

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Σχολή Επιστημών Των Φυτών

Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής

Εργαστήριο Δενδροκομίας

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών:

**Τομείς Αιχμής Και Καινοτόμες Εφαρμογές Στην
Παραγωγή Και Συντήρηση Οπωροκηπευτικών και
Ανθοκομικών Ειδών**

Κατεύθυνση:

**Ποιότητα – Μετασυλλεκτική Βιολογία και Τεχνολογία
Καρπών, Λαχανικών και Ανθέων**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Με τίτλο:

**«Προσυλλεκτικοί χειρισμοί με διαλύματα ανόργανων ενώσεων
στην ποιότητα σύκων «Βασιλικά» κατά τη συγκομιδή και μετά από
συντήρηση σε απλή ψύξη»**

Του

Σακελλαρίδη Χ. Αναστάσιου Κωνσταντίνου

Γεωπόνου Γ.Π.Α

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Τσαντίλη Ελένη

ΑΘΗΝΑ, 2020

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Προσυλλεκτικοί χειρισμοί με διαλύματα ανόργανων ενώσεων στην ποιότητα σύκων «Βασιλικά» κατά τη συγκομιδή και μετά από συντήρηση σε απλή ψύξη»

“Pre-harvest treatments with mineral solutions at the quality of figs “Vasilika” during harvest and after cooling storage”

Του γεωπόνου Σακελλαρίδη Χ. Αναστάσιου Κων/νου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Τσαντίλη Ελένη, Καθηγήτρια

Εξεταστική Επιτροπή:

Τσαντίλη Ελένη, Καθηγήτρια Γ.Π.Α (Επιβλέπουσα)

Ξανθόπουλος Γεώργιος, Επ. Καθηγητής Γ.Π.Α

Καραπάνος Ιωάννης, Επ. Καθηγητής Γ.Π.Α

ΑΘΗΝΑ, 2020

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας μελέτης, είναι η μελέτη της επίδρασης διαφόρων προσυλλεκτικών χειρισμών με ανόργανες ενώσεις ως προς διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε καρπούς σύκων (*Ficus carica L.*) της ποικιλίας «Βασιλικά» κατά τη συγκομιδή αλλά και μετά από συντήρηση 3 ημερών σε απλή ψύξη.

Τα δένδρα ψεκάστηκαν με 11,5 L / δένδρο με α) 0,5 % διαλύματος διοξειδίου του πυριτίου (SiO₂) 4% w/w ή β) 0,15 % v/v σκευάσματος υδατοδιαλυτού οξειδίου του ασβεστίου (CaO) 8% w/w και υδατοδιαλυτού βορίου (B) 2,5% w/w ή γ) με σκεύασμα οξειδίου του ασβεστίου (CaO) 5,4 % w/w και συμπλεκτικοί παράγοντες 2,5 % w/w και διοξείδιο του πυριτίου (SiO₂) και οξείδιο του καλίου (K₂O). Συγκεκριμένα, όλοι οι χειρισμοί έγιναν δύο φορές ο καθένας στα ίδια δένδρα για κάθε χειρισμό, αλλά σε διαφορετικά δένδρα για τους διαφορετικούς χειρισμούς, σε διάστημα δύο εβδομάδων, με 11,5 L/ δένδρο τη φορά, ενώ όλα τα διαλύματα περιείχαν και 0,03 % v/v προσκολλητικού Saldo Plus. Επίσης, αφέθηκαν δύο δένδρα απέκαστα ως μάρτυρες και δύο ψεκάστηκαν με νερό και προσκολλητικό.

Μετρήθηκε το εσωτερικό και εξωτερικό χρώμα με χρωματόμετρο Minolta, η συνεκτικότητα, η ελαστικότητα, τα συνολικά διαλυτά στερεά, το pH και η τιτλοδοτούμενη οξύτητα. Όσον αφορά στη διαιτητική αξία, εκτιμήθηκε η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα με τις μεθόδους FRAP και DPPH. Επειδή η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα οφείλεται σε φαινολικές ενώσεις, μετρήθηκε η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών και φλαβονοειδών σε όλες τις επεμβάσεις όπως και οι ολικές ανθοκυανίνες.

Τα αποτελέσματα έδειξαν μια σημαντική διαφοροποίηση των παραπάνω εκτιμώμενων παραμέτρων μεταξύ των επεμβάσεων και των ημερών συντήρησης. Για τα ολικά φαινολικά, τα φλαβονοειδή, τις ολικές ανθοκυανίνες και την απώλεια βάρους δε φαίνεται να έχουμε σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ημερών συντήρησης. Όσον αφορά στην αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών, φαίνεται πως σημαντική επίδραση έχει μόνο ο χρόνος συντήρησης και μάλιστα οι ημέρες συντήρησης φαίνεται να μειώνουν τη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών με βάση τα αποτελέσματα και των δύο μεθόδων.

Όσον αφορά το εσωτερικό χρώμα, δεν παρατηρήθηκε κάποια διαφοροποίηση ενώ για το εξωτερικό χρώμα στην πλευρά της οστεόλης φαίνεται πως οι ημέρες συντήρησης οδηγούν στην ανάπτυξη πως έντονου χρώματος. Για το εξωτερικό χρώμα στην πλευρά του ποδίσκου, δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις.

Τα αποτελέσματα για το σχίσιμο των καρπών παρουσιάζουν πολύ ενδιαφέρον, καθώς και οι 3 επεμβάσεις που επιλέχθηκαν μείωσαν κατά πολύ τα ποσοστά σχισίματος, τόσο σε σχέση τους καρπούς που είχαν ψεκαστεί με νερό αλλά και όσον αφορά στους αγέκαστους καρπούς.

Τέλος, όσον αφορά στην ελαστικότητα και τη συνεκτικότητα των καρπών, φαίνεται πως οι επεμβάσεις με α) 0,5 % διαλύματος διοξειδίου του πυριτίου (SiO_2) 4% w/w ή β) 0,15 % v/v σκευάσματος υδατοδιαλυτού οξειδίου του ασβεστίου (CaO) 8% w/w και υδατοδιαλυτού βορίου (B) 2,5% w/w, φαίνεται να έχουν μικρότερες τιμές σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα και τους καρπούς που είχαν ψεκαστεί με νερό για την ημέρα 0, ενώ για την ημέρα 3 τα αποτελέσματα δε φαίνεται να διαφέρουν μεταξύ τους.

Λέξεις κλειδιά: ανόργανη λίπανση, ποιότητα σύκων, βασιλικά, διαιτητική αξία, μετασυλλεκτική ποιότητα

Abstract

The purpose of the present work, is to study the effect of various pre-harvest inorganic treatments on different qualitative characteristics of figs (*Ficus carica L.*) of the "Basilika" variety during harvest and after 3 days of cold storage at 10 C in air.

Trees were sprayed with 11,5 L/ tree with: a) 0,5 % silicon dioxide (SiO₂) 4% w/w or b) 0,15 % v/v water-soluble calcium oxide (CaO) 8% w/w + water-soluble boron (B) 2,5 w/w or c) calcium oxide (CaO) 5,4% w/w + clustering factors 2,5 % w/w + silicon dioxide (SiO₂) and potassium oxide (K₂O). In particular, each treatment was applied to two different trees, twice in 7-days time period, with 11,5 L / tree per application, while all solutions contained 0,03% v/v of Saldo Plus adhesive. Also, two trees were left unsprayed as a control and two were sprayed with water and adhesive.

Internal and external color were measured with a Minolta colorimeter and firmness, elasticity, total soluble solids, pH and titrated acidity were measured as well. In terms of dietary value, total antioxidant capacity assessed (by the FRAP and DPPH methods), total phenolics, total flavonoids and total anthocyanins.

The results showed some significant difference of the above effects on the determined variables. In terms of total phenolics, flavonoids, anthocyanins and weight loss percentage, there does not seem to be significant differences between treatments and/or days of storage. Concerning the antioxidant capacity of fruits, only the days of storage have a significant effect on the concentration and more specifically was progressively advanced by the increasing storage.

As for the internal color, no significant difference was observed while for the external color of the osteol area, days of storage seem to result in the development of a more intense color. The external color at the area of the peduncle, has no difference between treatments and days of storage. In regard to splitting, all the three treatments showed similar among them, but significantly reduced splitting frequencies than blanks and controls.

However, elasticity and firmness values were lower in treated fruit than in blanks and controls. This treatment effect contradicts with the beneficial treatment effects

on splitting and they could be ascribed to the necessity of measuring fig texture by modifications of the methods used.

KEYWORDS: mineral nutrition, fig quality, vasilika, dietary value, post-harvest quality

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Abstract	5
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	9
1.Εισαγωγή	10
1.1 Βοτανικά Χαρακτηριστικά	11
1.2 Ωρίμαση και συγκομιδή καρπών	12
1.2.1 Ωρίμαση	12
1.2.2 Συγκομιδή	13
1.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά	13
1.3.1 Αντιοξειδωτικές ουσίες και αντιοξειδωτική ικανότητα	13
1.3.2. Φαινολικά.....	15
1.3.3 Φαινολικά Οξέα	19
1.3.4 Φλαβόνες, φλαβονόνες και φλαβανόλες.....	19
1.3.5 Ανθοκυανιδίνες, Ανθοκυανίνες, φλαβανόνες και ισοφλαβόνες	20
1.3.6 Ταννίνες	21
1.3.7 Στυλβένια	23
1.3.8 Σημασία των φαινολικών ενώσεων.....	23
1.3.9 Αντιοξειδωτική Ικανότητα των φαινολικών ενώσεων.....	24
1.4 Ειδικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας «Βασιλικά»	26
1.5 Οικονομικά στοιχεία	27
1.6 Σκοπός της μελέτης.....	28
2.Υλικά και Μέθοδοι	30
2.1 Ψεκασμοί	30
2.2. Πρώτη ύλη	31
2.3 Απώλεια Βάρους.....	32
2.4 Μέτρηση χρώματος εξωτερικά, μέτρηση συνεκτικότητας και ελαστικότητας	32
2.5 Μέτρηση χρώματος εξωτερικά	36
2.6 Μέτρηση διαλυτών στερεών, ρΗ και οξύτητας	37
2.7 Εκχύλιση	38
2.8 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών	38
2.9 Προσδιορισμός ολικών φλαβονοειδών	39
2.10 Υπολογισμός Αντιοξειδωτικής Ικανότητας Καρπών.....	39
2.10.1 Μέθοδος FRAP	39
2.10.2 Μέθοδος DPPH.....	40
2.11 Ανθοκυανίνες.....	41
2.12 Ξήρανση του φυτικού ιστού	42
2.13 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων	42
3.Αποτελέσματα & Συζήτηση.....	43
3.1 Απώλεια βάρους.....	43
3.2 Σχίσιμο καρπών	44
3.3 Brix	46
3.4 PH	47
3.5 Τιτλοδοτούμενη οξύτητα	47

3.6 Εσωτερικό χρώμα καρπών.....	49
3.7 Εξωτερικό χρώμα.....	50
3.7.1 Εξωτερικό χρώμα στην πλευρά του ποδίσκου.....	50
3.7.2 Εξωτερικό χρώμα στην πλευρά της οστεόλης.....	52
3.8 Ολικά φαινολικά σε αποξηραμένο ιστό.....	55
3.9 Ολικά Φλαβονοειδή σε ξηρό ιστό.....	56
3.10 DPPH σε ξηρό ιστό.....	57
3.11 FRAP σε ξηρό ιστό.....	58
3.12 Ανθοκυανίνες σε ξηρό ιστό.....	60
3.13 Ελαστικότητα και συνεκτικότητα.....	61
3.14 Σύνοψη.....	64
3.15 Προβλήματα & προοπτικές του πειράματος.....	65
Βιβλιογραφία.....	66

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θα ήθελα να ξεκινήσω ευχαριστώντας την καθηγήτρια του εργαστηρίου Δενδροκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Τσαντίλη Ελένη, για την ανάθεση της διατριβής αυτής αλλά και για την καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την εκπόνηση και συγγραφή αυτής καθώς επίσης και τα μέλη της εξεταστικής μου επιτροπής κ. Καραπάνο Ιωάννη, Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και κ.Ξανθόπουλο Γεώργιο, Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για τις χρήσιμες συμβουλές και τις διορθώσεις τους.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους γεωπόνους, Δρ.Χριστόπουλο Μιλτιάδη για τη βοήθεια που μου παρείχε αλλά ιδιαίτερα την υποψήφια διδάκτορα του εργαστηρίου Δενδροκομίας, κ. Καραντζή Αθανασία, χωρίς τη βοήθεια της οποίας η ολοκλήρωση της διατριβής αυτής δε θα ήταν δυνατή.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω του συμφοιτητές μου για τον εξαιρετικό αυτό ενάμιση χρόνο που περάσαμε μαζί, την φιλία των οποίων ελπίζω να διατηρήσω για πολλά χρόνια ακόμα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους γονείς μου για την υποστήριξη, υλική και ψυχική, που χωρίς αυτούς δε θα γνώριζα αυτή την υπέροχη επιστήμη την οποία καλούμαι να υπηρετήσω.

Σακελλαρίδης Χ. Αναστάσιος Κων/νος

1.Εισαγωγή

Η συκιά, είναι ένα δένδρο με πολύ μεγάλη ιστορία που ξεκινά από τους προϊστορικούς χρόνους. Σύμφωνα με αρχαιολογικά ευρήματα στην περιοχή του Παρισιού, υπολογίζεται ότι η ύπαρξη της συκιάς χρονολογείται στην εποχή της Πλειστόκαινου εποχής και πιστοποιεί την ύπαρξη της, από τα προϊστορικά χρόνια στην Ευρώπη. Στην Ελλάδα, η συκιά καλλιεργείται από την Ομηρική εποχή. Σε εκείνα τα χρόνια ήταν ευρέως γνωστή η ποικιλία «Βασιλική», η οποία καλλιεργείτο κυρίως στην Αττική (Θεριός & Δημάση 2013).

Το δένδρο της συκιάς είναι ιθαγενές στο Ιράν, τη Μικρά Ασία και την Συρία και βρίσκεται σε άγρια, ημιβελτιωμένη ή βελτιωμένη κατάσταση στις πλείστες Μεσογειακές χώρες. Η συκιά φέρεται με τα ονόματα *figue* (Γαλλία), *feige* (Γερμανία), *figo* (Ιταλία, Πορτογαλία) και *Higo* ή *Breno* (Ισπανία) (Θεριός & Δημάση 2013).

Μοσχεύματα της Σμυρνείκης συκιάς που καλλιεργούνται σε όλη την Ελλάδα μεταφέρθηκαν στην περιοχή σε διάφορες εποχές. Πολλοί Τούρκοι τσιφλικάδες είχαν μεταφέρει από τη Σμύρνη μοσχεύματα συκιάς γύρω στο 1800. Το 1908 η Ελληνική κυβέρνηση παραλαμβάνει χιλιάδες μοσχεύματα από τη Σμύρνη που είχαν εξαχθεί παράνομα αφού απαγορεύονταν οι εξαγωγές από τους Τούρκους. (Ashworth et al, 1985).

Οι λαοί της Μέσης Ανατολής και της Μεσογείου, παρασκευάζουν εδώ και εκατοντάδες χρόνια, γλυκά, επιδόρπια και ροφήματα, αξιόλογα γαστρονομικά όσο και θρεπτικά, εδέσματα με βάση τα σύκα. Στη νεότερη Ελλάδα, η καλλιέργεια της συκιάς έπαιξε, για πολλούς αιώνες και μάλιστα σε δύσκολες εποχές, σημαντικό ρόλο στη διατροφή του πληθυσμού της πατρίδας μας μαζί με το αμπέλι, την ελιά και τα σιτηρά, δεδομένου ότι πρόκειται για δέντρο που είναι άριστα προσαρμοσμένο στο ξηροθερμικό κλίμα των νοτίων κυρίως περιοχών της χώρας και των νησιών μας και για να αποδώσει δεν απαιτεί ιδιαίτερες καλλιεργητικές φροντίδες. Επίσης, στη χώρα μας τα σύκα, υπήρξαν, για πολλά χρόνια, ένα από τα πολυτιμότερα εξαγωγίμα αγροτικά προϊόντα. Λίγο πριν τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, τα σύκα αντιπροσώπευαν το 20% της αξίας των εξαγόμενων γεωργικών προϊόντων της χώρας μας. Αυτός ακριβώς ήταν και ο λόγος που το 1929 ιδρύθηκε από το Υπουργείο Γεωργίας, ειδικό γραφείο προστασίας των Ελληνικών σύκων. Το γραφείο αυτό καταργήθηκε το 1952 και το επόμενο έτος οι συκοπαραγωγοί των Νομών Μεσσηνίας και Λακωνίας ίδρυσαν την «ΣΥΚΙΚΗ» μια συνεταιριστική οργάνωση υπό την εποπτεία του Υπουργείου Γεωργίας και της Αγροτικής Τράπεζας, που είχε ως στόχο την προστασία της συκοπαραγωγής και την υπό ευνοϊκούς όρους διάθεση και εξαγωγή του προϊόντος (Θεριός & Δημάση 2013).

1.1 Βοτανικά Χαρακτηριστικά

Η συκιά (*Ficus carica L.*), είναι τροπικό/υποτροπικό είδος που μπορεί να καλλιεργηθεί και σε ήπιες κλιματικά περιοχές της εύκρατης ζώνης. Αποτελεί μία σημαντική δενδρώδη καλλιέργεια εξαιτίας της υψηλής εμπορικής αξίας των καρπών της.

Η συκιά καλλιεργείται για τους καρπούς της, οι οποίοι είτε καταναλώνονται νωποί είτε ξηροί. Όπως μπορεί να καταλάβει κανείς, η τάση για την αποξήρανση των σύκων προέκυψε αφενός από το γεγονός ότι τα αποξηραμένα σύκα παρουσιάζουν μικρό ποσοστό φθαρτότητας σε σχέση με τα φρέσκα, γεγονός που βοηθάει στην καλύτερη συντήρηση και μεταφορά τους σε μακρινές αγορές και αφετέρου στο ότι η θρεπτική αξία των ξηρών συκών είναι υπερτριπλάσια αυτής των νωπών (Ματάλα, 2015). Σαν φρούτο, το σύκο αποτελεί πολύ καλή πηγή υδατανθρακών και φυτικών ινών, ενώ είναι και πολύ πλούσιο σε ασβέστιο, σίδηρο και βιταμίνες Α και C (Ματάλα, 2015).

Η συκιά, η οποία είναι διπλοειδής ($2n=26$, $n=13$), ανήκει βοτανικά στην οικογένεια Moraceae. Είναι φυλλοβόλο δίοικο είδος, μέτριου έως σχετικά μεγάλου μεγέθους (ύψος 6-8 m) και είναι ιθαγενές των παραμεσόγειων χωρών. Έχει διάρκεια παραγωγικής ζωής περίπου 50 χρόνια.

Καρπός της συκιάς είναι ένας σύνθετος καρπός (ταξικαρπία), που αποτελείται από μικρές δρύπες. Οι δρύπες προκύπτουν από τις ωοθήκες σε μια κλειστή ταξιανθία που είναι γνωστή ως συκόνιο (syconium). Από βοτανική άποψη, είναι το ώριμο, εύχυμο συκόνιο, ένας ψευδής καρπός, ο οποίος αποτελείται στο σύνολό του από βλαστικό ταξιανθικό ιστό. Οι αληθινοί καρποί είναι τα μικροσκοπικά έμμισχα δρυπόμορφα αχαίνια στο εσωτερικό του συκονίου. Ανάλογα με την ποικιλία, οι καρποί της συκιάς παρουσιάζουν σφαιρικό ή αχλαδόμορφο σχήμα, το χρώμα του φλοιού τους είναι πράσινο, πρασινοκίτρινο, λευκοκίτρινο, μωβ ή μελανό, ενώ η σάρκα τους, η οποία έχει μαλακή σύσταση και γλυκιά γεύση, είναι επίσης διαφόρων αποχρώσεων όπως κεχριμπαρί, ανοιχτοκόκκινη, κόκκινη ή ρόδινη. (Ποντίκης, 1996).



Εικόνα 1 Καρπός σύκου της ποικιλίας "Βασιλικά" . Φωτογραφία: Σακελλαρίδης Αναστάσιος, 2019

Η ωρίμανση των καρπών της ξεκινά από τις αρχές Αυγούστου, ενώ η περίοδος συλλογής των καρπών εκτείνεται μέχρι τον Σεπτέμβριο-Οκτώβριο, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την περιοχή όπου καλλιεργείται

1.2 Ωρίμανση και συγκομιδή καρπών

1.2.1 Ωρίμανση

Τα σύκα είναι ώριμα όταν έχουν ένα ικανοποιητικό μέγεθος, όταν ο φλοιός τους αποκτήσει το χαρακτηριστικό χρώμα της ποικιλίας και ανάλογα με την συνεκτικότητα τους, δηλαδή όταν έχουν αρχίσει να μαλακώνουν (Ποντίκης, 1996). Ένα χαρακτηριστικό από το οποίο μπορούμε να καταλάβουμε αν ένα σύκο είναι ώριμο ή όχι είναι η έκκριση γάλακτος από τον ποδίσκο και ειδικότερα από τα κύτταρα latex. Ο γαλακτώδης αυτός χυμός είναι το κυττοπλασματικό υγρό που περιέχουν τα συνήθη οργανίδια όπως οι πυρήνες, τα μιτοχόνδρια, τα χυμοτόπια, τα ριβοσώματα και το σύστημα Golgi (Θερίος, Δημάση 2013). Αν πάμε να τραβήξουμε ένα σύκο και αρχίσει να τρέχει «γάλα», τότε αυτό σημαίνει ότι ο καρπός είναι ακόμα άγουρος. Τα σύκα που προορίζονται για ξήρανση, πρέπει να συλλέγονται στο στάδιο της πλήρους ωριμότητας. Σε αυτό το στάδιο εμφανίζονται με συρρικνωμένο φλοιό και έχουν τη μέγιστη περιεκτικότητα σε σάκχαρα. Μια τεχνική που χρησιμοποιούν οι παραγωγοί για πιο γρήγορη ωρίμανση των σύκων είναι το λάδωμά τους. Γίνεται επάλειψη με λάδι στον οφθαλμό τους αφού έχουν αποκτήσει διάμετρο 35 με χιλιοστά.

Αποτέλεσμα αυτής της εφαρμογής είναι ότι οι καρποί μεγαλώνουν σε μέγεθος μετά από ελάχιστες μέρες και τελικά φτάνουν σε πλήρη ωριμότητα μετά από μόλις 8 ημέρες (Μαλαπάνη, 2011).

1.2.2 Συγκομιδή

Η συγκομιδή των σύκων που προορίζονται για νωπή κατανάλωση πρέπει να γίνεται με προσοχή, ώστε να μην τραυματιστούν, γιατί θα υποβαθμιστεί η ποιότητα τους. Συνήθως η συγκομιδή γίνεται με συστροφή του ποδίσκου για να μείνει έτσι ανέπαφος ο καρπός. Χρειάζεται προσοχή όσο αναφορά το γαλακτώδες υγρό που περιέχει η συκιά. Αυτό το υγρό περιέχει κόμμεα, ρητίνες, λίπη και κηρούς που όταν έρθει σε επαφή με το δέρμα μας μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό και αλλεργία. Καλό θα ήταν λοιπόν, να χρησιμοποιούνται βαμβακερά γάντια και να γίνεται επάλειψη των χεριών με ελαιόλαδο (Ποντίκης, 1996). Μετά τα συγκομισμένα νωπά σύκα μπορούν να τοποθετηθούν σε τελάρα ή καφάσια με τέτοιο τρόπο ώστε να μην έρχονται σε επαφή και να μπορεί να περνάει ο αέρας ανάμεσα τους. Η συγκομιδή των σύκων που προορίζονται για ξήρανση μπορεί να γίνει είτε από το έδαφος μετά την πτώση τους από το δέντρο είτε για πιο γρήγορα κουνώντας το δέντρο ή ραβδίζοντας το. Πολλοί τοποθετούν δίχτυα γύρω από το δέντρο, ώστε να πέφτουν εκεί τα σύκα αντί στο έδαφος και να διευκολύνεται η συλλογή τους.

1.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

1.3.1 Αντιοξειδωτικές ουσίες και αντιοξειδωτική ικανότητα

1.3.1.1 Ελεύθερες ρίζες – Ενεργές Μορφές Οξυγόνου

Ως ελεύθερες ρίζες χαρακτηρίζονται τα άτομα ή μόρια, τα οποία διαθέτουν ένα ή περισσότερα μονήρη ηλεκτρόνια στο υψηλότερο κατειλημένο ατομικό ή μοριακό τους τροχιακό αντίστοιχα. Οι ελεύθερες ρίζες, μπορεί να είναι είτε θετικά είτε αρνητικά φορτισμένες ή ουδέτερα και σχηματίζονται γενικά με τρεις τρόπους:

- Με απόδοση ενός ηλεκτρονίου από ένα μόριο
- Με πρόσληψη ενός ηλεκτρονίου από ένα μόριο
- Με ομολυτική σχάση ενός δεσμού και σχηματισμό δύο μοριακών θραυσμάτων που διαθέτουν από ένα μονήρες ηλεκτρόνιο.

Οι ελεύθερες ρίζες είναι εξαιρετικά ασταθείς λόγω των ασύζευκτων ηλεκτρονίων, πράγμα που τις καθιστά εξαιρετικά δραστικές. Αλληλεπιδρούν με οργανικές ενώσεις όπως λιπίδια, πρωτεΐνες, DNA και υδατάνθρακες και μέσω της οξειδωσης προκαλούν ζημιά στη δομή των άλλων ενώσεων, παρεμποδίζοντας την κανονική λειτουργία τους (Somogyi et al., 2007, Διαμαντίδης, 2007).

Από τις διάφορες ελεύθερες ρίζες, εκείνες που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το πεδίο της χημείας των τροφίμων και της μετασυλλεκτικής, είναι οι οξυγονούχες που είναι γνωστές με τη συλλογική ονομασία «ενεργές μορφές οξυγόνου» (*Reactive Oxygen Species, ROS*). Οι ενεργές μορφές οξυγόνου προέρχονται από τη μερική, μη πλήρη αναγωγή του μοριακού οξυγόνου, έχουν ισχυρότερη οξειδωτική δράση από το ίδιο το οξυγόνο και είναι τοξικές για τα κύτταρα. Τα ιόντα και οι ενώσεις που κατατάσσονται στις ενεργές μορφές οξυγόνου είναι το μονήρες οξυγόνο ($^1\text{O}_2$), το υπεροξειδίο του οξυγόνου (O_2) το υπεροξειδίο του υδρογόνου (H_2O_2), η ρίζα υδροξυλίου (OH), η υπερυδροξυλική ρίζα (O_2H) και το όζον (O_3).

Ανάλογα με το είδος του φυτικού ιστού και της καταπόνησης, μπορεί να αλλάζει η τοποθεσία μέσα στο κύτταρο όπου δημιουργούνται οι ενεργές μορφές οξυγόνου, ωστόσο η αύξησή τους φαίνεται να είναι ο κοινός παρονομαστής σε πολλά είδη καταπονήσεων (Hodges, 2001).

1.3.1.2 Αντιμετώπιση της δράσης των ROS

Η αντιμετώπιση των ελευθέρων ριζών είναι δυνατή με τη δράση των λεγόμενων αντιοξειδωτικών. Γενικά, ως αντιοξειδωτικό μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε ένωση που όταν υπάρχει σε χαμηλές συγκέντρωσεις σε σχέση με εκείνες των ευοξειδωτων υποστρωμάτων, μπορεί να καθυστερήσει ή και να παρεμποδίσει την οξείδωση των υποστρωμάτων αυτών. Ο παραπάνω ορισμός καλύπτει όλες τις ενώσεις που μπορούν να οξειδωθούν από τις ελεύθερες ρίζες, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που παρεμποδίζουν συγκεκριμένα οξειδωτικά ένζυμα ή αντιδρούν με οξειδωτικές ενώσεις πριν αυτές καταστρέψουν καίρια βιολογικά μόρια (Frankel and Meyer, 2000).

Τα αντιοξειδωτικά διακρίνονται (γενικά) σε δυο κατηγορίες. Σε αυτά που παρεμποδίζουν τον σχηματισμό ενεργών μορφών οξυγόνου και σε εκείνα που δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες με σχηματισμό σταθερών προϊόντων (Huang et al 2005). Οι αερόβιοι οργανισμοί, έχουν αναπτύξει για την αντιμετώπιση των τοξικών δράσεων των ROS, ένα πολύπλοκο ενδογενές δίκτυο αντιοξειδωτικής προστασίας. Το δίκτυο αυτό, περιλαμβάνει λιποδιαλυτές αντιοξειδωτικές ενώσεις (τοκοφερόλες, καροτενοειδή), υδατοδιαλυτές αντιοξειδωτικές ενώσεις (γλουταθειόνη, ασκορβικό οξύ), καθώς και διάφορα ένζυμα (υπεροξειδική δισμουτάση, καταλάση, ασκορβική υπεροξειδάση) που μπορούν να δεσμεύουν τις ROS ή να παρεμποδίζουν τον σχηματισμό τους. Σε περίπτωση που η αποφυγή της οξείδωσης δεν είναι εφικτή, κατάλληλα ένζυμα που μπορούν να επιδιορθώνουν τις βλάβες των κυττάρων ή να οδηγήσουν στην απομάκρυνσή τους από τον οργανισμό (απόπτωση κυττάρων) συμπληρώνουν το ενδογενές σύστημα προστασίας (Νενάδης, 2008). Τα τελευταία χρόνια δίνεται ιδιαίτερο ενδιαφέρον και σε άλλα μόρια με αντιοξειδωτική ικανότητα εκτός των προαναφερθέντων, όπως οι φαινολικές ενώσεις (Robards et al., 1999), καθώς σύμφωνα με έρευνες οι ενώσεις αυτές φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα από τις βιταμίνες C και E (Cao et al., 1998, Vinson et al., 1995).

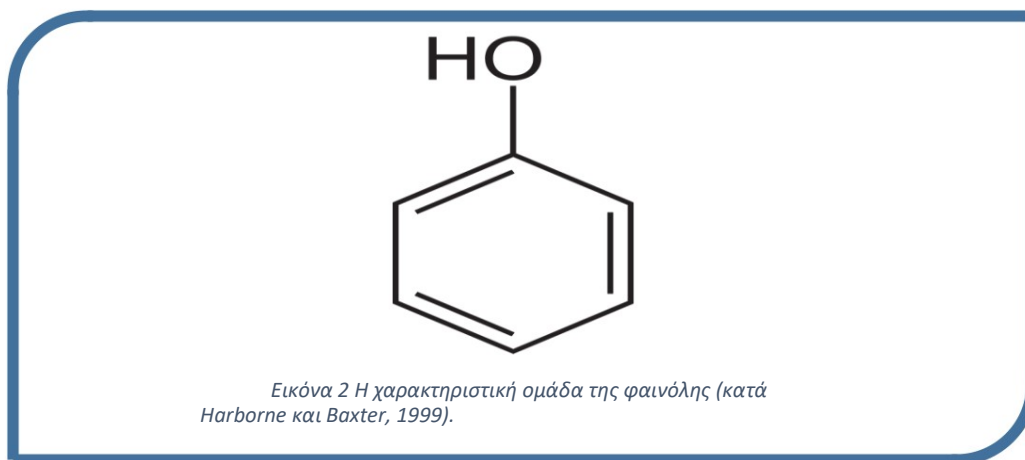
1.3.2. Φαινολικά



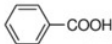
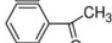
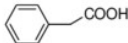
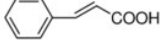
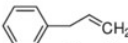
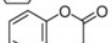


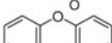
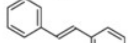
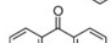
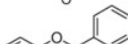

Με τον όρο φαινολικές ενώσεις ή φαινολικά συστατικά εννοούμε μια κατηγορία χημικών ενώσεων οι οποίες περιέχουν στο μόριό τους τη χαρακτηριστική ομάδα της φαινόλης. Μαζί με τα αλκαλοειδή και τα τερπενοειδή, οι φαινολικές ενώσεις είναι προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού των φυτών και βρίσκονται εντός αυτών ελεύθερα ή ενωμένα με μόρια γλυκόζης ή άλλα σάκχαρα (γλυκοζίτες ή γλυκοσίδες), ενώ πολλές περιλαμβάνουν αμίνες, οργανικά οξέα, λιπίδια και άλλα συστατικά (Robins, 2003, Harborne and Baxter, 1999).

Επειδή με τον ορισμό αυτό συμπεριλαμβάνονται και άλλες ενώσεις είναι προτιμότερος ένας ορισμός που βασίζεται στο μεταβολικό μονοπάτι σύνθεσης των φαινολικών ενώσεων στα φυτά. Φαινολικές ενώσεις θεωρούνται εκείνες που προέρχονται από τα μεταβολικά μονοπάτια του σικιμικού και του οξικού οξέος και βασικός τους ρόλος είναι η προστασία των φυτών από το φωτοσυνθετικό και το περιβαλλοντικό stress. Τα φαινολικά οξέα και τα φλαβονοειδή, βασικές κατηγορίες φαινολικών ενώσεων, είναι δευτερογενείς μεταβολίτες που παράγονται από τη φαινυλαλανίνη, μέσω της βιοσυνθετικής οδού του σικιμικού οξέος, από το γενικό

βιοσυνθετικό μονοπάτι του φαινυλοπροπανίου και το ειδικό μονοπάτι σύνθεσης των φλαβονοειδών (Bravo, 1998). Θεωρείται ότι ποσοστό 20% των σακχάρων που σχηματίζονται κατά τη φωτοσύνθεση, χρησιμοποιούνται στο μεταβολισμό των φαινυλοπροπυνοειδών, σχηματίζοντας την πλειοψηφία των φαινολικών συστατικών (Robards et al., 1999).

Η ταξινόμηση των φαινολικών ενώσεων γίνεται με βάση τον αριθμό και τη διάταξη των ατόμων του άνθρακα που ενώνονται με τον δακτύλιο της φαινόλης και συνήθως απαντώνται υπό συζευγμένη μορφή με σάκχαρα και οργανικά οξέα. Με βάση αυτή τη ταξινόμηση προκύπτουν δύο μεγάλες κατηγορίες φαινολικών ενώσεων στα φυτά, τα φλαβονοειδή και τα μη φλαβονοειδή.



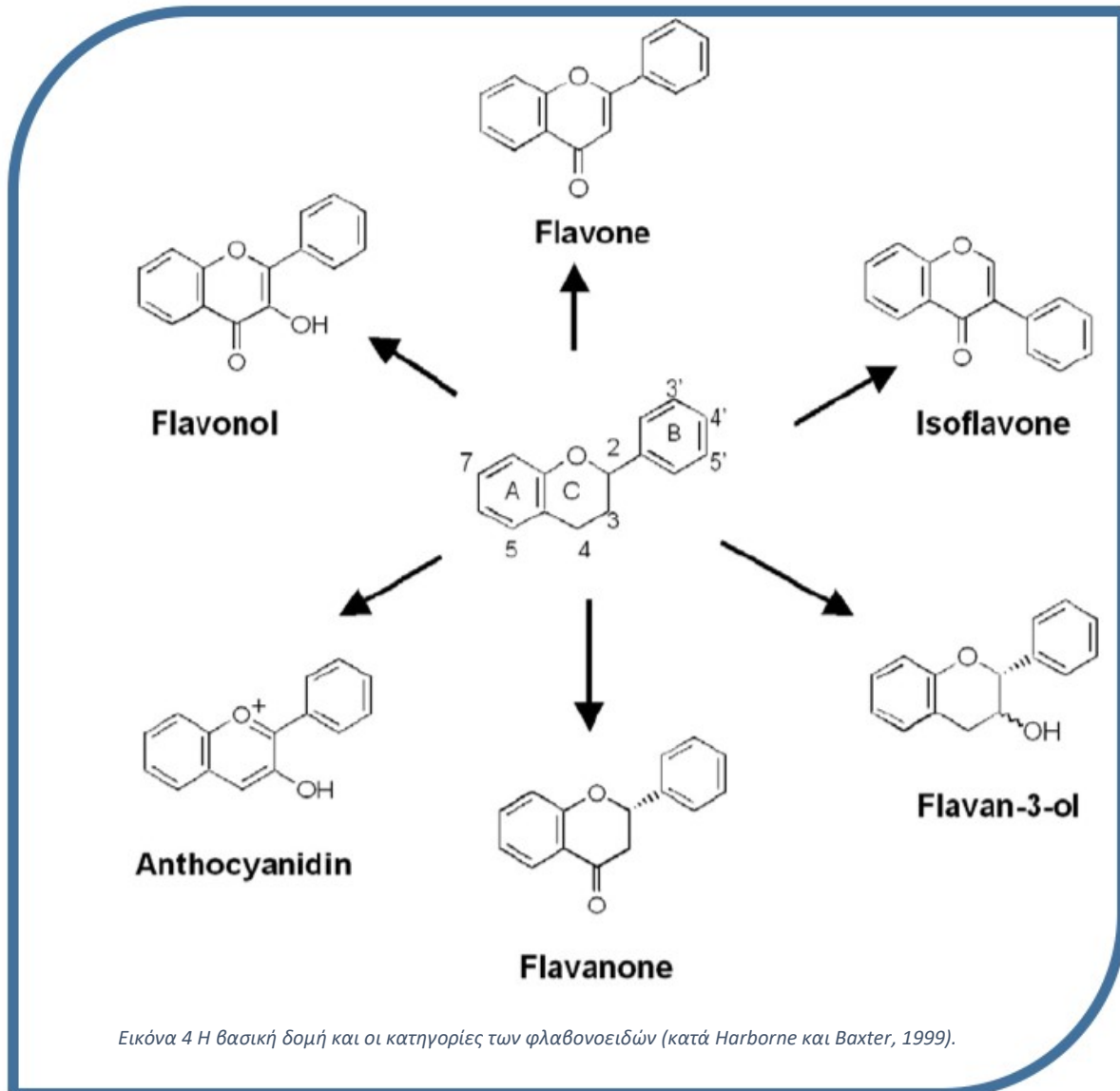
<i>Carbon numbers</i>	<i>Class</i>	<i>Basic structure</i>	<i>Sources</i>
C ₆	Simple phenols		
	Benzoquinones		
C ₆ -C ₁	Benzoic acid		Cranberry, cereals
C ₆ -C ₂	Acetophenones		Apple, apricot, banana, cauliflower
	Phenylacetic acid		
C ₆ -C ₃	Cinnamic acid		Carrot, citrus, tomato, spinach, peaches, cereal, pears, eggplant
	Phenylpropene		
	Coumarins		Carrot, celery, citrus, parsley
	Chromones		
C ₆ -C ₄	Naphthoquinones		Nuts
C ₆ -C ₁ -C ₆	Xanthones		Mango, Mangosteen
C ₆ -C ₂ -C ₆	Stilbenes		Grapes
	Anthraquinones		
C ₆ -C ₃ -C ₆	Flavonoids		Widely distributed
(C ₆ -C ₃) ₂	Lignans, neolignans		Sesame, rye, wheat, flax
(C ₆ -C ₁) _n	Hydrolysable tannins	Heterogeneous polymer composed of phenolic acids and simple sugars	Pomegranate, raspberry
(C ₆ -C ₃) _n	Lignins	Highly crosslinked aromatic polymer	

Εικόνα 3 Οι κυριότερες τάξεις φαινολικών ενώσεων (κατά Crozier et al., 2009)

1.3.2.1 Φλαβονοειδή

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό φυτικών φαινολικών ενώσεων με βασικό τύπο C₆-C₃-C₆, ο οποίος αντιστοιχεί στη φλαβονόνη και κύριους εκπροσώπους τις ανθοκυανίνες και τις ταννίνες. Βρίσκονται κυρίως στην επιδερμίδα των φύλλων και στο φλοιό των φρούτων (Crozier et al., 2009, Goodwin and Mercer, 1983).

Η χημική δομή των φλαβονοειδών στηρίζεται στην ύπαρξη του φλαβανικού σκελετού, ο οποίος αποτελείται από έναν αρωματικό δακτύλιο A, έναν αρωματικό δακτύλιο και από έναν κεντρικό ετεροδακτύλιο, ο οποίος φέρει οξυγόνο. Ανάλογα με το βαθμό οξείδωσης του ετεροκυκλικού δακτυλίου μπορούν να διακριθούν αρκετές ομάδες των φλαβονοειδών, όπως οι φλαβόνες, οι φλαβανόνες, οι φλαβονόλες, οι 3-φλαβονόλες, οι ισοφλαβόνες και οι ανθοκυανιδίνες. Κάθε ομάδα αποτελείται από πολλές ενώσεις οι οποίες διαφέρουν η μία από την άλλη ως προς τους υποκαταστάτες του σκελετού και ιδιαίτερα τους υποκαταστάτες του B δακτυλίου (Harborne and Baxter,1999).

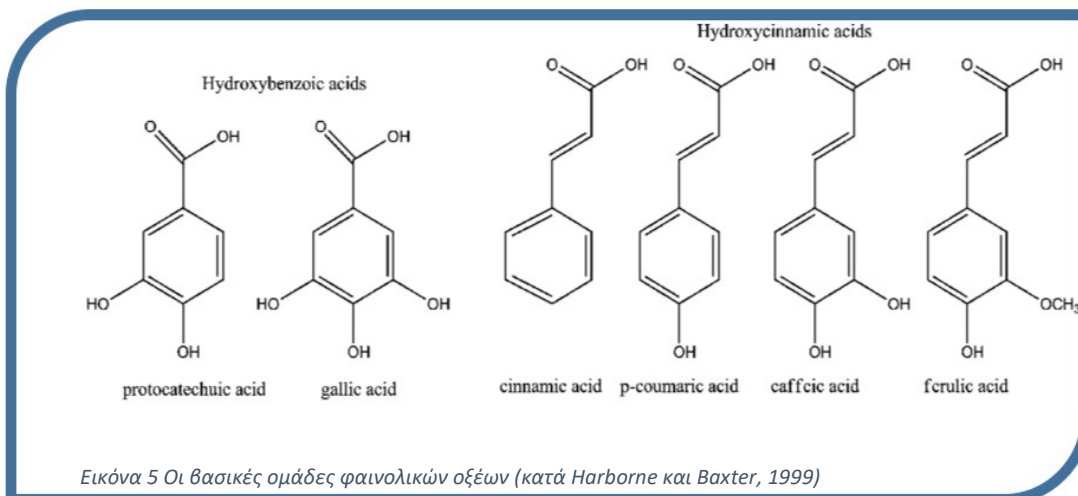


1.3.2.2 Μη φλαβονοειδή

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τα φαινολικά οξέα που διακρίνονται σε βενζοϊκά οξέα (C6-C1), με κύριο εκπρόσωπο το γαλλικό οξύ, το οποίο είναι η πρόδρομη ένωση στη βιοσύνθεση των υδρολυόμενων ταννινών και σε υδροξυκινναμωμικά οξέα (C6-C3) και στυλβένια (C6-C2-C6) (Crozier et al., 2009, Goodwin and Mercer, 1983).

1.3.3 Φαινολικά Οξέα

Τα φαινολικά οξέα διακρίνονται σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα αφορά στα παράγωγα του βενζοϊκού οξέος και η δεύτερη στα παράγωγα του υδροξυκινναμωμικού οξέος. Η ποικιλομορφία της δομής των υδροξυβενζοϊκών οξέων (C6-C1), στηρίζεται στη διάταξη των υδροξυλίων και των μεθυλομάδων στον αρωματικό δακτύλιο (Crozier et al., 2009). Τα κυριότερα οξέα της κατηγορίας αυτής που απαντούν στα φυτά είναι το p-υδροξυβενζοϊκό, το βανιλικό, το συρινγικό, το σαλικυλικό, το γαλλικό και το ελλαγικό οξύ. Τα δύο τελευταία απαντώνται κυρίως υπό δεσμευμένη μορφή, ως γαλλοταννίνες και ελλαγοταννίνες αντίστοιχα (Harborne, 1998). Ως προς τα υδροξυκινναμωμικά οξέα (C6-C3), τα κυριότερα που απαντώνται στα φυτά είναι το p-κουμαρικό, το καφεϊκό, το φερουλικό και το σιναιπικό οξύ (Crozier et al., 2009).



1.3.4 Φλαβόνες, φλαβονόνες και φλαβανόλες

Οι φλαβόνες και φλαβονόλες έχουν παρόμοια δομή του C δακτυλίου, ο οποίος φέρει διπλό δεσμό μεταξύ των θέσεων 2- και 3-. Η μεταξύ τους διαφορά είναι ότι οι φλαβονόλες φέρουν ομάδα υδροξυλίου στη θέση 3- στο δακτύλιο C.

Οι φλαβόνες, παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία, η οποία οφείλεται στην υδροξυλίωση, μεθυλίωση, O- και C- αλκυλίωση και γλυκοζυλίωσή τους. Οι

φλαβονόλες είναι ευρύτατα διαδεδομένες στα φυτά. Οι περισσότερες φλαβόνες συνήθως απαντώνται ως 7- γλυκοζίτες, ενώ οι φλαβονόλες συνήθως ως 3-γλυκοζίτες. Κύριοι εκπρόσωποι των φλαβονών στα φυτά είναι η λουτεολίνη και η απιγενίνη, ενώ των φλαβονολών η κερκετίνη, η καμφερόλη, η μρικετίνη και η ισοραμνετίνη (Harborne and Baxter, 1999, Crozier et al., 2009).

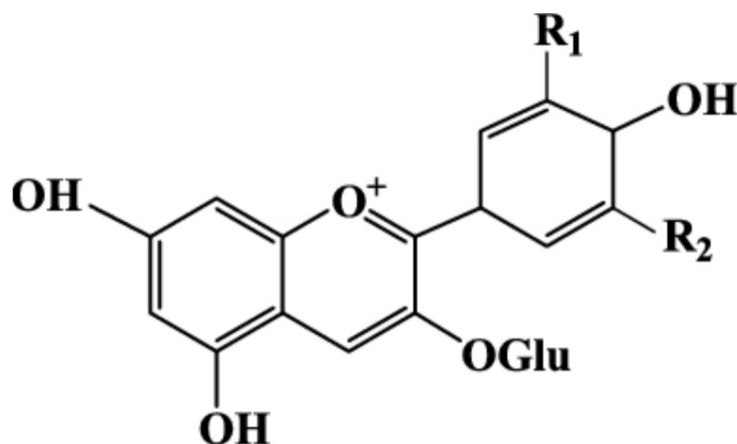
Το παράγωγο της φλαβονόλης που έχει τον κεντρικό ετεροκυκλικό δακτύλιο υδρογονωμένο λέγεται φλαβαν-3-όλη (Rice-Evans et al., 1997). Στη φύση οι κυριότερες φλαβαν-3-όλες είναι οι : (+)- κατεχίνη, (+)- γαλλοκατεχίνη, (-)- επικατεχίνη, (+)- επικατεχίνη, (-)- επιγαλλοκατεχίνη και οι γαλλικοί εστέρες της (-)- επικατεχίνης και (-)- επιγαλλοκατεχίνης. Τα ολιγομερή ή πολυμερή των φλαβαν-3-ολών, τα οποία ονομάζονται επίσης προανθοκυανιδίνες ή συμπυκνωμένες ταννίνες, αποτελούν μια μεγάλη ομάδα φυσικών φαινολικών παραγώγων (Francisco and Resurreccion, 2008).

1.3.5 Ανθοκυανιδίνες, Ανθοκυανίνες, φλαβανόνες και ισοφλαβόνες

Οι ανθοκυανίνες αποτελούν σημαντική υποκατηγορία των φαινολικών παραγώγων. Το μεγαλύτερο μέρος των χημικών ενώσεων που δίνουν στα άνθη, στους καρπούς, στα φύλλα και καμιά φορά στο περίβλημα των σπόρων, το πορφυρό, ερυθρό, πορτοκαλί, κυανό και ιώδες χρώμα τους είναι ανθοκυανίνες. Απαντούν στη φύση είτε ως άλατα του οξονίου, συνήθως χλωρίου, είτε υπό μορφή ετεροζιτών, οι οποίοι (ως ακετάλες) υδρολύονται εύκολα προς ένα άγλυκο και ένα ή περισσότερα μόρια σακχάρων. Τα άγλυκα¹ που προκύπτουν λέγονται ανθοκυανιδίνες. Οι ανθοκυανιδίνες δεν απαντούν ελεύθερες στη φύση, αλλά ενωμένες με σάκχαρα, ως ετεροζίτες, των οποίων είναι γνωστοί είκοσι διαφορετικοί τύποι. Τα σάκχαρα που απαντούν στις ανθοκυανίνες είναι πάντα αλδόζες, κυρίως γλυκόζη, ξυλόζη, αραβινόζη, γαλακτόζη ή ραμνόζη. Οι πιο διαδεδομένες ανθοκυανιδίνες είναι η πελαργονιδίνη, η κυανιδίνη, η πεονιδίνη, η δελφινιδίνη, η πετουνιδίνη και η μαλβιδίνη (Crozier et al., 2009).

¹ Οι ετερογλυκοζίτες αυτής της κλάσης συνίστανται από ένα ζαχαρούχο τμήμα και ένα μη ζαχαρούχο τμήμα

Οι φλαβανόνες έχουν τον δακτύλιο C κορεσμένο και απαντώνται κυρίως ως O- και C- γλυκοζίτες. Δεν είναι ευρύτατα διαδεδομένες στο φυτικό βασίλειο, αλλά τις συναντάμε σε αξιόλογες ποσότητες στα εσπεριδοειδή και στα δαμάσκηνα. (Francisco and Resurreccion, 2008, Bravo, 1998).



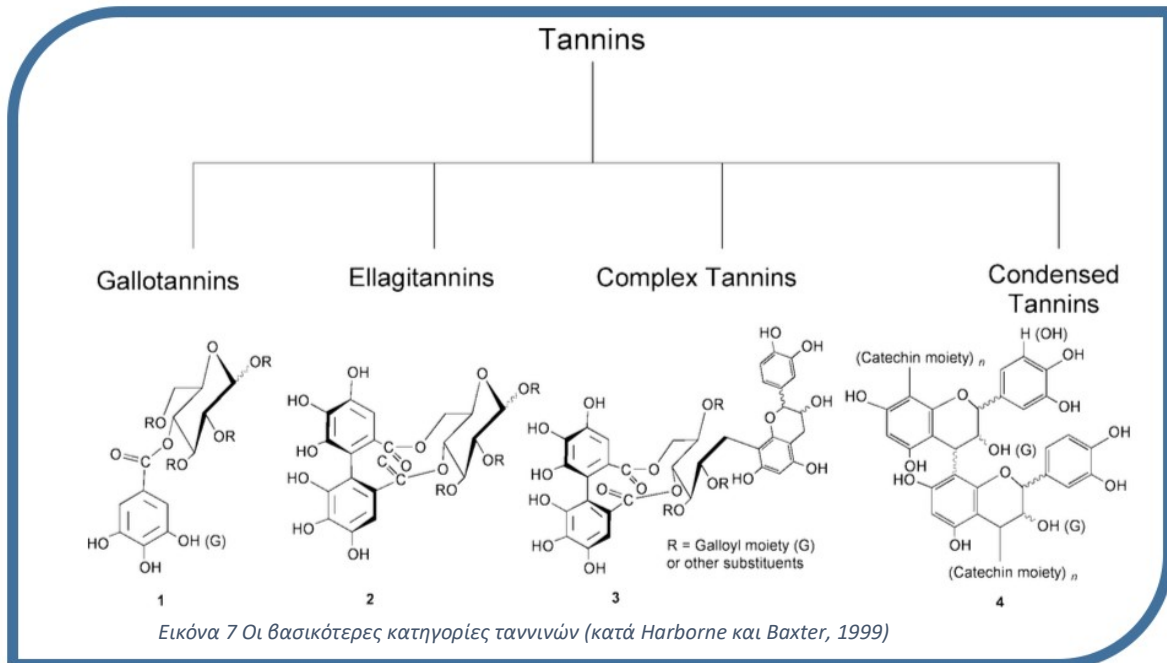
Εικόνα 6 Η δομή της ανθοκυανίνης (κατά Harborne και Baxter, 1999)

Οι ισοφλαβόνες συνήθως έχουν τον B δακτύλιο προσαρτημένο στη θέση 3- και όχι στη θέση 2- και απαντώνται είτε στην άγλυκη μορφή τους, είτε ως διάφοροι γλυκοζίτες. Οι ισοφλαβόνες θεωρούνται φυτοιστρογόνες ενώσεις (Francisco and Resurreccion, 2008).

1.3.6 Ταννίνες

Ως ταννίνες χαρακτηρίζονται οι πολυφαινολικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους που ενώ έχουν διαφορετική δομή, έχουν όμως μια κοινή ιδιότητα: ενώνονται με τις πρωτεΐνες και άλλα πολυμερή, όπως π.χ. με πολυσακχαρίτες. Από αυτή την ιδιότητα απορρέει η στυφή γεύση τους, γιατί καθώς οι ταννίνες ενώνονται με τις πρωτεΐνες του εκκρίματος των σιελογόνων αδένων, αυτό χάνει την ικανότητα να υγραίνει το στόμα, ενώ παράλληλα αναστέλλουν τη δράση των ενζύμων του εκκρίματος επειδή δεσμεύουν την πρωτεϊνική ομάδα τους, με συνέπεια να φράσσουν οι βλεννογόνοι και να παρεμποδίζεται η εκροή σάλιου. Έτσι, προκαλείται μια αίσθηση ξηρότητας και τραχύτητας στη γλώσσα και σε όλη τη στοματική κοιλότητα. Στη φύση απαντούν δύο ομάδες ταννινών: οι υδρολυόμενες και οι συμπυκνωμένες ταννίνες. Οι υδρολυόμενες ταννίνες αποτελούνται κυρίως από εστέρες του γαλλικού και του

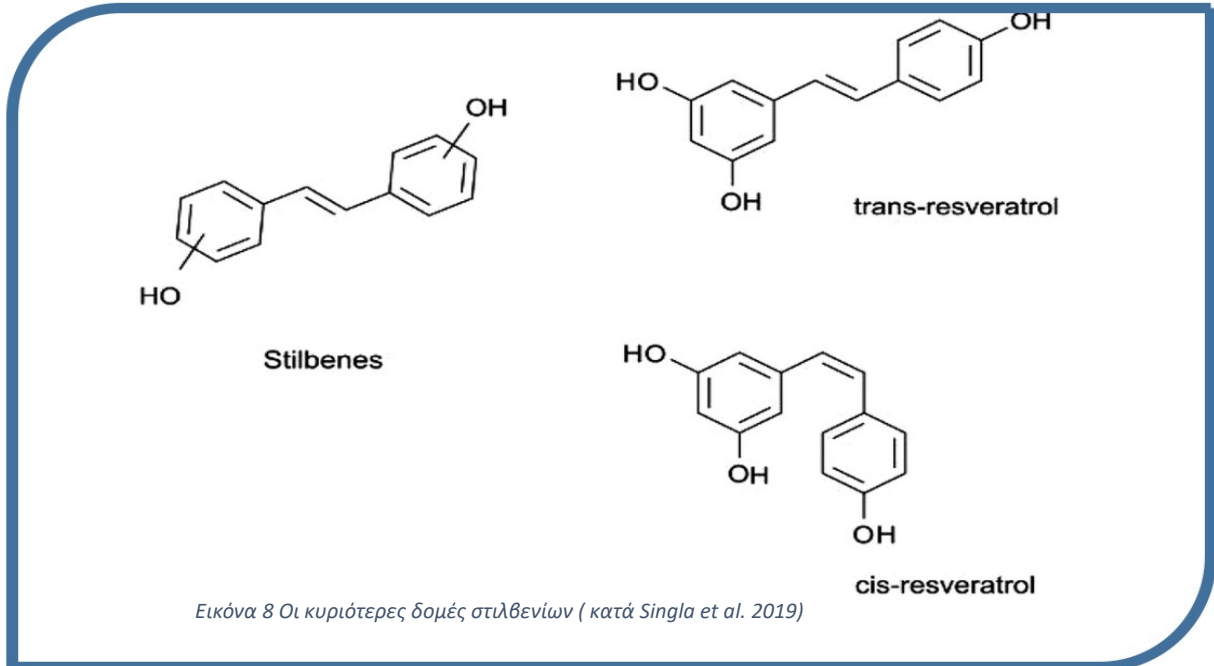
ελλαγικού οξέος με γλυκόζη και διακρίνονται σε γαλλοταννίνες και ελλαγοταννίνες αντίστοιχα. Οι συμπυκνωμένες ταννίνες, οι οποίες ονομάζονται και



προανθοκυανιδίνες, είναι ολιγομερή ή πολυμερή φλαβαν-3-ολών. Το μέγεθος του μορίου εξαρτάται από το βαθμό πολυμερισμού. Τα μονομερή συνδέονται μέσω C4-C8 δεσμού ή C4-C6 δεσμού, οπότε προκύπτουν προανθοκυανιδίνες τύπου B, ενώ στις αντίστοιχες τύπου A συνδέονται μέσω ενός επιπλέον C2-C7 αιθερικού δεσμού (Crozier et al., 2009, Francisco and Resurreccion, 2008, Bravo, 1998).

1.3.7 Στιλβένια

Τα στιλβένια αποτελούνται από δύο φαινυλομάδες, οι οποίες ενώνονται μέσω μιας αλυσίδας δύο ατόμων άνθρακα (C6-C2-C6). Στα φυτά εμφανίζονται σε περιορισμένο βαθμό και χαρακτηρίζονται ως φυτοιστρογόνες ενώσεις, ενώ παρέχουν και προστασία έναντι τραυματισμών και μυκητολογικών προσβολών (φυτοαλεξίνες).



Εικόνα 8 Οι κυριότερες δομές στιλβενίων (κατά Singla et al. 2019)

Χαρακτηριστική ένωση της ομάδας αυτής είναι η ρεσβερατρόλη (3,5,4'-τριυδροξυστιλβένιο), η οποία συναντάται ως cis- και trans-ισομερές (Francisco and Resurreccion, 2008).

1.3.8 Σημασία των φαινολικών ενώσεων

Οι φαινολικές ενώσεις είναι ευρύτατα διαδεδομένες στο φυτικό βασίλειο και επιτελούν πολλές και σημαντικές λειτουργίες μέσα στο φυτικό κύτταρο. Η σημαντικότερη εκ των οποίων είναι η προστασία που παρέχουν στο φυτικό κύτταρο από την οξειδωτική καταπόνηση. Η δράση αυτή συσχετίζεται με τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες. Επιπροσθέτως, στα φυτά σε συνθήκες βιοτικής καταπόνησης (προσβολές, τραυματισμοί από παθογόνα) ή και αβιοτικής αντίστοιχα (υπεριώδης ακτινοβολία, έντονος φωτισμός, χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες) επάγεται η σύνθεση της PAL² και συντίθενται περαιτέρω νέες φαινολικές ενώσεις (Solecka and Kacperska, 2003). Οι ενώσεις αυτές συμμετέχουν ενεργά στην επικοινωνία του φυτού με το περιβάλλον του και βοηθούν στην προσαρμοστικότητά του σε περιβαλλοντικές

² phenylalanine ammonia-lyase

αλλαγές, καθώς αποτελούν δομικά στοιχεία των κυτταρικών τοιχωμάτων τους (Boudet, 2007). Επίσης, δρουν ως ρυθμιστές στη διαδικασία της αύξησης, της φωτοσύνθεσης και στις αντιδράσεις οξειδοαναγωγής και συνεισφέρουν στην ανθεκτικότητα έναντι ασθενειών (Βασιλακάκης, 2006), ενώ επιτελούν και σημαντικό έργο στη διαδικασία της επικονίασης (Wink, 2003).

Από διαιτητικής αξίας για τον άνθρωπο, οι φαινολικές ενώσεις ως συστατικό της ανθρώπινης διατροφής, συμβάλλουν στην αντιοξειδωτική άμυνα του οργανισμού. Η αντιοξειδωτική τους δράση αποδίδεται τόσο στην ικανότητά τους να χηλιοποιούν τα μέταλλα, προστατεύοντάς τα από την οξειδωτική επίδραση των ελευθέρων ριζών, όσο και στην ικανότητά τους να προστατεύουν διάφορα μακρομόρια όπως DNA, σάκχαρα και λιπίδια, από τις τοξικές επιδράσεις των ενεργών μορφών οξυγόνου (Βασιλακάκης, 2006, Rice-Evans, 2001). Οι ενώσεις αυτές έχουν αντιμικροβιακές, αντιολογικές, αντιφλεγμονώδεις και αντιγηραντικές ιδιότητες, βοηθούν στην ανανέωση και στον πολλαπλασιασμό των κυττάρων και προσφέρουν έμμεση προστασία στον ανθρώπινο οργανισμό ενεργοποιώντας διάφορα ενδογενή αμυντικά συστήματα (Lule and Xia, 2005, Han et al., 2007). Τροφές πλούσιες σε φαινολικές ενώσεις συνεισφέρουν σημαντικά στην πρόληψη πολλών ασθενειών όπως του καρκίνου (Lambert et al., 2005, Lee et al., 2004), του διαβήτη (Tsuda et al., 2003) και διαφόρων καρδιαγγειακών παθήσεων (Vita, 2005, Wu et al., 2001). Τέλος σημειώνεται, ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων φυτικών προϊόντων, τόσο η θετική συνεισφορά τους (επιθυμητό χρώμα, γεύση και άρωμα), όσο και η αρνητική τους αντίστοιχα (καφέτιασμα μεταποιημένων προϊόντων και άλλες φυσιολογικές ανωμαλίες) (Lule and Xia, 2005).

1.3.9 Αντιοξειδωτική Ικανότητα των φαινολικών ενώσεων

Η αντιοξειδωτική δράση των φαινολικών ενώσεων αποδίδεται στην ικανότητά τους να συμπλοκοποιούν τα ελεύθερα μέταλλα ώστε αυτά να μη συμμετέχουν στην αντίδραση Fenton³, στη συμμετοχή τους ως υποστρώματα των υπεροξειδασών, ενζύμων που καταλύουν αντιδράσεις εξουδετέρωσης του υπεροξειδίου του υδρογόνου και στη δράση τους ως δεσμευτές των ROS και των ελευθέρων ριζών (Διαμαντίδης, 2007).

³Τα ιόντα του δισθενούς σιδήρου αντιδρούν με H₂O₂, παράγοντας ρίζες υδροξυλίου, οι οποίες αντιδρούν στη συνέχεια με τις οργανικές ενώσεις.

Η ικανότητά τους να δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες αναφέρεται ως ο κυριότερος τρόπος δράσης, τόσο *in vitro* όσο και *in vivo*. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται από την ευκολία απόδοσης ατόμου υδρογόνου ή μονήρους ηλεκτρονίου στις ελεύθερες ρίζες και από τη σταθερότητα της παραγόμενης φαινολικής ρίζας.

Ο μεγάλος αριθμός φλαβονοειδών οδήγησε στην αναζήτηση της συσχέτισης της δομής τους με την αντιοξειδωτική τους ικανότητα (Rice-Evans et al., 1996, Silva et al., 2002). Οι έρευνες αυτές κατέληξαν σε ορισμένα κριτήρια, που πρέπει να πληρεί ένα φλαβονοειδές, προκειμένου να είναι αποτελεσματικός εκκαθαριστής ελεύθερων ριζών. Τα κριτήρια αυτά είναι:

α) η παρουσία της όρθο-διωδρόζυ δομής στο δακτύλιο B, η οποία σταθεροποιεί τη φαινολική ρίζα,

β) η παρουσία του 2,3-διπλού δεσμού σε συνδυασμό με την 4-όξο δομή στο δακτύλιο C, ο οποίος συμβάλλει στην κατανομή της ηλεκτρονιακής πυκνότητας βελτιώνοντας έτσι το αντιοξειδωτικό δυναμικό της ουσίας και

γ) η παρουσία του 3- ή του 5- υδροξυλικού υποκαταστάτη σε συνδυασμό με την 4-όξο θέση η οποία θεωρείται απαραίτητη για να προσδίδεται η μέγιστη αποτελεσματικότητα στην εκκαθάριση ελεύθερων ριζών (Rice-Evans et al., 1996). Μεταξύ των διαφόρων ομάδων στη στερεοχημική τους δομή, το σημαντικότερο ρόλο αποτελεί ο αριθμός και η διάταξη των ομάδων υδροξυλίου (Cao et al., 1997, Frankel and Meyer, 2000, Fernandez-Panchon et al., 2008).

Σύμφωνα με τους Soobrattee et al. (2005), στην αντιοξειδωτική ικανότητα συνεισφέρουν τόσο οι φλαβονοειδείς, όσο και οι μη φλαβονοειδείς ενώσεις, με τα διμερή προκυανιδινών να έχουν τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα και να ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά οι φλαβανόλες, φλαβονόλες, τα υδροξυ-κινναμωμικά οξέα και τα απλά φαινολικά οξέα. Σύμφωνα με τους ερευνητές, μεταξύ των μονομερών φλαβαν-3-ολών, μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα παρουσίασαν οι γαλλικοί εστέρες της επιγαλλοκατεχίνης και επικατεχίνης και μικρότερη η κατεχίνη.

Η δράση αυτή των εστέρων οφείλεται στην παρουσία περισσότερων ομάδων υδροξυλίου στη δομή τους (Salah et al., 1995). Ως προς τα άγλυκα μέρη των φλαβονολών, μεγαλύτερη ικανότητα παρουσιάζει η κερκετίνη και ακολουθούν η μιρικετίνη και η καμφερόλη. Σε αυτή την κλάση των φαινολικών ενώσεων σημαντικό ρόλο παίζει και ο αριθμός των υδροξυλίων στο δακτύλιο B, ωστόσο η ύπαρξη και

τρίτης ομάδας υδροξυλίου (μυρικετίνη) δε βελτιώνει την αντιοξειδωτική ικανότητα (Soobrattee et al., 2005), αν και οι Kim et al. (2006) δε συμφωνούν με την τελευταία άποψη. Σχετικά με τα φαινορικά οξέα, τα παράγωγα του υδροξυκινναμωμικού οξέος υπερτερούν των αντίστοιχων του βενζοϊκού οξέος (Chen and Ho, 1997). Μεταξύ των υδροξυκινναμικών οξέων η αντιοξειδωτική ικανότητα κατά φθίνουσα σειρά είναι: ροσμαρινικό οξύ > χλωρογενικό οξύ > καφεϊκό οξύ > φερουλικό οξύ > κουμαρικό οξύ (Cuvelier et al., 1992).

Η αντιοξειδωτική ικανότητα των ανθοκυανιδινών εξαρτάται από τους υποκαταστάτες στο δακτύλιο B και συγκεκριμένα από τον αριθμό των υδροξυλίων στις θέσεις 3,4 του δακτυλίου. Μεταξύ ανθοκυανιδινών με ίδιους υποκαταστάτες στους δακτυλίους A και C, μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα έχει παρατηρηθεί σε αυτές που έχουν δύο υδροξύλια στις θέσεις 3,4 του δακτυλίου B, σε σχέση με εκείνες που έχουν μόνο ένα στη θέση 4 (Wang et al., 1997, Rice-Evans et al., 1996). Οι Wang et al. (1997) επισημαίνουν το σημαντικό ρόλο του είδους του σακχάρου στην αντιοξειδωτική ικανότητα των ανθοκυανιδινών. Για παράδειγμα στην περίπτωση της κυανιδίνης, η ύπαρξη γλυκόζης στη θέση 3- του δακτυλίου C προκάλεσε αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας, σε σχέση με την ύπαρξη ραμνόζης ή γαλακτόζης αντίστοιχα.

1.4 Ειδικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας «Βασιλικά»

Τα 'Βασιλικά' συνήθως έχουν ραβδώσεις χρώματος απαλού ιώδους στο φλοιό, είναι εξαιρετικής γεύσης με έντονη γλυκύτητα και προορίζονται για νωπή κατανάλωση με μεγάλη ζήτηση στην εγχώρια αγορά. Παρουσιάζουν όμως δύο βασικά προβλήματα:

α) το σχίσσιμο του φλοιού που συμβαίνει κύρια πριν τη συγκομιδή, πλευρικά και στην οστεόλη του συκονίου με μεγάλη συχνότητα κατά την ωρίμανση του καρπού και επεκτείνεται κατά τη μεταφορά και συντήρηση του φρούτου, ενώ αποτελεί πλούσιο υπόστρωμα ανάπτυξης μικροοργανισμών και

β) μεγάλη ευαισθησία του φρούτου σε μεταφορές και συντήρηση λόγω της γρήγορης μείωσης της συνεκτικότητας (μαλακώματος).

Ο χρόνος της μετασυλλεκτικής τους ζωής, ανεξάρτητα από το σχίσσιμο, περιορίζεται σε λίγες μέρες. Τα προβλήματα αυτά καθιστούν δύσκολο τον εφοδιασμό των τελικών αγορών ακόμα και σε σχετικά κοντινές αποστάσεις. Η μείωση της

άρδευσης συντελεί σε περιορισμό του σχισίματος (Kong et al., 2013), ωστόσο οι παραγωγοί δυσκολεύονται να το εφαρμόσουν για μην έχουν μειωμένο βάρος φρούτων.

Τέλος, οι Palmeira et al (2019), αναφέρουν πως τα σύκα είναι και σημαντική πηγή μετάλλων (κυρίως ασβεστίου, σιδήρου και καλίου) αλλά και βιταμινών (κυρίως θειαμίνη και ριβοφλαβίνη). Επίσης, περιέχουν σημαντικά ποσοστά αμινοξέων, ινών και όπως προαναφέρθηκε, αντιοξειδωτικών ουσιών.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα θρεπτικά συστατικά που περιέχονται στα νωπά και αποξηραμένα σύκα, σύμφωνα με το USDA National Nutrient Database for Standard References (2018).

Πίνακας 1 Η θρεπτική αξία 100 γρ νωπών και 100γρ αποξηραμένων σύκων (Πηγή: USDA,2018)

Θρεπτικό	Τιμή / 100g φρέσκα σύκα	Τιμή / 100g ξερά σύκα
Νερό (g)	79.11	30.05
Σύνολο θερμίδων (g)	74	249
Πρωτεΐνες (g)	0.75	3.3
Συνολικά λίπη (g)	0.3	0.93
Κορεσμένα λίπη (g)	0.06	0.93
Ίνες (g)	2.9	9.8
Σάκχαρα (g)	16.26	47.92
Χοληστερόλη (mg)	0	0
Ασβέστιο (mg)	35	162
Σίδηρος(mg)	0.37	2.03
Μαγνήσιο(mg)	17	68
Φώσφορος(mg)	14	67
Κάλιο(mg)	232	680
Νάτριο (mg)	1	10
Ψευδάργυρος (mg)	0.15	0.55
Βιταμίνη Α (Intern.Unit)	142	10
Βιταμίνη C(mg)	2	1.2
Θειαμίνη(mg)	0.060	0.085
Ριβοφλαβίνη(mg)	0.050	0.082

1.5 Οικονομικά στοιχεία

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τροφίμων & Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO), το 2017 η παγκόσμια παραγωγή ξεπέρασε τους 1.15 εκ. τόννους. Πρώτη στην παραγωγή σύκων στον κόσμο είναι η Τουρκία, η οποία παράγει το 27% της παγκόσμιας παραγωγής. Έπειτα έρχεται η Αίγυπτος, η Αλγερία, το Μαρόκο, το Ιράν, η Ισπανία και η Ελλάδα.

Στον πίνακα 2, παρουσιάζονται τα στοιχεία των εκτάσεων στις οποίες καλλιεργούνται συκίες σε χώρες της Ε.Ε αλλά και σε υποψήφιες για εισαγωγή χώρες.

Πίνακας 2 Οι ευρωπαϊκές εκτάσεις συκοκαλλιέργειας σε στρέμματα (Πηγή: Eurostat, 2019).

Χώρα	2016	2017	2018
Ελλάδα	37900	38200	37700
Ισπανία	126100	135600	139800
Γαλλία	3800	4000	4400
Κροατία	3500	2700	2700
Ιταλία	23900	22600	22300
Κύπρος	1000	1600	1600
Πορτογαλία	41000	41300	41300
Σλοβενία	100	100	100
Αλβανία	15000	15000	15000
Τουρκία	500000	500000	500000

1.6 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η μελέτη διάφορων ποιοτικών χαρακτηριστικών που αντιλαμβάνεται ο καταναλωτής σε εκχυλίσματα καρπών συκίας κατά την ημέρα της συγκομιδής και μετά από τρεις ημέρες συντήρησης σε απλή ψύξη για πέντε επεμβάσεις.

Τα τελευταία χρόνια δίνεται ιδιαίτερη σημασία στη διαιτητική αξία των φρούτων, καθώς σε αρκετές επιδημιολογικές και κλινικές έρευνες έχει βρεθεί σημαντική συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσής τους και της μείωσης εμφάνισης διαφόρων παθήσεων (Ozgen et al., 2009a; Du et al., 2008). Οι ευεργετικές επιδράσεις της κατανάλωσης σύκων στην ανθρώπινη υγεία, αποδίδονται και στην περιεκτικότητά τους σε φυσικά μη θρεπτικά αντιοξειδωτικά όπως οι φαινολικές ενώσεις, καθώς διάφορες έρευνες αναφέρουν ότι οι ενώσεις αυτές έχουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα από τις βιταμίνες C και E (Vinson et al., 1995; Shahidi and Naczk, 2003).

Όσον αφορά τις αναλύσεις σύστασης σύκων, μετρήθηκαν τα ολικά φαινολικά, τα ολικά φλαβονοειδή, οι ολικές ανθοκυανίνες καθώς και η ολική αντιοξειδωτική τους ικανότητα. Επίσης, μετρήθηκαν η ελαστικότητα και η συνεκτικότητα, το εσωτερικό και το εξωτερικό χρώμα, η απώλεια βάρους και το ποσοστό σχισίματος. Η συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων στους καρπούς εκτιμήθηκε ως ολικά φαινολικά, με τη μέθοδο Folin-Ciocolteu και ως ολικά φλαβονοειδή, με τη μέθοδο των Gunes et al. (2002).

Για την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών, χρησιμοποιήθηκαν δύο μέθοδοι εκτίμησης οι FRAP και DPPH, για την καλύτερη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων (Prior and Cao, 1999), οι οποίες βασίζονται στην ικανότητα αναγωγής του Fe^{3+} - TPTZ και στην ικανότητα εξουδετέρωσης της ελεύθρης ρίζας DPPH^\bullet , από τις αντιοξειδωτικές ενώσεις αντίστοιχα (Huang et al., 2005).

2.Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Ψεκασμοί

Τα δένδρα ψεκάστηκαν σε δύο δόσεις , σε διάστημα δύο εβδομάδων, με σκευάσματα

1. Διοξειδίου του Πυριτίου (SiO_2) 4% w/w – Silic Plus - σε αναλογία 500mL στα 100 λίτρα νερού με προσθήκη προσκολλητικού Saldo Plus (σύνθεσης Isodecyl Alcohol Ethoxylate 15% w/v και βοηθητικών ουσιών 85,11 % w/w) (2 δένδρα). Στην κόμη ψεκάστηκαν 11,5 L / δένδρο με συγκέντρωση 0,5% v/v σκευάσματος και 0,03 % v/v προσκολλητικού.
2. Έπειτα, χρησιμοποιήθηκε σκεύασμα Υδατοδιαλυτού οξειδίου του ασβεστίου (CaO) 8% w/w και υδατοδιαλυτού βορίου (B) 2,5% w/w – CaBor- σε αναλογία 150mL στα 100 L νερού με προσθήκη προσκολλητικού Saldo Plus (σύνθεσης Isodecyl Alcohol Ethoxylate 15% w/v και βοηθητικών ουσιών 85,11 % w/w) (2 δένδρα). Στην κόμη ψεκάστηκαν 11,5 L / δένδρο με συγκέντρωση 0,15% v/v σκευάσματος και 0,03 % v/v προσκολλητικού.
3. Στη συνέχεια, έγινε ψεκασμός και με σκεύασμα οξειδίου του ασβεστίου (CaO) 5,4 % w/w και συμπλεκτικοί παράγοντες 2,5 % w/w και διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) 8,7% w/w και οξείδιο του καλίου (K_2O) 8,7 % w/w – Long-Life- με προσθήκη προσκολλητικού Saldo Plus σύνθεσης Isodecyl Alcohol Ethoxylate 15% w/v και βοηθητικών ουσιών 85,11 % w/w) (2 δένδρα). Στην κόμη ψεκάστηκαν 11,5 L / δένδρο με συγκέντρωση 1,5% v/v σκευάσματος και 0,03 % v/v προσκολλητικού.
4. Τέλος, 2 δένδρα ψεκάστηκαν με νερό χωρίς τη χρήση σκευάσματος και δύο δένδρα έμειναν ανέκαστα ως μάρτυρες.

2.2. Πρώτη ύλη

Συγκομίστηκαν στις 29/08/2019 στις 7:30 π.μ στο Πόρτο Ράφτη Αττικής, 60 καρποί συνολικά από όλες τις επεμβάσεις που είχαν πραγματοποιηθεί. Όλοι οι καρποί ανήκουν στην ποικιλία «Βασιλικά». Όλα τα φρούτα συγκομίστηκαν σε στάδιο εμπορικής ωριμότητας και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο εντός 1 ώρας. Στα δένδρα του κάθε χειρισμού επιλέχθηκαν φρούτα χωρίς σχισίματα και τα σχισίματα για τις μετρήσεις και αναλύσεις, εκτός από τα σχισίματα που παρατηρήθηκαν κατά τη συγκομιδή και καταγράφηκαν από 150 φρούτα συνολικά, σε 5 ομάδες των 30 φρούτων/ομάδα. Φρούτα, χωρίς ορατά ελαττώματα και διαταραχές, για κάθε χειρισμό χωρίστηκαν σε 6 ομάδες των 5 φρούτων έκαστη.

Οι τρεις ομάδες (τρεις επαναλήψεις) αντιστοιχούν στην ημέρα 0 (Day 0) ενώ οι υπόλοιπες τρεις (τρεις επαναλήψεις) σε φρούτα που αναλύθηκαν μετά από 3 ημέρες συντήρησης σε 1^ο C και Σ.Υ 95% (Day 3). Η τοποθέτηση των φρούτων σε ψύξη έγινε σε πλαστική συσκευασία η οποία ήταν κλειστή, τύπου clamshell, με οπές, εμπορικού τύπου με φρούτα/ομάδα/χειρισμό, όπως φαίνεται στην εικόνα 10.

Ο διαχωρισμός των ομάδων της κάθε επέμβασης, και η τοποθέτησή τους στο ψυγείο έλαβε χώρα κατά το πλήρως τυχαίο πειραματικό σχεδιασμό. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε νωπά φρούτα ή μετά από κατάψυξη σε -18^ο C και μέσα σε διάστημα 3 μηνών από την ημέρα συγκομιδής.



Εικόνα 9 Καρποί αφού χωρίστηκαν σε επιμέρους παρτίδες

2.3 Απώλεια Βάρους

Οι καρποί της ημέρας 0 ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας (με διακριτική ικανότητα δύο δεκαδικών) και έπειτα από τη συντήρηση σε απλή ψύξη για 3 ημέρες ζυγίστηκαν και οι καρποί της ημέρας 3 και στη συνέχεια έγινε σύγκριση του βάρους και ακολούθησε η στατιστική ανάλυση που αναλύεται εκτενώς στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

2.4 Μέτρηση χρώματος εξωτερικά, μέτρηση συνεκτικότητας και ελαστικότητας

Μετά την μέτρηση της απώλειας βάρους, την 1^η και την 3^η ημέρα αντίστοιχα, μετρήθηκαν οι παράμετροι του χρώματος με την κλίμακα LAB, χρησιμοποιώντας χρωματόμετρο Minolta-CR300, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 11). Για το εξωτερικό λήφθηκαν μετρήσεις από το σημείο του ποδίσκου (άνω) και από το σημείο απέναντι από τον ποδίσκο (κάτω) (Εικόνα 12).

Η αρχή λειτουργίας του χρωματομέτρου βασίζεται στη μέτρηση των βασικών παραμέτρων L^* , a^* και b^* . Η συντεταγμένη L^* αποδίδει τη φωτεινότητα (Lightness) της εικόνας παίρνοντας τιμές από 0 (μάυρο) έως 100 (λευκό) ενώ οι παράγοντες a^* και b^* την πληροφορία χρώματος χωρίς να υπάρχουν για αυτά κάποια αριθμητικά όρια.

Θετικές τιμές a^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κόκκινου ενώ αρνητικές αποχρώσεις του πράσινου. Όσον αφορά στο b^* , θετικές τιμές αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κίτρινου ενώ αρνητικές αποχρώσεις του μπλε.

Για τους σκοπούς του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές της L^* και οι παράμετροι Hue angle και Chroma.

- C° (Chroma) – Χρωματική πυκνότητα: προσδιορίζει τη συγκέντρωση, δηλαδή την ένταση ή την καθαρότητα του χρώματος ή διαφορετικά τη σχέση μεταξύ της εντονότητας και της φωτεινότητας της μελετώμενης απόχρωσης.
- Χροιά h° (Hue angle): μετράται σε μοίρες και προσδιορίζει την απόχρωση παίρνοντας τιμές 0° για το κόκκινο-πορφυρό, 90° για το κίτρινο, 180° για το γαλαζοπράσινο και 270° για το μπλε (Holcroft and Kader, 1999.)

Ο παράγοντας C^* , υπολογίζεται από την εξίσωση: $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$.

Ο παράγοντας h^* : $\tan^{-1}(b^*/a^*)$.

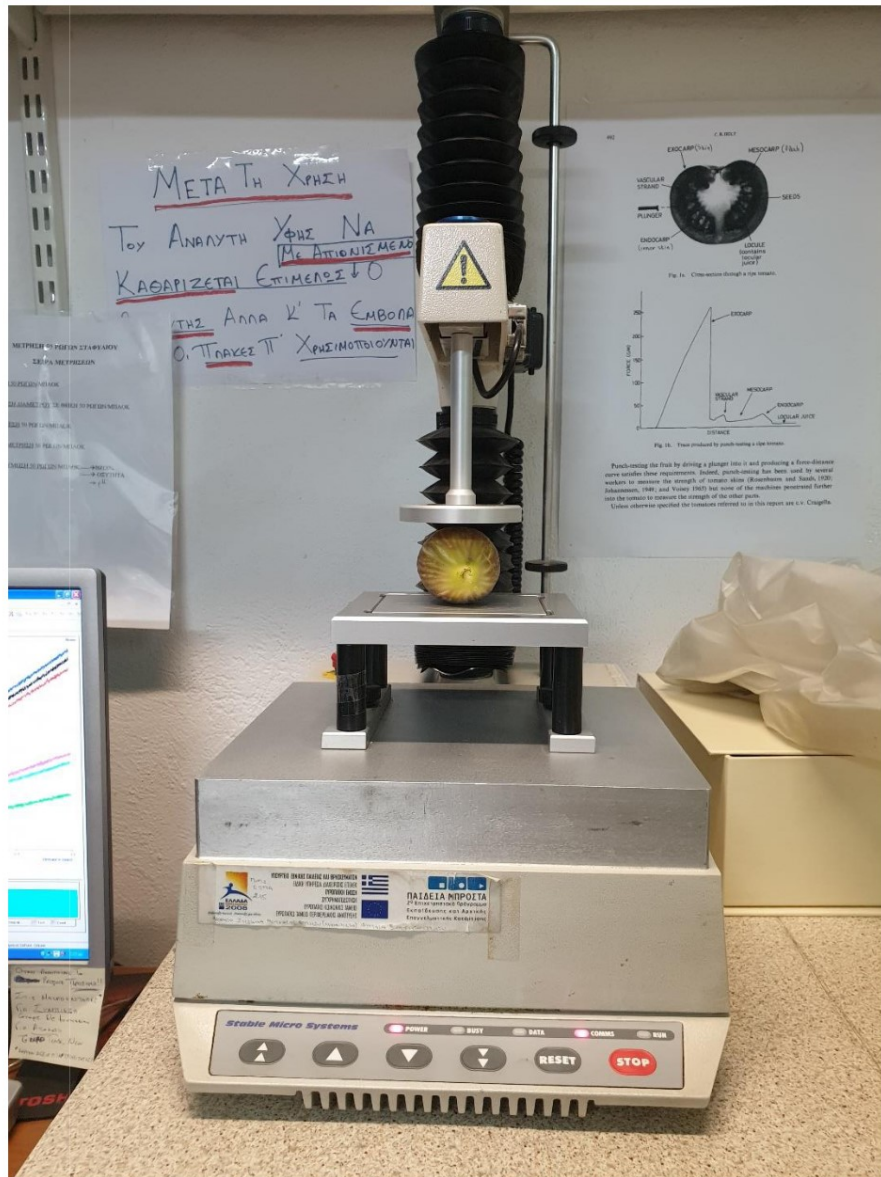


Εικόνα 10 Χρωματόμετρο Minolta CR-300



Εικόνα 11 Μέτρηση εξωτερικού χρώματος σε καρπό.

Η μέτρηση της ελαστικότητας πραγματοποιήθηκε την 1^η και 3^η ημέρα αντίστοιχα σε ηλεκτρονικό αναλυτή υφής (Stable Micro Systems) του εργαστηρίου Γεωργικής Μηχανολογίας του τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής του Γ.Π.Α. Ο κάθε καρπός της κάθε παρτίδας, τοποθετούνταν στο μηχάνημα (Εικόνα 13), το οποίο είχε πρώτα βαθμονομηθεί, και ασκούσε δύναμη στον καρπό (μη καταστρεπτική παραμόρφωση), του οποίου την αντίσταση κατέγραφε ως δεδομένη παραμόρφωση (1 mm). Συνεπώς μετρούσε την κλίση N/mm.



Εικόνα 12 Μέτρηση ελαστικότητας

Όσον αφορά στη μέτρηση της συνεκτικότητας, χρησιμοποιήθηκε όργανο μέτρησης συνεκτικότητας του εργαστηρίου Δενδροκομίας του Γ.Π.Α, (Penetrometer, Fruit Firmness Test, Turoni, Italy) προσαρμοσμένο με κωνική βελόνα διαμέτρου 5 mm και ύψους 5 mm όπως φαίνεται στην εικόνα 14. Η είσοδος της βελόνας στον καρπό γινόταν κατακόρυφα και διακόπτοταν όταν όλος ο κώνος εισχωρούσε στο σύκο.



Εικόνα 13 Οργανομέτρησήςτης συνεκτικότητας

2.5 Μέτρηση χρώματος εξωτερικά

Αφού πραγματοποιήθηκαν οι παραπάνω μετρήσεις, αφαιρέθηκε ο φλοιός από τους καρπούς και στη συνέχεια οι καρποί τεμαχίστηκαν σε δύο κομμάτια όπως φαίνεται παρακάτω (Εικόνα 14).



Εικόνα 14 Οι καρποί αποφλοιωμένοι

Στη συνέχεια, στο εσωτερικό της σάρκας, μετρήθηκε το χρώμα χρησιμοποιώντας τον ίδιο εξοπλισμό και καταγράφηκαν οι τιμές L,a,b.

2.6 Μέτρηση διαλυτών στερεών, pH και οξύτητας

Τα διαλυτά στερεά μετρήθηκαν βάζοντας μία σταγόνα από τον χυμό σε διαθλασίμετρο Hanna Instruments 8469 (0-90%). Το pH κάθε δείγματος, μετρήθηκε με πεχάμετρο τύπου pH meter 3310, της εταιρίας JENWAY.

Για την μέτρηση της οξύτητας του χυμού, 0,5mL χυμού μεταφέρθηκαν σε άλλο ποτήρι ζέσεως, προστέθηκαν 10mL απεσταγμένου νερού και έγινε τιτλοδότηση με NaOH 0,01N μέχρι το pH του διαλύματος να φτάσει στα 8,2. Η οξύτητα του χυμού εκφράστηκε σε % περιεκτικότητα σε κιτρικό οξύ

2.7 Εκχύλιση

Για την εκχύλιση, χρησιμοποιήθηκαν 5 γραμμάρια φρέσκου ιστού και 5 ml μίγματος μεθανόλης 80% + 1% αιθανικού οξέος τα οποία τοποθετήθηκαν μέσα σε λουτρό υπερήχων. Το συνολικό μίγμα, έπειτα από ανάδευση, φυγοκεντρήθηκε για 5 λεπτά στις 4000 στροφές το λεπτό και μεταφέρθηκε σε νέο δοκιμαστικό σωλήνα. Η διαδικασία επαναλήφθηκε άλλες 2 φορές με 2,5 + 2,5 mL μίγματος μεθανόλης και αιθανικού οξέος έως τελικό όγκο 14 mL.

2.8 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών

Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών ουσιών έγινε με κάποιες τροποποιήσεις της μεθόδου Folin-Ciocalteu (Gunes et al. , 2002).

Η διαδικασία ήταν η ακόλουθη. Εκχυλισμένο δείγμα όγκου 200 μ L, αναμείχθηκε με 2,6mL διπλά απεσταγμένου νερού και 0,2 ml αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu και τοποθετήθηκε σε δοκιμαστικούς σωλήνες των 15 mL. Στην συνέχεια ακολούθησε ανάδευση με vortex. Μετά από 6 λεπτά, προστέθηκαν 2 mL ανθρακικού νατρίου 7% (Na_2CO_3) και ακολούθησε ανάδευση με vortex. Τέλος μετά την πάροδο 90 λεπτών στο σκοτάδι μετρήθηκε η απορρόφηση του διαλύματος σε UV-Visible φασματοφωτόμετρο (Helios γ , UNICAM) στα 750nm, ενώ παράλληλα μετρήθηκαν οι απορροφήσεις διαφόρων συγκεντρώσεων γαλλικού οξέος για την παρασκευή πρότυπης καμπύλης. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε γραμμοϊσοδύναμο γαλλικού οξέος.

2.9 Προσδιορισμός ολικών φλαβονοειδών

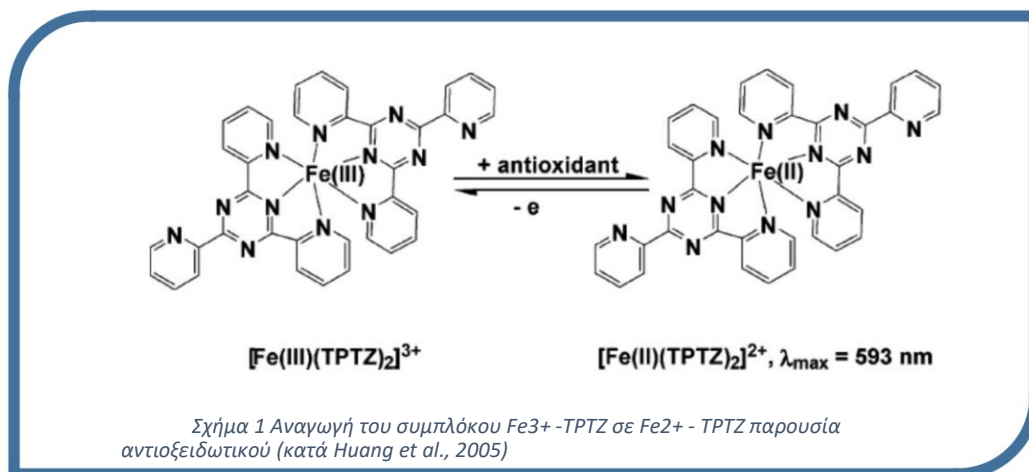
Για τον υπολογισμό των ολικών φλαβονοειδών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Gunes et al. (2002) . Δείγμα όγκου 0,5 mL αναμείχθηκε με 2 ml διπλά απεσταγμένου νερού και 0,15 mL νιτρώδους νατρίου 5% (NaNO_2). Αφού έγινε ανάδευση με vortex, μετά από 5 λεπτά προστέθηκαν 0.15 mL διαλύματος χλωριούχου αργίλου 10% ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) και μετά την πάροδο 6 λεπτών, προστέθηκαν 1 mL καυστικού νατρίου (NaOH 1N) και 1,2 mL διπλά απεσταγμένου νερού και καταγράφηκε η απορρόφηση στα 510 nm. . Παράλληλα μετρήθηκαν οι απορροφήσεις διαφόρων συγκεντρώσεων κατεχίνης για την παρασκευή πρότυπης καμπύλης. Τα ολικά φλαβονοειδή εκφράστηκαν σε mg CAE/g ιστού.

2.10 Υπολογισμός Αντιοξειδωτικής Ικανότητας Καρπών

2.10.1 Μέθοδος FRAP

Η μέθοδος FRAP στηρίζεται στη μείωση του θετικού φορτίου του τρισθενούς σιδήρου στο σύμπλοκο Fe^{3+} -TPTZ [2,4,6-τρι-(2-πυριδύλ)-s-τριαζίνη] κατά την παρουσία κάποιου αντιοξειδωτικού σε όξινο μέσο και στο σχηματισμό του συμπλόκου Fe^{2+} -TPTZ, το οποίο έχει χρώμα μπλε (σχήμα 1) . Το αντιδραστήριο FRAP παρασκευάστηκε από τρία διαλύματα, δηλαδή το ρυθμιστικό διάλυμα οξικού οξέος 300 mM με pH 3,6, το διάλυμα TPTZ 10 mM διαλυμένο σε 40 mM HCl και το διάλυμα $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Το αντιδραστήριο προκύπτει μετά την ανάμειξη των παραπάνω διαλυμάτων σε αναλογία 10:1:1, με τη σειρά που αναφέρθηκαν παραπάνω. Στην παρούσα μελέτη, 0.1 mL δείγμα αναμείχθηκε με 3 mL FRAP και μετά την πάροδο 30 λεπτών στους 37 °C σε υδατόλουτρο υπό κάλυψη, μετρήθηκε η απορρόφηση στα 593 nm με χρήση φασματοφωτόμετρου (Benzie and Strain, 1996; Prior et al., 2005; Huang et al., 2005).

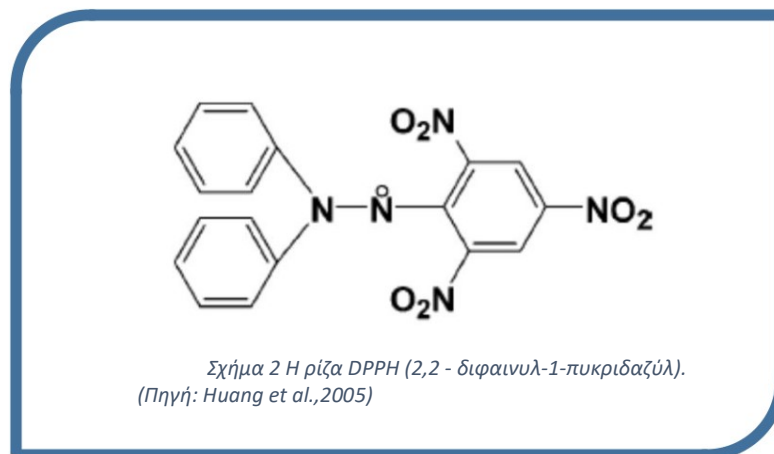
Παράλληλα μετρήθηκαν και οι απορροφήσεις διαφόρων συγκεντρώσεων trolox για την παρασκευή πρότυπης καμπύλης. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε $\mu\text{mol TAE/g}$.



2.10.2 Μέθοδος DPPH

Η μέθοδος DPPH βασίζεται στη μείωση της απορρόφησης της DPPH' (2,2-διφαινύλ-1-πικριδραζύλ) όταν έρθει σε επαφή με αντιοξειδωτικές ουσίες. Η DPPH' (Σχήμα 2) σημειώνει το μέγιστο της απορρόφησης της στα 515nm μήκος κύματος. Με την αλληλεπίδρασή της με μόρια με αντιοξειδωτική δράση η απορρόφηση της μειώνεται σταδιακά με το χρόνο έως ότου και μηδενίζεται. Μετρώντας τη μείωση της απορρόφησης κάθε δείγματος και με βάση την μέγιστη απορρόφηση του μάρτυρα (χωρίς φυτικό ιστό), υπολογίζεται η αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων. Η μέθοδος DPPH βασίζεται στη μείωση της απορρόφησης της DPPH' (2,2- διφαινύλ-1-πικριδραζύλ) όταν έρθει σε επαφή με αντιοξειδωτικές ουσίες. Η DPPH' (Σχήμα 2) σημειώνει το μέγιστο της απορρόφησης της στα 515nm μήκος κύματος. Ο υπολογισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο DPPH, πραγματοποιήθηκε βάση τροποποιήσεων της μεθόδου των Brand-Williams et al. (1995). Δείγμα όγκου 0,1 ml , κατάλληλα αραιωμένου, αναμείχθηκε με 3,9 mL διαλύματος DPPH (2,2-διφαινυλ-1-πικριδραζύλ) σε μεθανόλη και τοποθετήθηκε σε falcon των 15 mL. Μετά την πάροδο 30 λεπτών, μετρήθηκε η μείωση της απορρόφησης στο φωτόμετρο στα 515 nm με την χρήση φασματόμετρου. Παράλληλα μετρήθηκαν και οι απορροφήσεις διαφόρων

συγκεντρώσεων trolox για την παρασκευή πρότυπης καμπύλης. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε $\mu\text{mol TAE/g}$.



2.11 Ανθοκυανίνες

Η περιεκτικότητα σε χρωστικές ανθοκυανίνης έχει έναν κρίσιμο ρόλο στην ποιότητα του χρώματος πολλών φρέσκων και μεταποιημένων φρούτων και λαχανικών. Έτσι, η ακριβής μέτρηση των ανθοκυανινών, μαζί με τους δείκτες υποβάθμισής τους, είναι πολύ χρήσιμη για τους τεχνολόγους τροφίμων και τους καλλιεργητές σποροκηπευτικών στην αξιολόγηση της ποιότητας των ακατέργαστων και επεξεργασμένων τροφίμων. Επειδή πολλά φυσικά χρωστικά τροφίμων προέρχονται από ανθοκυανίνη (π.χ. εκχύλισμα από φλοιό σταφυλιών, εκχύλισμα κόκκινου λάχανου, εκχύλισμα από μωβ-καρότο), οι ίδιες μετρήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εκτιμηθεί η ποιότητα χρώματος αυτών των συστατικών τροφίμων. Επιπλέον, υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες σε τρόφιμα και θρεπτικά συστατικά λόγω των πιθανών ωφελειών για την υγεία όπως η μείωση της στεφανιαίας νόσου (Bridle and Timberlake, 1996), βελτιωμένη οπτική οξύτητα (Timberlake and Henry, 1988), αντιοξειδωτικές δραστηριότητες (Takamura και Yamagami, 1994, Wang et al., 1997) και αντικαρκινικές δραστηριότητες (Karaivanova et al., 1990, Kamei et al., 1995).

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με βάση τη μέθοδο του Wrolstad (2001), με ορισμένες μετατροπές. Πιο συγκεκριμένα, στην ανάλυσή μας χρησιμοποιήσαμε 4mL ρυθμιστικού διαλύματος χλωριούχου καλίου με pH 1,0. και 1mL εκχυλίσματος και 4mL ρυθμιστικού διαλύματος οξικού νατρίου με pH 4,5 με 1mL εκχυλίσματος. Αφού περάσαμε τα δοκιμαστικά από vortex και τα αφήσαμε για 30 λεπτά, μετρήσαμε τις απορροφήσεις σε 510 nm και σε 700nm. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg/g καρπού.

2.12 Ξήρανση του φυτικού ιστού

Για τον υπολογισμό του % ξηρού βάρους, μέρη των καρπών βάρους 3 γρ. τοποθετήθηκαν σε ειδικό κλίβανο αποξήρανσης για 3 ημέρες στους 70^o C και στη συνέχεια για 3ώρες στους 121^o C. Αφού μετρήθηκε το τελικό βάρος ως ποσοστό του αρχικού, χρησιμοποιήθηκε για να γίνουν οι μετατροπές σε όλες τις υπόλοιπες μετρήσεις.

2.13 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων

Το πείραμα, σύμφωνα με το σχεδιασμό του, θεωρήθηκε ως ένα πλήρως τυχαίο πείραμα. Η σημαντική επίδραση των χειρισμών στις εκτιμώμενες παραμέτρους ποιότητας εκτιμήθηκε με διπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (ANOVA), όπου οι δύο παράγοντες ήταν ο χειρισμός και η συντήρηση, εκτός από τη μέτρηση της απώλειας βάρους και του σχισίματος των καρπών τα οποία αναλύθηκαν με μονοπαραγοντική ANOVA. Επιπλέον, σε κάποιες παραμέτρους όπου ο χειρισμός δεν ήταν σημαντικός, τα αποτελέσματα αναλύθηκαν ως μονοπαραγοντικό πείραμα με παράγοντα το χρόνο. Με σκοπό τον έλεγχο της σημαντικότητας μεταξύ των μέσων όρων, τα πειραματικά δεδομένα αναλύθηκαν με τη δοκιμή πολλαπλών τιμών Tuckey-HSD ($\alpha=0,05$) για όλες τις μετρήσεις. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το Jump 7.0.1. λογισμικού (SAS, Cary Institute, NC, ΗΠΑ).

3.Αποτελέσματα & Συζήτηση

3.1 Απώλεια βάρους

Μετά από τη στατιστική ανάλυση, προέκυψε πως η επίδραση της ημέρας δεν ήταν στατιστικά σημαντική και κατά συνέπεια η ανάλυση που έγινε, έλαβε ως παράγοντα προς εξέταση μόνο την επέμβαση. Οι τιμές P για τις επιδράσεις φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3 Οι τιμές P της επέμβασης, της ημέρας και του συνδυασμού ημέρα x επέμβαση για την απώλεια βάρους.

Παράμετρος	Ρεπέμβασης	Ρημέρας	Ρσυνδυασμού	Επίδραση
Απώλεια Βάρους	0,0324	0,3031	0,6154	Μόνο επέμβασης ⁴

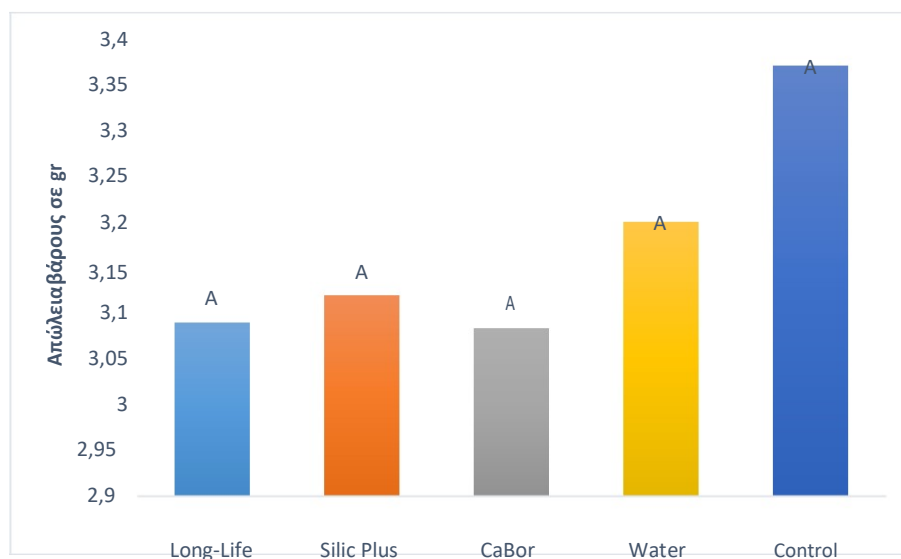
Με βάση τον παραπάνω πίνακα, πραγματοποιήθηκε έλεγχος ANOVA για την επίδραση της επέμβασης στην απώλεια βάρους.

Πίνακας 4 Πίνακας ANOVA για την απώλεια βάρους με βάση την επέμβαση.

Πηγή	Αθροισμα Τετραγώνων	Df	Μέσος Τετραγώνων	Λόγος – F	P - τιμή
Ανάμεσα στις ομάδες	0,17284	4	0,0432101	0,27	0,8932
Μέσα στις ομάδες	1,62465	10	0,162465		
Σύνολο	1,79749	10			

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για την απώλεια βάρους ανά επέμβαση, φαίνονται στο παρακάτω γράφημα.

⁴ Σημαντική είναι μια επίδραση όταν το $P < 0,05$



Γράφημα 1 Η απώλεια βάρους σε gr ανά επέμβαση.

Οι τιμές μεταξύ των επεμβάσεων δεν φαίνεται να έχουν κάποια σημαντική διαφορά. Έτσι, καμία επέμβαση δε φαίνεται να βελτιώνει τα ποσοστά της απώλειας επί τοις εκατό. Παρόλα αυτά η μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στους καρπούς Control, ενώ η μικρότερη στους καρπούς της επέμβασης με CaBor.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας, δε φαίνεται να έχουν γίνει μετρήσεις σε σχέση με την απώλεια βάρους κατά συνέπεια δε μπορεί να γίνει κάποια σύγκριση με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης.

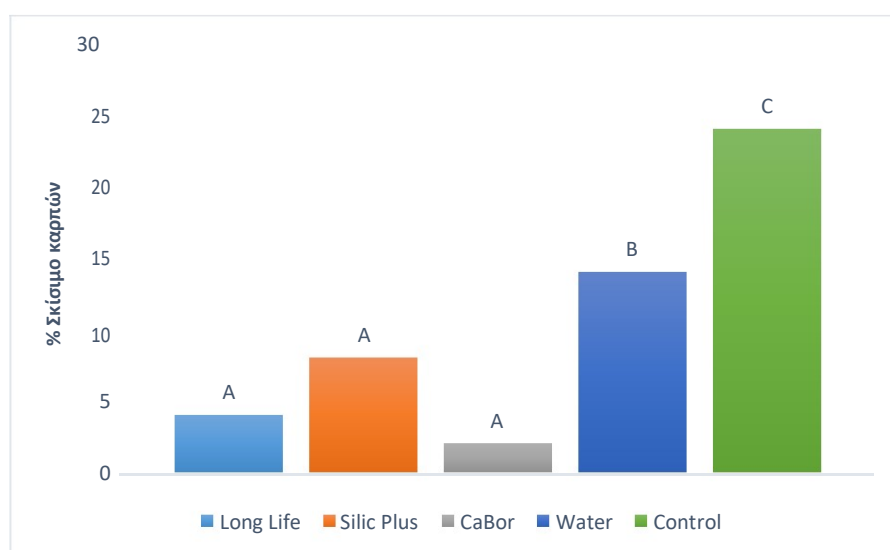
3.2 Σχίσσιμο καρπών

Όσον αφορά στην επίδραση της ημέρας στο σχίσσιμο των καρπών, αυτή δεν έχει κάποιο νόημα καθώς τα ποσοστά σχισίματος μετρήθηκαν κατά την ημέρα της συγκομιδής. Κατά συνέπεια, πραγματοποιήθηκε έλεγχος ANOVA για την επίδραση της επέμβασης και τα αποτελέσματα αναλύονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 5 Πίνακας ANOVA για το σχίσιμο των καρπών με βάση την επέμβαση

Πηγή	Άθροισμα Τετραγώνων	Df	Μέσος Τετραγώνων	Λόγος – F	P - τιμή
Ανάμεσα ομάδες	807,263	4	201,816	34,55	0.0000
Μέσα ομάδες	58.4123	10	5.84123		
Σύνολο	865,675	14			

Στο παρακάτω γράφημα φαίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων για κάθε επέμβαση.



Γράφημα 2 Ποσοστά σχίσματος καρπών για κάθε επέμβαση.

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω γράφημα, οι μέσοι όροι του CaBor, του Long-Life και του Silic Plus έχουν κοινό το γράμμα A και κατά συνέπεια δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν σημαντικά από τους μέσους του Water και του Control που και αυτοί με τη σειρά τους διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Κατά συνέπεια, οι τρεις επεμβάσεις έχουν μια θετική επίδραση όσον αφορά στο σχίσιμο των καρπών με μεγάλη διαφορά μάλιστα από τους καρπούς που είχαν ψεκαστεί με νερό και ακόμη μεγαλύτερη από αυτούς που είχαν μείνει αγέκαστοι.

Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνονται και από τα ευρήματα των Chardonnet et al. (2003), οι οποίοι αναφέρουν πως το ασβέστιο και το κάλιο, συμβάλλουν στην αντιμετώπιση του σχίσματος μέσω της βελτίωσης που προσφέρουν στη δομή του κυτταρικού τοιχώματος. Επίσης, οι Aksoy και Anac (1994), εφήρμοσαν CaCl_2 (1%),

με διαφυλλικό ψεκάσμο κατά την 2^η περίοδο ανάπτυξης των καρπών σε τρεις ποικιλίες συκιάς, τη Bursa Black, τη Goklor και τη Sarilor, οι οποίες είναι γνωστό πως έχουν τάση σχισίματος. Η εφαρμογή CaCl₂, μείωσε το ποσοστό σχισμένων καρπών σημαντικά και στις τρεις ποικιλίες. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Igrat et al. (1999), οι οποίοι εξέτασαν τη διαφυλλική εφαρμογή Ca, K και Ca+K σε νιτρική μορφή, στην ποικιλία Sarilor.

Τέλος όσον αφορά στο πυρίτιο, έρευνες των Lee et al. (2016) έδειξαν, πως η εφαρμογή πυριτίου σε μορφή SiO₂, βελτιώνει τα ποσοστά σχισίματος λόγω της μεγάλης συγγένειας που έχει με το οξυγόνο, προκαλώντας μηχανική ενίσχυση του κυτταρικού τοιχώματος

3.3 Brix

Μετά από τη στατιστική ανάλυση, δεν προέκυψε κάποια σημαντική επίδραση της επέμβασης ή της ημέρας όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6 Οι τιμές P της επέμβασης, της ημέρας και του συνδυασμού τους όσον αφορά τα ολικά διαλυτά στερεά.

Παράμετρος	Ρεπέμβασης	Ρημέρας	Ρσυνδυασμού	Επίδραση
Brix	0,7460	0,9914	0,9270	Καμία επίδραση

Κατά συνέπεια, καθώς δεν υπάρχει κάποια επίδραση και οι μέσοι των παρατηρήσεων δε διαφέρουν σημαντικά, παρουσιάζονται μόνο τα αποτελέσματα των γενικών μέσων όρων για κάθε επέμβαση και για κάθε ημέρα.

Πίνακας 7 Οι τιμές των γενικών μέσων όρων Brix για κάθε επέμβαση την ημέρα 0 και την ημέρα 3.

Επέμβαση	Ημέρα	Τιμή σε °Brix	Ημέρα	Τιμή °Brix
Long-Life	0	16,88	3	16,07
Silic Plus	0	17,10	3	17,10
CaBor	0	15,52	3	16,48
Water	0	16,58	3	16,50
Control	0	15,93	3	15,90

Σε σχέση με τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας, οι Badran et al. (2015), σε πείραμα που έκαναν σε χουρμάδες με εμβλαπτίσεις σε διαλύματα πυριτίου α) KSi 10%, β) K₂O 10% και γ) SiO₂ 25%, αποδείχθηκε πως τα συνολικά διαλυτά στερεά αυξήθηκαν σημαντικά σε σχέση με τους μάρτυρες. Επίσης, σε πείραμα των Shirzadeh et al. (2011), φάνηκε πως μήλα που είχαν εμβλαπτιστεί σε CaCl₂ κατά την αποθήκευση,

είχαν υψηλότερες τιμές ολικών διαλυτών στερεών σε σχέση με τους μάρτυρες. Αυτή η αύξηση των ΟΔΣ, κατά την αποθήκευση οφείλεται πιθανότατα στην υδρόλυση πολυσακχαριτών, όπως είναι το άμυλο.

3.4 PH

Μετά από τη στατιστική ανάλυση, παρατηρήθηκε πως ούτε η επέμβαση ούτε η ημέρα είχαν κάποια επίδραση στο pH των καρπών.

Πίνακας 8 Οι τιμές P για την επέμβαση, την ημέρα και το συνδυασμό αυτών για το pH.

Παράμετρος	Επέμβασης	Ημέρας	Ρσυνδυασμού	Επίδραση
pH	0,0670	0,122	0,8792	Καμία επίδραση

Επίσης, οι μέσοι όροι των επεμβάσεων δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους και κατά συνέπεια στον πίνακα παρατίθενται μόνοι οι γενικοί μέσοι όροι για κάθε επέμβαση.

Πίνακας 9 Οι γενικοί μέσοι όροι για την κάθε επέμβαση ανά ημέρα συντήρησης.

Επέμβαση	Ημέρα	Τιμή	Ημέρα	Τιμή
Long-Life	0	4,36	3	4,56
Silic Plus	0	4,17	3	4,35
CaBor	0	4,14	3	4,37
Water	0	4,34	3	4,44
Control	0	4,19	3	4,25

Την ημέρα 0, η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στους καρπούς της επέμβασης με Long-Life με τιμή 4,36 και την ημέρα 3, πάλι στους καρπούς της επέμβασης με Long-Life με τιμή 4,56. Οι τιμές αυξήθηκαν αμελητέα κατά τη συντήρηση σε απλή ψύξη χωρίς σημαντικές διαφορές από τις τιμές της ημέρας 0.

Όσον αφορά την επίδραση των επεμβάσεων ή των ημερών συντήρησης στο PH, δε φαίνεται να υπάρχουν κάποια βιβλιογραφικά δεδομένα.

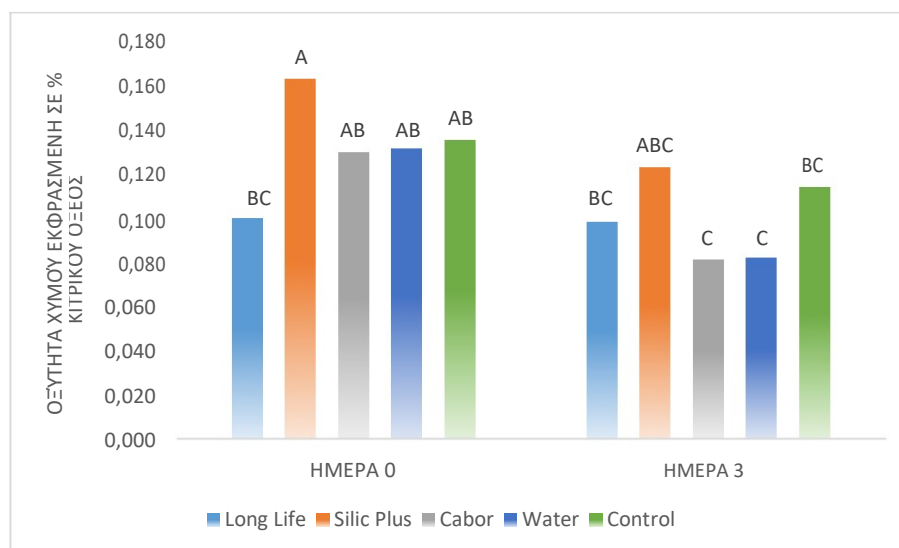
3.5 Τιτλοδοτούμενη οξύτητα

Η τιτλοδοτούμενη οξύτητα, φαίνεται να επηρεάζεται τόσο από την επέμβαση όσο και από την ημέρα συντήρησης και κατά συνέπεια τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με διπαραγοντική ανάλυση. Η τιμές P, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 10 Οι τιμές P της επέμβασης, της ημέρας και του συνδυασμού τους για την τιτλοδοτούμενη οξύτητα.

Παράμετρος	Ρεπέμβασης	Ρημέρας	Ρσυνδυασμού	Επίδραση
Τιτλοδοτούμενη οξύτητα	0,0006	<0,0001	0,0717	Επίδραση ημέρας και επέμβασης

Όσον αφορά στην οξύτητα του χυμού, η μέση τιμή ήταν 9,9% κιτρικού οξέος και η μέγιστη τιμή παρατηρήθηκε στην εφαρμογή Silic Plus με 16,2 % την ημέρα 0 και 12,2% την 3^η ημέρα.



Γράφημα 3 Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για την τιτλοδοτούμενη οξύτητα

Όπως φαίνεται και στο σχήμα, οι μόνοι μέσοι που διαφέρουν είναι αυτοί της επέμβασης Silic Plus με της επέμβασης Long-Life της ημέρας 0. Οι καρποί της επέμβασης Long-Life της ημέρας 3 διαφέρουν μόνο με τους καρπούς της επέμβασης Silic Plus της ημέρας 0. Οι καρποί της επέμβασης με Silic Plus της ημέρας 3, δε διαφέρουν με καμία άλλη επέμβαση, ενώ οι καρποί των επεμβάσεων CaBor και Water, διαφέρουν με όλους τους καρπούς της ημέρας 0 εκτός από αυτούς της επέμβασης Long-Life. Τέλος, οι καρποί του μάρτυρα της ημέρας 3, διαφέρουν μόνο από τους καρπούς της επέμβασης Silic Plus της ημέρας 0.

Όπως αναφέρουν και οι Manganaris et al. (2005) και Akhtar et al. (2010), οι επεμβάσεις με χλωριούχο ασβέστιο πριν ή μετά τη συγκομιδή δε φαίνεται να έχουν κάποια επίδραση στην τιτλοδοτούμενη οξύτητα στα ροδάκινα κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Η τιτλοδοτούμενη οξύτητα σχετίζεται με τη συγκέντρωση οργανικών

οξέων στο εκχύλισμα φρούτων, η οποία αποτελεί σημαντική παράμετρο για τη διατήρηση της ποιότητας των φρούτων.

3.6 Εσωτερικό χρώμα καρπών

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα που ακολουθεί, οι παράμετροι χρώματος δεν φαίνεται να επηρεάζονται ούτε από την επέμβαση, ούτε από την ημέρα συντήρησης αλλά ούτε και από το συνδυασμό τους.

Πίνακας 11 Τιμές P της επέμβασης, της ημέρας και του συνδυασμού τους για την παράμετρο L*, Hue και C του εσωτερικού χρώματος.

Παράμετρος	Ρεπέμβασης	Ρημέρας	Ρσυνδυασμού	Επίδραση
L* εσωτερικά	0,2394	0,02222	0,2812	Καμία επίδραση
Hue εσωτερικά	0,2087	0,1076	0,135	Καμία επίδραση
C εσωτερικά	0,8855	0,6473	0,2773	Καμία επίδραση

Με βάση τα παραπάνω, στον πίνακα 12 παρατίθενται μόνο οι γενικοί μέσοι όροι για τις τιμές L, H και C.

Πίνακας 12 Γενικοί μέσοι όροι των παραμέτρων χρώματος και οι αντίστοιχες αποχρώσεις

Επέμβαση	Ημέρα	L	C	Hue	Απόχρωση
Long – Life	0	41,291	30,256	39,517	
Silic Plus	0	39,353	29,647	37,187	
CaBor	0	41,883	27,966	37,035	
Water	0	41,124	26,522	38,666	
Control	0	41,540	27,094	38,261	
Long – Life	3	42,575	25,705	37,633	
Silic Plus	3	37,993	23,714	37,765	
CaBor	3	37,621	28,932	41,594	
Water	3	38,756	27,697	39,337	
Control	3	37,247	28,238	38,310	⁵

Όπως μπορούμε να διακρίνουμε και στη στήλη «Απόχρωση» το χρώμα διαφέρει ελάχιστα μεταξύ των επεμβάσεων και μεταξύ των ημερών.

Όσον αφορά την επίδραση των παραπάνω παραγόντων στο εσωτερικό χρώμα, δε βρέθηκαν στοιχεία στη βιβλιογραφία.

⁵Η στήλη «Απόχρωση» κατασκευάστηκε χρησιμοποιώντας τις τιμές L,a,b της κάθε ομάδας αφού πρώτα είχαν μετατραπεί σε τιμές RGB χρησιμοποιώντας τη σελίδα <https://www.nixsensor.com/free-color-converter/>.

3.7 Εξωτερικό χρώμα

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η επίδραση της ημέρας, της επέμβασης και του συνδυασμού αυτών σε κάθε παράμετρο για την πλευρά του ποδίσκου και την πλευρά της οστεόλης.

Πίνακας 13 Οι τιμές P για τις παραμέτρους του χρώματος

Παράμετρος	Ρεπέμβασης	Ρημέρας	Ρσυνδυασμού	Επίδραση
L ποδίσκου	0,0271	0,0002	0,2506	Επίδραση ημέρας και επέμβασης
Hue ποδίσκου	0,0137	<0,0001	0,3612	
C ποδίσκου	0,0328	0,0016	0,5836	
L οστεόλης	0,8734	0,0028	0,4122	Επίδραση μόνο της ημέρας
Hue οστεόλης	0,3585	0,0053	0,8814	
C οστεόλης	0,9769	0,0109	0,6499	

3.7.1 Εξωτερικό χρώμα στην πλευρά του ποδίσκου

Τα στατιστικά αποτελέσματα έδειξαν πως και οι επεμβάσεις και οι ημέρες συντήρησης είχαν επίδραση στα αποτελέσματα. Συνεπώς, πραγματοποιήθηκε διπαραγοντική ανάλυση των αποτελεσμάτων. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι τιμές L,C,Hue καθώς και οι αποχρώσεις για κάθε επέμβαση και για κάθε ημέρα.

Πίνακας 14 Τιμές L, Hue, C και απόχρωσης ανά επέμβαση και ανά ημέρα για το σημείο του ποδίσκου

Επέμβαση	Ημέρα	L	Hue	C	Απόχρωση
Long-Life	0	64,37	-69,52	40,47	
Silic Plus	0	60,93	-73,94	32,88	
CaBor	0	61,09	-70,67	35,14	
Water	0	61,73	-73,26	38,18	
Control	0	63,02	-73,83	38,62	
Long-Life	3	57,27	-74,40	30,89	
Silic Plus	3	53,54	-75,05	27,23	
CaBor	3	52,35	-75,62	25,48	
Water	3	56,50	-76,85	30,81	
Control	3	62,89	-77,42	33,45	⁶

Με βάση τις αποχρώσεις του πίνακα που φαίνονται παραπάνω, οι καρποί της ημέρας 3 (πλην των καρπών του μάρτυρα) φαίνεται να έχουν μια έντονη ανάπτυξη καφέ-κόκκινου χρώματος στην πλευρά του ποδίσκου ενώ οι υπόλοιποι καρποί δεν το έχουν αναπτύξει.

⁶ Η στήλη «Απόχρωση» κατασκευάστηκε χρησιμοποιώντας τις τιμές L,a,b της κάθε ομάδας αφού πρώτα είχαν μετατραπεί σε τιμές RGB χρησιμοποιώντας τη σελίδα <https://www.nixsensor.com/free-color-converter/>.

Πίνακας 11 Πίνακας πολλαπλού εύρους για τον παράγοντα Hue στην πλευρά του ποδίσκου

Hue άνω	
Long – Life 0	A
CaBor 0	ABC
Water 0	ABC
Control 0	ABC
Silic Plus 0	ABC
Long – Life 3	ABC
Silic Plus 3	BC
CaBor 3	BC
Water 3	C
Control 3	C

Όσον αφορά στην παράμετρο Hue, διαφορά στους μέσους υπάρχει μεταξύ των αποτελεσμάτων των καρπών Long-Life της ημέρας 0 και των καρπών Water και Control της ημέρας 3, όπως επίσης και των καρπών Long-Life της ημέρας 0 με τους καρπούς Silic Plus και CaBor της ημέρας 3.

Πίνακας 12 Πίνακας πολλαπλού εύρους για την τιμή L για κάθε επέμβαση ανά ημέρα στην πλευρά του ποδίσκου.

L άνω	
Long – Life 0	A
Control 0	AB
Control 3	AB
Water 0	ABC
CaBor 0	ABC
Silic Plus 0	ABC
Long-Life 3	ABC
Water 3	ABC
Silic Plus 3	BC
CaBor 3	C

Για την παράμετρο L, διαφορά στους μέσους υπάρχει μόνο μεταξύ των καρπών του Long-Life της ημέρας 0 και του Silic Plus της ημέρας 3, αλλά και του Long-Life της ημέρας 0 και του CaBor της ημέρας 3. Επίσης, διαφορά φαίνεται να υπάρχει μεταξύ του μέσου των χειρισμών Control (ημέρας 0 και ημέρας 3) με του καρπούς του χειρισμού CaBor της ημέρας 3.

Πίνακας 13 Πίνακας πολλαπλού εύρους για την τιμή C για κάθε επέμβαση ανά ημέρα στην πλευρά του ποδίσκου.

C άνω	
Long – Life 0	A
Control 0	AB
Water 0	AB
Control 3	AB
CaBor 0	AB
Water 3	AB
Silic Plus 0	AB
Long-Life 3	AB
Silic Plus 3	AB
CaBor 3	B

Όσον αφορά στην παράμετρο C για την πλευρά του ποδίσκου, οι μόνοι μέσοι που διαφέρουν είναι αυτοί των καρπών της επέμβασης Long-Life της ημέρας 0 με αυτούς της επέμβασης CaBor της ημέρας 3.

Με βάση τη βιβλιογραφία, το ασβέστιο επιδραδύνει κάποιες διεργασίες ωρίμανσης όπως την απόκτηση ιώδους-μαύρου χρώματος σε ελιές και κεράσια (Tsantili et al., 2007 & 2008) αλλά όπως αναφέρουν οι Karemera και Habimana (2014), η εφαρμογή αλάτων ασβεστίου διαφόρων συγκεντρώσεων σε μάνγκο δε φαίνεται να έχει κάποια επίδραση και μάλιστα σε υψηλές συγκεντρώσεις, φαίνεται να αλλοιώνει το χρώμα.

3.7.2 Εξωτερικό χρώμα στην πλευρά της οστεόλης

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, έδειξε πως μόνο η ημέρα συντήρησης έδειξε μια επίδραση στα αποτελέσματα και κατά συνέπεια ο παράγοντας επέμβαση δε λήφθηκε υπόψη.

Πίνακας 14 Τιμές L,Hue,C και απόχρωση στην πλευρά της οστεόλης για κάθε επέμβαση και ημέρα

Επέμβαση	Ημέρα	L	Hue	C	Απόχρωση
Long-Life	0	51,923	27,484	24,408	
Silic Plus	0	53,475	24,728	25,850	
CaBor	0	53,663	29,924	25,597	
Water	0	49,651	42,006	22,172	
Control	0	49,651	51,490	23,797	
Long-Life	3	48,909	60,914	21,472	
Silic Plus	3	42,959	71,788	17,011	
CaBor	3	45,280	81,213	18,868	
Water	3	44,407	101,511	18,083	
Control	3	49,293	110,935	22,639	⁷

Πίνακας 15 Πίνακας ANOVA για το L στην πλευρά της οστεόλης με βάση την ημέρα

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσος Τετραγώνων	Λόγος - F	Τιμή - P
Ανάμεσα στις ομάδες	227,12807	1	227,128	12,8001	0,0013
Μέσα στις ομάδες	496,84022	28	17,744		
Σύνολο	723,96829	29			

Πίνακας 16 Πίνακας μέσων και πολλαπλού εύρους για το L στην πλευρά της οστεόλης με βάση τις ημέρες συντήρησης (95% Tukey).

Ημέρα	Τιμές	Μέσος	Τυπικό Σφάλμα	Ομογενείς Ομάδες
0	15	51,6727	1,0876	A
3	15	46,1696	1,0876	B
Σύνολο	30			

Πίνακας 17 Πίνακας ANOVA για HUE στην πλευρά της οστεόλης

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσος Τετραγώνων	Λόγος - F	Τιμή - P
Ανάμεσα στις ομάδες	26503,123	1	26503,1	10,6258	0,0029
Μέσα στις ομάδες	9838,256	28	2494,2		
Σύνολο	96341,382	29			

⁷ Η στήλη «Απόχρωση» κατασκευάστηκε χρησιμοποιώντας τις τιμές L,a,b της κάθε ομάδας αφού πρώτα είχαν μετατραπεί σε τιμές RGB χρησιμοποιώντας τη σελίδα <https://www.nixsensor.com/free-color-converter/>.

Πίνακας 18 Πίνακας μέσων και πολλαπλού εύρους για το HUE στην πλευρά της οστεόλης (95% Tukey).

Ημέρα	Τιμές	Μέσος	Τυπικό Σφάλμα	Ομογενείς Ομάδες
0	15	24,9571	12,895	A
3	15	84,4024	12,895	B
Σύνολο	30			

Πίνακας 19 Πίνακας ANOVA για το C στην πλευρά της οστεόλης (95% Tukey).

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσος Τετραγώνων	Λόγος – F	Τιμή - P
Ανάμεσα στις ομάδες	168,38907	1	168,389	9,5972	0,0044
Μέσα στις ομάδες	491,27886	28	17,546		
Σύνολο	659,66793	29			

Πίνακας 20 Πίνακας μέσων και πολλαπλού εύρους για το C στην πλευρά της οστεόλης (95% Tukey).

Ημέρα	Τιμές	Μέσος	Τυπικό Σφάλμα	Ομογενείς Ομάδες
0	15	24,3529	1,0815	A
3	15	19,6146	1,0815	B
Σύνολο	30			

Λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω πίνακες, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι οι καρποί της ημέρας 3, ανέπτυξαν πιο έντονο χρώμα στην πλευρά της οστεόλης και μάλιστα όλοι οι μέσοι των παραμέτρων του χρώματος διέφεραν μεταξύ της ημέρας 0 και της ημέρας 3. Τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας είναι τα ίδια με αυτά που αναφέρθηκαν στην αντίστοιχη υποενότητα για την πλευρά του ποδίσκου.

Όσον αφορά στο εξωτερικό χρώμα, δε φαίνεται να έχουμε διαφορά των τιμών ούτε μεταξύ των επεμβάσεων αλλά ούτε μεταξύ των ημερών συντήρησης. Βέβαια, την ημέρα 3 παρατηρήθηκε μια έντονη ανάπτυξη χρώματος (χαρακτηριστικού της ποικιλίας) χωρίς όμως οι τιμές των παραμέτρων του χρώματος να διαφέρουν σημαντικά με αυτούς της ημέρας 0.

3.8 Ολικά φαινολικά σε αποξηραμένο ιστό

Όσον αφορά στα ολικά φαινολικά, η στατιστική ανάλυση έδειξε πως μόνο η επέμβαση είχε επίδραση στα αποτελέσματα και κατά συνέπεια τα αποτελέσματα αναλύθηκαν μόνο για αυτόν τον παράγοντα.

Πίνακας 21 Οι τιμές P για την επέμβαση, την ημέρα συντήρησης και το συνδυασμό αυτών όσον αφορά στα ολικά φαινολικά

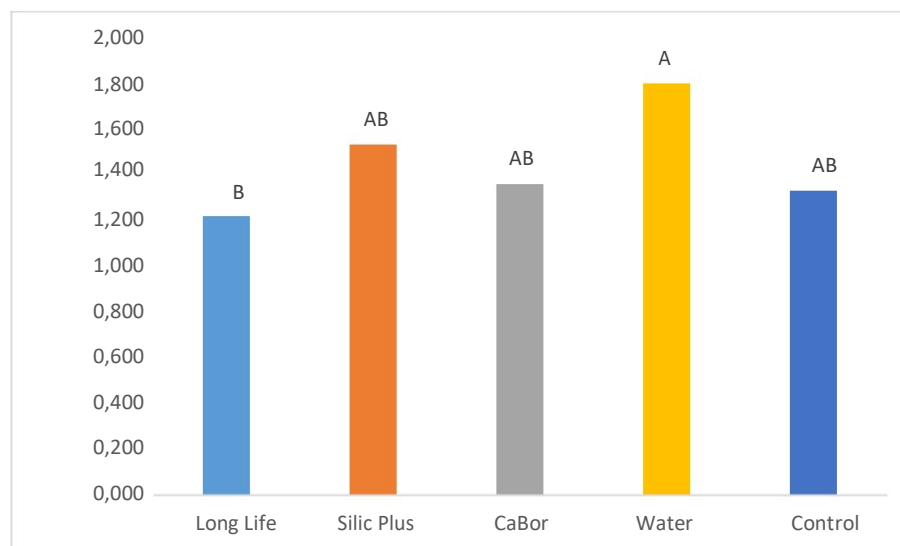
Παράμετρος	Επέμβασης	Ημέρας	Ρσυνδυασμού	Επίδραση
Ολικά Φαινολικά	0,040	0,5672	0,015	Επίδραση μόνο της επέμβασης

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα, η υπάρχει επίδραση της επέμβασης καθώς η τιμή p είναι ίση με 0,040 ($<0,05$).

Πίνακας 22 Πίνακας ANOVA για τα ολικά φαινολικά σε αποξηραμένο ιστό με βάση την επέμβαση

Πηγή	Άθροισμα Τετραγώνων	Df	Μέσος τετραγώνων	Λόγος - F	Τιμή - P
Ανάμεσα στις ομάδες	1,1846081	4	0,296152	2,9147	0,0416
Μέσα στις ομάδες	2,5401853	25	0,101607		
Σύνολο	3,7247935	29			

Με βάση τα παραπάνω, στο διάγραμμα που ακολουθεί παρατίθενται οι τιμές για τις συγκεντρώσεις ολικών φαινολικών σε αποξηραμένο ιστό ανά επέμβαση.



Όπως φαίνεται και από το παραπάνω διάγραμμα, οι μόνες τιμές που φαίνονται να διαφέρουν είναι αυτές για την επέμβαση Long-Life και αυτές για την επέμβαση Water. Η επέμβαση Long-Life φαίνεται να έχει αισθητά μικρότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών χωρίς όμως να έχει σημαντικές διαφορές από τις υπόλοιπες επεμβάσεις.

Σε πείραμα των Bagheri et al. (2015) σε λωτό, υπήρχαν σημαντικές διαφορές στη περιεκτικότητα φαινολικών μεταξύ των επεμβάσεων με τους καρπούς που είχαν εμβαπτιστεί με KSi και CaCl₂ να εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές σε σχέση με τους μάρτυρες, με τους δεύτερους μάλιστα να παρουσιάζουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις. Τα φρούτα που κατεργάστηκαν με 0,5 και 1% CaCl₂ βρέθηκαν να έχουν μεγαλύτερο περιεχόμενο σε ολικά φαινολικά από το μάρτυρα κατά τη διάρκεια δύο μηνών αποθήκευσης, ενώ δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά με το μάρτυρα μετά την περίοδο αποθήκευσης. Οι φαινολικές ενώσεις στα φρούτα και τα λαχανικά είναι ικανές να προστατεύσουν τα κύτταρα από την οξειδωτική βλάβη μέσω της απομάκρυνσης των ελευθέρων ριζών (Wada και Ou, 2002; Chun et al., 2003). Εντούτοις, τα φαινολικά συστατικά μειώνονται με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης, αλλά η μέγιστη συγκράτηση των φαινολικών ενώσεων μπορεί να συναχθεί με μειωμένη αναπνοή, μαλάκωμα και απώλεια οξύτητας σε φρούτα που έχουν υποστεί επεξεργασία με ασβέστιο (Ali et al., 2013).

3.9 Ολικά Φλαβονοειδή σε ξηρό ιστό

Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων για τα ολικά φλαβονοειδή, έδειξε πως δεν υπάρχει κάποια επίδραση της επέμβασης, της ημέρας ή του συνδυασμού τους στη συγκέντρωση των ολικών φλαβονοειδών. Οι τιμές P παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 23 Οι τιμές P για την επίδραση της ημέρας, της επέμβασης και του συνδυασμού τους για τα ολικά φλαβονοειδή.

Παράμετρος	Επέμβασης	Ημέρας	Ρσυνδυασμού	Επίδραση
Ολικά Φλαβονοειδή	0,2482	0,0591	0,1410	Καμία επίδραση

Καθώς δεν υπάρχει κάποια επίδραση των παραπάνω παραγόντων, στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται μόνοι οι γενικοί μέσοι όροι για κάθε επέμβαση κατά την ημέρα 0 και την ημέρα 3.

Πίνακας 24 Οι μέσες τιμές για ολικά φλαβονοειδή για κάθε επέμβαση και κάθε ημέρα

Επέμβαση	Ημέρα	Τιμή mg CAE/g DW	Ημέρα	Τιμή mg CAE/g DW
Long –life	0	0,234	3	0,200
Silic Plus	0	0,340	3	0,21425
CaBor	0	0,258	3	0,247
Water	0	0,232	3	0,235
Control	0	0,233	3	0,230

Η βιβλιογραφία αναφέρει, πως σε λωτό και σε σύκο η ποικιλία είχε πολύ σημαντική επίδραση στη συγκέντρωση των φλαβονοειδών (Bagheri et al.,2015; Bybordi et al.,2012; Guevel et al.,2007;Romanazzi et al.,2016).

3.10 DPPH σε ξηρό ιστό

Όσον αφορά τη μέθοδο DPPH , με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, μόνο η ημέρα συντήρηση φαίνεται να έχει επίδραση στη συγκέντρωση ολικών αντιοξειδωτικών.

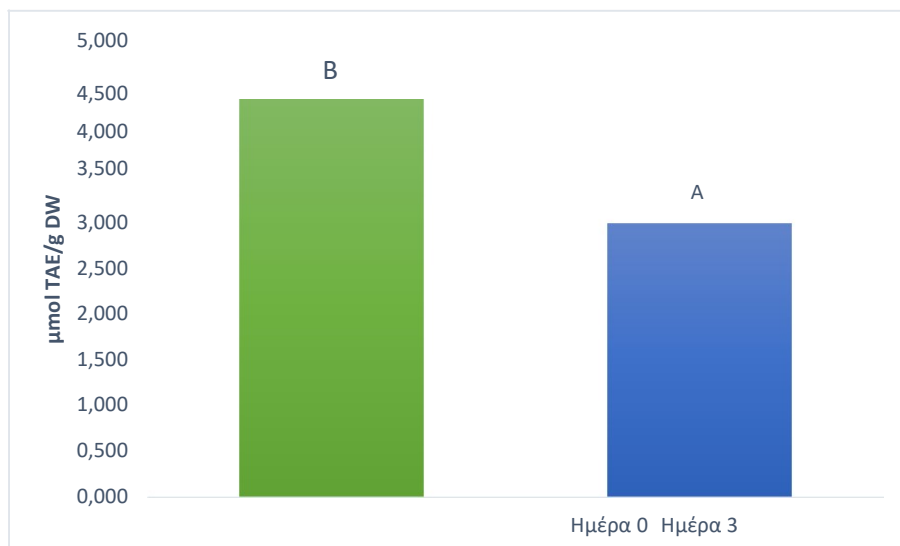
Πίνακας 14 Τιμές P για τη μέθοδο DPPH

Παράμετρος	Ρεπέμβασης	Ρημέρας	Ρσυνδυασμού	Επίδραση
DPPH	0,9017	0,0005	0,1902	Επίδραση της ημέρας

Με βάση τα παραπάνω, ακολούθησε μονοπαραγοντική ανάλυση για την επίδραση της ημέρας χωρίς να λάβουμε υπ' όψιν τις επεμβάσεις.

Πίνακας 24 Πίνακας ANOVA για τη μέθοδο DPPH σε ξηρό ιστό με βάση τις ημέρες συντήρησης.

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσος Τετραγώνων	Λόγος – F	Τιμή - P
Ανάμεσα στις ομάδες	13,9128	1	13,9128	17,05	0,0003
Μέσα στις ομάδες	22,8424	28	0,8158		
Σύνολο	36,7552	29			



Γράφημα 4 Οι συγκεντρώσεις ολικών αντιοξειδωτικών με βάση τη μέθοδο DPPH.

Όπως φαίνεται και από το παραπάνω γράφημα, η μεγαλύτερη τιμή παρατηρείται την ημέρα 0 με αισθητή μείωση μετά από 3 ημέρες συντήρησης και μάλιστα με τους μέσους όρους να διαφέρουν σημαντικά.

Με βάση το πείραμα των Sarafi et al. (2018) σε πιπεριές, η μέγιστη αντιοξειδωτική ικανότητα (DPPH και FRAP) παρατηρήθηκε στα φρούτα που δέχθηκαν επέμβαση με CaCl₂. Σε ίδια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Thurzo et al. (2010) σε κεράσι.

3.11 FRAP σε ξηρό ιστό

Τα αποτελέσματα της μεθόδου FRAP, φαίνεται να είναι παρόμοια με αυτά της μεθόδου DPPH και κατά συνέπεια ακολούθησε η ίδια διαδικασία.

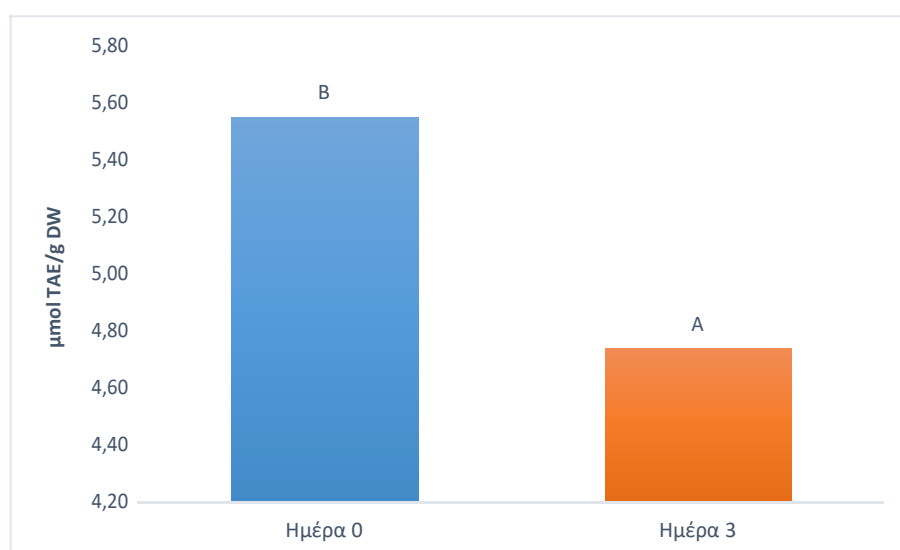
Πίνακας 15 Η τιμές P για την επίδραση της επέμβασης, της ημέρας και του συνδυασμού τους για τη μέθοδο FRAP.

Παράμετρος	Ρεπέμβασης	Ρημέρας	Ρσυνδυασμού	Επίδραση
FRAP	0,3607	0,0327	0,0926	Επίδραση μόνο της ημέρας

Η ανάλυση έγινε μόνο με βάση τις ημέρες συντήρησης καθώς οι επεμβάσεις δε φαίνεται να είχαν κάποια επίδραση.

Πίνακας 26 Πίνακας ANOVA για τη μέθοδο FRAP σε ξηρό ιστό με βάση τις ημέρες συντήρησης.

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσος Τετραγώνων	Λόγος – F	Τιμή - P
Ανάμεσα στις ομάδες	4,9532	1	4,9532	4,35	0,0462
Μέσα στις ομάδες	31,8545	28	1,13766		
Σύνολο	36,8077	29			



Γράφημα 5 Οι συγκεντρώσεις ολικών αντιοξειδωτικών με βάση τη μέθοδο FRAP.

Η μέγιστη τιμή για τη μέθοδο FRAP παρατηρήθηκε την ημέρα 0 και ο μέσος διαφέρει σημαντικά από το μέσο της ημέρας 3. Τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας αναφέρονται στην προηγούμενη ενότητα, η οποία αφορά τη μέθοδο DPPH.

Με βάση λοιπόν τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων, μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε πως οι ημέρες αποθήκευσης μειώνουν το περιεχόμενο σε ολικά αντιοξειδωτικά.

3.12 Ανθοκυανίνες σε ξηρό ιστό

Πίνακας 16 Οι τιμές P για την επίδραση στη συγκέντρωση ολικών ανθοκυανινών

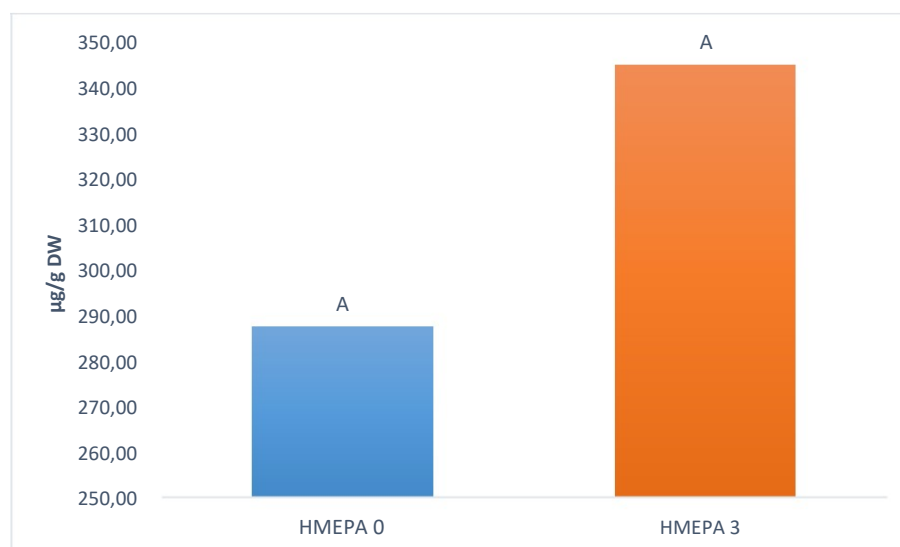
Παράμετρος	Ρεπέμβασης	Ρημέρας	Ρσυνδυασμού	Επίδραση
Ανθοκυανίνες	0,0579	0,396	0,3253	Επίδραση μόνο της ημέρας

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων για ολικές ανθοκυανίνες έγινε μόνο με βάση τον παράγοντα ημέρα, καθώς ο παράγοντας επέμβαση δε φαίνεται να έχει κάποια σημαντική επίδραση.

Πίνακας 28 Πίνακας ANOVA για τις ανθοκυανίνες σε ξηρό βάρος με βάση τις ημέρες συντήρησης.

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	Df	Μέσος Τετραγώνων	Λόγος – F	Τιμή - P
Ανάμεσα στις ομάδες	24643,70	1	24643,7	3,7816	0,0619
Μέσα στις ομάδες	182469,21	28	6516,8		
Σύνολο	207112,9	29	6516,8		

Οι ανθοκυανίνες παρουσίασαν μια μέγιστη τιμή την ημέρα 3 ίση με 387,39 μg/g ξηρού ιστού, αλλά όπως φαίνεται και από το διάγραμμα, οι μέσοι όροι των παρατηρήσεων για την ημέρα 0 και την ημέρα 3 δε φαίνεται να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.



Γράφημα 6 Οι συγκεντρώσεις των ολικών ανθοκυανινών την ημέρα 0 κι την ημέρα 3

Οι Akhtar et al. (2010), αναφέρουν πως η εφαρμογή ασβεστίου, αύξησε τη συγκέντρωση σε ολικές ανθοκυανίνες πράγμα το οποίο συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Thurzo et al. (2010), οι οποίοι αναφέρουν πως η επέμβαση με ασβέστιο και βόριο αύξησε τη συγκέντρωση ολικών ανθοκυανινών. Όσον αφορά την ημέρα αποθήκευσης, δε βρέθηκαν στοιχεία της βιβλιογραφίας.

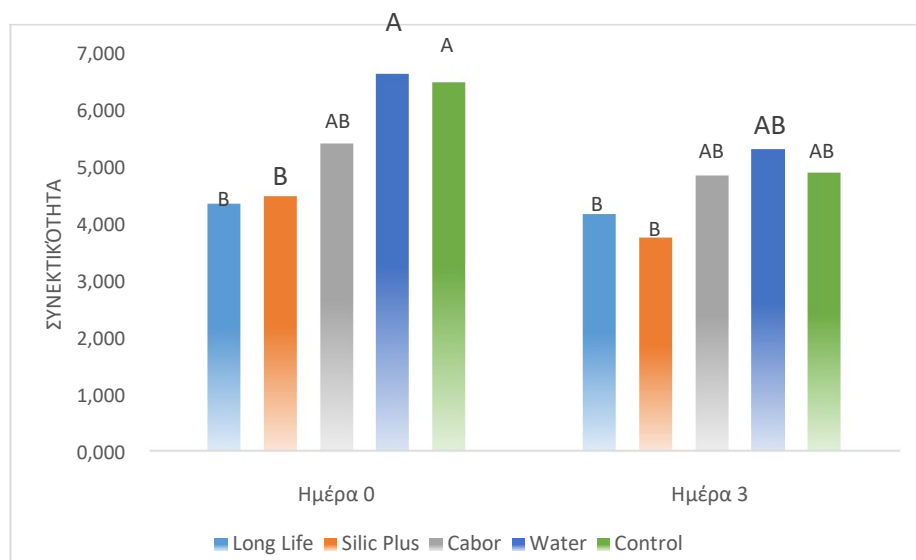
3.13 Ελαστικότητα και συνεκτικότητα

Σημαντική ήταν η επίδραση της επέμβασης και της ημέρας σε αντίθεση με την αλληλεπίδρασή τους που δεν είχε κάποια σημαντική επίδραση.

Πίνακας 17 Τιμές P για την επίδραση στη συνεκτικότητα

Παράμετρος	Επέμβασης	Ημέρας	Ρσυνδυασμού	Επίδραση
Συνεκτικότητα	0,0002	0,0019	0,3830	Επίδραση επέμβασης και ημέρας

Η μέγιστη συνεκτικότητα την ημέρα 0, παρατηρήθηκε στους καρπούς που είχαν ψεκαστεί με νερό με τιμή 6,617 N με μικρή και μη σημαντική διαφορά από τους καρπούς Control. Τις μικρότερες τιμές τις παρουσίασαν οι καρποί των επεμβάσεων Long-Life και Silic Plus που δε διέφεραν μεταξύ τους αλλά διέφεραν από τους καρπούς Water και Control. Ενδιάμεσες τιμές παρουσίασαν οι καρποί της επέμβασης CaBoi που δε διέφεραν ούτε από τους καρπούς του Long-Life, Silic Plus ούτε από τους Control ούτε από τους καρπούς Water. Την ημέρα 3 παρατηρούνται παρόμοιες τιμές χωρίς να διαφέρουν σημαντικά από τις τιμές της ημέρας 0. Η μέγιστη τιμή στους καρπούς της ημέρας 3 παρατηρείται πάλι στους καρπούς που είχαν ψεκαστεί με νερό με τιμή 5,290 N. Βέβαια, οι καρποί Water και Control φαίνεται να εμφανίζουν ίδια επίπεδα συνεκτικότητας με τους καρπούς CaBoi που παραμένει στα ίδια επίπεδα με την ημέρα 0.



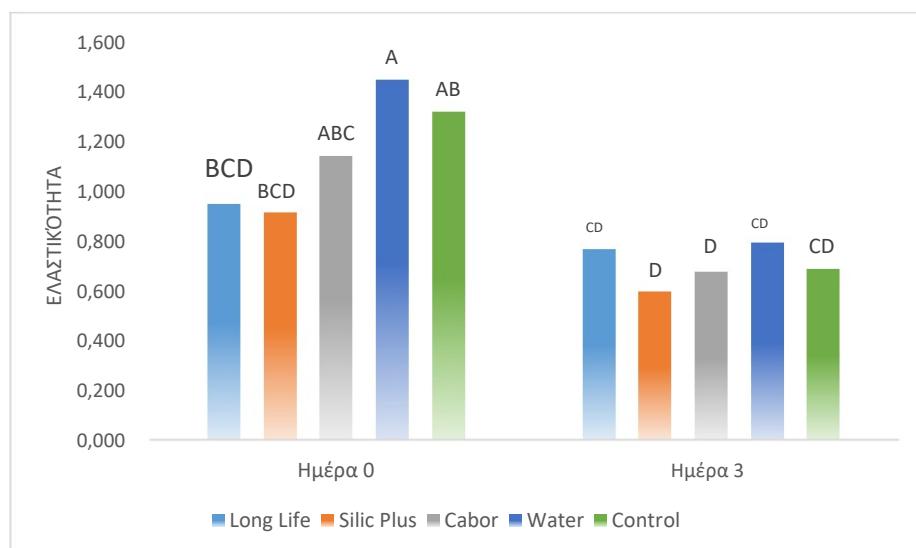
Σχήμα 3 Οι τιμές της συνεκτικότητας για κάθε επέμβαση και για κάθε ημέρα.

Όσον αφορά στην ελαστικότητα, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, ο συνδυασμός ημέρας x επέμβασης δεν εμφάνισε κάποια σημαντική επίδραση, ενώ η επίδραση της επέμβασης και της ημέρας ξεχωριστά ήταν αρκετά σημαντική.

Πίνακας 18 Τιμές P για την επίδραση στην ελαστικότητα

Παράμετρος	Επέμβασης	Ημέρας	Ρσυνδυασμού	Επίδραση
Ελαστικότητα	0,0005	<0,0001	0,0807	Επίδραση επέμβασης και ημέρας

Όσον αφορά στην ελαστικότητα, την ημέρα 0, η μέγιστη τιμή ελαστικότητας παρατηρήθηκε στους καρπούς Water με τιμή 1,441 N/mm ενώ η μέση τιμή ήταν 1,149 N/mm. Οι αντίστοιχες τιμές την ημέρα 3 ήταν 0,789 N/mm η μέγιστη τιμή σε καρπούς Water και 0,700 N/mm η μέση τιμή.



Σχήμα 4 Οι τιμές της ελαστικότητας για κάθε επέμβαση και για κάθε ημέρα

Όπως φαίνεται και στο σχήμα, οι καρποί που είχαν ψεκαστεί με νερό διέφεραν από τους καρπούς της επέμβασης με Long-Life και Silic Plus ενώ δε διέφερε από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Την ημέρα 3 καμία επέμβαση δε διαφέρει σημαντικά από καμία άλλη ενώ διαφέρουν μόνο από τις τιμές Water και Control της ημέρας 0.

Συνεπώς, μπορούμε να συμπεράνουμε πως οι καρποί Water και Control εμφανίζουν μειωμένη ελαστικότητα την ημέρα 3 σε σχέση με την ημέρα 0 όπως και οι καρποί CaBor. Οι καρποί Long-Life και Silic Plus δε φαίνεται εμφανίζουν κάποια στατιστικά σημαντική μείωση.

Οι Irget et al. (1994), αναφέρουν πως στην ποικιλία σύκων Sarilor, η διαφυλλική εφαρμογή Ca, K και συνδυασμού αυτών επηρέασε θετικά τη συνεκτικότητα και την ελαστικότητα. Οι Irfan et al. (2013), τονίζουν τη σημασία του ασβεστίου ως σταθεροποιητή των κυτταρικών μεμβρανών, πράγμα που οδηγεί σε καλύτερη συνεκτικότητα. Σε πείραμα των Kamal et al. (2014) σε ροδάκινα, διαπιστώθηκε πως η επέμβαση με Ca και B, βελτίωσε τη συνεκτικότητα ενώ ο μάρτυρας έδειξε τη χαμηλότερη τιμή. Τέλος, σε πείραμα των Wang et al. (1993), φάνηκε πως η μετασυλλεκτική εφαρμογή ασβεστίου σε μήλα της ποικιλίας «Golden Delicious», βελτιώνει τα επίπεδα συνεκτικότητας έπειτα από συντήρηση σε 0ο C, καθώς το ασβέστιο φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στη δομή των κυτταρικών μεμβρανών όπως και το πυρίτιο, όπου η εφαρμογή του με μορφή SiO₂ προκαλεί μηχανική ενίσχυση του κυτταρικού τοιχώματος και συνεπώς συντελεί σε αύξηση της συνεκτικότητας (Lee et al., 2016).

Οι μετρήσεις τις συνεκτικότητας έδειξαν πως η επέμβαση με Long-Life και Silic Plus παρουσίασαν χαμηλότερες τιμές συνεκτικότητας σε σχέση με τους Water. Το CaBor, δεν διαφέρει σημαντικά από τις μετρήσεις των επεμβάσεων Water και Control.

Όπως αναφέρθηκε και στην υποενότητα «Σκοπός της Μελέτης», το Ασβέστιο και το Βόριο ως δομικά συστατικά του κυττάρου, βελτιώνουν τη συνεκτικότητα και την ελαστικότητα, πράγμα που δε συμφωνεί με τα ευρήματα της έρευνας. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο διαφορετικό στάδιο ωρίμασης των καρπών αλλά και τις διαφορετικές καλλιεργητικές φροντίδες που ίσως να δέχτηκαν κατά την καλλιεργητική περίοδο.

3.14 Σύνοψη

Τα αποτελέσματα για το σχίσσιμο των καρπών είναι πολύ ενθαρρυντικά και μπορούν να βρουν μεγάλη εφαρμογή στη γεωργική πράξη αν και χρειάζονται περισσότερα πειράματα για να επιβεβαιωθούν πλήρως. Η απώλεια βάρους μάλλον είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας καθώς καμία επέμβαση δε φάνηκε να έχει κάποια επίδραση στο βάρος μετά την αποθήκευση. Το ίδιο ισχύει και για τα Ο. Σ, το pH και την οξύτητα καθώς και για το εσωτερικό και εξωτερικό χρώμα και τα ολικά φαινολικά και τα φλαβονοειδή.

Η επίδραση της ημέρας φαίνεται να είναι σημαντική για την ελαστικότητα και τη συνεκτικότητα χωρίς όμως σημαντικές διαφορές με την ημέρα 0 ενώ για τα ολικά αντιοξειδωτικά και οι δύο μέθοδοι έδειξαν πως η επίδραση της ημέρας είναι τεράστια και πως όσο καθυστερεί η κατανάλωση των καρπών, τόσο υποβαθμίζεται η αντιοξειδωτική του ικανότητα.

Τέλος, όσον αφορά στις ολικές ανθοκυανίνες δε φαίνεται να υπάρχει κάποια σημαντική επίδραση των επεμβάσεων, πράγμα που μπορούμε εύκολα να καταλάβουμε και από τη μη σημαντική διαφορά των παραμέτρων του χρώματος.

3.15 Προβλήματα & προοπτικές του πειράματος

Τα αποτελέσματα του πειράματος παρά τα πολύ ενθαρρυντικά συμπεράσματα που μας δίνει όσον αφορά στο σχίσσιμο των καρπών, δε φαίνεται να μας δίνει ιδιαίτερη διαφοροποίηση μεταξύ των αποτελεσμάτων των επεμβάσεων και του μάρτυρα. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω της απόστασης του εργαστηρίου από τον αγρό και τον μικρό έλεγχο που υπήρχε στα ψεκασμένα δένδρα, και ιδιαίτερα για τις μετρήσεις της ελαστικότητας και της συνεκτικότητας, μπορεί να συνέβει λόγω ενδεχόμενης πρωίμησης που μπορεί να επέφεραν οι επεμβάσεις στους καρπούς. Πέραν αυτού, ακόμα και η φύση του καρπού δυσχεραίνει τη φύση των αποτελεσμάτων.

Για όλα τα παραπάνω κρίνεται σκόπιμο, να επαναληφθεί ένα μέρος του πειράματος με μεγαλύτερο εύρος συγκεντρώσεων ώστε να βρεθούν οι καλύτερες συγκεντρώσεις των σκευασμάτων.

Βιβλιογραφία

- Ali M.S, Islam M.N, Molla M.M., and Shamsuddin M. (2013). Assessment of Postharvest Losses and Improvement of Post-harvest Practices of Major Fruits and Vegetables of Bangladesh. Bangladesh Agriculture Research Council. Dhaka.
- Arvaniti, O.S., Samaras, Y., Gatidou, G., Thomaidis, N.S., and Stasinakis, A.S. (2019). Review on fresh and dried figs: Chemical analysis and occurrence of phytochemical compounds, antioxidant capacity and health effects. Food Research International.
- Akhtar M., Birhanu S., and Muleta D. (2014). Management of post-harvest fruit spoilage fungi by some potential spice extracts. Archives of Phytopathology and Plant Protection 47, 2124-2140
- Aksoy, U. and Anaç, D. (1994). The effect of calcium chloride application on fruit quality and mineral content of fig. Acta Horticulturae 368, 754-762.
- Ashworth E.N., Anderson J.A., Davis G.A., and Lightner G.W. (1985). Ice formulation in *Prunus persica* under field conditions. Journal of the American Society for Horticultural Science: 110, 322-324.
- Badran M., Hoda S., Aly O., Khalil A., and Ahmed A. (2015). Improving Fruit Quality and Yield of Zaghoul and Samany Date Cultivars by Spraying with Silicon Nutrient, Assiut Journal of Agricultural Science 46, 57-66
- Bae S.H., Suh H.J. (2007). Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. Food Science and Technology 40, 955–962.
- Bagheri M., Esna-Ashari M., and Ershadi A. (2015). Effect of postharvest calcium chloride treatment on the storage life and quality of persimmon fruits. International Journal of Horticultural Science and Technology 2, 15-26
- Benzie I.F.F and Strain J.J.(1996). The Ferric Reducing Ability Of Plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. Analytical Biochemistry 239, 70-76.
- Boudet, A.M. (2007). Evolution and current status of research in phenolic compounds. Phytochemistry, 68, 2722-2735
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science and Technology. 28, 25-30.
- Bravo, L. (1998). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. Nutrition Reviews, 56, 317-333.
- Bridle P., and Timberlake C.F. (1996). Anthocyanins as natural food colours selected aspects.
- Bybordi (2012). Effect of different ratios of nitrate and ammonium on photosynthesis, and fatty acid composition of canola under saline conditions. International Journal of Agriculture and Crop Sciences.
- Cao, G., Russel, R.M, Lischiner, N. and Prior, R.L (1998). Serum antioxidant capacity is increased by consumption of strawberries, spinach, red wine or vitamin C in elderly 96 women. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 128, 1787-1796.
- Chardonnet C.O., Charron C.S., Sams C.E., and Conway W.S. (2003). Chemical changes in the cortical tissue and cell walls of calcium-infiltrated “Golden Delicious” Apples during storage. Postharvest Biology and Technology 28, 97-111.

- Chun O., Kim D., Kim Y., Moon H., and Lee C. (2003). Quantification of Polyphenolics and Their Antioxidant Capacity in Fresh Plums. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry* 51, 6509-6515
- Constan-Aguilar, C., Leyva, R., Romero, L., Soriano, T., and Ruiz, J.M. (2013). Implication of potassium on the quality of cherry tomato fruits after postharvest during cold storage. *International Journal of Food Science and Nutrition*.
- Crozier, A., Jaganath, I.B. and Clifford, M.N. (2009). Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Product Reports*, 26, 1001-1043.
- Cuvelier, M.E., Richard, H. and Berset, C. (1992). Comparison of the antioxidative activity of some acid phenols: Structure-activity relationship. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 56, 324-325
- Deshmukh R., Ma J., and Belanger R. (2017). Editorial: Role of Silicon In Plants, *Frontiers in Plants Science*, 1858
- Ercisli, S., and Orhan, E. (2007). Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chemistry*, 103, 1380–1384.
- Ercisli, S. (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evaluation* 51, 419–435.
- Fernandez-Panchon, M.S., Villano, D., Troncoso, A.M and Garcia-Parilla, M.C. (2008). Antioxidant activity of phenolic compounds: From In Vitro Results to In Vivo Evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 649-671.
- Francisco, M.L.D.L. and Resurrecion, A.V.A. (2008). Functional Components in Peanuts. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 715-746.
- Gaaliche B., Ladhari A., Zarelli A., and Mimoun M.B. (2019). Impact of foliar potassium fertilization on biochemical composition and antioxidant activity of fig (*Ficus carica* L.), *Scientia Horticulturae* 253, 111-119
- Garcia L.G.C., da Silva F.P., Neto C.M., Villas Boas E., Asquieri, E.R., Damiani, C., and da Silva, F.A. (2019). Effect of the addition of calcium chloride and different storage temperatures on the post-harvest of jabuticaba variety pingo de Mel. *Food Science and Technology* 39, 261-269.
- Garcia-Salas, P., Morales-Soto, A., Segura-Carretero, A., Fernandez-Gutiérrez, A. (2010). Phenolic compound extraction systems for fruit and vegetable samples. *Molecules* 15, 8813-8826
- Gerasopoulos, D. and Stavroulakis, G. (1997). Quality characteristics of four mulberry (*Morus* sp.) cultivars in the area of Chania, Greece. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 73, 261–264.
- Goodwin, T.W., and Mercer, E.I. (1983). *Plant Biochemistry*. Second Edition. Pergamon Press, pp. 677.
- Gunes, G., Liu R.H. and Watkins C.B. (2002). Controlled Atmosphere effects on postharvest quality and antioxidant activity of cranberry fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50, 5932-5938
- Guével M.H., Menzies J.G, and Bélanger R.R.. (2007). Effect of root and foliar applications of soluble silicon on powdery mildew control and growth of wheat plants. *European Journal Of Plant Pathology* 119, 429-436.
- Hakerlerler, H.H., Aydin, Ş., İrget, M.E., Aksoy, U. and Tutam, M. (1999). The Effect of Soil and Foliage Applied Zinc on Yield and Quality of Fig (*Ficus carica* L.) for Drying. *Soils with Mediterranean Type of Climate* 6th

- International Meeting. Extended Abstracts. Universitat de Barcelona, Spain, 256-259.
- Han, X., Shen, T. and Lou, H. (2007). Dietary Polyphenols and Their Biological Significance. *International Journal Of Molecular Sciences*, 8, 950-988
- Hafiz R., Ghulam A., Chatta A., Hafiz A., Ahmad S., and Khan M. (2002). Nitrogen Concentration at Various Growth Stages of Mango and Effect of Calcium Carbide on Fruit Quality .*Asian Journal of Plant Sciences*, 164-166.
- Harborne, H. and Baxter, H.(1999). *The handbook of natural flavonoids. Volume 1.* Wiley, Chichester
- Hodges, D.M. (2001). Chilling effects on active oxygen species and their scavenging systems in plants. In: *Crop responses and adaptations to temperature stress*, Ed. Basra, A.S. The Haworth press, Binghampton, NY, pp 53-76.
- Huang D., Ou B. and Prior R.L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 1841-1856.
- Kim, J.D., Liu, L., Guo, W. and Meydani, M. (2006). Chemical structure of flavonols in relation to modulation of angiogenesis and immune-endothelial cell adhesion. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 17, 165-176.
- İrget, M.E., Aydin, Ş., Oktay, M., Tutam, M., Aksoy, U. and Nalbant, M. (1999). Effect of foliar potassium nitrate and calcium nitrate application on nutrient content and fruit quality of fig. In: Anaç, Martin-Prével, (Eds.), *Improved Crop Quality by Nutrient Management*, 81-85.
- Kamal H., Eissa, M., and Albayaty, A. (2014). Effect of Calcium and Boron foliar application on postharvest quality of florida prince peach fruit. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants* 6, 34-40.
- Karemera U., and Habimana S. (2014). Effect of pre-harvest Calcium Chloride on Post Harvest Behavior of Mango Fruits (*Mangifera Indica L.*)cv. Alphonso N.J *Universal Journal of Agricultural Research* 2, 119-125
- Kong M., Lampinen B., Shckel K., and Crisosto C.H. (2013). Fruit Skin side cracking and ostiole-end splitting shorten postharvest life in fresh figs (*Ficus carica L.*) but are reduced by deficit irrigation. *Postharvest Biology and Technology* 85, 154-161.
- Karaivanova M., Drenska D., and Ovcharov R. (1990). A modification of the toxic effects of platinum complexes with anthocyanins. *Eksperimental –na Meditsna I morfologia* 29, 19-24.
- Lambert, J.D., Hong, J., Yang, G., Liao, J. and Yang, C.S. (2005). Inhibition of carcinogenesis by polyphenols: evidence from laboratory investigations. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81, 2845-2915.
- Lee, K.W., Lee, H.J. and Lee, C.Y. (2004). Vitamins, phytochemicals, diets and their implementation in cancer chemoprevention. *Critical Review In Food Science and Nutrition*, 44, 437-452.
- Lule, S.U. and Xia, W. (2005). Food Phenolics, Pros and Cons: A review. *Food Reviews International*, 212, 367-388.
- Manganaris G., Vasilakakis M., Diamantidis G., and Mignani I. (2005). Effect of post-harvest calcium treatments on the physicochemical properties of cell wall pectin in nectarine fruit during ripening after harvest or cold storage. *Journal of Horticultural Science & Technology* 80, 611-617
- İrget M., Aksoy U., Okur B., Ongun A.R.,and Tepecik M. (2008) . Effect of calcium based fertilization on dried fig (*Ficus carica L.* cv. Sarılop) yield and quality, *Scientia Horticulturae* 118, 308–313

- Palmeira L., Pereira C., Dias M.I., Abreu R.M.V, Corrêa R., Pires T., Alves M.J., Barros L., and Ferreira I. (2019), Nutritional, chemical and bioactive profiles of different parts of a Portuguese common fig (*Ficus carica* L.) variety. *Food Research International* 126.
- Prior R.L., Wu X., and Schaich K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 4290-4302.
- Rice-Evans, C. A. (2001). Flavonoid antioxidants. *Current Medical Chemistry*, 8, 797-807.
- Robards, K., Prenzel, P.D., Tucker, G., Swatsitang, P. and Glover, W. (1999). Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*, 66, 401-436.
- Robins R.J. (2003). Phenolic acids in food. An overview of analytical methodology. *Journal of Agricultural and food chemistry* 51, 2866-2887.
- Sarafi E., Siomos A., Tsouvaltzis P., Chatzissavidis C., and Therios I. (2018). Boron and maturity effects on biochemical parameters and antioxidant activity of pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 42, 237-247.
- Salah, N., Miller, N.J., Paganga, G., Tijunrg, L., Bolwell, G.P. and Rice-Evans, C. (1995). Polyphenolic flavanols as scavengers of aqueous phase radicals and as chain-breaking antioxidants. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 322, 339-346.
- Shahidi F. and Ambigaipalan P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects- A review. *Journal Of Functional Foods* 18, 820-897.
- Shaaban, F.K.M., Yassin, N.M.A., and Mahmoud, T.S.M. (2017). Impact of Potassium sorbate and Polyethylene film Wrapping Treatments on storability of “Wonderful” Pomegranates. *Middle East Journal of Applied Sciences* 07, 289-298.
- Silva, M.M., Santos, M.R., Caroco, G., Rocha, R., Justino, G. and Mira, L. (2002). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids: a re-examination. *Free Radical Research*, 36, 1219-1277.
- Singla, R.K., Dubey, A.K., Garg, A., Sharma, R.K., Fiorino, M., Ameen, S.M., Haddad, M.A. and Al-Hiary, M. (2019). Natural Polyphenols: Chemical Classification, Definition of Classes, Subcategories and Structures. *Journal of AOAC International*, 102, Special Guest Editor Section.
- Somogyi, A., Rosta, K., Pusztai, P., Tulassay, Z. and Nagy, G. (2007). Antioxidant measurements. *Physiological Measurement*, 28, 41-55.
- Soobrattee, M.A., Neergheen, V.S., Luximon-Ramma, A., Aruoma, O.I. and Bahorum, T. (2005). Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. *Mutation Research*, 579, 200-213.
- Takamura H., and Yamagami A. (1994). Antioxidant activity of monoacylated anthocyanins isolated from Muscat Bailey grape. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42, 1612-1615.
- Timberlake CF, and Henry BS. (1998). Anthocyanins as natural food colorants. *Prog. Clinical Biology Research* 280, 107-121
- Thurzó S., Szabo Z., Nycki J., Nagy P.T., Silva A.P, and Gonçalves B. (2010). Effect of Boron and Calcium sprays on Photosynthetic pigments, total phenols

- and flavonoid content of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Acta Horticulturae* 868.
- Tsantili E., Rouskas D., Christopoulos M.V., Stanidis V., Akrivos J., and Papanikolaou D. (2007). Effects of two pre-harvest calcium treatments on physiological and quality parameters in “Vogue” cherries during storage. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 82, 657-663.
- Tsantili E., Christopoulos M.V., Pontikis C.A., Kaltsikes P., Kallianou C., and Komaitis M. (2008). Texture and other quality attributes in olives and leaf characteristics after preharvest calcium chloride sprays. *HortScience* 43, 1852-1856.
- Tsuda, T., Horio, F., Aoki, K. and Osawa, T. (2003). Dietary cyaniding 3-0-β-d-glycoside- rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia in mice. *Journal of Nutrition*, 133, 2125-2130.
- U.S Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2016). USDA Nutrient Database for Standard Reference.
- Vnson, J.A., Dabbagh, Y.A., Serry, M.M. and Jang, J. (1995). Plant flavonoids, especially tea flavonols, are powerful antioxidants used as in vitro oxidation model for heart disease. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 2800-2802.
- Wada L, and Ou B. (2002). Antioxidant activity and phenolic content of oregon cranberries. *Journal of Agricultural And Food Chemistry* 50, 3495–3500.
- Wang H., Cao G. and Prior R.L. (1997). Oxygen Radical Absorbing Capacity of Anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45, 304-309.
- Wang C., Conway W., Abbott J, and Kramer G. (1993). Postharvest infiltration of Polyamines and Calcium Influences Ethylene Production and Texture Changes in “Golden Delicious” Apples, *Journal of American Society of Horticultural Science* 118, 801- 815
- Wrolstad (2001). Characterization and Measurement of UNIT F1.2 Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy, *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, John Wiley & Sons, Inc.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βασιλακάκης, Μ. . (2006). Μετασυλλεκτική φυσιολογία – Μεταχείριση οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, Ελλάς, Ε.Ε., σ.416.
- Διαμαντίδης, Γ.Χ. (2007). Εισαγωγή στη Βιοχημεία. University Studio Press, Εκδόσεις Επιστημονικών Βιβλίων και Περιοδικών, Τρίτη Έκδοση, Θεσσαλονίκη, σ. 416.
- Δούκα. Β. (2011). Παραγωγή και επεξεργασία ξηρών σύκων στην Εύβοια, Εκδότης ιστοσελίδας Κεντρική βιβλιοθήκη ΤΕΙ Κρήτης.
- Θεριός, Ι., και Δημάση-Θεριού, Κ. (2013). Ειδική Δενδροκομία, Γαρταγάνης Αγίς-Σάββας, Θεσσαλονίκη
- Κακογιαννάκης Ν. (2006). Επισήμανση, Συλλογή, Αξιολόγηση και Περιγραφή Γενοτύπων Συκιάς Στην Κρήτη. ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

- Μαλαπάνη Α. (2011). Η επίδραση διαφορετικών επιπέδων λίπανσης στην ποιότητα σύκων ποικιλίας «Καλαμών». Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Ματάλα, Α. (2015). Διατροφή και Πολιτισμός, Αποθετήριο Κάλλιπος, Αθήνα
- Νενάδης, Ν., (2008). Θεωρητική μελέτη της ικανότητας δέσμευσης ελεύθερων ριζών από επιλεγμένες αουρόνες. Διπλωματική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Ποντίκης Κ.Α. (1996). Ειδική Δενδροκομία: Ακρόδρυα-Πυρηνόκαρπα-Λοιπά Καρποφόρα, 407-431.
- Πελεκάσης Κ.Ε. . (2007). Μαθήματα Γεωργικής Εντομολογίας. Τυπογραφείο Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.
- Σφακιωτάκης Ε. (1995). Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων, 85-129.
- Σφακιωτάκης, Ε. (1993). Γενική δενδροκομία.
- Σφιχτέλλης, Σ. (2009). Η καλλιέργεια και η γονιμοποίηση της συκιάς, ΕΛΓΑ.
- Βασιλακάης, Μ. . (2006). Μετασυλλεκτική φυσιολογία - Μεταχείριση οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία, 199-217.
- Διαμαντίδης, Γ.Χ. (2007). Εισαγωγή στη βιοχημεία, 416.

Ηλεκτρονικές Πηγές

<https://ec.europa.eu/eurostat/> : Last-visited 06/01/2020

bug-guide.net : Last-visited 06/01/2020

FAO.com : Last-visited 06/01/2020

<https://www.nixsensor.com/free-color-converter/> : Last-visited 24/04/2020

