξευτήρες και η θρέψη των φυτών γίνεται διαφυλλικά, ενώ η βασική λίπανση με το χέρι.

Παραγωγός Γεωργ: χρησιμοποιήθηκε ένα αγροτεμάχιο στην περιοχή Πελαργός Φλώρινας. Τα δέντρα είναι ποικιλίας Andross, ηλικίας 4 ετών με αποστάσεις φύτευσης 2,5 x 4,5 m και διαμόρφωση κόμης σε σχήμα ελεύθερης παλμέτας. Η άρδευση πραγματοποιείται με τη στάγδην μέθοδο και για τη θρέψη των φυτών εφαρμόζεται διαφυλλική λίπανση και βασική λίπανση με το χέρι.

Παραγωγός Σαββ: μελετήθηκαν δύο αγροτεμάχια στην περιοχή Αχλαδοχώρι Γιαννιτσών, όπου στον έναν αγρό καλλιεργείται η ποικιλία Andross και στον άλλον η ποικιλία Catherina. Τα δέντρα και των δύο αγρών ήταν ηλικίας 4 ετών, με αποστάσεις φύτευσης 5 x 5 m σε διαμόρφωση κύπελλο. Η άρδευση γίνεται με τη στάγδην μέθοδο και για τη θρέψη των φυτών εφαρμόζεται βασική λίπανση με το χέρι.

Παραγωγός Χατζ: μελετήθηκε αγροτεμάχιο στην περιοχή Ριζό Σκύδρας στο οποίο καλλιεργούνται δέντρα ποικιλίας Catherina και ήταν ηλικίας 5 ετών. Οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των δέντρων είναι 5 x 4 m και η διαμόρφωση κόμης σχήμα κύπελλο. Η άρδευση πραγματοποιείται με εκτοξευτήρες και για τη θρέψη των φυτών εφαρμόζεται βασική λίπανση με το χέρι.

Επισημαίνεται, ότι όλες οι ποικιλίες και στους επτά αγρούς και των πέντε παραγωγών είναι εμβολιασμένες σε υποκείμενο GF677, καθώς και ότι οι παραγωγοί διαχειρίζονται τα ζιζάνια με κοπές στους διαδρόμους μεταξύ των γραμμών και με εφαρμογή ζιζανιοκτόνων επί των γραμμών.

## 2.2 Μεταχειρίσεις

Όπως προαναφέρθηκε, για τη διενέργεια της πειραματικής διαδικασίας χρησιμοποιήθηκαν 7 αγροί και 3 ποικιλίες εντός αυτών, όπου σε 10 δέντρα εφαρμόστηκε διαφορετική μεταχείριση (Πειραματικά) από αυτή που κάνει ο παραγωγός (Μάρτυρας). Στα πειραματικά δέντρα όλων των αγρών εφαρμόστηκε, χωρίς εδαφολογικές και φυλλοδιαγνωστικές αναλύσεις, μία εναλλακτική λίπανση με σκοπό την αποφυγή βασικής λίπανσης με N και P και γενικότερα με στόχο τη μείωση της αζωτούχου λίπανσης. Επίσης, εφαρμόστηκε αρχικά μόνο K και χουμικά από εδάφους αργά τον Φεβρουάριο και πραγματοποιήθηκε εντατικό θερινό κλάδεμα τον Μάιο με το αραίωμα των καρπιδίων, ώστε οι καρποί να φωτίζονται περισσότερο. Επισημαίνεται, ότι ο αγρός Βουρ ποικιλίας Catherina δεν δέχτηκε εναλλακτική λίπανση. Στους υπόλοιπους αγρούς η εναλλακτική λίπανση ξεκίνησε με την έναρξη της καλλιεργητικής περιόδου, δηλαδή από τον Φεβρουάριο 2019.

Οι δράσεις που πραγματοποιήθηκαν στα πειραματικά δέντρα του κάθε αγρού φαίνονται αναλυτικά παρακάτω:

### **Πιλοτικός αγρός Catherina Sav:**

- Φεβρουάριος (21/2/19): εφαρμογή στο έδαφος έως 6 μονάδες K στο στρέμμα με 12 kg θειικό κάλιο στο στρέμμα και 20-40 g χουμικά/δέντρο
- Φούσκωμα ανθέων: ψεκασμός διαφυλλικά με 150 mL σκευάσματος B, 150 mL σκευάσματος Zn, και 500 g MAP (0,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) στα 100 L ψεκαστικού υγρού
- Απρίλιος:

1. Στην πτώση πετάλων (νωρίς τον Απρίλιο): 2 μονάδες N στο στρέμμα με υδρολίπανση με 12,8 kg νιτρικό ασβέστιο (Νίτρο Νορβηγίας, προστίθενται και 3,4 kg Ca)
  2. Ψεκασμός με 200 mL σκευάσματος Zn και 200 g Theocal στα 100 L ψεκαστικού υγρού
  3. Αργά τον Απρίλιο: υδρολίπανση 2 μονάδες P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> στο στρέμμα με 3,3 kg φωσφορικό μονοαμμώνιο στο στρέμμα (προστίθενται και 0,4 kg N)
- Μάιος: διαφυλλικός ψεκασμός δύο εβδομάδες μετά τον προηγούμενο, με 200 mL σκευάσματος Zn και 200 g Theocal στα 100 L ψεκαστικού υγρού
  - Ιούνιος: εφαρμογή θερινού κλαδέματος 2-4 εβδομάδες πριν τη συγκομιδή
  - Ιούλιος-Αύγουστος: μετασυλλεκτικά, με υδρολίπανση 2 μονάδες N σε 2 εφαρμογές ουρίας (συνολικά στο στρέμμα και στις 2 εφαρμογές 5 kg ουρίας)
  - Σεπτέμβριος: ψεκασμός διαφυλλικά 2 kg ουρία (περίπου 1 μονάδα N), 200 mL σκευάσματος B, 200 mL σκευάσματος Zn, και 500 g MAP (0,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) στα 100 L (= 1 στρέμμα)

### **Πιλοτικός αγρός Andross Sav:**

- Φεβρουάριος: στο έδαφος έως 6 μονάδες K στο στρέμμα με 12 kg θειικό κάλιο και 20-40 g χουμικά/φουλβικά ανά δέντρο (εφαρμογή κοντά στις σταγόνες)
- Φούσκωμα ανθέων: διαφυλλικός ψεκασμός 150 mL σκευάσματος B, 150 mL σκευάσματος Zn, και 500 g MAP (0,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) στα 100 L ψεκαστικού
- Απρίλιος:
  1. Στην πτώση πετάλων (νωρίς τον Απρίλιο): 2 μονάδες N στο στρέμμα με υδρολίπανση με 12,8 kg νιτρικό ασβέστιο (Νίτρο Νορβηγίας, προστίθενται και 3,4 kg Ca)
  2. Ψεκασμός με 200 mL σκευάσματος Zn και 200 g Theocal στα 100 L
- Μάιος: διαφυλλικός ψεκασμός δύο εβδομάδες μετά τον προηγούμενο με 200 mL σκευάσματος Zn και 200 g Theocal στα 100 L ψεκαστικού υγρού
- Ιούνιος: Νωρίς: θερινό κλάδεμα, αργά: 1 μονάδα N (+3 καλίου) με υδρολίπανση με 7,4 κιλά νιτρικό κάλιο στο στρέμμα (προστίθενται και 3,4 κιλά K)

- Ιούλιος ή Αύγουστος: 20-30 ημέρες πριν την ωρίμανση διαφυλλικός ψεκασμός με 200 g Theocal και 400 g φωσφοροκάλιο στα 100 L ψεκαστικού υγρού
- Σεπτέμβριος: μετά το κλάδεμα διαφυλλικός ψεκασμός με 2 kg ουρία (περίπου 1 μονάδα N), 200 mL σκευάσματος B, 200 mL σκευάσματος Zn, και 500 g MAP (0,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) στα 100 L (= 1 στρέμμα)

### **Πιλοτικός αγρός Andross Anast:**

- Φεβρουάριος (22/2/19): στο έδαφος έως 6 μονάδες K ανά στρέμμα με 12 kg θειικό κάλιο και 20-40 g χουμικά/φουλβικά ανά δέντρο (εφαρμογή κοντά στις σταγόνες)
- Φούσκωμα ανθέων: διαφυλλικά 150 mL σκευάσματος B, 150 mL σκευάσματος Zn, και 500 g MAP (0,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) στα 100 L ψεκαστικού
- Απρίλιος:
  1. Στην πτώση πετάλων (νωρίς τον Απρίλιο): 2 μονάδες N ανά στρέμμα με υδρολίπανση με 12,8 kg νιτρικό ασβέστιο (Νίτρο Νορβηγίας, προστίθενται και 3,4 kg Ca)
  2. Ψεκασμός 200 mL σκευάσματος Zn και 200 g Theocal στα 100 L
  3. Αργά τον Απρίλιο, υδρολίπανση 2 μονάδες P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> στο στρέμμα με 3,3 kg φωσφορικό μονοαμμώνιο στο στρέμμα (προστίθενται και 0,4 kg N)

Για MAP υδρολίπανση: αντιστοιχούν 400 g MAP ανά 10 δένδρα.
- Μάιος:
  1. 2 μονάδες N στο στρέμμα με υδρολίπανση με 12,8 kg νιτρικό ασβέστιο (Νίτρο Νορβηγίας, προστίθενται και 3,4 kg Ca)
  2. Δύο εβδομάδες μετά τον προηγούμενο ψεκασμό, εφαρμογή διαφυλλικά 200 mL σκευάσματος Zn και 200 g Theocal στα 100 L ψεκαστικού
- Ιούνιος: εφαρμογή θερινού κλάδεμα νωρίς τον Ιούνιο
- Ιούλιος-Αύγουστος: 20-30 ημέρες πριν την ωρίμανση διαφυλλικός ψεκασμός με 200 g Theocal και 400 g φωσφοροκάλιο στα 100 L ψεκαστικού υγρού
- Σεπτέμβριος: μετά το κλάδεμα διαφυλλικά με 2 kg ουρία (περίπου 1 μονάδα N), 200 mL σκευάσματος B, 200 mL σκευάσματος Zn, και 500 γραμ MAP (0,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) στα 100 L (= 1 στρέμμα)

### **Πιλοτικός αγρός Catherina Chatz:**

- Φεβρουάριος (21/2/19): στο έδαφος έως 6 μονάδες K στο στρέμμα με 12 kg θειικό κάλιο στο στρέμμα και 20-40 g χουμικά/δέντρο
- Φούσκωμα ανθέων: ψεκασμός διαφυλλικά με 150 mL σκευάσματος B, 150 mL σκευάσματος Zn, και 500 g MAP (0,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) στα 100 L ψεκαστικού
- Απρίλιος:
  1. Ψεκασμός με 200 mL σκευάσματος Zn και 200 g Theocal στα 100 L
  2. Αργά τον Απρίλιο: υδρολίπανση 2 μονάδες P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> στο στρέμμα με 3,3 kg φωσφορικό μονοοαμμώνιο στο στρέμμα (προστίθενται και 0,4 kg N)
- Μάιος: διαφυλλικός ψεκασμός δύο εβδομάδες μετά τον προηγούμενο με 200 mL σκευάσματος Zn και 200 g Theocal στα 100 L.
- Ιούνιος: εφαρμογή θερινού κλαδέματος 2-4 εβδομάδες πριν τη συγκομιδή
- Ιούλιος-Αύγουστος: μετασυλλεκτικά, με υδρολίπανση 1 μονάδα N με μια εφαρμογή ουρίας (συνολικά στο στρέμμα 2,5 kg ουρίας) (με την προϋπόθεση ότι η βλάστηση είναι μέτρια και όχι πολύ μεγάλη)
- Σεπτέμβριος: διαφυλλικός ψεκασμός με 2 kg ουρία (περίπου 1 μονάδα N), 200 mL σκευάσματος B, 200 mL σκευάσματος Zn, και 500 g MAP (0,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) στα 100 L (= 1 στρέμμα)

### **Πιλοτικός αγρός Andross Georg:**

- Φεβρουάριος (22/2/19): Στο έδαφος έως 6 μονάδες K στο στρέμμα με 12 kg θειικό κάλιο και 20-40 g χουμικά/φουλβικά ανά δέντρο (εφαρμογή κοντά στις σταγόνες)
- Φούσκωμα ανθέων: ψεκασμός διαφυλλικά με 150 mL σκευάσματος B, 150 mL σκευάσματος Zn, και 500 g MAP (0,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) στα 100 L ψεκαστικού
- Απρίλιος:
  1. Στην πτώση πετάλων (νωρίς τον Απρίλιο): 2 μονάδες N στο στρέμμα με υδρολίπανση με 12,8 kg νιτρικό ασβέστιο (Νίτρο Νορβηγίας, προστίθενται και 3,4 kg Ca)
  2. Ψεκασμός με 200 mL σκευάσματος Zn και 200 g Theocal στα 100 L

3. Αργά Απρίλιο, υδρολίπανση 2 μονάδες P2O5 στο στρέμμα με 3,3 kg φωσφορικό μονοοαμμώνιο στο στρέμμα (προστίθενται και 0,4 kg N)
- Μάιος: διαφυλλικός ψεκασμός δύο εβδομάδες μετά τον προηγούμενο με 200 mL σκευάσματος Zn και 200 g Theocal στα 100 L ψεκαστικού υγρού
  - Ιούνιος: Νωρίς: θερινό κλάδεμα, αργά: 1 μονάδα N (+3 καλίου) με υδρολίπανση με 7,4 κιλά νιτρικό κάλιο στο στρέμμα (προστίθενται και 3,4 κιλά K)
  - Ιούλιος-Αύγουστος: 20-30 ημέρες πριν την ωρίμανση διαφυλλικά 200 g Theocal και 400 g φωσφοροκάλιο στα 100 L ψεκαστικού
  - Σεπτέμβριος: μετά το κλάδεμα διαφυλλικός ψεκασμός με 2 kg ουρία (περίπου 1 μονάδα N), 200 mL σκευάσματος B, 200 mL σκευάσματος Zn, και 500 g MAP (0,2% P2O5) στα 100 L (= 1 στρέμμα)

## 2.3 Μετρήσεις εργαστηρίου

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε συλλογή δειγμάτων στην εμπορική ωρίμανση και ελήφθησαν τυχαία δείγματα καρπών από κάθε δέντρο (6 επαναλήψεις x 5 καρπούς) των δύο μεταχειρίσεων, του μάρτυρα και της εναλλακτικής λίπανσης, για κάθε ποικιλία και περιοχή. Τα δείγματα καρπών που συλλέχθηκαν τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας προκειμένου να πραγματοποιηθούν μετρήσεις ποιότητας των καρπών.

### 2.3.1 Μέτρηση ποιότητας καρπών

Για την ποιότητα των καρπών συμπύρινων ροδάκινων μετρήθηκαν το βάρος καρπού και πυρήνα, το χρώμα φλοιού και σάρκας, η σκληρότητα σάρκας καρπού, η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ), η οξύτητα του χυμού, ο λόγος ΔΣΣ/Οξύτητα. Παρουσιάζονται ορισμένες μόνο από αυτές τις παραμέτρους που σχετίζονται με την ωριμότητα και την ποικιλία/αγρό και με τα διατροφικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν. Επίσης, εκτιμήθηκε η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, των ολικών καροτενοειδών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας (μέθοδοι DPPH και FRAP) των καρπών.

➤ *Χρώμα φλοιού και σάρκας*

Η μέτρηση του χρώματος του φλοιού και της σάρκας των καρπών πραγματοποιήθηκε με το χρωματόμετρο Minolta chroma meter (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Japan). Η μέτρηση του χρώματος έγινε σύμφωνα με το σύστημα μέτρησης CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Για τη μέτρηση του χρώματος του φλοιού του καρπού το χρωματόμετρο τοποθετήθηκε στα δύο αντιδιαμετρικά μάγουλα του κάθε καρπού και ελήφθησαν τρεις τιμές, του δείκτη φωτεινότητας  $L^*$  και των παραμέτρων  $a^*$  και  $b^*$  και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Ενώ για τη μέτρηση του χρώματος της σάρκας πρώτα αφαιρέθηκε με εργαστηριακό ξυράφι ο φλοιός και στις δύο πλευρές των καρπών και έπειτα τοποθετήθηκε το χρωματόμετρο στα δύο αντιδιαμετρικά μάγουλα και ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία. Στον οριζόντιο άξονα, όταν η παράμετρος  $a^* > 0$ , εμφανίζει κόκκινη-μωβ απόχρωση, ενώ όταν  $a^* < 0$  εμφανίζει μπλε-πράσινη απόχρωση (McGuire 1992). Καθώς τα συμπύρηνα ροδάκινα έχουν πρασινωπή προς κίτρινη απόχρωση στον φλοιό και τη σάρκα, χρησιμοποιήθηκε μόνο η παράμετρος  $a^*$  στην παρούσα μελέτη.

➤ *Σκληρότητα σάρκας καρπού*

Αρχικά, αφαιρέθηκε με εργαστηριακό ξυράφι ο φλοιός και στις δύο πλευρές του κάθε καρπού και έπειτα ακολούθησε η μέτρηση της σκληρότητας σάρκας του καρπού με τη χρήση του ηλεκτρονικού πενετρόμετρου Turoli (53205 Digital Fruit Pressure Tester, Forli, Italy) και με έμβολο διαμέτρου 8,9 mm. Οι μετρήσεις που καταγράφηκαν εκφράστηκαν σε Kg F.

➤ *Περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού, ΔΣΣ (%)*

Για τη μέτρηση της περιεκτικότητας των ΔΣΣ του χυμού, πάρθηκαν αντιδιαμετρικά δύο τμήματα του περικαρπίου (σάρκα και φλοιός) από τον ποδίσκο έως την κορυφή του καρπού, από κάθε καρπό της επανάληψης. Στη συνέχεια, χυμοποιήθηκαν και ποσότητα του χυμού μεταφέρθηκε σε επιτραπέζιο ηλεκτρονικό διαθλασίμετρο ATAGO (Pocket Refractometer Pal-1, Tokyo, Japan) με το οποίο μετρήθηκε η περιεκτικότητα των διαλυτών στερεών συστατικών για κάθε μια επανάληψη.

Ταυτόχρονα, μετά το πέρας των παραπάνω μετρήσεων, συσκευάστηκαν δείγματα σάρκας και φλοιού των 5 καρπών και των δύο μεταχειρίσεων (μάρτυρας και εναλλακτική λίπανση) σε πλαστικές σακούλες, σφραγίστηκαν και αποθηκεύτηκαν



στην κατάψυξη στους  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ώστε να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση των ολικών φαινολικών, της αντιοξειδωτικής ικανότητας και των ολικών καροτενοειδών των καρπών στο εργαστήριο.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε εκχύλιση για τον ποσοτικό προσδιορισμό της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά και της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας. Συγκεκριμένα, 5 g δείγματος ροδάκινων σάρκας και φλοιού ομογενοποιήθηκαν με 25 mL μεθανόλης, ακολούθησε φυγοκέντρηση στις 4000g για 10 λεπτά και στο υπερκείμενο έγινε ποσοτικοποίηση της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά και της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας.

### **2.3.2 Μέτρηση της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά**

Για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών εφαρμόστηκε με κάποιες τροποποιήσεις η μέθοδος των Swain and Hillis (1959). Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην αντίδραση των ολικών φαινολικών με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu υπό συγκεκριμένες συνθήκες, δημιουργώντας ένα έγχρωμο (κυανό) σύμπλοκο με μέγιστο απορρόφησης στα 760 nm. Σε δοκιμαστικό σωλήνα προστέθηκαν 2 mL του εκχυλίσματος, που αναφέρθηκε ανωτέρω, 2 mL απιονισμένου νερού και 10 mL διαλύματος Folin-Ciocalteu συγκέντρωσης 2 N, το οποίο είχε αραιωθεί προηγουμένως με νερό (1:10). Στη συνέχεια, το περιεχόμενο του δοκιμαστικού σωλήνα ανακινήθηκε στο Vortex για λίγα δευτερόλεπτα. Με το πέρας 30 s έως 8 min προστέθηκαν σε αυτό 8 mL διαλύματος 1 N  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , ανακινήθηκαν στο Vortex και τα δείγματα τοποθετήθηκαν στο σκοτάδι στους  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  για μία ώρα. Ακολούθως, μεταφέρθηκαν για 5 λεπτά στους  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  και μετά παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για 5-10 λεπτά. Τέλος, μετρήθηκε η απορρόφηση στα 760 nm σε φασματοφωτόμετρο (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co. Ltd). Οι τιμές της απορρόφησης εκφράστηκαν ως mg γαλλικού οξέος / 100 g νωπού βάρους (NB) καρπού με βάση την πρότυπη καμπύλη αναφοράς που κατασκευάστηκε με τη μέτρηση της απορρόφησης διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης γαλλικού οξέος, τα οποία προέκυψαν από αραιώσεις πυκνού διαλύματος γαλλικού οξέος ( $5\text{ mg mL}^{-1}$ ).

### 2.3.3 Μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών

Ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών (σάρκας και φλοιού) πραγματοποιήθηκε με δύο μεθόδους, με τη μέθοδο της ελεύθερης ρίζας DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) και με τη δοκιμή αναγωγής του τρισθενούς σιδήρου (Ferric ion Reducing Antioxidant Power, FRAP).

#### α) Μέθοδος της ελεύθερης ρίζας DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

Για τον προσδιορισμό της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο της ελεύθερης ρίζας DPPH ακολουθήθηκε η τροποποιημένη μέθοδος του Brand-Williams et al. (1995). Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην αλληλεπίδραση των αντιοξειδωτικών μορίων με τη ρίζα DPPH, μία σταθερή ρίζα, μωβ χρώματος με απορρόφηση στα 517 nm. Με την προσθήκη μιας ουσίας με αντιοξειδωτική δράση πραγματοποιείται αναγωγή της ρίζας, η οποία επιφέρει μεταβολή του χρώματος του διαλύματος από μωβ σε κίτρινο, μεταβολή που είναι ανάλογη της συγκέντρωσης της αντιοξειδωτικής ουσίας, και την αντίστοιχη μείωση της οπτικής απορρόφησης στα 517 nm. Η μεταβολή της απορρόφησης μετράται στο φασματοφωτόμετρο. Επομένως, σε έναν δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετήθηκαν 100  $\mu\text{L}$  από το μεθανολικό εκχύλισμα και 2900  $\mu\text{L}$  DPPH συγκέντρωσης 100  $\mu\text{M}$ . Αφού ανακινήθηκαν τα δείγματα στο Vortex, μετά μεταφέρθηκαν στο σκοτάδι για 30 min και αμέσως μετά μετρήθηκε η απορρόφησή τους στα 517 nm σε φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co. Ltd) έναντι του μάρτυρα (100  $\mu\text{L}$  μεθανόλη και 2900  $\mu\text{L}$  DPPH).

#### β) Μέθοδος αναγωγής του τρισθενούς σιδήρου (Ferric ion Reducing Antioxidant Power, FRAP)

Η μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας πραγματοποιήθηκε και με τη μέθοδο αναγωγής του τρισθενούς σιδήρου των Benzie και Strain (1996). Στην μέθοδο αυτή, 2950  $\mu\text{L}$  πρόσφατα παρασκευασμένου διαλύματος εργασίας FRAP (300 mM ρυθμιστικού διαλύματος οξικού οξέος pH=3,6, 10 mM 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine σε 40 mM HCl και 20 mM τριγλωριούχου σιδήρου σε αναλογία 10:1:1) αναμίχθηκαν με 50  $\mu\text{L}$  μεθανολικού εκχυλίσματος. Ακολούθησε επώαση στους 37 °C για 4 min σε υδατόλουτρο και έπειτα μετρήθηκε η απορρόφηση του μίγματος στα 593

nm σε φασματοφωτόμετρο. Τα εκχυλίσματα είναι ικανά να ανάγουν τον  $Fe^{+3}$  σε  $Fe^{+2}$  σε όξινες συνθήκες παρουσία της 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) παράγοντας το σύμπλοκο  $Fe^{+2}$ -TPTZ (μπλέ χρώματος), το οποίο απορροφά στα 593 nm.

Τέλος, επισημαίνεται ότι, και στις δύο μεθόδους (DPPH και FRAP) η αντιοξειδωτική ικανότητα του εκχυλίσματος εκτιμήθηκε βάσει της πρότυπης καμπύλης αναφοράς του L-ασκορβικού οξέος και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ισοδύναμα  $\mu\text{mol}$  L-ασκορβικού οξέος ανά 100 g NB καρπού.

### **2.3.4 Μέτρηση της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά καροτενοειδή**

Για τη μέτρηση της συγκέντρωσης των ολικών καροτενοειδών στους καρπούς ροδάκινων (φλοιός και σάρκα), χρησιμοποιήθηκαν δείγματα που είχαν αποθηκευθεί στην κατάψυξη στους  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Για να μην υπάρξουν αλλοιώσεις λόγω αύξησης της θερμοκρασίας, τα δείγματα κονιορτοποιήθηκαν με τη χρήση υγρού αζώτου σε μηχανικό κονιορτοποιητή.

Για την εκχύλιση και τον προσδιορισμό των καροτενοειδών εφαρμόστηκε με ορισμένες τροποποιήσεις η μέθοδος του Kutí (2004). Από τα κονιορτοποιημένα δείγματα πάρθηκε ποσότητα ιστού 1 g και προστέθηκαν 20 mL εκχυλιστικού διαλύματος εξανίου:ακετόνης:αιθανόλης (50:25:25 v/v, αντίστοιχα). Έπειτα, το μίγμα αναδεύτηκε και τοποθετήθηκε στο σκοτάδι στους  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  για 24 ώρες. Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε φυγοκέντρηση στις 10000g, σε θερμοκρασία  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  για 5 min και εν συνεχεία παραλαβή της υπερκείμενης φάσης του εξανίου, η οποία αποτέλεσε το εκχύλισμα των ολικών καροτενοειδών (Εικόνα 3).

Το εκχύλισμα τοποθετήθηκε στο ανωτέρω περιγραφέν φασματοφωτόμετρο προκειμένου να ποσοτικοποιηθούν τα ολικά καροτενοειδή του. Η μέτρηση της οπτικής πυκνότητας του εκχυλίσματος των ολικών καροτενοειδών πραγματοποιήθηκε στα 450 nm έναντι μάρτυρα διαλύματος εξανίου:ακετόνης:αιθανόλης σε αναλογία 50:25:25 v/v αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg καροτενοειδών ανά 100 g v.β. με τη χρήση του ειδικού συντελεστή απόσβεσης για το  $\beta$ -καροτένιο σε εξάνιο ίσο με 2,592.



**Εικόνα 3.** Μίγμα μετά από φυγοκέντρηση, όπου είναι εμφανής ο πλήρης διαχωρισμός του ιζήματος και του υπερκείμενου.

## 2.4 Συντήρηση ροδάκινων

Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω μετρήσεων ακολούθησε η συντήρηση των καρπών και των δύο μεταχειρίσεων (μάρτυρας και εναλλακτική λίπανση) προκειμένου να μελετηθεί η ποιότητά τους μετά από ψυχοσυντήρηση ως νωποί καρποί. Οι καρποί της ποικιλίας Catherina του αγρού Χατζ συντηρήθηκαν στους 2 °C για 15 και 30 ημέρες σε κοινή ψύξη και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για 1 ημέρα (+ 1 ημ. ζωή στο ράφι - ZP) ως προσομοίωση των συνθηκών στη βιομηχανία μεταποίησης. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των ολικών φαινολικών, της αντιοξειδωτικής ικανότητας με τις μεθόδους DPPH και FRAP και των ολικών καροτενοειδών μετά τη συντήρηση. Τέλος, η συντηρησιμότητα των καρπών συσχετίστηκε με την λιπαντική αγωγή που εφαρμόζει ο παραγωγός και με την εναλλακτική λιπαντική αγωγή που εφαρμόστηκε στα πειραματικά δέντρα.

## 2.5 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS (Version 26.0, IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Οι παράγοντες που μελετήθηκαν ήταν ο χρόνος δειγματοληψίας (για τη συντήρηση) και οι μεταχειρίσεις με την μέθοδο Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (ANOVA), ενώ η σύγκριση των μέσων όρων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1 Επίδραση της εναλλακτικής λίπανσης στο χρώμα φλοιού a\*, χρώμα σάρκας a\*, σκληρότητα σάρκας, διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ)

**Πίνακας 3.1.1.** Παράμετρος a\* του χρώματος φλοιού των καρπών των δέντρων των μεταχειρίσεων Μάρτυρα και Εναλλακτικής λίπανσης κάθε αγρού στην εμπορική ωρίμανση.

Αγρός	Ποικιλία	Μάρτυρας	Εναλλακτική Λίπανση	Σημαντικότητα
Χατζ	Catherina	3,1b	5,3a	***
Σαββ	Catherina	4,2b	5,6a	***
Σαββ	Andross	2,73b	6,35a	***
Γεωργ	Andross	8,48b	9,7a	**
Βουρ	Catherina	11,98		
Αναστ	Everts	1,54b	5,30a	***
Αναστ	Andross	4,76b	10,6a	***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η τιμή της παραμέτρου a\* του χρώματος φλοιού των καρπών των δέντρων που δέχτηκαν εναλλακτική λίπανση ήταν σημαντικά υψηλότερη από τους καρπούς του μάρτυρα και αυτό παρατηρείται σε όλους τους οπωρώνες (Πίνακας 3.1.1). Επίσης, παρατηρείται ότι στον οπωρώνα Γεωργ ποικιλίας Andross τα ροδάκινα του μάρτυρα είχαν υψηλότερη τιμή παραμέτρου a\* του χρώματος φλοιού από τα ροδάκινα του μάρτυρα των υπόλοιπων αγρών πλην του Βουρ.

**Πίνακας 3.1.2.** Παράμετρος a\* του χρώματος σάρκας των καρπών των δέντρων των μεταχειρίσεων Μάρτυρα και Εναλλακτικής λίπανσης κάθε αγρού στην εμπορική ωρίμανση.

Αγρός	Ποικιλία	Μάρτυρας	Εναλλακτική Λίπανση	Σημαντικότητα
Χατζ	Catherina	10,0b	11,5a	***
Σαββ	Catherina	10,3a	10,4a	NS
Σαββ	Andross	3,00a	3,64a	NS

Γεωργ	Andross	6,5b	7,3a	***
Βουρ	Catherina	14,0		
Αναστ	Everts	3,11b	4,5a	***
Αναστ	Andross	2,1b	3,7a	***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στους οπωρώνες Χατζ ποικιλίας Catherina, Γεωργ ποικιλίας Andross και Αναστ ποικιλιών Andross και Everts η εναλλακτική λίπανση αύξησε σημαντικά την τιμή της παραμέτρου a\* του χρώματος σάρκας στους καρπούς (Πίνακας 3.1.2). Μόνο στον Σαββ δεν αυξήθηκε σημαντικά η τιμή της παραμέτρου a\* του χρώματος σάρκας και στις δύο ποικιλίες του αγρού.

**Πίνακας 3.1.3.** Σκληρότητα σάρκας (kgF) των καρπών των δέντρων των μεταχειρίσεων Μάρτυρα και Εναλλακτικής λίπανσης κάθε αγρού στην εμπορική ωρίμανση.

Αγρός	Ποικιλία	Μάρτυρας	Εναλλακτική Λίπανση	Σημαντικότητα
Χατζ	Catherina	3,95a	3,32b	**
Σαββ	Catherina	3,95b	4,15a	*
Σαββ	Andross	3,79a	3,52a	NS
Γεωργ	Andross	4,08a	3,49b	***
Βουρ	Catherina	2,95		
Αναστ	Everts	3,50a	2,75b	***
Αναστ	Andross	3,36a	2,58b	**

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στον Πίνακα 3.1.3. παρατηρείται ότι στα ροδάκινα των οπωρώνων Χατζ ποικιλίας Catherina, Γεωργ ποικιλίας Andross και Αναστ ποικιλιών Andross και Everts η σκληρότητα σάρκας μειώθηκε σημαντικά με την εναλλακτική λίπανση συγκριτικά με τα ροδάκινα του μάρτυρα. Αντίθετα, στους καρπούς του οπωρώνα Σαββ ποικιλιών Catherina και Andross η σκληρότητα σάρκας δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την εναλλακτική λίπανση ή ήταν ελαφρά υψηλότερη στην εναλλακτική λίπανση.

**Πίνακας 3.1.4** Συγκέντρωση διαλυτών στερεών συστατικών χυμού (%) στους καρπούς των δέντρων των μεταχειρίσεων Μάρτυρα και Εναλλακτικής λίπανσης κάθε αγρού στην εμπορική ωρίμανση.

Αγρός	Ποικιλία	Μάρτυρας	Εναλλακτική Λίπανση	Σημαντικότητα
Χατζ	Catherina	10,7b	12,5a	***
Σαββ	Catherina	10,9b	11,8a	***
Σαββ	Andross	11,1a	11,3a	NS
Γεωργ	Andross	10,9a	10,7a	NS
Αναστ	Everts	9,67a	9,72a	NS
Αναστ	Andross	9,9a	10,1a	NS

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Οι καρποί της ποικιλίας Catherina των αγρών Χατζ και Σαββ που δέχτηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν υψηλότερη συγκέντρωση διαλυτών στερεών συστατικών από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίνακας 3.1.4). Στους καρπούς των υπόλοιπων αγρών δεν παρατηρείται σημαντική αλλαγή της συγκέντρωσης των διαλυτών στερεών συστατικών με την εναλλακτική λίπανση.



### 3.2 Επίδραση της εναλλακτικής λίπανσης στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH και FRAP και ολικών καροτενοειδών

**Πίνακας 3.2.1.** Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (ισοδύναμα γαλλικού οξέος mg/ 100 g v.β.) στους καρπούς των δέντρων των μεταχειρίσεων Μάρτυρα και Εναλλακτικής λίπανσης κάθε αγρού στην εμπορική ωρίμανση.

Αγρός	Ποικιλία	Μάρτυρας	Εναλλακτική Λίπανση	Σημαντικότητα
Χατζ	Catherina	34,9b	59,6a	***
Σαββ	Catherina	27b	35a	**
Σαββ	Andross	36b	45a	***
Γεωργ	Andross	33a	33a	NS
Βουρ	Catherina	27,3		
Αναστ	Everts	32a	32a	NS
Αναστ	Andross	38a	36a	NS

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στον Πίνακα 3.2.1. φαίνεται ότι η εναλλακτική λίπανση αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών στους καρπούς του οπωρώνα Χατζ ποικιλίας Catherina και του οπωρώνα Σαββ ποικιλιών Catherina και Andross σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα, ενώ στους υπόλοιπους αγρούς δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών με την εναλλακτική λίπανση.

**Πίνακας 3.2.2.** Αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH (ισοδύναμα ασκορβικού οξέος μολ/ 100 g v.β.) στους καρπούς των δέντρων των μεταχειρίσεων Μάρτυρα και Εναλλακτικής λίπανσης κάθε αγρού στην εμπορική ωρίμανση.

Αγρός	Ποικιλία	Μάρτυρας	Εναλλακτική Λίπανση	Σημαντικότητα
Χατζ	Catherina	153b	302a	***
Σαββ	Catherina	113b	172a	***
Σαββ	Andross	175b	234a	***
Γεωργ	Andross	141a	124b	*

Βουρ	Catherina	322		
Αναστ	Everts	141b	142a	NS
Αναστ	Andross	190a	178a	NS

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στον Πίνακα 3.2.2. παρατηρείται ότι στα ροδάκινα ποικιλίας Catherina του οπωρώνα Χατζ και στα ροδάκινα ποικιλίας Catherina και Andross του οπωρώνα Σαββ αυξήθηκε σημαντικά η αντιοξειδωτική ικανότητα (DPPH) με την εναλλακτική λίπανση. Αντίθετα, στον αγρό Γεωργ ποικιλίας Andross η αντιοξειδωτική ικανότητα (DPPH) μειώθηκε στα ροδάκινα που δέχτηκαν εναλλακτική λίπανση συγκριτικά με τα ροδάκινα του μάρτυρα, ενώ στον αγρό Αναστ δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας (DPPH) με την εναλλακτική λίπανση και στις δύο ποικιλίες.

**Πίνακας 3.2.3.** Αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο FRAP (ισοδύναμα ασκορβικού οξέος μολ/100 g ν.β.) στους καρπούς των δέντρων των μεταχειρίσεων Μάρτυρα και Εναλλακτικής λίπανσης κάθε αγρού στην εμπορική ωρίμανση.

Αγρός	Ποικιλία	Μάρτυρας	Εναλλακτική Λίπανση	Σημαντικότητα
Χατζ	Catherina	157b	300a	***
Σαββ	Catherina	119b	175a	***
Σαββ	Andross	145b	207a	***
Γεωργ	Andross	151a	159a	NS
Βουρ	Catherina	270		
Αναστ	Everts	168a	112b	***
Αναστ	Andross	170a	164a	NS

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Οι καρποί του αγρού Χατζ ποικιλίας Catherina και του αγρού Σαββ ποικιλίας Catherina και Andross που δέχτηκαν εναλλακτική λίπανση είχαν σημαντικά

μεγαλύτερη συγκέντρωση FRAP από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίνακας 3.2.3). Αυτό δεν παρατηρείται στους καρπούς του οπωρώνα Αναστ ποικιλίας Everts, καθώς η συγκέντρωση FRAP μειώθηκε σημαντικά με την εναλλακτική λίπανση. Επίσης, στους αγρούς Γεωργ και Αναστ ποικιλίας Andross δεν παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη μεταβολή στη συγκέντρωση FRAP με την εναλλακτική λίπανση.

**Πίνακας 3.2.4.** Συγκέντρωση καροτενοειδών (μg καροτενοειδών/ 100 g v.β.) των καρπών των δέντρων των μεταχειρίσεων Μάρτυρα και Εναλλακτικής λίπανσης κάθε αγρού στην εμπορική ωρίμανση. Παρουσιάζονται μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις όλων των τιμών κάθε ποικιλίας και αγρού.

Αγρός	Ποικιλία	Μάρτυρας (μg/g)	Εναλλακτική Λίπανση
Χατζ	Catherina	41,6±1,4	37,2±1,8
Σαββ	Catherina	39,0±2,7	39,3±2,1
Σαββ	Andross	43,5±1,3	44,9±1,3
Γεωργ	Andross	64,1±1,7	56,7±1,2
Βουρ	Catherina	47,2±1,4	
Αναστ	Everts	46,5±2,0	39,3±1,0
Αναστ	Andross	41,1±2,0	36,6±1,4

Στους οπωρώνες Χατζ ποικιλίας Catherina, Γεωργ ποικιλίας Andross, και Αναστ ποικιλιών Andross και Everts παρατηρήθηκε ότι η εναλλακτική λίπανση μείωσε τη συγκέντρωση των ολικών καροτενοειδών στους καρπούς (Πίνακας 3.2.4). Μόνο στον αγρό Σαββ δεν παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης των ολικών καροτενοειδών και στις δύο ποικιλίες του αγρού. Επίσης, παρατηρείται ότι όλοι οι οπωρώνες είχαν παρόμοια συγκέντρωση ολικών καροτενοειδών, εκτός του οπωρώνα Γεωργ, όπου η συγκέντρωση των καροτενοειδών στα ροδάκινα ήταν σημαντικά υψηλότερη.

### 3.3 Επίδραση της ψυχοσυντήρησης στο χρώμα φλοιού a\*, χρώμα σάρκας a\*, σκληρότητα σάρκας και ΔΣΣ

**Πίνακας 3.3.** Παράμετρος a\* χρώματος φλοιού και σάρκας, σκληρότητα σάρκας και περιεκτικότητα σε ΔΣΣ των καρπών των δένδρων των μεταχειρίσεων Μάρτυρα και Εναλλακτικής λίπανσης της ποικιλίας Catherina του αγρού Χατζ στην εμπορική ωρίμανση στις 11/7/2019 μετά από συντήρηση 15 και 30 ημερών + 1 ημέρα στο ράφι (+ 1 ημ. ΖΡ).

Συντήρηση	Μεταχείριση	Χρώμα φλοιού a*	Χρώμα σάρκας a*	Σκληρότητα σάρκας (kg)	Διαλυτά στερεά συστατικά (%)
<b>0 ημ.</b>	Μάρτυρας	3,1e	10,0c	3,9ab	10,7bc
	Εναλλακτική λίπανση	5,3d	11,5ab	3,3c	12,5a
<b>15 ημ. + 1 ημ. ΖΡ</b>	Μάρτυρας	6,2c	11,0b	4,4a	10,5c
	Εναλλακτική λίπανση	8,9a	11,4ab	3,5c	11,0b
<b>30 ημ. + 1 ημ. ΖΡ</b>	Μάρτυρας	8,1b	11,7a	3,5c	10,1c
	Εναλλακτική λίπανση	9,3a	11,2b	3,3c	11,0b
<b>Σημαντ.</b>	Συντήρηση	***	***	***	***
	Μεταχείριση	***	***	***	***
<b>ΕΣΔ<sub>0,05</sub></b>		<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>

Μέσοι όροι εντός της στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σύμφωνα με την ΕΣΔ για επίπεδο σημαντικότητας  $p \leq 0,05$   
 Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στις 15 ημέρες συντήρησης οι καρποί του μάρτυρα είχαν αρκετά υψηλότερη τιμή χρώματος φλοιού a\* και χρώματος σάρκας a\* από τους καρπούς του μάρτυρα την ημέρα της συγκομιδής (0 ημ.) (Πίνακας 3.3). Όσον αφορά τη συγκέντρωση των ΔΣΣ και σκληρότητας σάρκας δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή στους καρπούς του μάρτυρα μετά από 15 ημέρες συντήρησης (Πίνακας 3.3).

Στους καρπούς της εναλλακτικής λίπανσης παρατηρείται ότι μετά από 15 ημέρες συντήρησης αυξήθηκε σημαντικά η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού a\* σε σχέση με τους καρπούς της εναλλακτικής λίπανσης την ημέρα 0 (Πίνακας 3.3). Η τιμή της παραμέτρου χρώματος σάρκας a\*, καθώς και της σκληρότητας σάρκας δεν επηρεάστηκαν σημαντικά στους καρπούς της εναλλακτικής λίπανσης μετά από 15 ημέρες συντήρησης συγκριτικά με τους καρπούς της ίδιας μεταχείρισης την ημέρα της

εμπορικής συγκομιδής (0 ημ.). Αντίθετα, η συγκέντρωση των ΔΣΣ μειώθηκε σημαντικά στα ροδάκινα μετά από 15 ημέρες συντήρησης.

Στις 30 ημέρες συντήρησης των καρπών του μάρτυρα παρατηρείται σημαντική αύξηση της τιμής του χρώματος φλοιού  $a^*$  και του χρώματος σάρκας  $a^*$  σε σχέση με του καρπούς του μάρτυρα την ημέρα 0 (Πίνακας 3.3). Αντίθετα, η σκληρότητα σάρκας και η συγκέντρωση των ΔΣΣ μειώθηκαν στους καρπούς του μάρτυρα μετά από 30 ημέρες συντήρησης σε σχέση με τους καρπούς της ίδιας μεταχείρισης την ημέρα της εμπορικής συγκομιδής (0 ημ.).

Τα ροδάκινα της εναλλακτικής λίπανσης που συντηρήθηκαν 30 ημέρες παρουσίασαν υψηλότερη τιμή χρώματος φλοιού  $a^*$  από τα ροδάκινα της εναλλακτικής λίπανσης την ημέρα 0 (Πίνακας 3.3). Όσον αφορά τις τιμές του χρώματος σάρκας  $a^*$  και της σκληρότητας δεν παρατηρείται κάποια σημαντική διαφορά στους καρπούς της μεταχείρισης εναλλακτικής λίπανσης μεταξύ της εμπορικής συγκομιδής και της συντήρησή τους μετά από 30 ημέρες. Τέλος, η συγκέντρωση των ΔΣΣ μειώθηκε σημαντικά στους καρπούς της εναλλακτικής λίπανσης μετά από 30 ημέρες συντήρησης σε σχέση με τους καρπούς της ίδιας μεταχείρισης την ημέρα 0.

### 3.4 Επίδραση της συντήρησης στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH και FRAP και ολικών καροτενοειδών

**Πίνακας 3.4.** Περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά, αντιοξειδωτική ικανότητα (DPPH και FRAP) και ολικά καροτενοειδή των καρπών των δένδρων των μεταχειρίσεων Μάρτυρα και Εναλλακτικής λίπανσης της ποικιλίας Catherina του αγρού Χατζ στην εμπορική ωρίμανση στις 11/7/2019 μετά από συντήρηση 15 και 30 ημερών + 1 ημέρα στο ράφι (+ 1 ημ. ZP).

Συντήρηση	Μεταχείριση	Ολικά φαινολικά (ισοδύναμα γαλλικού οξέος mg/ 100 g v.β.)	Αντιοξ. Ικανότητα DPPH (ισοδύναμα ασκορβικού οξέος μmol/ 100 g v.β.)	Αντιοξ. Ικανότητα FRAP (ισοδύναμα ασκορβικού οξέος μmol/ 100 g v.β.)	Ολικά καροτενοειδή (mg β-καροτένιου ανά 100 g v.β.)
<b>0 ημ.</b>	Μάρτυρας	35c	153b	157c	4,16b
	Εναλλακτική λίπανση	60a	302a	300a	3,81c
<b>15 ημ. + 1 ημ. ZP</b>	Μάρτυρας	24e	87c	107e	4,00bc
	Εναλλακτική λίπανση	57a	306a	264bc	4,02bc
<b>30 ημ. + 1 ημ. ZP</b>	Μάρτυρας	29d	130b	134d	4,46a
	Εναλλακτική λίπανση	51b	324a	274b	4,39ab
<b>Σημαντ.</b>	Συντήρηση	***	**	***	**
	Μεταχείριση	***	***	***	NS
<b>ΕΣΔ<sub>0,05</sub></b>		5	29	17	0,28

Μέσοι όροι εντός της στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σύμφωνα με την ΕΣΔ για επίπεδο σημαντικότητας  $p \leq 0,05$   
 Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Στον Πίνακα 3.4. παρατηρείται ότι στις 15 ημέρες συντήρησης των καρπών του μάρτυρα μειώθηκε σημαντικά η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, καθώς και η αντιοξειδωτική ικανότητα και με τις δύο μεθόδους (DPPH και FRAP), ενώ η συγκέντρωση των ολικών καροτενοειδών δεν επηρεάστηκε σημαντικά.

Στις 15 ημέρες συντήρησης των καρπών της εναλλακτικής λίπανσης δεν παρατηρείται σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών, της αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH και της συγκέντρωσης των ολικών καροτενοειδών (Πίνακας 3.4). Αντίθετα, η αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP μειώθηκε σημαντικά

στους καρπούς της εναλλακτικής λίπανσης που συντηρήθηκαν στις 15 ημέρες σε σχέση με την τιμή της στη συγκομιδή.

Στις 30 ημέρες συντήρησης των καρπών του μάρτυρα παρατηρείται σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών, καθώς και της αντιοξειδωτικής ικανότητας (FRAP) σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα την ημέρα της εμπορικής συγκομιδής (0 ημ.) (Πίνακας 3.4). Η αντιοξειδωτική ικανότητα (DPPH), παρότι μειώθηκε, η μείωση δεν ήταν σημαντική σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα την ημέρα της εμπορικής συγκομιδής. Αντίθετα, η συγκέντρωση των ολικών καροτενοειδών αυξήθηκε σημαντικά στους καρπούς του μάρτυρα στις 30 ημέρες συντήρησης συγκριτικά με τους καρπούς του μάρτυρα στην εμπορική συγκομιδή (0 ημ.).

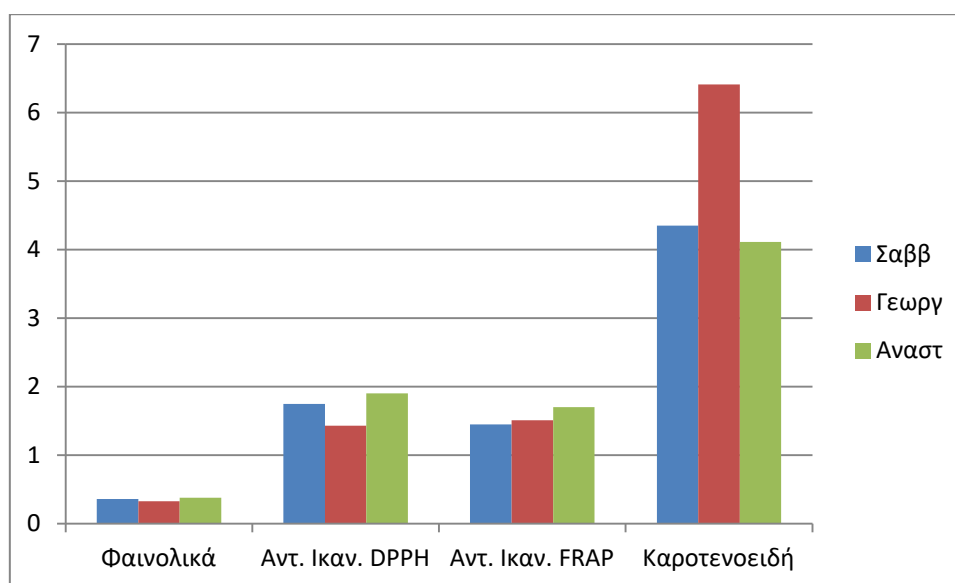
Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών και η αντιοξειδωτική ικανότητα (FRAP) μειώθηκαν σημαντικά στους καρπούς της εναλλακτικής λίπανσης μετά από 30 ημέρες συντήρησης σε σχέση με τους καρπούς της εναλλακτικής λίπανσης την ημέρα της εμπορικής συγκομιδής (0 ημ.) (Πίνακας 3.4). Επίσης, στις 30 ημέρες συντήρησης των καρπών της εναλλακτικής λίπανσης δεν επηρεάστηκε σημαντικά η αντιοξειδωτική ικανότητα (DPPH), ενώ η συγκέντρωση των ολικών καροτενοειδών αυξήθηκε σημαντικά συγκριτικά με τους καρπούς της εναλλακτικής λίπανσης την ημέρα 0.

### 3.5 Σύγκριση ποιοτικών και διατροφικών χαρακτηριστικών ροδάκινων μεταξύ των τριών αγρών ποικιλίας Catherina

**Πίνακας 3.5.** Ποιοτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά ροδάκινων ποικιλίας Catherina στην εμπορική τους συγκομιδή από τρεις οπωρώνες της κεντρικής Μακεδονίας. NB: νωπό βάρος φλοιού και σάρκας του καρπού.

Παράμετρος	Χατζ	Σαββ	Βουρ
Χρώμα φλοιού παράμετρος a*	2,99c	4,16b	12,0a
Χρώμα σάρκας παράμετρος a*	10,2b	10,3b	14,0a
Σκληρότητα σάρκας (kgF)	3,95a	3,95a	2,95b
Διαλυτά στερεά συστατικά χυμού (%)	10,7a	10,9a	
Ολικά φαινολικά χυμού (mg γαλλικού οξέος/100 g NB)	0,35a	0,27b	0,27b
Αντιοξειδωτική Ικανότητα DPPH (μmol ασκορβικού οξέος/100 g NB)	1,53b	1,13c	3,21a
Αντιοξειδωτική Ικανότητα FRAP (μmol ασκορβικού οξέος/100 g NB)	1,57b	1,19c	2,69a
Ολικά καροτενοειδή (mg β-καροτένιου/100 g NB)	4,16b	3,90b	4,72a

Μέσοι όροι ανά γραμμή που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Tukey με 5% πιθανότητα λάθους.



**Γράφημα 1.** Συγκέντρωση ολικών φαινολικών, αντιοξειδωτικής ικανότητας (DPPH και FRAP) και ολικών καροτενοειδών της ποικιλίας Catherina των αγρών Χατζ, Σαββ και Βουρ.



Στον Πίνακα 3.5. και στο Γράφημα 1. φαίνονται τα ποιοτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά των καρπών ροδάκινων ποικιλίας Catherina από τους τρεις οπωρώνες της κεντρικής Μακεδονίας που μετρήθηκαν στο στάδιο της εμπορικής τους συγκομιδής. Κάθε παράμετρος αναφέρεται στο μέσο όρο των δέντρων του μάρτυρα.

Η παράμετρος  $a^*$  του χρώματος φλοιού των ροδάκινων ποικιλίας Catherina διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών οπωρώνων με μεγαλύτερη τιμή στον Βουρ και μικρότερη τιμή στον Χατζ σε σχέση με τον οπωρώνα Σαββ (Πίνακας 3.5).

Η παράμετρος  $a^*$  του χρώματος σάρκας των ροδάκινων ποικιλίας Catherina δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των αγρών Χατζ και Σαββ, όμως οι τιμές αυτών διέφεραν σημαντικά με την τιμή του αγρού Βουρ, η οποία ήταν μικρότερη (Πίνακας 3.5).

Η σκληρότητα σάρκας των ροδάκινων ποικιλίας Catherina δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των ροδάκινων των οπωρώνων Χατζ και Σαββ, ενώ οι τιμές αυτών διέφεραν σημαντικά σε σχέση με την τιμή του οπωρώνα Βουρ, η οποία ήταν μικρότερη (Πίνακας 3.5).

Τα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) στον χυμό των ροδάκινων ποικιλίας Catherina δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ των δύο αγρών Χατζ και Σαββ, ενώ στον Βουρ δεν πραγματοποιήθηκε μέτρηση για τη συγκέντρωση των ΔΣΣ (Πίνακας 3.5).

Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών στον χυμό των ροδάκινων ποικιλίας Catherina δεν διέφερε μεταξύ των αγρών Σαββ και Βουρ, που ήταν μικρότερη σε σχέση με τον αγρό Χατζ, όπου παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών (Πίνακας 3.5 και Γράφημα 1).

Η τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο DPPH των ροδάκινων ποικιλίας Catherina διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών αγρών με τη μεγαλύτερη τιμή στον Βουρ και τη μικρότερη τιμή στον Σαββ σε σχέση με τον οπωρώνα Χατζ (Πίνακας 3.5 και Γράφημα 1).

Η τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο FRAP των ροδάκινων ποικιλίας Catherina διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών αγρών με τη μεγαλύτερη τιμή στον Βουρ και τη μικρότερη τιμή στον Σαββ σε σχέση με τον οπωρώνα Χατζ (Πίνακας 3.5 και Γράφημα 1).

Η συγκέντρωση ολικών καροτενοειδών στον χυμό των ροδάκινων ποικιλίας Catherina διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών οπωρώνων με μεγαλύτερη τιμή στον Βουρ και μικρότερη τιμή στους Σαββ και Χατζ, που δεν διέφεραν μεταξύ τους σημαντικά (Πίνακας 3.5 και Γράφημα 1).

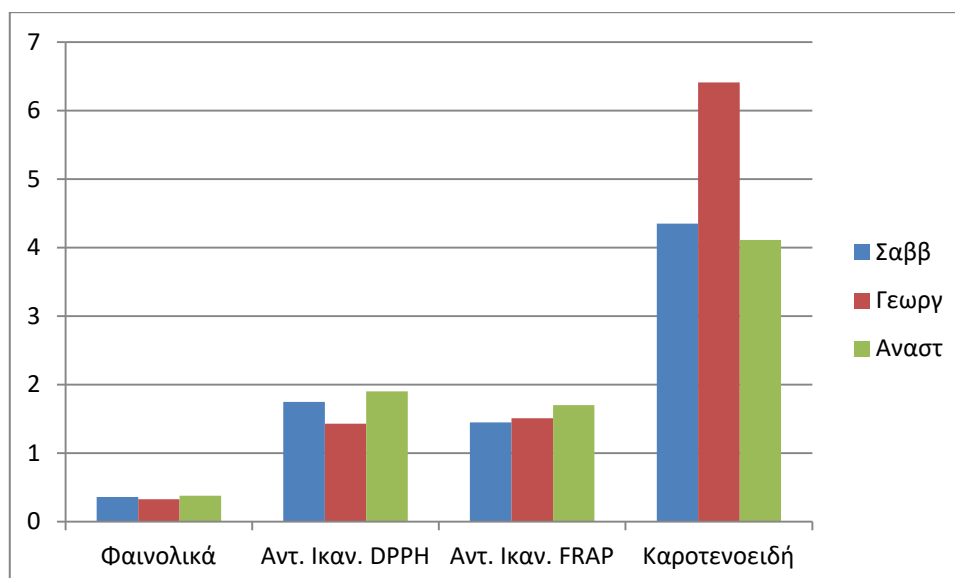


### 3.6 Σύγκριση ποιοτικών και διατροφικών χαρακτηριστικών ροδάκινων μεταξύ των τριών αγρών ποικιλίας Andross

**Πίνακας 3.6.** Ποιοτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά ροδάκινων ποικιλίας Andross στην εμπορική τους συγκομιδή από τρεις οπωρώνες της κεντρικής Μακεδονίας. NB νωπό βάρος φλοιού και σάρκας του καρπού.

Παράμετρος	Σαββ	Γεωργ	Αναστ
Χρώμα φλοιού παράμετρος a*	2,73c	8,48a	4,76b
Χρώμα σάρκας παράμετρος a*	3,00b	6,45a	2,12c
Σκληρότητα σάρκας (kgF)	3,79ab	4,08a	3,36b
Διαλυτά στερεά συστατικά χυμού (%)	11,10a	10,92a	9,92b
Ολικά φαινολικά χυμού (mg γαλλικού οξέος/100 g NB)	0,36a	0,33b	0,38a
Αντιοξ. Ικαν. DPPH (μmol ασκορβικού οξέος/100 g NB)	1,75b	1,43c	1,90a
Αντιοξ. Ικαν. FRAP (μmol ασκορβικού οξέος/100 g NB)	1,45c	1,51b	1,70a
Ολικά καροτενοειδή (mg β-καροτένιου/100 g NB)	4,35b	6,41a	4,11c

Μέσοι όροι ανά γραμμή που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά κατά Tukey με 5% πιθανότητα λάθους.



**Γράφημα 2.** Συγκέτρωση ολικών φαινολικών, αντιοξειδωτικής ικανότητας (DPPH και FRAP) και ολικών καροτενοειδών της ποικιλίας Andross στους οπωρώνες Σαββ, Γεωργ και Αναστ.

Στον Πίνακα 3.6. και στο Γράφημα 2. φαίνονται τα ποιοτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά των καρπών ροδάκινων ποικιλίας Andross από τους τρεις οπωρώνες της κεντρικής Μακεδονίας που μετρήθηκαν στο στάδιο της εμπορικής τους συγκομιδής. Κάθε παράμετρος αναφέρεται στο μέσο όρο των δέντρων του μάρτυρα.

Η παράμετρος  $a^*$  του χρώματος φλοιού των ροδάκινων ποικιλίας Andross διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών οπωρώνων με μεγαλύτερη τιμή στον Γεωρ και μικρότερη στον Σαββ σε σχέση με τον οπωρώνα Αναστ (Πίνακας 3.6).

Η παράμετρος  $a^*$  του χρώματος σάρκας των ροδάκινων ποικιλίας Andross διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών οπωρώνων με μεγαλύτερη τιμή στον Γεωρ και μικρότερη στον Αναστ σε σχέση με τον οπωρώνα Σαββ (Πίνακας 3.6).

Η σκληρότητα σάρκας διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών αγρών με την υψηλότερη τιμή να παρατηρείται στον αγρό Γεωρ και τη μικρότερη στον Αναστ, ενώ ενδιάμεσες τιμές σκληρότητας σάρκας βρέθηκαν στον αγρό Σαββ (Πίνακας 3.6).

Η περιεκτικότητα σε ΔΣΣ χυμού των ροδάκινων ποικιλίας Andross διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών οπωρώνων με τους καρπούς από τους οπωρώνες Γεωρ και Σαββ να έχουν παρόμοια μεταξύ τους και μεγαλύτερη περιεκτικότητα ΔΣΣ από τους καρπούς του οπωρώνα Αναστ (Πίνακας 3.6).

Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών στον χυμό των ροδάκινων ποικιλίας Andross διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών αγρών με τη μεγαλύτερη τιμή να παρατηρείται στους αγρούς Αναστ και Σαββ, με παρόμοια τιμή μεταξύ τους, και τη μικρότερη στον Γεωρ (Πίνακας 3.6 και Γράφημα 2).

Η τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο DPPH των ροδάκινων ποικιλίας Andross διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών αγρών με τα ροδάκινα από τον οπωρώνα Γεωρ να έχουν τη μικρότερη αντιοξειδωτική ικανότητα, τα ροδάκινα του αγρού Σαββ υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από τον αγρό Γεωρ, και τα ροδάκινα του οπωρώνα Αναστ να έχουν την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από τους άλλους δύο οπωρώνες (Πίνακας 3.6 και Γράφημα 2).

Η τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας FRAP των καρπών ποικιλίας Andross διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών αγρών με τη μεγαλύτερη τιμή να παρατηρείται στους καρπούς του αγρού Αναστ και τη μικρότερη στον Σαββ σε σχέση με τον Γεωρ, που είχε ενδιάμεση τιμή, σημαντικά όμως διαφορετική από τους άλλους δύο αγρούς (Πίνακας 3.6 και Γράφημα 2).

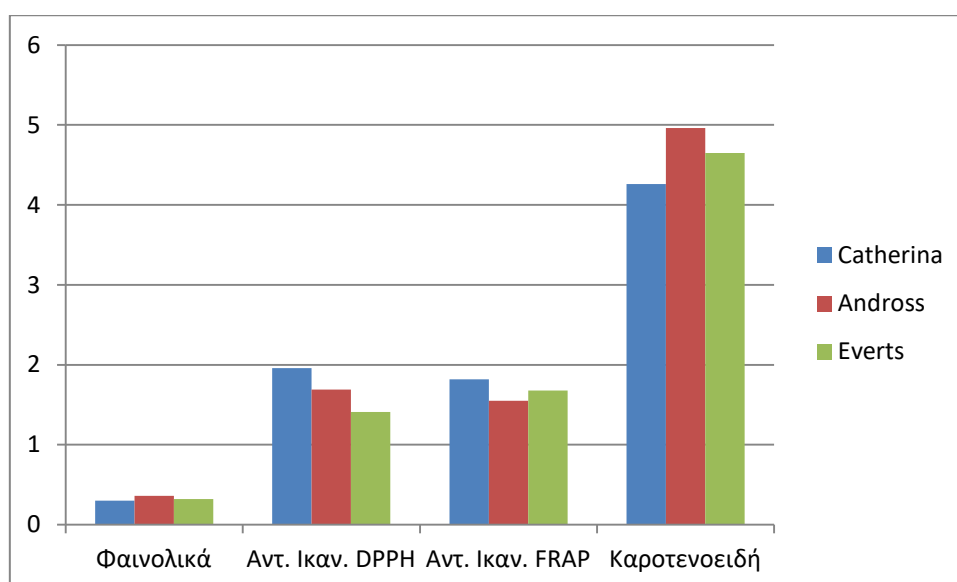
Η συγκέντρωση των ολικών καροτενοειδών στον χυμό των ροδάκινων ποικιλίας Andross διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών οπωρώνων με τα ροδάκινα του

οπωρώνα Γεωρ να έχουν την υψηλότερη τιμή, τα ροδάκινα του οπωρώνα Σαββ να έχουν χαμηλότερη συγκέντρωση των ολικών καροτενοειδών από τον οπωρώνα Γεωρ και υψηλότερη από τον οπωρώνα Αναστ, και τον οπωρώνα Αναστ να έχει τη μικρότερη συγκέντρωση ολικών καροτενοειδών (Πίνακας 3.6 και Γράφημα 2).

### 3.7 Σύγκριση ποιοτικών και διατροφικών χαρακτηριστικών ροδάκινων μεταξύ των ποικιλιών Catherina, Andross και Everts

**Πίνακας 3.7.** Ποιοτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά ροδάκινων των τριών κύριων ποικιλιών συμπύρηνων ροδάκινων στην εμπορική τους συγκομιδή από οπωρώνες της κεντρικής Μακεδονίας. Οι τιμές των ποικιλιών Catherina και Andross προήλθαν από 3 οπωρώνες, ενώ της ποικιλίας Everts από έναν οπωρώνα. NB νωπό βάρος φλοιού και σάρκας του καρπού. Παρουσιάζονται μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις όλων των τιμών κάθε ποικιλίας.

Παράμετρος	Catherina	Andross	Everts
Χρώμα φλοιού παράμετρος a*	6,39±4,16	5,32±2,52	1,54±0,24
Χρώμα σάρκας παράμετρος a*	11,46±1,90	3,85±1,94	3,11±0,52
Σκληρότητα σάρκας (kgF)	3,62±0,55	3,74±0,46	3,50±0,13
Διαλυτά στερεά συστατικά χυμού (%)	10,8±0,4	10,6±0,6	9,7±0,2
Ολικά φαινολικά χυμού (mg γαλλικού οξέος/100 g NB)	0,30±0,04	0,36±0,03	0,32±0,02
Αντιοξ. Ικαν. DPPH (μmol ασκορβικού οξέος/100 g NB)	1,96±0,43	1,69±0,21	1,41±0,08
Αντιοξ. Ικαν. FRAP (μmol ασκορβικού οξέος/100 g NB)	1,82±0,46	1,55±0,12	1,68±0,09
Ολικά καροτενοειδή (mg β-καροτένιου/100 g NB)	4,26±0,06	4,96±0,41	4,65±0,2



**Γράφημα 3.** Συγκέντρωση ολικών φαινολικών, αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH και FRAP και ολικών καροτενοειδών των ποικιλιών Catherina, Andross και Everts.

Στον Πίνακα 3.7. και στο Γράφημα 3. παρουσιάζονται τα ποιοτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά των τριών κύριων ποικιλιών συμπύρηνων ροδάκινων που μετρήθηκαν στην εμπορική τους συγκομιδή. Κάθε παράμετρος αναφέρεται στο άθροισμα των μέσων όρων των τιμών των δένδρων του μάρτυρα.

Η ποικιλία Catherina, ως μέσος όρος των τριών αγρών, είχε τη μεγαλύτερη τιμή όσον αφορά τη παράμετρο  $a^*$  του χρώματος φλοιού αλλά και του χρώματος σάρκας σε σχέση με τις ποικιλίες Andross και Everts (Πίνακας 3.7).

Η σκληρότητα σάρκας δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών ποικιλιών (Πίνακας 3.7).

Οι ποικιλίες Catherina και Andross είχαν παρόμοια τιμή ΔΣΣ μεταξύ τους και μεγαλύτερη τιμή ΔΣΣ σε σχέση με την ποικιλία Everts (Πίνακας 3.7).

Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών στον χυμό ήταν υψηλότερη στην ποικιλία Andross και μικρότερη στην ποικιλία Catherina με τη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών στην Everts να έχει ενδιάμεσες τιμές (Πίνακας 3.7).

Η ποικιλία Catherina είχε τη μεγαλύτερη τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο DPPH, ακολουθούσε η ποικιλία Andross χωρίς σημαντική διαφορά λόγω υψηλής παραλλακτικότητας, και η ποικιλία Everts με τη μικρότερη τιμή (Πίνακας 3.7 και Γράφημα 3). Επίσης, η ποικιλία Catherina είχε τη μεγαλύτερη τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας και με τη μέθοδο FRAP, ενώ η ποικιλία Andross είχε τη μικρότερη τιμή σε σχέση με τη ποικιλία Everts (Πίνακας 3.7 και Γράφημα 3).

Τέλος, παρατηρήθηκε ότι η ποικιλία Andross είχε την υψηλότερη συγκέντρωση ολικών καροτενοειδών σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες συμπύρηνων ροδάκινων, και η ποικιλία Catherina είχε τις χαμηλότερες τιμές (Πίνακας 3.7 και Γράφημα 3).

## 4. Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία μετρήθηκαν τα ποιοτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά συμπύρηνων ροδάκινων των ποικιλιών Catherina, Andross και Everts. Υπενθυμίζεται ότι για τη σύγκριση μεταξύ των τριών ποικιλιών οι τιμές των ποικιλιών Catherina και Andross προήλθαν από 3 οπωρώνες, ενώ της ποικιλίας Everts από έναν οπωρώνα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων, η υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών και καροτενοειδών βρέθηκε στην ποικιλία Andross ακολουθούμενη με φθίνουσα σειρά από την Everts και την Catherina (Πίνακας 3.7.). Αυτά τα αποτελέσματα επιβεβαιώνονται και από την έρευνα των Drogoudi και Tsiouridis (2007). Στην παρούσα μελέτη βρέθηκε ότι η ποικιλία Catherina είχε τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα και με τις δύο μεθόδους DPPH και FRAP, γεγονός που έρχεται σε αντιπαράθεση με τα ευρήματα των Drogoudi και Tsiouridis (2007), οι οποίοι ανέφεραν υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα στη ποικιλία Everts και χαμηλότερη στη ποικιλία Catherina .

Στην παρούσα μελέτη η συγκέντρωση ολικών φαινολικών μεταξύ των τριών ποικιλιών κυμαίνονταν από 29,7 έως 35 mg / 100 g νωπού βάρους, η συγκέντρωση των καροτενοειδών από 42,6 έως 49,3 μg / 100 g ν.β., ενώ η αντιοξειδωτική ικανότητα είχε εύρος 24,9 έως 34,5 mg ασκορβικού οξέως / 100 g ν.β. για τη μέθοδο DPPH και 27,3 έως 32,0 mg ασκορβικού οξέως / 100 g ν.β. για τη μέθοδο FRAP. Σε μελέτη τους οι Gill et al. (2002) μέτρησαν το περιεχόμενο των βιοδραστικών ουσιών σε πέντε ποικιλίες επιτραπέζιων ροδάκινων της Καλιφόρνιας και παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση ολικών φαινολικών κυμαίνονταν από 21 έως 61 mg / 100 g νωπού βάρους, η συγκέντρωση των καροτενοειδών από 71 έως 210 μg / 100 g ν.β., ενώ η αντιοξειδωτική ικανότητα είχε εύρος 13 έως 50,5 mg ασκορβικού οξέως / 100 g ν.β. για τη μέθοδο DPPH και 19 έως 72,2 mg ασκορβικού οξέως / 100 g ν.β. για τη μέθοδο FRAP. Οι διαφορές στο αντιοξειδωτικό περιεχόμενο μεταξύ των ποικιλιών συμπύρηνων, αλλά και επιτραπέζιων ροδάκινων είναι σημαντικές και σύμφωνα με αρκετές έρευνες αυτό αποδίδεται κυρίως στο γενετικό υπόβαθρο των ποικιλιών (Cantín et al. 2009).

Διακυμάνσεις στην ποιότητα των καρπών υπάρχουν και μεταξύ των δέντρων του ίδιου οπωρώνα, όπου ο παραγωγός εφαρμόζει τις ίδιες καλλιεργητικές πρακτικές. Για παράδειγμα, στον οπωρώνα Σαββ παρατηρείται σημαντική διαφορά στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών και καροτενοειδών, αλλά και στην



αντιοξειδωτική ικανότητα, μεταξύ της ποικιλίας Catherina και Andross, παρόλο που καλλιεργούνται στον ίδιο αγρό και δέχονται τις ίδιες καλλιεργητικές τεχνικές. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στην ποικιλία, αλλά και στη διαφορετική εποχή συγκομιδής (Minas et al 2018), καθώς η ποικιλία Catherina συγκομίστηκε στις 15/07/2019, ενώ η Andross στις 09/08/2019, οπότε η τελευταία δέχθηκε περισσότερες υψηλότερες θερμοκρασίες κατά την ωρίμανσή της.

Ενδιαφέρον παρουσιάζεται στα ροδάκινα του μάρτυρα του αγρού Γεωργ ποικιλίας Andross, καθώς βρέθηκε ότι περιέχουν την υψηλότερη συγκέντρωση καροτενοειδών συγκριτικά με τα ροδάκινα του μάρτυρα των υπόλοιπων αγρών (Πίνακας 3.2.4.). Μία πιθανή εξήγηση στην πολύ υψηλή συγκέντρωση καροτενοειδών στον οπωρώνα Γεωργ είναι ότι τα δέντρα έχουν σχήμα διαμόρφωσης παλμέτα (φυτικό τοίχος) και, ως εκ τούτου, τα ροδάκινα εκτίθενται περισσότερο στο φως με αποτέλεσμα να καταπονούνται περισσότερο. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, όσο καλύτερα φωτίζονται οι καρποί τόσο περισσότερα καροτενοειδή και αντιοξειδωτικά έχουν (Day 1997). Ακόμα, ο αγρός Γεωργ βρίσκεται σε μεγαλύτερο υψόμετρο που σημαίνει και αυξημένη υπερϊώδη ακτινοβολία, που μπορεί να επηρεάσει θετικά την ανάπτυξη των προστατευτικών των χλωροφυλλών καροτενοειδών. Η αυξημένη συγκέντρωση καροτενοειδών σχετίζεται άμεσα με τη σκληρότητα και τη παράμετρο  $a^*$  του χρώματος φλοιού και σάρκας, καθώς όπως φαίνεται από τους Πίνακες 3.1.1., 3.1.2. και 3.1.3. των αποτελεσμάτων, όσο υψηλότερη ήταν η συγκέντρωση των καροτενοειδών, τόσο πιο υψηλές ήταν οι τιμές της παραμέτρου  $a^*$  του χρώματος φλοιού και σάρκας, αλλά και η σκληρότητα. Τα καροτενοειδή συνδέονται με την ωρίμανση, καθώς η συγκέντρωσή τους αυξάνεται όσο ωριμάζουν οι καρποί (Rodríguez-Amaya 1993). Αυτό επιβεβαιώνεται και στην παρούσα μελέτη, καθώς τα ροδάκινα του αγρού Γεωργ ποικιλίας Andross συγκομίστηκαν πιο ώριμα (συγκομιδή 24/08/2019) σε σχέση με τις ποικιλίες Andross των υπόλοιπων αγρών (Σαββ συγκομίστηκαν στις 09/08/2019 και Αναστ στις 22/08/2019) και άρα είχαν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση καροτενοειδών. Βέβαια ο αγρός Γεωργ βρίσκεται σε πιο ορεινή θέση, που μπορεί να σημαίνει οψιμότερη ωρίμανση. Διαφορά στη συγκέντρωση καροτενοειδών παρατηρήθηκε και στον αγρό Βουρ ποικιλίας Catherina, όπου τα καροτενοειδή και η παράμετρος  $a^*$  του χρώματος φλοιού και σάρκας είχαν υψηλότερη τιμή σε σχέση με τους αγρούς Χατζ και Σαββ της ίδιας ποικιλίας γεγονός που μπορεί να οφείλεται στην πιο ώριμη συγκομιδή των ροδάκινων

του Βουρ (22/07/2019) σε σχέση με τον Χατζ (συγκομιδή 11/07/2019) και τον Σαββ (συγκομιδή 15/07/2019).

Διαφορά στα φυτοχημικά συστατικά παρατηρείται και μεταξύ νωπών και κονσερβοποιημένων ροδάκινων. Για παράδειγμα, στην παρούσα μελέτη βρέθηκε ότι οι καρποί της ποικιλίας Andross είχαν συγκέντρωση ολικών φαινολικών 35 mg / 100 g ν.β., και βάσει των Asami et al. (2002) αναφέρεται ότι όταν οι καρποί αποφλοιωθούν και θερμανθούν παρατηρείται απώλεια των συνολικών φαινολικών ουσιών της τάξης του 13-48%. Επομένως, μετά τη μεταποίηση αναμένεται η συγκέντρωση ολικών φαινολικών στα ροδάκινα της ποικιλίας Andross να είναι <30,5 mg / 100 g, ακολουθώντας τα πρωτόκολλα κονσερβοποίησης θερμικής επεξεργασίας.

Με τη συντήρηση οι καρποί συνέχισαν να ωριμάζουν και αυτό αποδεικνύεται από τις μεταβολές στο χρώμα τους, καθώς το χρώμα του φλοιού των καρπών έγινε πιο πορτοκαλί και κυρίως των καρπών των δένδρων που δέχτηκαν εναλλακτική λίπανση (Πίνακας 3.3.). Επίσης, έως τις 15 ημ. + 1 ημ. ΖΡ παρατηρήθηκε μία μείωση της συγκέντρωσης σε ολικά φαινολικά και της αντιοξειδωτικής ικανότητας των ροδάκινων του μάρτυρα, ενώ στην περίπτωση της εναλλακτικής λίπανσης δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή στα αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά με τη διάρκεια συντήρησης. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι με τη συντήρηση αυξήθηκε η συγκέντρωση των καρπών σε ολικά καροτενοειδή (Πίνακας 3.4.). Μία πιθανή εξήγηση για τη μείωση των φαινολικών ουσιών είναι ότι οι καρποί εξακολουθούν να ωριμάζουν κατά τη συντήρηση και με βάση τη βιβλιογραφία, οι ώριμοι καρποί χάνουν τη σφριγηλότητά τους, συρρικνώνονται με αποτέλεσμα να έχουν μικρότερη αναλογία επιφάνειας προς σάρκα και άρα μικρότερη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών σε σχέση με τους πιο ανώριμους καρπούς (Asami et al. 2002). Η αύξηση της συγκέντρωσης των καροτενοειδών οφείλεται επίσης στο γεγονός ότι οι καρποί συνεχίζουν να ωριμάζουν κατά τη συντήρηση, καθώς έχει αναφερθεί ότι η αύξηση της συγκέντρωσης των καροτενοειδών συνδέεται με την ωρίμανση των καρπών (Rodriguez-Amaya 1993).

Η διατροφική ποιότητα των ροδάκινων επηρεάζεται και από τις καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζει ο παραγωγός. Οι οπωρώνες που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία υπερλιπαίνονταν με άζωτο και για τον λόγο αυτό εφαρμόστηκε μία εναλλακτική λίπανση, η οποία στόχευε στη μείωση του αζώτου και στην αύξηση του καλίου σε συνδυασμό με θερινό κλάδεμα για τη μείωση της βλάστησης και βελτίωση του φωτισμού του δέντρου. Το άζωτο (N) είναι ένα θρεπτικό συστατικό που

απαιτείται σε υψηλές ποσότητες από το δέντρο. Ωστόσο, συχνά εφαρμόζεται σε υπερβολικές δόσεις και μπορεί να επηρεάσει τη φυτοχημική σύνθεση των φρούτων. Εφαρμογή μειωμένης ποσότητας αζώτου σε δύο ποικιλίες ροδάκινου στη Φλόριντα αύξησε την περιεκτικότητα σε φαινολικά και την αντιοξειδωτική ικανότητα (Vashisth et al 2017). Αυτό στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε σε 3 από τους 6 αγρούς που δέχτηκαν εναλλακτική λίπανση, ενώ στους υπόλοιπους αγρούς δεν επηρεάστηκε η συγκέντρωση των φαινολικών και η αντιοξειδωτική ικανότητα (Πίνακας 3.2.1. και 3.2.2.). Παρά το γεγονός ότι η αυξημένη θερμοκρασία και η μεγαλύτερη έκθεση των καρπών στο ηλιακό φως αυξάνουν τα καροτενοειδή (Rodriguez-Amaya et al. 2008), στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκε μειωμένη συγκέντρωση καροτενοειδών στους καρπούς 4 από τους 6 αγρούς που δέχτηκαν εναλλακτική λίπανση σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα. Οι μειωμένες συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών συχνά σχετίζονται και με τη μειωμένη καταπόνηση των καρπών λόγω περισσότερης σκίασης (Crisosto et al., 1997), που μπορεί να είναι η συνθήκη ανάπτυξης των δέντρων στην Ελλάδα με τεράστια βλαστική ανάπτυξη ακόμα και με περιορισμένη διαθεσιμότητα N.

Βάσει βιβλιογραφίας, η λίπανση με N σχετίζεται με το φως και την καταπόνηση του καρπού από αυτό, καθώς έχει αναφερθεί ότι η εφαρμογή μειωμένης ποσότητας N έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της βλάστησης και άρα τη μεγαλύτερη έκθεση του καρπού στο ηλιακό φως με αποτέλεσμα την καταπόνησή του και επομένως τη μεγαλύτερη συσσώρευση αντιοξειδωτικών (George and Nissen 1992). Σε έρευνα βρέθηκε ότι ροδάκινα στα οποία εφαρμόστηκε ανακλαστικό πλαστικό είχαν αυξημένη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών, γιατί φωτίζονταν καλύτερα και επομένως καταπονήθηκαν περισσότερο (Layne et al. 2001). Στην παρούσα μελέτη, μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων σε ορισμένους αγρούς βρέθηκαν διαφορές στα φαινολικά, την αντιοξειδωτική ικανότητα και τα καροτενοειδή λόγω καταπόνησης, ενώ σε κάποιους αγρούς δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ή ακόμη παρατηρήθηκε μείωση των συγκεντρώσεων των βιοδραστικών ουσιών στην εναλλακτική λίπανση γιατί ίσως δεν καταπονήθηκαν αρκετά οι καρποί.

## Συμπεράσματα

Όπως ήταν αναμενόμενο, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στη διατροφική ποιότητα μεταξύ των τριών κύριων ποικιλιών συμπύρηνων ροδάκινων. Συγκεκριμένα βρέθηκε ότι η ποικιλία Andross είχε την υψηλότερη συγκέντρωση σε ολικά φαινολικά και καροτενοειδή, ενώ η ποικιλία Catherina είχε τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα.

Επίσης, διαφορές βρέθηκαν και μεταξύ των καρπών διαφορετικών αγρών της ίδιας ποικιλίας, αλλά και μεταξύ των καρπών των δέντρων που καλλιεργούνταν στον ίδιο αγρό υπό τις ίδιες συνθήκες καλλιέργειας.

Η εφαρμογή εναλλακτικής λίπανσης οδήγησε στην αύξηση των ολικών φαινολικών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας στους περισσότερους αγρούς. Αντίθετα, μείωσε την συγκέντρωση ολικών καροτενοειδών σε 4 από τους 6 οπωρώνες.

Η λίπανση σχετίζεται άμεσα με το φως που δέχονται οι καρποί, αφού το λιγότερο N οδηγεί σε μειωμένη βλάστηση, η οποία οδηγεί με τη σειρά της σε μεγαλύτερη έκθεση του καρπού στο φως, και άρα σε αυξημένη καταπόνηση και ως εκ τούτου σε υψηλότερες συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών και κυρίως καροτενοειδών. Στην παρούσα εργασία, ακόμα και με τον περιορισμό της διαθεσιμότητας N, λόγω μείωσης της λίπανσης με N, η βλάστηση ήταν ακόμα έντονη.

Η συγκέντρωση των καροτενοειδών ήταν πολύ υψηλή όταν η τιμή της παραμέτρου  $a^*$  του χρώματος φλοιού και σάρκας ήταν μεγάλη, όταν οι καρποί συγκομίστηκαν πιο ώριμοι, και όταν οι καρποί καταπονήθηκαν πολύ λόγω μεγαλύτερης έκθεσης στο ηλιακό φως (π.χ. οπωρώνας Γεωργ).

Η συντήρηση μείωσε τη συγκέντρωση σε ολικά φαινολικά και την αντιοξειδωτική ικανότητα των ροδάκινων του μάρτυρα, ενώ στην περίπτωση της εναλλακτικής λίπανσης δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή στα αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά. Επίσης, με τη συντήρηση αυξήθηκε η συγκέντρωση των ολικών καροτενοειδών και στις δύο μεταχειρίσεις μόνο μετά από 30 ημέρες συντήρησης.

Με βάση τα παραπάνω, είναι προφανές ότι η διατροφική αξία των ροδάκινων και γενικά των φρούτων επηρεάζεται από την ποικιλία, τους κλιματικούς παράγοντες, τις

καλλιεργητικές φροντίδες, τις συνθήκες συντήρησης και επεξεργασίας, και από τη θέση στο δέντρο ή το βαθμό ωρίμανσης. Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή μεταχειρίσεων και πρακτικών που θα διατηρήσουν ή θα αυξήσουν τη διατροφική ποιότητα των καρπών προκειμένου οι καταναλωτές να προσλαμβάνουν όσο το δυνατόν περισσότερα αντιοξειδωτικά μέσω των φρούτων, τα οποία ως γνωστόν συμβάλλουν στην βέλτιστη υγεία του ανθρώπου.

## **Βιβλιογραφία**

### Ελληνική Βιβλιογραφία

Βάρβογλης Α., 2005. Επίτομη Οργανική Χημεία. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.

Βασιλακάκης Μ., 2006. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία – Μεταχείριση Οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.

Βασιλακάκης Μ., 2016. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.

Διαμαντίδης Γ., 2017. Εισαγωγή στη Βιοχημεία. Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Δρογούδη Π., Τσιπουρίδης Κ. και Πανταζής Σ., 2007. Ποικιλίες Ροδακινιάς και Νεκταρινιάς. Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων, ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Νάουσα. Γεωργία - Κτηνοτροφία, τεύχος 6, σελ. 18-27.

Μπλούκας Ι., 2017. Επεξεργασία και Συντήρηση Τροφίμων. Εκδόσεις UNIBOOKS, Αθήνα.

Νάνος Γ., 2018. Δενδροκομία Ι Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Σαρλής Γ.Π., 1999. Συστηματική Βοτανική - Εφαρμογές Κορμόφυτων. Εκδόσεις Αθαν. Σταμούλης, Αθήνα.

### Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Adwas A.A., Elsayed A.S.I., Azab A.E., Quwaydir A.F., 2019. Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering, 6:43-47.

Ahmad P., Jaleel C.A., Salem M.A., Nabi G. and Sharma S., 2010. Roles of enzymatic and nonenzymatic antioxidants in plants during abiotic stress. Critical Reviews in Biotechnology, 30:161-175.

Ali A. and Alqurainy F., 2006. Activities of antioxidants in plants under environmental stress. Transworld Research Network, pp. 187-256.

Ames B.N., 1983. Dietary carcinogens and anticarcinogens: oxygen radicals and degenerative diseases. *Science*, 221:1256-1262.

Arrigoni O. and Tullio M.C., 2002. Ascorbic acid: much more than just an antioxidant. *Biochimica et Biophysica Acta -General Subjects*, pp. 1-9.

Asami D.K., Hong Y.J., Barrett D.M. and Mitchell A.E., 2002. Processing-induced changes in total phenolics and procyanidins in clingstone peaches. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83:56-63.

Augustyniak A., Bartosz G., Čipak A., Duburs G., Horákov, L., Łuczaj W., . . . Žarkovi N., 2010. Natural and synthetic antioxidants: An updated overview. *Free Radical Research*, 44:1216-1262.

Azab A.E., Albasha M.O., Elsayed A.S.I., 2017. Prevention of nephropathy by some natural sources of antioxidants. *Yangtze Medicine*, 1:235–266.

Barrett D.M., Beaulieu J.C. and Shewfelt R., 2010. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: Desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50:369-389.

Belli G., Herrero E., Ros J., Cabiscol E., 2008. Redox control and oxidative stress in yeast cells. *Biochimica et Biophysica Acta -General subjects*, 1780:1217–1235.

Beltsville M.D., 2005. USDA-ARS (United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service), USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release pp. 18.

Benzie I.F. and Strain J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239:70-76.

Brand-Williams W., Cuvelier M.E. and Berset C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28:25-30.

Caldwell M.M., Robberecht R. and Flint S.D., 1983. Protection against damaging oxidants using flavanoids. *Physiologia Plantarum*, 58:445-453.

Campbell O.E., Merwin I.A. and Padilla-Zakour O.I., 2011. Nutritional quality of New York peaches and apricots. *New York Fruit Quarterly*, 19:12-16.

Cantín C.M., Moreno M.A. and Gogorcena Y., 2009. Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds, and vitamin C content of different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57:4586–4592.

Cipriani G., Lot G., Huang W.-G., Marrazzo M. T., Peterlunger E. and Testolin R., 1999. AC/GT and AG/CT microsatellite repeats in peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]: isolation, characterisation and cross-species amplification in *Prunus*. *Theoretical and Applied Genetics*, 99:65-72.

Clevidence B.A., Bieri J.G., 1993. Associations of carotenoids with human lipoproteins. *Methods in Enzymology*, 214:33-46.

Cook N.C. and Samman S., 1996. Flavonoids - chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 7:66-76.

Cortesi A., Kikic I., Alessi P., Turtoi G. and Garnier, S., 1999. Effect of chemical structure on the solubility of antioxidants in supercritical carbon dioxide: experimental data and correlation. *Journal of Supercritical Fluids*, 14:139-144.

Cote J.J., Caillet S.S., Doyon G.G., Sylvain J.F. and Lacroix M.M., 2010. Analyzing cranberry bioactive compounds. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50:872-888.

Crisosto C.H. and Costa G., 2008. 20 Preharvest factors affecting peach quality. In: D.R. Layne and D. Bassi (eds), *The Peach: Botany, Production and Uses*, pp. 536-544. CABI Inc.

Crisosto C.H., Johnson R.S., Day K.R. and DeJong T., 1997. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. *HortScience*, 32:820–823.



Crisosto C.H., Manganaris G.A., Sozzi G.O. and Vicente A.R., 2009. Nutritional quality of fruit and vegetables. In: Florkowski W.J., Shewfelt R.L., Brueckner B. and Prussia S.E. (ed.), *Postharvest Handling: A Systems Approach*, Academic Press Publishers, pp. 57-106.

Daane K.M., Johnson R.S., Michailides T.J., Crisosto C.H., Dlott J.W., Ramirez H.T., Yokota G.T. and Morgan D.P., 1995. Excess nitrogen raises nectarine susceptibility to disease and insects. *California Agriculture*, 49:13-17.

Davies M.B., Austin J., Partridge D.A., 1991 *Vitamin C: its chemistry and biochemistry*. Royal Society of Chemistry, UK.

Day K.R., 1997. Production practices for quality peaches. *Proceedings of Florida State Horticultural Association*, 77:59–61.

Del Rio D., Rodriguez-Mateos A., Spencer J.P.E., Tognolini M., Borges G. and Crozier A., 2012. Dietary (poly)phenolics in human health: structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. *Antioxidants & Redox Signaling*, 18:1-73.

Doll R., 1990. An overview of the epidemiological evidence linking diet and cancer. *Proceedings of the Nutrition Society*, 49:119–131.

Drogoudi P.D. and Tsipouridis C.G., 2007. Effects of cultivar and rootstock on the antioxidant content and physical characters of clingstone peaches. *Scientia Horticulturae*, 115:34-39.

Duarte T.L. and Lunec J., 2005. When is an antioxidant not an antioxidant? A review of novel actions and reactions of vitamin C. *Free Radical Research*, 39:671–686.

Durst R.W. and Weaver G.W., 2013. Nutritional content of fresh and canned peaches. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93:593-603.

EFSA, 2012. Scientific Opinion on the Reevaluation of Butylated Hydroxytoluene BHT (E 321) as a Food Additive. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources Added to Food (ANS). *European Food Safety Authority Journal*, pp. 2588.

Elizabeth J.J., 2002. The role of carotenoids in human health. *Nutrition in Clinical Care*, 5:56-65.

Esterbauer H., Zollner H., Schaur R.J., 1990. Aldehydes formed by lipid peroxidation: mechanisms of formation, occurrence, and determination. In: Vigo-Pelfrey C. (ed.), *Membrane Lipid Oxidation*. CRC Press, Boca Raton, pp. 239–268.

Fiedor J. and Burda K., 2014. Potential role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. *Nutrients* 6:466-488.

Flieger J., Flieger W., Baj J. and Maciejewski R., 2021. Antioxidants: classification, natural sources, activity/capacity measurements, and usefulness for the synthesis of nanoparticles. *Materials*, 14(15).

Fraser P.D. and Bramley P.M., 2004. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Progress in Lipid Research* 43:228–265.

Fryer M.J., 1992. The antioxidant effects of thylakoid vitamin E ( $\alpha$ -tocopherol). *Plant Cell and Environment*, 15:381-392.

Gašparović A. C., Lovaković T. and Žarković, N., 2010. Oxidative stress and antioxidants: biological response modifiers of oxidative homeostasis in cancer. *Periodicum Biologorum*, 112:433-439.

George A. and Nissen R., 1992. Effects of water stress, nitrogen and paclobutrazol on flowering, yield and fruit quality of the low-chill peach cultivar 'Flordaprince'. *Scientia Horticulturae*, 49:197-209.

Gil M.I., Tomas-Barberan F.A., Hess-Pierce B. and Kader A., 2002. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids and vitamin C contents of nectarine, peach and plum cultivars from California. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50:4976–4982.

Girona J., 2002. Regulated deficit irrigation in peach. A global analysis. *Acta Horticulturae*, 592:335–342.

Guelfat-Reich S. and Ben-Arie R., 1966. Effect of delayed storage and the stage of maturity at harvest on the keeping quality of peaches in Israel. *Israel Journal of Agricultural Research*, 16:163-170.

Gustone F.D. and Norris F.A., 1983. *Lipids in Foods: Chemistry, Biochemistry and Technology*. Pergamon Press.

Haard N.F., 1984. Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables. *Journal of Chemical Education*, 61:277-283.

Hancock J.F., Scorza R., Lobos G.A., 2008. Peaches. In: Hancock J. F. (ed.), *Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to Genomics*, Springer, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 265-298.

Handa A.K., Lurie S., Murr D.P. and Paliyath G., 2008. *Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables and Flowers*. Wiley-Blackwell Publishing, USA.

Harbone J.B. and Williams C., 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55:481-504.

Harker F.R., Gunson F.A. and Jaeger S.R., 2003. The case for fruit quality: an interpretive review of consumer attitudes, and preferences for apples. *Postharvest Biology and Technology*, 28:333-347.

Hendry G.A.F., 1994. Oxygen and environmental stress in plants: an evolutionary context. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 102:155-165.

Horemans N, Foyer CH, Asard H. 2000. Transport and action of ascorbate at the plant plasma membrane. *Trends in Plant Science*, 5:263–267.

Huang D., Ou B. and Prior R.L., 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:1841-1856.

Jamoussi K., Sahnoun Z., Zeghal K.M., 1997. Free radicals and antioxidants: human physiology, pathology and therapeutic aspects. *Therapie*, 52:251-270.

Kalt W. and Kushad M.M., 2000. The role of oxidative stress and antioxidants in plant and human health. *HortScience*, pp. 572.

Karabulut O.A. and Baykal N., 2002. Evaluation of the use of microwave power for the control of postharvest diseases of peaches. *Postharvest Biology and Technology*, 26:237-240.

Kaur C. and Kapoor H.C., 2001. Antioxidants in fruits and vegetables - the millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*, 36:703-725.

Kevin D.C., 2006. *The Chemistry and Biological Effects of Flavonoids and Phenolic Acids*. The New York Academic of Sciences.

Korkina L.G. and Afanas'ev I.B., 1997. Antioxidant and chelating properties of flavonoids. *Advances in Pharmacology*, 38:151–63.

Kuti J. O., 2004. Antioxidant compounds from four *Opuntia* cactus pear fruit varieties. *Food Chemistry*, 85:527-533.

Kyriacou M.C. and Roupael Y., 2018. Towards a new definition of quality for fresh fruits and vegetables. *Scientia Horticulturae*, 234:463-469.

Lattanzio V., Lattanzio V.M.T., Cardinali A., 2006. Role of phenolic in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. In: Imperato F. (ed.), *Phytochemistry: Advances in Research*, Research Signpost, Kerala, India, pp. 23-67.

Lee C.Y., Shallenberger R.S., and Vittum M.T., 1970. Free sugars in fruits and vegetables. *New York, State Agric. Exper. Stat. Res. Circ.*

Laghari S.J., Wahocho A.N., Laghari G.M., HafeezLaghari A., MustafaBhabha G. and HussainTalpur K., 2016. Role of nitrogen for plant growth and development: a review. *Advances in Environmental Biology*, pp. 209.

Lester G.E., Grusak M.A., 2004. Field application of chelated calcium: postharvest effects on cantaloupe and honeydew fruit quality. *HortTechnology*, 14:29-38.

Mann J., 1978. *Secondary Metabolism*. Oxford Chemistry Series. Clarendon Press, Oxford.

- Maret G.T. and Jeffrey A., 2007. Vitamin E, antioxidant and nothing more. *Free Radical Biology & Medicine* 43:4-15.
- McGuire R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27:1254-1255.
- Meister A., 1992. On the antioxidant effects of ascorbic acid and glutathione. *Biochemical Pharmacology*, 44:1905-1915.
- Michailidis M., Karagiannis E., Nasiopoulou E., Skodra C., Molassiotis A. and Tanou G., 2021. Peach, apple, and pear fruit quality: to peel or not to peel? *Horticulturae*, Basel, 7(4):85.
- Middleton E.J., 1998. Effect of plant flavonoids on immune and inflammatory cell function. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 439:175–82.
- Minas I.S., Tanou G. and Molassiotis A., 2018. Environmental and orchard bases of peach fruit quality. *Scientia Horticulturae*, pp. 307-322.
- Nanos G.D. and Mitchell F.G., 1991. High-temperature conditioning to delay internal breakdown development in peaches and nectarines. *HortScience*, 26:882-885.
- Niki E. and Noguchi N., 2004. Dynamics of antioxidant action of vitamin E. *Accounts of Chemical Research*, 37:45-51.
- Noctor G., and Foyer C., 1998. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49:249-279.
- Pereira D.M., Valentão P., Pereira J.A., Andrade P.B., 2010. Phenolics: from chemistry to biology. *Molecules*, 14:2202-2211.
- Price A.H., Athertan N.M. and Hendry G.A.F., 1989. Plants under drought-stress generate activated oxygen. *Free Radical Research Communications*, 8:61-66.
- Prior R.L. and Cao G., 2000. Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables: Diet and health implications. *HortScience*, 35:588-592.

Prior R.L., Wu X. and Schaich K., 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:4290-4302.

Ramesh Kumar A., Kumar N. and Kavino M., 2006. Role of potassium in fruit crops – A Review. *Reviews*, 27:284-291.

Reeves J.H., 1967. The effects of three mineral elements and two management practices upon selected chemical and physical factors in Redhaven and Elberta peaches. M.Sc. Thesis. North Carolina State Univ., Raleigh.

Remorini D., Tavarini S., Degl'Innocenti E., Loreti F., Massai R. and Guidi L., 2008. Effect of rootstocks and harvesting time on the nutritional quality of peel and flesh of peach fruits. *Food Chemistry*, 110:361-367.

Rice-Evans C.A., Miller N.J. and Paganga G., 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science* 2:152–159.

Rickman J.C., Barrett D.M. and Bruhn C.M., 2007a. Review nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87:930-944.

Rickman J.C., Bruhn C.M. and Barrett D.M., 2007b. Review nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part II. Vitamin A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87:1185-1196.

Rodriguez-Amaya D.B., 1993. Nature and distribution of carotenoids in foods. In: Charalambous G. (Ed.), *Shelf-Life Studies of Foods and Beverages. Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp. 547-589.

Rodriguez-Amaya, D.B., Kimura M., Godoy H.T. and Amaya-Farfan J., 2008. Updated brazilian database on food carotenoids: factors affecting carotenoid composition. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21:445-463.

Rodríguez-Burruezo A., Prohens J., Raigón M. D., Nuez F., 2009. Variation for bioactive compounds in aji (*C. pubescens* R. & P.) and implications for breeding. *Euphytica*, 170:169-181.

Rubio Ames Z., Brecht J. K. and Olmstead M. A., 2020. Nitrogen fertilization rates in a subtropical peach orchard: Effects on tree vigor and fruit quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100:527-539.

Sansavini S., Gamberini A. and Bassi D., 2006. Peach breeding, genetics and new cultivar trends. *Acta Horticulturae*, 713:23-48.

Scalbert A., Manach C., Morand C. and Rémésy C., 2005. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45:287-306.

Schroeter H., Boyd C., Spencer J.P., Williams R.J., Cadenas E., Rice-Evans C., 2002. MAPK signaling in neurodegeneration: influences of flavonoids and of nitric oxide. *Neurobiology of Aging*, 23:861-880.

Shahidi F., Janitha P.K. and Wanasundara P.D., 1992. Phenolic antioxidants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 32:67-103.

Shebis Y., Iluz D., Kinel-Tahan Y., Dubinsky Z. and Yehoshua Y., 2013. Natural Antioxidants: Function and Sources, *Food and Nutrition Sciences*, pp. 643-649.

Sies H., 1985. *Oxidative Stress*. Academic Press, Orlando.

Sies H., 2000. What is Oxidative Stress? In: Keaney J.F. (ed.), *Oxidative Stress and Vascular Disease*, Kluwer Academic Publishers, New York, pp. 1-8.

Smirnoff N., 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. *New Phytologist*, 125:27-58.

Smirnoff N., 1996. The function and metabolism of ascorbic acid in plants. *Annals of Botany*, 78:661-669.

Smirnoff N., 2000. Ascorbic acid: metabolism and functions of a multifaceted molecule. *Current Opinion in Plant Biology*, 3:229-235.

Swain T. and Hillis W.E., 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10:63-68.

Shynkaryk, M. V., Ji, T., Alvarez, V. B., & Sastry, S. K. (2010). Ohmic heating of peaches in the wide range of frequencies (50 hz to 1 MHz). *Journal of Food Science*, 75(7), E493-E500.

Szwajgier D., Pielecki J., Targórski Z., 2005. Antioxidant activities of cinnamic and benzoic acid derivatives. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 4:129-142.

Tagliavini, M., Zavalloni C., Rombolà A.D., Quartieri M., Malaguti D., Mazzanti F., Millard P. and Marangoni B., 2000. Mineral nutrient partitioning to fruits of deciduous trees. *Acta Horticulturae*, 512:131–140.

Tanaka K., 1994. Tolerance to herbicides and air pollutants. In: Foyer, C. H. and Mullineaux, P. M., (eds.), *Causes of Photooxidative Stress and Amelioration of Defense Systems in Plants*, CRC Press, Boca Raton, pp. 365-378.

Tavarini S., Gil M.I., Tomas-Barberan F.A., Buendia B., Remorini D., Massai R., . . . Guidi L., 2011. Effects of water stress and rootstocks on fruit phenolic composition and physical/chemical quality in Suncrest peach. *Annals of Applied Biology*, 158:226-233.

Thomas C.E., McLean L.R., Parker R.A. and Ohlweiler D.F., 1992. Ascorbate and phenolic antioxidant interactions in prevention of liposomal oxidation. *Lipids*, 27:543-550.

Tomás-Barberán F.A., Gil M.I., Cremin P., Waterhouse A.L., Hess-Pierce B., Kader A.A., 2001. HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49:4748-4760.

Tsvakirai C.Z., and Mosikari T.J., 2021. The influence of product quality on export performance: Eco-efficient value in South African peach and nectarine fresh exports. *Journal of International Food and Agribusiness Marketing*.



Turrens J.F., Alexandre A., Lehninger A.L., 1985. Ubisemiquinone is the electron donor for superoxide formation by complex III of heart mitochondria. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 237:408–414.

Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Mark T.D. Cronin, Milan M. and Joshua T., 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39:44–84.

Vasanth Rupasinghe H.P., Nair S.V.G. and Robinson R.A., 2014. Chemopreventive properties of fruit phenolic compounds and their possible mode of actions. In: Atta U.R. (ed.), *Studies in Natural Products Chemistry*, ELSEVIER Publishers, Canada, pp. 229-266.

Vashisth T., Olmstead M. A., Olmstead J. and Colquhoun T.A., 2017. Effects of nitrogen fertilization on subtropical peach fruit quality: Organic acids, phytochemical content, and total antioxidant capacity. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 142:393-404.

Walsh G., 2014. *Proteins: Biochemistry and Biotechnology*. John Wiley & Sons, Ireland.

Wolf R., Wolf D., Ruocco V., 1998. Vitamin E: the radical protector. *The Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 10:103-117.

Yao L.H., Jiang Y.M., Shi J., Tomás-Barberán F.A., Datta N. and Singanusong R., 2004. Flavonoids in food and their health benefits. *Plant Foods for Human Nutrition*, 59:113-122.

#### Διαδικτυακή Βιβλιογραφία

Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), 2021. Δελτίο Τύπου. Ετήσια Γεωργική Στατιστική Έρευνα: Έτος 2019. Πειραιάς. <https://www.statistics.gr>

Ένωση Κονσερβοποιών Ελλάδος. <http://www.eke.com.gr>

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. <http://minagric.gr>

