



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΔΠΜΣ «Περιβάλλον και Αγροδιατροφή»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ
ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΟΛΙΚΕΣ ΦΑΙΝΟΛΕΣ ΚΑΙ
ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ ΣΕ ΚΑΡΠΟΥΣ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟΥ ΠΟΥ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΝΤΑΙ
ΣΤΗΝ ΑΡΤΑ**

ΜΠΕΛΛΟΥ ΕΛΕΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΡΙΠΙΔΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ

Άρτα, Δεκέμβριος 2022

Περιεχόμενα

1. Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	8
1.1 Ιστορική αναδρομή	8
1.2 Ο Αγροτικός τομέας στην Ελλάδα.....	8
1.2.1. Η αγροτική μεταρρύθμιση.....	8
1.2.2. Διάρθρωση της παραγωγής	10
2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟ	12
2.1. Ιστορική αναδρομή	12
2.2. Βοτανική ταξινόμηση.....	12
2.3. Μορφολογία	18
2.4. Η καλλιέργεια της ακτινιδιάς.....	19
2.4.1. Κλίμα και έδαφος	19
2.4.2. Εγκατάσταση-Φύτευση	19
2.4.3. Συστήματα Μόρφωσης.....	20
2.4.4. Άρδευση.....	21
2.4.5. Λίπανση	21
2.5. Οι εχθροί της ακτινιδιάς.....	27
2.6. Η ανάπτυξη και ωρίμανση του ακτινιδίου	30
2.7. Συγκομιδή.....	30
3. ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	31
3.1.Μεγέθη καλλιέργειας ακτινιδιάς διεθνώς	31
3.2. Η εξέλιξη της καλλιέργειας στην Ελλάδα.....	31
3.3.Η Καλλιέργεια του Ακτινιδίου στο νομό Άρτας.....	32
3.4. Εξαγωγές	32
4. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΡΠΟΥ.....	34
4.1. Σύσταση του καρπού.....	34
4.2.Διατροφική αξία του καρπού	36
4.3. Ακτινίδιο και οφέλη στην υγεία.....	38
4.4. Βιταμίνη C.....	39
4.4.1. Η ιστορία της	39
4.4.2. Η σημασία του ασκορβικού οξέος και των βιταμινών για το ρόλο της διατροφής στον άνθρωπο.....	41
4.4.3. Το ασκορβικό οξύ στις τροφές	43
4.4.4. Η δομή του ασκορβικού οξέος και οι λειτουργίες του στα φυτά.	45

4.4.5. Παράγοντες που επιδρούν στη συγκέντρωση του ασκορβικού οξέος στα φυτά.....	46
5. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΡΠΟΥ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	47
5.1. Ποιότητα καρπού	47
5.1.1. Κριτήρια ποιότητας	48
5.1.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα.....	51
6. ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	54
6.1 Εισαγωγή.....	54
6.2. Φλαβονοειδείς φαινολικές ενώσεις.....	55
6.3. Μη φλαβονοειδείς φαινολικές ενώσεις.....	56
6.4.Τερπενοειδή	57
7. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ.....	58
7.1. Εισαγωγή.....	58
7.2.Ελεύθερες ρίζες-Οξειδωτικό στρες.....	59
7.3. Αντιοξειδωτικές ουσίες.....	62
7.4.Αντιοξειδωτική δράση	65
8. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ.....	69
8.1. Εισαγωγή.....	69
8.2. Προσδιορισμός της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (Total Antioxidant Capacity-TAC).....	70
8.3. Μέθοδοι προσδιορισμού αντιοξειδωτικής ικανότητας	71
8.4. Κοινές μέθοδοι προσδιορισμού ασκορβικού οξέος	73
8.4.1. Ογκομέτρηση με 2,6-διχλωροϊνδοφαινόλη	73
8.4.2. Ογκομέτρηση με ιωδικό κάλιο	74
8.4.3. Φωτομετρικές μέθοδοι.....	75
9. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	76
9.1. Σκοπός της μελέτης.....	76
9.2. Υλικά και μέθοδοι.....	76
9.3. Προσδιορισμός ασκορβικού οξέος με τιτλοδότηση (ιωδιομετρική μέθοδος) ..	78
9.3.1. Δημιουργία πρότυπων διαλυμάτων βιταμίνης C και κατάρτιση πρότυπης καμπύλης αναφοράς.	79
9.3.2. Διαδικασία τιτλοδότησης-Κατάρτιση καμπύλης αναφοράς για το ασκορβικό οξύ	79
9.3.3 Τρόπος εργασίας για τον προσδιορισμό του ασκορβικού οξέος στα δείγματα των καρπών	80

9.4. Προσδιορισμός Ολικής Αντιοξειδωτικής Ικανότητας (TAC) με την μέθοδο DPPH•	81
9.4.1. Παρασκευή διαλύματος DPPH•	85
9.4.2. Κατασκευή καμπύλης αναφοράς σε ισοδύναμα trolox για τον προσδιορισμό της TAC	85
9.4.3. Τρόπος εργασίας για τον προσδιορισμό της TAC στα δείγματα των καρπών.....	87
9.5. Προσδιορισμός περιεχόμενου σε ολικές φαινόλες με την μέθοδο Folin-Ciocalteu.....	87
9.5.1. Κατασκευή καμπύλης αναφοράς ισοδύναμης ποσότητας Γαλλικού οξέος για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών ουσιών	89
9.5.2. Τρόπος εργασίας για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολών στα δείγματα των καρπών	90
9.6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	92
9.6.1. Περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ	92
9.6.2. Ολική Αντιοξειδωτική Ικανότητα (TAC)	93
9.6.3. Περιεκτικότητα σε Ολικές Φαινόλες (TPC)	94
ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	96
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	99

Περίληψη

Το ακτινίδιο είναι ένα πολυετές, αναρριχώμενο φυτό που προέρχεται από την κοιλάδα του ποταμού Yangtz (Γιανγκ Τσε) στην Κίνα, όπου είναι γνωστό από το 1200π.Χ. Η καλλιέργειά του ξεκίνησε το 1910 στην Ν. Ζηλανδία και από εκεί εισήχθηκε πρώτη φορά στην Ευρώπη από την «Βασιλική Βοτανική Εταιρία του Λονδίνου». Στην χώρα μας, εισήχθηκε το 1973 και τα πρώτα φυτά, που προέρχονταν από την Γαλλία, εγκαταστάθηκαν στη Θεσσαλία και τη Μακεδονία, και ιδιαίτερα το Νομό Πιερίας. Η καλλιέργεια του ακτινιδίου στην περιοχή της Άρτας, καλύπτει έκταση περισσότερο από 17000 στρεμμάτων και η παραγωγή ξεπερνάει τους 30000 τόνους.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η συγκριτική αξιολόγηση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC) και της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ και ολικές φαινόλες (TPC) σε καρπούς ακτινιδίων από τρεις ποικιλίες που καλλιεργούνται στην περιοχή της Άρτας. Οι ποικιλίες αυτές είναι οι πρασινόκαρπες Hayward και Tsechelidis και η κιτρινόσαρκη ποικιλία Soreli.

Για τον προσδιορισμό της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του 1,1-διφαινυλο-2-πικρυλυδραζυλίου (DPPH•) και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε ισοδύναμα Trolox. Η περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ προσδιορίστηκε με τιτλοδότηση του εκχυλίσματος της σάρκας των καρπών με βάμμα ιωδίου 0,1% και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mgVtC/100gfw. Τέλος για την περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες εφαρμόστηκε η μέθοδος Folin-Ciocalteu και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε ισοδύναμα Γαλλικού οξέος (mgGA/100gfw).

Τα αποτελέσματα των σχετικών μετρήσεων δείχνουν ότι η κιτρινόσαρκη ποικιλία Soreli φαίνεται να υπερισχύει και στις τρεις ποιοτικές παραμέτρους. Όσον αφορά την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, αυτή υπολογίστηκε στα 211mg Trolox/100gfw για την ποικιλία Soreli, ενώ για τις Tsechelidis και Hayward ήταν 83 και 46mg Trolox/100gfw αντίστοιχα.

Η περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ ήταν επίσης μεγαλύτερη στην κιτρινόσαρκη ποικιλία Soreli, η οποία υπολογίστηκε στα 248mg VtC/100gfw, ενώ για τις ποικιλίες Tsechelidis και Hayward ήταν 178 και 86mg VtC/100gfw αντίστοιχα.

Τέλος, παρόμοια σημαντική διαφοροποίηση διαπιστώθηκε μεταξύ των ποικιλιών του ακτινιδίου αναφορικά με την περιεκτικότητα των καρπών τους σε ολικές φαινόλες καθώς η ποικιλία Soreli υπερισχύει με 175mg GA/100gfw σε σχέση με τις Tsechelidis και Hayward οι οποίες περιέχουν 91 και 70mg GA/100gfw αντίστοιχα.

Τα παραπάνω αποτελέσματα, τα οποία προκύπτουν και από άλλες έρευνες, δείχνουν μία σαφή υπεροχή της κιτρινόσαρκης ποικιλίας Soreli και στις τρεις φυσιολογικές παραμέτρους, σε σχέση με τις άλλες δύο πρασινόσαρκες ποικιλίες, την Tsehelidis και Hayward.

Λέξεις κλειδιά: Ακτινίδιο, cv Tsehelidis, cv Hayward, cv Soreli, αντιοξειδωτικά, φαινολικά συστατικά, βιταμίνη C.

Abstract

Kiwi is a perennial, climber plant that originates from the valley of the river Yangtz (Yang Che) in China, where it has been known since 1200 BC. Its cultivation began in 1910 in New Zealand and from there it was initially introduced to Europe by the "Royal Botanical Society of London". In our country, it was introduced in 1973 and the first plants that came from France here, cultivated in Thessaly and Macedonia, and mostly at the Prefecture of Pieria. Kiwi cultivation in Arta region covers an area of more than 17,000 acres and its production exceeds 30,000 tons.

The purpose of this work was the comparative evaluation of the total antioxidant capacity (TAC) and the content of ascorbic acid and total phenols (TPC) in kiwi fruits between three varieties grown in the Arta area. These varieties are the green-fruited Hayward and Tsechelidis and the yellow-fleshed variety Soreli.

The 1.1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH•) method was used to determine the total antioxidant capacity and the results were expressed in Trolox equivalents. Ascorbic acid content was determined by titrating the fruit flesh extract with 0.1% iodine tincture and the results were expressed in mg VtC/100gfw. Finally, for the content of total phenols, the Folin-Ciocalteu method was applied and the results were expressed in Gallic acid equivalents (mg GA/100gfw).

The results of the relevant measurements show that the yellow-fleshed variety Soreli seems to prevail in all three quality parameters. Regarding the total antioxidant capacity, it was calculated at 211mg Trolox/100gfw for the Soreli variety while for Tsechelidis and Hayward it was 83 and 46mg Trolox/100gfw respectively.

The content of ascorbic acid was found higher in the yellow-fleshed variety Soreli, which was calculated at 248mg VtC/100gfw while for the varieties Tsechelidis and Hayward it was 178 and 86mg VtC/100gfw respectively. Finally, a similar significant difference was found between the kiwi varieties regarding the content of the fruits in total phenols as the Soreli variety prevails with 175mg GA/100gfw in relation to Tsechelidis and Hayward which contain 91 and 70mg GA/100gfw respectively.

The above results, which are also known from other researches, show a clear superiority of the yellow-fleshed Soreli variety in all three physiological parameters, in relation to the other two green-fleshed varieties, Tsechelidis and Hayward.

Key words: Kiwi fruit, cv Tsechelidis, cv Hayward, cv Soreli, antioxidants, phenolic substances, vitamin C.

1. Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

1.1 Ιστορική αναδρομή

Η Ελλάδα είναι μια χώρα που στηριζόταν ανέκαθεν στον αγροτικό της τομέα, λόγω της μορφολογίας του εδάφους της, του κλίματος αλλά και των κοινωνικών και οικονομικών συνθηκών, που επικράτησαν στη χώρα.

Η Ελλάδα τον 19ο αιώνα, όταν οι ευρωπαϊκές χώρες βίωναν αλλαγές, τόσο σε κοινωνικό όσο και σε οικονομικό επίπεδο, βρισκόταν υπό κατοχή. Στην Ευρώπη, η βιομηχανική επανάσταση οδήγησε σε μεταβολή των οικονομικών και κοινωνικών συνθηκών, με αποτέλεσμα την ενίσχυση του δευτερογενή τομέα της παραγωγής και την εμφάνιση της αστικής τάξης. Αντίθετα, η Ελλάδα παρέμεινε μια χώρα αγροτική και όποιες προσπάθειες έγιναν για ανάπτυξη και αλλαγή, κατά τα Ευρωπαϊκά πρότυπα, ήταν μεμονωμένες και δεν ακολουθούσαν κάποιον κεντρικό σχεδιασμό. Η ανεξαρτησία του ελληνικού κράτους δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης και γίνονται προσπάθειες για ανάπτυξη και άλλων τομέων της οικονομίας, όπως η βιοτεχνία, το εμπόριο και φυσικά η ναυτιλία.

Όσο αφορά στη γεωργία, αυτή συμβάλλει αποφασιστικά στην ανάπτυξη της οικονομίας του νεοσύστατου ελληνικού κράτους.

1.2 Ο Αγροτικός τομέας στην Ελλάδα

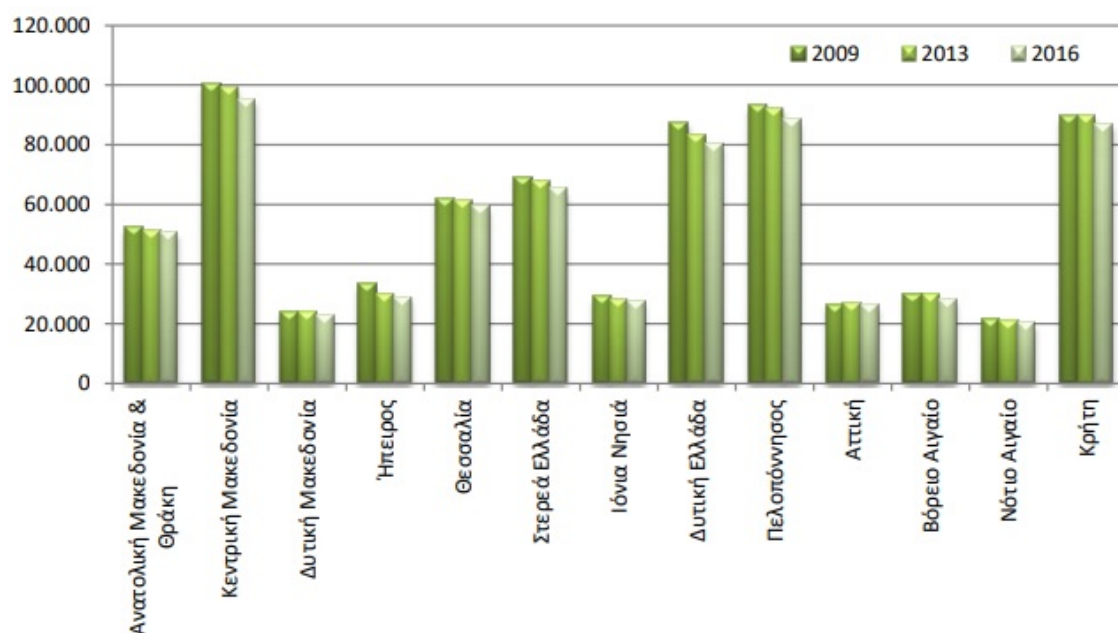
1.2.1. Η αγροτική μεταρρύθμιση

Η αγροτική μεταρρύθμιση αποτελεί σταθμό στη νεότερη ελληνική ιστορία, αφού διαμόρφωσε τις συνθήκες κάτω από τις οποίες αναπτύχθηκε ο αγροτικός τομέας στην Ελλάδα. Η αγροτική μεταρρύθμιση, που ξεκίνησε το 1871 και ολοκλήρωσε το 1917 ο Ελευθέριος Βενιζέλος, έδωσε λύση στο Αγροτικό Ζήτημα που απασχολούσε τη χώρα για πολλές δεκαετίες. Διανεμήθηκαν, δηλαδή, στον πληθυσμό τα εδάφη που απελευθερώθηκαν από τον τουρκικό ζυγό στους μικρούς καλλιεργητές. Συγκεκριμένα, περίπου το 35% της καλλιεργούμενης γης, που αντιστοιχούσε σε 8,6 εκατ. στρέμματα, δόθηκαν ως ιδιοκτησία σε αγρότες και έτσι δημιουργήθηκαν στη χώρα πολλές μικρές ιδιόκτητες καλλιεργούμενες εκτάσεις.

Η κατάσταση που δημιουργήθηκε με την αγροτική μεταρρύθμιση συνέβαλε στην ανάπτυξη του νεοσύστατου ελληνικού κράτους. Ωστόσο, τα μετέπειτα χρόνια, ο κατακερματισμός της γεωργικής γης εμπόδισε την εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων

καλλιέργειας, τη χρήση μηχανημάτων και γενικά τη μαζική παραγωγή, κάτι που περιόρισε την παραπέρα ανάπτυξη του αγροτικού τομέα.

Στην Ελλάδα, όπως φαίνεται στο παρακάτω γράφημα, οι περισσότερες γεωργικές εκμεταλλεύσεις βρίσκονται στην Κεντρική Μακεδονία (περίπου 95000) και ακολουθούν η Πελοπόννησος και η Κρήτη. Η Ήπειρος βρίσκεται στην όγδοη θέση με περίπου 25000 εκμεταλλεύσεις. Οι περισσότερες γεωργικές εκτάσεις βρίσκονται επίσης στη Μακεδονία (6300 στρέμματα) και ακολουθούν η Θεσσαλία (3800 στρέμματα) και η Κρήτη (3600 στρέμματα) (ΕΛΣΤΑΤ, 2018).



Διάγραμμα 1: Αριθμός αγροτικών εκμεταλλεύσεων ανά περιφέρεια, Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ, (2018): Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών & Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων έτους 2016

Στην Ελλάδα, στην αρχή της αγροτικής μεταρρύθμισης επικρατούσαν δύο σημαντικές καλλιέργειες: η σταφίδα και ο καπνός, οι οποίες αποτελούσαν βασικά εξαγωγικά προϊόντα. Άλλες δύο, επίσης, σημαντικές καλλιέργειες ήταν το βαμβάκι και η καλλιέργεια της ελιάς, κυρίως για παραγωγή ελαιόλαδου.

Με την πλήρη ένταξη της Ελλάδας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, παρέχονται στους αγρότες ενισχύσεις και επιχορηγήσεις, στα πλαίσια προγραμμάτων γενικότερης ενίσχυσης του αγροτικού τομέα. Έτσι, σταδιακά, από την δεκαετία του 1980 και μετά, αρχίζουν να χρησιμοποιούνται νέες καλλιέργειες. Μία από αυτές είναι και το ακτινίδιο, το οποίο ξεκίνησε να καλλιεργείται περισσότερο εντατικά μετά την νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική, και πλέον έχει μία σημαντική θέση ανάμεσα στα

προϊόντα, που πλέον προορίζονται τόσο για την κάλυψη της εγχώριας αγοράς όσο και για εξαγωγές. Το ακτινίδιο καλλιεργείται εντατικά σε πολλές περιοχές στην Ελλάδα και, σε πολλές περιπτώσεις, έχει αντικαταστήσει παλαιότερες καλλιέργειες, όπως αυτές του καπνού και του βαμβακιού, όπως συνέβη στο Αγρίνιο, στην Πιερία και σε πολλές περιοχές της Ηπείρου. Η Άρτα πλέον αποτελεί βασική περιοχή για την καλλιέργεια του ακτινιδίου.

1.2.2. Διάρθρωση της παραγωγής

Η Ελλάδα παράγει κυρίως γαλακτοκομικά, κρέας, λαχανικά, κρασί και ελαιόλαδο, ενώ ο αγροτικός τομέας συμμετέχει κατά 4% περίπου στο Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν. Τα προϊόντα φυτικής παραγωγής επαρκούν για να καλύψουν την εσωτερική κατανάλωση, ενώ ένα μέρος τους εξάγεται. Τα αλιευτικά προϊόντα καλύπτουν περίπου το 90% των αναγκών της χώρας, ενώ στα κτηνοτροφικά προϊόντα η κατάσταση είναι πιο σύνθετη, αφού κάποια επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες της χώρας (αυγά, πουλερικά, φρέσκο γάλα) ενώ άλλα εισάγονται.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το μέγεθος των αγροτικών εκμεταλλεύσεων και η διάρθρωση της παραγωγής.

Πίνακας 1.: Διάρθρωση της αγροτικής παραγωγής και σύνολο καλλιεργούμενων εκτάσεων

Είδος καλλιέργειας	2009	2010	2011	2012	2013	2010/09	2011/10	2012/11	2013/12
Συνολική καλλιεργούμενη γεωργική γη της χώρας	36.992,7	37.080,3	37.012,9	36.766,1	36.602,7	0,2	-0,2	-0,7	-0,4
Αρδευμένες	13.863,3	13.640,0	13.809,9	13.668,6	13.747,4	-1,6	1,2	-1,0	0,6
1. Αροτραίες καλλιέργειες	19.829,1	19.935,7	19.698,7	19.389,1	19.201,2	0,5	-1,2	-1,6	-1,0
Αρδευμένες	8.469,5	8.336,9	8.477,2	8.535,0	8.471,9	-1,6	1,7	0,7	-0,7
2. Κηπευτική γη (καθαρή έκταση)	1.047,8	1.043,6	1.009,7	987,1	977,4	-0,4	-3,2	-2,2	-1,0
Αρδευμένες	1.014,2	1.006,4	968,7	951,4	939,2	-0,8	-3,7	-1,8	-1,3
3. Μόνιμες καλλιέργειες	11.484,6	11.400,8	11.492,3	11.369,3	11.389,0	-0,7	0,8	-1,1	0,2
Αρδευμένες	4.379,7	4.296,7	4.364,0	4.279,8	4.328,7	-1,9	1,6	-1,9	1,1
Σύνολο Αροτραίων, Κηπευτικής γης και Μόνιμων καλλιεργειών	32.361,5	32.380,2	32.200,8	31.745,5	31.567,6	0,1	-0,6	-1,4	-0,6
4. Αγρανάπαυση 1-5 ετών	4.631,2	4.700,2	4.812,0	5.020,6	5.035,1	1,5	2,4	4,3	0,3
1. Αροτραίες καλλιέργειες από τις οποίες:									
1.1 Σιτηρά για καρπό	12.346,5	11.699,7	11.215,5	11.238,4	11.122,3	-5,2	-4,1	0,2	-1,0
Σιτάρι μαλακό	1.782,2	1.574,6	1.561,6	1.707,1	1.838,9	-11,6	-0,8	9,3	7,7
Σιτάρι σκληρό	6.037,0	5.920,5	5.368,6	5.175,7	4.831,5	-1,9	-9,3	-3,6	-6,7
Κριθάρι	1.275,1	1.195,0	1.214,5	1.278,6	1.384,4	-6,3	1,6	5,3	8,3
Ρύζι	279,6	304,6	309,1	307,7	291,8	8,9	1,5	-0,5	-5,2
Αραβόσπος	2.352,4	2.079,1	2.139,6	2.117,1	2.121,3	-11,6	2,9	-1,1	0,2
Λοιπά σιτηρά	620,3	625,9	622,2	652,3	654,4	0,9	-0,6	4,8	0,3
1.2 Βρώσιμα όσπρια	179,3	192,7	204,0	206,3	219,9	7,5	5,9	1,1	6,6
Φασόλια	92,4	95,6	97,1	97,9	99,9	3,5	1,6	0,8	2,0
Λοιπά βρώσιμα όσπρια	86,9	97,1	106,9	108,4	120,0	11,7	10,1	1,4	10,7
1.3 Βιομηχανικά φυτά	3.331,3	3.732,4	4.044,7	3.912,1	3.797,9	12,0	8,4	-3,3	-2,9
Καπνός	161,2	163,8	158,7	164,7	190,3	1,6	-3,1	3,8	15,5
Βαμβάκι	2.676,1	2.756,0	2.976,4	2.922,4	2.723,4	3,0	8,1	-1,9	-6,8
Ηλιανθος	228,0	525,3	641,8	618,0	722,1	130,4	22,2	-3,7	16,8
Αραχίδα	5,0	5,5	5,6	7,0	6,7	10,0	1,8	25,0	-4,3
Ζαχαρότευτλα	221,0	158,6	96,1	109,8	74,6	-28,2	-39,4	14,3	-32,1
Λοιπά βιομηχανικά φυτά	40,0	123,3	164,1	90,2	80,8	208,3	33,1	-45,0	-10,4
1.4 Αρωματικά φυτά	21,0	22,5	18,5	17,7	17,6	7,1	-17,8	-4,3	-0,6
1.5 Κτηνοτροφικά φυτά	3.477,7	3.583,6	3.519,4	3.568,0	3.748,2	3,0	-1,8	1,4	5,1
1.6 Πεπονοειδή	260,5	256,0	254,3	241,8	243,9	-1,7	-0,7	-4,9	0,9
1.7 Πατάτες	439,4	447,8	442,5	429,4	434,2	1,9	-1,2	-3,0	1,1
2. Κηπευτική γη Σύνολο από τις οποίες:									
2.1 Κηπευτικά	1.091,2	1.086,5	1.060,2	1.043,2	1.024,9	-0,4	-2,4	-1,6	-1,8
Τομάτες	323,5	318,5	281,4	273,9	263,8	-1,5	-11,6	-2,7	-3,7
Λοιπά λαχανικά	767,7	767,3	778,8	769,3	761,1	-0,1	1,5	-1,2	-1,1
2.2 Εμπορικοί ανθόκηποι	7,0	6,7	7,2	6,9	6,6	-4,3	7,5	-4,2	-4,3
2.3 Θερμοκήπια	54,5	53,4	48,4	56,4	56,6	-2,0	-9,4	16,5	0,4
Λαχανικών	50,7	49,9	44,9	52,8	52,9	-1,6	-10,0	17,6	0,2
Ανθών	3,8	3,5	3,5	3,6	3,7	-7,9	0,0	2,9	2,8
3. Μόνιμες καλλιέργειες από τις οποίες :									
3.1 Αμπέλια - σταφιδάμπελα	1.226,2	1.205,5	1.156,2	1.154,0	1.135,4	-1,7	-4,1	-0,2	-1,6
3.2 Κανονικοί δενδρώνες	10.246,9	10.183,7	10.321,0	10.201,9	10.241,0	-0,6	1,3	-1,2	0,4
3.3 Φυτώρια	11,5	11,7	15,1	13,4	12,6	1,7	29,1	-11,3	-6,0

Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ, Ετήσια Γεωργική Στατιστική Έρευνα, 2015.

2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΑΚΤΙΝΙΔΙΟ

2.1. Ιστορική αναδρομή

Το ακτινίδιο είναι ένα πολυετές, αναρριχώμενο φυτό που προέρχεται από την κοιλάδα του ποταμού Yangtz (Γιανγκ Τσε) στην Κίνα, όπου είναι γνωστό από το 1200π.Χ. Αρχικά, στην Ευρώπη και την Αμερική εισήχθηκε ως καλλωπιστικό φυτό, ενώ η καλλιέργειά του ξεκίνησε το 1910 στη Νέα Ζηλανδία. Εκεί, εντοπίστηκαν τα θετικά χαρακτηριστικά του και από το 1940 άρχισε η εμπορία του με πολύ καλά οικονομικά αποτελέσματα για τους παραγωγούς. Στη Νέα Ζηλανδία οφείλεται και το όνομα KiwiFruit, που έχει επικρατήσει διεθνώς για το ακτινίδιο (Παλούκης & Ντινόπουλος, 1989). Η πρώτη εισαγωγή σπόρων στη Νέα Ζηλανδία από την Κίνα έγινε το 1904. Όλοι οι εμπορικοί οπωρώνες που καλλιεργούνται στις εκτός Κίνας χώρες προήλθαν από δύο θηλυκά και ένα αρσενικό φυτό που προέκυψαν από αυτούς τους αρχικούς σπόρους.

Το φυτό εισήχθη πρώτη φορά στην Ευρώπη το 1845 από την «Βασιλική Βοτανική Εταιρία του Λονδίνου» και μελετήθηκε δύο χρόνια αργότερα από τον Γάλλο βοτανολόγο J.E. Planchon, απ' όπου πήρε και το αρχικό όνομά της (*Actinidiachinensis* Planch.). Αν και ο πρώτος εμπορικός οπωρώνας αναπτύχθηκε στη Νέα Ζηλανδία το 1930, η καλλιέργεια της ακτινιδιάς ουσιαστικά επεκτάθηκε από την δεκαετία του 1970 με την διάδοση της ποικιλίας Hayward σε όλο τον κόσμο. Στην χώρα μας, εισήχθηκε το 1973 και τα πρώτα φυτά που προέρχονταν από την Γαλλία εγκαταστάθηκαν στην Θεσσαλία και τη Μακεδονία, και ιδιαίτερα τον Νομό Πιερίας, όπου και σήμερα αποτελεί ένα από τα κέντρα καλλιέργειας στην Ελλάδα. Το ακτινίδιο είναι ένα από τα λίγα οπωροφόρα φυτά, των οποίων η καλλιέργεια εδραιώθηκε τον 20ο αιώνα. Όλα τα προηγούμενα χρόνια, η καλλιέργεια του ακτινιδίου παγκοσμίως βασιζόνταν στην ποικιλία Hayward' του είδους *Actinidiadeliciosa* και μερικούς επικονιαστές της. (Ιλανίδης, 2006).

2.2. Βοτανική ταξινόμηση

Το βασικό βοτανολογικό χαρακτηριστικό του ακτινιδίου είναι ότι πρόκειται για δίοικο φυτό, δηλαδή, υπάρχουν «αρσενικές» και «θηλυκές» ποικιλίες και το θηλυκό άνθος χρειάζεται να γονιμοποιηθεί από αρσενικό άνθος για να καρποφορήσει. Υπάρχουν πάνω από 40 είδη ακτινιδίου, ενώ καλλιεργούνται προς το παρόν το *Actinidiadeliciosa* (σχεδόν αποκλειστικά), σε ελάχιστες καλλιέργειες το

Actinidiachinensis και σε ερευνητικό επίπεδο το *Actinidiaarguta*. Διεθνώς, η πιο γνωστή καλλιεργούμενη ποικιλία ακτινιδιάς είναι η Hayward. Πρόκειται για την ποικιλία με το γνωστό καφέ χνουδωτό καρπό, την πράσινη σάρκα και τη γλυκόξινη γεύση. Υπάρχουν ακόμη ποικιλίες, όπου ο καρπός δεν έχει χνούδι και η σάρκα είναι κίτρινη ή κόκκινη.

Συγκεκριμένα, οι πιο διαδεδομένες ποικιλίες του ακτινιδίου είναι οι παρακάτω:

Κυριότερες Θηλυκές ποικιλίες

Abbott

Θεωρείται ποικιλία με καλή ποιότητα. Ο καρπός μοιάζει με της Hayward, αλλά έχει πιο γλυκιά γεύση. Έχει την τάση να υπερκαρποφορεί όσο μεγαλώνει το φυτό, κάτι που οι παραγωγοί αντιμετωπίζουν με αυστηρό κλάδεμα το χειμώνα.

Bruno

Ο καρπός είναι πιο κυλινδρικός και μεγάλος, ενώ μοιάζει σε χρώμα με τις προηγούμενες ποικιλίες και έχει γεύση γλυκιά. Ωριμάζει στα τέλη Οκτωβρίου.

Monty

Πρόκειται για ποικιλία με μικρό σχετικά και κυλινδρικό καρπό, με χρώμα ανοιχτό καφέ εξωτερικά. Ωριμάζει το πρώτο δεκαήμερο του Νοεμβρίου και θεωρείται μέτριας ποιότητας.

Dexter

Ποικιλία που μοιάζει με την Abbot με καλή ποιότητα σάρκας και μεγάλη ικανότητα συντήρησης του καρπού της.

Hayward

Καταγωγή: Ποικιλία άγνωστης προέλευσης, που επιλέχθηκε στο Auckland (Νέα Ζηλανδία) από το Hayward R. Wright, γύρω στο 1920. Εμπορικά διαδόθηκε το 1930.

Βλάστηση: Φυτό μέσης ζωνρότητας και παραγωγής.

Έναρξη ανθοφορίας: Ανθίζει όψιμα, το 3^ο δεκαήμερο του Μαΐου.

Άνθη: Γενικά μονά, σπάνια διπλά, χρώματος κρεμ και μεγάλης διαμέτρου (5,50 ως 7,0cm) με πέταλα στρογγυλά-ελλειψοειδή.

Φύλλα: Στα νεαρά φύλλα, οι λοβοί του ελάσματος αλληλοκαλυπτόμενοι.

Καρπός: Μεγάλος (90-100 gr), σχήματος ελλειψοειδούς-ωοειδούς σε κατακόρυφη τομή και ελλειψοειδούς σε εγκάρσια, μήκους 6,80cm και πλάτους 5,50cm. Φλοιός χρώματος καφέ με φόντο πράσινο-γκρι, καλυπτόμενος με άφθονες λεπτές τρίχες. Το

άκρο του στύλου του καρπού επίπεδο. Η σάρκα χρώματος ζωηρού πρασινοκίτρινου, χυμώδης, αρωματώδης και εύγευστη.

Εποχή συγκομιδής: 1ο δεκαήμερο Νοεμβρίου.

Ειδικά χαρακτηριστικά: Οι καρποί, ωριμάζουν αργότερα από τους καρπούς των άλλων ποικιλιών και διατηρούνται καλύτερα από αυτούς, τόσο μέσα στους ψυκτικούς θαλάμους όσο και μετά την έξοδο απ' αυτούς. Η Hayward, είναι η σημαντικότερη καλλιεργούμενη ποικιλία, σε παγκόσμιο επίπεδο, αν και λιγότερο παραγωγική από τις άλλες (περίπου κατά 30%). Γι' αυτό, συστήνεται αύξηση του αριθμού των φυτών κατά στρέμμα, σε 50 περίπου (Δημουλάς Ι. 1988).

Τσεχελίδης

Η ποικιλία είναι σπορόφυτη και δημιουργήθηκε με την μέθοδο που χρησιμοποιείται αποκλειστικά από τους ερευνητές, για τη δημιουργία νέων ποικιλιών, αλλά και από πολλούς φυτωριούχους για παραγωγή σποροφύτων, που θα χρησιμοποιηθούν σαν υποκείμενα, για τον εμβολιασμό των καλλιεργούμενων ποικιλιών.

Οι σπόροι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν της ποικιλίας Hayward. Έτσι λοιπόν, από ένα σπορόφυτο, το μοναδικό μεταξύ εκείνων που επιλέχθηκαν από το σπορείο και μεταφυτεύθηκαν στον οπωρώνα, προήλθε η νέα ποικιλία. Το φυτό αυτό, για πρώτη φορά δίνει καρπούς το έτος 1994. Τα χαρακτηριστικά του καρπού ήταν τόσο εντυπωσιακά, που αμέσως προκάλεσαν το μεγάλο ενδιαφέρον για την περαιτέρω παρακολούθηση και μελέτη τους. Τα επόμενα δέκα χρόνια περίπου, η ποικιλία πολλαπλασιάζεται μέσα στον ίδιο οπωρώνα, όπου υπάρχει και η ποικιλία Hayward.

Δημιουργείται μία βάση παρατήρησης, με πολλά φυτά και των δύο μαρτύρων και οι καλλιεργητικές φροντίδες και στις δύο ποικιλίες είναι ίδιες. Οι παρατηρήσεις που λαμβάνονται επί σειρά ετών, μας δείχνουν ότι η νέα ποικιλία είναι σταθερή στα χαρακτηριστικά της, χωρίς να παρατηρείται κανένας εκφυλισμός τους και ταυτόχρονα αυτά δείχνουν μία εντυπωσιακή υπεροχή έναντι των χαρακτηριστικών της Hayward.

Με την βεβαιότητα των παρατηρήσεων αυτών λοιπόν, τον Δεκέμβριο του 2003 γίνεται η πρώτη αίτηση στο Community Plant Variety Office, που εδρεύει στη Γαλλία και καλύπτει νομοθετικά τα όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για την εξέταση των χαρακτηριστικών, αλλά και την κατοχύρωση των δικαιωμάτων της νέας ποικιλίας από το δημιουργό της. Η ίδια διαδικασία, έγινε στην συνέχεια και κατά U.P.O.V.,

στις χώρες που αυτή καλύπτει νομοθετικά και οι οποίες ενδιαφέρονται για την καλλιέργεια των ακτινιδίων.

Παράλληλα με όλα αυτά, γίνεται η γενετική αποτύπωση της ποικιλίας από την Γεωπονική σχολή του Πανεπιστημίου της Θεσσαλίας, με την τεχνική της μοριακής ανάλυσης του DNA της, με βάση την τεχνική PCR, βασισμένη στην ανάλυση μικροδορυφορικών περιοχών (SSR's), η οποία θεωρείται ως η πλέον αξιόπιστη μέθοδος DNA αναλύσεων στο ακτινίδιο. Τα δεδομένα της μοριακής ανάλυσης, συνηγορούν στις μη αμφισβητήσιμες διαφορές μεταξύ των δύο γενοτύπων (TSECHELIDIS-HAYWARD). Οι δύο γενότυποι είναι διαφορετικοί, αφού εμφανίζουν πολυμορφισμό σε οκτώ (8) τουλάχιστον αλληλόμορφα, όπως φάνηκε με την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και στους μοριακούς δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν.

Τα μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά, τόσο του φυτού όσο και των καρπών, που καθιστούν την ποικιλία ως μία εκ των κορυφαίων παγκοσμίως είναι τα παρακάτω:

1. Φυτό μεγάλης ζωηρότητας και παραγωγής (περίπου διπλάσια στρεμματική απόδοση από την Hayward).
2. Καρπός μεγάλος, κυλινδρικός, μέσου βάρους 170-180gr.
3. Απουσία ατροφικών καρπών και πεπλατυσμένων (ουσιαστικά δεν χρειάζεται αραίωμα).
4. Χρήση περιορισμένου αριθμού επικονιαστών (αυτογόνιμη 70%, Hayward 2%).
5. Εκπληκτική ομοιομορφία καρπών.
6. Υπερδιπλάσια περιεκτικότητα Βιταμίνης C από την Hayward (mg/100gr.v.b).
7. Υψηλότερα αντιοξειδωτικά από την Hayward (περίπου 60%).
8. Υψηλότερα σάκχαρα.
9. Ιδιαίτερα ευχάριστη γεύση με ξεχωριστό άρωμα.
10. Καλή συντηρησιμότητα.

Η υψηλή παραγωγική δυνατότητα της ποικιλίας σε συνδυασμό με την χαμηλότερη δαπάνη εργασίας, που απαιτεί για αραίωση και συγκομιδή καρπών διαμορφώνει ένα κόστος παραγωγής, που είναι το ήμισυ περίπου του κόστους της καλλιεργούμενης σήμερα ποικιλίας Hayward. Αυτό από μόνο του, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, που σε συνδυασμό με τα άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά

της, δημιουργούν τις προϋποθέσεις πρόκλησης του παγκόσμιου ενδιαφέροντος και συνηγορούν στην γρήγορη ανάπτυξή της.

Soreli, (*Actinidiachinensis*)

Ερευνητές από το Τμήμα Γεωργικών και Περιβαλλοντικών Επιστημών του Πανεπιστημίου του Ούντινε, δημιούργησαν μια νέα ποικιλία ακτινιδίων με κίτρινη σάρκα, που ονομάζεται Soreli (ο όρος σημαίνει «ήλιος»). Η ποικιλία, φαίνεται να παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον και προοπτική, δεδομένης της εμφάνισης, της ομοιομορφίας μεγέθους, της πρώιμης συγκομιδής και της κίτρινης σάρκας με γλυκιά γεύση.

Προέρχεται από τη διασταύρωση του *Actinidia. chinensis* A137 x *Actinidia chinensis* A134.41 και είναι τετραπλοειδής ($2n=4x=116$). Ο πολλαπλασιασμός «*in vitro*» στην Ευρώπη, ξεκίνησε το 2008 από υλικό που τοποθετήθηκε στην προκαλλιέργεια το 2007. Τις σεζόν 2008/2009 και 2009/2010, πουλήθηκαν περίπου 100000 φυτά και η ποικιλία Soreli έχει φυτευτεί μέχρι σήμερα στην Ελλάδα, τη Γαλλία και την Πορτογαλία.

Το φυτό ωριμάζει νωρίτερα από την ποικιλία Hayward, με περίοδο ανθοφορίας που προηγείται της Hayward κατά 9 ημέρες, με υψηλή γονιμότητα των μπουμπουκιών, μεμονωμένα άνθη και μια περίοδο συγκομιδής περίπου 30 ημέρες νωρίτερα από την Hayward. Ο καρπός της ποικιλίας «Soreli» έχει ωοειδές και κανονικό σχήμα, το χρώμα του δέρματος είναι λαμπερό καφέ, το χρώμα της σάρκας είναι έντονο κίτρινο και το μέσο βάρος του καρπού είναι περίπου 100γρ. (<https://soreli.uniud.it/>)

Ο καρπός μπορεί να συγκομιστεί μέσα σε μια περίοδο 20 ημερών, με περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά μεταξύ 7 και 10° Brix. Ο καρπός είναι μέτριος, κυλινδρικός, με μεγάλη ομοιομορφία. Περιέχει υπερδιπλάσια περιεκτικότητα Βιταμινών C, A, E από την Hayward (mg/100gr.v.b), υψηλότερα αντιοξειδωτικά και σάκχαρα. Έχει ιδιαίτερα ευχάριστη γεύση με ξεχωριστό άρωμα, καλή συντηρησιμότητα και όταν ωριμάζει ο καρπός, η γεύση του προσομοιάζεται με αυτή της μπανάνας ή του μήλου. Η αποθήκευση φρούτων σε κανονική ατμόσφαιρα περιορίζεται σε 90-120 ημέρες. Σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα με την αφαίρεση του αιθυλενίου μπορεί να παραταθεί η διάρκεια αποθήκευσης έως και 6 μήνες.

Η κατανάλωση του έχει πολύ ενδιαφέρον, δεδομένης της καλής ισορροπίας ανάμεσα σε σάκχαρα και οξύτητα. Ο επικονιαστής που συνιστάται είναι το Belén, αρσενική επιλογή του *Actinidiachinensis*.

Επιλογή	AC171.76
Γενεαλογικό δέντρο	A137 X A134,41
Χωρίς λουλούδια/κόρυμβο	1.0
Παρ. 2002-2005 (n φρούτα/φυτό)	183
Σταθμισμένο μέσο βάρος φρούτων (g)	127
Σκληρότητα κατά τη συγκομιδή (Kg/cm ²)	4,5±2,3
RSR κατά τη συγκομιδή (° Brix) (α)	10,4±2,2
Αποθηκευτικός χρόνος CA (ημέρες)	60
Σκληρότητα μετά από CA (Kg)	0,5±0,6
RSR καταναλωτή (° Brix)	13,6±2,8
Χρώμα πολτού	Κίτρινος
Αποδεκτότητα (1-5, Hayward=3,2)	3,1±0,6

Είναι δυνατή η χρήση γύρης από *Actinidia deliciosa* για την επικονίαση. Σε μια τέτοια περίπτωση, η γύρη πρέπει να αποθηκευτεί το προηγούμενο έτος, με την προϋπόθεση ότι η *Actinidia. deliciosa* θα επιλέξει άνθη όταν τελειώσει η ανθοφορία της «Soreli». Είναι δυνατή η εισαγωγή γύρης από χώρες του νότιου ημισφαιρίου, όπως η Νέα Ζηλανδία. Αυτή η εμπορική γύρη, που μπορεί να βρεθεί εύκολα στην ευρωπαϊκή αγορά, έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στην επικονίαση του 'Soreli'. (<https://soreli.uniud.it/>)

Η αξιολόγηση του καταναλωτή είναι γενικά καλή. Οι τιμές βαθμολογίας αποδοχής είναι παρόμοιες με την «Hayward» και ελαφρώς χαμηλότερες από την «Jintao». Η «Soreli» έχει καλή ισορροπία γλυκύτητας/οξύτητας.

Η ποικιλία, προστατεύεται από ευρωπαϊκό δίπλωμα ευρεσιτεχνίας και τα μη αποκλειστικά δικαιώματα πολλαπλασιασμού πωλούνται από τον Ιανουάριο του 2008 από το Πανεπιστήμιο του Ούντινε έναντι δικαιωμάτων εκμετάλλευσης ανά φυτό που παράγεται και πωλείται, καθώς και συμμετοχή κατά την υπογραφή της σύμβασης. Η συνδρομή προβλέπει μη αποκλειστικό δικαίωμα πολλαπλασιασμού και πώλησης σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση με διάρκεια ισχύος 5 ετών, με δυνατότητα ανανέωσης. (<https://soreli.uniud.it/>)

Το 2019, στο Επιστημονικό συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών παρουσιάστηκε μία μελέτη η οποία αφορούσε τη σύγκριση των βασικών βιομετρικών, ποιοτικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των καρπών ενός πιθανού νέου τοπικού γονότυπου ακτινιδιάς του νομού Άρτας (η οποία βρέθηκε σε τυχαία θέση μέσα σε οπωρώνα) με την ευρέως καλλιεργούμενη ποικιλία ακτινιδίου ‘Hayward’ κατά το στάδιο της συγκομιδής, αλλά και μετά από περίοδο συντήρησης πέντε μηνών. Προς τούτο, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των βιομετρικών χαρακτηριστικών των καρπών (βάρος, μήκος, διάμετρος, χρώμα και συνεκτικότητα σάρκας), των οργανοληπτικών (ολικά διαλυτά στερεά, τιτλοδοτούμενη οξύτητα και pH στο χυμό) και άλλων ποιοτικών χαρακτηριστικών (συγκέντρωση φαινολικών ουσιών, διαλυτών σακχάρων, οργανικών οξέων και αντιοξειδωτική ικανότητα) των παραγόμενων καρπών των δύο γονοτύπων. Από τα μέχρι τώρα αποτελέσματα προκύπτει σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο γονοτύπων για ορισμένες από τις μελετώμενες παραμέτρους, όπως αυτές του βάρους και της διαμέτρου, αλλά και των διαλυτών σακχάρων. Συγκεκριμένα ο πιθανός νέος γονότυπος παρουσιάζει μεγαλύτερο βάρος και διάμετρο, αλλά μικρότερη συγκέντρωση ολικών διαλυτών σακχάρων σε σχέση με την ποικιλία ‘Hayward’ (Κώστα, 2019).

Κυριότερες Αρσενικές ποικιλίες (επικονιαστές)

Matua

Ανθίζει νωρίς και καλύπτει επαρκώς την ανθοφορία των θηλυκών.

McLean

Ανθίζει πολύ νωρίς με αποτέλεσμα η ανθοφορία της να μην καλύπτει επαρκώς αυτή των θηλυκών ποικιλιών.

Moonya

Ανθίζει νωρίς και καλύπτει επαρκώς την ανθοφορία των θηλυκών.

Tomuri

Πρόκειται για ποικιλία που ανθίζει όψιμα και καλύπτει πλήρως την ανθοφορία της ποικιλίας Hayward που είναι και η πιο διαδεδομένη.

2.3. Μορφολογία

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η ακτινιδιά είναι ένα αναρριχώμενο, φυλλοβόλο, πολυετές φυτό. Αναπτύσσεται πολύ γρήγορα, με το βλαστό της να εξελίσσεται κατά

10 εκατοστά την ημέρα, όταν οι συνθήκες το ευνοούν. Κατά την αναρρίχηση, οι βλαστοί τυλίγονται γύρω από τα υποστυλώματα, που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό.

Οι ρίζες του φυτού είναι σαρκώδεις και εξαιτίας της μεγάλης ανάγκης τους για οξυγόνο, αναπτύσσονται κυρίως στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους, (3-4εκ.) με αποτέλεσμα να «απλώνονται» σε ακτίνα 70εκ. έως 1,5μ. γύρω από το φυτό.

Ο κορμός του φυτού είναι εύκαμπτος στην αρχή, ενώ σιγά-σιγά μπορεί να φτάσει τα 20-30εκ. διάμετρο. Οι βλαστοί που «τυλίγονται» γύρω από τα υποστυλώματα είναι τρυφεροί με τριχίδια, ενώ η πυκνότητα και το χρώμα τους εξαρτώνται από την ποικιλία του φυτού (Παλούκης & Ντινόπουλος, 1989).

Οι οφθαλμοί του φυτού μπορεί να είναι βλαστοφόροι ή μικτοί ανθοφόροι, ενώ τα φύλλα έχουν σχήμα ωοειδές ή καρδιάς με οδοντωτή περιφέρεια. Έχουν λεία πάνω επιφάνεια, ενώ το χρώμα τους, ανάλογα με την ποικιλία, μπορεί να είναι σκούρο πράσινο ή πολύ σκούρο πράσινο. Η διάμετρός τους φτάνει τα 20εκ. (Ιλανίδης, 2006).

Τα άνθη της ακτινιδιάς είναι μεγάλα, συνήθως λευκά και διαφέρουν λίγο μορφολογικά μεταξύ των αρσενικών και των θηλυκών φυτών. Έτσι, έχουν όλα ίδιο αριθμό πετάλων και σέπαλων. Τα θηλυκά διαθέτουν 170-190 στήμονες και ύπερο με 35-45 καρπόφυλλα, ενώ τα αρσενικά διαθέτουν 130-170 στήμονες και υποπλαστική ωοθήκη (Βασιλακάκης, 1996).

2.4. Η καλλιέργεια της ακτινιδιάς

2.4.1. Κλίμα και έδαφος

Προκειμένου η ακτινιδιά να ευδοκιμήσει και να αναπτυχθεί, χρειάζεται κλίμα με ήπιο χειμώνα και θερμό και υγρό καλοκαίρι. Ένα ενήλικο δέντρο, το χειμώνα αντέχει θερμοκρασίες έως -6°C και -9°C . Επίσης, οι νέοι κυρίως βλαστοί, είναι ευαίσθητοι στους ισχυρούς ανέμους.

Όσον αφορά στο έδαφος που είναι κατάλληλο για την καλλιέργεια ακτινιδιάς, χρειάζεται αυτό να είναι αργιλοπηλώδες, βαθύ, πλούσιο σε οργανική ουσία, με καλή αποστράγγιση και χαμηλή περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο. Το pH του εδάφους χρειάζεται να είναι μεταξύ 5,5 και 7.

2.4.2. Εγκατάσταση-Φύτευση

Για την εγκατάσταση της ακτινιδιάς, το έδαφος προετοιμάζεται με την προσθήκη κοπριάς, ενώ η φύτευση γίνεται με μπάλα χώματος από το Νοέμβριο μέχρι αργά την Άνοιξη. Οι ακτινιδιές φυτεύονται κατά ορθογώνια παραλληλόγραμμα ή γραμμές. Οι αποστάσεις φύτευσης εξαρτώνται από το σύστημα μόρφωσης των φυτών και κυμαίνονται μεταξύ 4-5,5μ. μεταξύ των γραμμών και 5,5-7μ. επί των γραμμών (Ποντίκης, 1996).

2.4.3. Συστήματα Μόρφωσης

Γραμμοειδές

Το γραμμοειδές σύστημα μόρφωσης ή κορδόνη περιλαμβάνει ένα σύστημα στήριξης με σύρματα κατά μήκος, τα οποία τοποθετούνται σε ύψος έως 2-2,5μ. Το σύστημα αυτό, φέρει δύο ή τρεις παραγωγικές μονάδες βλάστησης και οι κύριοι κλάδοι τοποθετούνται οριζόντια, κατά μήκος των συρμάτων. Τα φυτά διαμορφώνονται με ένα έως τρεις κορμούς και ο πιο δυνατός ανεβαίνει μέχρι το πιο ψηλό σύρμα και κάμπτεται για να σχηματίσει τον πρώτο οριζόντιο κλάδο. Από αυτόν θα σχηματιστεί και ο δεύτερος προς την αντίθετη πλευρά. Με τον ίδιο τρόπο διαμορφώνονται οι κλάδοι σε όλα τα σύρματα (συνήθως τρία).

Ημικρεβατίνα

Η ημικρεβατίνα αφορά σε σύστημα μόρφωσης, που φέρει μία μόνο παραγωγική μονάδα, που στηρίζεται σε σύρμα σε ύψος περίπου δύο μέτρων. Υπάρχει ένα κεντρικό σύρμα και σε απόσταση περίπου ενός μέτρου τοποθετούνται και από τις δυο πλευρές-δύο έως τέσσερα σύρματα, στηριζόμενα σε δοκάρια. Μόλις ο κορμός της ακτινιδιάς φτάσει στο ύψος του σύρματος, κάμπτεται και σχηματίζεται ο οριζόντιος κεντρικός κλάδος. Στη συνέχεια, σχηματίζονται οι καρποφόροι κλάδοι και υποστηρίζονται από τα σύρματα. Συχνά, κάτω από την ημικρεβατίνα σχηματίζεται και μια παραγωγική μονάδα γραμμοειδούς μόρφωσης.

Κρεβατίνα

Προκειμένου να επιλεγεί το συγκεκριμένο σύστημα μόρφωσης, το φυτό χρειάζεται να έχει δύο κορμούς και πολλούς οριζόντιους κλάδους. Από τους οριζόντιους κλάδους αναπτύσσονται οι βλαστοί, που με τη σειρά τους σχηματίζουν τους καρποφόρους κλάδους, οι οποίοι απλώνονται πάνω στα σύρματα.

Η κρεβατίνα (pergola) αποτελεί το επικρατέστερο σύστημα διαμόρφωσης, και είναι γνωστό ως «ψαροκόκαλο». Το σύστημα της ημι-κρεβατίνας (T-bar) έρχεται δεύτερο σε προτίμηση, κυρίως σε περιοχές της Βόρειας Ιταλίας που πλήττονται από έντονες χαλαζοπτώσεις. Ωστόσο, κι εκεί τείνει να επικρατήσει το σύστημα μόρφωσης σε κρεβατίνα.

2.4.4. Άρδευση

Η ακτινιδιά χρειάζεται το νερό και μάλιστα απαιτεί σταθερή υγρασία, ιδιαίτερα στην επιφάνεια του εδάφους, αφού οι ρίζες του φυτού απλώνονται μόλις 3-4εκ. κάτω από το έδαφος. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή ώστε το φυτό να οξυγονώνεται καλά. Έτσι, καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του φυτού απαιτείται συχνό πότισμα, που την περίοδο της βλάστησης μπορεί να γίνεται και κάθε δεύτερη μέρα. Γενικά, η συχνότητα ποτίσματος εξαρτάται από την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί την υγρασία, αλλά και τις κλιματικές συνθήκες. Συνήθως, σε περιόδους μη βροχόπτωσης, απαιτούνται δύο ποτίσματα την εβδομάδα. Η έλλειψη νερού οδηγεί σε συστροφή των νεαρών φύλλων την άνοιξη, ενώ το καλοκαίρι σε πρόωρη πτώση των φύλλων και αναστολή της ανάπτυξης του καρπού (Ποντίκης, 1996).

2.4.5. Λίπανση

Η λίπανση της ακτινιδιάς γίνεται συνήθως σε δύο στάδια. Πριν την εγκατάσταση του ακτινιδεώνα, οργώνεται το έδαφος και εμπλουτίζεται με κοπριά και λιπάσματα πλούσια σε φώσφορο και κάλιο. Βέβαια, οι ποσότητες και η ακριβής σύσταση των λιπασμάτων εξαρτώνται από την ποιότητα του εδάφους. Ύστερα από την αρχική εγκατάσταση, γίνεται λίπανση των φυτών κάθε χρόνο. Τα πρώτα τρία χρόνια, οι ακτινιδιές προσλαμβάνουν περισσότερο άζωτο και κάλιο σε σχέση με τα επόμενα χρόνια γιατί, ιδιαίτερα το άζωτο συμβάλλει στην καλύτερη ανάπτυξη των φυτών. Επίσης, χρειάζεται να τονιστεί ότι η λίπανση γίνεται την άνοιξη, μόλις εμφανιστούν οι «οφθαλμοί» των φυτών και μέχρι να ανοίξουν τα άνθη (Βασιλακάκης, 2007). Γενικά, η ετήσια λίπανση χρειάζεται να γίνεται προσεκτικά, αφού δεν απαιτούνται συνήθως μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων. Η εμφάνιση, η βλάστηση και η ανάπτυξη των φυτών αποτελούν τις πρώτες ενδείξεις των αναγκών των ακτινιδίων σε θρεπτικά στοιχεία.

Μετά την εγκατάσταση και κατά τα έτη νεαρής ηλικίας, τα δενδρύλλια της ακτινιδιάς, εφόσον υπάρχει διαθέσιμο άζωτο και κάλιο, έχουν την τάση να προσλαμβάνουν τα στοιχεία αυτά σε ποσότητες αυξημένες, έναντι των ώριμων δένδρων, ακόμη και αν έχουν το ίδιο φορτίο καρπών. Έτσι, τα δένδρα αυτά μπορούν να έχουν κατά 50% περισσότερο άζωτο και κατά 22% περισσότερο κάλιο.

Νεαρά όμως δενδρύλλια με τόσο υψηλό επίπεδο αζώτου κινδυνεύουν, ιδίως στη Β. Ελλάδα από χαμηλές θερμοκρασίες, αλλά και από μυκητολογικές προσβολές. Κατά γενική σχεδόν παραδοχή, όλα τα λιπάσματα, συμπεριλαμβανομένου και του αζώτου, πρέπει να δίνονται κατά την έναρξη έκπτυξης των οφθαλμών μέχρι το άνοιγμα των περισσότερων ανθέων.

Σε ακτινιδεώνες μεγαλύτερους των τριών ετών, τα λιπάσματα πρέπει να διασκορπίζονται σε ολόκληρη την επιφάνεια του ακτινιδεώνα.

2.4.5.1. Άζωτο (N)

Το είδος των αζωτούχων λιπασμάτων που θα χρησιμοποιηθούν, σχετίζεται με την οξύτητα (pH) του εδάφους. Το άριστο pH του εδάφους για την ακτινιδιά είναι 6,0-6,5. Το ενεργό ασβέστιο, το οποίο κυρίως διαμορφώνει τις τιμές του pH, πρέπει να είναι κάτω του 5%. Σε εδάφη με αυτό το pH, δίνονται λιπάσματα ασβεστούχα όπως η ασβεστούχος νιτρική αμμωνία και η νιτρική άσβεστος. Αν όμως τα εδάφη είναι αλκαλικά (pH>7) και το ασβέστιο υψηλότερο του 5% τότε χρησιμοποιούνται λιπάσματα όξινα, όπως η θειϊκή αμμωνία και η νιτρική αμμωνία.

Η ποσότητα του αζώτου φυσικά εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Μια ενδεικτική τιμή είναι 15-20 κιλά/στρέμμα, από το οποίο το 65% περίπου στο 'σκάσιμο' των οφθαλμών και το υπόλοιπο σε μια ή δυο δόσεις τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο. Στις μετανθικές λιπάνσεις, πρέπει να αποφεύγεται η χρήση όξινων λιπασμάτων όπως θειϊκή αμμωνία και ουρία γιατί υφίσταται έντονος ανταγωνισμός με το ασβέστιο, με κίνδυνο να μαλακώσουν οι καρποί κατά τη συντήρηση. Στόχος είναι πάντοτε να επιτευχθεί στα φύλλα ένα επίπεδο, το οποίο στη Ν. Ζηλανδία και Ιταλία θεωρούν ότι πρέπει να είναι 2,4-2,8% ενώ στην Ελλάδα 2,3-3,1%.

Συμπτώματα ανεπάρκειας αζώτου εκδηλώνονται όταν το επίπεδο στα φύλλα πέσει κάτω από 1,5%. Η περίσσεια αζώτου είναι πιο σύνηθες φαινόμενο στη χώρα μας με σοβαρές επιπτώσεις στην ποιότητα και κυρίως στη συντηρησιμότητα των καρπών καθώς και στην ευπάθεια των δένδρων στις χαμηλές θερμοκρασίες. Υψηλά επίπεδα αζώτου μειώνουν το επίπεδο της βιταμίνης C.

2.4.5.2. Φώσφορος (P)

Αναφέρθηκε ότι, πριν από την εγκατάσταση του ακτινιδεώνα ενσωματώνεται με το όργωμα στο έδαφος μια ποσότητα φώσφορου, ανάλογα με την περιεκτικότητα του εδάφους σε φώσφορο. Ένα έδαφος θεωρείται ιδανικό από πλευράς φώσφορου όταν η περιεκτικότητά του είναι 40-50ppm. Προτιμάται η ενσωμάτωση του φώσφορου πριν από τη φύτευση, γιατί μετά τη φύτευση ο φώσφορος δεσμεύεται στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους και μόνο μικρές ποσότητες προσλαμβάνονται από τα φυτά.

Συμπτώματα καθαρά ανεπάρκειας φώσφορου δεν συναντώνται συχνά στην πράξη. Μπορεί να φανεί μια καχεξία (καθυστέρηση στην αύξηση) με βλαστούς λεπτούς. Τέτοια συμπτώματα εκδηλώνονται συνήθως όταν το επίπεδο του στοιχείου στα φύλλα είναι κάτω από 0,12%.

Οι τιμές επάρκειας που δίνονται για το φώσφορο από διάφορους ερευνητές διαφέρουν μεταξύ τους. Στις άλλες χώρες επικρατούν οι τιμές 0,18-0,22%, στη χώρα μας ο Βελεμής δίνει τιμές 0,20-0,50%. Υψηλές συγκεντρώσεις φώσφορου στο έδαφος δεσμεύουν κυρίως τα στοιχεία σίδηρο και ψευδάργυρο. Για το λόγο αυτό εδάφη στα οποία τα φυτά εκδηλώνουν χλώρωση σιδήρου, η λίπανση με φώσφορο (απλά ή σύνθετα λιπάσματα) επιδεινώνει τη χλώρωση. Η χρήση αραιού φωσφορικού λιπάσματος του τύπου 0-20-0, προτιμάται, ιδίως στα όξινα και φτωχά σε ασβέστιο εδάφη, γιατί δίνεται συγχρόνως στα φυτά και το πολύτιμο γι' αυτά στοιχείο ασβέστιο.

Σε μια ανεπτυγμένη φυτεία ακτινιδιάς μια ενδεικτική ποσότητα φώσφορου κατά στρέμμα είναι 6 κιλά/έτος.

Η χρήση μυκορίζων βοηθάει πολύ στην αντιμετώπιση των προβλημάτων ανεπάρκειας φώσφορου. Επίσης, οι διαφυλλικοί ψεκασμοί με ειδικά σκευάσματα, ιδίως φωσφορικού καλίου, αν και δεν αντιμετωπίζουν το πρόβλημα σε περιπτώσεις μεγάλης ανεπάρκειας, ωστόσο βοηθούν την όλη κατάσταση, ιδίως σε περιπτώσεις μικρής ανεπάρκειας.

2.4.5.3. Κάλιο (K)

Από όλες τις τροφοπενίες, η πιο συχνή είναι αυτή του καλίου, δεδομένου ότι το στοιχείο αυτό προσλαμβάνεται από την ακτινιδιά σε ποσότητα μεγαλύτερη κάθε άλλου στοιχείου. Συμπτώματα ανεπάρκειας εκδηλώνονται αμέσως μετά το άνοιγμα

των βλαστοφόρων οφθαλμών. Αργότερα εκδηλώνεται περιφερειακή χλώρωση στα φύλλα. Σύνηθες φαινόμενο είναι, ιδίως κατά τις θερμές ώρες της ημέρας, ή την πνοή των ξηρών ανέμων, η συστροφή των άκρων του φύλλου προς την επάνω επιφάνεια.

Ο κανονικός εφοδιασμός των δένδρων ακτινιδιάς με κάλιο είναι απαραίτητος για την αντιμετώπιση έλλειψης νερού ή έντονες ξηροθερμικές καταστάσεις, αλλά και για την άμυνα κατά των χαμηλών θερμοκρασιών. Όπως προαναφέρθηκε, σκόπιμο είναι, μια ποσότητα καλιούχου λιπάσματος, ανάλογα με την περιεκτικότητα του εδάφους, να ενσωματώνεται στο έδαφος πριν από τη φύτευση. Στο έδαφος το επίπεδο καλίου πρέπει να είναι 100-160ppm.

Το επίπεδο του καλίου στα φύλλα κατ' άλλους πρέπει να είναι 1,8-2,2% ενώ κατά τον Βελεμή 1,8-3,5%. Όταν το επίπεδο είναι κάτω από 1,5 % είναι δυνατόν να εκδηλωθούν συμπτώματα, όπως εκείνο της συστροφής των φύλλων.

Στην χώρα μας το καλιούχο λίπασμα που χρησιμοποιείται είναι το θεϊκό κάλιο, καθώς και σύνθετα λιπάσματα διαφόρων τύπων. Σε άλλες χώρες γίνεται μεγάλη χρήση και του χλωριούχου καλίου, που περιέχει το στοιχείο χλώριο το οποίο είναι επίσης απαραίτητο για την ακτινιδιά. Αναφέρεται μάλιστα ότι το κάλιο προσλαμβάνεται καλύτερα με τη μορφή του χλωριούχου καλίου. Αναφέρεται επίσης ότι από τη χρήση του χλωριούχου καλίου η παραγωγή αυξήθηκε κατά 30% σε σύγκριση με το θεϊκό κάλιο. Ωστόσο η χρήση του χλωριούχου καλίου πρέπει να γίνεται με προσοχή γιατί δεν είναι χωρίς κινδύνους. Έτσι η ποσότητα του χλωρίου στο έδαφος πρέπει να είναι μικρή, μικρότερη από 150ppm και το έδαφος να μην είναι φτωχό σε άζωτο. Άρα πριν χρησιμοποιηθεί χλωριούχο κάλιο, καλό είναι να προηγηθεί σχετική ανάλυση εδάφους.

Μια ενδεικτική ποσότητα καλίου ανά στρέμμα 15-25 κιλά (μονάδες) ανά διετία εφαρμόζεται στην Ιταλία. Στη χώρα μας η ποσότητα αυτή κρίνεται ανεπαρκής και προτείνεται διπλάσια ποσότητα, ενδεικτική πάντα. Το κάλιο μπορεί επίσης να δοθεί και με διαφυλλικούς ψεκασμούς. Κυκλοφορούν διάφορα σκευάσματα. Το νιτρικό κάλιο στην κρυσταλλική του μορφή είναι ενδεδειγμένο για τη χρήση αυτή.

Για να μην υπάρξουν φαινόμενα ανταγωνιστικά από τη χρήση του καλίου, τόσο με το μαγνήσιο, όσο και κυρίως με το ασβέστιο, συνιστάται το κάλιο να δίνεται σε δύο τουλάχιστον δόσεις οι οποίες να απέχουν ένα μήνα η μια από την άλλη. Πρέπει να επιδιώκεται η διατήρηση της σχέσης N/K λίγο κάτω από τη μονάδα γιατί η αποτελεσματικότητα του ενός στοιχείου εξαρτάται από την ποσότητα του άλλου.

2.4.5.4. Μαγνήσιο (Mg)

Το μαγνήσιο είναι ένα θρεπτικό στοιχείο το οποίο δεν λείπει από τα ελληνικά εδάφη. Μόνο ένα ποσοστό 8% της Β. Ελλάδας είναι φτωχά σε μαγνήσιο. Αλλά και από τις αναλύσεις φύλλων που γίνονται στα διάφορα είδη δένδρων, σπάνια διαπιστώνονται ελλείψεις του στοιχείου.

Σε χρονιές που επικρατούν έντονες βροχοπτώσεις, κατά τον Χειμώνα και την Άνοιξη, παρατηρούνται οι περισσότερες περιπτώσεις ανεπάρκειας μαγνησίου. Ανεπάρκεια του στοιχείου μπορεί επίσης να προκληθεί από τη χρήση μεγάλων ποσοτήτων καλιούχων λιπασμάτων. Γι' αυτό, όπως προαναφέρθηκε, όταν γίνεται χρήση μεγάλων ποσοτήτων καλιούχων λιπασμάτων αυτά να δίνονται σε 2-3 δόσεις και σε μηνιαία βάση.

2.4.5.5. Ασβέστιο (Ca)

Το ασβέστιο είναι το στοιχείο εκείνο που με την υψηλή περιεκτικότητά του στο έδαφος δημιουργεί τις χλωρώσεις σιδήρου, οι οποίες αποτελούν το πλέον σύνηθες φαινόμενο ορατής τροφοπενίας. Από την άλλη πλευρά όμως είναι το τρίτο, μετά το κάλιο, στοιχείο που προσλαμβάνουν από το έδαφος τα φυτά της ακτινιδιάς.

Η αντοχή ωστόσο των φυτών της ακτινιδιάς είναι μεγάλη, ακόμη και σε πολύ χαμηλά επίπεδα ασβεστίου. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και με τους καρπούς. Το ασβέστιο είναι το κυριότερο στοιχείο συντηρησιμότητας των καρπών. Καρποί με χαμηλό επίπεδο ασβεστίου δεν συντηρούνται καλά, μαλακώνουν και υποβαθμίζονται γρήγορα, ενώ είναι και ευπαθείς στις διάφορες μυκητολογικές προσβολές.

Μεταξύ της βλάστησης και των καρπών υπάρχει ισχυρός ανταγωνισμός στην πρόσληψη του ασβεστίου. Όταν η βλάστηση είναι ισχυρή και πλούσια και η καρποφορία μικρή, τότε το ασβέστιο οδεύει προς τα φύλλα και τους βλαστούς, ενώ αν η καρποφορία είναι μεγάλη και η βλάστηση περιορισμένη, το ασβέστιο οδεύει στους καρπούς. Η ισορροπία μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας συντελεί και στην ισόρροπη κατανομή του στοιχείου μεταξύ βλαστών και καρπών.

Αυστηρά χειμερινά κλαδέματα που ωθούν σε ισχυρή βλάστηση, στερούν τους καρπούς από το στοιχείο. Αντίθετα, θερινά κλαδεύματα που περιορίζουν και σταματούν την βλάστηση, ωθούν το ασβέστιο στους καρπούς. Ισχυρή αζωτούχος λίπανση αυξάνει τη βλάστηση και μειώνει την περιεκτικότητα ασβεστίου των καρπών. Το κάλιο και το μαγνήσιο δρουν επίσης ανταγωνιστικά στο ασβέστιο και γι' αυτό ισχυρή λίπανση με κάλιο ή μαγνήσιο επηρεάζει δυσμενώς τη συντηρησιμότητα

των καρπών. Για το λόγο αυτό όπως προαναφέρθηκε, ισχυρές λιπάνσεις με κάλιο πρέπει να γίνονται σε περισσότερες της μιας δόσεις.

Το ασβέστιο προσλαμβάνεται κυρίως από το έδαφος, είτε από τα υπάρχοντα αποθέματά του είτε από αυτό που ενσωματώνεται με τα λιπάσματα και κυρίως με τα απλά φωσφορικά του τύπου 0-20-0, της ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας και της νιτρικής ασβέστου. Μικρές ποσότητες, της τάξεως του 15-20% μπορούμε να δώσουμε με ψεκασμούς των φύλλων και καρπών με ασβεστούχα σκευάσματα και κυρίως με το χλωριούχο ασβέστιο σε μια συγκέντρωση 0,3-0,5% ανάλογα με την εποχή της εφαρμογής. Με το σκεύασμα δίνεται και μια ποσότητα χλωρίου. Ψεκασμοί με χλωριούχο ασβέστιο ίσως θα μπορούσαν να περιορίσουν το πρόβλημα της *Alternaria*, το οποίο τα τελευταία χρόνια εκδηλώνεται συχνά σε φυτείες ακτινιδιάς. Το χλώριο δρα κατά των μυκήτων και το ασβέστιο ισχυροποιεί την άμυνα των φυτών. Χορήγηση ασβεστούχων υλικών στο έδαφος γίνεται μόνο όταν το pH είναι πολύ χαμηλό, κάτω του 5,5.

2.4.5.6. Σίδηρος (Fe)

Η ανεπάρκεια του σιδήρου (χλώρωση-κιτρίνισμα) είναι η πιο ορατή τροφопενία. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο σε εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα ασβεστίου και ως εκ τούτου με υψηλό pH. Αλλά και σε εδάφη με χαμηλό pH μπορεί να εκδηλωθεί χλώρωση από διάφορες καλλιεργητικές επεμβάσεις, όπως η χρήση μεγάλων ποσοτήτων φώσφορου, οι πρώιμες αρδεύσεις με πολύ νερό σε εδάφη βαριάς μηχανικής σύστασης, η χρήση μεγάλων ποσοτήτων νιτρικών λιπασμάτων, ιδιαίτερα μετά την άνθηση, η χρήση κοπριάς όχι καλά χουμοποιημένης και η έντονη κατεργασία του εδάφους.

Η ανάλυση των φύλλων ακτινιδιάς πολλές φορές δεν αποτελεί αξιόπιστη μέθοδο για τη διάγνωση των αναγκών της ακτινιδιάς σε σίδηρο. Ο λόγος της συγκέντρωσης σιδήρου των μίσχων των φύλλων προς τη συγκέντρωση σιδήρου των νεύρων φαίνεται ότι αποτελεί την πλέον αξιόπιστη μέθοδο προσδιορισμού των αναγκών της ακτινιδιάς σε σίδηρο.

Η αντιμετώπιση της χλώρωσης γίνεται στη πράξη με την χρήση οργανικών (χηλικών) ενώσεων σιδήρου και κυρίως του τύπου FeEDDHA. Η ποσότητα οργανικού σιδήρου εξαρτάται από το μέγεθος των πρεμνών και από το βαθμό χλώρωσης, μπορεί να φθάσει και τα 50gr/πρέμνο. Η ανάμειξη δύο ή περισσότερων ενώσεων σιδήρου δίνει καλύτερα αποτελέσματα από ότι η χρήση καθενός ξεχωριστά.

Παράδειγμα FeEDTA και FeEDDHA ή FeEDTA και FeSO₄ ή FeEDDHA και FeSO₄. Η ερμηνεία που δίνεται σ' αυτόν τον συνεργισμό, είναι ότι επιμηκύνεται η διάρκεια δράσης τους, καθώς ο ένας παράγοντας 'δανείζει' σίδηρο στον άλλο και έτσι ανακυκλώνεται η δράση του.

Η εφαρμογή του, πάντοτε με νερό, κατά προτίμηση με ειδικούς εγχυτήρες, πρέπει να γίνεται περίπου με την έναρξη της βλάστησης πριν από την άνθηση. Πάντοτε θα λαμβάνεται υπόψη ότι η χρήση οργανικού σιδήρου συνεπάγεται την μείωση της συγκέντρωσης μαγγανίου στα φύλλα. Η χρήση όξινων φερτών υλών, όπως τα στέμφυλα (βρασμένα τσίπουρα) αλλά και διάφορα φυτοχόματα από αποξηρανοίσιμες λίμνες μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στη αντιμετώπιση της χλώρωσης όταν γίνεται χρήση επί σειρά ετών. Η κάλυψη του εδάφους με φερτές ύλες γύρω από τον κορμό των πρεμνών, μπορεί να συμβάλει επιπλέον και στην καλύτερη πρόσληψη και του καλίου. Η κάλυψη με φερτές ύλες μπορεί ακόμα και να διπλασιάσει το επίπεδο του καλίου στα φύλλα.

Η εμπειρία που υπάρχει μέχρι τώρα από την εφαρμογή διαφυλλικών ψεκασμών για την αντιμετώπιση της χλώρωσης δεν είναι ενθαρρυντική. Δύο Ιταλοί επιστήμονες παρασκεύασαν δύο σκευάσματα τα οποία όπως αναφέρεται δίνουν πολύ καλά αποτελέσματα με ψεκασμούς. Τα σκευάσματα αυτά έχουν τις ονομασίες Carbominiron με 12% σίδηρο και Carbominblend με 3,9% σίδηρο και 4,3% μαγγάνιο. Δεν δοκιμάστηκαν όμως στη χώρα μας.

2.5. Οι εχθροί της ακτινιδιάς

Τα ζιζάνια

Τα ζιζάνια είναι φυτά που φύονται μόνα τους μέσα στην καλλιέργεια και είναι ανεπιθύμητα γιατί προσλαμβάνουν μέρος των θρεπτικών στοιχείων που προορίζονται για τα φυτά της καλλιέργειας, αλλά εμποδίζουν και τις διάφορες εργασίες των καλλιεργητών. Ιδιαίτερα στις καλλιέργειες ακτινιδίων, η παρουσία ζιζανίων μειώνει την ποιότητα του τελικού προϊόντος, ενώ δημιουργεί προβλήματα και στη συγκομιδή. Η καταπολέμηση των ζιζανίων μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Καταρχάς, μπορεί να γίνει κατεργασία του εδάφους με ειδικά μηχανήματα, μόλις εμφανιστούν τα ζιζάνια. Επίσης, εφαρμόζεται η μέθοδος της κοπής των ζιζανίων, τρεις ή τέσσερις φορές το χρόνο. Μια άλλη μέθοδος, είναι η ανάπτυξη ανταγωνιστικών φυτών με τη χρήση φυσικού ή τεχνητού χλοοτάπητα. Με τη μέθοδο αυτή, βελτιώνεται η

γονιμότητα του εδάφους και ελαχιστοποιείται η διάβρωσή του, ενώ προστατεύεται η φυτεία και από τις υψηλές θερμοκρασίες κατά τους θερινούς μήνες. Αυτό γίνεται, γιατί στην ουσία τα ανταγωνιστικά φυτά χρησιμοποιούνται ως χλωρές λιπάνσεις και επιστρώματα (Τυροβολά, 1986). Ακόμη, συχνά οι παραγωγοί καλύπτουν τα νεαρά φυτά γύρω από τον κορμό με μαύρο πλαστικό ώστε να μην αναπτυχθούν ζιζάνια. Τέλος, η χημική καταπολέμηση αποτελεί μέθοδο καταπολέμησης των ζιζανίων μέσω της χρήσης δραστικών ουσιών. Βέβαια, κάθε παραγωγός ανάλογα με την έκταση του προβλήματος, μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα συνδυασμό των παραπάνω μεθόδων.

Επίσης, ακολουθούνται οι οδηγίες του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και κάθε φορά η λίπανση εξαρτάται από τις ανάγκες και τα πιθανά προβλήματα που θα εμφανιστούν στα φυτά.

Εχθροί

Εκτός από τα ζιζάνια, οι καλλιέργειες ακτινιδίων απειλούνται και από ζωικούς εχθρούς. Οι σημαντικότεροι είναι οι παρακάτω:

- Βαμβακάδα

Πρόκειται για το σημαντικότερο εχθρό της ακτινιδιάς, ο οποίος αναπτύσσεται πολύ γρήγορα και προσβάλλει τον κορμό, τα κλαδιά αλλά και τους καρπούς. Εάν η καλλιέργεια προσβληθεί από τη βαμβακάδα, η αντιμετώπιση ποικίλει. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ωφέλιμα έντομα, υδροβολή (ψέκασμα με νερό υπό πίεση) αλλά και χημικά φυτοπροστατευτικά σκευάσματα.

- Νηματώδεις

Οι νηματώδεις επηρεάζουν σημαντικά την ανάπτυξη του φυτού, αφού μειώνεται η παραγωγή, τα φύλλα μαραίνονται και μπορεί να ξεραθεί ολόκληρο το φυτό. Για τους νηματώδεις, η πρόληψη αποτελεί την καλύτερη αντιμετώπιση. Συγκεκριμένα, πριν την έναρξη της καλλιέργειας μπορεί να γίνει κατάκλιση του εδάφους με νερό (αφού απομακρυνθούν τα ζιζάνια). Επίσης, οι καλλιεργητές μπορούν να καλύψουν το έδαφος με πλαστικό για μεγάλα χρονικά διαστήματα, όταν υπάρχει επαρκής ηλιακή ακτινοβολία. Με τον τρόπο αυτό αναπτύσσονται μικροοργανισμοί που καταπολεμούν τους νηματώδεις. Εάν δεν υπάρξει η κατάλληλη πρόληψη, οι νηματώδεις καταπολεμούνται με χημικά σκευάσματα.

Ασθένειες

- Βακτηριακό έλκος

Αποτελεί ίσως τη σοβαρότερη ασθένεια της ακτινιδιάς. Εμφανίστηκε για πρώτη φορά πριν 30 χρόνια στην Ιαπωνία, ενώ στην Ελλάδα το βακτήριο *PseudomonassyringaepnActinidiae* εντοπίστηκε για πρώτη φορά το 2014 σε καλλιέργεια στην Πέλλα. Τα συμπτώματα εμφανίζονται καταρχάς στα φύλλα, ως ασύμμετρες νεκρωτικές κηλίδες μικρού διαμετρήματος. Νωρίς την άνοιξη, εμφανίζονται παχύρευστες εκκρίσεις λευκού ή υπόλευκου χρώματος στους οφθαλμούς, στα έλκη και τις τομές. Στη συνέχεια, οι εκκρίσεις μεταχρωματίζονται σε κόκκινες, ενώ κατά τη διάρκεια του χειμώνα, τα φυτά που είναι προσβεβλημένα από το βακτήριο εμφανίζουν στον κορμό και τους κλάδους μικρά σταγονίδια γαλακτόχρωμου υγρού, η «εξίδρωση». Σιγά-σιγά ο φλοιός παίρνει το χρώμα της σκουριάς (Ποντίκης, 1996).

Το βακτηριακό έλκος μεταφέρεται από τα προσβεβλημένα στα υγιή φυτά μέσω της βροχής, του αέρα, των πτηνών, των εντόμων, της δραστηριότητας του ανθρώπου καθώς και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια.

Τα προληπτικά μέτρα που μπορούν οι καλλιεργητές να πάρουν είναι η προστασία του οπωρώνα με περίφραξη, ώστε να μην εισέρχονται σε αυτόν οχήματα ή άνθρωποι χωρίς λόγο, η συχνή επιθεώρηση ώστε να εντοπιστούν έγκαιρα τα συμπτώματα προσβολής από την ασθένεια, καθώς και η εφαρμογή αυστηρών μέτρων υγιεινής στους χώρους και τα μέσα που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια.

- Φυτόφθορα

Πρόκειται για μύκητα που προσβάλλει τον κορμό της ακτινιδιάς. Οι νηματώδεις καθώς και η υγρασία ευνοούν την εμφάνιση της ασθένειας. Η φυτόφθορα αντιμετωπίζεται με την απομάκρυνση του προσβεβλημένου τμήματος του φυτού και τον ψεκασμό με χημικά σκευάσματα.

- Βοτρύτης

Πρόκειται για έναν μύκητα, που προσβάλλει τον καρπό του ακτινιδίου, όταν αυτός βρίσκεται ακόμη στο χωράφι, και συνεχίζει να καταστρέφει το φρούτο, στους χώρους συντήρησης (ψυγεία) όταν αυτός αρχίζει να μαλακώνει, με αποτέλεσμα γρήγορα να σαπίζει. Προκειμένου να μην εμφανιστεί ο βοτρύτης, χρειάζεται προσοχή ώστε κατά τη συγκομιδή να μην τραυματίζονται οι καρποί. Επίσης, συχνά εφαρμόζεται ψέκασμα με χαλκό κατά την εποχή του κλαδέματος.

2.6. Η ανάπτυξη και ωρίμανση του ακτινιδίου

Η ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού της ακτινιδιάς ακολουθεί τρία στάδια. Κατά το πρώτο στάδιο, που φτάνει έως 58 ημέρες μετά την πλήρη άνθηση, ο καρπός αναπτύσσεται γρήγορα τόσο σε όγκο όσο και σε βάρος. Κατά το δεύτερο στάδιο, έως 76 ημέρες μετά την άνθηση, ο καρπός της ακτινιδιάς αναπτύσσεται πιο αργά. Τέλος, στο τρίτο στάδιο, έως 160 ημέρες μετά την πλήρη άνθηση, το ακτινίδιο αναπτύσσεται ακόμη πιο αργά ώσπου να ξεκινήσει να ωριμάζει.

Η ωρίμανση του ακτινιδίου περιλαμβάνει δύο στάδια. Κατά το πρώτο στάδιο, ο καρπός βρίσκεται πάνω στο φυτό, από όπου προσλαμβάνει υδατάνθρακες και άλλα θρεπτικά συστατικά ώστε να ωριμάσει πλήρως. Κατά το δεύτερο στάδιο η ωρίμανση συνεχίζεται είτε πάνω στο φυτό είτε σε ψυκτικούς θαλάμους. Τα σάκχαρα αυξάνονται με ταυτόχρονη μείωση του αμύλου, ο καρπός μαλακώνει και είναι έτοιμος να καταναλωθεί. Η ωρίμανση μπορεί να γίνει πιο γρήγορα με την έκθεση των ακτινιδίων σε αιθυλένιο (Βασιλακάκης, 2007). Η μέθοδος αυτή είναι απαγορευμένη καθώς οδηγεί σε υποβάθμιση της ποιότητας των καρπών.

2.7. Συγκομιδή

Συνήθως, τα ακτινίδια είναι έτοιμα για συγκομιδή το φθινόπωρο. Βέβαια, ο ακριβής χρόνος συγκομιδής εξαρτάται από το κλίμα της περιοχής, αλλά και την ποικιλία των φυτών. Συνήθως, στην Ελλάδα η συγκομιδή γίνεται από τις αρχές του Οκτώβρη ως τις αρχές του Νοέμβρη. Εάν η συγκομιδή γίνει γρηγορότερα, οι καρποί δεν είναι γευστικοί, ενώ εάν η συγκομιδή τους αργήσει, τα ακτινίδια μαλακώνουν γρήγορα και ο χρόνος διατήρησής τους μειώνεται. Συνήθως, γεωπόνοι μετρούν την περιεκτικότητα των καρπών σε σάκχαρα και έτσι αποφασίζεται ο ακριβής χρόνος συγκομιδής τους.

Η συγκομιδή γίνεται συνήθως από 15 Οκτώβρη ως 15 Νοέμβρη. Τότε τα σάκχαρα του καρπού φτάνουν τα 6,2° Brix σημείο όπου, σύμφωνα με την οδηγία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, μπορεί να ξεκινήσει η συγκομιδή.

Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι, ο χρόνος συγκομιδής των καρπών είναι διαφορετικός από τον χρόνο που τα ακτινίδια είναι έτοιμα για κατανάλωση.

Η συγκομιδή γίνεται με τα χέρια, πρώτα σε πλαστικά δοχεία. Μετά τοποθετούνται σε τελάρια και μεταφέρονται στους χώρους διαλογής και τέλος στους ψυκτικούς θαλάμους.

3. ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

3.1. Μεγέθη καλλιέργειας ακτινιδιάς διεθνώς

Στις μέρες μας το ακτινίδιο καλλιεργείται σε πολλές χώρες, όπως η Νέα Ζηλανδία, η Γαλλία, η Ισπανία, η Ιταλία, η Ελλάδα κ.α. Η Κίνα είναι η πρώτη χώρα σε παραγωγή ακτινιδίων και ακολουθούν η Ιταλία, η Νέα Ζηλανδία, η Χιλή και η Ελλάδα.

Πίνακας 2: Η παραγωγή ακτινιδίων διεθνώς για το 2020

ΧΩΡΑ	ΕΚΤΑΣΗ (ΣΕ ΕΚΤΑΡΙΑ)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ)
ΚΙΝΑ	184554	2230065
ΝΕΑ ΖΗΛΑΝΔΙΑ	15523	624940
ΙΤΑΛΙΑ	24900	521530
ΧΙΛΗ	7918	158919
ΓΑΛΛΙΑ	3780	49770
ΕΛΛΑΔΑ	11070	307440
ΙΑΠΩΝΙΑ	1762	23980
ΙΣΠΑΝΙΑ	1590	27400
ΤΟΥΡΚΙΑ	3261	73745
ΗΝΩΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΕΙΕΣ ΑΜΕΡΙΚΗΣ	17	362

Πηγή: Στοιχεία από το Διεθνή Οργανισμό Τροφίμων & Γεωργίας (FAO, 2020)

3.2. Η εξέλιξη της καλλιέργειας στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, η ακτινιδιά έφτασε στις αρχές της δεκαετίας του 1970. Συγκεκριμένα, το Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δέντρων Νάουσας (ΙΦΔΝ) δοκίμασε για πρώτη φορά να καλλιεργήσει ακτινίδια, ωστόσο τα αποτελέσματα δεν ήταν ικανοποιητικά εξαιτίας των συνεχών βροχοπτώσεων που κρατούσαν το έδαφος υγρό. Η Διεύθυνση Γεωργίας της Πιερίας, πέντε χρόνια αργότερα ανέπτυξε δοκιμαστικές καλλιέργειες ακτινιδιάς με εντυπωσιακά αποτελέσματα, κάτι που οδήγησε και στην επέκταση των καλλιεργειών στην περιοχή και σιγά-σιγά σε πολλές περιοχές της Ελλάδας. Σήμερα, τα ακτινίδια καλλιεργούνται κατεξοχήν στο Ν. Πιερίας, ενώ ακολουθούν η Ημαθία, η Πέλλα, η Μαγνησία, η Φθιώτιδα, τα Χανιά, η Αιτωλοακαρνανία, η Ηλεία, η Άρτα, η Πρέβεζα κ.α.

Χαρακτηριστική είναι η πολύ γρήγορη εξέλιξη και ανάπτυξη των καλλιεργειών. Ενώ το 1980 η καλλιεργούμενη έκταση ήταν 1481 στρέμματα, έφτασε το 2016 τα 82500 στρέμματα.

3.3.Η Καλλιέργεια του Ακτινιδίου στο νομό Άρτας

Η καλλιέργεια του ακτινιδίου στην περιοχή της Άρτας, καλύπτει έκταση περισσότερο από 17000 στρεμμάτων και η παραγωγή ξεπερνάει τους 30000 τόνους. Στην περιοχή της Άρτας, καλλιεργείται κυρίως η ποικιλία Hayward και η ποικιλία Τσεχελίδης. Τα τελευταία χρόνια, εδραιώθηκε στην περιοχή και η ποικιλία Soreli με ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα. Καλλιεργούνται περίπου 3000 στρέμματα στο Νομό Άρτας και η παραγωγή κυμαίνεται περίπου στους 3,5-4 τόνους ανά στρέμμα.

Το έδαφος της περιοχής, καθώς και το μικροκλίμα της ευνοούν την καλλιέργεια της ακτινιδιάς και δίνουν ιδιαίτερη γεύση στον καρπό. Οι παραγωγοί έχουν αναπτύξει σύγχρονες εγκαταστάσεις, που προστατεύουν τις καλλιέργειες από το χαλάζι, που αποτελεί σημαντική απειλή, ενώ εξασφαλίζουν σταθερή ποιότητα προϊόντος. Εξάλλου, το ακτινίδιο προσφέρεται για βιολογική καλλιέργεια και οι παραγωγοί αναπτύσσουν σύγχρονες μεθόδους και καλλιεργητικές πρακτικές.

Η μέση παραγωγή της ποικιλίας Hayward είναι λιγότερη, 3-4 τόνοι ανά στρέμμα, αλλά «με μεγαλύτερα ποσοστά ξηράς ουσίας και σακχάρων». Η μέση παραγωγή της ποικιλίας «Τσεχελίδης», φτάνει τους 4-5 τόνους ανά στρέμμα.

3.4. Εξαγωγές

Η Ελλάδα βρίσκεται στην τρίτη θέση της παγκόσμιας κατάταξης, όσον αφορά στις εξαγωγές των ακτινιδίων. Οι εξαγωγές ακτινιδίων παρουσιάζουν μία συνεχώς ανοδική τάση. Στις αρχές του 2018 οι εξαγωγές ακτινιδίων έφτασαν τους 94000 τόνους, αυξημένες κατά 38% σε σχέση με την προηγούμενη περίοδο, ενώ το 2017 οι συνολικές εξαγωγές έφτασαν τους 120725 τόνους (hanianews, 2018).

Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία για την περίοδο 2015-2016, οι κυριότερες χώρες εξαγωγής ακτινιδίων από την Ελλάδα είναι η Γερμανία, η Ισπανία, η Πολωνία, η Ιταλία και η Ρουμανία. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο συνολικός ρυθμός αύξησης των εξαγωγών για τη συγκεκριμένη περίοδο είναι 11,3% (c-gaia, 2017).

Από 1/9/2021 έως και 1/4/2022 οι αναγγελίες φορτίων που καταχωρήθηκαν στο ΜΕΝΟ για εξαγωγή-διακίνηση ακτινιδίων αφορούσαν 172143 τόνους (αυξημένες κατά

10,6%). Από τις ποσότητες αυτές, προς τρίτες εκτός ΕΕ χώρες κατευθύνθηκαν 49912 τόνοι (αύξηση κατά 29%) έναντι 42782 τόνων συγκριτικά με την προηγούμενη χρονιά.

Μάλιστα, όσον αφορά την διακίνηση ακτινιδίων από 1ης Σεπτεμβρίου 2021 έως 10 Ιουνίου 2022 παρουσίασε νέο ρεκόρ, τόσο σε αξία όσο και σε τονάζ, φτάνοντας τους 196463 τόνους, ενώ αναμένεται μικρή παράταση της φετινής περιόδου εξαγωγής προς τις ευρωπαϊκές αγορές λόγω καθυστέρησης άφιξης από τρίτες χώρες (Οικονομικός ταχυδρόμος, 2022).

4. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΡΠΟΥ

4.1. Σύσταση του καρπού

Ο καρπός του ακτινιδίου μπορεί να φαγωθεί νωπός, να κονσερβοποιηθεί, ή να αποξηρανθεί σε τεμάχια ή ολόκληρος. Επίσης, χρησιμοποιείται για την παραγωγή νέκταρ, μαρμελάδας, κομπόστας, ή ακόμη και κρασιού. Το ακτινίδιο επίσης μπορεί να φαγωθεί σε φέτες μέσα σε φρουτοσαλάτες.

Η προτίμηση των καταναλωτών για το ακτινίδιο (*Actinidiadeliciosa* (A.Chev.) C.F. Liangand A.R. Ferguson var. *deliciosa* ‘Hayward’) καθορίζεται κυρίως από την αναλογία των σακχάρων προς τα οξέα, με την αντοχή στην πίεση και το άρωμα του να παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο. Στην ποικιλία ‘Hayward’ τα κύρια διαλυτά σάκχαρα είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η σουκρόζη, ενώ τα κύρια οργανικά οξέα είναι το κιτρικό, το κινικό, το μηλικό και τέλος το ασκορβικό οξύ. Το ποσοστό των διαλυτών στερεών συστατικών εξαρτάται από την θέση του καρπού στο πρέμνο. Καρποί, που προέρχονται από βλαστούς απομακρυσμένους από τον κεντρικό κορμό, έχουν μεγαλύτερο ποσοστό ΔΣΣ σε σχέση με τους καρπούς, που βρίσκονται σε κλάδους κοντινούς του κεντρικού κορμού (Horpkirketal., 1986, Pykeetal., 1996). Τον ίδιο κανόνα φαίνεται να ακολουθεί και η αντοχή της σάρκας στην πίεση, αφού αυξάνεται όσο ο καρπός απομακρύνεται από τον κεντρικό κορμό.

Κατά την συγκομιδή, η περιεκτικότητα του καρπού σε ολική οξύτητα είναι περίπου στο 0.9-2.5%, με το κιτρικό οξύ να υπάρχει σε ποσοστό 40-50%, το κινικό επίσης 40-50%, ενώ το μηλικό καταλαμβάνει ποσοστό ίσο με περίπου 10% (Marshetal., 2004). Τα ποσοστά αυτά αλλάζουν ανάλογα με την ζώνη του καρπού του ακτινιδίου (MacRaeetal., 1989a). Το κιτρικό βρίσκεται κυρίως στο εσωτερικό μέρος του φλοιού, το κινικό στο εξωτερικό, ενώ ο πυρήνας περιέχει το μικρότερο ποσοστό σε οξέα, περίπου μισό από τα άλλα μέρη, με το κιτρικό να καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό. Καθώς ο χρόνος αποθήκευσης μεγαλώνει, το μηλικό οξύ μειώνεται και το κιτρικό οξύ αυξάνεται (Wang και Buta, 2003). Σύμφωνα με τους Patersonetal. (1991) ο χαρακτηριστικός όξινος τόνος στην γεύση της ποικιλίας Hayward είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την συγκέντρωση του κιτρικού οξέως στον καρπό. Κατά την αποθήκευση και ωρίμανση, η οξύτητα στα ακτινίδια της ποικιλίας Hayward μεταβάλλεται λίγο (MacRaeetal., 1989) και συνήθως μειώνεται (Crisosto και Crisosto, 2001) ανάλογα με την τοποθεσία της αρχικής καλλιέργειας. Η ωρίμανση του καρπού είναι μια περίπλοκη διαδικασία, που ελέγχεται γενετικά, και περιλαμβάνει μια αύξηση στην αναπνοή και την παραγωγή αιθυλενίου, καθώς επίσης

και αλλαγές στο χρώμα, το άρωμα και το μαλάκωμα του καρπού. Το μαλάκωμα του ακτινιδίου επηρεάζεται από τον χρόνο, την θερμοκρασία, το εξωγενές αιθυλένιο και το στάδιο ωρίμανσης του καρπού (MacRae et al., 1989). Επιπλέον, το μαλάκωμα συνδέεται με δομικές αλλαγές στα κυτταρικά τοιχώματα του καρπού, όπως μια μείωση της ημικυτταρίνης, διάλυση των πλευρικών αλυσίδων της γαλακτόζης και διαλυτοποίηση με αποπολυμερισμό της πηκτίνης (Fisher και Bennett, 1991). Το κύριο ένζυμο που συμμετέχει σ' αυτές τις διαδικασίες ωρίμανσης είναι η πολυγαλακτουρονάση, η οποία όμως, σύμφωνα με τους Wang et al. (2000), εκτός από τον ρόλο που διαδραματίζει στο μαλάκωμα του καρπού συμμετέχει και σε δημιουργικές διαδικασίες, όπως στην έκπτυξη των ριζιδίων και των ανθοφόρων οφθαλμών. Το μαλάκωμα του καρπού βρέθηκε να εξαρτάται από το στάδιο ωριμότητας του καρπού κατά την συγκομιδή, όπως επίσης και από την αντίστοιχη ποικιλία (White et al., 2005). Τα διάφορα μέρη του καρπού δεν μαλακώνουν συνήθως με τον ίδιο ρυθμό. Έτσι, ορισμένες φορές ενώ το εξωτερικό και εσωτερικό περικάρπιο μαλακώνουν με τον ίδιο περιοδικό ρυθμό, το εσωτερικό τμήμα του καρπού παραμένει σκληρό ή μαλακώνει πολύ αργά, υποβαθμίζοντας κατά αυτόν τον τρόπο την εμπορική αξία του. Η συμπεριφορά του καρπού ως προς το μαλάκωμα επιδρά σε τρεις σπουδαίους παράγοντες που καθορίστηκαν από τον Jaeger (2003) ως βαρύνουσας σημασίας για την εμπορική αξία των φρούτων και λαχανικών.

Συγκεκριμένα η τραγανότητα κατά την φάση της κατανάλωσης, η ικανότητά του να συντηρείται στα ψυγεία των σπιτιών και η χρονική περίοδος που μπορεί να είναι διαθέσιμο στην αγορά.

Μία άλλη παράμετρος του καρπού του ακτινιδίου είναι το ποσοστό σε ξηρό βάρος. Η ποικιλία 'Hayward' κατά την συγκομιδή της έχει ποσοστό σε ξηρό βάρος που κυμαίνεται από 12 έως 20% (Burdon et al., 2004). Το ξηρό βάρος περιλαμβάνει τα διαλυτά (κυρίως σάκχαρα) και αδιάλυτα στερεά (κυρίως άμυλο και δομικούς υδατάνθρακες). Στην συγκομιδή, το άμυλο αποτελεί το 40-70% των συνολικών υδατανθράκων. Κατά την ωρίμανση, το άμυλο σχεδόν ολοκληρωτικά μετατρέπεται σε διαλυτά στερεά, αυξάνοντας το ποσοστό των τελευταίων.

Ο καρπός του ακτινιδίου είναι περιζήτητος για την διατροφική, καθώς επίσης και την ιατρική του αξία, καθώς είναι μια πολύ σημαντική πηγή βιταμίνης C (ασκορβικού οξέως), της οποίας η περιεκτικότητα στον φρέσκο καρπό, ανάλογα με το είδος ακτινιδίου και την ποικιλία, μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 300mg/100g (Shirkot et al., 2002). Ορισμένες νέες κιτρινόσαρκες διπλοειδείς ποικιλίες περιέχουν

μεγαλύτερη ποσότητα βιταμίνης C ανά βάρος φρέσκου καρπού (110mg/100gr) στην χώρα καλλιέργειάς τους σε σχέση με την ποικιλία 'Hayward' (85mg/100gr) (Ιλανίδης, 2006). Τις τελευταίες δεκαετίες, μπήκαν στην καλλιέργεια και ποικιλίες με κίτρινο χρώμα σάρκας, οι οποίες ανήκουν στο είδος *Actinidiachinensis*. Τέτοιες ποικιλίες φαίνεται ότι δημιουργούνται συνεχώς και αξιολογούνται από ένα Κονσόρτσιουμ Κινεζικό-Ιταλικό, γνωστό ως Consorzio Kiwigold (Καταγωγή Κινεζική και ποιότητα Ιταλική).

Οι Nishiyama et al. (2005) σε σχετικό δημοσίευμα αναφέρουν τις ακόλουθες επτά κιτρινόσαρκες ποικιλίες: Jiangxi 79-1 (συνών. Koshin ή Red princess), Golden king, Kuimi (συνών. Apple-kiwi ή Kaimitsu), Sanuki gold, Hongyang (συνών. Rainbowred), Kobayashi 39, Hort. 16A (συνών. Zesprigold).

Μετά από ένα μακρόχρονο πρόγραμμα φυσικής επιλογής, καθοδηγούμενο από Κινέζους ερευνητές και με τις δοκιμές του Πανεπιστημίου Udine, μια κιτρινόσαρκτη ποικιλία ακτινιδιάς εισέρχεται στην καλλιέργεια πολλών χωρών. Είναι η ποικιλία «Jintao», η οποία έχει διπλάσια βιταμίνη C έναντι της Hayward και υψηλότερο επίπεδο διαλυτών στερεών (Στυλιανίδης Δ.Κ. κ.α., 2010).

Επίσης, αναπτύσσεται συνεργασία μεταξύ Ελλάδας και Ιταλίας, με αιχμή τις κιτρινόσαρκες ποικιλίες ακτινιδίων, μέσω της σύναψης κλειστών συνεργασιών. Η κοινοπραξία, σε συνεργασία με το πανεπιστήμιο του Udine στη γειτονική χώρα, διεξάγει έρευνα από το 2008 για την εύρεση νέων ποικιλιών ακτινιδιάς και ήδη έχει πατεντάρει δύο κιτρινόσαρκες σε Ευρώπη και ΗΠΑ, με τους κωδικούς «AC 501022» και «AC497076» οι οποίες αναμένεται να αποκτήσουν και όνομα (Αγρότυπος 2021).

4.2. Διατροφική αξία του καρπού

Τα ακτινίδια είναι πλούσια σε Κάλιο. Μάλιστα περιέχουν την ίδια ποσότητα Καλίου που βρίσκουμε και στις μπανάνες. Ακόμα είναι πλούσια σε βιταμίνη C. Με ένα μόνο ακτινίδιο, υπερκαλύπτεται η συνιστώμενη ημερήσια ποσότητα βιταμίνης C. Μπορεί τα πορτοκάλια να είναι γνωστά για την περιεκτικότητά τους σε βιταμίνη C, όμως τα ακτινίδια την περιέχουν σε πολύ μεγαλύτερη ποσότητα.

Τα ακτινίδια είναι επίσης εξαιρετική πηγή βιταμίνης A, αλλά και βιταμίνης E, που είναι απαραίτητες για λαμπερή και υγιή επιδερμίδα. Ακόμα, τα μαύρα μικρά σπόρια στο ακτινίδιο είναι πλούσια σε Ω3 λιπαρά, που είναι πολύ σημαντικά για την καλή υγεία της καρδιάς. Η θρεπτική αξία των ακτινιδίων, αν και δεν αναγνωρίζεται άμεσα από τον καταναλωτή, αποτελεί στοιχείο ποιότητας και μόνο η διαφήμιση

τονίζει τη σημασία του παράγοντα αυτού για να προωθήσει στην κατανάλωση τα ακτινίδια.

Ο ώριμος καρπός έχει γεύση γλυκιά, δροσιστική, ελαφρά υπόξινη και με λεπτό άρωμα. Εκτός όμως από την πολύ καλή γεύση, παρουσιάζει και εξαιρετικό ενδιαφέρον από άποψη θρεπτικής αξίας. Κατέχει το ρεκόρ ανάμεσα στις οπώρες της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C, της οποίας η ποσότητα είναι 3πλάσια έως 5πλάσια αυτής των εσπεριδοειδών. Επίσης, κατέχει την πρώτη θέση ανάμεσα στις οπώρες που καταναλώνονται το χειμώνα ως προς την περιεκτικότητα σε ασβέστιο, φώσφορο και σίδηρο. Είναι πλούσιος σε γλυκίδια και πλουσιότερος σε πρωτεΐνες από τα μήλα, αχλάδια και πορτοκάλια. Ακόμη, περιέχει ανόργανα άλατα καλίου, μαγνησίου και άλλων στοιχείων, καθώς και ένζυμα χρήσιμα για τον ανθρώπινο οργανισμό (Πίνακας 3).

Για τις ιδιότητές του αυτές, οι γιατροί και οι διαιτολόγοι το συνιστούν ως μοναδικό ίσως φρούτο για την αντιμετώπιση της γρίπης το χειμώνα, αποκαλούμενο και «φρούτο της υγείας». Υπολογίζεται, ότι σε 100g καρπού ακτινιδιάς περιέχονται 150-300mg ασκορβικού οξέως, έναντι 50 περίπου mg που περιέχονται στους καρπούς των εσπεριδοειδών (Μπρουσοβάνας 1982). Έτσι, αρκεί μόνο ένας καρπός ακτινιδιάς για να καλύψει τις ημερήσιες ανάγκες ενός κανονικού ανθρώπινου οργανισμού σε βιταμίνη C, που θεωρείται απαραίτητη για τη δραστηριοποίηση των γενικών αμυντικών μηχανισμών εναντίον διαφόρων ασθενειών (καρδιοπάθειες, ηπατικές παθήσεις).

Πίνακας 3. Χημική σύσταση του καρπού της ακτινιδιάς

Οργανικά και ανόργανα συστατικά του καρπού	Ελάχιστη τιμή (%)	Μέγιστη τιμή (%)
Συνολικά διαλυτά στερεά	11,4	17,49
Ολικοί υδατάνθρακες (%)	8,14	15,57
Ολικά σάκχαρα (%)	6,80	12,70
Αναγωγικά σάκχαρα (%)	5,60	11,40
Μη αναγωγικά σάκχαρα (%)	0,20	2,70
Τέφρα(%)	0,58	3,04
Πηκτίνη (%)	0,39	1,13
Τανίνη (%)	0,011	0,13

Πρωτεΐνη (%)	0,75	1,33
Λίπη (%)	0,00	0,00
Οργανικά οξέα (%)	0,97	1,74
Νερό (%)	78,13	85,94
ΒιταμίνηC (mg/100g)	48,80	157,70
B-καροτίνη (mg/100g)	0,40	7,40
Ανόργανα συστατικά		
N %	0,12	0,28
K(mg/100g)	191,00	475,00
Na (mg/100g)	2,60	15,90
Mg (mg/100g)	13,20	26,50
P (mg/100g)	12,80	32,80

Πηγή: (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984)

4.3. Ακτινίδιο και οφέλη στην υγεία

Πεπτικό σύστημα:

Τα ακτινίδια είναι πλούσια σε φυτικές ίνες. Έτσι καταπολεμούν αποτελεσματικά το φούσκωμα και τη δυσκοιλιότητα και με ραγδαία μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου.

Αντιοξειδωτικές ιδιότητες:

Τα ακτινίδια περιέχουν μεγάλες ποσότητες από αντιοξειδωτικά. Η βιταμίνη C, την οποία περιέχουν σε αφθονία αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά υδατοδιαλυτά αντιοξειδωτικά και προστατεύει τον οργανισμό μας από τον σχηματισμό ελεύθερων ριζών.

Όραση:

Τα ακτινίδια είναι πλούσια σε λουτεΐνη. Τα ακτινίδια έχουν μία από τις υψηλότερες συγκεντρώσεις σε λουτεΐνη, σε σχέση με άλλα φρούτα και λαχανικά και έρευνες έδειξαν πως βοηθούν στην πρόληψη οφθαλμολογικών προβλημάτων και επιδείνωσης της όρασης που σχετίζεται με την ηλικία και την πάροδο του χρόνου.

Χοληστερίνη:

Το ακτινίδιο, όπως και όλα τα φρούτα και τα λαχανικά, όταν καταναλώνονται συστηματικά μειώνουν αποτελεσματικά την κακή χοληστερίνη, θωρακίζοντας την καρδιά και το αγγειακό μας σύστημα.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους μπορούμε να το καταναλώσουμε. Λόγω του ότι έχει σκληρό φλοιό, μπορεί εύκολα να μεταφερθεί και να καταναλωθεί, ως ένα υγιεινό σνακ. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με γιαούρτι, μέλι, καθώς και με άλλα φρούτα, για ένα απολαυστικό πρωινό, αλλά και σαν προσθετικό στις σαλάτες. Για να μπορέσουμε να αποκομίσουμε όλα τα οφέλη από τα θρεπτικά του συστατικά, θα πρέπει να το καταναλώνουμε αμέσως μετά την κοπή του, γιατί διαφορετικά οι περισσότερες βιταμίνες του χάνονται και κυρίως η βιταμίνη C.

4.4. Βιταμίνη C

4.4.1. Η ιστορία της

Ο Ούγγρος Δρ. Albert Szent-Gyorgi απομόνωσε για πρώτη φορά το 1928 μια χημική ένωση που ονόμασε «ξεξουνορικό οξύ» και την οποία σήμερα γνωρίζουμε ως «ασκορβικό οξύ» ή βιταμίνη C. Για την ανακάλυψή του αυτή, τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ το 1937. Το 1936 μαζί με τον Δρ. Rusznyak απομόνωσε από το λεμόνι μια άλλη ένωση, την οποία ονόμασε «κιτρίνη». Παρατήρησαν ότι η δραστηριότητα της βιταμίνης C ήταν πολύ πιο αποτελεσματική όταν δινόταν μαζί με αποστάγματα λεμονιού και κιτρίνη, παρά όταν ήταν στην απλή μορφή του ασκορβικού οξέος. Αυτή ήταν η πρώτη επιστημονική τεκμηρίωση για την σύμπραξη των «φυτοθρεπτικών-βιοφλαβονοειδών» στην απορρόφηση της βιταμίνης C. Η βιταμίνη C είναι ουσιαστικά μακροθρεπτικό, διότι, παρότι δεν είναι απαραίτητη σε μεγάλες δόσεις για να στηρίξει τον μεταβολισμό της ενέργειας, πρέπει να λαμβάνεται σε πολύ μεγαλύτερες δόσεις από άλλες γνωστές μικροθρεπτικές βιταμίνες.

Οι τυπικές ιδανικές ημερήσιες δόσεις για ενήλικες κυμαίνονται από 500 έως 10.000 mg (χιλιοστόγραμμα) ή περισσότερο, ανάλογα με το επίπεδο στρες και την κατάσταση της νόσου.

Είναι το πιο σημαντικό υδατοδιαλυτό αντιοξειδωτικό στο σώμα, απαραίτητο για την παροχή αντιοξειδωτικής προστασίας από την επίθεση των ελευθέρων ριζών του οξυγόνου, της ηλιακής ακτινοβολίας και των τοξινών. Απαιτείται επίσης, για να δημιουργηθεί και να διατηρηθεί το κολλαγόνο, η πιο κοινή πρωτεΐνη στο σώμα, που βρίσκεται στο δέρμα, τις αρτηρίες και τις φλέβες, τα μάτια, τον εγκέφαλο και σε όλα τα όργανα.

Οι περισσότεροι άνθρωποι δεν λαμβάνουν αρκετή βιταμίνη C ακόμη και όταν η διατροφή τους περιλαμβάνει εξαιρετικές ποσότητες φρέσκων λαχανικών και φρούτων, διότι εάν όλα αυτά δεν καταναλωθούν σχετικά γρήγορα, όταν είναι ακόμη

φρέσκα, τότε η βιταμίνη C οξειδώνεται και καταστρέφεται. Παρόλο που πολλοί ερευνητές προτείνουν πως η καλύτερη λήψη της βιταμίνης C είναι μέσω μιας διατροφής με φρούτα και λαχανικά, γνωρίζουμε ότι η εντατική καλλιέργεια και η αποστράγγιση των εδαφών από πολύτιμα μέταλλα δεν προσφέρει πλέον αυτήν την πολύτιμη βιταμίνη στον οργανισμό.

Πολλές ιατρικές έρευνες τα τελευταία 75 χρόνια έδειξαν ότι τα συμπληρώματα βιταμίνης C μπορούν να αποτρέψουν ή να αντιστρέψουν πολλές προοδευτικές ασθένειες όπως καρδιακές παθήσεις, καρκίνο, διαβήτη, αρθρίτιδα και χρόνιες οφθαλμικές παθήσεις.

Η επίδραση της βιταμίνης C σε συνθήκες ασθένειας και διατήρηση της υγείας συνεχίζεται να μελετάται.

Η βιταμίνη C προστατεύει ενάντια στη νόσο Alzheimer

Αν και ορισμένοι από τους παράγοντες κινδύνου της νόσου Αλτσχάιμερ είναι γνωστοί, όπως η ηλικία, το κάπνισμα και η γενετική προδιάθεση, δεν υπάρχει αποτελεσματική φαρμακευτική προσέγγιση για τη θεραπεία ή την πρόληψη της εξέλιξης της νόσου. Ωστόσο, σε μια πρόσφατη μελέτη, διαπιστώθηκε ότι η βιταμίνη C, τα καροτενοειδή και η βιταμίνη B6 στη διατροφή, μαζί με τα ακόρεστα λιπαρά οξέα και σε μικρότερο βαθμό τα απαραίτητα μέταλλα, ήταν προστατευτικά έναντι της νόσου.

Η βιταμίνη C βοηθά να μειωθεί ο κίνδυνος παχυσαρκίας

Η παρουσία της βιταμίνης C θεωρείται ότι επαναπρογραμματίζει την μεθυλίωση του DNA στα βλαστοκύτταρα δίνοντας ένα μακράς διαρκείας σήμα επιγενετικής. Έρευνα έδειξε ότι η λήψη βιταμίνης C σε ικανές δόσεις (μέχρι 3000mg) είναι ασφαλής και μπορεί να βοηθήσει μετριάζοντας τη δημιουργία των λιποκυττάρων και στη διατήρηση της μυϊκής μάζας, σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας.

Η βιταμίνη C βοηθά στον έλεγχο του στρες και στην αντιμετώπιση της κατάθλιψης

Μελέτη έδειξε ότι η έλλειψη βιταμίνης C προκαλεί απώλεια όρεξης σε άτομα και ανορεξία σαν ανταπόκριση σε στρες. Οι ερευνητές προτείνουν την βιταμίνη C ως ευεργετική στην διατήρηση της ψυχικής υγείας.

Η βιταμίνη C βοηθά να αποτραπεί ο διαβήτης τύπου 2 σε όσους καταναλώνουν νιτρικά τρώγοντας κρέας

Πρόσφατη τυχαιοποιημένη έρευνα έδειξε ότι όσοι καταναλώνουν ζωικές τροφές υψηλές σε νιτρώδη σε συνδυασμό με χαμηλά επίπεδα βιταμίνης C στον οργανισμό τους είχαν υψηλότερο κίνδυνο να αναπτύξουν διαβήτη τύπου 2. Η λήψη μεγάλης ποσότητας βιταμίνης C σχετίζεται με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη τύπου 2, ακόμα και σε άτομα με μεγάλη πρόσληψη νιτρωδών από την διατροφή τους.

Ο εκφυλισμός της ωχράς κηλίδας σχετίζεται με χαμηλότερη πρόσληψη αντιοξειδωτικών

Πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι πάσχοντες από προχωρημένη Η.Ε.Ω (Ηλικιακή Εκφύλιση της Ωχράς Κηλίδας) έχουν χαμηλά επίπεδα βιταμίνης C, βιταμίνης E, βήτα καροτίνης, φολικού οξέως και χαμηλότερη κατανάλωση λαχανικών, από την αντίστοιχη ομάδα των υγείων συμμετεχόντων.

Η βιταμίνη C βοηθά στην πρόληψη των καρδιακών προσβολών

Η χαμηλή πρόσληψη βιταμίνης C σχετίζεται με υψηλά επίπεδα CRP και φλεγμονές και μειώνει το προσδόκιμο ζωής σε πάσχοντες με καρδιακή ανεπάρκεια. Τα υψηλά επίπεδα βιταμίνης C μπορούν να προστατέψουν την καρδιά από φλεγμονές και να εμποδίσουν τις καρδιαγγειακές ασθένειες.

4.4.2. Η σημασία του ασκορβικού οξέος και των βιταμινών για το ρόλο της διατροφής στον άνθρωπο

Η διατροφή είναι ο κυριότερος εξωγενής παράγοντας που εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό καθημερινά και επηρεάζει όλους τους μεταβολικούς και βιοχημικούς κύκλους, ενώ παρέχει χρήσιμα συστατικά για τη διατήρησή του. Ωστόσο, τα επιμέρους διατροφικά συστατικά δεν διαθέτουν κάποιες "μαγικές ευεργετικές" ιδιότητες, ώστε με την υψηλότερη κατανάλωση να "θεραπεύουν" ή να συμβάλουν και στην πρόληψη ασθενειών. Οι βιταμίνες, τα ιχνοστοιχεία, οι αντιοξειδωτικές ενώσεις, τα φυτικά λίπη κ.λπ., μετέχουν σε χρήσιμες και κρίσιμες μεταβολικές δράσεις, ενεργοποιούν, αναστρέφουν οξειδωτικές βλάβες κ.λπ., αλλά σε συνεργιστική δράση και μέσα από το σύνολο του διατροφικού φάσματος.

Η αντίληψη του μέσου ανθρώπου ότι κάποιο διατροφικό συστατικό είναι "εξαιρετικά θαυματουργό" και έτσι με τη μεγαλύτερη κατανάλωση θα επιταχύνει την πρόληψη ή θεραπεία μιας μελλοντικής νόσου είναι εσφαλμένη. Ωστόσο και στη σύγχρονη κοινωνία, ορισμένες ουσίες διαφημίζονται ως "θαυματουργές", όπως η ρεσβερατρόλη που βρίσκεται σε σχετικά μεγάλες ποσότητες στο κόκκινο κρασί, η

βιταμίνη C για πρόληψη ή θεραπεία ενός ευρύτατου φάσματος ασθενειών, που ξεκινούν από ένα κοινό κρυολόγημα και φτάνουν σε διάφορους καρκίνους, η αλόη για αντιμικροβιακή και αντιμυκητιασική δράση, το υαλουρονικό οξύ ως προληπτικό της δερματικής γήρανσης, κ.α.

Ισχυρισμοί σαν τους παραπάνω, εφόσον δεν στηρίζονται σε επιστημονικές μελέτες, είναι τουλάχιστον αφελείς, αντιεπιστημονικοί και συχνά αποβλέπουν σε οικονομικά οφέλη. Τα προϊόντα αυτά σε μεγάλες δόσεις δημιουργούν παρενέργειες. Διατροφικά συμπληρώματα χωρίς την εντολή ιατρού, αλλά και από μη πιστοποιημένα και ελεγμένα υλικά από τη φαρμακοβιομηχανία, μπορούν να αποβούν βλαπτικά για την υγεία.

Μερικά από τα σημαντικότερα συμπεράσματα των πολυάριθμων ερευνών σχετικά με τη βιταμίνη C (συχνά αλληλοσυγκρουόμενα) είναι τα εξής:

- Αυξημένη πρόσληψη βιταμίνης C μέσω διατροφής ή συμπληρωμάτων έχειδειχθεί ότι μειώνει την πιθανότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών ασθενειών.
- Δεν αποδείχθηκε μείωση της πιθανότητας ανάπτυξης διαφόρων τύπων καρκίνου, αν και υψηλές συγκεντρώσεις βιταμίνης C στο αίμα συνδέονται με μειωμένο κίνδυνο όλων των αιτιών θανάτου, κακοήθων νεοπλασιών και καρδιαγγειακών νοσημάτων.
- Φαρμακολογικές δόσεις βιταμίνης C με ενδοφλέβιες ενέσεις είναι ανεκτές (διεξάγονται έρευνες τα τελευταία χρόνια) και είναι ασφαλείς για τους ασθενείς. Οι έρευνες για τον καρκίνο με ενέσιμες δόσεις είναι ακόμη σε εξέλιξη.
- Το συνολικό συμπέρασμα ερευνών για τακτικές δόσεις βιταμίνης C δείχνουν κάποια μείωση της διάρκειας των κρυολογημάτων, αλλά τα αποτελέσματα μπορεί να είναι περιορισμένα.
- Δεν υπάρχουν επιστημονικές αποδείξεις, διαφορετικής δραστηριότητας μεταξύ των διάφορων μορφών της βιταμίνης C (συνθετικής ή φυσικής προέλευσης).
- Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι υψηλές δόσεις βιταμίνης C έχουν τοξικά αποτελέσματα, ωστόσο ημερήσια λήψη 2g μπορεί να προκαλέσει διάρροια και γαστρεντερικά προβλήματα.

Ο περίφημος νομπελίστας Linus Pauling έκανε εκτεταμένες έρευνες στην βιταμίνη C χρησιμοποιώντας τον εαυτό του ως πειραματόζωο και παρατήρησε ότι παίρνοντας 10g ημερησίως απέβαλε περίπου 1-1,5g μέσω των ούρων. Υπολόγισε ότι περίπου 3-4g χρησιμοποιούνταν για κάλυψη και προστασία της εσωτερικής

γαστρεντερικής μεμβράνης και επομένως η ποσότητα που χρησιμοποιούσε το σώμα για τις διάφορες λειτουργίες του ήταν περίπου 5 γραμμάρια. Είναι ενδιαφέρον ότι αυτή η ποσότητα είναι ίδια με αυτήν που συνθέτει στο σώμα του ένα ζώο, όπως η κατσίκια που έχει το ίδιο βάρος με έναν μέσο άνθρωπο 70 κιλών. Ο άνθρωπος και τα ινδικά χοιρίδια είναι οι μόνοι ζωντανοί οργανισμοί που δεν την παράγουν. Όλα τα υπόλοιπα ζώα την παράγουν καθημερινά.

Η ποσότητα αυτή βρίσκεται σύμφωνα και άλλους ερευνητές, οι οποίοι πιστεύουν ότι ο κορεσμός του οργανισμού με ασκορβικό οξύ επιτυγχάνεται με περίπου 5g εκ των οποίων 30mg βρίσκονται στα επινεφρίδια για την αντιμετώπιση του άγχους, 200mg στα εξωκυτταρικά υγρά και τα υπόλοιπα είναι διασκορπισμένα στο υπόλοιπο σώμα.

Οι ανάγκες για βιταμίνη C αυξάνονται σε ορισμένες περιπτώσεις και ανάλογα με το βάρος, τη δραστηριότητα, το μεταβολισμό, την ηλικία και την κληρονομική προδιάθεση. Επίσης, αυξάνονται σε περιόδους κούρασης, ιώσεων, κρυολογημάτων, εγχειρήσεων, μολύνσεων, τραυματισμών, σε γυναίκες που παίρνουν αντισυλληπτικά, εγκυμονούσες ή θηλάζουσες, στους καπνιστές, σε άτομα που καταναλώνουν αλκοόλ και σε άτομα που υποφέρουν από ψυχικές διαταραχές. Η επιστήμη μέχρι στιγμής έχει εντοπίσει περισσότερες από 300 χρησιμότητες της βιταμίνης C στον ανθρώπινο οργανισμό.

4.4.3. Το ασκορβικό οξύ στις τροφές

Οι ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπου σε βιταμίνη C έχουν υπολογισθεί στα 70-90mg. Στους καπνιστές συνιστάται επιπλέον 35mg βιταμίνης C ημερησίως. Συγχρόνως καθορίζει και τις ανώτατες επιτρεπτές τιμές ημερήσιας πρόσληψης, οι οποίες κυμαίνονται από 400mg για μικρά παιδιά, έως 2000mg για ενήλικες.

Τα φρέσκα λαχανικά και, κυρίως τα εσπεριδοειδή είναι οι καλύτερες πηγές της βιταμίνης C, καθώς η βιταμίνη περιέχεται σε αυτά σε μεγάλη ποσότητα.

Πρόσληψη υπερβολικής ποσότητας βιταμίνης C με διατροφικά συμπληρώματα μπορεί να αποβεί βλαπτική για τον οργανισμό, ενώ δεν έχει αποδειχθεί με βεβαιότητα

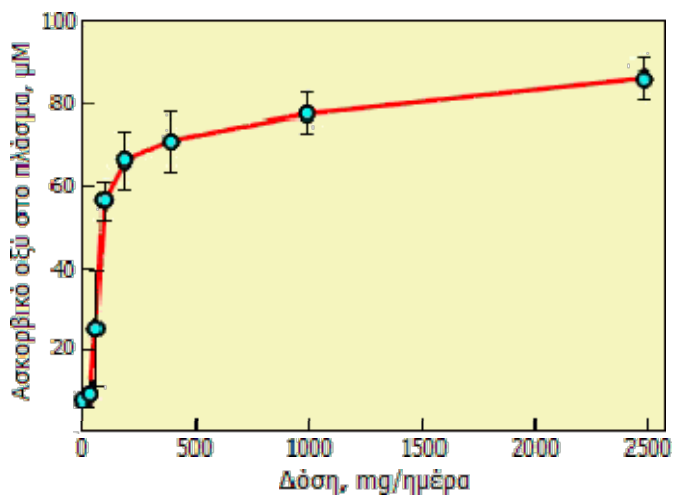
κάποια προληπτική δράση μεγάλων δόσεων ασκορβικού οξέος ως προς διάφορες ασθένειες.

Μεγαλύτερες ποσότητες βιταμίνης C ως επί το πλείστον αποβάλλονται δια της νεφρικής οδού και δεν αυξάνουν σημαντικά τα επίπεδα του ασκορβικού οξέος στο πλάσμα του αίματος.

Η Ορθομοριακή Βιταμίνη C βρίσκεται στην μορφή του Ασκορβικού Μαγνησίου (magnesium ascorbate). Το ασκορβικό μαγνήσιο είναι πιο ανεκτό στο στομάχι και επομένως θεωρείται «ρυθμισμένης οξύτητας» (ουδέτερο pH). Έτσι, συχνά συνιστάται σε άτομα που αντιμετωπίζουν γαστρεντερικά προβλήματα (στομαχικές διαταραχές, καούρες) σε αντίθεση με το απλό ασκορβικό οξύ, το οποίο είναι περισσότερο όξινο.

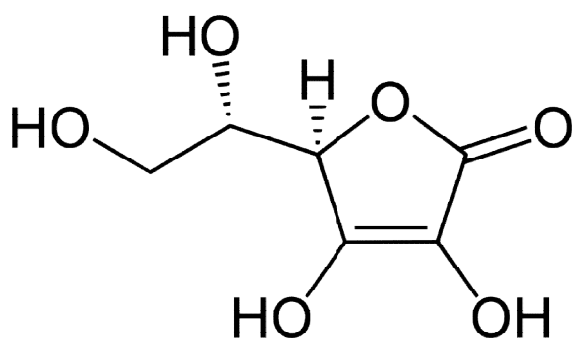
Η ορθομοριακή βιταμίνη C συνδέεται με βιοφλαβονοειδή ή φλαβονοειδή, τα οποία είναι πολυφαινολικές ενώσεις που βρίσκονται στα φυτά και όπως ανακάλυψε ο Δρ. Albert Szent-Gyorgi αυξάνουν σημαντικά την βιοδιαθεσιμότητά της στο σώμα.

Η επίδραση των βιοφλαβονοειδών στην βιοδιαθεσιμότητα του ασκορβικού οξέος έχει αναθεωρηθεί πρόσφατα. Τα αποτελέσματα από τις 10 κλινικές μελέτες που συνέκριναν την απορρόφηση της βιταμίνης C απομονωμένης ή της βιταμίνης C σε τρόφιμα που περιέχουν φλαβονοειδή έδειξαν αξιόλογες διαφορές στη βιοδιαθεσιμότητα του ασκορβικού οξέος.



Εικόνα 1.: Εξάρτηση της συγκέντρωσης του ασκορβικού οξέος στο πλάσμα του αίματος από την ημερήσια πρόσληψη ασκορβικού οξέος.

4.4.4. Η δομή του ασκορβικού οξέος και οι λειτουργίες του στα φυτά.



Εικόνα 2: Δομή ασκορβικού οξέος. Πηγή: Wikipedia

Δομικά το ασκορβικό οξύ είναι μία από τις πιο απλές βιταμίνες. Προκύπτει από σάκχαρα με έξι άτομα άνθρακα και είναι η αλδονο-1,4-λακτόνη ενός εξανικού οξέος (L-γαλακτονικό ή L-γουλονικό οξύ) και περιέχει μια ομάδα ενεδιόλης στους άνθρακες 2 και 3 (Εικόνα 2). Το στερεοϊσομερές του ασκορβικού οξέος, το D-ισοασκορβικό οξύ, έχει ελάχιστες από τις ιδιότητες της βιταμίνης C. Στα φυτά το ασκορβικό οξύ ή βιταμίνη C, είναι το πιο άφθονο υδατοδιαλυτό αντιοξειδωτικό και ανιχνεύεται σε όλους τους φυτικούς ιστούς (Barthetal., 2006). Συσσωρεύεται σε συγκεντρώσεις από 10-230mM στους χλωροπλάστες και η κύρια λειτουργία του είναι να αδρανοποιεί οξειδωτικά παράγωγα της αναπνευστικής και της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, προστατεύοντας τα ακόρεστα λιπαρά οξέα και το DNA από μη αντιστρεπτή ζημιά από οξείδωση (Smirnoff and Wheeler, 2000). Οι ανάγκες που προκύπτουν από τις μεταβολικές και αναπτυξιακές διεργασίες, οδηγούν στην μεταφορά του ασκορβικού οξέος από ιστούς, που είναι ισχυροί παραγωγοί, σε άλλους με μεγαλύτερες ανάγκες, που χρειάζεται να καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες από το δυναμικό παραγωγής τους. Τέτοιο παράδειγμα είναι τα νεαρά και τα ώριμα φύλλα. Μεταφορά του ασκορβικού οξέος μέσω του ηθμού, έχει αποδειχθεί με χρήση αυτοραδιογραφίας (Franceschi and Tarlyn, 2002). Εκτός αυτού, το ασκορβικό οξύ αποτελεί την πρώτη γραμμή άμυνας εναντίον των ενεργών ριζών οξυγόνου (ROS) και βοηθά στην προστασία των κυττάρων από πολλούς παράγοντες, που προκαλούν οξειδωτική καταπόνηση όπως το όζον, η αλατότητα, οι προσβολές από παθογόνα, οι τραυματισμοί κλπ (Alhagdowetal., 2007). Επίσης, το ασκορβικό οξύ εμπλέκεται σε μεγάλο αριθμό ενζυμικών αντιδράσεων όπως και στη βιοσύνθεση δευτερογενών μεταβολιτών, όπως στην ανακύκλωση της λιποδιαλυτής α-τοκοφερόλης και στη σύνθεση του αιθυλενίου (Smirnoff and Wheeler, 2000; Alhagdowetal., 2007). Το

ασκορβικό οξύ εμπλέκεται επίσης και στις αναπτυξιακές διεργασίες των φυτών όπως οι κυτταροδιαιρέσεις και η αύξηση των κυττάρων. Το ασκορβικό οξύ και τα παράγωγά του, είναι πιθανό να λειτουργεί ως σήμα για την επαγωγή αντίδρασης των φυτών σε καταστάσεις καταπόνησης.

4.4.5. Παράγοντες που επιδρούν στη συγκέντρωση του ασκορβικού οξέος στα φυτά.

Αρκετοί παράγοντες έχουν αναγνωριστεί πειραματικά ότι επιδρούν στα επίπεδα της συγκέντρωσης των φυτών σε ασκορβικό οξύ. Η συγκέντρωση φαίνεται ότι ακολουθεί τον ημερήσιο κύκλο διακύμανσης με το μέγιστο της να συμπίπτει με τη μέγιστη φωτοσυνθετική δραστηριότητα (Tamaokietal., 2003; Chenetal., 2004). Η ηλικία των φύλλων, επίσης, είναι σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη συγκέντρωση του ασκορβικού οξέος, όπως διαπιστώθηκε στην πατάτα. Τα νεαρά φύλλα, βρέθηκε ότι έχουν δεκαπλάσια συγκέντρωση ασκορβικού οξέος από ότι τα γηρασμένα φύλλα (Bartolietal., 2000). Τέλος, τα διάφορα φυτικά όργανα, δεν έχουν την ίδια περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ. Στο *Arabidopsisthaliana*, η μεγαλύτερη συγκέντρωση μετρήθηκε στο άνθος, ενώ η μικρότερη μετρήθηκε στις ρίζες. Όσον αφορά τον υποκυτταρικό εντοπισμό του, τα διάφορα μέρη του κυττάρου δεν φαίνεται να έχουν τις ίδιες συγκεντρώσεις. Στο κυταρόπλασμα και στους χλωροπλάστες, η συγκέντρωση βρέθηκε ότι είναι μεγαλύτερη από ότι στο χυμοτόπιο (Foyeretal., 1983; Daveyetal., 2000).

5. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΡΠΟΥ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

5.1. Ποιότητα καρπού

Σύμφωνα με τον ορισμό, στα οπωροκηπευτικά «ποιότητα» είναι το σύνολο των χαρακτήρων ή ιδιοτήτων ενός προϊόντος, που αναφέρονται στη βρωσιμότητα, την εμφάνιση και γενικώς τη χρησιμότητά του και του δίνουν αξία για τροφή. Στο ακτινίδιο, όπως και σε άλλα είδη καρπών, ο όρος «ποιότητα» χρησιμοποιείται από όσους ασχολούνται με την παραγωγή και εμπορία του. Εντούτοις, η έννοιά του από λίγους είναι κατανοητή και είναι αμφίβολο αν όλοι όσοι τον χρησιμοποιούν καλύπτουν την έννοια με τον ίδιο τρόπο.

Για όσους ασχολούνται με την ποιότητα των ακτινιδίων, είναι ανάγκη να γνωρίζουν τα κριτήρια πάνω στα οποία βασίζεται η αξιολόγηση, η εκτίμησή της και, ειδικότερα, τα χαρακτηριστικά στα οποία βασίζεται ο ποιοτικός έλεγχος.

Η ποιότητα στα ακτινίδια, η οποία προσφέρεται στον καταναλωτή, καθορίζεται από την αρχική ποιότητα που αποκτά το προϊόν κατά τη συγκομιδή, δηλαδή όλους εκείνους τους παράγοντες που συνέβαλλαν στην παραγωγή του καρπού, αλλά επηρεάζεται και από τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς που εφαρμόζουμε κατά τη συσκευασία, τη συντήρηση, την εμπορία και τη «ζωή στο ράφι». Στα ακτινίδια, η γευστική ποιότητα είναι πολύ χαμηλή κατά τη συγκομιδή και βελτιώνεται με τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς και αποκτά τη μέγιστη τιμή κατά την παραμονή του στο ράφι. Η κατανόηση της πολυπλοκότητας της επίδρασης των μετασυλλεκτικών παραγόντων, αλλά και της έμφυτης παραλλακτικότητας της ποιότητας των καρπών βοηθά στην κατανόηση των δυσκολιών που έχουν οι παραγωγοί να παραδίδουν προϊόν με σταθερή ποιότητα.

Στο ακτινίδιο, η έννοια της ποιότητας διαφέρει ανάλογα με το χρήστη (παραγωγός, έμπορος, κρατικές υπηρεσίες, καταναλωτής) και επομένως πρέπει να αναφέρεται αν είναι ποιότητα συγκομιδής, εμπορίας ή κατανάλωσης. Τα χαρακτηριστικά της ποιότητας πρέπει να έχουν τέτοιες τιμές που να ικανοποιούν το χρήστη (παραγωγό, έμπορο ή καταναλωτή). Τελικά επιδιώκουμε το προϊόν να καταλήγει στον καταναλωτή με άριστη φαγώσιμη ποιότητα.

Ο παραγωγός συγκομίζει τα ακτινίδια όταν έχουν αποκτήσει άριστη συλλεκτική ποιότητα και, ειδικότερα, όταν έχουν αποκτήσει μια ελάχιστη τιμή στερεών διαλυτών συστατικών ($\Delta\S\S$ 6,5-7,5%), που εξασφαλίζει καλή συντηρησιμότητα στα ψυγεία και επιτρέπει στους καρπούς να αποκτήσουν μια ικανοποιητική συγκέντρωση σακχάρων κατά την κατανάλωση ($\Delta\S\S > 12-16\%$).

Ο έμπορος ενδιαφέρεται το προϊόν να έχει μια καλή εμπορική ποιότητα, που του εξασφαλίζει ομαλή διακίνηση κατά τη συντήρηση και εμπορία και, ειδικότερα, οι καρποί να έχουν συνεκτική σάρκα, που επιτρέπει τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς χωρίς να τραυματίζεται το προϊόν. Έτσι, ο καρπός διακινείται εφόσον η σκληρότητα του ΑΣΠ (αντίσταση της σάρκας στην πίεση) διατηρείται με $ΑΣΠ > 2\text{kg}$ για το χονδρικό εμπόριο και με $ΑΣΠ > 1\text{kg}$ τουλάχιστον για το λιανικό εμπόριο και τις εξαγωγές. Καρποί που προορίζονται για συσκευασία, δεν πρέπει να έχουν τιμή ΑΣΠ κάτω από 6kg , γιατί παθαίνουν ζημιές από μωλωπισμούς.

Οι καταναλωτές όταν μιλούν για ποιότητα, αναφέρονται περισσότερο στα χαρακτηριστικά εκείνα, που αντιλαμβάνονται με τις αισθήσεις τους, όπως το μέγεθος, τη γεύση, το άρωμα κλπ. Θεωρούν ότι το προϊόν είναι καλής ποιότητας όταν καταναλίσκεται ευχάριστα, με μαλακή σάρκα, καλή γεύση, με καλή σχέση σακχάρων προς οξέα και έχει καλή εμφάνιση σάρκας. Για τον καταναλωτή ακτινιδίων, η γευστική ποιότητα είναι άριστη όταν καταναλώνεται με τιμές ΑΣΠ $0,4-0,8-1\text{kg}$ και με τιμές ΔΣΣ $14-16\%$.

Ειδικότερα καρποί που καταναλίσκονται με τιμές ΑΣΠ $0,4-0,6\text{ kg}$ θεωρούνται μαλακοί, καρποί με τιμές ΑΣΠ $0,6-0,8\text{kg}$ θεωρούνται μέτριας συνεκτικότητας και καρποί με τιμές $0,8-1,0\text{kg}$ θεωρούνται σκληροί. Ακτινίδια με περιεκτικότητα $>14\%$ ΔΣΣ καταναλίσκονται ευχάριστα. Η περιεκτικότητα $12-14\%$ ΔΣΣ θεωρείται ανεκτή, ενώ ακτινίδια με τιμές κάτω από 12% ΔΣΣ θεωρούνται μη αποδεκτά (Τσαβές, 2012).

5.1.1. Κριτήρια ποιότητας

Τα χαρακτηριστικά, που καθορίζουν την ποιότητα στα ακτινίδια είναι τα ακόλουθα:

- Η γενική εμφάνιση,
- Η κατάσταση της επιφάνειας με τυχόν ελαττώματα,
- Η υφή-συνεκτικότητα της σάρκας,
- Η γεύση με το άρωμα,
- Η θρεπτική αξία και
- Η ασφάλεια του καταναλωτή.

Η εμφάνιση των ακτινιδίων είναι ο πρώτος παράγοντας που επηρεάζει τον καταναλωτή, ο οποίος αγοράζει βασισμένος στα εξωτερικά χαρακτηριστικά του καρπού. Την εμφάνιση συνθέτουν το μέγεθος, η μορφή, το σχήμα, η επιφανειακή κατάσταση, το χρώμα και η καθαρότητα. Το μέγεθος είναι σπουδαίο στοιχείο ποιότητας. Η διαλογή στα συσκευαστήρια γίνεται με μηχανικούς διαλογείς, οι οποίοι

διαχωρίζουν τους καρπούς σε μεγέθη ανάλογα με το βάρος (π.χ. 65-74, 75-81, 82-89, 90-97, 98-107, 108-119, 120-127, 128-200 γραμμάρια) και συμπληρώνεται με εξειδικευμένους εργάτες, οι οποίοι απομακρύνουν τους καρπούς με ανώμαλο σχήμα (π.χ. πεπλατυσμένοι, πεταλούδες κλπ.), τους τραυματισμένους και, γενικώς, όσους αποκλίνουν από την κανονική εμφάνιση. Το σχήμα είναι χαρακτηριστικό για την ποικιλία «Hayward».

Κάθε απόκλιση από αυτό προβληματίζει τους καταναλωτές. Το χρώμα στο εξωτερικό είναι καφετί με σκούρες αποχρώσεις όταν οι καρποί στην κληματίδα είναι εκτεθειμένοι απευθείας στο ηλιακό φως. Χαρακτηριστικό είναι και το ανοιχτό πράσινο χρώμα της σάρκας στο περικάρπιο. Με ορισμένες φυσιολογικές ανωμαλίες το πράσινο χρώμα μπορεί να αποκτά σκουρότερη απόχρωση ή μπορεί να εμφανίζει υπόλευκες περιοχές. (Τσαβές, 2012)

Γεύση-Άρωμα

Η χημική σύσταση των ακτινιδίων, επιδρά στα αισθητήρια της γεύσης (γλυκύτητα, οξύτητα, στυφότητα κλπ.) και της όσφρησης (άρωμα). Στη γεύση, συμβάλλουν τα σάκχαρα, τα οργανικά οξέα και άλλα θρεπτικά συστατικά. Το χαρακτηριστικό άρωμα του ώριμου καρπού, οφείλεται στην παρουσία πολλών πτητικών ουσιών, που αντιλαμβάνεται ο καταναλωτής με τη μάσηση με το αισθητήριο της όσφρησης που βρίσκεται στο εσωτερικό της ρινικής κοιλότητας.

Διαλυτά στερεά συστατικά

Η φαγώσιμη ποιότητα, σχετίζεται πολύ με την περιεκτικότητα σε σάκχαρα, που αποκτά ο καρπός μετά την πλήρη ωρίμανσή του. Τα σάκχαρα όμως, που αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των διαλυτών στερεών συστατικών, προσδιορίζονται πιο εύκολα με διαθλασίμετρο στο χυμό του καρπού, και επομένως οι ενδείξεις των ΔΣΣ αποτελούν χρήσιμο στοιχείο ποιότητας. Υπό τις συνθήκες που καλλιεργούνται οι ακτινιδιές στη χώρα μας, όταν όλο το άμυλο μετατρέπεται σε σάκχαρα, τα ΔΣΣ ενός ώριμου καρπού πρέπει να ξεπερνούν την περιεκτικότητα του 14% για να θεωρούνται άριστης φαγώσιμης ποιότητας (Τσαβές, 2012).

Οργανικά οξέα

Τα ακτινίδια τα χαρακτηρίζει υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικά οξέα και μαζί με τα σάκχαρα αποτελούν συστατικό της ποιότητας και συμβάλλουν στο αίσθημα της γεύσης. Τα κύρια οργανικά οξέα του ακτινιδίου είναι το κιτρικό, το κινικό και το μηλικό. Η περιεκτικότητα του καρπού σε οξέα μειώνεται, όσο προχωρεί η ωρίμανσή του. Η ευχάριστη δροσιστική γεύση των ακτινιδίων, ουσιαστικά καθορίζεται από την

άριστη σχέση σακχάρων/οξέων. Η τιτλοδοτούμενη οξύτητα, όπως εκφράζεται σε ισοδύναμη ποσότητα κιτρικού οξέος, κυμαίνεται από 1,0 έως 1,6% με βάση το νωπό βάρος του καρπού. Μεγαλύτερη περιεκτικότητα βρίσκεται στους ιστούς του περικαρπίου, στην περιοχή των σπερμάτων και μικρότερη στους εσωτερικούς ιστούς του ενδοκαρπίου-καρδιάς και το εξωτερικό περικάρπιο (Τσαβές, 2012).

Θρεπτική αξία

Τα ακτινίδια, ξεχωρίζουν από τα άλλα είδη φρούτων για τις καλές διατροφικές τους ιδιότητες, που οφείλονται στην υψηλή περιεκτικότητα σε ορισμένα χρήσιμα συστατικά, όπως βιταμίνες, ανόργανα στοιχεία κλπ.

Το περικάρπιο διατηρεί και μετά την ωρίμανση χλωροφύλλη, η οποία του προσδίδει το χαρακτηριστικό ανοιχτό πράσινο χρώμα. Σε όλα τα άλλα γνωστά είδη καρπών, η χλωροφύλλη διασπάται κατά την ωρίμανση. Εκτός από την χλωροφύλλη, τα ακτινίδια περιέχουν και κίτρινες χρωστικές (καροτενοειδή).

Το ακτινίδιο είναι μια καλή πηγή βιταμίνης C (ασκορβικό οξύ). Συνήθως τα ακτινίδια περιέχουν 100mg/100g νωπού ιστού. Αν και η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε ένα μικρό ποσοστό της συνολικής περιεκτικότητας οργανικών οξέων, είναι εξαιρετικά πολύτιμο συστατικό και, για το λόγο αυτό, το ακτινίδιο θεωρείται μια από τις καλύτερες πηγές βιταμίνης C στη διαίτα του ανθρώπου (Τσαβές, 2012).

Η σάρκα στα ακτινίδια δεν καφετιάζει όταν κόβεται ή πλεγχώνεται. Σε άλλα είδη καρπών, συνήθως, το καφέτισμα οφείλεται σε ενζυματική οξείδωση φαινολικών ουσιών. Το ακτινίδιο περιέχει πολύ μικρή ποσότητα τανίνης και παρουσιάζει πολύ μικρή δραστηριότητα πολυφαινολοξειδάσης που ευθύνεται για το καφέτισμα των ιστών. Αυτές οι ιδιότητες, σε συνδυασμό με την υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη C με αντιοξειδωτικές ιδιότητες, δικαιολογούν την απουσία του καφετιάσματος των ιστών του καρπού.

Ο καρπός περιέχει μια πρωτεάση, την «ακτινιδίνη», η οποία του προσδίδει μαλακτικές ιδιότητες. Χαρακτηριστικό είναι το μαλάκωμα που προκαλεί το κομμένο ακτινίδιο όταν έρχεται σε επαφή με κρέας. Η ακτινιδίνη, είναι παρόμοια με την παπαΐνη, που περιέχει ο καρπός παπάγια και χρησιμοποιείται ως μαλακτικό κρέατος.

5.1.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα

5.1.2.1. Προσυλλεκτικοί παράγοντες

Πολλοί θεωρούν ότι η εξέταση των προσυλλεκτικών μεταχειρίσεων δεν πρέπει να απασχολεί τους μετασυλλεκτικούς φυσιολόγους και πολλές εργασίες μετασυλλεκτικής μεταχείρισης αγνοούν τελείως τις επιδράσεις των καλλιεργητικών συνθηκών στην ποιότητα. Στην πραγματικότητα, δεν φαίνεται να έχει δοθεί αρκετή προσοχή στη σχέση των προσυλλεκτικών εργασιών στη μετασυλλεκτική ποιότητα των καρπών ακτινιδιάς.

Καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα των καρπών της ακτινιδιάς, ασκούν το κλίμα, το έδαφος, οι καιρικές συνθήκες όπου παράγονται οι καρποί, καθώς και οι καλλιεργητικές φροντίδες (θρέψη, άρδευση, κλάδευμα κλπ.). Καταστάσεις πριν από την καρπόδεση, είναι δυνατόν να επιδρούν στο τελικό μέγεθος και την ποιότητα των καρπών. Η συσσώρευση υδατανθράκων (ξηρή ουσία), καθορίζεται αμέσως μετά την ανθοφορία, από παράγοντες που επιδρούν στη φωτοσύνθεση και τον επιμερισμό των φωτοσυνθετικών ουσιών στην καρποφορία ή στη βλάστηση. Έτσι, η διαμόρφωση του σχήματος των πρεμνών που καθορίζει το βαθμό σκίασης, το κλάδευμα και ο τρόπος κατανομής των καρποφόρων βλαστών, η επικονίαση και η καρπόδεση, η λίπανση και η άρδευση, είναι δυνατόν να επιδρούν στη φωτοσύνθεση και στην απόθεση ξηρής ουσίας στου καρπούς. Η σκίαση από δίχτυα αντιχαλαζικής προστασίας ή από την παρουσία ανεμοφρακτών, επιδρά στο ρυθμό φωτοσύνθεσης και μειώνει τα ΔΣΣ των καρπών. Το αυξημένο φορτίο καρποφορίας μειώνει τα ΔΣΣ. Η αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3 έως 4°C, κατά την εποχή της φυσιολογικής ωρίμανσης των καρπών πάνω στην κληματίδα, έχει θετική επίδραση στα ΔΣΣ.

Διαφορές στην περιεκτικότητα των ΔΣΣ παρατηρούνται από περιοχή σε περιοχή. Έτσι, μέσα στην ίδια περιοχή καλλιέργειας της ακτινιδιάς, υπάρχουν μικροκλίματα όπου οι καρποί φθάνουν στο ελάχιστο όριο 6,2% ΔΣΣ πολύ νωρίτερα απ' ότι σε άλλες περιοχές, χωρίς αυτό να συνοδεύεται από αντίστοιχη αύξηση της ξηρής ουσίας και επομένως οι καρποί αυτοί δεν αποκτούν, κατ' ανάγκη, μεγαλύτερες τιμές ΔΣΣ κατά την κατανάλωση (Τσαβέζ, 2012).

Υδατικές σχέσεις

Η μείωση της εδαφικής υγρασίας στα πρώτα στάδια της βλαστικής ανάπτυξης, περιορίζουν μέχρι και 25% τις αποδόσεις, ενώ περιορίζοντας την εδαφική υγρασία προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου μειώνεται ελαφρά το μέγεθος, αλλά αυξάνονται τα σάκχαρα και τα συνολικά ΔΣΣ. Οποσδήποτε, πρέπει να αποφεύγονται

καταστάσεις υδατικής καταπόνησης, που μειώνουν τις αποδόσεις και επηρεάζουν δυσμενώς την ποιότητα (Τσαβέζ, 2012).

Θρέψη φυτού

Στα ακτινίδια, όπως και στα άλλα είδη καρπών, η περιεκτικότητα του καρπού σε ανόργανα στοιχεία ασκεί μεγάλη επίδραση στη μετασυλλεκτική ποιότητα. Αν και υπάρχουν πειραματικά δεδομένα με αμφιλεγόμενες ερμηνείες, φαίνεται ότι οι καλλιεργητικές συνθήκες μπορεί να επιδρούν στην πρόσληψη και κατανομή των ανόργανων στοιχείων στους φυτικούς ιστούς.

Καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα ασκεί το άζωτο. Ακτινίδια, που παράγονται από φυτά, που περιέχουν στα φύλλα 2% άζωτο ή και λιγότερο, συντηρούνται καλύτερα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, απ' ότι ακτινίδια, που παράγονται σε φυτά με περιεκτικότητα φύλλων πάνω από 2% άζωτο. Η περιεκτικότητα των χυμών σε άζωτο, επιδρά στο μαλάκωμα της σάρκας μετασυλλεκτικά και η περίσσειά του προδιαθέτει τους καρπούς στο μαλάκωμα της σάρκας.

Το ασβέστιο, επίσης, που είναι γνωστό ότι συμμετέχει στη σύσταση των κυτταρικών τοιχωμάτων και επηρεάζει την ακεραιότητα των κυτταρικών μεμβρανών, φαίνεται να ασκεί σημαντικό ρόλο στη συντηρησιμότητα και ποιότητα των καρπών ακτινιδιάς. Προσυλλεκτικοί ψεκασμοί ή εμβαπτίσεις σε διαλύματα ασβεστίου, καθυστερούν την ωρίμανση και παρατείνουν τη «ζωή στο ράφι». Καρποί που έχουν μειωμένη περιεκτικότητα σε ασβέστιο, συσχετίζονται με αυξημένη προσβολή από τη φυσιολογική ανωμαλία του ενυδατωμένου περικαρπίου και αυξημένη ευαισθησία σε προσβολές βοτρυτή (Τσαβέζ, 2012).

Η κάλυψη του εδάφους με οργανικά (υπολείμματα καλλιέργειας, κομπόστ κ.τ.λ.) ή ανόργανα (πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου κ.τ.λ.) υλικά, επηρεάζει τόσο τις εδαφικές ιδιότητες όσο και την ποιότητα και την ποσότητα της παραγωγής και την ανάπτυξη των φυτών. Ωστόσο, δεν υπάρχουν αρκετές αναφορές στη διεθνή βιβλιογραφία για τη χρήση υλικών εδαφοκάλυψης στο ακτινίδιο, καθιστώντας τη δράση αυτή καινοτόμα. Σε μία σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε, έγινε κάλυψη του εδάφους με μαύρο ή με λευκό πλαστικό φύλλο, ενώ στο μάρτυρα δεν εφαρμόστηκε καθόλου κάλυψη του εδάφους και, στη συνέχεια, μελετήθηκε η επίδραση της εδαφοκάλυψης, καθώς και του χρώματος του χρησιμοποιούμενου πλαστικού, στα ποιοτικά και στα ποσοτικά χαρακτηριστικά των καρπών κατά την εμπορική συγκομιδή και μετά τη συντήρηση (3 μήνες σε ψυγείο). Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι, κατά την εμπορική συγκομιδή και μετά τη συντήρηση

ανεξαρτήτου εδαφοκάλυψης ή μη, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο μέγεθος και στις διαστάσεις των καρπών, καθώς και στην % περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία. Ωστόσο, η εδαφοκάλυψη, ανεξαρτήτου χρώματος, αύξησε σημαντικά την παραγωγή ανά πρέμνο, όπως και τη συνεκτικότητα των καρπών μετασυλλεκτικά. Τέλος, όσον αφορά στην αντιοξειδωτική ικανότητα και στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ενώσεων κατά την ωρίμανση και μετασυλλεκτικά δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Τσαφούρος, 2019).

Η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, επηρεάζεται από τις εφαρμοζόμενες καλλιεργητικές τεχνικές, καθώς και από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες. Η κάλυψη με δίχτυα, στοχεύει στην προστασία των φυτών από τα ακραία καιρικά φαινόμενα (υψηλές θερμοκρασίες, υψηλής έντασης ηλιακή ακτινοβολία), συμβάλλοντας στη βελτίωση της ποιότητας και της ποσότητας του παραγόμενου προϊόντος, καθώς επηρεάζει τη φωτοσυνθετική ικανότητα και επιδρά στο μικροκλίμα της κόμης (θερμοκρασία αέρα, φυτού, εδάφους και σχετική υγρασία). Όσον αφορά την καλλιέργεια του ακτινιδίου, οι εργασίες που μελετούν τη χρήση διχτυών σκίασης και την επίδραση που ασκούν στο σύνολο των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών και στο ύψος της παραγωγής, σπανίζουν. Έτσι, προκειμένου να βρεθεί κατά πόσο επηρεάζονται η ποιότητα και το ύψος της παραγωγής, σε σχετική έρευνα έγινε κάλυψη των πρέμνων με δίχτυα μαύρου χρώματος 16-18 % σκίασης, από την άνοιξη μέχρι την περίοδο της συγκομιδής. Κατά την ωρίμανση των καρπών, καθώς και στο τέλος της περιόδου συντήρησης, (3 μήνες σε ψυγείο) μετρήθηκαν τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά τους. Ειδικότερα, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι, κατά την ωρίμανση οι καρποί από τα ασκέπαστα πρέμνα είχαν μεγαλύτερο μέγεθος, ενώ οι υπόλοιποι παράμετροι (μήκος, διάμετρος καρπού, συνεκτικότητα, % περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία) δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά. Ωστόσο, η σκίαση με τα δίχτυα αύξησε κατά 25% την παραγωγή ανά φυτό, ενώ, μετά από τη συντήρηση, οι καρποί από τα ασκέπαστα πρέμνα, βρέθηκε να έχουν υψηλότερη συνεκτικότητα. Όσον αφορά την αντιοξειδωτική ικανότητα, κατά την ωρίμανση δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ σκεπασμένων με δίχτυα και ασκέπαστων πρέμνων, ενώ μετά από τη συντήρηση οι καρποί από τα ασκέπαστα πρέμνα εμφάνισαν υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα. Τέλος, οι ολικές φαινολικές ενώσεις κατά την ωρίμανση, καθώς και τα ολικά φλαβονοειδή μετά τη συντήρηση, βρίσκονταν σε υψηλότερη συγκέντρωση στους καρπούς από τα ασκέπαστα πρέμνα, ενώ δεν

παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές για τις υπόλοιπες μετρούμενες φαινολικές ενώσεις (φλαβονόλες και ο-διαφαινόλες) (Δεναξά, 2019).

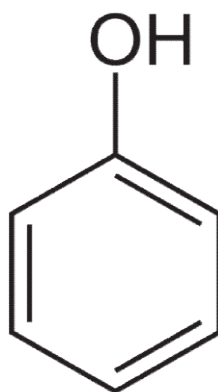
5.1.2.2. Μετασυλλεκτικοί παράγοντες

Την ποιότητα των καρπών επηρεάζει το στάδιο της συγκομιδής, που καθορίζει και την αρχική ποιότητα, οι μετασυλλεκτικοί χειρισμοί (πρόψυξη, συντήρηση, μεταφορά, διάθεση στο χονδρικό ή λιανικό εμπόριο) και, κυρίως, η παρουσία του αιθυλενίου, κατά τα διάφορα στάδια μετασυλλεκτικής μεταχείρισης. Η αφαίρεση του αιθυλενίου, η παρουσία υψηλής συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα, που ανταγωνίζεται τη δράση του αιθυλενίου ή μειωμένης συγκέντρωσης οξυγόνου, που παρεμποδίζει την παραγωγή και τη δράση του αιθυλενίου, αποτελούν παράγοντες ελέγχου της ποιότητας και συντηρησιμότητας του ακτινιδίου. Τέλος, η τεχνητή ωρίμανση με αιθυλένιο, που γίνεται για να φθάσει ο καρπός στη γευστική ποιότητα, αποτελεί ένα τρόπο βελτίωσης της ποιότητας (Τσαβές, 2012).

6. ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

6.1 Εισαγωγή

Οι φαινολικές ενώσεις, είναι μια κατηγορία των φυτικών δευτερογενών μεταβολιτών, που χαρακτηρίζονται από την παρουσία μίας ή περισσότερων ομάδων υδροξυλίου (-OH) συνδεδεμένες προς ένα δακτύλιο βενζολίου, ή σε άλλες σύνθετες αρωματικές δομές (Harborne 1998, Bruneton 1999, Henrichetal. 2004) (Εικόνα 3). Φαινολικοί μεταβολίτες είναι ευρέως διαδεδομένοι στα φυτά και είναι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη του χρώματος, την επικοινωνία και την προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία και έναντι παθογόνων (Bruneton 1999, Henrichetal. 2004). Βάσει της δομής τους, οι φαινολικές ενώσεις μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τις φλαβονοειδείς και τις μη φλαβονοειδείς.



Εικόνα 3.Φαινολική ένωση

6.2. Φλαβονοειδείς φαινολικές ενώσεις

Τα φλαβονοειδή είναι μια μεγάλη και πολύπλοκη ομάδα ενώσεων, που περιέχουν μια δομή τριών δακτυλίων με δύο αρωματικά κέντρα (δακτύλιοι Α και Β) και ένα κεντρικό οξυγονωμένο ετεροκυκλικό δακτυλίο (Γ) (Bohm 1998, Hollman και Katan, 1999). Οι έξι κύριες κατηγορίες των φλαβονοειδών είναι φλαβόνες, φλαβονόλες, φλαβανόνες, κατεχίνες (φλαβανόλες) ανθοκυανιδίνες και οι ισοφλαβόνες (Bohm 1998, Bruneton 1999, Pieta 2000, Scalbertetal. 2005, Goutam και Dilip, 2006). Τα φλαβονοειδή, έχουν αρκετές αποδεδειγμένες θεραπευτικές ιδιότητες, όπως αντιφλεγμονώδεις, αντιοξειδωτικές, κατά του καρκίνου, αντιβακτηριακές και αντιυικές ιδιότητες (Valsarajetal. 1997, Hollman και Katan 1999, Harborne και Williams 2001, Chynier 2005, Manachetal., 2004). Ειδικά παραδείγματα εκάστης των μεγάλων υποκατηγοριών των φλαβονοειδών, η βοτανική πηγή τους, καθώς και μερικές από τις φαρμακολογικές τους ιδιότητες συνοψίζονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας4.:Παραδείγματα κάθε μίας από τις μεγάλες υποκατηγορίες φλαβονοειδων, τις βοτανικές τους πηγές, καθώς και ορισμένες από τις φαρμακολογικές τους ιδιότητες.

ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΕΙ ΕΝΩΣΕΙΣ	ΠΑΡΑΕΙΓΜΑΤΑ	ΒΟΤΑΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
Φλαβονόνες	Μαρινγενίνη, βεσπεριτίνη	Εσπεριδοειδή	Αντιφλεγμονώδη και αναλγητική δράση
Φλαβόνες	Απιγενίνη, λουτεολίνη	Γενικά σε φυτά των οικογενειών Labiatae και Umpeliferae	Αντικαρκινική δράση
Φλαβονόλες	Μυρικετίνη, κουμπφερόνη, κερσετίνη	Σε ξυλώδη αγγειόσπερμα και φύλλα πράσινου τσαγιού	Αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή δράση. Αναστολείς ενζύμων
Φλαβανόλες	Κατεχίνη,	Σε φύλλα τσαγιού	Ισχυρά Αντιοξειδωτικά

	γαλλακατεχίνη		
Ανθοκυανιδίνες	Πελαργονιδίνη, κυανιδίνη, μαλβιδίνη	Φρούτα και λαχανικά	Αντι-ηπατοτοξική και αντι-λιπολυτική δράση. Αγγειοδιασταλτική επίδραση
Ισοφλαβονοειδή	Δαϊδζεΐνη, γενιστεΐνη, γλυκίτεΐνη	Δημητριακά και όσπρια	Ισχυρά αντικαρκινικά και για καρδιακές παθήσεις
Προανθοκυανιδίνες (συμπηκνόμενες τανίνες)	Προκυανιδίνη, προδελφινιδίνη	Σε σταφύλια, κρασί και καφέ	Αντιοξειδωτική και αντικαρκινική δράση και εναντίον του HIV

Πηγή: KashaniHamedHaddadetal, 2012.

6.3. Μη φλαβονοειδείς φαινολικές ενώσεις

Οι μη φλαβονοειδείς φαινολικές ενώσεις, περιλαμβάνουν απλές φαινόλες (ευγενόλη, κατεχόλη, υδροκινόνη, φλωρογλυκινόλης υδροκινόνη, και ρ-ανισαλδεΰδη) (Jadhavetal., 2004), τα C6-C1-βενζοϊκά οξέα (βανιλλικό οξύ, γαλλικό οξύ και πρωτοκατεχουϊκό οξύ), το C6-C3 propanoids φαινύλιο και τα παράγωγά τους (κινναμωμικό οξύ, το καφεϊκό οξύ, φερούλικό οξύ μυριστική και σιναπυλικών αλκοολών), κουμαρίνες (σκοπολετίνης βαρφαρίνη και δικουμαρόλη), υδρολυόμενων τανινών (τανίνες του γαλλικού και ελλαγιικού οξέος) και λιγνάνες και ανάλογες ενώσεις (Kumaretal., 2010). Παραδείγματα μη φλαβονοειδών ενώσεων με φαρμακολογικό ενδιαφέρον, μαζί με τις βοτανικές πηγές τους και τις φαρμακολογικές τους ιδιότητες παρατίθενται στον πίνακα 5.

Πίνακας 5: Βοτανικές πηγές και φαρμακολογικές ιδιότητες ορισμένων μη φλαβονοειδών φαινολικών ενώσεων.

ΜΗ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΕΙΣ ΕΝΩΣΕΙΣ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΒΟΤΑΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
Απλές φαινόλες	Ελλαγιικό οξύ, τανικό οξύ, Υδροκινόνη, Ευγενόλη	Μούρα, κόκκινο και πράσινο τσάι, σπόροι καφέ	Αντιβακτηριακή, αντιφλεγμονώδη και τοπική αναισθητική δράση
Βενζοϊκά οξέα	Γαλλικό οξύ, πρωτοκατεχουϊκό οξύ	Αγγινάρα, δενδρολίβανο	Ηπατοπροστατευτική και αντιοξειδωτική δράση
Φενυλ-προπανοειδή	Σιναμικό οξύ, κουμαρικό οξύ, καφεϊκό οξύ, φερούλικό οξύ	Φρούτα και λαχανικά, κανέλα, μυρόξυλο, βάλσαμο	Αντισηπτική δράση. Υλικό για τη δημιουργία λοσιόν για την προστασία από τον ήλιο και για τη θεραπεία της δυσπεψίας
Κουμαρίνες	Σκοπολετίνη, Βορφαρίνη, Ντικουμαρόλη	Πατάτα, εσπεριδοειδή	Αντιμυκητιακή δράση, Πηκτικό του αίματος και για τη θεραπεία της τριχοφυΐας
Υδρολυόμενες τανίνες	Γαλλοτανίνη, ελλαγιτανίνη,	Δικοτυλήδονα βότανα	Κατά της διάρροιας, Αντίδοτο σε

	Στηλβενοειδή		δηλητηρίαση από βαρέα μέταλλα
Στιλμπενοειδή	Ρεσβερατρόλη, πινοσυλβίνη	Από το ξύλο των ειδών Pinusspp.	Αντιμυκητιακή δράση
Λιγνάνες και σχετικές ενώσεις	Πινορεσινόλη	Σπόροι λιναριού και άλλα δημητριακά	Αντικαρκινική, αντική, αντιαλλεργική και αντιρευματική δράση

Πηγή: Kashani Hamed Haddad, et al, 2012.

6.4.Τερπενοειδή

Τα Τερπενοειδή, επίσης γνωστά ως ισοπρενοειδή, αποτελούν τη μεγαλύτερη ομάδα των φυτικών δευτερογενών μεταβολιτών (Bruneton, 1999). Τα τερπενοειδή εμπλέκονται στην άμυνα, στην επούλωση τραύματος και τη θερμική μόνωση των φυτών καθώς και στην επικονίαση των καλλιεργούμενων σπόρων (Heirichetal., 2004). Επίσης, είναι υπεύθυνα για την γεύση φρούτων, το άρωμα των λουλουδιών και τη ποιότητα των γεωργικών προϊόντων.

Τα Τερπενοειδή ταξινομούνται ως μονοτερπένια (C10), σεσκιτερπένια (C15), διτερπένια (C20), τριτερπένια (C30) και τετρατερπένια (C40), βάσει τον αριθμό των μονάδων ισοπρένιου. (Banthorpe 1991, Bruneton 1999, Heirichetal. 2004, Gurib-Fakim 2005). Μονοτερπένια και σεσκιτερπένια, είναι τα κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων και βρίσκονται συνήθως σε οικογένειες φυτών Labiatae, Myrtaceae, Pinaceae, και Rutaceae (Harborne 1998, Heirichetal. 2004). Διτερπένια περιλαμβάνουν οξέα, ρητίνη και φυτικές ορμόνες (γιββερελλίνες) (Harborne, 1998). Πολλά από τα διτερπένια είναι τοξικά, αλλά κάποια, για παράδειγμα, φορσκολίνη (από γυμνόσπερμα), ταξόλη (από το πουρνάρι του Ειρηνικού) και ginkgolides (από *Ginkgo biloba*) χρησιμοποιούνται στη σύγχρονη ιατρική για τη θεραπεία της υπέρτασης, του καρκίνου και της απώλειας μνήμης, αντίστοιχα (Bruneton 1999, Heirichetal. 2004, Gurib-Fakim 2005). Τα πιο κοινά τετρατερπένια είναι τα καροτενοειδή, τα οποία είναι υπεύθυνα για το μεγαλύτερο μέρος των κίτρινων και πορτοκαλί χρωστικών ουσιών των φυτών (Heirichetal., 2004). Τα τετρατερπένια περιλαμβάνουν επίσης τις ξανθοφύλλες, που βρίσκονται σε πολλά κίτρινα φρούτα και λουλούδια (Bruneton, 1999). Ο Πίνακας 6 παρέχει παραδείγματα κάθε κατηγορίας τερπενοειδών, μαζί με τις πηγές βοτάνων τους και τις φαρμακολογικές τους ιδιότητες.

Πίνακας 6.: Συγκεκριμένα παραδείγματα κάθε μίας από τις μεγάλες υποκατηγορίες τερπενίων, τις βοτανικές τους πηγές, καθώς και ορισμένες από τις φαρμακολογικές τους ιδιότητες.

ΤΕΡΠΕΝΙΑ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΒΟΤΑΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
Μονοτερπένια	Καμφορά, λιμονίνη	Αιθέρια έλαια από είδη Pinusspp. και κωνοφόρων	Αναλγητική και αντιφλεγμονώδη δράση
Σεσκιτερπένια	Μπισαμπολόλη, υμενοξίνη, σαντονίνη	Αιθέρια έλαια από διάφορα είδη φυτών	Αντιβακτηριακή, αντιμυκητιασική και αντιμαλαριακή δράση
Διτερπένια	Φορεμόληνη, φορμπόλη, ταξόλη	Ιτιά, ταξός	Αντιυπερτασική και αντικαρκινική δράση
Τριτερπένια	Βετουλίνη, φυτοστερόλες, β-σιτοστερόλη, καμπεστερόλη	Φλοιός της συμμήδας, μπέτουλα, πιτσέα, πεύκο, βελανιδιά	Αντιφλεγμονώδη δράση και αιμολυτικές ιδιότητες
Τετρατερπένια (καροτενοειδή)	B-καροτένιο	Λαχανικά όπως το καρότο και η κολοκύθα	Αντιοξειδωτική δράση

Πηγή: Kashani Hamed Haddad, et al, 2012.

7. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ

7.1. Εισαγωγή

Οι ελεύθερες ρίζες και τα συγγενή είδη, έχουν στρέψει την προσοχή των επιστημόνων, τα τελευταία χρόνια, στη μελέτη της δράσης τους στον οργανισμό. Οι δραστικές μορφές, προέρχονται από το οξυγόνο (δραστικές μορφές οξυγόνου/ROS) και το άζωτο (δραστικές μορφές αζώτου/RNS), και παράγονται στο σώμα μας από διάφορα ενδογενή συστήματα, ή κατά την έκθεση σε διάφορες φυσικοχημικές συνθήκες ή παθοφυσιολογικές καταστάσεις. Οι ελεύθερες ρίζες μπορούν να τροποποιήσουν δυσμενώς λιπίδια, πρωτεΐνες και DNA και έχουν εμπλακεί στη γήρανση και ένα πλήθος ανθρώπινων ασθενειών. Τα λιπίδια, είναι ιδιαίτερα επιρρεπή στη βλάβη από ελεύθερες ρίζες, που οδηγεί σε υπεροξειδωση και μπορεί να οδηγήσει σε δυσμενείς μεταβολές. Η βλάβη των ελευθέρων ριζών στις πρωτεΐνες μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια της δραστηριότητας των ενζύμων με δυσμενή επακόλουθα. Ζημιές που προκαλούνται στο DNA, μπορεί να οδηγήσουν σε μεταλλαξιγένεση και καρκινογένεση. Η φύση μας προίκισε με προστατευτικούς αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς, όπως τα ένζυμα δισμουτάση υπεροξειδίου (SOD), καταλάση, υπεροξειδάση-αναγωγή της γλουταθειόνης, και αντιοξειδωτικές ουσίες όπως η γλουταθειόνη, η βιταμίνη E (τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες), η βιταμίνη C, κλπ.,

Υπάρχουν επιδημιολογικές αποδείξεις ότι, η υψηλότερη πρόσληψη των τροφών με αντιοξειδωτικές ικανότητες μπορεί να μειώσει τις επιπτώσεις διαφόρων ανθρωπίνων νοσηροτήτων ή τη θνησιμότητα. Νεότερες και μελλοντικές προσεγγίσεις, περιλαμβάνουν γονιδιακή θεραπεία για να παράγουν περισσότερα αντιοξειδωτικά στο σώμα, γενετικά φυτικά προϊόντα με υψηλότερο επίπεδο αντιοξειδωτικών, συνθετικά αντιοξειδωτικά ένζυμα (μιμητικά SOD), νέα βιομόρια και λειτουργικά τρόφιμα εμπλουτισμένα με αντιοξειδωτικά.

7.2.Ελεύθερες ρίζες-Οξειδωτικό στρες

Στην επιστημονική/βιοϊατρική βιβλιογραφία ο όρος «ελεύθερη ρίζα» χρησιμοποιείται με την ευρεία έννοια και περιλαμβάνει, δραστικά είδη σε διεγερμένη κατάσταση, που οδηγούν σε παραγωγή ελευθέρων ριζών. Σε γενικές γραμμές, οι ελεύθερες ρίζες είναι πολύ βραχύβιες οντότητες, με χρόνους ημίσειας ζωής της τάξης του χιλιο-, μικρο- ή νανοδευτερόλεπτου. Οι ελεύθερες ρίζες, είναι μόρια με ασύζευκτα ηλεκτρόνια στην εξωτερική ηλεκτρονική στοιβάδα τους, είναι σχετικά ασταθείς και μπορούν να υφίστανται αυτόνομα. Όταν ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια, ιδιαίτερα αυτά που βρίσκονται στα εξωτερικά τροχιακά του ατόμου, είναι ασύζευκτα, δεν έχουν δηλαδή ζευγάρι, τότε το μόριο γίνεται ασταθές- σε μεγαλύτερη ενεργειακή κατάσταση- και συνεπώς πιο δραστικό από άλλα μόρια. Ένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο έχει τεράστια έλξη στα ηλεκτρόνια γειτονικών ατόμων, με αποτέλεσμα πρόκληση χημικών αντιδράσεων μεταξύ ατόμων ή μορίων, κατά τις οποίες έχουμε μεταφορά ηλεκτρονίων. Οι αντιδράσεις αυτές λέγονται οξειδοαναγωγικές (redox). Κατά την οξείδωση, έχουμε απώλεια ηλεκτρονίων, ενώ κατά την αναγωγή, έχουμε απόκτηση ηλεκτρονίων από ένα άτομο (Σωτηρούδης, 2004).

Οι ελεύθερες ρίζες είναι, λοιπόν, πολύ ενεργές και η παρουσία του ασύζευκτου ηλεκτρονίου αυξάνει την δραστικότητα τους, καθώς αναζητείται ένα ακόμη ηλεκτρόνιο για να σταθεροποιηθεί το μόριο τους. Η απόσπαση των ηλεκτρονίων που προκαλείται από τις ελεύθερες ρίζες σε διάφορα μόρια των κυττάρων, έχει ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό νέων ριζών και τελικά την επακόλουθη βλάβη σε μοριακό και κυτταρικό επίπεδο. Οι κυριότερες ελεύθερες ρίζες είναι οι δραστικές μορφές οξυγόνου (ROS). Στην κατηγορία των ελευθέρων ριζών ανήκουν επίσης και οι ενεργές μορφές αζώτου (NO) και το νιτρώδες οξείδιο (NO₂).

Οι παράγοντες που προκαλούν την παραγωγή ROS και την επακόλουθη οξειδωτική καταπόνηση είναι ενδογενείς και εξωγενείς. Στους ενδογενείς

συγκαταλέγονται κάποιες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις που καταλύονται από συγκεκριμένα ένζυμα, οξειδάσες και αφυδρογονάσες. Στους εξωγενείς παράγοντες που προκαλούν οξειδωτική καταπόνηση περιλαμβάνονται η UV ακτινοβολία, τα βαρέα μέταλλα, οι ακραίες θερμοκρασίες, η ξηρασία, διάφορα ζιζανιοκτόνα, η υψηλή ένταση φωτός κ.α.

Σε όλα τα βιολογικά συστήματα, είναι ουσιώδης η διατήρηση της ισορροπίας ανάμεσα στο σχηματισμό και την απομάκρυνση των ελευθέρων ριζών. Έχει υπολογισθεί ότι περίπου 10000 ελεύθερες ρίζες τη μέρα «βομβαρδίζουν» κάθε κύτταρο μας. Η αύξηση των οξειδώσεων από τις ελεύθερες ρίζες, οδηγεί τα κύτταρα σε μία κατάσταση, που λέγεται οξειδωτικό στρες και αποτελεί παράγοντα πρόκλησης ασθενειών (Σωτηρούδης, 2004).

Αν και είναι σημαντικό το αντιοξειδωτικό μας σύστημα, δεν μπορεί πάντα να ανταπεξέλθει σε όλες τις καταστάσεις. Ο όρος «οξειδωτικό στρες» επινοήθηκε για να συστήσει μια στροφή προς τους προ-οξειδωτικούς παράγοντες στην προ-οξειδωτική/αντιοξειδωτική ισορροπία. Αυτό μπορεί να προκύψει ως αποτέλεσμα της αύξησης του οξειδωτικού μεταβολισμού. Το οξειδωτικό στρες σε κυτταρικό επίπεδο, μπορεί να προκύψει ως συνέπεια πολλών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της έκθεσης σε αλκοόλ, φάρμακα, τραύμα, το κρύο, λοιμώξεις, κακή διατροφή, τοξίνες, ακτινοβολία, ή έντονη σωματική δραστηριότητα. Η προστασία έναντι όλων αυτών των διαδικασιών, εξαρτάται από την επάρκεια των διαφόρων αντιοξειδωτικών ουσιών που προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από τη διατροφή. Κατά συνέπεια, η ανεπαρκής πρόσληψη αντιοξειδωτικών και θρεπτικών συστατικών μπορεί να μειώσει τις αντιοξειδωτικές ικανότητες του οργανισμού.

Όμως, οι ελεύθερες ρίζες δεν είναι πάντα αρνητικοί παράγοντες στα βιολογικά συστήματα, παρά μόνο όταν βρίσκονται σε περίσσεια. Για παράδειγμα, τα φυτά χρησιμοποιούν το H_2O_2 κατά τη λιγνοποίηση των κυτταρικών τους τοιχωμάτων. Επίσης, τα ROS λειτουργούν ως μοριακά σήματα τα οποία ενεργοποιούν μηχανισμούς που σχετίζονται με τη αντίσταση σε παθογόνους μικροοργανισμούς.

Λεπτομέρειες σχετικά με μερικά σημαντικά βιολογικά δραστικά είδη παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7: Δραστικές μορφές οξυγόνου και αζώτου βιολογικού ενδιαφέροντος.

Ενεργό είδος	Σύμβολο	Χρόνος ημιζωής	Σχόλια
Ενεργές ρίζες Οξυγόνου			
Υπεροξειδίο	$O_2^{\bullet -}$	10^{-4} s	Παράγεται στα μιτοχόνδρια, στο καρδιαγγειακό σύστημα κ.α.
Υδροξυλική ρίζα	$HO^{\bullet}$	10^{-9} s	Εξαιρετικά δραστικό, που δημιουργείται κατά την υπερφόρτωση σιδήρου και τέτοιες συνθήκες στο σώμα
Υπεροξειδίο Υδρογόνου	H_2O_2	Σταθερό	Σχηματίζεται στο σώμα από μεγάλο αριθμό αντιδράσεων και αποδίδει ισχυρά είδη όπως $HO^{\bullet}$
Ρίζες λιπαρών οξέων	$ROO^{\bullet}$	s	Σχηματίζονται κατά την οξείδωση από λιπίδια, πρωτεΐνες, DNA, σάκχαρα κ.λπ.
Οργανικά υδρουπεροξειδία	$ROOH$	Σταθερό	Αντιδρά με μεταβατικά μεταλλικά ιόντα για να δώσει αντιδρώντα είδη
Ενεργό Οξυγόνο (Singlet)	1O_2	10^{-6} s	Εξαιρετικά δραστικό, σχηματίζεται κατά τη φωτοευαισθητοποίηση και τις χημικές αντιδράσεις
Όζον	O_3	s	Παρουσιάζεται ως ατμοσφαιρικός ρύπος, μπορεί να αντιδράσει με διάφορα μόρια, αποδίδοντας ενεργό 1O_2
Ενεργές ρίζες Αζώτου			
Νιτρικό οξείδιο	$NO^{\bullet}$	s	Νευροδιαβιβαστής και ρυθμιστής της αρτηριακής πίεσης. Μπορούν να αποδώσουν ισχυρά οξειδωτικά κατά τη διάρκεια παθολογικών καταστάσεων
Νιτρικό υπεροξειδίο	$ONOO^-$	10^{-3} s	Σχηματίζεται από νιτρικό οξείδιο και υπεροξειδίο. Πολύ δραστικό.
Υπεροξυνιτρικό οξύ	$ONOOH$	Σταθερό	Σχηματίζεται από πρωτονίωση του νιτρικού υπεροξειδίου
Διοξειδίο του Αζώτου	NO_2	s	Σχηματίζεται από την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Πηγή: (Devasagayametal 2004)

Οι ελεύθερες ρίζες, εμπλέκονται στην αιτιολογία πολλών ανθρώπινων ασθενειών, καθώς και στη γήρανση (Harman 1958, Halliwell και Gutteridge 1997). Αλλά, θα πρέπει να τονιστεί ότι, τα ROS και RNS παράγονται με ένα καλά οργανωμένο τρόπο που συμβάλει στη διατήρηση της ομοιόστασης σε κυτταρικό επίπεδο σε κανονικούς υγιείς ιστούς και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο ως μόρια σηματοδότησης.

7.3. Αντιοξειδωτικές ουσίες

Τα αντιοξειδωτικά είναι ενώσεις ικανές είτε να καθυστερήσουν ή να αναστείλουν τις διεργασίες οξείδωσης, που συμβαίνουν υπό την επίδραση του ατμοσφαιρικού οξυγόνου ή των δραστικών ειδών οξυγόνου ή αζώτου. Μεταξύ των αερόβιων οργανισμών, η υψηλότερη κυτταρική συγκέντρωση αερίου οξυγόνου παρατηρείται στα φυτά. Επομένως, η παραγωγή ROS είναι συχνή και έντονη στους φυτικούς οργανισμούς, με αποτέλεσμα την παραγωγή πολλών και ποικίλων αντιοξειδωτικών ουσιών, ως αντιστάθμισμα στην οξειδωτική επίθεση που δέχονται. Αυτές οι αντιοξειδωτικές ουσίες, θεωρούνται υψηλής ποιότητας και έχουν αποδειχθεί ευεργετικές στην ανθρώπινη διατροφή.

Τα αντιοξειδωτικά εμπλέκονται στο μηχανισμό άμυνας του οργανισμού έναντι των παθολογιών, που συνδέονται με την επίθεση των ελευθέρων ριζών. Για να προστατεύσουν τα κύτταρα και τα οργανικά συστήματα του σώματος έναντι των ελευθέρων ριζών, ο οργανισμός έχει εξελίξει ένα πολύπλοκο σύστημα αντιοξειδωτικής προστασίας. Πρόκειται για μια ποικιλία συστατικών, τόσο ενδογενούς όσο και εξωγενούς προέλευσης, που λειτουργούν διαδραστικά και συνεργατικά για να εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες (Πίνακας 8).

Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει:

- Αντιοξειδωτικά ένζυμα, π.χ., υπεροξειδική δισμουτάση, η υπεροξειδάση και αναγωγή της γλουταθειόνης, τα οποία καταλύουν αντιδράσεις απόσβεσης ελευθέρων ριζών.
- Αντιοξειδωτικά, όπως είναι το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες (βιταμίνη E), καροτενοειδή και άλλες ενώσεις χαμηλού μοριακού βάρους, όπως η γλουταθειόνη, ουρικό οξύ, χολερυθρίνη και λιποϊκό οξύ.

- Μεταλλοπρωτεΐνες, όπως η φερριτίνη, λακτοφερρίνη, λευκωματίνη, και σερουλοπλασμίνη, που απομονώνουν τον ελεύθερο σίδηρο και ιόντα χαλκού που είναι ικανά να καταλύουν οξειδωτικές αντιδράσεις.

Όταν οι ενδογενείς μηχανισμοί δεν μπορούν να εξασφαλίσουν τον έλεγχο και την πλήρη προστασία του οργανισμού εναντίον των δραστικών μορφών, η ανάγκη για εξωγενή αντιοξειδωτικά αυξάνεται. Υπάρχουν αντιοξειδωτικές ουσίες που παράγονται από τον ανθρώπινο οργανισμό, όπως είναι τα ένζυμα καταλάση, δισμουτάση και υπεροξειδάση της γλουταθειόνης, καθώς και ουσίες που αποτελούν συστατικά των τροφίμων και προσλαμβάνονται μέσω της τροφής.

Στη δεύτερη ομάδα αντιοξειδωτικών ανήκουν οι πολυφαινόλες, τα καροτενοειδή, η βιταμίνη E, το ασκορβικό οξύ, το σελήνιο και άλλα μέταλλα. Από τα αντιοξειδωτικά ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν το ασκορβικό οξύ, η γλουταθειόνη, οι τοκοφερόλες, τα καροτινοειδή και οι φαινολικές ουσίες.

Οι φαινολικές ουσίες, είναι μια ομάδα δευτερογενών μεταβολιτών, που βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στους φυτικούς ιστούς και, εκτός των άλλων ιδιοτήτων τους, έχουν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση. Η αντιοξειδωτική τους ικανότητα οφείλεται στο ότι μπορούν με ευκολία να διαθέσουν ένα ηλεκτρόνιο ή πρωτόνιο και παρόλα αυτά να διατηρούν τη σταθερότητα του μορίου τους, ανακατανέμοντας το συνολικό τους φορτίο, καθώς και στην ικανότητα τους να σχηματίζουν χημικές ενώσεις με ιόντα μεταβατικών μετάλλων (Fe^{+2} , Cu^{+1}).

Στα τρόφιμα, τα αντιοξειδωτικά είναι ουσίες που παρατείνουν το χρόνο διατήρησης τους, προστατεύοντας τα από τις αλλοιώσεις, που οφείλονται σε οξείδωση λιπών και βιταμινών (Βαφοπούλου-Μαστρογιαννάκη, 2003). Η περιεκτικότητα των τροφίμων σε αντιοξειδωτικά, είναι ένα ακόμη χαρακτηριστικό ποιότητας, αλλά και παράγοντας που την επηρεάζει. Είναι χαρακτηριστικό ποιότητας επειδή είναι επιθυμητό οι τροφές να περιέχουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερες ποσότητες αντιοξειδωτικών ουσιών, που θεωρείται ότι έχουν δράση ευεργετική στην ανθρώπινη υγεία.

Οι υψηλές συγκεντρώσεις ελευθέρων ριζών στα ανθρώπινα βιολογικά συστήματα, εμφανίζονται ως συνέπεια φλεγμονών, καπνίσματος, κακής διατροφής, λήψης ναρκωτικών, ακτινοβολίας διαφόρων μορφών και άλλα. Αν δεν γίνει εκκαθάριση των ελευθέρων ριζών από τις αντιοξειδωτικές ουσίες, το αποτέλεσμα θα είναι η πρόκληση ασθενειών (Halvorsen et al., 2006). Για αυτό το λόγο, η πρόσληψη αντιοξειδωτικών μέσω κατανάλωσης τροφίμων, ιδιαίτερα φυτικών προϊόντων που

έχουν υψηλές συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών, είναι ευεργετική για την ανθρώπινη υγεία. Οι υψηλές συγκεντρώσεις ελευθέρων ριζών και η επακόλουθη οξειδωτική καταπόνηση στο ανθρώπινο βιολογικό σύστημα έχουν συνδεθεί με ανάπτυξη χρόνιων και εκφυλιστικών ασθενειών όπως καρκίνος, Alzheimer, Parkinson και με τη φυσιολογία του γηρασμού (Meyesetal., 2014, Sharonietal., 2012).

Πίνακας 8.: Κατηγορίες αντιοξειδωτικών

Ενδογενή Αντιοξειδωτικά

- Χολερυθρίνη
- Θειόλες, π.χ. γλουταθειόνη, λιποϊκό οξύ, N-ακετυλοκυστεΐνη
 - NADPH και NADH
 - συνένζυμο Q10
 - Ουρικό οξύ
 - Ένζυμα:
 - χαλκός/ψευδάργυρος και υπεροξειδική δισμουτάση που εξαρτάται από το μαγγάνιο (SOD)
 - εξαρτώμενη από τον σίδηρο καταλάση
 - εξαρτώμενη από σελήνιο υπεροξειδάση γλουταθειόνης

Διαιτητικά αντιοξειδωτικά

- Βιταμίνη C
- Βιταμίνη E
- Β - καροτίνη και άλλα οτενοειδή και οξυκαροτενοειδή , π.χ. λυκοπένιο και λουτεΐνη
- Πολυφαινόλες, π.χ. φλαβονοειδή, φλαβόνες, φλαβονόλες και προανθοκυανιδίνες

Πρωτεΐνες σύνδεσης μετάλλων

- Λεύκωμα (χαλκός)
- Σερουλοπλασμίνη (χαλκός)
- Μεταλλοθειονίνη (χαλκός)
- Φερριτίνη (σίδηρος)
- Μυοσφαιρίνη (σίδηρος)
- Τρανσφερίνη (σίδηρος)

Πηγή: Dr. Percival Mark “Antioxidants”. CLINICAL NUTRITION INSIGHTS. Advanced, Nutrition Publications, Inc., Revised 1998

Πίνακας 9.: Οι κυριότερες κατηγορίες των αντιοξειδωτικών ενώσεων και οι διαιτητικές τους πηγές.

Φλαβονοειδή με αντιοξειδωτική δράση: Ανθοκυανιδίνες, Αυρόνες, Χαλκόνες, Φλαβανόνες (ναριγκενίνη), Φλαβανόλες (Προκυανιδίνη), φλαβαν-3-ολες (Επικατεχίνη, Κατεχίνη), Φλαβόνες (Απιγενίνη, Λουτεολίνη). Φλαβονόλες (Ισοραμνετίνη, Καεμπερόλη, Μυρισετίνη, Κερκετίνη Κερσετίνη, Γλυκοζίτες Κερκεκίνης, Ρουτίνη), Ισοφλαβονοειδή (Ανισόλη, Κουμπεστρόλη, Νταϊνζεΐνη, Γενιστεΐνη) Άλλες πολυφαινόλες: Κινναμωμικό οξύ, Κουμαρίνη, Συμπυκνωμένες τανίνες. Υδροξυβενζοϊκό οξύ (Γαλλικό οξύ, Πρωτοκατεχικό οξύ. Βανιλικό οξύ). Υδροξυκινναμικό οξύ (Καφεϊκό οξύ. Καφταρικό οξύ. Χλωρογενικό οξύ. Κουμαρικό οξύ,	Φρούτα: Μήλα. Βατόμουρα. Μύρτιλα, Εσπεριδοειδή. σταφύλια. Αχλάδια, Ρόδι. Σμέουρα, Φράουλες. Λαχανικά: Παντζάρι, Μελιτζάνες, Μπρόκολο, σέλινο. Αντίδια, Πράσο, Μαρούλι, Κρεμμύδια, Πιπεριές, Σπανάκι, Ντομάτες. Όσπρια: Ινδικό φασόλι, Βίγνα, Λούπινα, Μπιζέλια, Σόγια, Φασόλια Μπαχαρικά: Κάρδαμο, κανέλα, γαρίφαλο, κόλιανδρος, κύμινο Ποτά: Κακάο. Τσάι, Κρασί (Κόκκινα και Λευκά Κρασιά, Σέρι) Έλαια: Ελαιόλαδο
--	---

Φερουλικό οξύ. Σιναπικό οξύ). Προανθοκυανιδίνες.	Σοκολάτες
Καροτενοειδή με αντιοξειδωτική δράση: Ασταξανθίνη, Μπιξίνη, Κανθαξανθίνη, Καψορουβίνη. α-καροτίνη, β-καροτένιο, γ-καροτένιο, κροκίνη, β-κρυπτοξανθίνη, λουτεΐνη, λυκοπένιο, ζεαξανθίνη.	Φρούτα: Μήλα, Βερίκοκο. Μπανάνα, Βατόμουρα. Μύρτιλο, Κεράσια, Γκρέιπφρουτ, Σταφύλια, Jackfruit. Ακτινίδια, Λεμόνια, Μάνγκο, Πεπόνι, Πορτοκάλια, Παπάγια, Ροδάκινο, Αχλάδια, Ανανάς, Δαμάσκηνο, Φράουλες, Καρπούζι. Λαχανικά: Βλίτα, Σπαράγγι, Παντζάρια, μελιτζάνα, μπρόκολο, Λαχανάκια Βρυξελλών, Λάχανο. Κουνουπίδι, Καρότα, Αγγούρι, Σέλινο, Μαρούλι, Μανιτάρια, Κρεμμύδια, πιπεριά, ντομάτες, Πατάτες. Κολοκύθι, Σπανάκι, Χόρτα, Φρέσκα κρεμμυδάκια, Φασολάκια, Αρακάς. Δημητριακά: Γλυκό καλαμπόκι/Καλαμπόκι. Μπαχαρικά: Τσίλι, Κρόκος Λάδι: Κόκκινο φοινικέλαιο, Μαργαρίνη. Γαλακτοκομικά προϊόντα: Βούτυρο, Τυρί, Γάλα, Γιαούρτι. Αυγά
Βιταμίνες: Βιταμίνη C. Βιταμίνη E (α Τοκοφερόλες, Τοκοτρεϊνόλες), Νικοτιναμίδη. Άλλες ενώσεις: Κουρκουμίνη, Καφεΐνη, Χλωροφυλλίνη, Σεσαμινόλη, Τζιντζερώνη.	Καφές, Κακάο, Πράσινα λαχανικά, Τσάι, Κουρκουμάς, Τζιτζερ, Πρωτεΐνη σόγιας, λιπαρά οξέα ιχθυελαίου, γραμμάριο Βεγγάλης, ινδικό φραγκοστάφυλο, πικρή κολοκύθα, σπιρουλίνα, ηλίανθος, μπιζέλια, Φασολάκια, λιναρόσπορος, αλεσμένος ξηρός καρπός, κενάφ, κράμβη, πίτουρο ρυζιού, κεχρί, σιταρόχορτο, σόργο, σόγια, Βλίτα, λάχανο, μανιόκα, γλυκοπατάτα

Πηγή: (Devasagayametal 2004)

Για τους λόγους αυτούς υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για αντιοξειδωτικά, τα οποία βοηθούν στην πρόληψη και εξουδετέρωση των τοξικών συνεπειών των ελευθέρων ριζών στο ανθρώπινο σώμα (Πίνακας 9).

7.4.Αντιοξειδωτική δράση

Ο ανθρώπινος οργανισμός, όπως και όλοι οι φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί, έχουν αναπτύξει διάφορους αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς για προστατευτικούς λόγους, στους οποίους συμμετέχουν αντιοξειδωτικές ουσίες. Γενικά, χαρακτηρίζεται ως αντιοξειδωτική ουσία κάθε ουσία, η οποία βρίσκεται σε μικρές συγκεντρώσεις σε σύγκριση με το υπόστρωμα που οξειδώνεται, και η οποία καθυστερεί σημαντικά ή αποτρέπει την οξείδωση του υποστρώματος αυτού (Σωτηρούδης, 2004). Τα αντιοξειδωτικά έχουν την ικανότητα να απενεργοποιούν την περίσσεια των ελευθέρων ριζών μέσω δύο βασικών μηχανισμών, οι οποίοι λειτουργούν σχεδόν παράλληλα και κυριαρχεί είτε ο ένας είτε ο άλλος. Αυτοί οι μηχανισμοί δράσης είναι

οι εξής: 1) μεταφορά και προσφορά οξυγόνου, 2) προσφορά μονήρες ηλεκτρονίου (Prioretal., 2005).

Έτσι, τα αντιοξειδωτικά μέσω της απενεργοποίησης και εκκαθάρισης της περίσσειας των ελευθέρων ριζών, επιτυγχάνουν την απαλλαγή των αερόβιων οργανισμών από την οξειδωτική καταπόνηση.

Ο κύριος ρόλος των αντιοξειδωτικών ουσιών είναι η εκκαθάριση και εξουδετέρωση των ελευθέρων ριζών ή της βλάβης που αυτές προξενούν. Ανάλογα με τη συγκέντρωση των ελευθέρων ριζών, τα φυτά ενεργοποιούν τον αντιοξειδωτικό τους μηχανισμό, ή την προγραμματισμένη νέκρωση των κυττάρων, ή την γενικευμένη νέκρωση όταν η συγκέντρωσή τους είναι υψηλή. Στον αντιοξειδωτικό μηχανισμό των φυτών, εμπλέκεται μια μεγάλη ποικιλία αντιοξειδωτικών ουσιών, που με συνεργασία επιτελούν το έργο τους.

Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν έχει την ικανότητα να παράγει το σύνολο των συστατικών του αντιοξειδωτικού μηχανισμού του, σε αντίθεση με τα φυτά, γι' αυτό υπάρχει η ανάγκη να προσλάβει ορισμένες αντιοξειδωτικές ουσίες μέσω των τροφών (Πίνακας 10). Οι συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών είναι υψηλότερες στα φυτικά προϊόντα, σε σύγκριση με τα προϊόντα ζωικής προέλευσης, ενώ και ανάμεσα στα διάφορα φυτικά είδη παρατηρούνται πολύ μεγάλες διαφορές στις συγκεντρώσεις των αντιοξειδωτικών ουσιών, που μπορεί να είναι και χιλιάδες φορές μεγαλύτερες (Halvorsenetal., 2002). Στα βιολογικά συστήματα υπάρχουν τουλάχιστον 4 γενικές πηγές αντιοξειδωτικών (Prior et al. 2005): 1) ένζυμα, 2) μακρομόρια, 3) ορμόνες, 4) μόρια χαμηλού μοριακού βάρους.

Τα αντιοξειδωτικά είναι ικανά να εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες ή τις συνέπειες τους, στα διάφορα στάδια της έναρξης, διάδοσης και τερματισμού των ομολυτικών αντιδράσεων. Δρουν στο επίπεδο της πρόληψης, ελέγχου και επιδιόρθωσης. Ιδιαίτερη προσοχή έχει αφιερωθεί στη μελέτη του μηχανισμού της αντιοξειδωτικής δράσης. Η περίσσεια των ελευθέρων ριζών, που κυκλοφορούν στο σώμα οξειδώνουν της χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνες (LDL), καθιστώντας τις δυνητικά θανατηφόρες. Η περίσσεια ελευθέρων ριζών, μπορεί επίσης να επιταχύνει τις διαδικασίες της γήρανσης και έχει συνδεθεί με άλλες πολύ σοβαρές παθολογικές καταστάσεις, όπως η εγκεφαλική εμβολή, ο σακχαρώδης διαβήτης, ρευματοειδή αρθρίτιδα, ασθένεια του Parkinson, η νόσος του Alzheimer και ο καρκίνος. Ένας αριθμός χημικών και φυσικών φαινομένων μπορεί να ξεκινήσει οξείδωση, η οποία προχωρά συνεχώς στην παρουσία του (α) κατάλληλου υποστρώματος (s), μέχρι να

λάβει χώρα ένας αναστέλλον αμυντικός μηχανισμός. (Antolovicetal., 2002). Ουσίες στόχοι περιλαμβάνουν οξυγόνο, πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, φωσφολιπίδια, χοληστερόλη και DNA.

Πίνακας 10.: Αντιοξειδωτικά σε διάφορες κατηγορίες τροφίμων.

	Αντιοξειδωτικό περιεχόμενο σε mmol/100g				
	n	mean	median	min	max
Τρόφιμα φυτικής προέλευσης	1943	11,57	0,88	0,00	2897,11
Τρόφιμα ζωικής προέλευσης	211	0,18	0,30	0,00	1,00
Ανάμεικτα τρόφιμα	854	0,91	0,31	0,00	18,52
Κατηγορίες					
Berries	119	9,86	3,34	0,06	261,53
Ποτά	283	8,30	0,60	0,00	1347,83
Δημητριακά πρωινού	90	1,09	0,87	0,16	4,84
Σοκολάτες και γλυκά	80	4,93	2,33	0,05	1498
Γαλακτοκομικά προϊόντα	86	0,14	0,09	0,00	0,78
Επιδόρπια και κέϊκ	134	0,45	0,20	0,00	4,10
Αυγά	12	0,04	0,04	0,00	0,16
Ψάρια και θαλασσινά	32	0,11	0,08	0,03	0,65
Φρούτα και χυμοί φρούτων	278	1,25	0,69	0,03	55,52
Σιτηρά	227	0,34	0,18	0,00	3,31
Φυτική παραδοσιακή ιατρική	59	91,72	14,18	0,28	2897,11
Βρεφικές τροφές και ποτά	52	0,77	0,12	0,02	1852
Όσπρια	57	0,18	0,27	0,00	1,97
Κρέας και προϊόντα κρέατος	31	0,31	0,32	0,00	0,85
Διάφορα συστατικά, καρυκεύματα	44	0,77	0,15	0,00	15,54
Μεικτό φαγητό	189	0,39	0,16	0,03	0,73
Καρποί και σπόροι	90	4,57	0,78	0,03	33,29
Πουλερικά και προϊόντα αυτών	50	0,23	0,15	0,05	1,00
Σνακ, μπισκότα	66	0,58	0,61	0,00	1,17
Σούπες, σάλτσες	251	0,63	0,41	0,00	4,67
Βότανα	425	29,02	11,30	0,08	465,32
Λαχανικά και προϊόντα αυτών	303	0,30	0,31	0,00	48,07
Βιταμίνες και συμπληρώματα διατροφής	131	98,58	3,27	0,00	1052,44

Devasagayametal, 2004.

8. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

8.1. Εισαγωγή

Ένας αριθμός χημικών τεχνικών έχει αναπτυχθεί για τη μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των τροφίμων. Η τεχνική Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) είναι μία από αυτές, με την οποία προσδιορίζεται ο βαθμός αναστολής της οξείδωσης, που προκαλεί η ρίζα του υπεροξειδίου από τις ενώσεις που μας ενδιαφέρουν σε ένα χημικό περιβάλλον. Η τιμή προσδιορίζεται ως ισοδύναμα Trolox και περιλαμβάνει τόσο τον χρόνο αναστολής, όσο και τον βαθμό αναστολής της οξείδωσης. Ορισμένες νεότερες εκδοχές της ORAC χρησιμοποιούν άλλα υποστρώματα, για αυτό δεν είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα ανάμεσα στις διαφορετικές εκδοχές της μεθόδου.

Εκτός από τη δοκιμή ORAC, άλλες μέθοδοι μέτρησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας περιλαμβάνουν τον προσδιορισμό της αναγωγικής ικανότητας (μέσω αναγωγής) του τρισθενούς σιδήρου (Fe^{+3}) σε δισθενή σίδηρο (Fe^{+2}) (Ferric Reducing Antioxidant Power, FRAP), μειώνοντας την αντιοξειδωτική ικανότητα (FRAP) και τη δοκιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας σε ισοδύναμα Trolox (Trolox Equivalent Antioxidant Activity-TEAC). Αυτές οι δοκιμές βασίζονται σε διαφορετικούς μηχανισμούς, χρησιμοποιώντας διαφορετικές ρίζες ή πηγές οξείδωσης, δίνοντας διαφορετικά αποτελέσματα. Ως εκ τούτου, δεν μπορούν να συγκριθούν άμεσα. Επιπλέον, ορισμένοι ερευνητές έχουν υποστηρίξει ότι η αναγωγική ικανότητα δεν αποτελεί απαραίτητα ένδειξη αντιοξειδωτικής ικανότητας (Wojdyło, et al., 2007). Άλλες αντιοξειδωτικές δοκιμές είναι οι δοκιμές ABTS και DPPH, οι οποίες χαρακτηρίζονται από εξαιρετική επαναληψιμότητα υπό συγκεκριμένες συνθήκες, ωστόσο δείχνουν σημαντικές διαφορές ως προς την ανταπόκριση τους σε αντιοξειδωτικές ουσίες. Η μέθοδος DPPH, με την οποία εκτιμάται η αντιοξειδωτική ικανότητα με βάση τη δέσμευση της 1,1-διφαινυλο-2-πικρυλο-υδράζυλο ελεύθερης ρίζας, δεν απαιτεί ειδική προετοιμασία, ενώ η ABTS κατιονική ρίζα (radical cation) απαιτεί το σχηματισμό της χρησιμοποιώντας ένζυμα ή χημικές αντιδράσεις (Wojdyło et al., 2007).

Μια άλλη μέθοδος ποσοτικού προσδιορισμού, ονομάζεται Folin-Ciocalteu. Τα ολικά φαινολικά που περιέχονται στα φυτά μπορούν να προσδιοριστούν με τη βοήθεια φασματοφωτομέτρου υπεριώδους-ορατού (UV-Vis) διπλής δέσμης και

μέτρηση της απορρόφησης στα 765nm. Η μέθοδος, βασίζεται στην αναγωγή διαλύματος φωσφορομολυβδαινικού και φωσφοροβολφραμικού οξέος (FolinCiocalteureagent) σε φωσφορομολυβδενικό/φωσφοροβολφραμικό-φαινολικό σύμπλοκο, μπλε χρώματος και σε αλκαλικό περιβάλλον. Ο ποσοτικός προσδιορισμός των ολικών φαινολικών γίνεται συνήθως με τη βοήθεια πρότυπης καμπύλης γαλλικού οξέος (Spanos&Wrolstad, 1990; Kapsokefalouetal., 2006)

8.2. Προσδιορισμός της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TotalAntioxidantCapacity-TAC)

Η Ολική Αντιοξειδωτική Ικανότητα (TAC) ή ολικό αντιοξειδωτικό δυναμικό (TAC), είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ διατροφικών αντιοξειδωτικών και των παθογενειών που προκαλούνται από το οξειδωτικό στρες. Η σημασία της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των τροφίμων, ως εργαλείο αξιολόγησης των ευεργετικών ιδιοτήτων των τροφίμων, επιβεβαιώνεται από μια σειρά επιδημιολογικών ερευνών (Serafinietal. 2002, Brighentietal. 2005), που δείχνουν αρνητική συσχέτιση μεταξύ της TAC και της συχνότητας εμφάνισης του καρκίνου του στομάχου (Pellegrinietal., 2006).

Διάφορες αναλυτικές μέθοδοι πρόσφατα αναπτύχθηκαν για τη μέτρηση της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των τροφίμων και ποτών: οι δοκιμασίες αυτές διαφέρουν ως προς το μηχανισμό δημιουργίας των διαφορετικών ελευθέρων ριζών ή/και στα μόρια στόχους καθώς και στη μέθοδο προσδιορισμού των τελικών προϊόντων (Wang, Cao και Prior 1997, Benzie και Strain 1999, Benzie και Szeto 1999, Pellegrinietal., 2000, Ramadan, Kroh και Moersel 2003, Ramadan και Moersel 2007).

8.3. Μέθοδοι προσδιορισμού αντιοξειδωτικής ικανότητας

Οι μέθοδοι προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής ικανότητας χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες όπως φαίνονται στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11.: Μέθοδοι προσδιορισμού αντιοξειδωτικής ικανότητας.

Μέθοδος Μέτρησης Αντιοξειδωτικής Ικανότητας	Αρχή της Μεθόδου	Προσδιορισμός τελικού προϊόντος
Φασματομετρία		
DPPH	Αντιοξειδωτική Αντίδραση με Οργανική ρίζα	Χρωματομετρία
ABTS	Αντιοξειδωτική Αντίδραση με Οργανική κατιόντα ρίζα	Χρωματομετρία
FRAP	Αντιοξειδωτική αντίδραση με συμπλοκοFe (III)	Χρωματομετρία
PFRAP	Αναγωγή σιδηροκυανούχου Καλίου από αντιοξειδωτικά και επακόλουθη αντίδραση σιδηροκυανούχου καλίου	Χρωματομετρία
CUPRAC	Αναγωγή Cu (II) σε Cu (I) από αντιοξειδωτικά	Χρωματομετρία
ORAC	Αντιοξειδωτική αντίδραση με ρίζες υπεροξυλίου, που προκαλείται από AAPH (2,2-αζωδις-2-αμιδινο- προπάνιο	Απώλεια φθορισμού της φλουορεσκεΐνης
HORAC	Αντιοξειδωτική ικανότητα που οξειδώνει τις ρίζες OH που παράγονται από ένα σύστημα τύπου Fenton που βασίζεται σε Co (II)	Απώλεια φθορισμού της φλουορεσκεΐνης
TRAP	Αντιοξειδωτική ικανότητα που οξειδώνει τις ρίζες που προέρχονται από τη λουμινόλη, που παράγονται από την αποσύνθεση του AAPH	Απόσβεση χημειοφωταύγειας
Φθοριομετρία	Εκπομπή φωτός από μία ουσία που έχει απορροφήσει φως ή άλλη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία διαφορετικού μήκους κύματος	Καταγραφή φασμάτων διέγερσης/εκπομπής φθορισμού

Pisoschie al, 2011

Ηλεκτροχημικές τεχνικές		
Κυκλική βολταμετρία	Το δυναμικό ένα ηλεκτροδίου εργασίας μεταβάλλεται γραμμικά από μια αρχική τιμή σε μια τελική τιμή και πίσω και η αντίστοιχη ένταση ρεύματος καταγράφεται	Μέτρηση της καθοδικής/ανοδικής κορυφής
Αμπερομετρία	Το δυναμικό του ηλεκτροδίου εργασίας ρυθμίζεται σε μια σταθερή τιμή σε σχέση με ένα ηλεκτρόδιο αναφοράς	Μέτρηση της έντασης του ρεύματος που παράγεται από την οξείδωση/αναγωγή
Διαμπερομετρία	Η αντίδραση της αναλυόμενης ουσίας (αντιοξειδωτικό) με την οξειδωμένη μορφή ενός αναστρέψιμου ενδεικτικού οξειδωαναγωγικού ζεύγους	Μέτρηση του ρεύματος που ρέει μεταξύ δύο πανομοιότυπων ηλεκτροδίων εργασίας, με μικρή διαφορά δυναμικού και βυθισμένο σε διαλύμα που περιέχει το διαλυόμενο δείγμα και ένα αναστρέψιμο ζεύγος οξειδοαναγωγής
Χρωματογραφία		
Αέρια Χρωματογραφία	Ο διαχωρισμός των ενώσεων σε ένα μείγμα βασίζεται στην κατανομή μίας υγρής στατικής φάσης και μίας αέριας κινητής φάσης	Ανίχνευση ιονισμού φλόγας ή θερμικής αγωγιμότητας
Υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης	Ο διαχωρισμός των ενώσεων σε ένα μείγμα βασίζεται στην κατανομή μίας υγρής στατικής φάσης και μίας αέριας κινητής φάσης με διαφορετικές πολικότητες, σε υψηλή ταχύτητα ροής και πίεση της κινητής φάσης	Ανίχνευση UV-VIS(π.χ. συστοιχία διόδων), φθορισμός, φασματομετρία μάζας ή ηλεκτροχημική ανίχνευση

Pisoschietal, 2011

Οι Φασματοφωτομετρικές τεχνικές βασίζονται στην αντίδραση μιας κατιονικής ρίζας με αντιοξειδωτικά, τα οποία δίνουν ένα άτομο υδρογόνου.

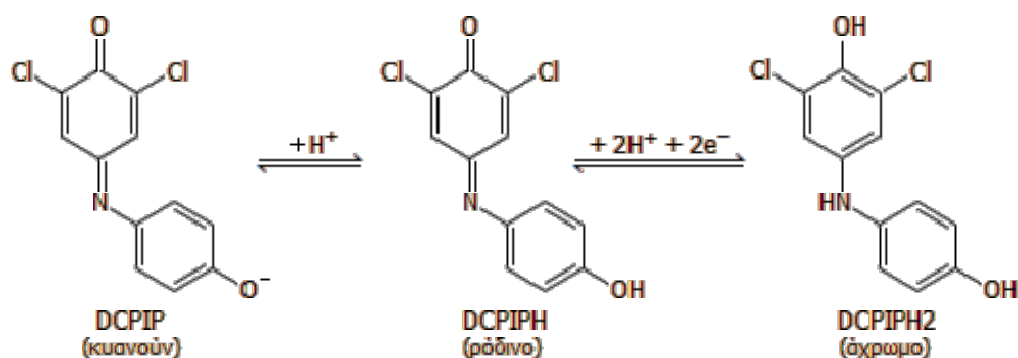
8.4. Κοινές μέθοδοι προσδιορισμού ασκορβικού οξέος

Οι απλούστερες μέθοδοι προσδιορισμού του ασκορβικού οξέος βασίζονται στον ισχυρώς αναγωγικό χαρακτήρα του και είναι προφανές ότι με τις μεθόδους αυτές δεν μπορεί να μετρηθεί το προϊόν οξείδωσης του ασκορβικού οξέος, το δεϋδρασκορβικό οξύ. Ωστόσο, ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C διαφόρων δειγμάτων (π.χ. χυμοί φρούτων) απαιτεί τον προσδιορισμό της συνολικής ποσότητας (ασκορβικό οξύ + δεϋδρασκορβικό οξύ), αφού και οι δύο μορφές από άποψη βιταμινικής δραστηριότητας είναι ουσιαστικά ισοδύναμες, δεδομένης της βιοχημικής αντιστρεπτότητας του οξειδοαναγωγικού ζεύγους.

Επομένως, εάν απαιτείται ο προσδιορισμός της συνολικής ποσότητας ασκορβικού και δεϋδρασκορβικού οξέος, όπως συνήθως συμβαίνει, θα πρέπει να προηγηθεί αναγωγή του δεϋδρασκορβικού οξέος προς ασκορβικό οξύ. Αυτή πραγματοποιείται με διαβίβαση περίσσειας H_2S από το δείγμα, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



Στη συνέχεια απομακρύνεται η περίσσεια του H_2S από τα δείγματα με διαβίβαση αζώτου και ακολουθεί η ογκομέτρηση ή ο φωτομετρικός προσδιορισμός του συνολικού ασκορβικού οξέος, όπως περιγράφεται στη συνέχεια.



8.4.1. Ογκομέτρηση με 2,6-διχλωροϊνδοφαινόλη

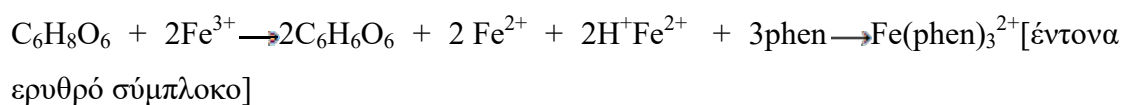
Το μετά νατρίου άλας της 2,6-διχλωροϊνδοφαινόλης (sodium 2,6-dichloroindophenolate, DCPIP), γνωστό και ως **αντιδραστήριο Tillman**, είναι μια έγχρωμη οργανική ένωση που μπορεί να δράσει συγχρόνως ως οξεοβασικός δείκτης (κυανό χρώμα σε ουδέτερα ή βασικά διαλύματα, ρόδινο σε όξινα) και ως οξειδοαναγωγικός (redox) δείκτης (ρόδινη η οξειδωμένη μορφή, άχρωμη η ανηγμένη).

Εναλλακτικά, μπορεί να προστεθεί στο δείγμα (+KI) γνωστή ποσότητα KIO_3 σε περίσσεια και στη συνέχεια να προσδιοριστεί η περίσσεια με ογκομέτρηση του παραχθέντος I_2 με πρότυπο διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Ο ιωδιομετρικός προσδιορισμός του ασκορβικού οξέος είναι ιδιαίτερα απλός και κατάλληλος για τον προσδιορισμό της ουσίας σε βιταμινούχα σκευάσματα.

8.4.3. Φωτομετρικές μέθοδοι

Έχει αναπτυχθεί μεγάλος αριθμός μεθόδων φωτομετρικού προσδιορισμού ασκορβικού οξέος, οι περισσότερες των οποίων βασίζονται στην ισχυρή αναγωγική δράση του. Για παράδειγμα, το δείγμα που περιέχει ασκορβικό οξύ αντιδρά με μίγμα που περιέχει Fe(III) και 1,10-φαινανθρολίνη. Το ασκορβικό οξύ ανάγει τον τρισθενή σίδηρο προς ισοδύναμη ποσότητα δισθενούς, που αντιδρά με την 1,10-φαινανθρολίνη, (phen) παρέχοντας έντονα ερυθρό σύμπλοκο, η απορρόφηση του οποίου μετρείται και συσχετίζεται με τη συγκέντρωση του ασκορβικού οξέος στο δείγμα:



9. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

9.1. Σκοπός της μελέτης

Στο εισαγωγικό μέρος της παρούσας εργασίας, αναφέρθηκε η σημασία και η σπουδαιότητα της καλλιέργειας του ακτινιδίου για την αγροτική οικονομία της χώρας μας ιδιαίτερα σε εξαγωγικό επίπεδο. Ειδικά, στην ευρύτερη περιοχή της Άρτας η καλλιέργεια της ακτινιδιάς αποτελεί μια από τις κύριες γεωργικές δραστηριότητες της φυτικής παραγωγής, με συνεχή αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων και των παραγόμενων ποσοτήτων, έτσι ώστε σήμερα η Άρτα να αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα κέντρα παραγωγής ακτινιδίου στην Χώρα μας.

Επίσης, τονίστηκε η μεγάλη διατροφική αξία του ακτινιδίου και τα οφέλη, που αυτό παρέχει στον ανθρώπινο οργανισμό από την κατανάλωσή του, καθώς είναι πλούσιος σε βιταμίνες, ιδιαίτερα σε ασκορβικό οξύ, ανόργανα μεταλλικά στοιχεία, και σε πολλές ουσίες με αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Η περιεκτικότητα όμως των καρπών του ακτινιδίου στα συστατικά αυτά, που του προσδίδουν την υψηλή του βιολογική αξία, παρουσιάζει σημαντικές διαφορές, οι οποίες σχετίζονται τόσο με το είδος του καλλιεργούμενου ακτινιδίου όσο και με τις κατά τόπους εδαφοκλιματικές συνθήκες (Nishiyamaetal, 2004, Wangetal, 2018).

Στην περιοχή της Άρτας καλλιεργούνται κυρίως πρασινόσαρκες ποικιλίες του είδους *Actinidiadeliciosa*. Η κυριότερη ποικιλία, από την άποψη καλλιεργούμενων εκτάσεων και παραγωγής, είναι η «Hayward» και δευτερευόντως η «Τσεχελίδης». Τα τελευταία χρόνια στην περιοχή της Άρτας καλλιεργείται και η κιτρινόσαρκη ποικιλία «Soreli» του είδους *Actinidiachinensis* με συνεχείς νέες φυτεύσεις.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να καταγραφούν οι διαφορές μεταξύ των παραπάνω καλλιεργούμενων ποικιλιών ακτινιδίου, όπως αυτές εκφράζονται στην ευρύτερη περιοχή της Άρτας, αναφορικά με την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα και την περιεκτικότητα σε ολικές φαινολικές ουσίες και ασκορβικό οξύ, ιδιότητες οι οποίες σχετίζονται άμεσα με την διαθρεπτική αξία των καρπών του ακτινιδίου. Επίσης, να εκτιμηθεί το εύρος των τιμών, που παρουσιάζουν οι παραπάνω βιολογικές παράμετροι μέσα σε κάθε ποικιλία ακτινιδίου που καλλιεργούνται στην Άρτα.

9.2. Υλικά και μέθοδοι

Οι καρποί που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, ανήκαν στις πρασινόσαρκες ποικιλίες Hayward και Tsechelides (*Actinidiadeliciosa*) και στην

κιτρινόσαρκη ποικιλία Soreli (*Actinidiachinensis*). Όλοι οι καρποί προέρχονταν από καλλιέργειες της περιοχής της Άρτας και επιλέχθηκαν με τυχαία δειγματοληψία από εμπορική αποθήκη-ψυγείο της εταιρίας ΚΟΛΙΟΣ ΑΒΕΕ που δραστηριοποιείται στην εμπορία των ακτινιδίων της περιοχής.

Για κάθε ποικιλία χρησιμοποιήθηκαν 30 καρποί, οι οποίοι πριν τις εργαστηριακές αναλύσεις διατηρήθηκαν για 15 ημέρες σε οικιακό ψυγείο. Από κάθε καρπό ελήφθη εκχύλισμα, στο οποίο προσδιορίστηκε η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα και η περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες και ασκορβικό οξύ. Για τον σκοπό αυτό, από κάθε καρπό ελήφθη ποσότητα σάρκας, μετά την αφαίρεση του φλοιού (περικάρπιο), η οποία πολτοποιήθηκε σε μύλο άλεσης μαζί με ίση ποσότητα νερού. Ακολούθησε παραλαβή του εκχυλίσματος μετά από διήθηση του πολτού με διηθητικό χαρτί Wattman 2.

Η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα TAC προσδιορίστηκε με την μέθοδο DPPH και εκφράστηκε σε ισοδύναμα trolox, ενώ η περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες (TPC) προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu και εκφράστηκε σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος. Οι μετρήσεις της περιεκτικότητας των καρπών σε ασκορβικό οξύ, πραγματοποιήθηκαν με τιτλοδότηση του εκχυλίσματος της σάρκας των καρπών με βάμμα ιωδίου 0,1%. Όλα τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg ανά 100 g νωπού βάρους σάρκας καρπού και η κάθε μέτρηση-παρατήρηση αφορούσε τον μέσο όρο δύο προσδιορισμών, τόσο για το ασκορβικό οξύ όσο και για την TAC και TPC του κάθε ενός από τους 30 καρπούς που χρησιμοποιήθηκαν από την κάθε ποικιλία ακτινιδίου.



Εικόνα 4.: Καρποί της ποικιλίας Soreli

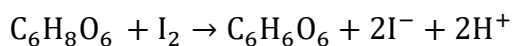


Εικόνα 5.:Καρποί της ποικιλίας Hayward

9.3. Προσδιορισμός ασκορβικού οξέος με τιτλοδότηση (ιωδιομετρική μέθοδος)

Η βιταμίνης C (ασκορβικό οξύ $C_6H_8O_6$) είναι αντιοξειδωτική (αναγωγική) ουσία. Μία κατάλληλη μέθοδος για τον «ποσοτικό» προσδιορισμό της συγκέντρωσης της, είναι να χρησιμοποιήσουμε μια οξειδοαναγωγική ογκομέτρηση με διάλυμα ιωδίου I_2 (δεν χρησιμοποιούμε οξεοβασική ογκομέτρηση λόγω των επιπλέον οξέων, που υπάρχουν στους χυμούς).

Όταν σε ένα διάλυμα που περιέχει βιταμίνη C, προσθέσουμε σταγόνα-σταγόνα διάλυμα ιωδίου, το μόριο της Βιταμίνης C χάνει ηλεκτρόνια, τα οποία μεταφέρονται στο μόριο του ιωδίου. Το ασκορβικό οξύ ($C_6H_8O_6$) οξειδώνεται σε δεϋδροασκορβικό οξύ ($C_6H_6O_6$) και το ιώδιο ανάγεται σε ιόντα ιωδίου (οξειδοαναγωγική αντίδραση).



Αν στο διάλυμα της βιταμίνης C προσθέσουμε ένα διάλυμα αμύλου, μόλις η βιταμίνη C εξαντληθεί, το ιώδιο θα είναι ελεύθερο και το διάλυμα θα αντιδράσει με το άμυλο σχηματίζοντας σύμπλοκο εγκλεισμού ιωδίου με ιώδες χρώμα.

Η ποσότητα της βιταμίνης C θα είναι ανάλογη με την ποσότητα του διαλύματος ιωδίου, που απαιτείται μέχρι την εμφάνιση του ιώδους χρώματος. Αν διαθέτουμε πρότυπα διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης βιταμίνης C, τότε μπορούμε να προσδιορίσουμε την ποσότητα της βιταμίνης C σε άγνωστα διαλύματα,

αντιστοιχώντας την ποσότητα της βιταμίνης C με τον απαιτούμενο όγκο του διαλύματος ιωδίου για την πλήρη εξουδετέρωσή της.

Αυτή η διαδικασία τιτλοδότησης είναι κατάλληλη για τον έλεγχο της ποσότητας της βιταμίνης C σε χυμούς φρούτων και λαχανικών κ.α.

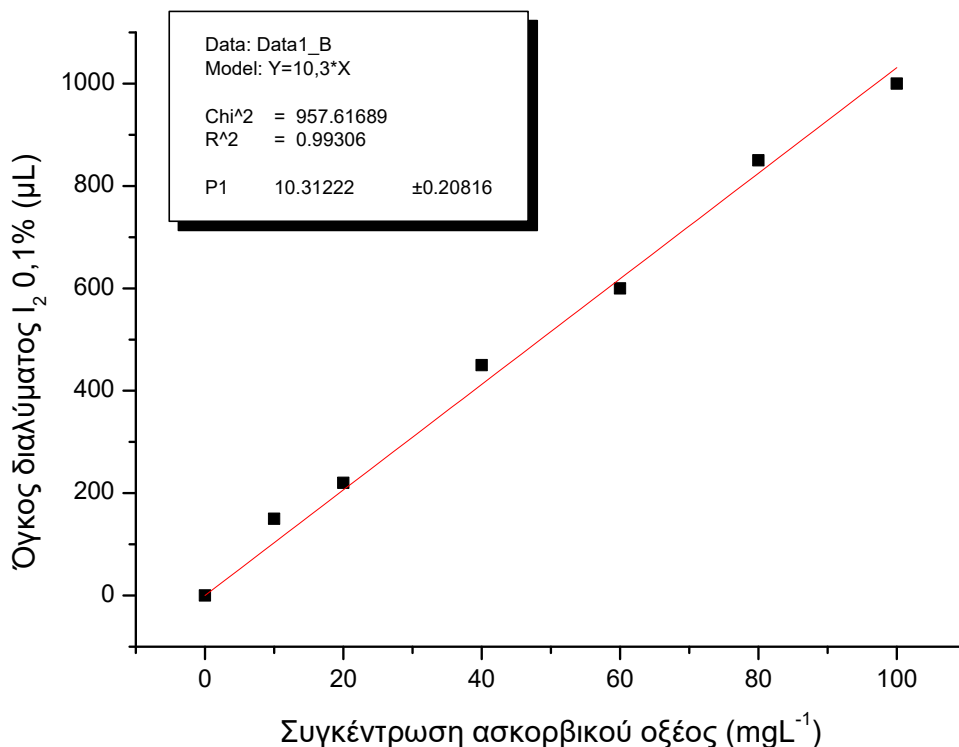
9.3.1. Δημιουργία πρότυπων διαλυμάτων βιταμίνης C και κατάρτιση πρότυπης καμπύλης αναφοράς.

Αντιδραστήρια:

- Αρχικά φτιάχνουμε διαλύματα βιταμίνης C με περιεκτικότητα από 0,1 έως 1 mg/mL με κλιμάκωση ανά 0,1mg.
- Διαλύουμε 10mL εμπορικού βάμματος Ιωδίου, συγκέντρωσης 2% σε I₂, με 190mL H₂O. Προκύπτει διάλυμα βάμματος ιωδίου 0,1% σε I₂.
- Σε ποτήρι ζέσεως διαλύουμε 100mg αμύλου σε 10mL H₂O με συνεχή ανάδευση και θέρμανση, μέχρι πλήρους διάλυσης του αμύλου. Προκύπτει διάλυμα αμύλου 1%.

9.3.2. Διαδικασία τιτλοδότησης-Κατάρτιση καμπύλης αναφοράς για το ασκορβικό οξύ

Σε ποτήρι ζέσεως προσθέτουμε ακριβώς 1mL από τα γνωστής συγκέντρωσης διαλύματα ασκορβικού οξέος και 100μL διαλύματος αμύλου 1%. Προσθέτουμε επιπλέον 9mL H₂O. Ακολουθεί η σταδιακή προσθήκη, με την χρήση προχοΐδας, υδατικού διαλύματος βάμματος ιωδίου συγκέντρωσης 0,1% σε Iodine (I₂), υπό συνεχή ανάδευση με την χρήση μαγνητικού αναδευτήρα, μέχρι την ανάπτυξη ιώδους-κυανού χρώματος που να παραμένει σταθερό για τουλάχιστον 30sec. Για την κάθε γνωστή ποσότητα ασκορβικού οξέος, καταγραφούμε την απαιτούμενη ποσότητα διαλύματος ιωδίου και σε σύστημα αξόνων υλοποιούμε την καμπύλη αναφοράς, όπου Y: ο απαιτούμενος όγκος ιωδιούχου διαλύματος και X: η γνωστή ποσότητα ασκορβικού οξέος.



Εικόνα 6: Καμπύλη αναφοράς, που αποδίδει την σχέση μεταξύ ποσότητας ασκορβικού οξέος και καταναλισκόμενου όγκου ιωδιούχου διαλύματος 0,1% σε I₂

Δεδομένου ότι, κατά την τιτλοδότηση χρησιμοποιήθηκαν 10mL από το εκάστοτε διάλυμα ασκορβικού οξέος, σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση γραμμικής παλινδρόμησης ($Y=10,3 \cdot X$) του απαιτούμενου όγκου (Y) ιωδιούχου διαλύματος συγκέντρωσης 0,1% σε I₂, πάνω στις τιμές της συγκέντρωσης του ασκορβικού οξέος (X), σε κάθε mL καταναλισκόμενου ιωδιούχου διαλύματος αντιστοιχεί 1mg ασκορβικού οξέος (το οποίο περιέχεται στα 10mL διαλύματος ασκορβικού οξέος με συγκέντρωση 100mgL⁻¹).

9.3.3 Τρόπος εργασίας για τον προσδιορισμό του ασκορβικού οξέος στα δείγματα των καρπών

Από το κάθε εκχύλισμα, με την χρήση αυτόματης πιπέτας, λαμβάνονται με ακρίβεια 2mL (ήτοι 1g χυμού από την σάρκα των καρπών) και προστίθενται σε δοχείο ζέσεως των 50mL. Ακολουθεί προσθήκη 8mL περίπου H₂O και 100μL διαλύματος 1% αμύλου. Η τιτλοδότηση γίνεται με σταδιακή προσθήκη, με την χρήση

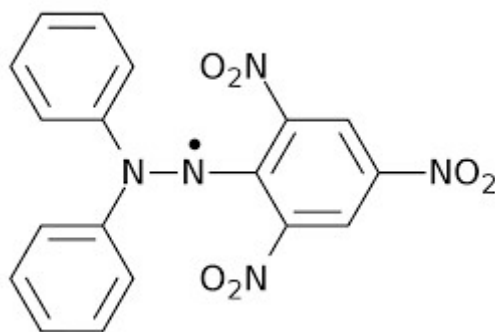
προχοΐδας, υδατικού διαλύματος βάμματος ιωδίου συγκέντρωσης 0,1 % σε Iodine (I_2), μέχρι την ανάπτυξη ιώδους-κυανού χρώματος που να παραμένει σταθερό για τουλάχιστον 30sec, και η οποία σηματοδοτεί το τέλος της εξουδετέρωσης του ασκορβικού οξέος στο εκάστοτε δείγμα. Η όλη διαδικασία διευκολύνεται με την χρήση μαγνητικού αναδευτήρα.

Η κατανάλωση του όγκου του ιωδιούχου διαλύματος που απαιτήθηκε, καταγράφεται και σύμφωνα με την καμπύλη αναφοράς (εικόνα 6) για την βιταμίνη C, για κάθε mL ιωδιούχου αντιδραστηρίου, αντιστοιχούν 100mg ασκορβικού οξέος ανά 100g σάρκας καρπού.

9.4. Προσδιορισμός Ολικής Αντιοξειδωτικής Ικανότητας (TAC) με την μέθοδο DPPH•

Για τον προσδιορισμό της TAC των καρπών των τριών ποικιλιών ακτινιδίου, που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, εφαρμόστηκε η μέθοδος του Διφαινυλοπικρυλυδραζυλίου (DPPH•) (Εικόνα 7) η οποία είναι σταθερή ρίζα λόγω απεντοπισμού του ελεύθερου ηλεκτρονίου σε ολόκληρο το μόριο. Έτσι, το DPPH• δεν διμερίζεται, όπως συμβαίνει με τις περισσότερες ελεύθερες ρίζες. Η σταθερή ρίζα DPPH• έχει μωβ χρώμα, με μέγιστο απορρόφησης περίπου 515nm. Όταν η DPPH• αντιδρά με ένα δότη υδρογόνου, η μείωση της απορρόφησης εξαρτάται γραμμικά από την συγκέντρωση του αντιοξειδωτικού. (Thaipongetal 2006, Pisoschi, Cheregi και Danet 2009).

Η φασματοφωτομετρική μέθοδος DPPH•, εφαρμόστηκε για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας σε χυμούς φρούτων (Thaipongetal 2006, Pisoschi, Cheregi και Danet 2009) σε αλκοολούχα ποτά, καφέ και τσάι. (Pellegrinietal. 2003). Η ρίζα DPPH• παρασκευάστηκε για πρώτη φορά το 1922, από τους Goldschmidt and Renn και αρχικά χρησιμοποιήθηκε ως πρότυπο αντιδραστήριο για την τεχνική του παραμαγνητικού συντονισμού (ElectronSpinResonance, ESR), καθώς και για το φασματοφωτομετρικό προσδιορισμό φαινολών, αμινών και άλλων ενώσεων που δρουν ως δότες ατόμων υδρογόνου.



Εικόνα 7. Ρίζα του 1,1-διφαινυλο-2-πικρυλυδραζυλίου (DPPH•)

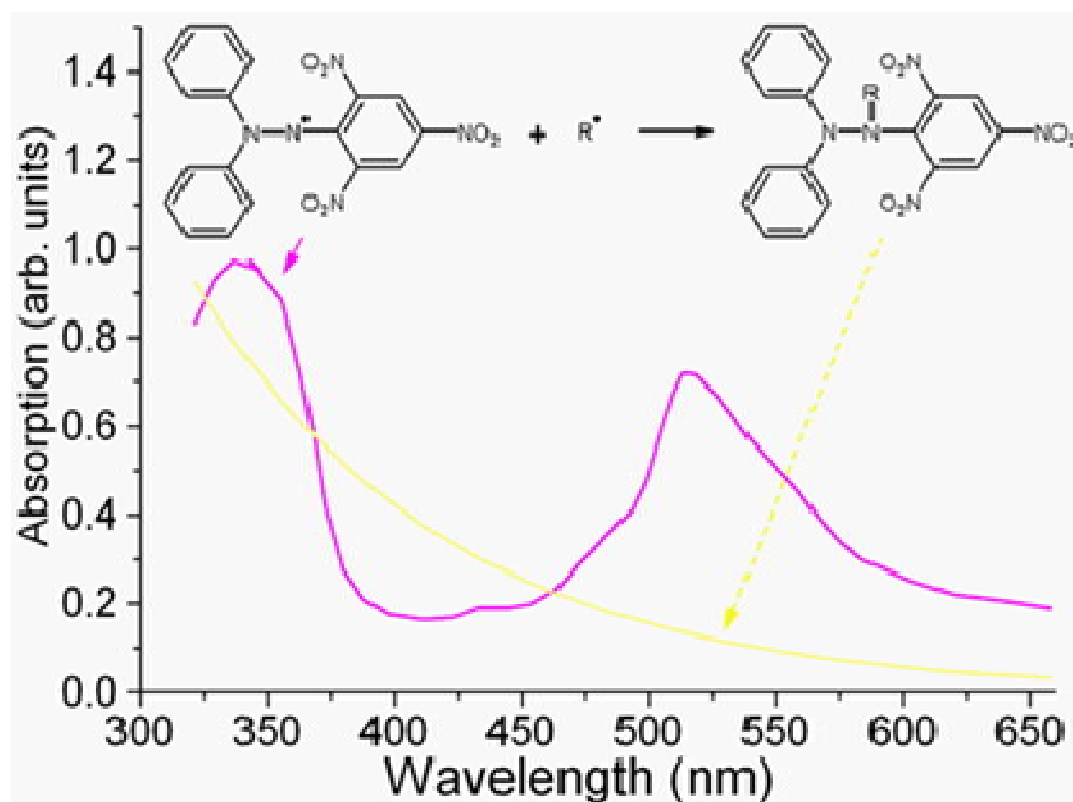
Μια σειρά από ιδιότητες αυτής της ελεύθερης ρίζας, φαίνεται να προσέλκυσαν το έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον για χρησιμοποίησή της σε διάφορα επιστημονικά πεδία. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με μετρήσεις ESR (ElectronSpinResonance) η DPPH• δε διμερίζεται και υπάρχει με τη μονομερή της μορφή τόσο σε στερεά κατάσταση όσο και σε διάλυμα (Russel 1954, Braude*et al.*, 1954). Επίσης, ενώ η ίδια δέχεται πολύ εύκολα μονήρη ηλεκτρόνια ή άτομα υδρογόνου, οξειδώνεται πολύ δύσκολα. Τα διαλύματα της ρίζας σε οργανικούς διαλύτες είναι ιώδη, σταθερά παρουσίας οξυγόνου και η συγκέντρωσή της σε αυτά μπορεί να προσδιοριστεί με μέτρηση της απορρόφησης στο ορατό (515nm).

Τα πρώτα στοιχεία που ήρθαν στο φως για το μηχανισμό, την κινητική και τη στοιχειομετρία των αντιδράσεων της DPPH• με φαινόλες, υπογραμμίζουν τη σημασία παραμέτρων όπως τα δομικά χαρακτηριστικά των φαινολών, ο λόγος των μοριακών συγκεντρώσεων $[AH]/[DPPH•]$, η θερμοκρασία, ο χρόνος παρακολούθησης της αντίδρασης καθώς και το είδος του διαλύτη. Η ικανότητα αποχρωματισμού της DPPH• κατά την αντίδραση με φαινόλες και παράγωγα αυτών, αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη της ομώνυμης μεθόδου εκτίμησης της ικανότητας δέσμευσης ελευθέρων ριζών.

Η μέθοδος βασίζεται στη βαθμιαία εξαφάνιση της ιώδους απόχρωσης της σταθερής DPPH• ρίζας λόγω της δέσμευσής της από αντιοξειδωτικές ουσίες, οι οποίες έχουν ισχυρή ικανότητα αδρανοποίησης ελευθέρων ριζών.

Η μέθοδος στηρίζεται στην αντίδραση των διαφόρων αντιοξειδωτικών ουσιών που περιέχονται στα υπό μελέτη δείγματα καρπών, με μεθανολικό (MeOH) ή αιθανολικό (EtOH) διάλυμα της σταθερής 1,1-διφαινυλο-2-πικρυλυδραζυλικής ρίζας (DPPH•), η οποία απορροφά έντονα στα 515nm. Με την προσφορά υδρογόνου/ηλεκτρονίου ανάγεται σε υδραζίνη, με αποτέλεσμα τον αποχρωματισμό του διαλύματος. Λόγω της παρουσίας του μονήρους ηλεκτρονίου, το DPPH• έχει

υψηλή απορρόφηση σε αιθανολικό ή μεθανολικό διάλυμα στα 515nm. Όσο το ηλεκτρόνιο αυτό δεσμεύεται, η απορρόφηση μειώνεται και ο βαθμός αποχρωματισμού είναι στοιχειομετρικά ο αριθμός των ηλεκτρονίων που έχουν δεσμευτεί. Η κατανάλωση του DPPH• από τα αντιοξειδωτικά, έχει ως αποτέλεσμα την εξασθένηση του πορφυρού χρώματος του διαλύματός του, η οποία παρακολουθείται στα 515nm, όπου παρατηρείται το μέγιστο του φάσματος της ρίζας.



Εικόνα 8: Καμπύλη απορρόφησης διαλύματος DPPH• στα διάφορα μήκη κύματος του ορατού φάσματος. Η ιώδης καμπύλη αφορά την μη δεσμευμένη ρίζα του DPPH• από τα αντιοξειδωτικά. Η κίτρινη καμπύλη αφορά την δεσμευμένη ρίζα του DPPH•. Σε μήκος κύματος 515nm η απορρόφηση του φωτός από την δεσμευμένη ρίζα του DPPH• είναι ελάχιστη, ενώ η μη δεσμευμένη παρουσιάζει μέγιστο απορρόφησης.

Η μεταβολή αυτή (μείωση της απορρόφησης) είναι ανάλογη της συγκέντρωσης της αντιοξειδωτικής ουσίας και έχει σαν αποτέλεσμα την αντίστοιχη μείωση της οπτικής απορρόφησης στα 515nm.

Η κινητική συμπεριφορά των αντιοξειδωτικών, εξαρτάται από το χρόνο αντίδρασης τους και κατηγοριοποιείται ως ταχεία (για χρόνο αντίδρασης < 5min), ενδιάμεση (για χρόνο αντίδρασης 5-30min) και αργή (για χρόνο αντίδρασης > 30min). Σαν γενικός κανόνας ο χρόνος των 30min θεωρείται επαρκής για την ολοκλήρωση

της αντίδρασης αντιοξειδωτικών που περιέχονται σε κάποιο δείγμα με το αντιδραστήριο DPPH•.

Η μεταβολή της απορρόφησης, προσδιορίζεται φωτομετρικά και δεν αποδίδεται σε άμεση αντιστοίχιση με την ποσότητα των αντιοξειδωτικών ουσιών που αντέδρασαν με το DPPH•, αλλά έμμεσα ως το ποσοστό του DPPH• ($\Delta A\%$) που απομένει στο δείγμα και είναι αντιστρόφως ανάλογο με την συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών. Το ποσοστό υπολογίζεται ως :

$$\Delta A\% = \left(\frac{A_0 - A_{30}}{A_0} \right) \times 100$$

Όπου :

$\Delta A\%$: Ποσοστό μείωσης της απορρόφησης του αρχικού διαλύματος του DPPH.

A_0 : Αρχική τιμή απορρόφησης του διαλύματος DPPH• (μάρτυρας) ή αλλιώς απορρόφηση σε χρόνο 0.

A_{30} : Τιμή απορρόφησης του DPPH• μετά από την προσθήκη ποσότητας αντιοξειδωτικών, μετά από 30min ($A_0 \geq A_{30}$).

Η παραπάνω μέθοδος, είναι η πιο διαδεδομένη στα πεδία των Επιστημών Τροφίμων και Υγείας για την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής δράσης. Η μέθοδος απαιτεί απλό εργαστηριακό εξοπλισμό και οργανολογία (φασματοφωτόμετρο). Η αντίδραση γίνεται κάτω από ήπιες συνθήκες χωρίς να απαιτείται προκατεργασία του διαλύματος DPPH• για την παραγωγή ριζών. Λόγω της ιδιότητάς της να αποχρωματίζεται, η DPPH• χρησιμεύει όχι μόνο ως ρίζα αλλά και ως μέσο παρακολούθησης της αντίδρασης.

Στα αρνητικά της μεθόδου συγκαταλέγονται οι πολυάριθμοι τρόποι έκφρασης των αποτελεσμάτων και η αδυναμία σύγκρισης π.χ. των τιμών IC50, που προκύπτουν σε κάθε εργαστήριο. Επίσης, οι τιμές απορρόφησης μετά την ολοκλήρωση των αντιδράσεων ή ακόμα και η ταχύτητα αποχρωματισμού, δεν είναι ευθέως ανάλογες με τη συγκέντρωση του υπό εξέταση αντιοξειδωτικού στο διάλυμα αντίδρασης. Το εύρος γραμμικότητας αυτών των καμπυλών είναι αρκετά περιορισμένο, με αποτέλεσμα ο γραφικός υπολογισμός των τιμών IC50 να θεωρείται συχνά αυθαίρετος. Ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση των αντιδράσεων ποικίλλει ανάλογα με την εξεταζόμενη ένωση, ενώ η επιλογή του τελικού σημείου παρακολούθησης της αντίδρασης είναι κρίσιμη, καθώς έχει βρεθεί ότι οι τιμές στοιχειομετρίας αυξάνουν με το χρόνο. Αν και έχει αναφερθεί η δυνατότητα εφαρμογής της μεθόδου για την εκτίμηση της δράσης τόσο λιπόφιλων όσο και

υδρόφιλων ενώσεων, στη δεύτερη περίπτωση αναμένεται μειωμένη ευαισθησία της μεθόδου λόγω της ιδιότητας της ρίζας να είναι αδιάλυτη στο νερό.

9.4.1. Παρασκευή διαλύματος DPPH•

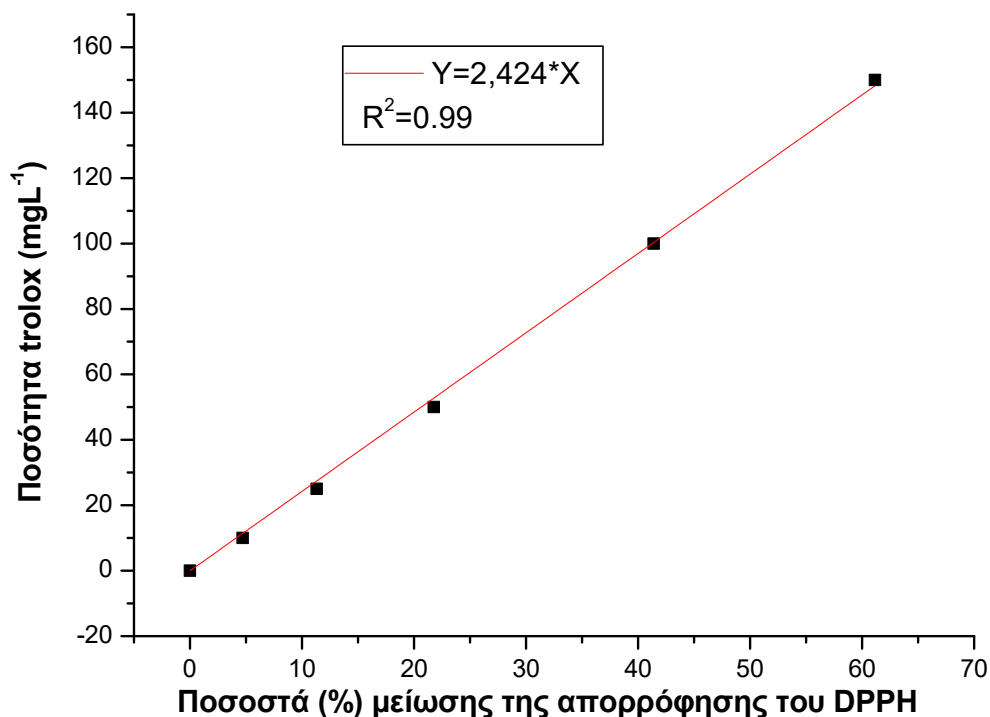
Για την παρασκευή του βασικού αντιδραστηρίου (standard), χρησιμοποιήθηκαν 2,36mg DPPH•, τα οποία διαλύθηκαν σε 100ml μεθανόλης και το διάλυμα αυτό (60μMol) τοποθετήθηκε στο σκοτάδι σε θερμοκρασία δωματίου. Στην συγκεκριμένη συγκέντρωση, το διάλυμα αυτό παρουσιάζει τιμές απορρόφησης 0,7 στο μήκος κύματος των 515nm και έχει ένα έντονο ιώδη χρωματισμό.

9.4.2. Κατασκευή καμπύλης αναφοράς σε ισοδύναμα trolox για τον προσδιορισμό της TAC

Οι τιμές των ποσοστών μείωσης της απορρόφησης του αρχικού αντιδραστηρίου, συνήθως εκφράζονται σε «ισοδύναμες ποσότητες» κάποιων ισχυρών αντιοξειδωτικών ουσιών αναφοράς, όπως είναι το trolox (ανάλογο της βιταμίνης E) ή το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), ή το Γαλλικό Οξύ. Οι ποσότητες αυτές αφορούν την ποσότητα του αντιοξειδωτικού αναφοράς, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα το αντίστοιχο ποσοστό % (ΔΑ%) αποχρωματισμού του βασικού διαλύματος του DPPH•.

Στην παρούσα εργασία ως αντιοξειδωτικό αναφοράς χρησιμοποιήθηκε το trolox, μέσω του οποίου καταρτίστηκε καμπύλη αναφοράς, που σχετίζει τα ποσοστά μείωσης της απορρόφησης του DPPH• (λόγω των αντιοξειδωτικών ουσιών στο κάθε δείγμα) με τις συγκεντρώσεις του trolox.

Για την κατάρτιση της καμπύλης αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν συγκεντρώσεις trolox της τάξεως των 0, 12½, 25, 50, 100 και 150mgL⁻¹ (χιλιοστογραμμαμάρια ανά λίτρο ή ppm). Από τα ανωτέρω διαλύματα trolox ελήφθησαν ποσότητες των 50μL, οι οποίες αντέδρασαν με 1950μL από το βασικό διάλυμα των 60μMol του DPPH•. Η καμπύλη αναφοράς που προέκυψε από τις μετρήσεις αυτές παρουσιάζεται στο γράφημα της παρακάτω εικόνας 9.



Εικόνα 9: Σχέση μεταξύ ποσότητας αντιοξειδωτικού αναφοράς (trolox) και μείωσης του ποσοστού απορρόφησης του διαλύματος των 60μMol του DPPH•.

Η εξίσωση παλινδρόμησης,

$$Y = 2,424 \cdot X \quad (R^2=0,99)$$

αποδίδει την μαθηματική σχέση μεταξύ των ποσοστών μείωσης της απορρόφησης του διαλύματος των 60μMol του DPPH• και των τιμών της ποσότητας του trolox, που αντιστοιχούν σε αυτές.

Κατά την αξιοποίηση της παραπάνω μαθηματικής σχέσης και δεδομένου ότι πολλές φορές πριν τη μέτρηση των δειγμάτων (εκχυλίσματα φυτικών ιστών) προηγείται κάποιος βαθμός αραίωσης του αρχικού εκχυλίσματος, έτσι ώστε μετά την αραίωση να είναι δυνατή η μέτρηση της απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο ορατού-υπεριώδους, η προσδιοριζόμενη από την ανωτέρω μαθηματική σχέση ισοδύναμης ποσότητας trolox πολλαπλασιάζεται με την αντίστοιχη αραίωση για να προκύψει η TAC του εκάστοτε δείγματος.

9.4.3. Τρόπος εργασίας για τον προσδιορισμό της TAC στα δείγματα των καρπών

Λαμβάνεται ποσότητα 50μl από το κάθε δείγμα (διάφορου βαθμού αραίωσης) και προστίθεται σε πλαστική κυψελίδα «ωφέλιμου» όγκου 2ml. Ακολούθως προστίθενται στην κυψελίδα 1950μl αντιδραστήριο DPPH•. Οι κυψελίδες καλύπτονται με πλαστικό φιλμ (parafilm) για την αποφυγή εξάτμισης της μεθανόλης και τοποθετούνται σε σκοτεινό μέρος για μισή ώρα. Ο χρόνος αυτός κρίνεται απαραίτητος ώστε να ολοκληρωθεί η αντίδραση του DPPH• με τα υπάρχοντα αντιοξειδωτικά στο εκάστοτε δείγμα και να σταθεροποιηθεί ο αποχρωματισμός του αντιδραστήριου.

Πριν την ακολουθία των μετρήσεων προηγείται μηδενισμός του φασματοφωτόμετρου με καθαρή μεθανόλη, και στην συνέχεια λαμβάνονται οι μετρήσεις απορρόφησης του εκάστοτε δείγματος (τιμή απορρόφησης δείγματος σε χρόνο 30min: A_{30}) στο φασματοφωτόμετρο. Παράλληλα λαμβάνεται και μέτρηση από το standard διάλυμα του DPPH• (μάρτυρας), η οποία ουσιαστικά αφορά την τιμή απορρόφησης σε χρόνο 0min: A_0 .

Οι μετρήσεις εκφράζονται σε ποσοστό % ($\Delta A\%$), μείωσης της απορρόφησης του αρχικού διαλύματος του DPPH• (λόγω της παρουσίας των αντιοξειδωτικών) και σύμφωνα με την καμπύλη αναφοράς (εικόνα 9) και την αλγεβρική σχέση που προκύπτει από αυτή, αποδίδονται σε ισοδύναμη ποσότητα trolox ανά 100g σάρκας, μετά από πολλαπλασιασμό της αρχικής τιμής με τον βαθμό αραίωσης του εκάστοτε δείγματος.

9.5. Προσδιορισμός περιεχομένου σε ολικές φαινόλες με την μέθοδο Folin-Ciocalteu

Στην παρούσα εργασία για τον προσδιορισμό του ολικού περιεχομένου των καρπών του ακτινιδίου σε φαινολικές ουσίες εφαρμόστηκε η μέθοδος Folin-Ciocalteu.

Πρόκειται για φωτομετρική μέθοδο, που βασίζεται στην οξείδωση των φαινολικών ενώσεων από το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu. Χρησιμοποιείται για την μέτρηση του ολικού φαινολικού περιεχομένου, χωρίς να γίνεται διάκριση μεταξύ μονομερών, διμερών ή μεγαλύτερων φαινολικών συστατικών. Το κύριο αντιδραστήριο της μεθόδου, το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu, είναι διάλυμα σύνθετων πολυμερών ιόντων, που σχηματίζονται από φωσφομολυβδαινικά

($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) και φωσφοβολφραμικά ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40} \cdot n\text{H}_2\text{O}$) ετεροπολυμερή οξέα. Σε αλκαλικό περιβάλλον, οι φαινολικές ενώσεις οξειδώνονται με ταυτόχρονη αναγωγή των οξέων προς μείγμα οξειδίων του βολφραμίου (W_8O_{23}) και του μολυβδαινίου (Mo_8O_{23}), με χαρακτηριστικό κυανό χρώμα. Τα ολικά φαινολικά συστατικά των δειγμάτων προσδιορίζονται με τη βοήθεια ενός φασματοφωτομέτρου υπεριώδους-ορατού (UV-Vis) διπλής δέσμης και βασίζεται στην αναγωγή του αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu, που στην ουσία είναι ένα μίγμα οξειδίων βολφραμίου και μολυβδαινίου. Τα προϊόντα, τα οποία παράγονται κατά την αναγωγή των οξειδίων των μετάλλων έχουν μπλε χρώμα, το οποίο παρουσιάζει μέγιστη απορρόφηση φωτός στα 765nm. Η ένταση της απορρόφησης του φωτός σε αυτό το μήκος κύματος είναι ανάλογη προς τη συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων.

Η μέθοδος αυτή, βασίζεται στην αναγωγή (οξειδωση φαινολικών συστατικών του δείγματος) διαλύματος φωσφορομολυβδενικού και φωσφοροβολφραμικού οξέος με τις ακόλουθες δομές:



Η αλκαλικότητα ρυθμίζεται με κορεσμένο διάλυμα Na_2CO_3 (35%, w/v), αφενός επειδή δεν διαταράσσει τη σταθερότητα του Folin-Ciocalteu και του προϊόντος της αντίδρασης και αφετέρου επειδή αποτελεί προϋπόθεση παρουσίας των φαινολικών ιόντων. Το σχηματιζόμενο κυανό χρώμα παρουσιάζει μέγιστη απορρόφηση περίπου στα 765nm και είναι ανάλογο με τη συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων. Οι φαινολικές ουσίες εκφράζονται σε ισοδύναμα γαλλικού ή καφεϊκού οξέος.

Η ανάπτυξη χρώματος είναι αργή αλλά μπορεί να επιταχυνθεί με τη θέρμανση του δείγματος. Με υπερβολική θέρμανση, ωστόσο, η επακόλουθη απώλεια χρώματος είναι αρκετά γρήγορη και η χρονομέτρηση της χρωματομετρικής μέτρησης γίνεται δύσκολο να αναπαραχθεί. Το αντιδραστήριο είναι εμπορικά διαθέσιμο, αλλά μπορεί και να παρασκευαστεί (Singleton & Rossi, 1965). Τα προκύπτοντα διαλύματα, αντιμετωπίζονται ως επικίνδυνα απόβλητα και η κλίμακα της αρχικής διαδικασίας δημιουργεί πολλά απόβλητα.

Ευτυχώς, ο σύγχρονος εξοπλισμός μέτρησης υγρών επιτρέπει τώρα την ελαχιστοποίηση της κλίμακας της αντίδρασης, στον όγκο μίας κυψελίδας UV-Vis, μειώνοντας το κόστος του αντιδραστηρίου και την απόρριψη των αποβλήτων. Όλες οι φαινολικές ουσίες, απορροφούν το υπεριώδες φως και όλες έχουν κάποια

απορρόφηση στα 280nm. Αυτή η ιδιότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των φαινολικών με φασματική ανάλυση.

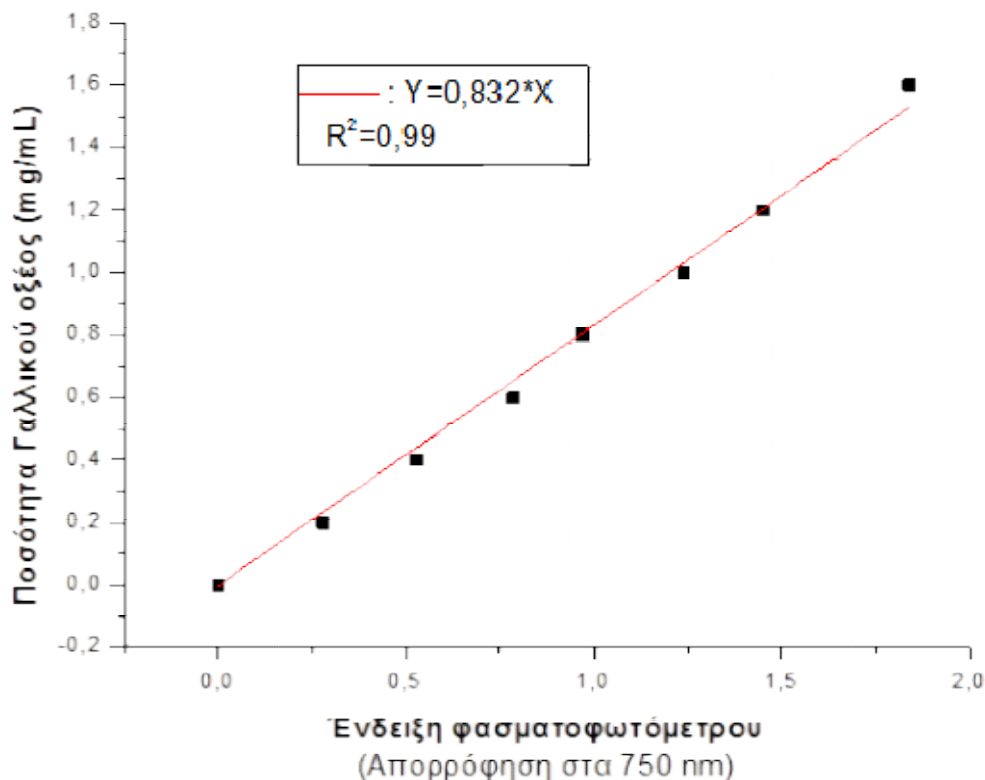
Πρόκειται για μια απλή μέθοδο, εύκολη στο να αναπαραχθεί, βολική για την αξιολόγηση της διατροφικής αντιοξειδωτικής ικανότητας δεδομένου ότι το αντιδραστήριο είναι εμπορικά διαθέσιμο. Επίσης, η διαδικασία είναι μάλλον τυποποιημένη και, επειδή η απορρόφηση γίνεται σε μεγάλο μήκος κύματος, ελαχιστοποιούνται οι παρεμβολές από το υπόστρωμα του δείγματος.

Ένα πρόβλημα με αυτή τη μέθοδο είναι ότι κάθε κατηγορία φαινολικών ουσιών έχει διαφορετική απορροφητικότητα (συντελεστής απόσβεσης, ϵ) στα 280nm. Έτσι, τα αποτελέσματα δεν μπορούν να συσχετιστούν με κανένα συγκεκριμένο πρότυπο και αναφέρονται απευθείας σε μονάδες απορρόφησης (AU). Η αξία αυτής της μεθόδου είναι ότι είναι εξαιρετικά απλή και γρήγορη, απαιτώντας μόνο διήθηση σε ορισμένες περιπτώσεις. (Andrew L. Waterhouse, 2002).

Επειδή η μέθοδος Folin-Ciocalteu βασίζεται στην κινητική της αντίδρασης και όχι στην στοιχειομετρική μετατροπή, δεν είναι πολύ ακριβής, διακυμάνσεις της τάξεως του $\sim 5\%$ είναι συνηθισμένες μεταξύ των μετρήσεων, ανάλογα και με τον έλεγχο της θερμοκρασίας, του ακριβούς χρόνου από τις προσθήκες των αντιδραστηρίων και τις μετρήσεις της απορρόφησης (Singleton V.L.etal., 1999).

9.5.1. Κατασκευή καμπύλης αναφοράς ισοδύναμης ποσότητας Γαλλικού οξέος για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών ουσιών

Οι τιμές απορρόφησης που καταγράφονται στο φασματοφωτόμετρο από τα διάφορα δείγματα, αντιστοιχίζονται σε ισοδύναμη ποσότητα γαλλικού οξέος (ποσότητα σε γαλλικό οξύ, που έχει την ίδια τιμή απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 750nm με το εκάστοτε δείγμα). Για τον σκοπό αυτό, καταρτίστηκε μια καμπύλη αναφοράς με την απορρόφηση γνωστών συγκεντρώσεων γαλλικού οξέος στο μήκος κύματος των 750nm, μετά την αντίδρασή τους με τα παραπάνω αντιδραστήρια. Οι συγκεντρώσεις γαλλικού οξέος που χρησιμοποιήθηκαν για τον σκοπό αυτό ήταν 0-0,2-0,4-0,6- 0,8-1-1,2-1,4-1,6mg/mL. Η καμπύλη αναφοράς που προκύπτει παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 10.: Καμπύλη αναφοράς, που αποδίδει την σχέση μεταξύ ποσότητας γαλλικού οξέος και απορρόφησης φωτός σε μήκος κύματος 750nm, μετά την αντίδραση με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu.

Η εξίσωση παλινδρόμησης,

$$Y = 0,832 \cdot X \quad (R^2=0,99)$$

αποδίδει την μαθηματική σχέση μεταξύ των τιμών (ενδείξεων) της απορρόφησης του φασματοφωτόμετρου και των τιμών της ποσότητας του Γαλλικού Οξέος που αντιστοιχούν σε αυτές. Σε περιπτώσεις όπου τα δείγματα πριν την μέτρησή τους έχουν υποστεί αραίωση, οι τιμές που προκύπτουν από την ανωτέρω σχέση πολλαπλασιάζονται με τον βαθμό αραίωσης του δείγματος.

9.5.2. Τρόπος εργασίας για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολών στα δείγματα των καρπών

Σε πλαστική κυψελίδα ωφέλιμου όγκου 2ml (ονομαστική 4ml), προσθέτουμε 20μL από το υπό εξέταση δείγμα (διάφορου βαθμού αραίωσης). Συμπληρώνουμε με 1580μL απεσταγμένο νερό (σύνολο όγκου δείγματος και νερού: 1600μL). Ακολουθεί

η προσθήκη 100μL από το αντιδραστήριο FC και αμέσως γίνεται ανάδευση. Μετά από παρέλευση 1min προστίθενται 300μL διαλύματος Na_2CO_3 20%, σφραγίζονται οι κυψελίδες με πλαστικό φιλμ (parafilm) και τοποθετούνται σε σκοτεινό μέρος για 2h.

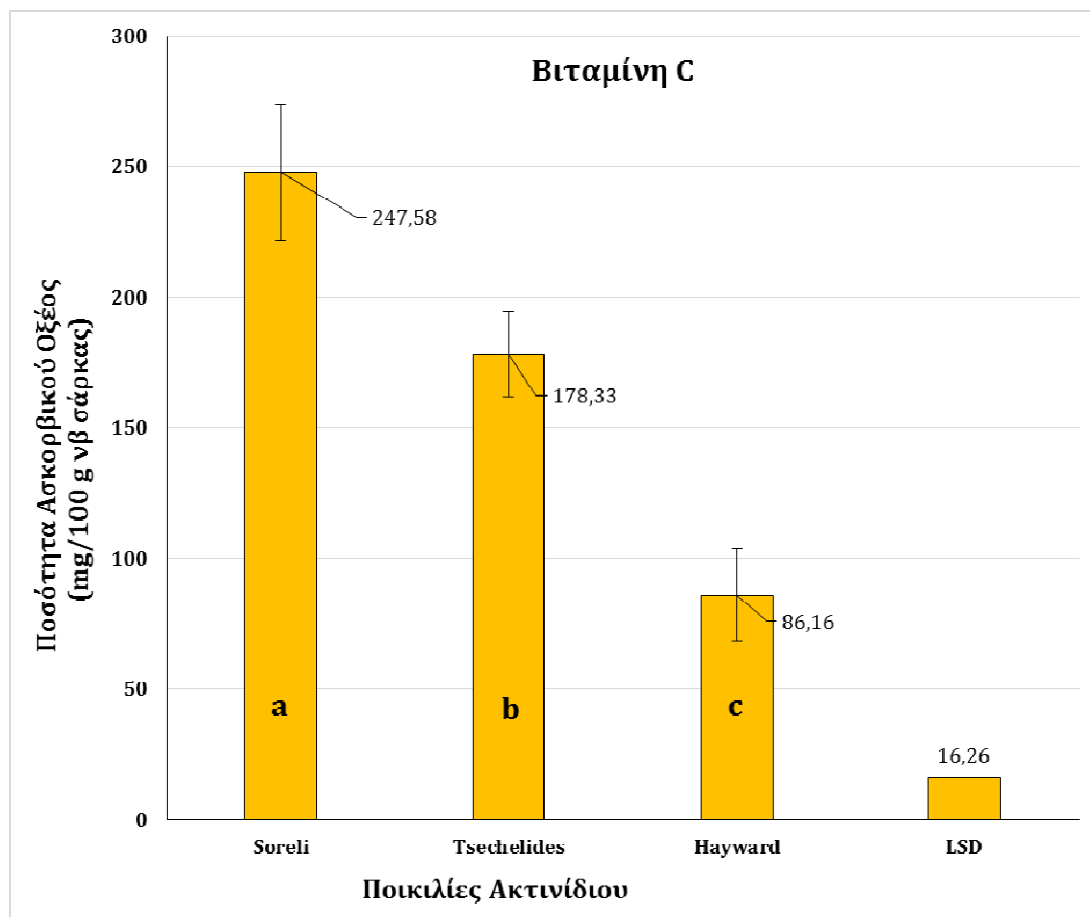
Μετά την παρέλευση του παραπάνω χρονικού διαστήματος, προσδιορίζεται η απορρόφηση του εκάστοτε δείγματος σε φασματοφωτόμετρο στα 750nm. Ο μηδενισμός του οργάνου, γίνεται με τα ίδια αντιδραστήρια χωρίς την προσθήκη δείγματος (μόνο με προσθήκη απεσταγμένου νερού όγκου 1600μL, 100μL αντιδραστηρίου FC και 300μL Na_2CO_3 20%).

Οι τιμές απορρόφησης που καταγράφονται στο φασματοφωτόμετρο από τα διάφορα δείγματα, αντιστοιχίζονται σε ισοδύναμη ποσότητα γαλλικού οξέος (ποσότητα σε γαλλικό οξύ που έχει την ίδια τιμή απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 750nm με το εκάστοτε δείγμα) σύμφωνα με την πρότυπη καμπύλη (εικόνα. 10) και την αλγεβρική σχέση μεταξύ απορρόφησης του φασματοφωτόμετρου και ισοδύναμης ποσότητας γαλλικού οξέος, μετά από πολλαπλασιασμό της αρχική τιμής με τον εκάστοτε βαθμό αραιώσης.

9.6.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

9.6.1. Περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ

Οι προσδιορισμοί της περιεκτικότητας των καρπών σε ασκορβικό οξύ, έδειξαν ότι μεταξύ των τριών ποικιλιών του ακτινίδιου υπάρχουν πολύ σημαντικές διαφορές ($F=195,92$ για 2 και 87 BE, $P<0,001$) (εικόνα 11).



Εικόνα 11: Μέσοι και τυπικές αποκλίσεις της ποσότητας (mg) ασκορβικού οξέος ανά 100g νωπής σάρκας των καρπών των ποικιλιών ακτινίδιου Soreli, Tsechelides και Hayward από καλλιέργειες της Άρτας. Οι μέσοι που συνοδεύονται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με την δοκιμασία SNK ($\alpha=0,05$).

Στην ποικιλία Soreli η περιεκτικότητα των καρπών σε βιταμίνη C κυμάνθηκε μεταξύ των 182,5 και 325mg ασκορβικού οξέος ανά 100g νωπής σάρκας καρπών, με μέση τιμή $274,5 \pm 7,2$ mg. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας (CV%) της διασποράς των τιμών για το ασκορβικό οξύ για την ποικιλία Soreli, ήταν 16%.

Αντίστοιχα στην ποικιλία Tsechelides η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C κυμάνθηκε μεταξύ των 130 και 260mg ασκορβικού οξέος ανά 100g νωπής σάρκας καρπών, με μέση τιμή $178,3 \pm 5,9$ mg, και με τιμή του CV 18,1%.

Στην ποικιλία Hayward η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C κυμάνθηκε μεταξύ των 60 και 130mg ασκορβικού οξέος ανά 100g νωπής σάρκας καρπών, με μέση τιμή $86,1 \pm 3,7$ mg, ενώ η τιμή του CV ανήλθε στο 23,3%.

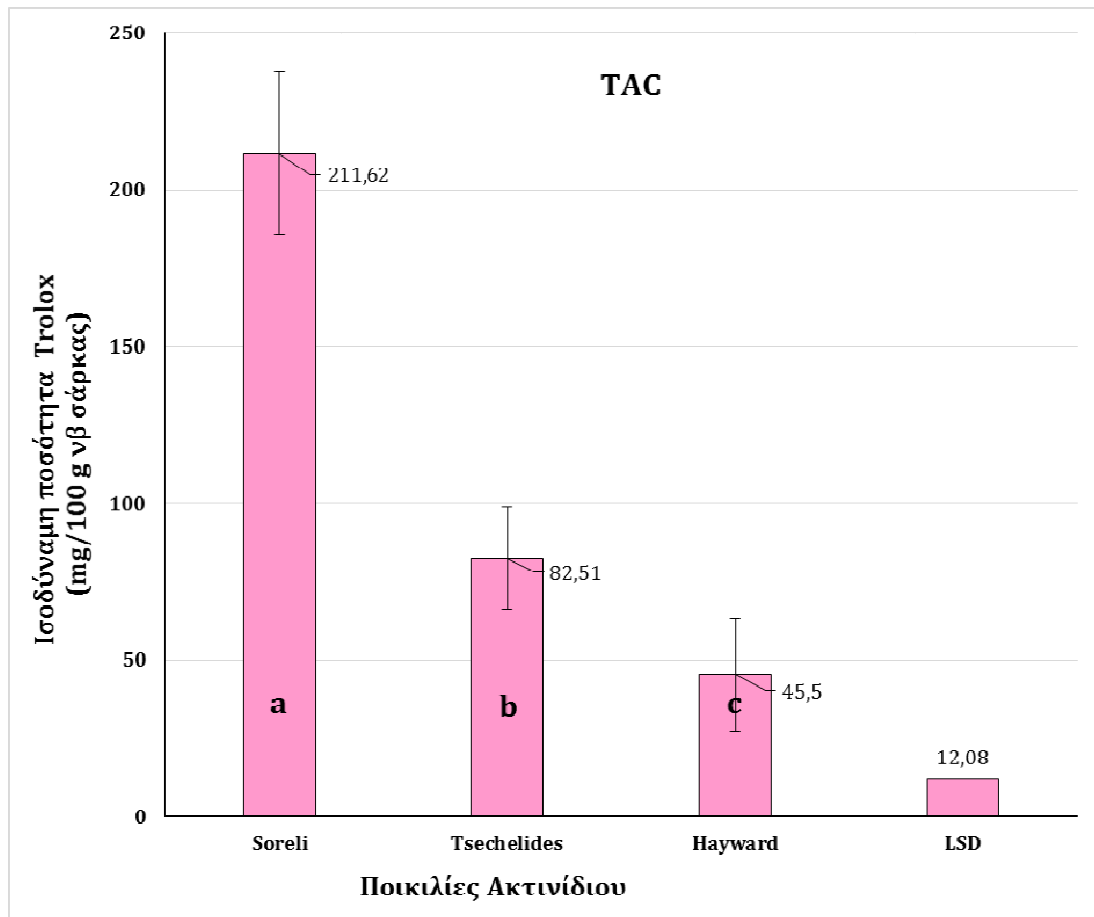
9.6.2. Ολική Αντιοξειδωτική Ικανότητα (TAC)

Αντίστοιχα σημαντικές διαφορές διαπιστώθηκαν και στην TAC των καρπών ($F=411,62$ για 2 και 87 BE, $P<0,001$) (Εικόνα 12).

Η μέση TAC στους καρπούς της ποικιλίας Soreli υπολογίσθηκε στα $211 \pm 5,6$ mg ισοδύναμης ποσότητας trolox ανά 100g νωπής σάρκας, με ελάχιστη τιμή τα 147mg και μέγιστη τιμή τα 265mg. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας (CV) των 30 παρατηρήσεων της TAC για την ποικιλία αυτή ανήλθε στο 25,1%.

Στην ποικιλία Tsechelides η μέση TAC ανήλθε στα $83 \pm 4,4$ mg trolox με ελάχιστη τιμή τα 37mg και μέγιστη τιμή τα 157mg, ενώ ο CV των μετρήσεων της TAC ήταν 29,2%.

Στην ποικιλία Hayward η μέση TAC υπολογίσθηκε στα $45,5 \pm 2,1$ mg trolox με ελάχιστη τιμή τα 27mg και μέγιστη τιμή τα 71mg και με CV 14,5%.



Εικόνα 12: Μέσοι και τυπικές αποκλίσεις της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας σε ισοδύναμο trolox των καρπών των ποικιλιών ακτινίδιου Soreli, Tsechelides και Hayward από καλλιέργειες της Άρτας. Οι μέσοι που συνοδεύονται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με την δοκιμασία SNK ($\alpha=0,05$).

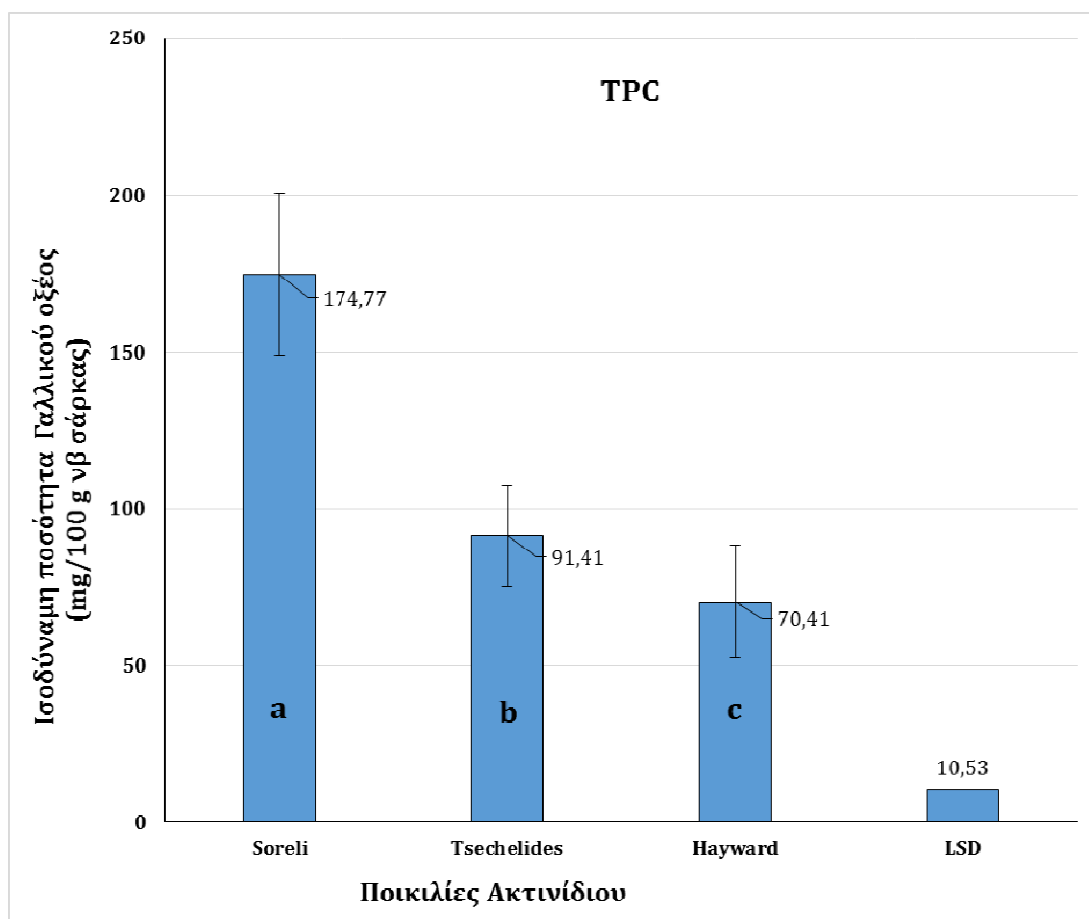
9.6.3. Περιεκτικότητα σε Ολικές Φαινόλες (TPC)

Παρόμοια σημαντική διαφοροποίηση διαπιστώθηκε μεταξύ των ποικιλιών του ακτινίδιου αναφορικά με την περιεκτικότητα των καρπών τους σε ολικές φαινόλες ($F=216,92$ για 2 και 87 BE, $P<0,001$) (Εικόνα 13).

Η μέση TPC στους καρπούς της ποικιλίας Soreli ήταν $175\pm 4,7$ mg ισοδύναμης ποσότητας Γαλλικού Οξέος ανά 100g νωπής σάρκας, με ελάχιστη τιμή τα 134mg και μέγιστη τιμή τα 233mg, ενώ ο CV ήταν 25,4%.

Στην ποικιλία Tsechelides η μέση TPC ανήλθε στα $91\pm 2,9$ mg Γαλλικού Οξέος με ελάχιστη τιμή τα 61mg και μέγιστη τιμή τα 121mg, με CV: 17,9%.

Η ποικιλία Hayward παρουσίασε μέση TPC τα $70\pm 3,3$ mg Γαλλικού Οξέος με ελάχιστη τιμή τα 44mg και μέγιστη τιμή τα 113mg και CV: 14,9%.



Εικόνα 13: Μέσοι και τυπικές αποκλίσεις της περιεκτικότητας σε ολικές φαινόλες εκπεφρασμένες σε ισοδύναμα Γαλλικού οξέος των καρπών των ποικιλιών ακτινίδιου Soreli, Tsechelides και Hayward από καλλιέργειες της Άρτας. Οι μέσοι που συνοδεύονται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με την δοκιμασία SNK ($\alpha=0,05$).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα παραπάνω αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι, μεταξύ των ποικιλιών του καλλιεργούμενου ακτινίδιου υπάρχουν μεγάλες και σαφείς διαφοροποιήσεις, αναφορικά με την περιεκτικότητα των καρπών σε ασκορβικό οξύ και σε φαινολικά συστατικά, με αποτέλεσμα αντίστοιχες σημαντικές διαφορές στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητά τους.

Ανάλογες διαφορές στην σύνθεση των καρπών του ακτινίδιου είναι γνωστές από προηγούμενες εργασίες, τα αποτελέσματα των οποίων συμφωνούν με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, αναφορικά με τις τρεις φυσιολογικές παραμέτρους που μελετήθηκαν. Σύμφωνα με αυτές οι καρποί της ποικιλίας Tsechelides σε σχέση με την ποικιλία Hayward, εκτός των άλλων διαφορών στην σύνθεσή τους, παρουσιάζουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε φαινολικές ουσίες (Panidisetal 2006), όπως επίσης υψηλότερη περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ και μεγαλύτερο αντιοξειδωτικό δυναμικό (Sotiropoulosetal 2009).

Όσον αφορά την κιτρινόσαρκη ποικιλία Soreli (*Actinidiachinensis*), τα ευρήματα της παρούσας εργασίας έδειξαν ότι οι καρποί της περιέχουν περισσότερες ποσότητες σε ασκορβικό οξύ και φαινολικές ουσίες, ενώ παράλληλα παρουσιάζουν υψηλότερη ολική αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με τις δύο υπό μελέτη πρασινόσαρκες ποικιλίες (Tsechelides και Hayward). Τα αποτελέσματα αυτά, συμφωνούν με προηγούμενες αναφορές σχετικά με την διαφορά στη σύνθεση των καρπών μεταξύ των ειδών *Actinidiaspp* (Wangetal 2018). Σε σχέση με την ποικιλία Hayward, η κιτρινόσαρκη ποικιλία Soreli παρουσιάζει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ και ολικά φαινολικά συστατικά και υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα (Horáketal 2019, Horák 2020, Cozzolinoetal 2020).

Η σαφής υπεροχή της ποικιλίας Soreli έναντι των πρασινόσαρκων ποικιλιών Tsechelides και Hayward δεν την καθιστά, όμως, εμπορικά ασυναγώνιστη, καθώς και άλλες σημαντικές παράμετροι καθορίζουν την εμπορική αξία μιας ποικιλίας ακτινίδιου, όπως είναι η παραγωγικότητα, η πρωιμότητα, η συντηρησιμότητα, το μέγεθος και το σχήμα των καρπών και κυρίως οι οργανοληπτικές ιδιότητες των παραγόμενων καρπών.

Όσον αφορά το εύρος των τιμών εντός των οποίων κυμάνθηκαν οι παρατηρήσεις των τριών μεταβλητών, φαίνεται ότι είχε αρκετή έκταση. Οι συντελεστές παραλλακτικότητας των τιμών των τριών μεταβλητών μέσα σε κάθε υπό μελέτη ποικιλία, και οι οποίοι χαρακτηρίζουν την ακρίβεια των πειραματικών

αποτελεσμάτων, ήταν είτε μεταξύ 10-20% είτε μεταξύ 20-30% και δηλώνουν είτε μέτρια είτε μικρή ακρίβεια (Μενεξές και Κουτσός, 2016). Παρόλα αυτά, το γεγονός ότι όλοι οι συντελεστές ήταν κάτω από 33%, αποδεκτή τιμή για πειράματα αγρού, σε συνδυασμό με το ότι οι καρποί συλλέχθηκαν τυχαία και αφορούσαν όλη την περιοχή καλλιέργειας του ακτινιδίου στην Άρτα, μπορούμε να δεχθούμε ότι τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας είναι αρκετά αντιπροσωπευτικά (για κάθε μεταβλητή) και ότι οι μέσες τιμές που προσδιορίστηκαν από αυτά αποδίδουν ικανοποιητικά την μέση σύσταση των καρπών σε ασκορβικό οξύ, φαινολικά συστατικά και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα των ποικιλιών Soreli, Tsechelidis και Hayward, που καλλιεργούνται στην περιοχή της Άρτας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας ανάλυσης της διασποράς των τιμών της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C των καρπών των τριών ποικιλιών ακτινίδιου (mgVtC/100mgfw).

Προέλευση διακύμανσης	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F (πειράματος)	τιμή-P	κριτήριο F
Επεμβάσεις (Ποικιλίες)	393455,97	2	196727,99	195,92	<0,001	3,101
Υπόλοιπο	87356,87	87	1004,1			
Σύνολο	480812,85	89				

$$\bar{Y}_{..} = 170,7$$

$$CV_{\text{πειρ}} = 18,56 \%$$

$$LSD = 16,26$$

Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς των τιμών της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC) σε ισοδύναμα trolox των καρπών των τριών ποικιλιών ακτινίδιου (mgTrolox/100 mgfw).

Προέλευση διακύμανσης	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F (πειράματος)	τιμή-P	κριτήριο F
Επεμβάσεις (Ποικιλίες)	456385,09	2	228192,54	411,62	<0,001	3,101
Υπόλοιπο	48230,46	87	554,37			
Σύνολο	504615,54	89				

$$\bar{Y}_{..} = 113,2$$

$$CV_{\text{πειρ}} = 20,79 \%$$

$$LSD = 12,08$$

Πίνακας ανάλυσης της διασποράς της περιεκτικότητας σε ολικές φαινόλες, (TPC) σε ισοδύναμα Γαλλικού οξέος των καρπών των τριών ποικιλιών ακτινίδιου (mgGA/100 mgfw).

Προέλευση διακύμανσης	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F (πειράματος)	τιμή-P	κριτήριο F
Επεμβάσεις (Ηλικία φύλλων)	182807,59	2	91403,8	216,9	<0,001	3,101
Υπόλοιπο	36658,1	87	421,35			
Σύνολο	219465,69	89				

$$\bar{Y}_{..} = 112,2$$

$$CV_{\text{πειρ}} = 18,29 \%$$

$$LSD = 10,5$$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βασιλακάκης Μ., Θεριός Ι., Μαθήματα ειδικής δενδροκομίας: φυλλοβόλα οπωροφόρα δένδρα, Θεσσαλονίκη 1984

Βασιλακάκης Μ. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Θεσσαλονίκη 2007

Βασιλακάκης Μ., Στοιχεία Γενικής & Ειδικής Δενδροκομίας. Θεσσαλονίκη 1996:

Βαφοπούλου – Μαστρογιαννάκη Α., Βιοχημεία Τροφίμων, Εκδόσεις Ζήτη, 2003

Βελεμής Δ. Ορθολογική λίπανση ακτινιδιάς. Εκτίμηση της θρεπτικής κατάστασης και συσχέτιση με τη διατηρησιμότητα των καρπών της ποικιλίας Hayward. Γεωργία-Κτηνοτροφία 2:21-36, 1997.

Δεναζά Ν-Κ., Α. Τσαφούρος, Ε. Ντάνος, Π. Ρούσσος, Μελέτη της επίδρασης διχτύων σκίασης στα ποιοτικά χαρακτηριστικά και στο ύψος παραγωγής σε καλλιέργεια ακτινιδίου, 2019 (πρακτικά Επιστημονικού Συνεδρίου της ΕΕΕΟ)

Ιλανίδης Κ., Γενετικός έλεγχος και ταυτοποίηση γενοτύπων ακτινιδίου μετά από DNA ανάλυση και προσδιορισμό των φυσικοχημικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών τους, Βόλος 2006, Μεταπτυχιακή διατριβή

Κώστα Α., Α. Τσαφούρος, Ε. Ντάνος, Ν. Δεναζά, Π. Ρούσσος, Σύγκριση ενός πιθανού νέου τοπικού γονότυπου ακτινιδίου του νομού Άρτας με την ευρέως καλλιεργούμενη ποικιλία Hayward, 2019 (πρακτικά Επιστημονικού Συνεδρίου της ΕΕΕΟ)

Μενεξές, Γ. και Κουτσός, Θ., 2016. Σπουδαιότητα και ιδιότητες του συντελεστή παραλλακτικότητας (coefficient of variation - CV). Πρακτικά 16ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Ε.Ε.Ε.Γ.Β.Φ. Φλώρινα, 28-30 Σεπτεμβρίου 2016. 352-357

Μπρουσοβάνας Ν., Η ακτινιδιά β' έκδοση Λάρισα 1982

Παλούκης & Ντινόπουλος, Ακτινίδια, Θεσσαλονίκη 1989

Ποντίκης Κ, Ειδική Δενδροκομία: Ακρόδρυα, πυρρηνόκαρπα, λοιπά καρποφόρα, Τόμος Β', Αθήνα 1996

Στυλιανίδης Δ., Θ. Σωτηρόπουλος, Α. Ισακίδης, Θρέψη-Λίπανση Ακτινιδιάς, Αθήνα 2003.

Στυλιανίδης Δ.Κ., Σωτηρόπουλος Θ.Ε., Σιμώνης Α.Δ. και Ε. Παπαδοπούλου, Ποικιλίες ακτινιδιάς με πράσινο, κίτρινο και κόκκινο χρώμα σάρκας καρπού. Σχέση του χρώματος της σάρκας με διατροφικά στοιχεία (Γεωργία-Κτηνοτροφία, 2010)

Σωτηρούδης Θ. Γ., Ελεύθερες ρίζες, αντιοξειδωτικά και υγεία, Κοινωνία και υγεία III: από τη βασική έρευνα στην κλινική εφαρμογή, 2004, pp. 207-225.

Τσαβές Δ., Επίδραση της καλλιέργειας του ακτινιδίου στην ποιότητα των καρπών, 2012

Τσαφούρος Α., Ε. Ντάνος, Ν-Κ. Δεναζά, Π. Ρούσσος, Επίδραση της εδαφοκάλυψης με πλαστικό στα ποιοτικά χαρακτηριστικά και στο ύψος παραγωγής σε καλλιέργεια ακτινιδιάς, 2019 (πρακτικά Επιστημονικού Συνεδρίου της ΕΕΕΟ)

Τυροβολά Ο. Ακτινιδιά. Απαραίτητες εργασίες για καλύτερη παραγωγή. Περιοδικό Σύγχρονη Γεωργική Τεχνολογία Νο 36, σελ. 24-28, 1986

Alhagdow Moftah, Fabien Mounet, Louise Gilbert, Adriano Nunes-Nesi, Virginie Garcia, Daniel Just, Johann Petit, Bertrand Beauvoit, Alis dair R. Fernie, Christophe Rothan, Pierre Baldet, 2007. Silencing of the Mitochondrial Ascorbate Synthesizing Enzyme L-Galactono-1,4-Lactone Dehydrogenase Affects Plant and Fruit Development in Tomato. *Plant Physiology*, 145, (4): 1408–1422

Alsaraj R, Pushpangadan P, Smitt UW, Adsersen A, Nyman U 1997. Antimicrobial screening of selected medicinal plants from India. *J Ethnopharmacol.* 58 (2): 75-83

Argyri Konstantina, Michael Komaitis, Maria Kapsokefalou, 2006. Iron decreases the antioxidant capacity of red wine under conditions of in vitro digestion, *Food Chemistry*, 96, (2): 281-289

Arun Kumar, Irene Xagorarakis, 2010. Pharmaceuticals, personal care products and endocrine-disrupting chemicals in U.S. surface and finished drinking waters: A proposed ranking system *Science of The Total Environment.* 408, (23): 5972-5989

Barth, Patricia L Conklin, 2006. The role of ascorbic acid in the control of flowering time and the onset of senescence. *Journal of Experimental Botany.* 57, (8): 1657–1665

Bartoli G Carlos, Jianping Yu, Facundo Gómez, Laura Fernández, Lee McIntosh, Christine H Foyer, 2006. Inter-relationships between light and respiration in the control of ascorbic acid synthesis and accumulation in *Arabidopsis thaliana* leaves. *Journal of Experimental Botany*, 57, (8): 1621–1631

Benzie IF, Strain JJ. 1999. Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods Enzymol.* 299: 15-27

Bohm David, On Creativity, 1998. Routledge. 4: 37-40

Burdon J, D. McLeod, N. Lallu, J. Gamble, M. Petley, A. Gunson, 2004. Consumer evaluation of “Hayward” kiwifruit of different at-harvest dry matter contents. *Postharvest Biology and Technology.* 34 (3): 245-255

Chen Zhong, Daniel R. Gallie, 2004. The Ascorbic Acid Redox State Controls Guard Cell Signaling and Stomatal Movement. *The Plant Cell*, 16, (5): 1143–1162

Cozzolino, R., B. De Giulio, M. Petriccione, A. Martignetti, L. Malorni, L. Zampella, C. Laurino, M.P. Pellicano, 2020. Comparative analysis of volatile metabolites, quality and sensory attributes of *Actinidia chinensis* fruit, *Food Chemistry*, 316: 126-340.

Crisosto Carlos H, Gayle M Crisosto, 2001. Understanding consumer acceptance of early harvested 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*. 22 (3): 205-213

Davey, M.W., Montagu, M.V., Inzé, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnoff, N., Benzie, I.J., Strain, J.J., Favell, D. and Fletcher, J. (2000). Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *J. Sci. Food Agric.*, 80: 825-860

Devasagayam T.P.A., Tilak J. C., Bloor K. K., Sane Ketaki S., Ghaskadbi Saroj S., LeleR. D., 2004. Free Radicals and Antioxidants in Human Health: Current Status and Future Prospects. 52: 794-804

Dey M., J.B. Harborne, 1996. Preface to the series. *Methods in Plant Biochemistry*, Academic Press, 10, Part B: vii-viii

Foyer C, Rowell J, Walker D. 1983. Measurement of the ascorbate content of spinach leaf protoplasts and chloroplasts during illumination. *Planta*, 157 (3): 239-44

Franceschi R. Vincent, Nathan M. Tarlyn, 2002. L-Ascorbic Acid Is Accumulated in Source Leaf Phloem and Transported to Sink Tissues in Plants. *Plant Physiology*, 130, (2): 649–656

Goutam Brahmachari, Dilip Gorai, 2006. Progress in the Research on Naturally Occurring Flavones and Flavonols: An Overview. *Current Organic Chemistry* 10 (8): 873-898

Gurib-Fakim A., Subratty H., Narod F., Govinden-SoulangeJ. and Mahomoodally F. 2005. Biological activity from indigenous medicinal plants of Mauritius. *Pure and Applied Chemistry*, 77, (1): 41-51

Halvorsen Bente L., Kari Holte, Mari C. W. Myhrstad, Ingrid Barikmo, Erlend Hvattum, Siv Fagertun Remberg, Anne-Brit Wold, Karin Haffner, Halvard Baugerød, Lene Frost Andersen, Ø. Moskaug, David R. Jacobs, Jr., Rune Blomhoff, 2022. A Systematic Screening of Total Antioxidants in Dietary Plants. *The Journal of Nutrition*. 132 (3): 461–471

Halvorsen Bente L , Monica H Carlsen, Katherine M Phillips, Siv K Bøhn, Kari Holte, David R Jacobs Jr, Rune Blomhoff, 2006. Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84 (1): 95 135

Harborne A.J., 1998. *Phytochemical Methods A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*, Springer Science & Business Media

Harker F.R, B.T. Carr M. Lenjo, E.A. MacRae, W.V. Wismer, K.B. Marsh, M. Williams' A. White, C.M. Lund, S.B. Walker, F.A. Gunson, R.B. Pereira, 2009. Consumer liking for kiwifruit flavour: A meta-analysis of five studies on fruit quality. *Food Quality and Preference*. 20 (1): 30-41

Henrich J, R Boyd, S Bowles, Carina, Mario De Tullio, 2004. *Foundations of human sociality: Economic experiments and ethnographic evidence from fifteen small-scale societies*, Oxford, online edn, Oxford Academic

Hollman PC, Katan MB Absorption, metabolism and health effects of dietary flavonoids in man, 1997. *Biomed Pharmacother*; 51: 305-310

Hong Wang, Guohua Cao, and Ronald L. Prior, **1997**. Oxygen Radical Absorbing Capacity of Anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45, (2): 304-309

Horák, M., Šnurkovič, P., Ondrášek, I., Balik, J., Srilaong, V., (2019). Comparison of some physico-chemical parameters of kiwiberry (*Actinidia arguta*) cultivars from a cold climate. *Folia Horticulturae*. 31: 375-383

Horák, M., 2020. Quality Parameters of Kiwiberries Grown in the Czech Republic. *Acta Horticulturae et Regiotecturae*, 23, (1):17-20

Ilanidis, K., A. Mavromatis, A. Korkovelos, I., Arvanitogiannis, and C. Goulas. 2006. Genetic control and identification of a new *Actinidia* clone with analysis of micro satellite DNA (SSR) and study of the fruit physicochemical properties. 11th Hellenic Congress of Plant Genetic Improvement and Agricultural Development, Orestiada, Greece. p. 81

Iris F. F. Benzie, Yim Tong Szeto, 2002. Total antioxidant and ascorbic acid content of fresh fruits and vegetables: Implications for dietary planning and food preservation. *The British journal of nutrition*. 87,(1):55-9

Kamboj, Aarti & Kharb, Pushpa & Jhilt, Agrim & Singh, Rakshita. (2020). Genotype identification and diversity analysis in Kiwifruit (*Actinidia* spp.) using RAPD markers. *Journal Article Electronic bioRxiv Cold Spring Harbor Laboratory*

Kashani Hamed Haddad, Hoseini Elahe Seyed, Nikzad Hosein, Aarabi Mohammad Hossein, 2012. Pharmacological properties of medicinal herbs by focus on secondary metabolites, *Life Science Journal*, 9(1):509-520

Koch M. DD. Antolovic MD, C. Reissfelder, N. N. Rahbari MD, J. Holoch, I. Michalski, H. Sweiti, A. Ulrich MD, M. W. Büchler MD&J. Weitz MD MSc2011. Leucocyte-Depleted Blood Transfusion is an Independent Predictor of

Surgical Morbidity in Patients Undergoing Elective Colon Cancer Surgery. A Single-Center Analysis of 531 Patients. *Annals of Surgical Oncology*, 18, (5): 1404–1411

Lador Adi , Hanaa Nasir, Nariman Mansur, Erez Sharoni, Philippe Biderman, Leonard Leibovici, Mical Paul, 2012. Antibiotic prophylaxis in cardiac surgery: systematic review and meta-analysis. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 67, (3): 541–550

Macrae, E.A., Lallu, N., Searle, A.N. and Bowen, J.H. 1989. Changes in the softening and composition of kiwifruit (*Actinidiadeliciosa*) Affected by Maturity at Harvest and Postharvest Treatments. *J. Sci. Food Agric.*, 49: 413-430

Manach Claudine, Augustin Scalbert, Christine Morand, Christian Rémésy, Liliana Jiménez, 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79 (5): 727–747

Marsh, Herb & Hau, Kit-Tai & Wen, Z, 2004. In search of golden rules: Comment on hypothesis-testing approaches to setting cutoff values for fit indexes and dangers in overgeneralizing Hu and Bentler & apos;s (1999) findings. *Structural Equation Modeling*. 11. 320-341

Masanori Tamaoki, Nobuyoshi Nakajima, Akihiro Kubo, Mitsuko Aono, Takashi Matsuyama & Hikaru Saji, 2003. Transcriptome analysis of O₃-exposed Arabidopsis reveals that multiple signal pathways act mutually antagonistically to induce gene expression. *Plant Molecular Biology*, 53 (4):443–456

Nishiyama Ichiro, Yuka Yamashita, Miho Yamanaka, Atsuko Shimohashi, Tetsuo Fukuda and Tadachika Oota, 2004. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52 (17): 5472-5475

Nishiyama Ichiro, Tetsuo Fukuda, Atsuko Shinohashi, Tadachika Oota, 2008. Sugar and Organic Acid Composition in the Fruit Juice of Different *Actinidia* Varieties. *Food Science and Technology Research*. 14, (1): 67-73

Okezie I. Aruoma, Jeremy P.E. Spencer, Donna Warren, Peter Jenner, John Butler, Barry Halliwell, 1997. Characterization of food antioxidants, illustrated using commercial garlic and ginger preparations. *Food Chemistry*. 60, (2): 149-156

Paterson, V.J., Macrae, E.A. and Young, H. 1991. Relationships between sensory properties and chemical composition of kiwifruit (*Actinidiadeliciosa*). *J. Sci. Food Agric.*, 57: 235-251

Payasi A, Mishra NN, Chaves AL, Singh R.,2009. Biochemistry of fruit softening: an overview. *Physiol Mol Biol Plants*. 15(2): 103-13

Pellegrini N, Serafini M, Salvatore S, Del Rio D, Bianchi M, Brighenti F 2006. Total antioxidant capacity of spices, dried fruits, nuts, pulses, cereals and sweets consumed

in Italy assessed by three different in vitro assays. *Mol Nutr Food Res.* 50, (11): 1030-8

Percival Mark, "Antioxidants". 1998. Clinical nutrition insights. Advanced Nutrition Publications, Revised

Pisoschi A.M. and Gheorghe Petre Negulescu G.P., 2011. Methods for Total Antioxidant Activity Determination: A Review. *Biochemistry & Analytic Biochemistry.* 1

Pisoschi AM, Cheregi MC, Danet AF. 2009. Total antioxidant capacity of some commercial fruit juices: electrochemical and spectrophotometrical approaches. *Molecules.* 14, (1): 480-93

Prior Ronald L., Xianli Wu and Karen Schaich **2005**. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53 (10): 4290-4302

Provansal Mireille, Jean-François Berger, Jean-Paul Bravard, Pierre-Gil Salvador, Gilles Arnaud-Fassetta, Hélène Bruneton, Anne Vérot-Bourrély, 1999. Le régime du Rhône dans l' Antiquité et au Haut MoyenÂge, *Gallia.* 56: 13-32

Pyke, N. B., G. Hopkirk, P. A. Alspach, K. M. Cooper 1996. Variation in harvest and storage quality of fruit from different positions on kiwifruit vines, New Zealand *Journal of Crop and Horticultural Science*, 24 (1): 39-46

Ramadan MF, Kroh LW, Mörsel JT. 2003. Radical scavenging activity of black cumin (*Nigella sativa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.), and niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) crude seed oils and oil fractions. *J Agric Food Chem.* 51, (24):6961-9

Salvatore S, Pellegrini N, Brenna OV, Del Rio D, Frasca G, Brighenti F, Tumino R. 2005. Antioxidant characterization of some Sicilian edible wild greens. *J Agric Food Chem.*;53 (24):9465-71

Satpal, D, Kaur, J, Bhadariya, V, Sharma, K.2021. *Actinidiadeliciosa* (Kiwi fruit): A comprehensive review on the nutritional composition, health benefits, traditional utilization, and commercialization. *J Food Process Preserv.*, 45: e15588

Scalbert Augustin, Ian T Johnson, Mike Saltmarsh, 2005. Polyphenols: antioxidants and beyond. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81 (1): 215-217

Serafini M, Bellocco R, Wolk A, Ekström AM. 2002. Total antioxidant potential of fruit and vegetables and risk of gastric cancer. *Gastroenterology*, 123, (4): 985-91

Singleton V. L., Joseph A.Rossi, 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture.* 16, (3): 144-158

- Sirich TL, Plummer NS, Gardner CD, Hostetter TH, Meyer TW., 2014. Effect of increasing dietary fiber on plasma levels of colon-derived solutes in hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol.* 9, (9): 1603-10
- Smirnoff N, Wheeler GL., 2000. Ascorbic acid in plants: biosynthesis and function. *Crit Rev Biochem Mol Biol.* 35, (4): 291-314
- Sotiropoulos, T., M. Koukourikou-Petridou, A. Petridis, D. Stylianidis, D. Almaliotis, I. Papadakis, I. Therios, and A. Molassiotis. 2009. Tsechelidis kiwifruit. *HortScience* 44: 466-468
- Spanos, G.A. and Wrolstad R.E., 1990. Influence of Processing and Storage on the Phenolic Composition of Thompson Seedless Grape Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 38, (7): 1565-1571
- Testolin, R., & Cipriani, G., 2008. ‘Soreli’: Nuova varietà di kiwia polpagialla. Ottenuta e diffusadall’ Università di Udine. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, 70: 54-56
- Wang Chien Y, J. George Buta, 2003. Maintaining quality of fresh-cut kiwifruit with volatile compounds. *Postharvest Biology and Technology.* 28 (1): 181-186
- Williams CA, Grayer RJ. Anthocyanins and other flavonoids. 2004. *Nat Prod Rep* 21 (4): 539-73
- Wojdyło Aneta, Jan Oszmiański, Renata Czemerys, 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. 105, (3): 940-949
- Ying Wang, Chun-li Zhao, Jin-ying Li, Yun-jiang Liang, Rui-qin Yang, Jia-yi Liu, Zhi Ma & Lin Wu (2018) Evaluation of biochemical components and antioxidant capacity of different kiwifruit (*Actinidiaspp.*) genotypes grown in China, *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 32 (3): 558-565
- Zhong Yan Wang, Elspeth A. MacRae, Michele A. Wright, Karen M. Bolitho, Gavin S. Ross & Ross G. Atkinson, 2000. Polygalacturonase gene expression in kiwifruit: relationship to fruit softening and ethylene production. *Plant Molecular Biology*: 42: 317–328