



Πανεπιστήμιο  
Ιωαννίνων

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Αξιολόγηση της Ολικής Αντιοξειδωτικής Ικανότητας και της  
περιεκτικότητας σε Βιταμίνη C και Φαινολικά συστατικά σε  
καρπούς αυτοφυών Φραγκόσυκων της περιοχής Χανόπουλο της  
Άρτας»**

**Των**

**Δήμητρα Σπίγγου**

**Σωτήριος Παύλου**

**Επιβλέπων Καθηγητής : Καριπίδης Χαράλαμπος**

**Άρτα 2023**

**« Evaluation of the Total Antioxidant Capacity and the content of Vitamin C and Phenolic components in fruits of indigenous prickly pears from the Chanopoulo area of Arta »**

**Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή**

Τόπος, Ημερομηνία

**Επιτροπή Αξιολόγησης**

1)Επιβλέπων Καθηγητής

Όνομα, Επίθετο

Τίτλος, Βαθμίδα

2)Επιβλέπων Καθηγητής

Όνομα, Επίθετο

Τίτλος, Βαθμίδα

3)Επιβλέπων Καθηγητής

Όνομα, Επίθετο

Τίτλος, Βαθμίδα

© ΣΠΙΓΓΟΥ, ΠΑΥΛΟΥ, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος, All rights reserved

## **Δήλωση μη λογοκλοπής**

Δηλώνουμε υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μας ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

**Δ. ΣΠΙΓΓΟΥ, Σ. ΠΑΥΛΟΥ**

Υπογραφή

---

## **Ευχαριστίες**

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή μας κ. Χαράλαμπο Καριπίδη για την στήριξη που μας παρείχε ώστε να βγάλουμε εις πέρας την σύνθεση της παρούσας έρευνας μας. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας αλλά και τους φίλους μας, που βοήθησαν, ώστε να διεξαχθεί ομαλά και να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία.

## Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	
Λέξεις κλειδιά.....	
Abstract.....	
Key words.....	
Εισαγωγή.....	
1 <sup>ο</sup> Θεωρητικό Μέρος.....	
1) Το Φραγκόσυκο ( <i>Opuntia ficus -indica</i> ).....	
1.1 Σύντομη αναδρομή στην εξελικτική πορεία της καλλιέργειας Φραγκόσυκου.....	
1.2 Ιστορία .....	
1.3 Βοτανική Ταξινόμηση.....	
1.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	
1.4.1 Καρπός .....	
1.4.2 Άνθη .....	
1.4.3 Βλαστός .....	
1.4.4 Φύλλα.....	
1.5 Χρόνος ωρίμανσης.....	
1.6 Ποικιλίες.....	
2) Καλλιεργητικές τεχνικές του Φραγκόσυκου στην Ελλάδα.....	
2.1 Προετοιμασία – ανάλυση εδάφους – φύτευση.....	
2.2 Λίπανση.....	
2.3 Κλάδεμα.....	
2.4 Άρδευση.....	
2.5 Πολλαπλασιασμός .....	
2.6 Αντιμετώπιση ζωικών εχθρών – ασθενειών.....	
2.7 Χρήσεις του Φραγκόσυκου .....	
2.8 Φαρμακευτικές Χρήσεις του Φραγκόσυκου.....	
2.9 Χημική Ανάλυση Φραγκόσυκου.....	
2.10 Οφέλη για την κτηνοτροφία.....	
2.11 Πρόσθετες μελέτες για το φραγκόσυκο.....	
3. Φαινόλες.....	
3.1 Βιταμίνη C.....	
3.2 Γενικές πληροφορίες για την Βιταμίνη C.....	
3.3 Χημικές αντιδράσεις της βιταμίνης C.....	
3.4 Ο αντιοξειδωτικός μηχανισμός.....	
3.5 Οξύτητα.....	

3.6 Προσδιορισμός της Βιταμίνης C.....	
3.7 Ο ρόλος των αντιοξειδωτικών.....	
3.7.1 Γενικές πληροφορίες για τα αντιοξειδωτικά.....	
3.7.2 Ελεύθερες ρίζες και δραστικά είδη O <sub>2</sub> .....	
3.7.3 Σχηματισμός Ελεύθερων ριζών.....	
3.7.4 Τύποι αντιοξειδωτικών.....	
3.7.5 Ρόλος αντιοξειδωτικών	
3.7.6Μηχανισμός δράσης των αντιοξειδωτικών.....	
2 <sup>ο</sup> Πειραματικό Μέρος	
4 Περιγραφή διαδικασίας πειράματος .....	
4.1 Σκοπός πειράματος .....	
4.2 Υλικά και μέθοδος πειράματος .....	
5 Αποτελέσματα	
5.1. Περιεκτικότητα των καρπών σε βιταμίνη C.....	
5.2. Περιεκτικότητα των καρπών σε φαινολικά συστατικά.....	
5.3. Ολική Αντιοξειδωτική Ικανότητα	
Βιβλιογραφία .....	



## Περίληψη

Το Φραγκόσυκο ή αλλιώς Κακτόσυκο είναι φρούτο κακτοειδούς φυτού που ανήκει στην τάξη Καρυοφυλλώδη (Caryophyllales) και στην οικογένεια Κακτοειδών (Cactaceae). Εμφανίζει πολλές ποικιλίες οι οποίες καλλιεργούνται κυρίως σε περιοχές νότιας νησιωτικής Ελλάδας λόγω του ξηροθερμικού κλίματος. Σκοπός της παρούσας πτυχιακής πτυχιακής εργασίας είναι η περιγραφή των καλλιεργητικών τεχνικών της φραγκοσυκιάς, όπως επίσης και η αξιολόγηση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας, της περιεκτικότητας σε Βιταμίνη C και σε φαινολικές ουσίες σε καρπούς από αυτοφυή φραγκόσυκα. Ως πειραματικό υλικό χρησιμοποιήθηκαν καρποί από φραγκοσυκιάς της περιοχής Χανόπουλου της Άρτας. Ο προσδιορισμός της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC) έγινε με τη μέθοδο DPPH και εκφράστηκε σε ισοδύναμη ποσότητα trolox. Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ολικές φαινόλες (TPC) προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu και εκφράστηκε σε ισοδύναμη ποσότητα γαλλικού οξέος, ενώ της περιεκτικότητας των καρπών σε ασκορβικό οξύ πραγματοποιήθηκε με τιτλοδότηση του εκχυλίσματος της σάρκας των καρπών με βάμμα ιωδίου. Όλα τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ανά 100 g νωπού βάρους καρπού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο καρπός του φραγκόσυκου είναι πλούσιος σε βιταμίνη C και φαινολικά συστατικά και έχει αυξημένη ολική αντιοξειδωτική ικανότητα. Η σύσταση των καρπών αναφορικά με τα ανωτέρω συστατικά δεν παρουσίασε σημαντικές μεταβολές μετά από 10 ημέρες παραμονής σε οικιακό ψυγείο.

**Λέξεις Κλειδιά :** Φραγκοσυκιά, καλλιέργεια, βιταμίνη C, φαινόλες, Άρτα

## **Abstract**

The prickly pear is the fruit of a cactus plant that belongs to the Caryophyllales class and the Cactaceae family. It shows many varieties which are cultivated mainly in areas of Southern Island Greece due to the dry- thermal climate. The aim of the present thesis is to describe the cultivation techniques of Prickly Pear, as well as the evaluation of the total antioxidant capacity, the content of Vitamin C and phenolic substances in Prickly Pear fruits. The experimental material we used came from indigenous Prickly Pear plants in the Chanopoulo region of Arta. The total antioxidant capability (TAC) was determined by the DPPH method and was expressed in an equivalent amount of Trolox. With the help of the Folin – Ciocalteu method, we succeeded in the determination of the total phenolic phenolic content (TPC) which was then expressed in equivalent amount of gallic acid, while the ascorbic acid content of the fruits was determined by the extracts titration of the flesh of the fruits with iodine tincture. All results were expressed per 100g fresh fruit weight. The results showed that the prickly pear fruit is rich in vitamin C, phenolic components and has an increased total antioxidant capacity. The composition of the fruits regarding the components above did not show significant changes after 10 days of staying in a house refrigerator.

**Key words :** Prickly pear, cultivation, vitamin C, phenols, Arta

## 1<sup>ο</sup> ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### **1.Εισαγωγή**

#### **1.Το Φραγκόσυκο (*Opuntia ficus-indica*)**

Το φραγκόσυκο ή αλλιώς κακτόσυκο είναι φρούτο κακτοειδούς φυτού που ανήκει στην τάξη Καρυοφυλλώδη (Caryophyllales) και στην οικογένεια Κακτοειδών (Cactaceae). Η ταξινόμηση των ειδών *Opuntia* είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη και χρειάζονται εξειδικευμένες γνώσεις ώστε να μπορεί κάποιος να τα αναγνωρίσει. Καλλιεργούνται σχεδόν 300 είδη από τα οποία μόνο 10-12 αξιοποιούνται για τα φρούτα τους, τα τρυφερά τους φύλλα (κλαδόνια) σαν ζωοτροφή ή παραγωγή χρωστικών ουσιών

#### **1.1 Σύντομη αναδρομή στην εξελικτική πορεία της Φραγκοσυκιάς**

Γύρω από την καλλιέργεια της Φραγκοσυκιάς υπάρχει πολύ ιστορία. Το 1840 καθώς ο Γάλλος γεωπόνος De Gasparin, επέστρεψε από τη Σικελία περιέγραψε τα φραγκόσυκα ως εξής: «το μάννα, το προϊόν της θείας Πρόνοιας, είναι για τη Σικελία ότι είναι η μπανάνα για τις χώρες του Ισημερινού και το ψωμόδεντρο για τα νησιά του Ειρηνικού ...». Η μεγάλη επιτυχία της φραγκοσυκιάς όπως επίσης και η μετατροπή της σε εντατική καλλιέργεια ανάγονται στα μέσα της δεκαετίας του 1970 κατά τον 20ό αιώνα. Την περίοδο εκείνη εδραιώθηκε η καλλιέργεια στην περιοχή του San Cono, η οποία βρίσκεται μεταξύ τριών μεγάλων κέντρων, της Enna, του Caltagirone και της Caltanissetta, αποτελεί σήμερα την σημαντικότερη υφιστάμενη περιοχή παραγωγής σε ειδικευμένη καλλιέργεια, η οποία θεωρείται από τους ειδικούς του κλάδου ως «η πρωτεύουσα της καλλιέργειας φραγκόσυκων στην Ιταλία.»

(Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2012)

#### **1.2 Ιστορία**

Η πατρίδα της Φραγκοσυκιάς είναι η Κεντρική Αμερική – Μεξικό. Εισήχθη στην Ευρώπη και στην συνέχεια σε όλο τον κόσμο από τους θαλασσοπόρους, οι οποίοι

επέστρεψαν από την ανακάλυψη της Αμερικής κατά τον 15<sup>ο</sup> – 16<sup>ο</sup> αιώνα. Το φραγκόσυκο είναι το εθνικό φυτό του Μεξικού αφού απεικονίζεται ακόμα και στην σημαία τους. Σύμφωνα με τον μύθο οι θεοί είπαν στους Ατζέκους να χτίσουν την πρωτεύουσά τους εκεί που θα δουν έναν αετό να σκοτώνει ένα φίδι καθισμένος πάνω σε μια φραγκοσυκιά ( νοπάλ) και έτυχε να είναι πάνω σε έναν βράχο σε ένα νησί μέσα σε μια λίμνη και εκεί έχτισαν το Τενοχτιτλάν που σημαίνει « Φραγκόσυκο πάνω στο βράχο» ενώ επίσης στην γλώσσα Ναχουάτλ το φραγκόσυκο λέγεται νόχλιτι, που σήμερα είναι η πόλη του Μεξικού. Στις αρχές της δεκαετίας του 1900, στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο καρπός της φραγκοσυκιάς, εισάγονταν από το Μεξικό και τις χώρες της Μεσογείου, για να ικανοποιήσει τον αυξανόμενο πληθυσμό των μεταναστών που έφταναν από την Ιταλία και την Ελλάδα. Ο καρπός έχασε τη δημοτικότητά του κατά τα μέσα της δεκαετίας του 1950, αλλά έχει αυξήσει τη δημοτικότητά του από τα τέλη της δεκαετίας του 1990, λόγω της εισροής των μεταναστών από το Μεξικό. Πρόσφατα, οι βιομηχανίες βοοειδών στις Ηνωμένες Πολιτείες, έχουν αρχίσει να καλλιεργούν την οπουντία την ινδική συκή (*Opuntia ficus-indica*), ως μια νέα πηγή τροφής των βοοειδών των. Ο κάκτος καλλιεργείται τόσο ως πηγή τροφοδοσίας όσο και ως περίφραξη. Τα βοοειδή αποφεύγουν τα αιχμηρά αγκάθια του κάκτου περίφραξης και δεν περιπλανώνται εκτός των ορίων που περικλείονται από αυτήν. Τα σκευάσματα κάκτου, με τα οποία τρέφονται τα βοοειδή, είναι χαμηλά σε ξηρή ύλη και ακατέργαστη πρωτεΐνη, αλλά είναι χρήσιμα ως συμπλήρωμα σε συνθήκες ξηρασίας. Πέρα από την διατροφική αξία, η περιεκτικότητα σε υγρασία, ουσιαστικά περιορίζει την ανάγκη για το πότισμα των βοοειδών και την ανθρώπινη προσπάθεια για την επίτευξη αυτής της εργασίας. Η Οπουντία επίσης καλλιεργείται σε novalgies για να χρησιμεύσει ως ένα φυτό ξενιστής για τα έντομα κοχενίλης, τα οποία παράγουν τις επιθυμητές κόκκινες και μωβ βαφές, πρακτική που χρονολογείται από την προ-Κολομβιανή εποχή.

Η εκδοχή 1975–1988 του Οικοσήμευ της Μάλτας, επίσης παρουσιάζει μια φραγκοσυκιά, μαζί με μια παραδοσιακή dgħajsa, ένα φτυάρι και μια πιρούνα, με τον ανατέλλοντα ήλιο στον ορίζοντα. Στη Μάλτα, το λικέρ που ονομάζεται bajtra (η ονομασία του φραγκόσυκου στη Μάλτα), είναι παρασκευασμένο από αυτόν τον καρπό, ο οποίος μπορεί να βρεθεί να φύτευται αγρίως, στα περισσότερα χωράφια. Στο νησί της Αγίας Ελένης, το φραγκόσυκο δίνει το όνομά του στο τοπικά αποσταγμένο λικέρ, Tungi Spirit. Το φυτό θεωρείται επιβλαβές είδος, σε ορισμένα μέρη της Λεκάνης της Μεσογείου, λόγω της ικανότητάς του να εξαπλώνονται ταχέως πέρα από τις ζώνες όπου αρχικά καλλιεργείτο (Κόκκα 2017).



### 1.3 Βοτανική Ταξινόμηση

Η Οπουντία ανήκει στο βασίλειο των φυτών (Plantae), στη συνομοταξία Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta), στην ομοταξία Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida), στην υφομοταξία Καρυοφυλλίδες (Caryophyllidae), στην τάξη Καρυοφυλλώδη (Caryophyllales), στην οικογένεια Κακτίδες (Cactaceae) και στο γένος Οπουντία (Opuntia) (Βικιπαίδεια).

### 1.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η φραγκοσυκιά (*Opuntia ficus-indica*, Cactaceae) είναι αειθαλής πολυετής κάκτος με δενδροειδή ορθόκλαδη και πυκνή βλάστηση. Το ύψος του φυτού μπορεί να φτάσει έως και τα 5 μέτρα και είναι πλήρως εγκλιματισμένο στις συνθήκες της Ελλάδας. Οι βλαστοί (φυλλοκλάδια) είναι πεπλατυσμένοι στην αρχή έχουν πράσινο χρώμα είναι υδαρείς και φέρουν αγκάθια τα οποία μοιάζουν με χνουδι και δε γίνονται άμεσα αντιληπτά σε όλο το φυτό ακόμα και στον καρπό. Τα άνθη του φυτού είναι

κίτρινα και μεγάλα, ο καρπός είναι σαρκώδης με κίτρινο ή κοκκινοκίτρινο χρώμα και σχήμα απιοειδές ή ωοειδές (Garden Guide 2017)

### 1.4.1 Καρπός

Ο καρπός της φραγκοσυκιάς είναι ράγα έχει σχήμα ωοειδές ή υποσφαιρικό πεπλατυσμένο στην κορυφή και σχηματίζει το βοθρίο.. Είναι γεμάτος γλωχίνες (αγκάθια) στο περίβλημα, (επικάρπιο), φυόμενα καθ' ομάδας σε μικρές αποστάσεις επί της επιφανείας του, καθώς και στην στεφάνη (κορυφή) του καρπού. Πρόκειται για ένα μέσο αυτοπροστασίας από τους εχθρούς. Έχει σάρκα γλυκιά, χρώματος πορτοκαλί έως υποκίτρινο στην αρχή της ωριμάνσεως και κοκκινωπό προς κοκκινόμαυρο κατά την υπερωρίμανση. Καταναλώνεται νωπός, αφού αποφλοιωθεί. Έχει γεύση ευχάριστη, γλυκιά, δροσιστική, εξαιρετικώς εύγευστη και εύχυμη. Ο καρπός περιέχει βιταμίνη C και ήταν μία από τις πρώτες θεραπείες για το σκορβούτο. Το κόκκινο χρώμα του χυμού οφείλεται στις μεταλαΐνες (Albano et al., 2015). Το φυτό περιέχει επίσης φλαβονοειδή, όπως κερκετίνη, ισοραμεντίνη και καμπφερόλη. Άλλα συστατικά του πολτού του καρπού, είναι οι υδατάνθρακες (γλυκόζη, φρουκτόζη και άμυλο), πρωτεΐνες και ίνες πλούσιες σε πηκτίνη (Sumaya-Martinez et al., 2011). Οι καρποί συνήθως τρώγονται, αφού προηγουμένως αφαιρεθεί ο παχύς εξωτερικός τους φλοιός και μετά από την ψύξη τους για μερικές ώρες, σε ένα ψυγείο. Έχουν παρόμοια γεύση με ένα ζουμερό, γλυκό καρπούζι. Η έντονη κόκκινη - μωβ ή λευκό - κίτρινη σάρκα, περιέχει πολλούς μικρούς σκληρούς σπόρους που συνήθως καταπίνονται (Esatbeyoglu et al., 2015).

Οι καρποί χρησιμεύουν ως τονωτικά στην καρδιά λόγω της ουσίας κακτίνη που περιέχουν, αντίδοτο κατά της μέθης, απομακρύνουν πονοκεφάλους, ναυτία ξηροστομία και άλλα. Στην μαγειρική παράγουν δεκάδες φαγητά με κρέας και λαχανικά για τον άνθρωπο. Επίσης γίνονται σαλάτες, επιδόρπια, μεζέδες ακόμη και ψωμί. Δεν έχουν καμία απολύτως τοξικότητα κι έτσι μπορούμε να τα συνηθίσουμε ως γεύμα. Οι ασθένειες οι οποίες προλαμβάνονται από τη χρήση του φραγκόσυκου είναι τα φλεγμονώδη αποστήματα, η διόγκωση της σπλήνας, η ελονοσία, η υπερλιπιδαιμία και η παχυσαρκία, η υπερτροφία του προστάτη, η φλεβίτιδα, οι πνευμονικές παθήσεις. Αποτελεί επίσης πιθανό παράγοντα για την καταπολέμηση ορισμένων μορφών καρκίνου (στήθους, προστάτου, στομάχου, πνευμόνων, παγκρέατος) λόγω των φλαβονοειδών συστατικών που περιέχει. Είναι ένα δυναμωτικό για το ανοσοποιητικό

σύστημα ενώ τα άνθη και τα κλαδώδια («φύλλα») χρησιμοποιούνται ως διουρητικά, αντισπασμωδικά, αντιδιαρροϊκά, αιμολυτικά, καθώς για καταπολέμηση της νεφρίτιδας (Kim et al., 2015).



### 1.4.2 Άνθη

Τα άνθη είναι μεγάλα και φύονται κατά κανόνα στην κορυφή των φυλλοκλαδίων, συνήθως των ανωτέρων ή εξωτερικών και πολύ σπανία στα πλευρικά μέρη. Έχουν χρώμα ζωηρό κιτρινωπό, πορτοκαλί ή χρυσίζον. Είναι ένας θαυμάσιος συνδυασμός που δίνει ιδιαίτερο χρώμα κατά την περίοδο της ανθοφορίας στους χώρους όπου υπάρχουν συστοιχίες από φραγκοσυκιές. Τα άνθη είναι μονήρη, δηλαδή βρίσκονται μεμονωμένα στον βλαστό, ερμαφρόδιτα, κανονικά, ακτινόμορφα ή ζυγόμορφα ή έχουν αμφίπλευρη συμμετρία. Η ωθήκη είναι υποφυής ή βρίσκεται κάτω από το πεπλατυσμένο τμήμα της βάσεως και δέχεται πολλές σπερματικές βλάστες (ωάρια). Το περιάνθιο είναι διπλό και τα μέλη του βρίσκονται σε σπειροειδή διάταξη με μεταβατικές μορφές από σέπαλα σε πέταλα. Τα σέπαλα και τα πέταλα δεν έχουν πλήρη διαφοροποίηση. Και τα δύο είναι πολυάριθμα, όρθια ή αποκλίνοντα. Οι στήμονες είναι σπειροειδώς τοποθετημένοι ή ενίοτε κατά ομάδες. Ο ύπερος είναι ένας και απαρτίζεται από τρία ή και περισσότερα καρπόφυλλα. Τα πέταλα και τα σέπαλα με τα έντονα χρώματά τους και την γύρη προσελκύουν τα έντομα κι έτσι επιτυγχάνεται η επικονίαση

στο φυτικό βασίλειο. Μένουν ανοικτά 36- 48 ώρες για τον σκοπό αυτό (Ammar et al., 2015).



### **1.4.3 Βλαστός**

Οι βλαστοί της φραγκοσυκιάς είναι φυλλοειδώς πεπλατυσμένοι, ενώ στους κάκτους παρατηρούνται διαφοροποιήσεις σε σφαιρικούς ή κυλινδρικούς ή αρθρωτούς, με πολλά φυλλοκλάδια. Έχουν σχήμα ελλειψοειδές, τριγωνικό ή άλλα παρόμοια και χρησιμεύουν ως αποθηκευτικοί χώροι. Περιέχουν μεγάλες ποσότητες νερού για να αντέχουν στις ξηρασίες. Μοιάζουν δηλαδή με σαρκώδη φύλλα, εξ ου και ο όρος βλαστοπαχύφυτα, αλλά είναι βλαστοί με λειτουργικές ιδιότητες φύλλων, μήκους 20 - 50 εκατοστών, πλάτους 10 - 20 εκατοστών και καλύπτονται από κηρώδες στρώμα. Αρχικώς είναι άκρως ευαίσθητοι, προοδευτικά όμως αυξάνουν και τελικώς αποκτούν ινώδη (ξυλώδη) υπόσταση, για να καταλήξουν στον σχηματισμό του κορμού ο οποίος είναι το κεντρικό μέρος του φυτού απ' το οποίο γίνονται οι διακλαδώσεις, αλλά και το γηραιότερο. Επίσης έχουν στην επιφάνειά τους πολλές και σκληρές ίνες, τα αγκάθια, κέντρα, ακίδες ή γλωχίνες. Ασκούν δε και την φωτοσυνθετική λειτουργία του φυτού (Κόκκα 2017).

### **1.4.4 Φύλλα**

Η φραγκοσυκιά δεν έχει φύλλα. Τα φύλλα της έχουν υποστεί «ισχυράν πήρωση» και έχουν μετατραπεί σε ακάνθας, ή φυλλακάνθας, όπως ευρίσκομε τον όρον στο «Περί φυτών ιστορία» έργο του αρχαίου Έλληνα βοτανολόγου Θεοφράστου. Είναι μικρά,



βελονοειδή, εύπτωτα, σκληρά, μυτερά όργανα και επιτυγχάνουν δύο στόχους. Πρώτον, μειώνουν την διαπνοή ώστε να μη χάνεται το αποταμιευμένο νερό, και δεύτερον προστατεύουν από την επιδρομή των φυτοφάγων ζώων.

## 1.5 Χρόνος ωρίμανσης

Οι καρποί της φραγκοσυκιάς ωριμάζουν κατά τους μήνες Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Ο χρόνος που θα χρειαστεί ένα φραγκόσυκο από την στιγμή που θα εμφανιστεί στο φυλλοκλάδιο έως και στην πλήρη ωρίμανση του είναι 100-120 μέρες. Ο καρπός από το στάδιο της αρχικής ωρίμανσης που το χρώμα είναι βαθύ πράσινο έως και το στάδιο της τελικής που είναι βαθύ κόκκινο παραμένει στο φυτό για περίπου 30 μέρες. Όμως θα πρέπει να διευκρινισθεί ότι η ωρίμανση των καρπών δεν γίνεται ταυτόχρονα ακόμα και στους καρπούς που βρίσκονται στο ίδιο φυλλοκλάδι για αυτό και η συλλογή τους πρέπει να γίνεται σταδιακά.

## 1.6 Ποικιλίες

Τα 3 είδη που προτιμούν οι παραγωγοί είναι το κίτρινο ( Sulfarina ), το λευκό ( Muscaredda ) και το κόκκινο ( Sanguigna ). Στην Ιταλία το η πιο διαδεδομένη ποικιλία με την καλύτερη απόδοση είναι η Sulfarina, λόγω της μεγάλης παραγωγικότητας στα εντατικά συστήματα καλλιέργειας. Όμως σήμερα καλλιεργούνται ώστε να παράγονται καρποί με διάφορα χρώματα.

Κάποιες ποικιλίες που καλλιεργούνται στην περιοχή της Μεσογείου οι οποίες έχουν καλή γεύση και δεν έχουν αγκάθια είναι οι εξής :

### (α) Πολύ πρώιμες :

**Mexican** ; Είναι ποικιλία με μεγάλους πράσινους καρπούς, λευκή σάρκα και σχίζονται όταν ωριμάζουν

### **(β) Πρώιμες :**

**Corfu:** Έχει μεγάλους καρπούς ανοιχτού πράσινου χρώματος με λευκή σάρκα. Δεν είναι πολύ παραγωγική ποικιλία.

**Guayacuil:** Έχει καρπούς μέτριου μεγέθους ανοιχτού πράσινου χρώματος με λευκή σάρκα. Δεν είναι πολύ παραγωγική ποικιλία.

**Fusicaulis:** Έχει πολύ μεγάλους καρπούς κιτρινοπράσινους με λευκή σάρκα. Είναι αρκετά παραγωγική ποικιλία.

**Morado:** Έχει αρκετά μεγάλους καρπούς με ανοιχτό πράσινο χρώμα με λευκή σάρκα. Είναι αρκετά παραγωγική ποικιλία.

### **(γ)Μεσοπρώιμες :**

**Algerian:** Έχει καρπούς μετρίου μεγέθους, ολοκληρωτικά κόκκινους, πολύ παραγωγική ποικιλία.

**Gymnocarpa:** Έχει καρπούς μεγάλους, τελείως κίτρινους, πολύ παραγωγική ποικιλία.

### **(δ)Μέσο-όψιμες :**

**Fusicaulis van Heerden:** Έχει καρπούς μεγάλους πρασινοκίτρινους, με κίτρινη σάρκα. Έχει την τάση να σχίζεται ο καρπός.

**Roly-Poly:** Έχει μικρούς κοκκινωπούς καρπούς. Παραγωγική ποικιλία.

**Muscatel:** Έχει καρπούς πολύ μεγάλους, λαμπρού πράσινου χρώματος, με λευκή σάρκα.

**Signal:** Έχει καρπούς αρκετά μεγάλους, οι οποίοι είναι ολοκληρωτικά κόκκινοι. Δεν είναι πολύ παραγωγική ποικιλία.

### **(στ) Όψιμες:**

**Albitel:** Έχει καρπούς μεγάλους ολοκληρωτικά κόκκινους.

**Skinners:** Έχει καρπούς μεγάλους τελείως πράσινους. Είναι αρκετά παραγωγική ποικιλία.

**(ζ) Πολύ Όψιμες :**

**Blue Motto:** Έχει μεγάλους πράσινους καρπούς με πορτοκαλί σάρκα. Είναι παραγωγική ποικιλία.

**Malta:** Έχει καρπούς μετρίου μεγέθους που είναι τελείως κίτρινοι. Είναι παραγωγική ποικιλία. (Φραγκόσυκο Φυτώριο Φραγκόσυκου Καρπός 2022)



**Ποικιλία Sulfarina**



**Ποικιλία Sulfarina**



**Ποικιλία Muscaredda**



shutterstock.com · 112227947

**Ποικιλία Muscaredda**

## 2. Καλλιεργητικές τεχνικές του Φραγκόσουκου στην Ελλάδα

### 2.1 Προετοιμασία – ανάλυση εδάφους – φύτευση

Είναι ένα πολύ ανθεκτικό φυτό στις συνθήκες της χώρας μας, μπορεί να φυτευτεί σε όλα τα χώματα ακόμα και στα άγονα αρκεί να μην κρατάνε υγρασία. Προτιμότερο όμως είναι να χρησιμοποιηθεί μέσης σύστασης έδαφος όπως για παράδειγμα αμμοπηλώδη ή πηλοαμμώδη. Ευδοκίμει σε θερμές ηλιόλουστες περιοχές με ήπιους χειμώνες όπου η θερμοκρασία είναι ψηλότερη από 10 °C και η ελάχιστη δεν είναι κάτω από τους 4 °C. Επίσης δεν αντέχει για πολλές μέρες σε θερμοκρασία κάτω από 0°C για αυτόν ακριβώς τον λόγο γίνονται προσπάθειες για την δημιουργία πιο ανθεκτικών ποικιλιών στο κρύο. Οι καλύτερες θέσεις φύτευσης είναι οι πιο ηλιόλουστες. Η συλλογή των καρπών γίνεται με δύο τρόπους χειρωνακτικά ή μηχανικά. Ανάλογα με τον τρόπο συλλογής και τις απαιτήσεις της περιοχής τα φυτά που φυτεύονται κυμαίνονται από 100-200 για ποικιλίες που καλλιεργούνται για τον καρπό τους ενώ 200-600 για καλλιέργειες που προορίζονται για ζωοτροφή. Στις καλλιέργειες που συλλέγονται με μηχανικό τρόπο προτείνονται μέχρι 200 φυτά ανά στρέμμα και 5 μέτρα αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των γραμμών, ενώ μέσα στην γραμμή τα φυτά θα πρέπει να απέχουν 2-3 μέτρα. Μια μέση παραγωγή αποδίδει τον χρόνο 2-3 τόνους καρπών ανά στρέμμα, ενώ σε αρδευόμενες καλλιέργειες μπορεί να φτάσει και τους 4 τόνους ανά στρέμμα. Η καλλιέργεια αυτή ξεκινάει να δίνει ικανοποιητική παραγωγή από το 3<sup>ο</sup> έτος ενώ βρίσκεται σε πλήρη παραγωγή μετά από τον 7<sup>ο</sup> χρόνο. Τέλος παραμένει παραγωγική για πάνω από 70 χρόνια.

Όσον αφορά την καλλιεργητική φροντίδα για μια σωστή και ικανοποιητική παραγωγή είναι λιγότερες οι απαιτήσεις σε σχέση με άλλες καλλιέργειες χωρίς να σημαίνει όμως ότι δεν χρειάζονται άλλα μέτρα. Στην αρχή χρειάζεται πριν την εγκατάσταση της νέας καλλιέργειας ισοπέδωση του εδάφους στο χωράφι. Έπειτα ακολουθεί όργωμα και εμπλουτισμός με κοπριά ή λίπασμα κυρίως το Φθινόπωρο ή τον Χειμώνα ( Garden guide 2017).

## 2.2. Λίπανση

Η ετήσια λίπανση της φραγκοσυκιάς συνήθως αφορά την προσθήκη οργανικής ουσίας αζώτου, καλίου και φωσφόρου. Προσθήκη 60 kg ανά στρέμμα την άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι είναι ικανοποιητική. Επίσης η χρήση οργανικών λιπασμάτων ή κομπόστ δίνει πολύ καλά αποτελέσματα. (Garden Guide 2017)

## 2.3 Κλάδεμα

Οι φραγκοσυκίες δεν χρειάζονται κλάδεμα κάθε χρόνο ούτε και υπάρχει συγκεκριμένος τρόπος κλαδέματος ως προς την διαμόρφωση. Κατά το κλάδεμα της χρειάζεται να απομακρυνθούν ξεροί και αδύναμοι βλαστοί ή ακόμα και κακοσχηματισμένοι που εμποδίζουν τις καλλιεργητικές εργασίες που θέλουμε να κάνουμε. Η πιο κατάλληλη εποχή είναι στις αρχές της άνοιξης αφού περάσουν οι παγωνιές του χειμώνα ή στις αρχές του φθινοπώρου μετά την ολοκλήρωση της συγκομιδής. Μια τεχνική κλαδέματος που προσφέρει καλύτερη και ποιοτικότερη καρποφορία είναι αυτή της “scozzolatura”. Με βάση αυτή κατά την άνθιση της άνοιξης αφαιρούνται όλα τα άνθη. Η πράξη αυτή δίνει μια οψιμότερη άνθιση στις αρχές του καλοκαιριού. Έπειτα τον Σεπτέμβριο με Οκτώβριο οι καρποί θα είναι μεγαλύτεροι σε μέγεθος, πιο γευστικοί και χωρίς κουκούτσια. Η δεύτερη συλλογή καρπών θα είναι μέσα στον χειμώνα Ιανουάριο με Φεβρουάριο. Εάν εφαρμοσθεί η τεχνική αυτή τότε το πότισμα είναι απαραίτητο. (2016 - 2022 Τα μυστικά του κήπου)

## 2.4 Άρδευση

Κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου Μάρτιο έως τον Σεπτέμβριο το φυτό θα πρέπει να ποτίζεται τακτικά συχνά αλλά πολύ μέτρια φροντίζοντας το χώμα του στο δοχείο να είναι ελαφρώς υγρό, δηλαδή μια μεγάλη ποσότητα νερού θα μπορούσε να σαπίσει εύκολα μια Φραγκοσυκιά. Για το πότισμα χρησιμοποιούμε σύστημα ποτίσματος πλαστικών σωλήνων με σταγόνες με σκοπό την εξοικονόμηση νερού. Όταν σταματήσει η εποχή σταματάμε το πότισμα στο ελάχιστο δηλαδή μια φορά τον μήνα ή λιγότερο ενώ τον χειμώνα δεν ποτίζουμε καθόλου. (2016 - 2022 Τα μυστικά του κήπου)

## 2.5 Πολλαπλασιασμός

Ο πολλαπλασιασμός της Φραγκοσυκιάς γίνεται με σπόρους αλλά και με μοσχεύματα που προέρχονται από βλαστούς με ηλικία ένα με δύο χρονών. Δύσκολα πολλαπλασιάζονται με σπέρματα, ενώ πιο εύκολα πολλαπλασιάζονται με μοσχεύματα. Ο πολλαπλασιασμός των μοσχευμάτων γίνεται με κομμάτια πεπλατυσμένων βλαστών οι οποίοι αφήνονται μερικές μέρες πάνω στο χώμα της υπαίθρου ώστε να επουλωθεί η τομή του βλαστού και κατόπιν φυτεύονται στον αγρό για να αποκτήσουν ρίζες. Αν η φύτευση γίνει κατά την χειμερινή περίοδο φυτεύουμε τον βλαστό κατακόρυφα στο χώμα ώστε ο μισός να είναι μέσα στο χώμα και ο άλλος μισός απέξω. Αν η φύτευση γίνει κατά την καλοκαιρινή περίοδο αφήνουμε έναν πεπλατυσμένο βλαστό στην επιφάνεια του εδάφους σε οριζόντια θέση. Από το κάτω μέρος του βλαστού βγαίνουν μετά από λίγες μέρες μικρές ρίζες. Έπειτα φυτεύονται στο χώμα κατακόρυφα τουλάχιστον μέχρι την μέση τους και έτσι θα έχουμε ένα νέο φυτό. Ύστερα από 6 μήνες γίνεται η φύτευση των έρριζων μοσχευμάτων στον αγρό. (2017 Φυτώρια Αττικής - Αθήνα ΧΟΡΟΜΙΔΗΣ)

Αναλυτικά βήματα για τον πολλαπλασιασμό της Φραγκοσυκιάς :

(α) Ετοιμάζουμε μια καλά στραγγιζόμενη περιοχή για φύτευση

(β) Κόβουμε τα φύλλα από τα ενήλικα φυτά

(γ) Τα αφήνουμε για τουλάχιστον 4 μέρες ώστε να επουλωθούν

(δ) Ένα μόνο ολόκληρο φύλλο μπορεί να παράγει ακόμα και 50 φύλλα κατά την καλλιεργητική περίοδο

(στ) Φυτεύουμε το κάτω ένα τρίτο του φύλλου και πιέζουμε σταθερά το έδαφος γύρω από το φυτό για να επιταχύνουμε την ριζοβολία

(ζ) Μπορούμε αν θέλουμε να ποτίσουμε αλλά αυτό δεν είναι απαραίτητο

(η) Τέλος λιπαίνουμε όταν τα φυτά αρχίσουν να μεγαλώνουν (<https://plantpro.gr/post/448> )



## 2.6 Αντιμετώπιση ζωικών εχθρών – ασθενειών

Η Φραγκοσυκιά είναι αρκετά ανθεκτική σε ζωικούς εχθρούς και ασθένειες. Σε συνθήκες υπερβολικής υγρασίας ίσως εμφανιστεί σάπισμα της ρίζας γεγονός που οφείλεται σε μυκητολογική ασθένεια. Οι καρποί της μπορούν να προσβληθούν από την μύγα της Μεσογείου η οποία και αντιμετωπίζεται οικολογικά με την τοποθέτηση κίτρινων χρωμοελκυστικών παγίδων με κόλλα. Ένα επίσης σημαντικό πρόβλημα στην καλλιέργεια αυτή είναι τα ποντίκια που τρώνε τους καρπούς. Επίσης είναι και τα σαλιγκάρια που προσβάλλουν την τρυφερή βλάστηση χρησιμοποιώντας στάχτη ή φωσφορικό σίδηρο όπου τοποθετούμε γύρω από το φυτό δημιουργώντας ένα φυσικό «τοίχος προστασίας».( 2016 - 2022 Τα μυστικά του κήπου)

## 2.7 Χρήσεις του Φραγκόσυκου

Οι χρήσεις του Φραγκόσυκου είναι πολυάριθμες και καλλιεργείται κυρίως για τους καρπούς του. Στο Μεξικό εκτός από τους καρπούς καλλιεργείται και για τους νέους βλαστούς οι όποιοι χρησιμοποιούνται για την κατανάλωση τους ως λαχανικά. Στα Κανάρια νησιά καλλιεργείται για την εκτροφή ενός κοκκοειδούς για την παραγωγή μιας κόκκινης χρωστικής ουσίας που λέγεται *Dactylopius coccus*. Ένα άλλο κοκκοειδές που παράγεται από το Φραγκόσυκο είναι το *Coccus cacti* το οποίο αποξηραίνεται και γίνεται σκόνη με κόκκινο χρώμα. Η χρωστική αυτή είναι η μόνη που χρησιμοποιείται για τα τρόφιμα και επιτρέπεται στην παραγωγή τροφίμων όπως παραγωγή λουκάνικων, ποτών και ειδών ζαχαροπλαστικής.

Οι καρποί χρησιμοποιούνται ως φρούτο παρά την δυσκολία της απομάκρυνσης των αγκαθιών. Αυτή επιτυγχάνεται με το τρίψιμο βούρτσας μέσα στο νερό ή και όχι.

Υπάρχουν δύο βασικές χρωστικές μια κίτρινη η ινδικαξανθίνη και μια ερυθρό-ιώδης η βετανίνη που χρησιμοποιούνται ως χρωστικές στα τρόφιμα. Στην Σικελία πωλούν δύο είδη καρπών. Αυτούς που προέρχονται από τα πρώτα άνθη και τα ονομάζουν *latini* ή *austini* τα οποία έχουν ικανοποιητικό μέγεθος και ωραία γεύση. Επίσης πωλούνται και οι καρποί οι οποίοι είναι όψιμοι ονομάζονται *scuzzulati* και παράγονται αφού απομακρυνθούν οι πρώτοι οφθαλμοί. Επιπλέον στην Σικελία παρασκευάζεται ένα λικέρ το *Ficodi* ενώ παράγονται και αλοιφές πολύ καλές για το

δέρμα από καρπούς και άνθη. Στην Αλγερία εκτός από νωπά πωλούνται και αποξηραμένα.

Σε πολλές χώρες χρησιμοποιούνται παράγωγα της Φραγκοσυκιάς όπως τυποποιημένα σαρκώδη τμήματα κλαδόφυλλων του φυτού σε μορφή φιλέτου. Ένα ακόμη τυποποιημένο προϊόν με μεγάλη ζήτηση είναι το έλαιο που παράγεται από τους σπόρους του το οποίο προωθείται στη αγορά ως ελιξίριο νεότητας και πωλείται σε πολύ υψηλές τιμές.

Στην Αμερική παράγεται από τους σπόρους του ένα είδος λευκού αλεύρου από το οποίο παράγεται ένα είδος ψωμιού.

Στο Μεξικό από τους καρπούς παράγεται το αλκοολούχο ποτό Τεκίλα. (Φυτοκομία 2016)

## **2.8 Φαρμακευτικές χρήσεις του Φραγκόσυκου**

Οι φαρμακευτικές χρήσεις του Φραγκόσυκου είναι οι εξής :

- 1) Μειώνει την γλυκόζη, την χοληστερόλη και τα τριγλυκερίδια στο αίμα
- 2) Ο καρπός του είναι ισχυρός αντιδιαρροϊκός παράγοντας
- 3) Έχει επουλωτικές και αντιγυραντικές ιδιότητες
- 4) Το έλαιο του ενυδατώνει το δέρμα (Φυτοκομία 2016)

## 2.9 Χημική Ανάλυση Φραγκόσυκου

Η σύσταση των καρπών της Οπούντια και η διατροφική της αξία αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 1:Περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά του φραγκόσυκου**

Διατροφική αξία 100 g (3.5 oz)		Βιταμίνες		Ανόργανα στοιχεία	
Ενέργεια	172 kJ	Βιταμίνη A	25 µg (3%)	Ασβέστιο	56 mg (6%)
Θερμίδες	41 kcal	Ριβοφλαβίνη (B <sub>2</sub> )	0,1 mg (8%)	Σίδηρος	0,3 mg (2%)
Υδατάνθρακες	9,6 g	Νιασίνη (B <sub>3</sub> )	0,5 mg (3%)	Μαγνήσιο	85 mg (24%)
Φυτικές ίνες	3,6 g	Βιταμίνη B <sub>6</sub>	0,1 mg (8%)	Φωσφόρος	24 mg (3%)
Λιπαρά	0,5 g	Φυλλικό οξύ (B <sub>9</sub> )	6 µg (2%)	Κάλιο	220 mg (5%)
Πρωτεΐνες	2,5 g	Βιταμίνη C	14,0 mg (17%)	Ψευδάργυρος	0,1 mg (1%)
<b>Μονάδες μέτρησης</b> µg = micrograms, mg = milligrams IU = International units					
Τα ποσοστά είναι ενδεικτικά χρησιμοποιώντας τις συστάσεις των ΗΠΑ για τους ενήλικες					

## 2.10 Οφέλη για την κτηνοτροφία

Στον τομέα των ζωοτροφών η φραγκοσυκιά είναι από τα πλέον προτιμώμενα φυτά λόγω του νερού που περιέχει αλλά και λόγω των πολλών θρεπτικών συστατικών. Αρκεί να σημειωθεί ότι στην Αμερική είναι η βασική τροφή των γαλακτοφόρων αγελάδων, αφού τα συστατικά των φύλλων είναι εξαιρετικά πλούσια σε βιταμίνες, νερό, υδατάνθρακες, και σε μεταλλικά στοιχεία όπως σίδηρο, κάλιο, μαγνήσιο και ασβέστιο. Επίσης σε ανάμειξη με βαμβακόπιτα παράγεται μια σπουδαία τροφή. Επομένως στον τομέα της κτηνοτροφίας, η συμβολή της είναι σημαντική, ωστόσο άγνωστη στην Ελλάδα.

## 2.11 Πρόσθετες μελέτες για το φραγκόσυκο

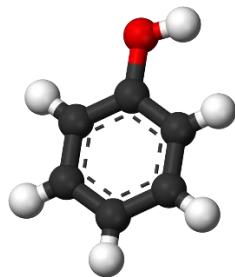
Σε μία μελέτη η οποία πραγματοποιήθηκε στη Μεσσήνα της Ιταλίας, το 2003, από τους Galati et al. αναλύθηκε το περιεχόμενο του χυμού του *Opuntia ficus indica* και συγκεκριμένα το περιεχόμενο σε ασκορβικό οξύ, σε συνολικές πολυφαινόλες και

σε φλαβονοειδή. Αυτό που βρέθηκε ήταν υψηλή συγκέντρωση σε φερουλικά οξέα, ρουτίνη και ισοχαρμετίνη και κατά συνέπεια μεγάλη αντιοξειδωτική δράση του χυμού. Επίσης, ο χυμός αυτός ανέστειλε την ελκογόνο δράση της αιθανόλης στο στόμαχο κουνελιών (Galati et al., 2003). Μία παρόμοια μελέτη η οποία διενεργήθηκε στο Μαρόκο και στη Λιλ της Γαλλίας το 2014 από τους Karym El-Mostafa et al., έδειξε ότι οι βιοενεργές ενώσεις του *Opuntia ficus indica* σε συνδυασμό με την υψηλή περιεκτικότητά του σε μεταλαΐνες, αποτελούν μία πιθανή θεραπευτική προσέγγιση για τον διαβήτη τύπου 2, την παχυσαρκία, τους ρευματισμούς, την ισχαιμία, τους καρκίνους και τις ικές και βακτηριακές μολύνσεις, τα καψίματα, τις πληγές, τα οιδήματα, την υπερλιπιδαιμία και την γαστρίτιδα (El-Mostafa et al., 2014). Μία τρίτη μελέτη η οποία πραγματοποιήθηκε στις ΗΠΑ, το 2003, από τους Joseph O.Kuti et al., έδειξε ότι ο κάκτος αυτός ήταν πλούσιος σε κερκετίνη, καμπεφερόλη, ισοχαρμετίνη και ασκορβικό οξύ, με την κερκετίνη να αποτελεί την πολυφαινόλη που βρισκόταν σε μεγαλύτερη ποσότητα σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες. Το ίδιο υποστήριξαν και οι ερευνητές Clara Albano et al. στην Ιταλία το 2015, λέγοντας πως η μωβ ποικιλία του κάκτου φάνηκε να έχει υψηλότερη συγκέντρωση μετανίνης, βιταμίνης C και συνεπώς αντιοξειδωτικής δράσης σε σχέση με την πορτοκαλί ποικιλία θεωρώντας τις χρωστικές μεταλαΐνες μια ενδιαφέρουσα πηγή βιοενεργών ενώσεων (Albano et al., 2015). Το ασκορβικό οξύ αρχίζει να παράγεται στους 4 μήνες στα ανώριμα φρούτα. Αξιοσημείωτο ήταν το γεγονός πως στους 7 μήνες μετά την άνθηση βρέθηκε υψηλότερη περιεκτικότητα σε μετακυανίνες σε σχέση με τους 8 μήνες γεγονός που υποδεικνύει πως οι ενζυματικές δράσεις τείνουν να μειώνονται όσο προχωράει το τελικό στάδιο ωρίμανσης (Castellar, Obon, Alacid, & Fernandez-Lopez, 2003).

### 3. Φαινόλες

Οι Φαινόλες είναι αρωματικές οργανικές ενώσεις με μοριακό τύπο  $C_6H_5OH$  ή  $PhOH$ . Βρίσκονται σε ελεύθερη κατάσταση στην φύση ή με μορφή ενώσεων με άλλες φορές περισσότερο και άλλες φορές λιγότερο πολύπλοκη δομή. Στη σύστασή τους περιέχουν τουλάχιστον έναν βενζολικό δακτύλιο. Σε κανονικές συνθήκες όπως θερμοκρασία  $25\text{ }^{\circ}C$  και πίεση  $1\text{ atm}$  είναι άχρωμο κρυσταλλικό προϊόν με γλυκιά πικρής οσμής και θεωρείται μετρίως όξινη και επικίνδυνη στην χρήση. Είναι

δυσδιάλυτη και υγροσκοπική. Κάποιες ομάδες φαινολών εντοπίζονται και σε τρόφιμα φυτικής προέλευσης όπως για παράδειγμα στην μεσογειακή διατροφή υπάρχουν υψηλής περιεκτικότητας φαινολικές ενώσεις. Η δράση των φαινολών στα τρόφιμα έχει δείξει ότι υπάρχουν σημαντικές βιολογικές ιδιότητες με κύρια την αντιοξειδωτική τους δράση με αποτέλεσμα να προστατεύουν τον οργανισμό από την εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων και καρκίνου. Κάποιες ακόμα βιολογικές ιδιότητες είναι οι αντιφλεγμονώδεις και θρομβολυτικές δράσεις.



### 3.1 Βιταμίνη C

Η Βιταμίνη C είναι μια υδατοδιαλυτή βιταμίνη που βρίσκεται σε πολλά τρόφιμα και κυρίως στα λαχανικά και στα φρούτα, επίσης θεωρείται αντιοξειδωτικό και έχει θετικές επιπτώσεις στην υγεία της επιδερμίδας μας και στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος. (Δήμητρα Νάσιου 2019)

### 3.2 Γενικές πληροφορίες για την Βιταμίνη C

Η Βιταμίνη C είναι ζωτικής σημασίας για σύνθεση κολλαγόνου για συνδετικούς ιστούς, οστά, δόντια αλλά και αιμοφόρα αγγεία. Όμως το ανθρώπινο σώμα δεν μπορεί να παράγει και να αποθηκεύει βιταμίνη οπότε χρειάζεται να καταναλώνεται τακτικά και σε επαρκείς ποσότητες.

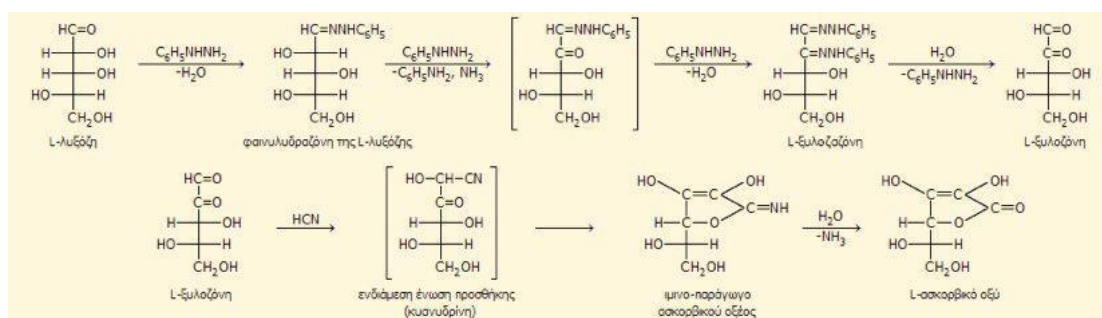
Κάποια από τα οφέλη της Βιταμίνης C είναι τα εξής :

- 1) Παράγει κολλαγόνο με αποτέλεσμα πιο σφιχτό και λαμπερό δέρμα
- 2) Χρησιμοποιείται ως αντισταμινικό για την μείωση κρυολογημάτων
- 3) Μειώνονται οι αλλεργικές αντιδράσεις
- 4) Αυξάνει τα λεμφοκύτταρα για την αντιμετώπιση βακτηρίων και ιών
- 5) Είναι αντιοξειδωτικό
- 6) Μειώνει την αρτηριακή πίεση
- 7) Εξασφαλίζει τη σωστή διαστολή των αιμοφόρων αγγείων με αποτέλεσμα την καλύτερη κυκλοφορία του αίματος
- 8) Μειώνει τα επίπεδα μόλυβδου στο αίμα
- 9) Συμμετέχει στα επίπεδα αιμοσφαιρίνης
- 10) Τα υψηλά επίπεδα της επηρεάζουν θετικά την διάθεση και την ψυχολογία
- 11) Καταπολεμά συγκεκριμένες μορφές καρκίνου
- 12) Καταπολεμά τον καταρράκτη

### 3.3 Χημικές αντιδράσεις της Βιταμίνης C

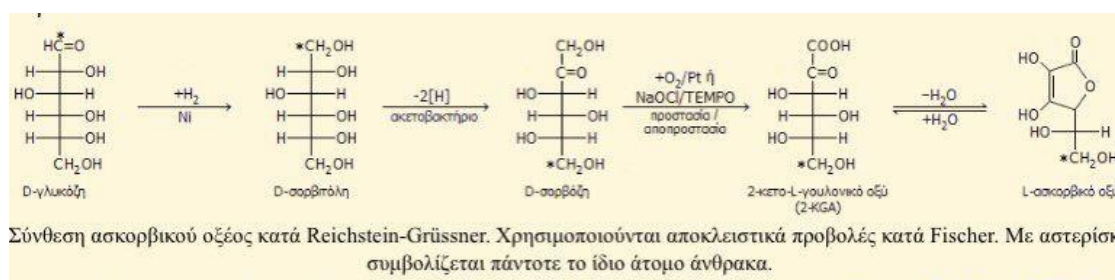
Από χημικής άποψης το L- ασκορβικό οξύ συνδέεται στενά με τους υδατάνθρακες και ειδικότερα με τις εξόζες. Πρόκειται για ένα ασθενές οργανικό διπρωτικό οξύ και συγχρόνως ένα ισχυρό αναγωγικό μέσο. Αποτελεί ένα από τα πιο συνηθισμένα συστατικά πλήθους πολυβιταμινούχων διατροφικών συμπληρωμάτων που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Η σύνθεση του ασκορβικού οξέος μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους, δύο καθαρά χημικοί τρόποι είναι αυτοί από (α)τους Haworth και Hirst και (β) Reichstein που βασίζεται μέχρι και σήμερα η βιομηχανική παραγωγή του.

Μέθοδος Haworth και Hirst:



[http://195.134.76.37/chemicals/chem\\_ascorbicacid.htm](http://195.134.76.37/chemicals/chem_ascorbicacid.htm)

Μέθοδος Reichstein:

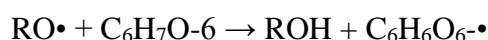


[http://195.134.76.37/chemicals/chem\\_ascorbicacid.htm](http://195.134.76.37/chemicals/chem_ascorbicacid.htm)

### 3.4 Αντιοξειδωτικός Μηχανισμός Βιταμίνης C

Το ασκορβικό οξύ ( βιταμίνη C ) κατά την έκθεση του στον αέρα την μειώνει την μετατροπή του οξυγόνου σε νερό. Η οξειδοαναγωγική αυτή αντίδραση γίνεται επιτυχής με την παρουσία μεταλλικών ιόντων και φωτός. Το ασκορβικό οξύ ενεργεί συνήθως ως αντιοξειδωτικό δηλαδή αντιδρά με τα οξειδωτικά χαρακτηριστικά του οξυγόνου όπως η ρίζα του υδροξυλίου. Αυτές οι ρίζες είναι επιζήμιες σε μοριακό επίπεδο καθώς υπάρχει κίνδυνος για αλληλεπίδραση με τα νουκλεϊκά οξέα, λιπίδια και πρωτεΐνες. Μερικές φορές αυτές οι ρίζες δημιουργούν αλυσιδωτές αντιδράσεις τις οποίες μπορεί να τερματίσει το ασκορβικό οξύ με την μεταφορά ηλεκτρονίων.

Η χημική αντίδραση είναι η εξής :



### 3.5 Οξύτητα

Το ασκορβικό οξύ συμπεριφέρεται ως καρβοξυλικό οξύ όπου υπάρχει ένας διπλός δεσμός ηλεκτρονίων, ένα μεμονωμένο ζευγάρι υδροξυλίων και το καρβονύλιο σε ένα συζευγμένο σύστημα. Η ομάδα υδροξυλίου στο ασκορβικό οξύ είναι πιο όξινη από τις χαρακτηριστικές ομάδες υδροξυλίου. Οπότε καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι μπορεί να συμπεριφερθεί ως μια ενόλη σταθεροποιημένης μορφής.

## **3.6 Προσδιορισμός Βιταμίνης C**

Για την ανάλυση της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ ενός διαλύματος είναι η τιτλοδότηση του με ένα φορέα οξείδωσης. Κάποιες σχετικές διαδικασίες έχουν αναπτυχθεί και βασίζονται στην ιωδιομετρία :

- 1) Με ιώδιο
- 2) Με ιωδικό και ιώδιο
- 3) Με N-βρωμοβουτανοδικοϊμίδιο
- 4) Με ιωδομετρικό προσδιορισμό που περιλαμβάνει ηλεκτροχημική μέθοδο

## **3.7 Ο ρόλος των αντιοξειδωτικών**

### **3.7.1 Γενικές πληροφορίες για τα αντιοξειδωτικά**

Τα αντιοξειδωτικά είναι ουσίες τεχνητές ή φυσικές που εμποδίζουν ή επιβραδύνουν την βλάβη των κυττάρων και των ιστών προσβάλλοντας της ελεύθερες ρίζες. Οι ελεύθερες ρίζες είναι φυσικά υποπροϊόντα μεταβολισμού. Ακόμη παράγονται ως απόκριση σε περιβαλλοντικούς στρεσογόνους παράγοντες όπως η έκθεση στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις οι ελεύθερες ρίζες μπορούν να διαταράξουν τον οργανισμό προκαλώντας οξειδωτικό στρες. Αυτό έχει συσχετιστεί με διάφορες ασθένειες όπως ο καρκίνος και το Πάρκινσον. Σκοπός λειτουργίας των αντιοξειδωτικών είναι να διατηρήσουν σε υγιή ισορροπία τις ελεύθερες ρίζες.

Όσον αφορά για την λειτουργία τους οι ελεύθερες ρίζες είναι μόρια με μη ζευγαρωμένο ηλεκτρόνιο γεγονός που τα καθιστά ασταθή καθώς προτιμούν να περιστρέφονται γύρω από ένα άτομο ζεύγη. Έτσι οι ελεύθερες ρίζες «κλέβουν» τα ηλεκτρόνια από άλλα μόρια του σώματος ώστε να γίνουν πιο σταθερές. Τα αντιοξειδωτικά ανάλογα με τον τρόπο δράσης τους διαιρούνται σε πρωτογενή και δευτερογενή αντιοξειδωτικά. (Μιχάλης Θερμόπουλος 2022)



### 3.7.2 Ελεύθερες ρίζες και δραστικά είδη O<sub>2</sub>

Τα μόρια αποτελούνται από έναν ή περισσότερους ατομικούς πυρήνες, οι οποίοι περιβάλλονται από ηλεκτρόνια, τα οποία περιφέρονται γύρω από τον πυρήνα. Τα ηλεκτρόνια είναι διευθετημένα σε έναν αριθμό τροχιακών, τα οποία βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις από τον πυρήνα. Στα περισσότερα μόρια, τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται σε κάθε τροχιακό, ζευγαρώνουν με ένα άλλο ηλεκτρόνιο. Τα δύο ηλεκτρόνια κάθε ζεύγους περιστρέφονται γύρω από τον εαυτό τους (spin) σε αντίθετες κατευθύνσεις. Τα ζευγαρωμένα ηλεκτρόνια διατηρούν το μόριο σχετικά σταθερό εμφανίζοντας μικρότερη ενεργειακή κατάσταση, με αποτέλεσμα να είναι λιγότερο δραστικό.

Όταν ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια, ιδιαίτερα αυτά που βρίσκονται στα εξωτερικά τροχιακά του ατόμου, είναι ασύζευκτα, δεν έχουν δηλαδή ζευγάρι, τότε το μόριο γίνεται ασταθές, εμφανίζοντας μεγαλύτερη ενεργειακή κατάσταση, με αποτέλεσμα να είναι πιο δραστικό από άλλα μόρια. Ένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο έχει τεράστια έλξη στα ηλεκτρόνια γειτονικών ατόμων με αποτέλεσμα την πρόκληση χημικών αντιδράσεων μεταξύ ατόμων ή μορίων, κατά τις οποίες έχουμε μεταφορά ηλεκτρονίων. Τέτοιες αντιδράσεις ονομάζονται οξειδοαναγωγικές (redox), εκ των οποίων κατά την οξείδωση έχουμε απώλεια ηλεκτρονίων, ενώ κατά την αναγωγή έχουμε απόκτηση ηλεκτρονίων από ένα άτομο. Ένα άτομο ή μόριο με ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια και ανεξάρτητη παρουσία λέγεται ελεύθερη ρίζα και συμμετέχει πολύ εύκολα σε αντιδράσεις οξειδοαναγωγής με γειτονικά μόρια (Gilbert, 2000, Halliwell & Gutteridge, 1990).

Η πολύ μεγάλη βλαπτική επίδραση των ελευθέρων ριζών οφείλεται στον πολλαπλασιασμό των μεταβολών που προκαλούνται από παρόμοιες αλυσιδωτές αντιδράσεις. Αποτελούν προϊόντα του φυσικού κυτταρικού μεταβολισμού και έχουν διπλό ρόλο αφού ανάλογα με το ρυθμό παραγωγής τους μπορεί να είναι είτε ευεργετικές είτε επιβλαβείς. Οι πλέον σημαντικές ελεύθερες ρίζες είναι μοριακά είδη με κέντρο το οξυγόνο και μερικές φορές το άζωτο, το θείο ή τον άνθρακα. Το ίδιο το οξυγόνο που αναπνέουμε αποτελεί μία ελεύθερη ρίζα, αφού περιέχει δύο ασύζευκτα ηλεκτρόνια, που βρίσκονται σε δύο διαφορετικά τροχιακά. Η μορφή όμως αυτή του O<sub>2</sub>, που λέγεται οξυγόνο τριπλής κατάστασης (tripletstate) και συμβολίζεται με <sup>3</sup>O<sub>2</sub>, δεν είναι ιδιαίτερα δραστική. Συνολικά, όλα τα μοριακά είδη που περιλαμβάνουν

οξυγόνο, είτε είναι ελεύθερες ρίζες είτε όχι, ονομάζονται δραστικά είδη οξυγόνου (ΔΕΟ). Τα κυριότερα ΔΕΟ είναι:

- Η ρίζα σουπεροξειδίου ( $O_2^{\cdot-}$ )
- Η ρίζα υδροξυλίου ( $OH^{\cdot}$ )
- Υπεροξειδικές ρίζες ( $ROO^{\cdot}$ )
- Ρίζα Υδροϋπεροξειδίου ( $HO_2^{\cdot}$ )
- Υπεροξείδιο του υδρογόνου ( $H_2O_2$ )
- Υποχλωριώδες οξύ ( $HOCl$ )
- Υποβρωμιώδες Οξύ ( $HOBr$ )
- Όζον ( $O_3$ )
- Μονήρες οξυγόνο ( $^1O_2$ )

Οι ευεργετικές δράσεις των ΔΜΟ παρατηρούνται σε χαμηλές ή μέτριες συγκεντρώσεις και αφορούν σε φυσιολογικές διαδικασίες όπως στην κυτταρική απόκριση στο στρες, στη μεταγωγή σήματος, στην κυτταρική διαφοροποίηση, στη μεταγραφή γονιδίων, στον κυτταρικό πολλαπλασιασμό, στη φλεγμονή, στην απόπτωση, στη φαγοκυττάρωση κυττάρων του ανοσοποιητικού και στη σηματοδότηση για την πήξη του αίματος.

Όπως συνάγεται από τις αντιδράσεις τους, οι ελεύθερες ρίζες και κυρίως οι πολύ δραστικές όπως η ρίζα υδροξυλίου μπορούν να προσβάλλουν μεγάλη ποικιλία μορίων όπως σάκχαρα, αμινοξέα, φωσφολιπίδια και γενικά λιπίδια, βάσεις DNA και οργανικά οξέα. Οι λιγότερο δραστικές ελεύθερες ρίζες μπορούν να οδηγήσουν στην παραγωγή δραστικότερων καταλήγοντας τελικά στο ίδιο αποτέλεσμα. Η παρουσία ασύζευκτου ηλεκτρονίου, προσδίδει στις ΔΜΟ ιδιαίτερη δραστικότητα, αφού μπορούν είτε να δώσουν είτε να λάβουν ένα ηλεκτρόνιο σε/από άλλα μόρια, συμπεριφερόμενες έτσι ως αναγωγικά ή οξειδωτικά μέσα αντίστοιχα (Βικιπαίδεια).

### 3.7.3 Σχηματισμός Ελεύθερων ριζών

Παράγονται μέσα από διάφορες εσωτερικές φυσιολογικές λειτουργίες του σώματος καθώς αποτελούν προϊόντα της φυσιολογικής λειτουργίας του μεταβολισμού του κυττάρου (ενδοκυτταρικές πηγές). Επίσης παράγονται και όταν το σώμα εκτίθεται σε συγκεκριμένης τοξικότητας περιβάλλον (εξωκυτταρικές πηγές). Οι ελεύθερες ρίζες είναι πολύ δραστικά μόρια και μπορούν να προκαλέσουν βλάβες σε διάφορα βιολογικά

μακρομόρια και κατά συνέπεια σε κυτταρικές λειτουργίες. Μάλιστα, εκτός από τις επιβλαβείς συνέπειες που έχουν για το κύτταρο, έχουν σημαντική λειτουργία και στη μεταγωγή σήματος, τόσο ενδοκυτταρικά, όσο και διακυτταρικά. Σε γενικές γραμμές, δραστικές μορφές οξυγόνου παράγονται κατά: τις αντιδράσεις της αναπνευστικής αλυσίδας, τα προοξειδωτικά ενζυμικά συστήματα, τη λιπιδική οξείδωση, την ακτινοβολία, τη φλεγμονή, το κάπνισμα (Βικιπαίδεια).

### 3.7.4 Τύποι αντιοξειδωτικών

Τα πιο γνωστά αντιοξειδωτικά είναι τα εξής :

- Η βιταμίνη C η οποία υποστηρίζει το ανοσοποιητικό σύστημα και βοηθά στην επιδιόρθωση των οστών, δοντιών και χόνδρου
- Η βιταμίνη E που είναι ισχυρό εργαλείο για την υγεία των ματιών, παραγωγή ορμονών για την ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης και επιδιόρθωση των μυών
- Τα Καροτενοειδή που είναι ενώσεις που βρίσκονται στα φρούτα και τα λαχανικά και έχουν χρώμα πορτοκαλί και κίτρινο. Τα αντιοξειδωτικά καροτενοειδή περιλαμβάνουν το β-καροτένιο, λυκοπένιο, λουτεΐνη και ζεαξανθίνη.

Άλλα αντιοξειδωτικά περιλαμβάνουν:

- Σελήνιο
- Αλικίνη
- Γλουταθειόνη
- Φλαβονοειδή
- Κουρκουμίνη

( Μιχάλης Θερμόπουλος 2022)

### 3.7.5 Ρόλος αντιοξειδωτικών

Τα αντιοξειδωτικά παίρνουν μέρος σε μια σειρά από θετικές λειτουργίες στον ανθρώπινο οργανισμό, μερικές από τις οποίες αναφέρονται:

- ✓ Προστατεύουν τις κυτταρικές μεμβράνες, και συνεπώς το κύτταρο, εξουδετερώνοντας τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου.
- ✓ Δρουν καρδιοπροστατευτικά, αυξάνοντας την ανθεκτικότητα των αγγείων, περιορίζοντας τους φλεγμονώδεις παράγοντες, αποτρέποντας την οξείδωση της LDL χοληστερίνης και συμβάλλοντας στον έλεγχο των επιπέδων της αρτηριακής πίεσης και της ομοκυστεΐνης.
- ✓ Ασκούν αντικαρκινική δράση με το να μπλοκάρουν ή να εμποδίζουν την προσκόλληση επικίνδυνων ενζύμων στους ιστούς, αδρανοποιούν καρκινογόνες ουσίες που προκαλούν μεταλλάξεις σε υγιή κύτταρα κι επιβραδύνουν τους μηχανισμούς καρκινογένεσης.
- ✓ Βελτιώνουν τις πνευματικές ικανότητες και την ψυχική διάθεση, προστατεύοντας τους νευροδιαβιβαστές από την οξείδωση και βελτιώνοντας την εγκεφαλική μικροκυκλοφορία.
- ✓ Διατηρούν το δέρμα ελαστικό και το προφυλάσσουν από την πρόωρη γήρανση, περιορίζοντας τη διάσπαση του κολλαγόνου.
- ✓ Προστατεύουν οστά και αρθρώσεις, περιορίζοντας οιδήματα, φλεγμονές και εκφυλιστικές αλλοιώσεις.
- ✓ Βελτιώνουν τη λειτουργική κατάσταση του αμφιβληστροειδούς χιτώνα των ματιών και ενισχύουν την όραση.
- ✓ Δρουν αντιαλλεργικά σε μεγάλο φάσμα αλλεργιών.
- ✓ Διαφυλάσσουν τα αποθέματα άλλων απαραίτητων θρεπτικών ουσιών στον οργανισμό, αποτρέπουν την καταστροφή τους και, σε ορισμένες περιπτώσεις, ενισχύουν τη δράση τους.

Φαίνεται λοιπόν ότι ο σχηματισμός των ελεύθερων ριζών στον οργανισμό είναι βασικός υπεύθυνος, ή τουλάχιστον συμμετέχει, στην παθοφυσιολογία κάποιων σοβαρότατων ασθενειών, ενώ φαίνεται ότι είναι η κύρια αιτία γήρανσης των κυττάρων. Τα αντιοξειδωτικά είναι αυτά που μέσα στον οργανισμό ανταγωνίζονται τη δράση των ελευθέρων ριζών και στην ουσία προστατεύουν τα κύτταρα. Για κάποια συνθετικά αντιοξειδωτικά που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα, κυρίως για την προστασία των τροφίμων από την υπεροξείδωση των λιπών (π.χ. BHA, BHT) σταδιακά

περιορίζεται η χρήση τους σήμερα, γιατί για μερικά από αυτά, έχει αναφερθεί στην βιβλιογραφία ότι θα μπορούσαν να δράσουν και ως καρκινογόνα. Για αυτό το λόγο, τα τελευταία χρόνια οι έρευνες έχουν στραφεί στην αναζήτηση ασφαλών αντιοξειδωτικών φυτικής προέλευσης (Βικιπαίδεια).

### 3.7.6 Μηχανισμός δράσης των αντιοξειδωτικών

Τα αντιοξειδωτικά διαφέρουν ως προς τους μηχανισμούς δράσης τους. Κάθε τέτοιος μηχανισμός έχει ευδιάκριτα αποτελέσματα στους τρεις σημαντικούς παράγοντες που περιγράφουν την κινητική της υπεροξειδωση ( lag time, Vmax και OD max ) που προκαλείτε ή από  $\text{Cu}^{2+}$  ή από AAPH . Έτσι ο τρόπος δράσης ενός αντιοξειδωτικού μπορεί να αξιολογηθεί από τις επιπτώσεις σε αυτούς τους κινητικούς παράγοντες



<https://www.dietsecrets.gr/antioxeidotika.html>

(Φεσληκίδη Θεοχάρη Πάνεπ. Έτος 2008-2009)

## **2ο Πειραματικό Μέρος**

### **4. Περιγραφή διαδικασίας πειράματος**

#### **4.1 Σκοπός του πειράματος**

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα και περιεκτικότητα σε βιταμίνη C και φαινολικές ουσίες σε καρπούς Φραγκόσουκου από αυτοφυή φυτά. Σκοπός της εργασίας ήταν να αξιολογηθεί αν μεταβάλλεται σημαντικά η σύσταση των καρπών μετά από 10ήμερη παραμονής τους σε οικιακό ψυγείο.

#### **4.2 Υλικά και Μέθοδοι**

Ως πειραματικό υλικό χρησιμοποιήθηκαν καρποί αυτοφυών Φραγκόσουκων που συλλέξαμε από την περιοχή Χανόπουλο της Άρτας. Η συλλογή των καρπών έγινε στις 30/11/2022. Συνολικά συλλέχθηκαν 40 καρποί από διαφορετικό φυτό πό τους οποίους οι 20 χρησιμοποιήθηκαν αμέσως για ανάλυση και οι υπόλοιποι μετά από 10ήμερη παραμονή σε οικιακό ψυγείο.

Τα εργαστηριακά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

- ✓ Μαχαίρι
- ✓ Σπάτουλα εργαστήριου
- ✓ Αλουμινόχαρτο
- ✓ Ηλεκτρονική ζυγαριά
- ✓ Δοκιμαστικοί σωλήνες
- ✓ Μαγνητικός αναδευτήρας
- ✓ Ελαστική ταινία (parafilm)
- ✓ Κυψελίδες 2ml
- ✓ Φασματοφωτόμετρο UV-VIS
- ✓ Πουάρ και αυτόματες πιπέττες διαφόρων χωρητικοτήτων
- ✓ Δηθητικό χαρτί Wattman 2
- ✓ Μύλος άλεσης

Κατά την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν επίσης:

- ✓ Αντιδραστήριο DPPH
- ✓ Αντιδραστήριο Folin Ciocalteu
- ✓ Νερό
- ✓ Διάλυμα αμύλου
- ✓ Διάλυμα ιωδίου
- ✓ Διάλυμα ανθρακικού νατρίου
- ✓ Αντιοξειδωτικό αναφοράς (Trolox)
- ✓ Μεθανόλη
- ✓ Γαλλικό οξύ

Στους καρπούς έγιναν οι ακόλουθες αναλύσεις:

A. Τιτλοδότηση με διάλυμα Ιωδίου για τον προσδιορισμό Βιταμίνης C,

B. Μέθοδος του 1,1-Διφαινυλ-2-Πικρυλδραζυλίου (DDPH) για τον προσδιορισμό της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας

Γ. Μέθοδος Folin – Ciocalteu για τον προσδιορισμό ολικών φαινολών.

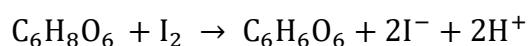
### **Διαδικασία εκχύλισης**

Πριν την χρήση τους οι καρποί πλύθηκαν με άφθονο νερό για την απομάκρυνση των γλωχίνων, και ακολούθησε απομάκρυνση της φλούδας τους με μαχαίρι. Από κάθε καρπό ελήφθη ποσότητα σάρκας, η οποία πολτοποιήθηκε σε μύλο άλεσης μαζί με ίση ποσότητα νερού. Ακολούθησε παραλαβή του εκχυλίσματος μετά από διήθηση του πολτού με διηθητικό χαρτί Wattman 2.

#### **A. Προσδιορισμός ασκορβικού οξέος με τιτλοδότηση (ιωδομετρική μέθοδος)**

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

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



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

Η ποσότητα της βιταμίνης C θα είναι ανάλογη με την ποσότητα του διαλύματος ιωδίου που απαιτείται μέχρι την εμφάνιση του ιώδους χρώματος. Αν διαθέτουμε πρότυπα διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης βιταμίνης C, τότε μπορούμε να προσδιορίσουμε την ποσότητα της βιταμίνης C σε άγνωστα διαλύματα, αντιστοιχώντας την ποσότητα της βιταμίνης C με τον απαιτούμενο όγκο του διαλύματος ιωδίου για την πλήρη εξουδετέρωσή της. Αυτή η διαδικασία τιτλοδότησης είναι κατάλληλη για τον έλεγχο της ποσότητας της βιταμίνης C σε χυμούς φρούτων και λαχανικών κ.α.

### **Δημιουργία πρότυπων διαλυμάτων βιταμίνης C και κατάρτιση πρότυπης καμπύλης αναφοράς.**

Αντιδραστήρια:

- Αρχικά φτιάχνουμε διαλύματα βιταμίνης C με περιεκτικότητα από 0,1 έως 1 mg/mL με κλιμάκωση ανά 0,1 mg.
- Διαλύουμε 10 mL εμπορικού βάμματος Ιωδίου, συγκέντρωσης 2% σε  $I_2$ , με 190 mL  $H_2O$ . Προκύπτει διάλυμα βάμματος ιωδίου 0,1 % σε  $I_2$ .
- Σε ποτήρι ζέσεως διαλύουμε 100 mg αμύλου σε 10 mL  $H_2O$  με συνεχή ανάδευση και θέρμανση, μέχρι πλήρους διάλυσης του αμύλου. Προκύπτει διάλυμα αμύλου 1%.

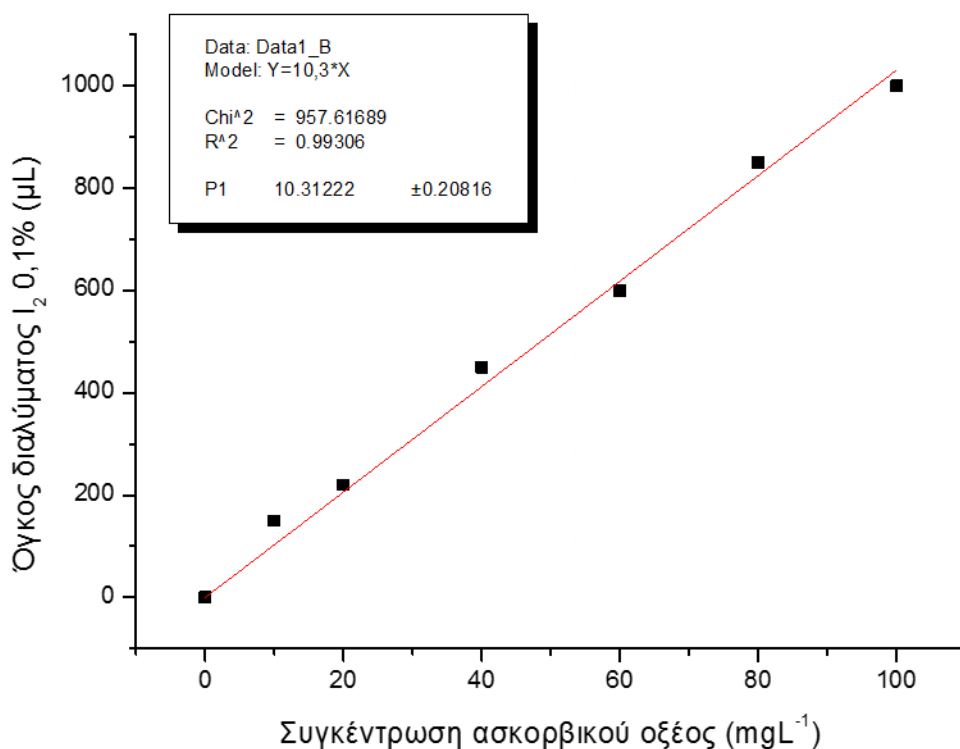


Σε ποτήρι ζέσεως προσθέτουμε ακριβώς 1 mL από τα γνωστής συγκέντρωσης διαλύματα ασκορβικού οξέος και 100  $\mu$ L διαλύματος αμύλου 1%. Προσθέτουμε επιπλέον 9 mL  $H_2O$ . Ακολουθεί η σταδιακή προσθήκη, με την χρήση προχοΐδας, υδατικού διαλύματος βάμματος ιωδίου συγκέντρωσης 0,1 % σε Iodine ( $I_2$ ), υπό συνεχή ανάδευση με την χρήση μαγνητικού αναδευτήρα, μέχρι την ανάπτυξη ιώδους-κυανού χρώματος που να παραμένει σταθερό για τουλάχιστον 30 sec. Για την κάθε γνωστή ποσότητα ασκορβικού οξέος καταγραφούμε την απαιτούμενη ποσότητα διαλύματος ιωδίου και σε σύστημα αξόνων υλοποιούμε την καμπύλη αναφοράς όπου Y: ο απαιτούμενος όγκος ιωδιούχου διαλύματος και X: η γνωστή ποσότητα ασκορβικού οξέος.

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

Από το κάθε εκχύλισμα με την χρήση αυτόματης πιπέτας λαμβάνονται με ακρίβεια 2 mL (ήτοι 1 g χυμού από την σάρκα των καρπών) και προστίθενται σε δοχείο ζέσεως των 50 mL. Ακολουθεί προσθήκη 8 mL περίπου  $H_2O$  και 100  $\mu$ L διαλύματος 1% αμύλου. Η τιτλοδότηση γίνεται με σταδιακή προσθήκη, με την χρήση προχοΐδας, υδατικού διαλύματος βάμματος ιωδίου συγκέντρωσης 0,1 % σε Iodine ( $I_2$ ), μέχρι την ανάπτυξη ιώδους-κυανού χρώματος που να παραμένει σταθερό για τουλάχιστον 30 sec, και η οποία σηματοδοτεί το τέλος της εξουδετέρωσης του ασκορβικού οξέος στο εκάστοτε δείγμα. Η όλη διαδικασία διευκολύνεται με την χρήση μαγνητικού αναδευτήρα.

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

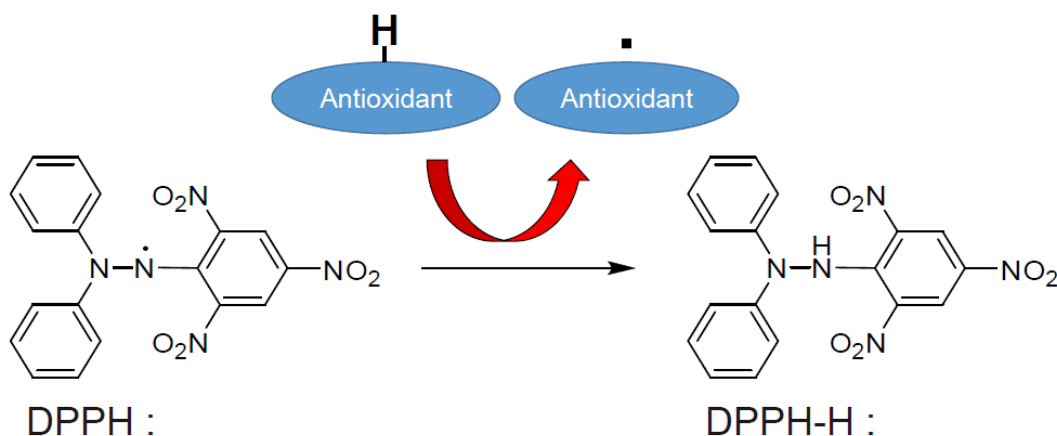


Καμπύλη αναφοράς, που αποδίδει την σχέση μεταξύ ποσότητας ασκορβικού οξέος και καταναλισκόμενου όγκου ιωδιούχου διαλύματος 0,1% σε I<sub>2</sub>.

## **B. Προσδιορισμός Ολικής Αντιοξειδωτικής Ικανότητας (TAC) με την μέθοδο DPPH**

Για τον προσδιορισμό της TAC των καρπών φραγκόσκικων που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, εφαρμόστηκε η μέθοδος του Διφαινυλοπικρυλυδραζυλίου (DPPH). Η μέθοδος βασίζεται στη βαθμιαία εξαφάνιση της ιώδους απόχρωσης της σταθερής DPPH ρίζας λόγω της δέσμευσης της από αντιοξειδωτικές ουσίες, οι οποίες έχουν ισχυρή ικανότητα αδρανοποίησης ελευθέρων ριζών. Η μέθοδος στηρίζεται στην αντίδραση των διαφόρων αντιοξειδωτικών ουσιών που περιέχονται στα υπό μελέτη δείγματα καρπών, με μεθανολικό (MeOH) ή αιθανολικό (EtOH) διάλυμα της σταθερής 1,1-διφαινυλ-2-πικριλυδραζυλικής ρίζας (DPPH), η οποία απορροφά έντονα στα 515 nm. Με την προσφορά υδρογόνου/ηλεκτρονίου ανάγεται σε υδραζίνη με αποτέλεσμα τον αποχρωματισμό του διαλύματος. Λόγω της παρουσίας του μονήρους ηλεκτρονίου, το DPPH έχει υψηλή απορρόφηση σε αιθανολικό ή μεθανολικό διάλυμα στα 515 nm. Όσο το ηλεκτρόνιο αυτό δεσμεύεται, η απορρόφηση μειώνεται, και ο βαθμός

αποχρωματισμού είναι στοιχειομετρικά ο αριθμός των ηλεκτρονίων που έχουν δεσμευτεί. Η κατανάλωση του DPPH από τα αντιοξειδωτικά, έχει ως αποτέλεσμα την εξασθένηση του πορφυρού χρώματος του διαλύματός του, η οποία παρακολουθείται στα 515 nm, όπου παρατηρείται το μέγιστο του φάσματος της ρίζας.



<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/fft2.10>

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

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

Όπου :

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

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

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

### **Παρασκευή διαλύματος DPPH**

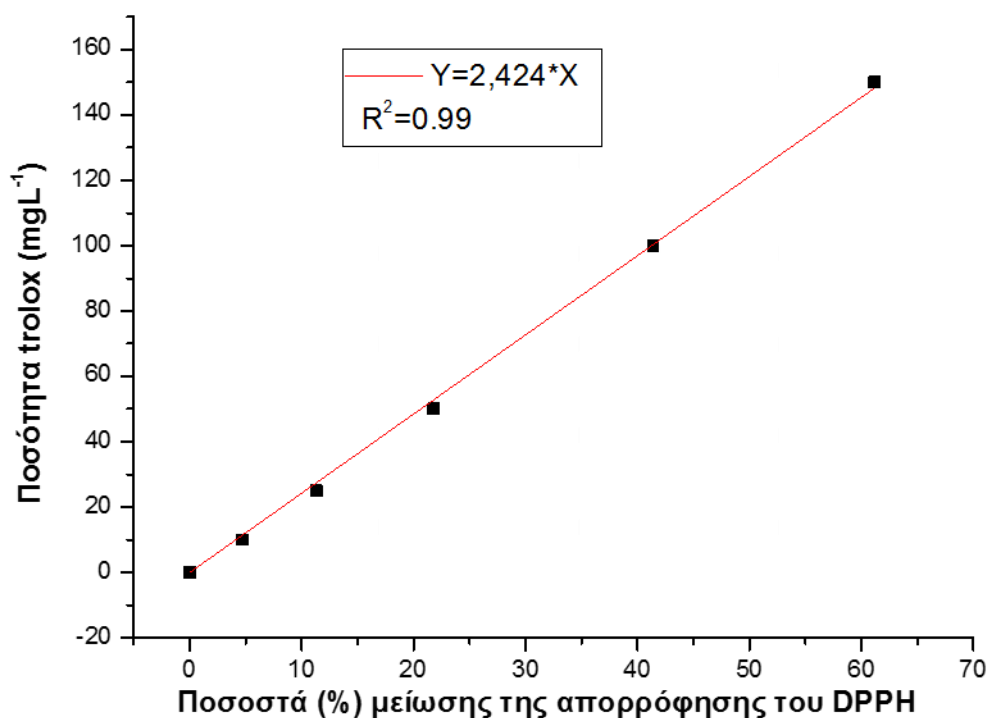
Για την παρασκευή του βασικού αντιδραστηρίου (Standard), χρησιμοποιήθηκαν 2,36 mg DPPH, τα οποία διαλύθηκαν σε 100 mL μεθανόλης και το διάλυμα αυτό (60  $\mu\text{Mol}$ ) τοποθετήθηκε στο σκοτάδι σε θερμοκρασία δωματίου. Στην συγκεκριμένη συγκέντρωση το διάλυμα αυτό παρουσιάζει τιμές απορρόφησης 0,7 στο μήκος κύματος των 515 nm και έχει ένα έντονο ιώδη χρωματισμό.

### **Κατασκευή καμπύλης αναφοράς σε ισοδύναμα Trolox για τον προσδιορισμό της TAC**

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

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

Για την κατάρτιση της καμπύλης αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν συγκεντρώσεις Trolox της τάξεως των 0, 12½, 25, 50, 100 και 150  $\text{mgL}^{-1}$  (χιλιοστογραμμάρια ανά λίτρο ή ppm). Από τα ανωτέρω διαλύματα Trolox ελήφθησαν ποσότητες των 50  $\mu\text{L}$ , οι οποίες αντέδρασαν με 1950  $\mu\text{L}$  από το βασικό διάλυμα των 60  $\mu\text{Mol}$  του DPPH.



Σχέση μεταξύ ποσότητας αντιοξειδωτικού αναφοράς (trolox) και μείωσης του ποσοστού απορρόφησης του διαλύματος των 60μΜοΙ του DPPH.

### **Τρόπος εργασίας για τον προσδιορισμό της TAC στα δείγματα των καρπών**

Λαμβάνεται ποσότητα 20 μL από το κάθε δείγμα (από το αρχικό εκχύλισμα αραιώνουμε κατά 50% ή ½ δηλαδή από τον αρχικό χυμό ¼ )και προστίθεται σε πλαστική κυψελίδα «ωφέλιμου» όγκου 2 mL. Ακολούθως προστίθενται στην κυψελίδα 1950 μL αντιδραστήριο DPPH. Οι κυψελίδες καλύπτονται με πλαστικό φιλμ (parafilm) για την αποφυγή εξάτμισης της μεθανόλης και τοποθετούνται σε σκοτεινό μέρος για μισή ώρα. Ο χρόνος αυτός κρίνεται απαραίτητος ώστε να ολοκληρωθεί η αντίδραση του DPPH με τα υπάρχοντα αντιοξειδωτικά στο εκάστοτε δείγμα και να σταθεροποιηθεί ο αποχρωματισμός του αντιδραστηρίου.

Πριν την ακολουθία των μετρήσεων προηγείται μηδενισμός του φασματοφωτόμετρου με καθαρή μεθανόλη και στην συνέχεια λαμβάνονται οι μετρήσεις απορρόφησης του εκάστοτε δείγματος (τιμή απορρόφησης δείγματος σε χρόνο 30 min: A<sub>30</sub>) στο φασματοφωτόμετρο. Παράλληλα λαμβάνεται και μέτρηση από το Standard διάλυμα του DPPH (μάρτυρας), η οποία ουσιαστικά αφορά την τιμή απορρόφησης σε χρόνο 0 min: A<sub>0</sub>.

Οι μετρήσεις εκφράζονται σε ποσοστό % (ΔΑ%) μείωσης της απορρόφησης του αρχικού διαλύματος του DPPH (λόγω της παρουσίας των αντιοξειδωτικών) και σύμφωνα με την καμπύλη αναφοράς (Εικόνα 19) και την αλγεβρική σχέση που προκύπτει από αυτή, αποδίδονται σε ισοδύναμη ποσότητα Trolox ανά 100g σάρκας, μετά από πολλαπλασιασμό της αρχικής τιμής με τον βαθμό αραιώσης του εκάστοτε δείγματος.

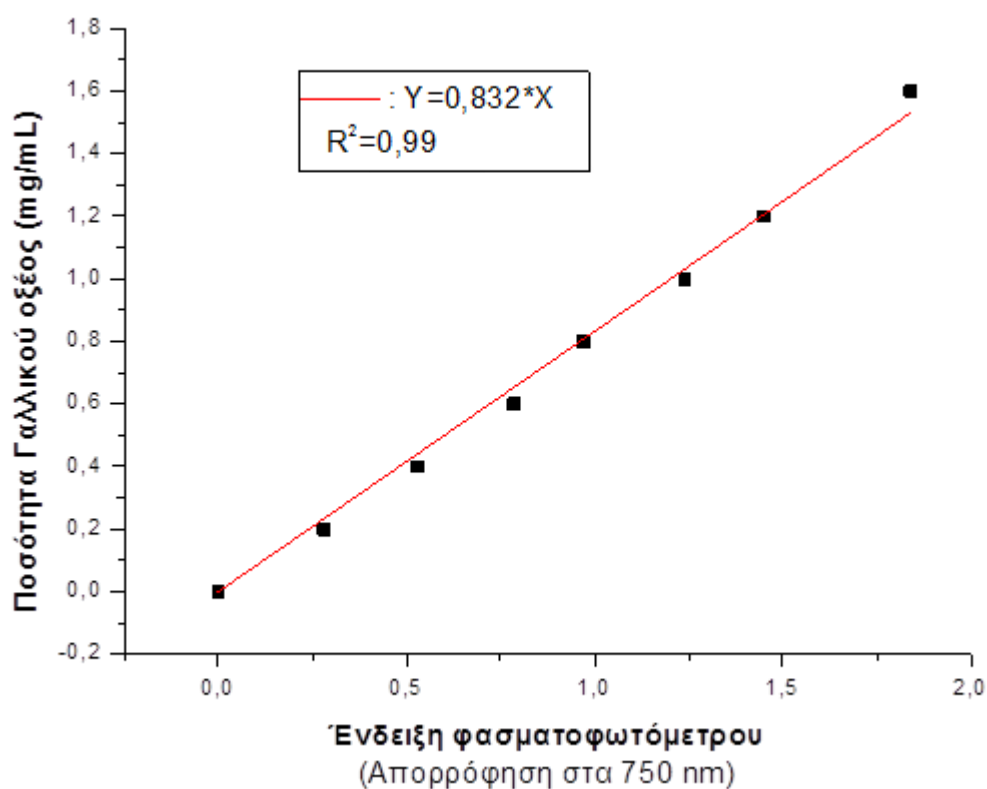
### **Γ. Προσδιορισμός περιεχόμενου σε ολικές φαινόλες με την μέθοδο Folin-Ciocalteu**

Στην παρούσα εργασία για τον προσδιορισμό του ολικού περιεχομένου των καρπών της πιπεριάς σε φαινολικές ουσίες εφαρμόστηκε η μέθοδος Folin-Ciocalteu. Πρόκειται για φωτομετρική μέθοδο που βασίζεται στην οξείδωση των φαινολικών ενώσεων από το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu. Χρησιμοποιείται για την μέτρηση του ολικού φαινολικού περιεχομένου χωρίς να γίνεται διάκριση μεταξύ μονομερών, διμερών ή μεγαλύτερων φαινολικών συστατικών. Το κύριο αντιδραστήριο της μεθόδου, το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu, είναι διάλυμα σύνθετων πολυμερών ιόντων που σχηματίζονται από φωσφομολυβδαινικά ( $H_3PMo_{12}O_{40} \cdot 12H_2O$ ) και φωσφοβολφραμικά ( $H_3PW_{12}O_{40} \cdot nH_2O$ ) ετεροπολυμερή οξέα. Σε αλκαλικό περιβάλλον, οι φαινολικές ενώσεις οξειδώνονται με ταυτόχρονη αναγωγή των οξέων προς μείγμα οξειδίων του βολφραμίου ( $W_8O_{23}$ ) και του μολυβδαινίου ( $Mo_8O_{23}$ ), με χαρακτηριστικό κυανό χρώμα. Το σχηματιζόμενο κυανό χρώμα παρουσιάζει μέγιστη απορρόφηση περίπου στα 750 nm και είναι ανάλογο με τη συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων. Οι φαινολικές ουσίες εκφράζονται σε ισοδύναμα γαλλικού ή καφεϊκού οξέος. Οι φαινολικές ουσίες αντιδρούν με το αντιδραστήριο FC μόνο σε βασικό περιβάλλον, για το λόγο αυτό πριν από την προσθήκη του αντιδραστηρίου FC, το pH του δείγματος γίνεται βασικό (pH 10) με προσθήκη διαλύματος  $Na_2CO_3$  20%.

#### **Κατασκευή καμπύλης αναφοράς ισοδύναμης ποσότητας Γαλλικού οξέος για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών ουσιών**

Οι τιμές απορρόφησης που καταγράφονται στο φασματοφωτόμετρο από τα διάφορα δείγματα, αντιστοιχίζονται σε ισοδύναμη ποσότητα γαλλικού οξέος (ποσότητα σε γαλλικό οξύ που έχει την ίδια τιμή απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο σε μήκος

κύματος 750 nm με το εκάστοτε δείγμα). Για τον σκοπό αυτό καταρτίστηκε μια καμπύλη αναφοράς με την απορρόφηση γνωστών συγκεντρώσεων γαλλικού οξέος στο μήκος κύματος των 750 nm, μετά την αντίδρασή τους με τα παραπάνω αντιδραστήρια. Οι συγκεντρώσεις γαλλικού οξέος που χρησιμοποιήθηκαν για τον σκοπό αυτό ήταν 0 - 0,2 - 0,4 - 0,6 - 0,8 - 1 - 1,2 - 1,4 - 1,6 mg/mL.

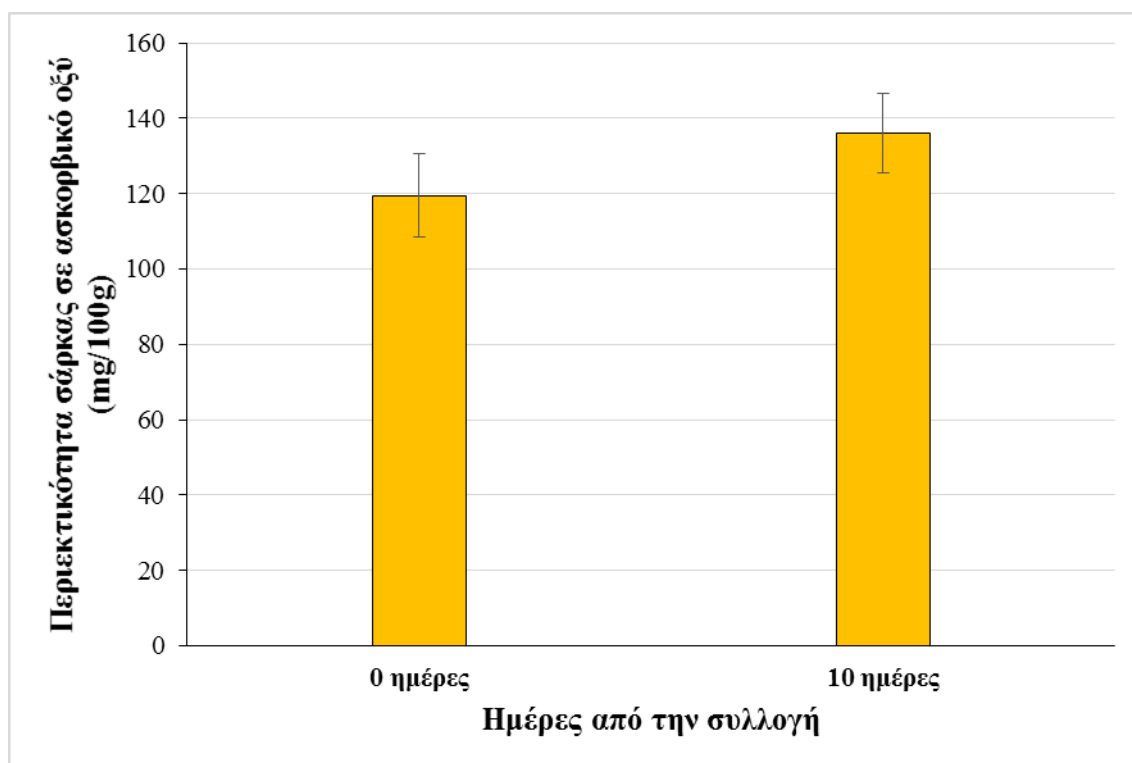


Καμπύλη αναφοράς, που αποδίδει την σχέση μεταξύ ποσότητας γαλλικού οξέος και απορρόφησης φωτός σε μήκος κύματος 750nm, μετά την αντίδραση με το αντιδραστήριο Folin - Ciocalteu.

## 5. Αποτελέσματα

### 5.1. Περιεκτικότητα των καρπών σε βιταμίνη C

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσδιορισμών της περιεκτικότητας των καρπών του φραγκόσυκου σε ασκορβικό οξύ. Η περιεκτικότητα των καρπών σε ασκορβικό οξύ κυμάνθηκε μεταξύ 100 και 150 mg ανά 100 g σάρκας, τιμές οι οποίες θεωρούνται υψηλές και είναι αντίστοιχες με φρούτα που τα χαρακτηρίζει η υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη C, όπως τα ακτινίδια και τα πορτοκάλια. Επίσης από την σύγκριση των μετρήσεων αμέσως μετά την συλλογή των καρπών και των μετρήσεων μετά από 10 ημέρες παραμονής στο ψυγείο διαπιστώθηκε μια ποσοτικά μικρή αλλά στατιστικά σημαντική αύξηση της μέσης τιμής της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ. Η μέση τιμή αρχικά ήταν 120 mg/100g και μετά από 10 ημέρες στο ψυγείο ανήλθε στα 136 mg/100g ( $t=4,86$  για 38 BE).

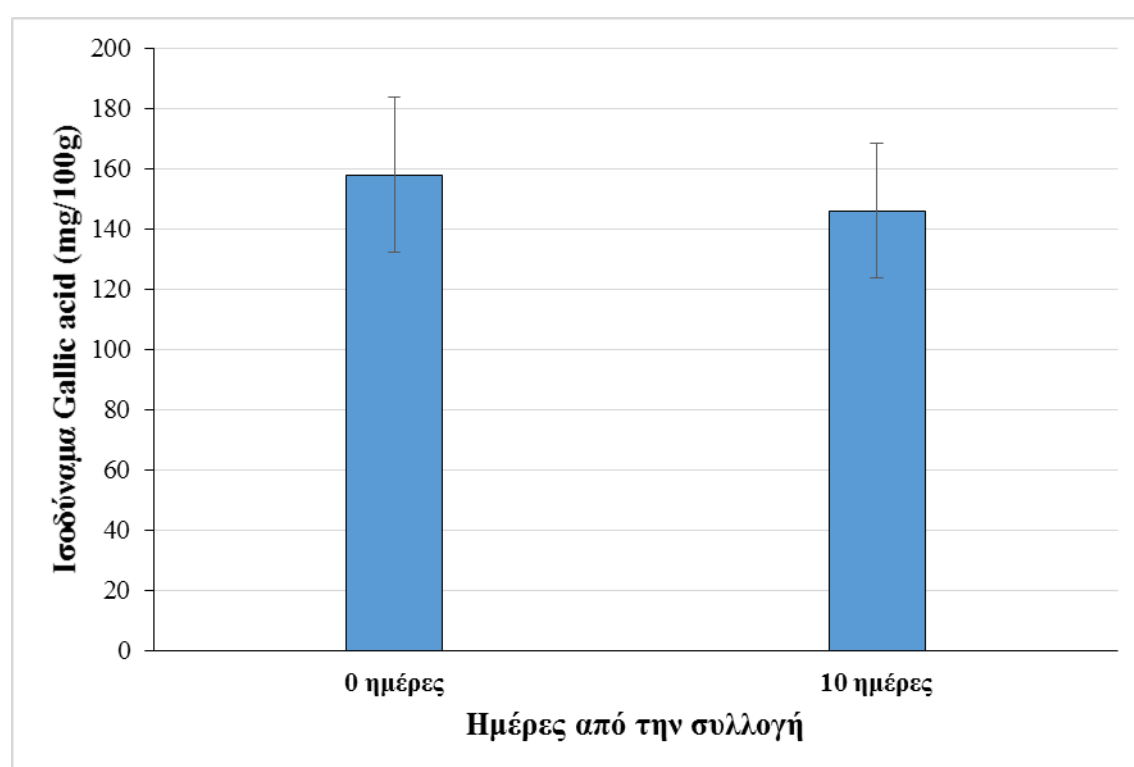


Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της περιεκτικότητας των καρπών του φραγκόσυκου σε ασκορβικό οξύ αμέσως μετά την συλλογή τους και μετά από 10 ημέρες παραμονής σε ψυγείο.



## 5.2. Περιεκτικότητα των καρπών σε φαινολικά συστατικά

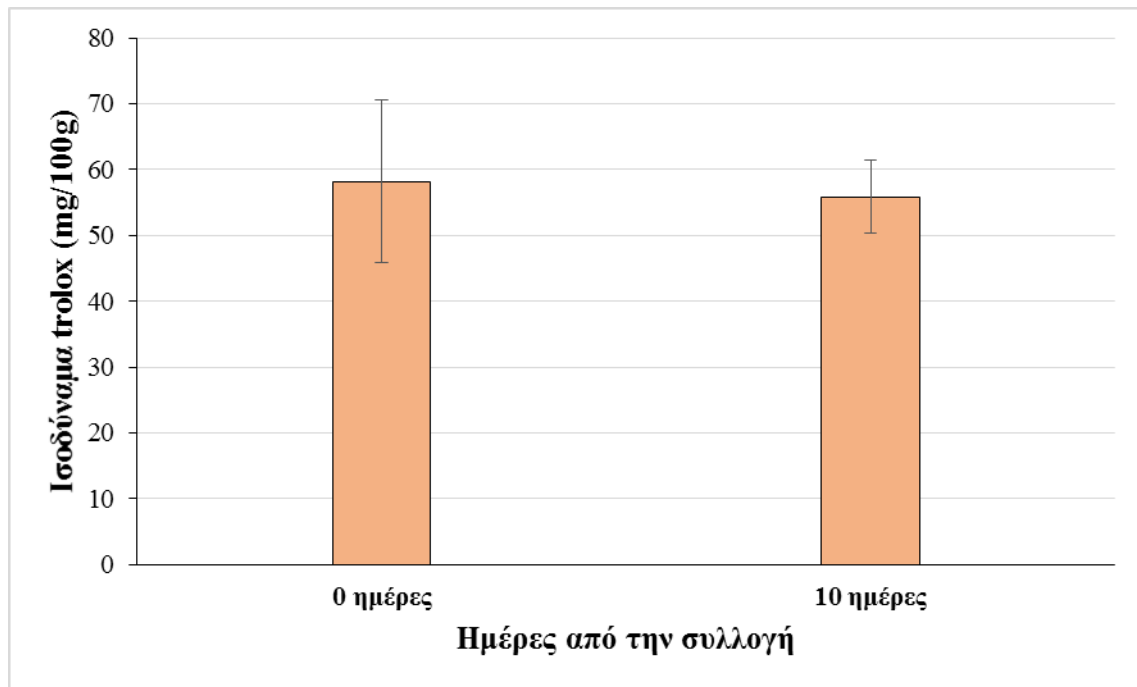
Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσδιορισμών της περιεκτικότητας των καρπών του φραγκόσκου σε ολικές φαινόλες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτά διαπιστώνεται ότι τα φραγκόσκα έχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά. Η ελάχιστη τιμή που προσδιορίστηκε ήταν 106 mg σε ισοδύναμα Γαλλικού οξέος ανά 100g σάρκας, ενώ η υψηλότερη 205 mg/100g. Οι μέσες τιμές αμέσως μετά την συλλογή ήταν 158 mg/100g και μετά από 10 ημέρες παραμονής στο ψυγείο 146 mg/100g. Οι τιμές αυτές δεν διέφεραν σημαντικά ( $t=1,57$  για 38 BE).



Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της περιεκτικότητας των καρπών του φραγκόσκου σε φαινολικά συστατικά αμέσως μετά την συλλογή τους και μετά από 10 ημέρες παραμονής σε ψυγείο.

## 5.3. Ολική Αντιοξειδωτική Ικανότητα

Τα αποτελέσματα των προσδιορισμών της Ολικής Αντιοξειδωτικής Ικανότητας των συστατικών της σάρκας των καρπών του φραγκόσκου τόσο αμέσως μετά την συλλογή τους όσο και μετά από 10 ημέρες παραμονής στο ψυγείο παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.



Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών του φραγκόσυκου αμέσως μετά την συλλογή τους και μετά από 10 ημέρες παραμονής σε ψυγείο.

Οι τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ των 42 mg σε ισοδύναμα trolox ανά 100 g σάρκας και των 78 mg/100g. Η μέση τιμή αμέσως μετά την συλλογή των καρπών ήταν 58,2 mg/100g και μετά από 10 ημέρες στο ψυγείο ήταν 55,8 mg/100g. Οι τιμές αυτές δεν διέφεραν σημαντικά ( $t=0,77$  για 38 BE).

Από τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι οι καρποί της φραγκοσυκιάς έχουν ιδιαίτερα σημαντική διατροφική αξία που μπορεί να συγκριθεί με άλλα δημοφιλή φρούτα. Έχουν ιδιαίτερα αυξημένη περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ, υψηλή περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες και σημαντική αντιοξειδωτική ικανότητα. Επίσης φαίνεται ότι μπορούν να διατηρηθούν σε συνθήκες οικιακού ψυγείου χωρίς να χάσουν τις διατροφικές τους ιδιότητες.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ιστοσελίδες :**

[https://www.fragosikosuperfood.gr/fragkosiko/poikilies?fbclid=IwAR2vV3reVAV1oc yqhjk7-Acs41RvBeerB7Ove\\_X0y-jELn1Yo-hoQDqoUr4](https://www.fragosikosuperfood.gr/fragkosiko/poikilies?fbclid=IwAR2vV3reVAV1oc yqhjk7-Acs41RvBeerB7Ove_X0y-jELn1Yo-hoQDqoUr4)

[https://fragkosykomystiras.blogspot.com/p/blog-page\\_4.html?fbclid=IwAR0rtvR4xzShBkeA-b9QhCPzhe3G7h-1M9OBFEd9DfYOzJsVJfnFqqNT-oQ](https://fragkosykomystiras.blogspot.com/p/blog-page_4.html?fbclid=IwAR0rtvR4xzShBkeA-b9QhCPzhe3G7h-1M9OBFEd9DfYOzJsVJfnFqqNT-oQ)

[https://www.mednutrition.gr/portal/efarmoges/leksiko-diatrofis/13439-fainoles?fbclid=IwAR0rs518N8YwmHtrz\\_jNbM6Rh3od1EV1SE4rpG3BKxPGd7ecQ4RB7xfZJlk](https://www.mednutrition.gr/portal/efarmoges/leksiko-diatrofis/13439-fainoles?fbclid=IwAR0rs518N8YwmHtrz_jNbM6Rh3od1EV1SE4rpG3BKxPGd7ecQ4RB7xfZJlk)

Δήμητρα Νάσιου 2019\_Βιταμίνη C – Οι 12 Καλύτερες Τροφές Που Την Περιέχουν από <https://rogmes.gr/vitamin-c-kalyteres-trofes/?fbclid=IwAR3dcj4LE5e9BEmUcT7GQek5uvKJTX8s0hV24Ieoau52oq-eUwcjqwx4a5Y>

[https://www.mednutrition.gr/portal/lifestyle/systaseis-diatrofis/5418-vitamini-c-ta-ofeli-tis-den-stamatoyn-sto-anosopoiitiko?fbclid=IwAR3SvDZPCZiD7xNONwXJ-vm\\_tpvfV07mRdBJXA3bjrjKdeD1jBvFhsD5SSk](https://www.mednutrition.gr/portal/lifestyle/systaseis-diatrofis/5418-vitamini-c-ta-ofeli-tis-den-stamatoyn-sto-anosopoiitiko?fbclid=IwAR3SvDZPCZiD7xNONwXJ-vm_tpvfV07mRdBJXA3bjrjKdeD1jBvFhsD5SSk)

[http://195.134.76.37/chemicals/chem\\_ascorbicacid.htm?fbclid=IwAR0AScaRXwrBdiZ8wzTmNhkFj-H0pMhYqo1EQCzSvuNrmZKY21qmM--P4Kc](http://195.134.76.37/chemicals/chem_ascorbicacid.htm?fbclid=IwAR0AScaRXwrBdiZ8wzTmNhkFj-H0pMhYqo1EQCzSvuNrmZKY21qmM--P4Kc)

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CF%84%CE%B1%CE%BC%CE%AF%CE%BD%CE%B7\\_C?fbclid=IwAR2umKr52UDoUTiKVCtdW68s4rQyF3wNEJfeH0diYH4r7t0O-](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CF%84%CE%B1%CE%BC%CE%AF%CE%BD%CE%B7_C?fbclid=IwAR2umKr52UDoUTiKVCtdW68s4rQyF3wNEJfeH0diYH4r7t0O-JQpzUyR9ds#%CE%9F_%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CF%89%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82)

[JQpzUyR9ds#%CE%9F\\_%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CF%89%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82\\_%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CF%84%CE%B1%CE%BC%CE%AF%CE%BD%CE%B7_C?fbclid=IwAR2umKr52UDoUTiKVCtdW68s4rQyF3wNEJfeH0diYH4r7t0O-JQpzUyR9ds#%CE%9F_%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CF%89%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82)

<https://www.gardenguide.gr/%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1-%CF%86%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CF%8C%CF%83%CF%85%CE%BA%CE%BF%CF%85/?fbclid=IwAR1FvEQOZLpOAYAFigdB6AVF-HDIA057jVUw-Rx6YABmtnojNJXttZH0EK4>

[https://www.mistikakipou.gr/fragosikia-kalliergeia/?fbclid=IwAR3pIuBxKt0\\_69r5DiZRdvgZBq1AlucE8Ln5PnKJq5jPpqsVGPSzLeADL-Y](https://www.mistikakipou.gr/fragosikia-kalliergeia/?fbclid=IwAR3pIuBxKt0_69r5DiZRdvgZBq1AlucE8Ln5PnKJq5jPpqsVGPSzLeADL-Y)

[https://www.fytokomia.gr/permalink/15405.html?fbclid=IwAR32wNsKhJ-5JtVUFbR5Q\\_W8PSP5hRIv1UZrymlPjXsUwhaP8E8UENZliL0](https://www.fytokomia.gr/permalink/15405.html?fbclid=IwAR32wNsKhJ-5JtVUFbR5Q_W8PSP5hRIv1UZrymlPjXsUwhaP8E8UENZliL0)

<https://plantpro.gr/post/448?fbclid=IwAR1FvEQOZLpOAYAFigdB6AVF-HDIA057jVUw-Rx6YABmtnojNJXttZHoEK4>

Μιχάλης Θερμόπουλος 2022 -Τι είναι τα αντιοξειδωτικά: Πώς λειτουργούν, ποια είναι τα πιο γνωστά και σε ποιες τροφές υπάρχουν από

<https://www.iatropedia.gr/diatrofi/ti-einai-ta-antiokseidotika-pos-leitourgoun-poia-einai-ta-pio-gnosta-kai-se-poies-trofes-yparchoun/146721/?fbclid=IwAR2umKr52UDoUTiKVCtdW68s4rQyF3wNEJfeH0diYH4r7t0O-JQpzUyR9ds>

[https://www.vita4you.gr/blog-vita4you/el/item/65-antioxeidotika-polytimoi-symmachoi-t.html?fbclid=IwAR39maIIVHZFU1Kq4BQQX9L3\\_Xx3KxK\\_LTB\\_h2sjULQCfFJ9b4kJ2C380M4](https://www.vita4you.gr/blog-vita4you/el/item/65-antioxeidotika-polytimoi-symmachoi-t.html?fbclid=IwAR39maIIVHZFU1Kq4BQQX9L3_Xx3KxK_LTB_h2sjULQCfFJ9b4kJ2C380M4)

[http://ikee.lib.auth.gr/record/110508/files/gri-2009-2187.pdf?fbclid=IwAR2VSdio1zqocdMimsum4pe\\_4tX18BSZreC3rseDtfI-ZVqp8CMryC9ETh0](http://ikee.lib.auth.gr/record/110508/files/gri-2009-2187.pdf?fbclid=IwAR2VSdio1zqocdMimsum4pe_4tX18BSZreC3rseDtfI-ZVqp8CMryC9ETh0)

## **Επιστημονικά Άρθρα**

Albano, C., Negro, C., Tommasi, N., Gerardi, C., Mita, G., Miceli, A., Blando, F. (2015). Betalains, Phenols and Antioxidant Capacity in Cactus Pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] Fruits from Apulia (South Italy) Genotypes. *Antioxidants* (Basel, Switzerland), 4(2), 269–280.

Ammar, I., Bardaa, S., Mzid, M., Sahnoun, Z., Rebaii, T., Attia, H., & Ennouri, M. (2015). Antioxidant, antibacterial and in vivo dermal wound healing effects of *Opuntia* flower extracts. *International Journal of Biological Macromolecules*, 81, 483–490.

Castellar, M. R., Solano, F., & Obon, J. M. (2012). Betacyanin and other antioxidants production during growth of *Opuntia stricta* (Haw.) fruits. *Plant Foods for Human Nutrition* (Dordrecht, Netherlands), 67(4), 337–343. <https://doi.org/10.1007/s11130-012-0316-y>

Esatbeyoglu, T., Wagner, A. E., Schini-Kerth, V. B., & Rimbach, G. (2015). Betanin- a food colorant with biological activity. *Molecular Nutrition & Food Research*, 59(1), 36–47. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201400484>

Kim, J., Soh, S. Y., Shin, J., Cho, C.-W., Choi, Y. H., & Nam, S.-Y. (2015). Bioactives in cactus (*Opuntia ficus-indica*) stems possess potent antioxidant and pro-apoptotic activities through COX-2 involvement. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(13), 2601–2606. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6968>

Sumaya-Martinez, M. T., Cruz-Jaime, S., Madrigal-Santillan, E., Garcia-Paredes, J. D., Carino-Cortes, R., Cruz-Cansino, N., ... Alanis-Garcia, E. (2011). Betalain, Acid ascorbic, phenolic contents and antioxidant properties of purple, red, yellow and white cactus pears. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(10), 6452–6468. <https://doi.org/10.3390/ijms12106452>

Κόκκα Ε. (2017). Μελέτη της αντιοξειδωτικής και αντιμεταλλαξογόνου δράσης των φυτικών εκχυλισμάτων *Rosa sempervirens*, *Opuntia ficus indica*, *Lycium barbarum* με in vitro μοριακές μεθόδους. Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας.