



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

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

**Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία**

Συγκριτική αξιολόγηση πέντε γονοτύπων φραγκοσυκιάς ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τους (έτος συγκομιδής 2021)

**Φώτιος Β. Παπαδάκης**

Επιβλέπων καθηγητής:

Παπαδάκης Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ  
2022**

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

**Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία**

Συγκριτική αξιολόγηση πέντε γονοτύπων φραγκοσυκιάς ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τους (έτος συγκομιδής 2021)

Comparative evaluation of five prickly pear genotypes in terms of the quality characteristics of their fruits (harvest year 2021)

**Φώτιος Β. Παπαδάκης**

**Εξεταστική επιτροπή:**

Παπαδάκης Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Χατζησαββίδης Χρήστος, Καθηγητής ΔΠΘ

Τζατζάνη Θηρεσία-Τερέζα, Εντεταλμένη Ερευνήτρια, ΙΕΛΥΑ-ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ

## Συγκριτική αξιολόγηση πέντε γονοτύπων φραγκοσουκιάς ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τους (έτος συγκομιδής 2021)

*ΠΜΣ Τομείς αιχμής & καινοτόμες εφαρμογές στην παραγωγή & συντήρηση οπωροκηπευτικών & ανθοκομικών ειδών*

*Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής*

*Εργαστήριο Δενδροκομίας*

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η φραγκοσουκιά αποτελεί μία εναλλακτική επιλογή καλλιέργειας, η οποία χρόνο με τον χρόνο μπαίνει στην καθημερινότητα μας όλο και πιο πολύ, καθώς η ζήτηση από τους καταναλωτές είναι ιδιαίτερα αυξημένη και ιδιαίτερα των καρπών. Ωστόσο, οι ερευνητικές μελέτες που έχουν διεξαχθεί για διάφορες ποικιλίες φραγκοσουκιάς, κυρίως ελληνικές, δεν είναι αρκετές ώστε να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τις διαφορές που μπορεί να υπάρχουν μεταξύ των ποικιλιών. Η παρούσα εργασία αποτελεί συνέχεια της χρόνιας προσπάθειας μελέτης διάφορων ποικιλιών φραγκοσουκιάς. Σκοπός της έρευνας είναι, λοιπόν, μελετώντας πέντε διαφορετικές ποικιλίες που βρίσκονται στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, να διαπιστωθούν τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τους και να συγκριθούν μεταξύ τους.

Η διαδικασία ξεκίνησε με την συλλογή των καρπών από συνολικά 20 δένδρα φραγκοσουκιάς που ανά τέσσερα αποτελούν διαφορετικό γονότυπο. Στη συνέχεια, αφαιρέθηκε από αυτούς το μεγαλύτερο πλήθος αγκαθιών που έφεραν πάνω τους, τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστές πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκαν στον εργαστηριακό χώρο. Ακολούθησε η μέτρηση του βάρους κάθε σακούλας καρπών, αλλά και με τη βοήθεια παχυμέτρου η μέτρηση της διαμέτρου και του μήκους των καρπών. Για την καταγραφή της απαιτούμενης δύναμης που χρειάζεται να καταβληθεί για να διατηρηθεί ο φλοιός των καρπών, χρησιμοποιήθηκε το έμβολο από το πενετρόμετρο του εργαστηρίου. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε σε μεταγενέστερο στάδιο όπου οι καρποί είχαν πλέον αποφλοιωθεί. Έπειτα, με την χρήση του διαφορικού χρωματομέτρου του εργαστηρίου ελήφθησαν οι χρωματικές παράμετροι  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$  για τους καρπούς, τόσο με τον φλοιό, αλλά και χωρίς. Αφού πλέον οι καρποί είχαν αποφλοιωθεί, μεταφέρθηκαν εκ νέου στη ζυγαριά όπου μετρήθηκε το βάρος της σάρκας τους. Ξεχωριστή μέτρηση έγινε και για το βάρος των φλοιών. Ακολούθησε η χυμοποίηση των καρπών. Ο κάθε χυμός πέρασε από τούλι για να διαχωριστεί από υπολείμματα σάρκας και σπόρων. Οι σπόροι που έμειναν σε κάθε τούλι ξεπλύθηκαν με νερό, αποξηράθηκαν, τοποθετήθηκαν στον εργαστηριακό καταψύκτη και στη συνέχεια μετρήθηκαν και διαχωρίστηκαν οι γονιμοποιημένοι από τους μη. Στη συνέχεια, μετρήθηκαν το βάρος, ο όγκος και το pH των χυμών, όπως και τα ολικά διαλυτά στερεά τους. Ακολούθησε η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων και η σύγκρισή τους για καθεμιά από τις παραμέτρους που μετρήθηκαν.

Από όλη την παραπάνω μελέτη, λοιπόν, εξήχθησαν ορισμένα πολύ χρήσιμα συμπεράσματα που σχετίζονται με το σχήμα (τιμές λόγου μήκους προς πλάτος καρπού, από 1,582 έως 1,736),

το βάρος (94,28-102,05g) και την χυμοπεριεκτικότητα των καρπών (46,12-49,66 % w/w), το pH (5,86-6,04) και τα διαλυτά στερεά συστατικά (12,93-14,57 °Brix) του χυμού, τον αριθμό (267,05-339,50) και το βάρος των σπόρων ανά καρπό, αλλά και τα χρωματικές παραμέτρους της φλούδας και της σάρκας των καρπών. Όλα τα δεδομένα ήρθαν σε αντιπαραβολή με τα αντίστοιχα άλλων ερευνών για την παρατήρηση των διαφοροποιήσεων μεταξύ των ποικιλιών. Διαπιστώθηκε ότι οι καρποί των υπό εξέταση γονότυπων έχουν αξιόλογα ποιοτικά χαρακτηριστικά.

**Επιστημονική περιοχή:** Δενδροκομία

**Λέξεις κλειδιά:** φραγκοσυκιά, ποιότητα καρπών, αξιολόγηση γονοτύπων

## **Comparative evaluation of five prickly pear genotypes in terms of the quality characteristics of their fruits (harvest year 2021)**

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

*Department of Crop Science*

*Laboratory of Pomology*

### **ABSTRACT**

Opuntia is identified as an alternative option for cultivation, which is gradually becoming a considerable part of our daily lives, as the demand from consumers is particularly high and especially for the fruits. Nevertheless, the scientific studies conducted focusing on diverse, mainly Greek, selections of opuntia are producing insufficient research outputs regarding the differences between the selections. The current study follows the continuing and long-term effort of studying the diverse selections of opuntia. The aim of the study is to identify and compare the main qualitative characteristics of the fruits of opuntia through examining five (5) different selections of opuntia, located at the arboretum of the Agricultural University of Athens (AUA).

The process began with collecting fruits from total twenty (20) trees of opuntia, which per four trees consist a different genotype. Moving on, the largest number of thorns was removed from the trees and they were placed in different plastic bags and were transferred in the laboratory space. The next step was the measurement of the weight of each bag of fruits and the measurement of the diameter and the length of the fruits. To record the required force needed to penetrate the skin of the fruits, the piston from the laboratory penetrometer was used. The above-mentioned process was repeated in a later stage when the fruits had been peeled. Afterwards, the differential colorimetric of the laboratory was used to take the chromatic parameters  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  for the fruits with and without peel. Since, the fruits have been peeled they were, once again, transferred at the scale machine where the weight of their flesh was measured. The weight of the hulls was measured separately. The process of converting the fruits into juice was followed. Each juice was passed through tulle to be separated from the tailings of flesh and seeds. The seeds that remained at the tulle were washed with water, dehydrated and located at the laboratory freezer and then counted and separated into fertilized and unfertilized ones. The measurement of the weight, the mass/volume and the PH of the juices as well as of the total soluble solids was followed. This was followed by the statistical processing of the data and their comparison for each of the measured parameters.

To sum up, the above-mentioned study has drawn very useful and practical conclusions related to the shape (fruit length to width ratio values, from 1,582 to 1,736), weight (94,28-102,05g), the juice content (46,12-49,66 % w/w) and chemical properties (12,93-14,57 °Brix), the pH (5,86-

6,04), the number (267,05.-339,50) and weight of seeds per fruit as well as the chromatic parameters of the fruits. All data have been compared with the respectively data of other relevant studies to observe the differences between the varieties. It was found that the fruits of the tested genotypes have remarkable quality characteristics.

**Scientific area:** Arboriculture

**Key words:** prickly pear, fruit quality, genotype evaluation

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών με τίτλο “Τομείς Αιχμής και Καινοτόμες Εφαρμογές στην Παραγωγή και Συντήρηση Οπωροκηπευτικών και Ανθοκομικών Ειδών” του Τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής. Με την περάτωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής ολοκληρώνω επίσης και ένα πολύ σημαντικό κεφάλαιο της ζωής μου, εκείνο των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της μεταπτυχιακής μου μελέτης, κύριο Ιωάννη Παπαδάκη, Αναπληρωτή Καθηγητή του εργαστηρίου Δενδροκομίας, για την ευκαιρία που μου έδωσε να συνεργαστώ μαζί του, αλλά και για όλες τις συμβουλές και την καθοδήγηση που είχα.

Ακόμη, να ευχαριστήσω την οικογένεια και τη σύντροφο μου για την αμέριστη στήριξη, τη συμπαράσταση, τις συμβουλές και τις παροτρύνσεις τους οι οποίες με βοήθησαν να φέρω εις πέρας τους στόχους μου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη .....	1
Abstract.....	3
Ευχαριστίες .....	5
Περιεχόμενα .....	6
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> : Εισαγωγή .....	8
1.1 Ιστορική αναδρομή και ετυμολογία .....	8
1.2 Βοτανική περιγραφή και χαρακτηριστικά .....	9
1.2.1 Ριζικό σύστημα .....	10
1.2.2 Βλαστοί και αρέολες.....	11
1.2.3 Άνθη .....	12
1.2.4 Αγκάθια .....	12
1.2.5 Καρπός .....	13
1.2.6 Θρεπτική αξία και εκμετάλλευση καρπών .....	15
1.2.7 Κλιματικές απαιτήσεις .....	17
1.3 Εχθροί .....	18
1.4 Πολλαπλασιασμός .....	18
1.5 Καλλιεργητικές πρακτικές.....	19
1.5.1 Διαμόρφωση εδάφους .....	19
1.5.2 Πότισμα.....	19
1.5.3 Αποστάσεις & προσανατολισμός φύτευσης .....	19
1.5.4 Λίπανση.....	20
1.5.5 Κλάδεμα .....	20
1.6 Παραγωγή .....	21
1.7 Κριτήρια και τρόποι συγκομιδής .....	21
1.8 Μεταχειρίσεις μετά τη συγκομιδή & συντήρηση.....	23
1.9 Ποικιλίες.....	24
1.10 Σκοπός εργασίας.....	24
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> : Υλικά και μέθοδοι.....	25
2.1 Περιγραφή πειραματικής φυτείας & λήψη δειγμάτων.....	25



2.2 Εργαστηριακές μετρήσεις.....	26
2.3 Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων.....	38
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> : Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών .....	39
3.1 Μήκος, διάμετρος και μήκος προς διάμετρο καρπών .....	39
3.2 Συνεκτικότητα φλοιού και σάρκας .....	42
3.3 Παρουσία φλοιού στους καρπούς και εδώδιμο τμήμα τους.....	43
3.4 Πυκνότητα χυμού και χυμοπεριεκτικότητα καρπών σε % w/w και σε % w/v .....	44
3.5 Ολικά διαλυτά στερεά και pH χυμού.....	47
3.6 Αριθμός και ποσοστό σπόρων κανονικής ανάπτυξης και εκφυλισμένων .....	48
3.7 Ξηρό βάρος κανονικής ανάπτυξης και εκφυλισμένων σπόρων.....	50
3.8 Χρωματικές παράμετροι L*, a* και b* φλοιού.....	53
3.9 Χρωματικές παράμετροι C* και h <sup>0</sup> φλοιού.....	55
3.10 Χρωματικές παράμετροι L*, a* και b* σάρκας .....	56
3.11 Χρωματικές παράμετροι C* και h <sup>0</sup> σάρκας.....	58
Κεφάλαιο 4 <sup>ο</sup> : Συζήτηση και συμπεράσματα.....	60
Ξένη Βιβλιογραφία .....	64
Ελληνική Βιβλιογραφία .....	67
Πηγές διαδικτύου .....	68

# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>

## Εισαγωγή

### **1.1. Ιστορική αναδρομή και ετυμολογία**

Η καλλιέργεια της φραγκοσυκιάς αποτελεί μία σύγχρονη γεωργική ενασχόληση που αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια των τελευταίων αιώνων. Χώρα προέλευσης της φραγκοσυκιάς είναι το Μεξικό κατέχοντας, μάλιστα, δεσπόζουσα θέση στο εθνικό του έμβλημα. Αποτελεί τον πιο διαδεδομένο κάκτο που κατάφερε να ευδοκιμήσει στις ερήμους της Αμερικής και του Μεξικού και καλλιεργήθηκε έντονα από τους Αζτέκους (Pimienta, 1990). Στις μεσογειακές χώρες κατέφθασε πιθανότητα από τον Χριστόφορο Κολόμβο το 1500 μ.Χ. (Barbera, 1999 & Velásquez, 1998) και έκτοτε ακολούθησε η εξάπλωση της σε όλη τη Μεσόγειο.

Έχει επικρατήσει πως ετυμολογικά η λέξη “φραγκόσυκο” προέρχεται από τη λατινική λέξη *fraga*, δηλαδή φράουλα, και το ελληνικό σύκο (Αλεξιάδης, 2000). Κατά κάποιες άλλες εκδοχές η λέξη “φραγκοσυκιά” αποτελείται από τις λέξεις: Φράγκος & συκιά, όπου Φράγκος, το εθνικό όνομα Γάλλος ή από το φράγκο & συκιά, όπου φράγκο είναι ο φραγμός (Στρατουδάκης, 2013).

Οι λόγοι για τους οποίους η φραγκοσυκιά έγινε ευρέως γνωστή στην Ευρώπη ήταν οι εξής (Στρατουδάκης, 2013):

- Το φυτικό ερυθρό χρώμα που ήταν σε θέση να προσφέρει,
- το οινόπνευμα που παράγεται μέσω της ζύμωσης και απόσταξης των καρπών της,
- η ικανότητα χρήσης της ως οπωροφόρο δένδρο ή και ως κτηνοτροφικό προϊόν και τέλος
- η υψηλή περιεκτικότητα των καρπών του σε Βιταμίνη C. Μάλιστα, η Βιταμίνη C έχει μεγάλη ικανότητα να καταπολεμά το σκορβούτο που ήταν από τις πιο σοβαρές ασθένειες της εποχής.

Στη χώρα μας (και κυρίως στις νησιωτικές περιοχές) η φραγκοσυκιά άρχισε να εμφανίζεται και να αποκτά εμπορική αξία την δεκαετία του 1950. Παρά το γεγονός πως εμφανίζεται σε μεγάλες εκτάσεις στη χώρα μας, δεν καλλιεργείται επιμελώς και δεν είναι εκμεταλλεύσιμη εμπορικά. Την τελευταία δεκαετία γίνονται έμπρακτες προσπάθειες προς την οικονομική εκμετάλλευση της.

## 1.2. Βοτανική περιγραφή και χαρακτηριστικά

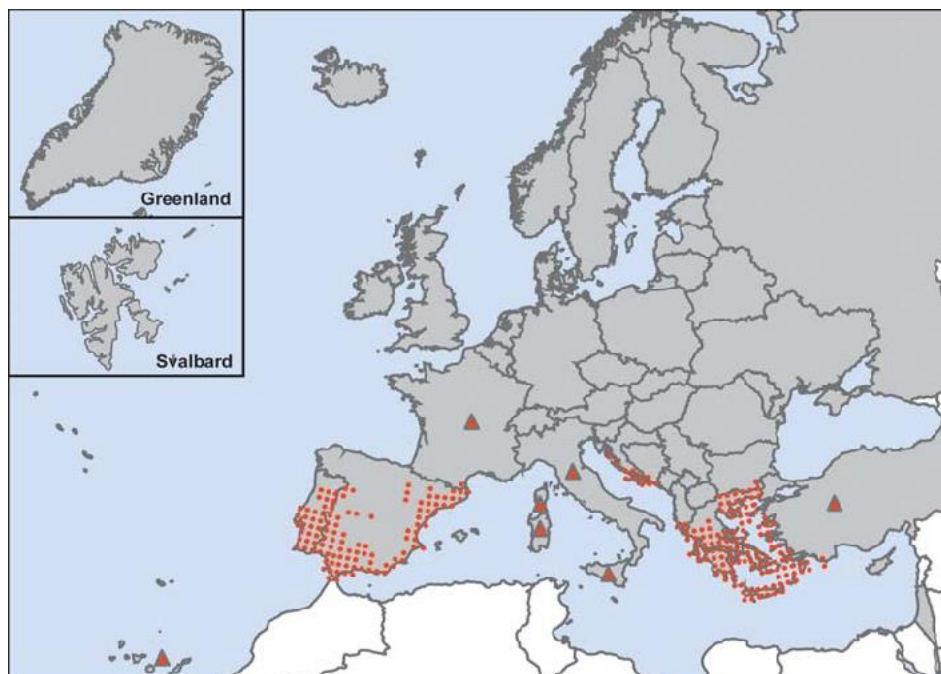
Υπάρχουν πολλά είδη (περίπου 200) που ανήκουν στο γένος *Opuntia*. Το πιο γνωστό είναι το *Opuntia ficus – indica* (**Εικόνα 1**), δηλαδή η φραγκοσουκιά, που ανήκει στην τάξη Cactales ή Opuntiales, και στην Οικογένεια Cactaceae. Είναι δενδρώδες φυτό που το ύψος του μπορεί να φθάσει τα 3-5 μέτρα.

Το ριζικό σύστημα του φυτού, ο βλαστός, τα άνθη, ο καρπός και τα αγκάθια του αποτελούν τα βοτανικά χαρακτηριστικά του φυτού τα οποία και θα αναλυθούν διεξοδικά παρακάτω.



**Εικόνα 1:** Η φραγκοσουκιά (*Opuntia ficus – indica*).

Σε χώρες όπως η Αγκόλα, η Αυστραλία, η Ινδία και η Νότια Αφρική όπου οι άνδρες και ημίξηρες ζώνες φτάνουν τα 5 δισεκατομμύρια εκτάρια, συναντώνται πολλά είδη της *Opuntia*. Στην **Εικόνα 2** απεικονίζεται η γεωγραφική κατανομή του γένους *Opuntia* στην Ευρώπη.



**Εικόνα 2:** Η κατανομή του γένους *Oruntia* στην Ευρώπη (Πηγή διαδικτύου 1).

Το φυτό απαντάται είτε καλλιεργημένο, είτε όχι σε πολλές χώρες του κόσμου. Ο Barbera το 1999 ανέφερε ότι η μεγαλύτερη έκταση για την παραγωγή φραγκόσκων βρίσκεται στο Μεξικό, με περίπου 50.000 εκτάρια διαθέσιμα, ενώ το Περού έχει περίπου 35.000 εκτάρια μη καλλιεργούμενων φραγκοσυκιών.

Ένα από τα πιο εντυπωσιακά χαρακτηριστικά του γένους *Oruntia* είναι η ανατομία και η μορφολογία του, που του επέτρεψαν να προσαρμοστεί σε συνθήκες που δύσκολα θα επιβίωνε άλλο φυτικό είδος.

### 1.2.1 Ριζικό σύστημα

Οι ρίζες της φραγκοσυκιάς έχουν την ικανότητα να φθάσουν σε πολλά μέτρα βάθος εντός του εδάφους όταν αυτό είναι μαλακό. Το επιφανειακό ριζικό σύστημα είναι ιδιαίτερα πυκνό και βοηθάει στην εκμετάλλευση βροχοπτώσεων σε γεωγραφικές περιοχές που δεν αποτελούν συχνό φαινόμενο, ενώ έχει την ιδιότητα να ανανεώνεται κάθε χρόνο (Nobel, 1998). Αξίζει να σημειωθεί πως οι παλιές επιφανειακές ρίζες λειτουργούν ως λιπαντικά μέσα για την ίδια τη φραγκοσυκιά, καθώς ενισχύουν το έδαφος με οργανική ύλη. Έτσι, η φραγκοσυκιά διατηρείται σε εξαιρετική κατάσταση ακόμη και αν αυτή βρίσκεται σε βραχώδη εδάφη ή και βουνοπλαγιές.

### 1.2.2 Βλαστοί και αρέολες

Οι βλαστοί της φραγκοσουκιάς, δηλαδή τα κλαδόδια, είναι πεπλατυσμένοι και έχουν ωσειδές ή επίμηκες σχήμα (**Εικόνα 3**). Το μήκος τους φθάνει τα 30-40 εκατοστά, το πλάτος τα 15-25 εκατοστά και διαθέτουν 1,5-3 εκατοστά πάχος, ανάλογα και με την ποσότητα νερού και των θρεπτικών συστατικών που είναι διαθέσιμα (Sudzuki et al., 1993). Έχουν την ικανότητα να κατακρατούν μεγάλες ποσότητες νερού ώστε να ανταπεξέρχονται σε μακρές περιόδους ξηρασίας. Οι βλαστοί στη βάση τους ξυλοποιούνται σχηματίζοντας τον κορμό της. Επίσης, η επιφάνεια τους αποτελείται από παχιά επιδερμίδα η οποία φέρει και αγκάθια, ενώ είναι υπεύθυνη και για την φωτοσυνθετική ιδιότητα του φυτού. Τα νεαρά κλαδόδια (μήκους περίπου 10-12 εκατοστών) είναι εδώδιμα από ανθρώπους και ζώα ως λαχανικά.

Οι αρέολες εμφανίζονται σε όλα τα μέρη των κλαδοδίων και αποτελούν μικρές κοιλότητες που περιλαμβάνουν οφθαλμούς και αγκάθια (**Εικόνα 3**). Μέσω των οφθαλμών δημιουργούνται νέα κλαδόδια (αν είναι ξυλοφόροι), νέα άνθη (αν είναι ανθοφόροι), ή ρίζες κατά τον αγενή πολλαπλασιασμό. Όσον αφορά τα αγκάθια, είναι δύο ειδών. Το ένα είδος είναι αγκάθια μεγάλα, λεία, κολλημένα στο βλαστό, ενώ το άλλο είναι μικρά σαν τρίχες (γλοχίδες), τα οποία διαπερνούν το δέρμα εύκολα και αποσπώνται από το φυτό (Βασιλακάκης, 2010). Οι γλοχίδες είναι υπεύθυνες για τη δυσκολία κατά την συγκομιδή, αλλά και για την κατανάλωση των καρπών.



**Εικόνα 3:** Οι βλαστοί με τις αρέολες τους.



### 1.2.3 Άνθη

Τα άνθη είναι μεγάλα, ερμαφρόδιτα και εμφανίζονται στην κορυφή των ετήσιων κλαδοδίων τον Μάιο – Ιούνιο. Έχουν χρώμα ζωηρό κιτρινωπό, πορτοκαλί ή χρυσίζον. Μπορούν να είναι μονήρη, δηλαδή να εμφανίζονται μεμονωμένα στον βλαστό, είτε σε ομάδες, δηλαδή ερμαφρόφιτα. Διαθέτουν μονόχωρη ωοθήκη που διαθέτει πολλές σπερματικές βλάστες, περιάνθιο αποτελούμενο από μεγάλο αριθμό σεπάλων και πετάλων, στήμονες και ύπερο. Τα έντονα χρώματα των σεπάλων και των πετάλων προσελκύουν τα έντομα επιτυγχάνοντας, έτσι, την επικονίαση του φυτού (Στρατουδάκης, 2013).

### 1.2.4 Αγκάθια

Σε κάθε βλαστό της φραγκοσουκιάς, δηλαδή κλαδόδιο, εμφανίζονται μικρά εξογκώματα (αρεόλες) που αριθμούν περίπου στα 150, τα οποία μπορούν να σχηματίσουν είτε αγκάθια, είτε νέο βλαστό, είτε άνθος ή ακόμη και ρίζες. Τα αγκάθια αυτά έχουν μήκος περίπου 1-2 εκατοστά και έχουν πολύ στέρεα πρόσφυση στην επιφάνεια των βλαστών. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν και οι γλοχίδες που εμφανίζονται τόσο στους βλαστούς όσο και στους καρπούς και αποσπώνται εύκολα από αυτούς με αποτέλεσμα να προκαλούν δυσκολία κατά την συγκομιδή των καρπών. Τα αγκάθια προσφέρουν προστασία στο φυτό από φυτοφάγα ζώα, ενώ συμβάλλουν και στη μείωση της διαπνοής (Αριστείδου κ.α., 2016) (**Εικόνα 4**).



**Εικόνα 4:** Η μορφή των βλαστών και των καρπών με τα αγκάθια τους.

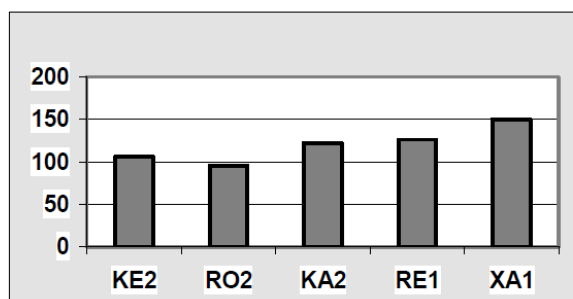
### 1.2.5 Καρπός

Ο καρπός της φραγκοσουκιάς χαρακτηρίζεται ως ράγα. Ράγα στη Βοτανική είναι τύπος μικρού ή μεγάλου, φρέσκου, αδιάρρηκτου σαρκώδη καρπού, ο οποίος παράγεται από ένα άνθος που περιέχει μία ωθήκη. Σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό, καρποί τύπου ράγας είναι τα σταφύλια, τα ακτινίδια, οι μπανάνες, καθώς και οι ντομάτες, τα αγγούρια, οι μελιτζάνες κ.α..

Το σχήμα του καρπού της φραγκοσουκιάς είναι ωσειδές και είναι πεπλατυσμένος στις κορυφές του. Εξωτερικά περιβάλλεται από μεγάλο αριθμό από αγκάθια (γλοχίδες) που αποτελούν και την άμυνα του καρπού σε εξωτερικούς εχθρούς. Η μορφολογία του καρπού της φραγκοσουκιάς είναι παρόμοια με του κλαδοδίου, καθώς και ο καρπός περιλαμβάνει αερόλες με μεγαλύτερα και μικρότερα αγκάθια (**Εικόνα 4**).

Είναι σαρκώδης καρπός που περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό από σποράκια, σπέρματα ή κουκούτσια ιδιαίτερα σκληρά. Σύμφωνα με τον Karababa στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2004 στην Τουρκία σε πέντε τοποθεσίες, ο μέσος όρος βάρους της σάρκας των καρπών μετρήθηκε περίπου 77gr (Karababa et al., 2004). Ακόμη, ο Dehbi το 2014 συγκέντρωσε δεδομένα από διαφορετικές περιοχές του Μαρόκο με το βάρος τους να κυμαίνεται μεταξύ 38-64gr (Dehbi et al., 2014). Δεδομένης της προτίμησης των καταναλωτών για φρούτα χωρίς σπόρους, η γενετική βελτίωση έχει επικεντρωθεί στον εντοπισμό και τον πολλαπλασιασμό των ποικιλιών με αυτό το χαρακτηριστικό (Mondragón- Jacobo, 2004).

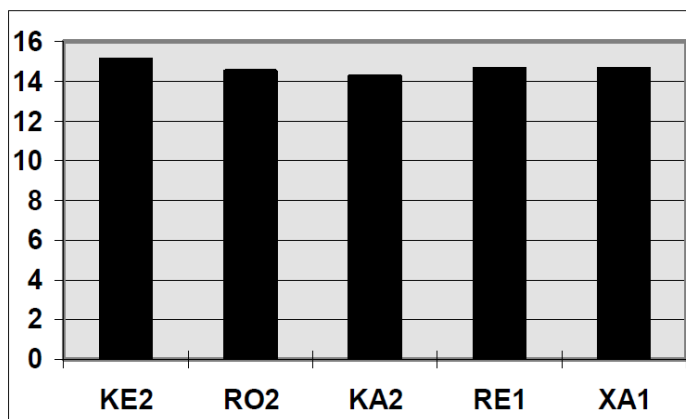
Η εμπορική αξία του καρπού κρίνεται ανάλογα και με το βάρος του, το οποίο μπορεί να κυμανθεί μεταξύ 100-300gr, ανάλογα με την ποικιλία αλλά και τις καλλιεργητικές τεχνικές. Σύμφωνα με τους Λιονάκη κ.α. σε έρευνα που διεξήχθη το 2003 στην Κρήτη με θέμα την μελέτη διαφορετικών ποικιλιών φραγκοσουκιάς στην Κέρκυρα, την Ρόδο, την Καλαμάτα, το Ρέθυμνο και τα Χανιά, παρατηρήθηκε πως το βάρος τους κυμάνθηκε μεταξύ 100gr και 150gr (**Εικόνα 5**). Σε άλλη έρευνα των Γρηγορίου και Γεωργίου το 2009 για δέκα γονοτύπους, υπολογίστηκε το βάρος των καρπών και βρέθηκε μεταξύ των ορίων 74-110gr.



**Εικόνα 5:** Το μέσο βάρος των καρπών για πέντε ποικιλίες φραγκοσουκιάς σε πέντε διαφορετικά γεωγραφικά σημεία της Ελλάδας (Λιονάκης κ.α., 2003).

Το χρώμα του καρπού διαφέρει ανάλογα με το επίπεδο ωρίμανσης του, αλλά και την ποικιλία της φραγκοσουκιάς. Στα αρχικά στάδια της ωρίμανσης του είναι χρώματος πορτοκαλί έως

υποκίτρινου, και με την πάροδο του χρόνου γίνεται κοκκινωπός προς κοκκινόμαυρος αν πλέον υπερωριμάσει. Η περίοδος ωρίμανσης του καρπού είναι από τέλη Ιουλίου μέχρι μέσα Σεπτεμβρίου. Ωστόσο, καθώς οι καρποί της φραγκοσυκιάς χαρακτηρίζονται ως μη κλιμακτηριακοί, δηλαδή δεν ωριμάζουν μετά τη συγκομιδή, είναι σημαντικό να συλλέγονται στο βέλτιστο στάδιο ωρίμανσης. Οι Inglese (1999) και Cantwell (1999) πρότειναν διαφορετικές παραμέτρους για να καθορίσουν την ιδανική στιγμή συγκομιδής του καρπού, όπως το μέγεθος του, τις μεταβολές χρώματος στη φλούδα του και το περιεχόμενο σε ολικά διαλυτά στερεά (TSS). Το pH των καρπών δεν παρουσιάζει καμία αλλαγή κατά την ωρίμανση, με τις τιμές να παραμένουν σταθερές κοντά στο 6, ενώ η περιεκτικότητα σε TSS είναι περίπου 14 ° Brix (Saenz, 2013). Στην **Εικόνα 6** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας των Λιονάκη κ.α. (2003) σε πέντε διαφορετικούς γονοτύπους με τις τιμές να υπολογίστηκαν μεταξύ 14,1 και 15,1 ° Brix. Η περιεκτικότητά των καρπών της φραγκοσυκιάς σε διαλυτά στερεά είναι αρκετά υψηλότερη σε σύγκριση με άλλα φρούτα. Η ιδιότητα αυτή τους κάνει κατάλληλους για την παρασκευή χυμών ή αφυδατωμένων προϊόντων (Λαζαρίδης & Σαδάνα, 2018).



**Εικόνα 6:** Τα ολικά διαλυτά στερεά για 18 γονοτύπους φραγκοσυκιάς σε πέντε διαφορετικά γεωγραφικά σημεία της Ελλάδας (Λιονάκης κ.α., 2003).

Για την κατανάλωση του καρπού απαραίτητη προϋπόθεση είναι η αποφλοιώση του, ενώ η γεύση του χαρακτηρίζεται ως ευχάριστη, γλυκιά και δροσιστική.



### 1.2.6 Θρεπτική αξία και εκμετάλλευση καρπών

Οι καρποί από το φυτό της φραγκοσυκιάς αποτελούν εξαιρετικές πηγές μετάλλων, όπως Κάλιο, και έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε Νάτριο, το οποίο βοηθά τα άτομα με νεφρικά προβλήματα και υπέρταση (Sepúlveda & Sáenz, 1990; Rodríguez et al., 1996). Είναι, επίσης, πλούσιο σε Ασβέστιο και Φώσφορο (Sawaya et al., 1983; Sepúlveda & Sáenz, 1990). Οι ενδεικτικές τιμές των παραπάνω στοιχείων ανά 100gr παρουσιάζονται στον ακόλουθο **Πίνακα 1**.

Στοιχείο	Περιεκτικότητα (mg/100gr)
<b>Κάλιο</b>	217
<b>Νάτριο</b>	0,6-1,19
<b>Ασβέστιο</b>	15,4-32,8
<b>Φώσφορος</b>	12,8-27,6

**Πίνακας 1:** Πηγές μετάλλων καρπού φραγκοσυκιάς (Sawaya et al., 1983 & Sepúlveda & Sáenz, 1990).

Η διατροφική αξία του καρπού βρίσκεται συνοπτικά στον παρακάτω **Πίνακα 2**. Αντίστοιχα, στον **Πίνακα 3** βρίσκεται η περιεκτικότητα των βιταμινών ανά 100gr καρπού και στον **Πίνακα 4** η περιεκτικότητα λιπιδίων ανά 100gr καρπού. (Μπακατσέλου & Σκευάκης, 2021)

Συστατικά	Διατροφική Αξία
<b>Νερό</b>	87,55gr
<b>Ενέργεια</b>	172kJ
<b>Θερμίδες</b>	41kcal
<b>Λιπαρά</b>	0,51gr
<b>Υδατάνθρακες</b>	9.57gr
<b>Φυτικές ίνες</b>	3,6gr
<b>Πρωτεΐνες</b>	0,73gr

**Πίνακας 2:** Η διατροφική αξία των καρπών φραγκοσυκιάς ανά 100gr (Μπακατσέλου & Σκευάκης, 2021).

Βιταμίνες	Περιεκτικότητα (mg)
<b>Βιταμίνη C</b>	14
<b>Ριβοφλαβίνη</b>	0,06
<b>Νιασίνη</b>	0,46
<b>Βιταμίνη B-6</b>	0,06

**Πίνακας 3:** Η περιεκτικότητα σε βιταμίνες των καρπών φραγκοσυκιάς ανά 100gr (Μπακατσέλου & Σκευάκης, 2021).

Λιπίδια	Περιεκτικότητα (gr)
<b>Κορεσμένα</b>	0,067
<b>Μονοακόρεστα</b>	0,075
<b>Πολυακόρεστα</b>	0,213
<b>Χοληστερόλη</b>	0

**Πίνακας 4:** Η περιεκτικότητα σε λιπίδια των καρπών φραγκοσυκιάς ανά 100gr (Μπακατσέλου & Σκευάκης, 2021).

Αρχίζει και διευρύνεται χρόνο με τον χρόνο η βιομηχανική εκμετάλλευση των καρπών, αλλά και των κλαδοδίων της φραγκοσυκιάς στους εξής τομείς (Αριστείδου, 2015 & Καράλης, 2020):

- **Φρέσκο φρούτο:** Σε αρκετές χώρες η κατανάλωση του καρπού της φραγκοσυκιάς έχει μπει στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Μία από αυτές τις χώρες είναι η Κύπρος.
- **Έλαιο:** Τα σπέρματα των καρπών είναι αυτά που περιέχουν έλαιο. Θεωρείται πως έχει σημαντική αντιρυτιδική δράση. Έχει ξεκινήσει να γίνεται ευρέως διαδεδομένο στη βιομηχανία καλλυντικών. Η δυσκολία που αντιμετωπίζεται είναι στην ποσότητα του ελαίου, καθώς για την εξαγωγή ενός λίτρου ελαίου χρειάζονται περίπου 30 κιλά σπόρων, δηλαδή 800 κιλά φραγκόσυκων. Έτσι, δικαιολογείται και η πολύ υψηλή τιμή του στην αγορά.
- **Προϊόντα διατροφής & διαιτητικά ροφήματα:** Γλυκά, μαρμελάδες, κομπόστες και οиноπνευματώδη ποτά είναι μερικές μορφές κατανάλωσης των καρπών. Μάλιστα, η σκόνη από τους καρπούς της φραγκοσυκιάς χρησιμοποιείται για την παρασκευή διαιτητικών ροφημάτων.
- **Ζωοτροφή:** Τα κλαδόδια, μετά την αφαίρεση των αγκαθιών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφή. Σε χώρες, όπως η Νότια Αφρική, το Μεξικό, η Βραζιλία, οι ΗΠΑ, αλλά και χώρες της Βόρειας Αφρικής χρησιμοποιούνται ήδη τα κλαδόδια ως ζωοτροφές (Gebremariam et al., 2006 & Abidi et al., 2009).

Το χαρακτηριστικό που κάνει τα κλαδόδια κατάλληλα για ζωοτροφή είναι η πολύ υψηλή αποδοτικότητα του στη μετατροπή του νερού σε φυτική βιομάζα και συνεπώς σε αφομοιώσιμη ενέργεια. Συμπερασματικά, αυτό σημαίνει πως σε συνθήκες ξηρασίας ή ημι-ξηρασίας η φραγκοσουκιά αποτελεί ιδανική καλλιέργεια για την παραγωγή ζωοτροφής, με την προσφορά της σε νερό, υδατάνθρακες, ασβέστιο και βιταμίνες να είναι πολύ υψηλή. Ειδικότερα, προτείνεται η συμπλήρωση της διατροφής των ζώων και με άλλα είδη ζωοτροφών, καθώς από τα κλαδόδια εκλείπουν οι πρωτεΐνες. Οι συνολικές εκτάσεις φραγκοσουκιάς που καλλιεργούνται με μοναδικό σκοπό τη δημιουργία ζωοτροφών υπολογίζονται πως είναι περίπου 900.000 εκτάρια (Mondragon & Perez, 2001).

- **Βιοαιθανόλη:** ο Alencara το 2017 στην ερευνητική μελέτη του ανέφερε πως σε περιοχές με χαμηλή διαθεσιμότητα νερού, τα κλαδόδια, μετά από ειδική ζύμωση, είναι μία πολύ καλή και οικονομική λύση βιοκαυσίμου.

### 1.2.7 Κλιματικές απαιτήσεις

Όπως έχει προαναφερθεί, η φραγκοσουκιά είναι ικανή να ευδοκιμήσει σε αμμώδη, πετρώδη ή και άνυδρα εδάφη, καθώς έχει εξαιρετικά μικρές απαιτήσεις σε νερό. Μπορεί να αναπτυχθεί σε θερμούς και ηλιόλουστους τόπους χωρίς κάποια ιδιαίτερη προτίμηση στο έδαφος αρκεί αυτό να αποστραγγίζεται ικανοποιητικά.

Οι νεαροί βλαστοί της φραγκοσουκιάς που βρίσκεται στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης της είναι ευαίσθητοι σε χαμηλές θερμοκρασίες της τάξεως του  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Αντίθετα, τα ενήλικα φυτά είναι ικανά να ανταπεξέλθουν ακόμη και σε θερμοκρασίες που φτάνουν τους  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Οι θερμοκρασίες της τάξεως των  $32-37\text{ }^{\circ}\text{C}$  χαρακτηρίζονται ως πολύ ευνοϊκές για την ανάπτυξη και την ωρίμανση των καρπών της, ενώ εάν φθάσει τους  $43\text{ }^{\circ}\text{C}$  ξεκινά η υποβάθμιση των καρπών καθώς αυτοί σκληραίνουν (Πηγή διαδικτύου 2).

Γενικότερα, η φραγκοσουκιά απαιτεί θερμό κλίμα και καλή έκθεση στο φως του ηλίου. Το ιδανικό κλίμα για την ανάπτυξη της φραγκοσουκιάς είναι το υποτροπικό, ημίξηρο, που χαρακτηρίζεται από μακράς διάρκειας ξηρά καλοκαίρια και από περιόδους βροχοπτώσεων το φθινόπωρο και τον χειμώνα, αλλά και από μεγάλες διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας (Πηγή διαδικτύου 2).

Μέσω της αποθήκευσης θρεπτικών ουσιών και μεγάλων ποσοτήτων νερού στον κορμό της, η φραγκοσουκιά μπορεί να ανταπεξέλθει στα παραπάνω κλίματα, και να χρησιμοποιήσει τα αποθέματα της όποτε έχει την ανάγκη. Ακόμη και σε έλλειψη βροχής, η παρουσία ομίχλης ή υγρασίας είναι εξαιρετικές πηγές τροφοδοσίας νερού για την φραγκοσουκιά, η οποία επιτυγχάνεται με την χρήση των επιφανειακών ριζών του φυτού. Εκτός του παραπάνω μηχανισμού, όμως, διαθέτει και την ικανότητα να εκπτύξει νέες ρίζες κατευθυνόμενες προς το

σημείο όπου βρίσκεται συγκεντρωμένο το νερό. Τέλος, η μείωση διαπνοής των φύλλων της αποτελεί έναν επιπλέον τρόπο εξοικονόμησης νερού (Στρατουδάκης, 2013).

### **1.3 Εχθροί**

Η φραγκοσουκιά χαρακτηρίζεται ως ένα φυτό πολύ ανθεκτικό σε προσβολές από ασθένειες και έντομα. Παρόλα αυτά φυσικά δεν είναι άτρωτη. Σε συνθήκες υπερβολικής υγρασίας, μπορεί να εμφανιστεί σήψη της ρίζας της που οφείλεται σε προσβολή από μυκητολογική ασθένεια. Η μύγα της Μεσογείου μπορεί να προσβάλει τους καρπούς της. Η τοποθέτηση χρωμοελκυστικών παγίδων με κόλλα είναι μία μέθοδος αντιμετώπισης (Πηγή διαδικτύου 3).

Ένα σημαντικό ζήτημα που χρήζει επίλυσης είναι η εμφάνιση ποντικιών, καθώς αρέσκονται να τρώνε τους καρπούς, ενώ τα σαλιγκάρια προσβάλλουν την τρυφερή βλάστηση της φραγκοσουκιάς. Χρησιμοποιώντας στάχτη ή Φωσφορικό Σίδηρο γύρω από τα φυτά μπορεί να χτιστεί ένα φυσικό τείχος προστασίας για να προφυλαχθεί έως ένα βαθμό η καλλιέργεια (Πηγή διαδικτύου 3).

Επίσης, τα ζιζάνια που βρίσκονται γύρω από τους κορμούς των δένδρων δρουν ανταγωνιστικά περιορίζοντας την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα τους. Ο περιορισμός τους μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση ζιζανιοκτόνων ή με σκαλιστήρι χειρός ή μηχανικό δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή τραυματισμών του επιφανειακού ριζικού συστήματος των φυτών.

### **1.4 Πολλαπλασιασμός**

Η φραγκοσουκιά πολλαπλασιάζεται ως επί το πλείστον αγενώς με μοσχεύματα και όχι με σπέρματα. Τα μοσχεύματα προέρχονται από κλαδόδια ηλικίας ενός ή δύο ετών. Αφού κοπούν από το φυτό τοποθετούνται για μερικές ημέρες σε κατάλληλο στραγγιζόμενο υπόστρωμα, αμμώδες έδαφος ή μίγμα εδάφους με υλικά όπως τύρφη και περλίτη για να επουλωθεί η πληγή από τη τομή τους, και εν συνεχεία φυτεύονται στη τελική τους θέση όπου και ριζοβολούν (Αριστείδου, 2016).

## **1.5 Καλλιεργητικές πρακτικές**

### **1.5.1 Διαμόρφωση εδάφους**

Η εγκατάσταση του οπωρώνα προϋποθέτει πρώτα την ισοπέδωση του εδάφους, το όργωμα, αλλά και την βασική του λίπανση (Αριστείδου, 2016). Το ιδανικό έδαφος για την φύτευση φραγκοσυκιάς είναι το επικλινές, για λόγους φυσικής αποστράγγισης του. Στην περίπτωση όπου το κατ' επιλογήν έδαφος δεν είναι επικλινές, κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία τεχνητών αποστραγγιστικών τάφρων για την μη κατακράτηση νερού, που μπορεί να αποδειχθεί καταστροφική για την καλλιέργεια (Λαγουδάκης, 2015).

Οι λάκκοι στους οποίους θα γίνει η φύτευση των φραγκοσυκιών προτείνονται να είναι βάθους περίπου 30 εκατοστών, ενώ πριν γίνει η εκκίνηση της συγκεκριμένης διαδικασίας είναι καλό να προηγηθεί όργωμα στο σύνολο του οπωρώνα. Αφού δημιουργηθούν οι λάκκοι που θα υποδεχθούν τα φυτά είναι πολύ σημαντικό να τοποθετηθεί σε αυτούς κοπριά και μαρμαρόσκονη για να εξασφαλιστεί ότι το έδαφος γίνεται πιο ελαφρύ, στραγγιζόμενο και ότι αερίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό. Μία εβδομάδα μετά οι λάκκοι κρίνονται έτοιμοι να υποδεχθούν τις φραγκοσυκιές (Λαγουδάκης, 2015).

Καλύτερη περίοδος φύτευσης θεωρείται το χρονικό διάστημα από το τέλος του χειμώνα μέχρι τα μέσα της άνοιξης.

### **1.5.2 Πότισμα**

Όπως έχει προαναφερθεί, η φραγκοσυκιά είναι ένα φυτό με πολύ χαμηλές απαιτήσεις σε νερό, καθώς έχει την ικανότητα να αποθηκεύει νερό μέσω της ατμοσφαιρικής υγρασίας (Πηγή διαδικτύου 3). Οι μεγάλες ποσότητες νερού προκαλούν πάχυνση των βλαστών και κάνουν το δένδρο δυσλειτουργικό. Θεωρείται απαραίτητο το πότισμα σε μικρή ποσότητα όταν έχει προηγηθεί λίπανση στην καλλιέργεια.

### **1.5.3 Αποστάσεις & προσανατολισμός φύτευσης**

Η φραγκοσυκιά είναι ένα φυτό με πολύ έντονη βλάστηση. Οι αποστάσεις φύτευσης είναι σημαντικός παράγοντας για την διευκόλυνση κατά την συγκομιδή αλλά και για τον επαρκή αερισμό των κορμών των δένδρων. Για τους λόγους αυτούς κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη απόστασης περίπου 5 μέτρων σε οριζόντια και κάθετη διάσταση μεταξύ των δένδρων (Αριστείδου, 2016).

Ο προσανατολισμός φύτευσης των δένδρων είναι μία παράμετρος που αξίζει να της δοθεί βαρύτητα. Με την κατάλληλη επιλογή προσανατολισμού μεγιστοποιείται η αξιοποίηση του ηλιακού φωτός, αλλά και η καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Προτείνεται η πλατιά επιφάνεια της φραγκοσουκιάς να έχει κατεύθυνση από τον Βορρά προς το Νότο (Αριστείδου, 2016).

#### **1.5.4 Λίπανση**

Όσον αφορά την λίπανση της καλλιέργειας, οι ανάγκες της φραγκοσουκιάς προσδιορίζονται ανάλογα με την κατάσταση των ίδιων των φυτών, και τις ανάγκες που παρουσιάζουν σε Φώσφορο και Κάλιο αλλά και από την σύσταση του εδάφους. Η κοπριά θεωρείται, επίσης, εξαιρετικά θρεπτική για τον οπωρώνα, ενώ παράλληλα βελτιώνει και τις εδαφικές συνθήκες της καλλιέργειας.

Αν το έδαφος της φυτείας είναι μη ασβεστούχο, προτείνεται η εφαρμογή Ασβεστίου σε αυτό, καθώς βοηθάει στη δημιουργία πιο συνεκτικών καρπών με μεγαλύτερη αντοχή τόσο στη παραμονή τους πάνω στο δένδρο, χωρίς να υποβαθμιστεί η ποιότητα τους, όσο και στους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς (Αριστείδου, 2016).

Ένας ενδεικτικός τρόπος λίπανσης για ένα δεκάριο φυτείας σε πλήρη ανάπτυξη είναι η εφαρμογή την περίοδο του Μαρτίου 20 κιλών τριπλού υπερφωσφορικού λιπάσματος (0-44-20), 20 κιλών θειικού καλίου (0-0-50) και 25 κιλών θειικής αμμωνίας (21-0-0). Την περίοδο του Ιουνίου, που συντελείται και η μεγάλη αύξηση των καρπών συστήνεται η χρήση 30 κιλών νιτρικής αμμωνίας (34,5-0-0). Φυσικά, πριν την επιλογή τρόπου λίπανσης προτείνεται η ανάλυση νερού και εδάφους για την καλύτερη επιλογή του τρόπου λίπανσης (Αριστείδου, 2016).

#### **1.5.5 Κλάδεμα**

Δεν εφαρμόζεται κάποια συγκεκριμένη μέθοδος κλαδέματος στις φραγκοσουκίες. Θεωρείται δεδομένη η απομάκρυνση των προστριβόμενων, κακοσχηματισμένων και τραυματισμένων κλαδοδίων, καθώς και καθαρισμός του χώρου γύρω από τους κορμούς των δένδρων για την βέλτιστη κατάσταση των κορμών τους, αλλά και την διευκόλυνση των καλλιεργητικών μεταχειρίσεων. Οι μεταχειρίσεις αυτές είθισται να γίνονται την περίοδο της άνοιξης ή με το τέλος του καλοκαιριού (Αριστείδου, 2016).

## 1.6 Παραγωγή

Δύο έτη μετά τη φύτευση της φραγκοσυκιάς ξεκινάει και η παραγωγή της. Κλιμακωτά αυξάνεται μέχρι και το τέταρτο έτος της ηλικίας της, όπου από εκείνο το σημείο και έπειτα σταθεροποιείται. Η παραγωγική ηλικία ενός οπωρώνα φραγκοσυκιάς ανέρχεται περίπου στα 70 έτη (Λαγουδάκης, 2015).

Μία φραγκοσυκιά, ανάλογα βέβαια και τις καλλιεργητικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται, αναμένεται να αποδώσει 60kg καρπών ανά έτος. Στην Ελλάδα, η μέση απόδοση της καλλιέργειας φραγκοσυκιάς είναι 3 τόνοι καρπών ανά στρέμμα (Στρατουδάκης, 2013).

## 1.7 Κριτήρια και τρόποι συγκομιδής

Ο βαθμός ωρίμανσης των καρπών είναι το κυριότερο κριτήριο που καθορίζει το χρονικό σημείο που ξεκινά η συγκομιδή τους, καθώς είναι και ο παράγοντας που χαρακτηρίζει τους καρπούς ως προς την ποιότητα, την σύσταση και τους τρόπους συντήρησης τους.

Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη το 2004 από τους Γρηγοριάδη Ε. και Λιονάκη Σ. Μ. με τίτλο “Προσδιορισμός του κατάλληλου σταδίου συγκομιδής και του χρόνου αποθήκευσης των καρπών φραγκοσυκιάς” όπου μελετήθηκαν πέντε γονότυποι φραγκοσυκιάς σε διαφορετικά στάδια ωρίμανσης προερχόμενοι από την Ρόδο, την Καλαμάτα και τα Χανιά διαπιστώθηκε πως, ο προσδιορισμός του κατάλληλου σταδίου συγκομιδής εξαρτάται από τον γονότυπο, το στάδιο ωρίμανσης και από το χρώμα του φλοιού του καρπού. Τα υψηλότερα ολικά διαλυτά στερεά εμφάνισαν οι πορτοκαλίζοντες καρποί όλων των γονοτύπων, οι οποίοι όμως χρήζουν άμεσης κατανάλωσης, καθώς η αποθήκευση τους υποβαθμίζει την ποιότητα τους. Οι καρποί αυτού του σταδίου ωρίμανσης που αποθηκεύτηκαν παρατηρήθηκε πως με το πέρασμα του χρόνου είχαν όλο και πιο εμφανή συμπτώματα συρρίκνωσης του φλοιού, αλλά και απώλεια βάρους λόγω αφυδάτωσης τους. Ιδανικό σημείο συγκομιδής θεωρείται όταν ο καρπός φτάσει σε περιεκτικότητα σακχάρων τα 12 ° Brix (Saenz, 2013).

Η συγκομιδή αποτελεί ένα από τα δυσκολότερα στάδια της καλλιέργειας της φραγκοσυκιάς λόγω της μορφολογίας του δένδρου αλλά και των αγκαθίων του. Οι πρώτες πρωινές ώρες ή οι απογευματινές θεωρούνται οι ιδανικές για την συγκομιδή των καρπών και αυτό γιατί η υγρασία εκείνες τις ώρες είναι σε τέτοια επίπεδα ώστε τα αγκάθια να έχουν υποστεί χαλάρωση έως ένα βαθμό, και να μπορούν να συγκομισθούν με μεγαλύτερη ευκολία. Για την αποφυγή της άμεσης επαφής με τα χέρια, η συγκομιδή πραγματοποιείται με χοντρά γάντια (**Εικόνα 7**) ή με εργαλεία, όπως λαβίδες (**Εικόνα 8**).



**Εικόνα 7:** Η συγκομιδή με τη βοήθεια χοντρών γαντιών.



**Εικόνα 8:** Η συγκομιδή με τη βοήθεια λαβίδας.



## 1.8 Μεταχειρίσεις μετά τη συγκομιδή & συντήρηση

Μελέτες σχετικές με τη διατήρηση των καρπών της φραγκοσουκιάς μετά τη συγκομιδή τους έδειξαν πως τα κυριότερα προβλήματα είναι η σταδιακή αποσύνθεση και αφυδάτωση τους (Berger et al., 1978 & Lurie, 1998). Όσον αφορά την αφυδάτωση, φαίνεται πως καρποί συσκευασμένοι σε πλαστικές μεμβράνες περιορίσαν το φαινόμενο αυτό (Piga et al., 1996). Για την καταπολέμηση του ζητήματος της αποσύνθεσης, χωρίς μάλιστα την χρήση μυκητοκτόνων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος του ζεστού νερού (50-60 °C) όπου εμβαπτίζοντας τους καρπούς σε αυτό για περίπου 10 λεπτά μειώνεται το μικροβιακό φορτίο (Shewfelt, 1986). Αποτελεί μία αποτελεσματική θεραπεία, καθώς αρκετοί παθογόνοι μύκητες συναντώνται στα εξωτερικά στρώματα των καρπών. Η μέθοδος αυτή αύξησε το προσδόκιμο ζωής των καρπών της φραγκοσουκιάς για 4-6 εβδομάδες από την στιγμή της συγκομιδής τους. Φυσικό επακόλουθο της επιμήκυνσης της ζωής των καρπών είναι η ικανότητα διαθεσιμότητας τους στην αγορά σε περιόδους που βρίσκεται σε έλλειψη (Schirra et al., 1996, Schirra et al., 1997a & Schirra et al., 1997b).

Ένα ακόμη πρόβλημα που μπορεί να προκύψει αφορά την έκθεση των καρπών σε θερμοκρασίες κάτω των 5°C για αρκετές ημέρες, όπου δημιουργούνται τραυματισμοί σε αυτούς (εμφάνιση σκούρων κηλίδων). Έτσι, αποκτούν και ευπάθεια στην ανάπτυξη φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών (Kader, 2000).

Σχετικά με την συντήρηση τους μετά τη συγκομιδή:

- Η αποθήκευση των καρπών σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας είναι μία αποτελεσματική μέθοδος μείωσης της απώλειας της υγρασίας τους (Cantwell, 1999). Χωρίς την ύπαρξη των χαμηλών θερμοκρασιών οι καρποί της φραγκοσουκιάς είναι ευπαθείς σε μολύνσεις από μικροοργανισμούς, ιδιαίτερα τον *Penicillium spp.* και τον *Alternaria spp.*
- Ιδανική θερμοκρασία συντήρησης των καρπών είναι 6-9 °C για περίοδο περίπου 2 μηνών (Chessa & Barbera 1984).
- Ιδανικά επίπεδα σχετικής υγρασίας είναι 85-90%.
- Πείραμα στην Ιταλία έδειξε πως η αποθήκευση των καρπών σε συνθήκες με 2% O<sub>2</sub>, 5% CO<sub>2</sub> και σε θερμοκρασία 5 °C είναι οι καλύτερες δυνατές για την συντήρηση τους (Kader, 2000).

## 1.9 Ποικιλίες

Τα περισσότερο καλλιεργημένα είδη για την παραγωγή καρπών ανά τον κόσμο είναι η *Opuntia xocconostle*, η *Opuntia streptacantha* και η *Opuntia ficus-indica* που μελετάται περισσότερο στην παρούσα διπλωματική εργασία. Ανάλογα με το είδος της φραγκοσουκιάς υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση στα βασικά χαρακτηριστικά του κάκτου, όπως για παράδειγμα το σχήμα των κλαδοδίων, το μέγεθος και το χρώμα των καρπών, η παρουσία ή μη αγκαθιών, αλλά και των βοτανικών χαρακτηριστικών (Πηγή διαδικτύου 4).

Η *Opuntia ficus-indica* χαρακτηρίζεται από γλυκό και χυμώδη καρπό. Επιπλέον, το χρώμα των καρπών ποικίλει, καθώς μπορεί να είναι πορτοκαλί, κόκκινο ή κίτρινο. Αντίθετα, ο καρπός της *Opuntia xocconostle* είναι μικρότερων διαστάσεων, περισσότερο όξινος και ο εσωτερικός χρωματισμός του τείνει προς το ροζ. Τέλος, η *Opuntia streptacantha* έχει και αυτή γλυκό και χυμώδη καρπό, όπως η *ficus-indica*, και το χρώμα του είναι ιώδες (Scheinvar, 1999). Στα μειονεκτήματα του η πολύ γρήγορη ωρίμανση του και η μεγάλη του ευαισθησία. Τα χαρακτηριστικά αυτά τον καθιστούν μη εμπορεύσιμο με αποτέλεσμα να αξιοποιείται στην παρασκευή ποτών (López. J. J. et al., 1997).

## 1.10 Σκοπός εργασίας

Η φραγκοσουκιά αποτελεί μία εναλλακτική επιλογή καλλιέργειας, η οποία χρόνο με τον χρόνο μπαίνει στην καθημερινότητα μας όλο και πιο πολύ, καθώς η ζήτηση από τους καταναλωτές είναι ιδιαίτερα αυξημένη και ειδικά των καρπών. Ωστόσο, οι ερευνητικές μελέτες που έχουν διεξαχθεί για διάφορες ποικιλίες φραγκοσουκιάς, κυρίως ελληνικές, δεν είναι αρκετές ώστε να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τις διαφορές που μπορεί να υπάρχουν μεταξύ των ποικιλιών. Η παρούσα εργασία αποτελεί συνέχεια της χρόνιας προσπάθειας μελέτης διάφορων ποικιλιών φραγκοσουκιάς. Σκοπός της έρευνας, λοιπόν, είναι μελετώντας πέντε διαφορετικές ποικιλίες φραγκοσουκιάς, που βρίσκονται στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών να διαπιστωθούν τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τους και να συγκριθούν μεταξύ τους.

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>

### Υλικά και μέθοδοι

#### 2.1. Περιγραφή πειραματικής φυτείας & λήψη δειγμάτων

Τα πειραματικά δεδομένα ελήφθησαν από την πειραματική φυτεία που εδρεύει στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (**Εικόνα 9**). Η συλλογή των καρπών έγινε από 5 διαφορετικούς γονότυπους (Α, Β, Γ, Δ και Ε), προερχόμενοι από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές. Κάθε γονότυπος αποτελούνταν από πέντε δένδρα φραγκοσουκιάς. Από τα τέσσερα επιλεγμένα δένδρα του κάθε γονότυπου συγκομίστηκαν δέκα καρποί από το κάθε ένα (**Εικόνα 10**). Πιο αναλυτικά, για τα δένδρα του γονότυπου Α συγκομίστηκαν δέκα καρποί από το δένδρο Α2, δέκα από το Α3, δέκα από το Α4 και δέκα από το Α5. Σύνολο σαράντα καρποί από κάθε γονότυπο. Με την συλλογή των καρπών, έγινε αφαίρεση των περισσότερων αγκαθιών που βρίσκονταν σε αυτούς χρησιμοποιώντας ξερά στάχια. Στην συνέχεια, κάθε δεκάδα καρπών τοποθετήθηκε σε πλαστική σακούλα στην οποία αναγράφονταν ο γονότυπος και ο αριθμός του δένδρου. Για παράδειγμα, η σακούλα των καρπών του δεύτερου δένδρου του γονότυπου Α είχε το χαρακτηριστικό “Α2”.

Το σύστημα φύτευσης είναι ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, δηλαδή οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των δένδρων είναι 3m επί της γραμμής και 4m μεταξύ των γραμμών φύτευσης. Κατά το έτος διεξαγωγής της παρούσας εργασίας (2021) τα φυτά που ανήκαν στους γονότυπους Α, Β και Γ ήταν ηλικίας δέκα χρόνων, του γονότυπου Δ εννέα χρόνων και του Ε τεσσάρων χρόνων.



**Εικόνα 9:** Οι φραγκοσουκιές στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.



**Εικόνα 10:** Συλλογή 10 καρπών ανά δένδρο και αφαίρεση αγκαθιών.

## 2.2. Εργαστηριακές μετρήσεις

Αφού συγκομίστηκαν οι καρποί, τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκαν στον εργαστηριακό χώρο. Προσδιορίστηκαν τα κυριότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, όπως το βάρος, το μήκος, η διάμετρος, η αντίσταση της φλούδας τους σε πίεση, η αντίσταση της σάρκας τους σε πίεση, το βάρος και ο όγκος του χυμού, το βάρος της φλούδας, το pH τους, οι °Brix και διάφορες χρωματικές παράμετροι της σάρκας και της φλούδας τους.

Αρχικά, μετρήθηκε το βάρος της κάθε σακούλας με τους δέκα καρπούς με τη βοήθεια ψηφιακού ζυγού και με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού ψηφίου (**Εικόνα 11**).



**Εικόνα 11:** Το βάρος της κάθε σακούλας με τους 10 καρπούς.

Αφού μετρήθηκε το βάρος τους, κάθε ομάδα καρπών τοποθετήθηκε σε ξεχωριστό δίσκο (Εικόνα 12).



**Εικόνα 12:** Οι 10 καρποί του πρώτου δένδρου της φραγκοσυκιάς με γονότυπο E.



Κάθε δίσκος μεταφέρθηκε στον εργαστηριακό πάγκο όπου με τη χρήση παχύμετρου καταγράφηκαν η διάμετρος, αλλά και το μήκος των καρπών με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων (**Εικόνα 13**).



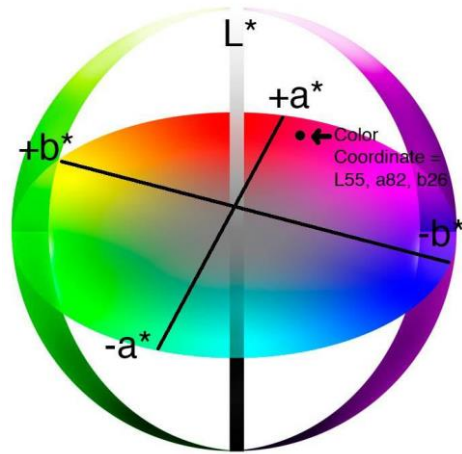
**Εικόνα 13:** Η διαδικασία μέτρησης της διαμέτρου των καρπών.

Στη συνέχεια, οι καρποί τοποθετήθηκαν κάτω από το πενετρόμετρο επιπέδου CHATILLONDF1S 50, με τη βοήθεια του οποίου μετρήθηκε η αντίσταση της σάρκας των καρπών, η οποία αποτελεί δείκτη του βαθμού ωρίμανσης τους. Το έμβολο του πενετρόμετρου εισχώρησε προσεγγιστικά μέχρι το μέσο του καρπού στο σημείο της μέγιστης διαμέτρου του (**Εικόνα 14**). Με την χρήση του οργάνου αυτού γίνεται προσδιορισμός της δύναμης (σε kg) που χρειάζεται να καταβληθεί για να διατηρηθεί ο φλοιός του καρπού. Σε κάθε καρπό το έμβολο εισχωρούσε σε δύο σημεία αντιδιαμετρικά μεταξύ τους.



**Εικόνα 14:** Η διαδικασία μέτρησης της αντίστασης του καρπού με τη φλούδα του.

Έπειτα, χρησιμοποιήθηκε το διαφορικό χρωματόμετρο MinoltaCR-300 για τον προσδιορισμό του χρώματος του φλοιού. Κατά τη διαδικασία αυτή, ο καρπός φωτίζεται με λευκό φως για σύντομο χρονικό διάστημα και το ανακλώμενο από αυτόν φως αναλύεται από ειδικά φωτοκύτταρα σε τρεις παραμέτρους, την  $L^*$ , την  $a^*$ , και την  $b^*$  (**Εικόνα 15**). Ο συντελεστής  $L^*$  αφορά την φωτεινότητα και το εύρος τιμών του κυμαίνεται από το 0 (όπου το 0 αντιστοιχεί στο μαύρο) έως το 100 (όπου το 100 αντιστοιχεί στο λευκό) και είναι ανάλογο της κλίμακας Munsell επί 10. Η παράμετρος  $+a^*$  αφορά χρώματα που τείνουν πιο πολύ στις κόκκινες αποχρώσεις, ενώ οι τιμές  $-a^*$  τείνουν στις πράσινες. Αντίστοιχα, οι τιμές  $+b^*$  τείνουν στις κίτρινες αποχρώσεις, ενώ οι τιμές  $-b^*$  τείνουν στις μπλε. Οι τιμές των συγκεκριμένων παραμέτρων εκφράζονται από το όργανο McGuire 1992 (**Εικόνα 16**).



**Εικόνα 15:** Σχηματική απεικόνιση των παραμέτρων της φωτεινότητας ( $L^*$ ) και του χρώματος των καρπών ( $a^*$  &  $b^*$ ).



**Εικόνα 16:** Το χρωματόμετρο Minolta CR-300 το οποίο προσδιόρισε τις παραμέτρους  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$ .



Στην συνέχεια, ακολούθησε ο διαχωρισμός της σάρκας των καρπών από την φλούδα τους (**Εικόνα 17**).



**Εικόνα 17:** Ο διαχωρισμός της σάρκας των καρπών από την φλούδα.

Χρησιμοποιώντας και πάλι τον ψηφιακό ζυγό μετρήθηκε το βάρος από τις φλούδες των καρπών (**Εικόνα 18**), αλλά και τις σάρκες αυτών.



**Εικόνα 18:** Μέτρηση του βάρους της φλούδας των καρπών.

Σε απόλυτη αντιστοιχία με πριν, τοποθετήθηκαν επίσης οι σάρκες των καρπών κάτω από το πενετρόμετρο για να μετρηθεί η δύναμη αντίστασης με την έλλειψη της φλούδας τους (**Εικόνα 19**).



**Εικόνα 19:** Μέτρηση της δύναμης αντίστασης της σάρκας των καρπών.

Επίσης, κατά την ίδια μεθοδολογία που περιγράφηκε και ανωτέρω, ελήφθησαν οι χρωματικές παράμετροι  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$  για τις σάρκες των καρπών (**Εικόνα 20**).

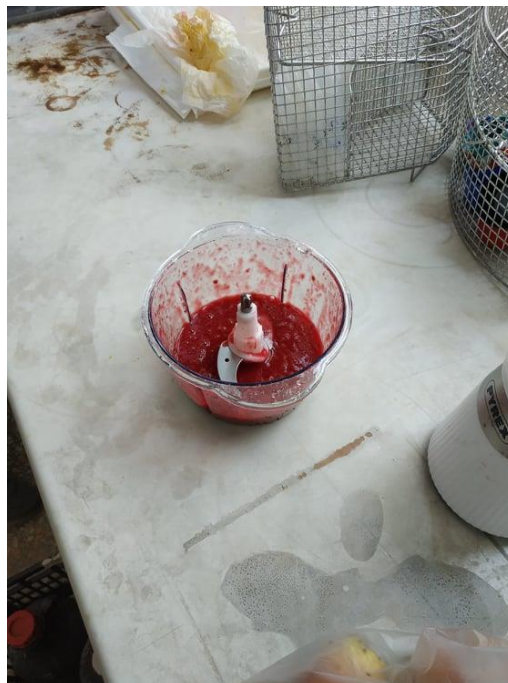


**Εικόνα 20:** Λήψη χρωματικών παραμέτρων  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$  για τις σάρκες των καρπών.

Στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία χυμοποίησης των καρπών με σκοπό την ποιοτική εκτίμηση των χαρακτηριστικών τους. Έτσι, οι πέντε καρποί για κάθε φυτό και γονότυπο ομογενοποιήθηκαν με τη βοήθεια του εργαστηριακού μπλέντερ (**Εικόνες 21 & 22**).



**Εικόνα 21:** Οι καρποί έτοιμοι να πολτοποιηθούν από το εργαστηριακό μπλέντερ.



**Εικόνα 22:** Το αποτέλεσμα της πολτοποίησης των καρπών.

Έπειτα, ο πολτός περάστηκε από τούλι για τον διαχωρισμό του χυμού από τυχόν υπολείμματα σάρκας και σπόρων (**Εικόνα 23**).



**Εικόνα 23:** Ο διαχωρισμός του πολτού από τους σπόρους χρησιμοποιώντας τούλι.

Τα σπέρματα που απέμειναν στο τούλι, αφού ξεπλύθηκαν με νερό για να καθαριστούν, αποξηράθηκαν και ακολούθως τοποθετήθηκαν στον καταψύκτη του εργαστηρίου (**Εικόνες 24 & 25**). Έπειτα, καταμετρήθηκαν και διαχωρίστηκαν οι σπόροι κανονικής ανάπτυξης (γονιμοποιημένοι) από τους εκφυλισμένους (μη γονιμοποιημένους) (**Εικόνα 26**), ενώ ακολούθησε και η ζύγιση τους (**Εικόνα 27**).



**Εικόνα 24:** Η διαδικασία όπου καθαρίζεται το τούλι με νερό για να απομείνουν μόνο οι σπόροι.





**Εικόνα 25:** Τα σπέρματα απ' όλα τα φυτά όλων των γονοτύπων αποξηραίνονται πριν την αποθήκευση τους.



**Εικόνα 26:** Η μορφή του εκφυλισμένου σπόρου (αριστερά) και του σπόρου κανονικής ανάπτυξης (δεξιά).



**Εικόνα 27:** Η ζύγιση του ξηρού βάρους των σπόρων.

Ακολούθησε η μέτρηση του βάρους, των χυμών σε γραμμάρια με τη βοήθεια του εργαστηριακού ψηφιακού ζυγού (**Εικόνα 28**) και με ακρίβεια δύο δεκαδικών και ο όγκος τους σε mL με τη χρήση ογκομετρικού σωλήνα (**Εικόνα 29**).



**Εικόνα 28:** Η μέτρηση του βάρους του χυμού από πέντε καρπούς του πέμπτου δένδρου φραγκοσυκιάς του Γονοτύπου Α.



**Εικόνα 29:** Η μέτρηση του όγκου του χυμού με τη βοήθεια του ογκομετρικού σωλήνα.

Έπειτα, έγινε η μέτρηση των ολικών διαλυτών στερεών του χυμού η οποία πραγματοποιήθηκε με την χρήση του ψηφιακού διαθλασίμετρου HANNAHI-96801. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε βαθμούς °Brix. Από κάθε δείγμα χρησιμοποιήθηκαν λίγες σταγόνες χυμού (**Εικόνα 30**), οι οποίες τοποθετήθηκαν στην ειδική σπή του οργάνου για να ληφθεί η ζητούμενη μέτρηση (**Εικόνα 31**).



**Εικόνα 30:** Η τοποθέτηση των σταγόνων χυμού στο διαθλασίμετρο.



**Εικόνα 31:** Η ψηφιακή εξαγωγή των βαθμών °Brix του χυμού από το διαθλασίμετρο.

### **2.3. Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων**

Η εισαγωγή των δεδομένων από το σύνολο των μετρήσεων και των προσδιορισμών που έγιναν κατά τη διάρκεια του πειράματος καταχωρίστηκαν σε αρχείο του προγράμματος Microsoft Excel όπου και έγινε η αρχική επεξεργασία τους. Ακολούθως, για την σύγκριση των γονότυπων για το σύνολο των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών τους που μελετήθηκαν χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Duncan's multiple range test ( $P \leq 0,05$ ) και η ανάλυση έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS ( $n=4$ , δηλαδή 4 επαναλήψεις-φυτά ανά γονότυπο).

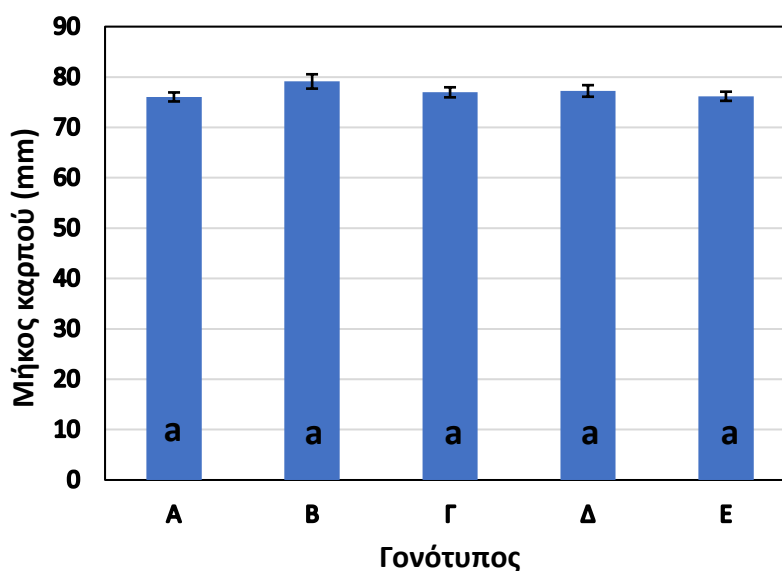


## Κεφάλαιο 3°

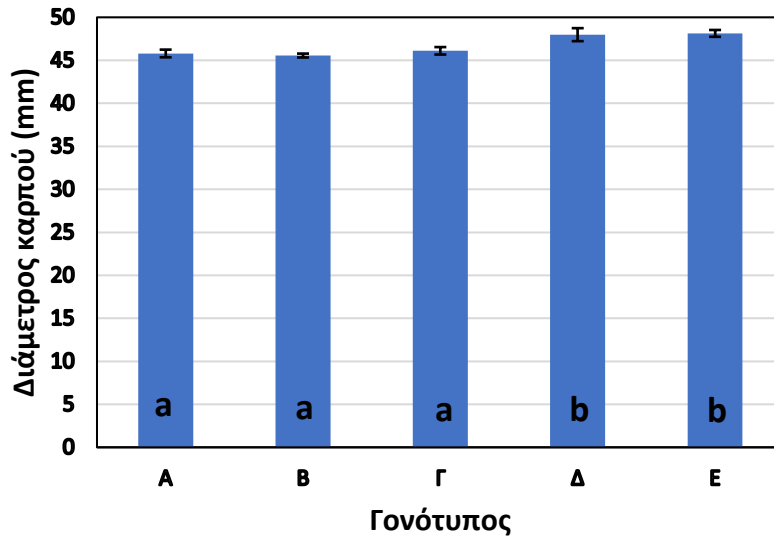
### Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών

#### 3.1. Μήκος, διάμετρος και μήκος προς διάμετρο καρπών

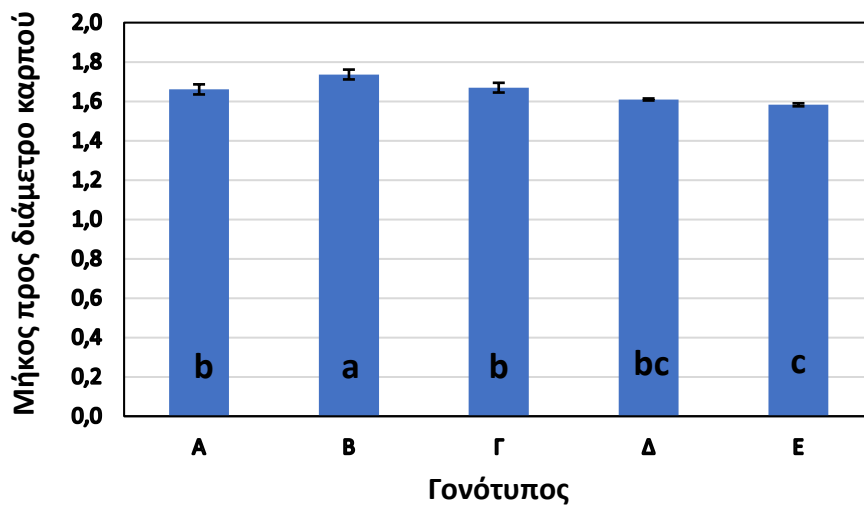
Ακολουθούν τα διαγράμματα του μήκους, της διαμέτρου και του μήκους προς τη διάμετρο των καρπών για τους πέντε γονοτύπους (*Εικόνες 32, 33 & 34*). Επίσης, η *Εικόνα 35* παρουσιάζει το συνολικό βάρος καρπών.



*Εικόνα 32*: Το μήκος των καρπών των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).



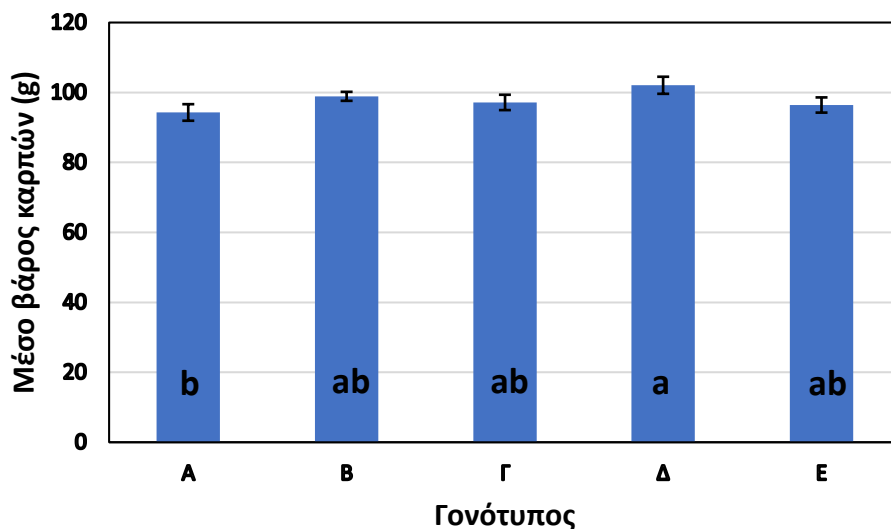
**Εικόνα 33:** Η διάμετρος των καρπών των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).



**Εικόνα 34:** Ο λόγος του μήκους προς τη διάμετρο των καρπών των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

Το μήκος των καρπών των πέντε γονοτύπων φραγκοσυκιάς κυμάνθηκε μεταξύ 74,122 και 82,085 mm (**Εικόνα 32**), χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των γονοτύπων. Αντίθετα, η διάμετρος τους κυμάνθηκε μεταξύ 44,875 και 50,142 mm (**Εικόνα 33**), με τις

διαμέτρους των καρπών των γονοτύπων Δ (47,9mm) και Ε (48,1mm) να είναι σημαντικά υψηλότερες από τις αντίστοιχες των γονοτύπων Α (45,8mm), Β (45,5mm) και Γ (46,1mm). Τέλος, όσον αφορά τον λόγο του μήκους ως προς τη διάμετρο, βρέθηκε μεταξύ 1,582 και 1,736 (**Εικόνα 34**), με τους καρπούς του γονότυπου Β (1,73) να παρουσιάζουν τον υψηλότερο λόγο. Ακολουθούν οι καρποί των γονοτύπων Α (1,66) και Γ (1,66), και στο τέλος έρχονται αυτοί των Δ (1,61) και Ε (1,58).

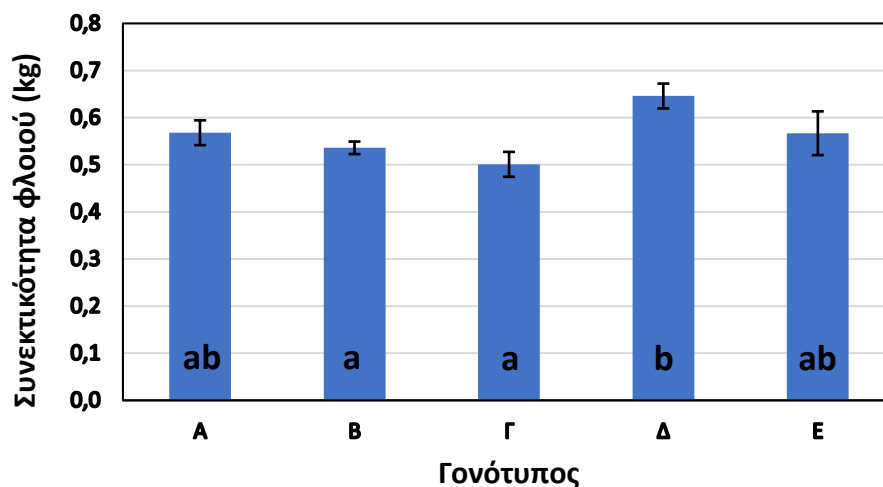


**Εικόνα 35:** Το μέσο βάρος των καρπών των γονοτύπων φραγκοσουκιάς Α, Β, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

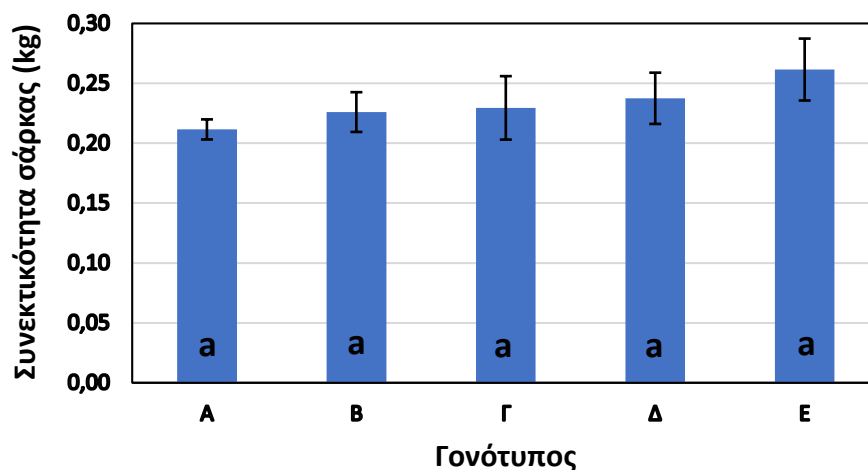
Σχετικά με το μέσο βάρος των καρπών (**Εικόνα 35**), οι καρποί του γονότυπου Δ είχαν το μεγαλύτερο βάρος (102,05g), ενώ αυτοί του γονότυπου Α το μικρότερο (94,28g) σε σύγκριση με τις αντίστοιχες μετρήσεις των γονοτύπων Β (98,90g), Γ (97,16g) και Ε (96,41g).

### 3.2. Συνεκτικότητα φλοιού και σάρκας

Πραγματοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση της συνεκτικότητας του φλοιού και της σάρκας και παρουσιάζονται στις **Εικόνες 36 & 37**.



**Εικόνα 36:** Η συνεκτικότητα του φλοιού των καρπών των γονοτύπων φραγκοσουκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

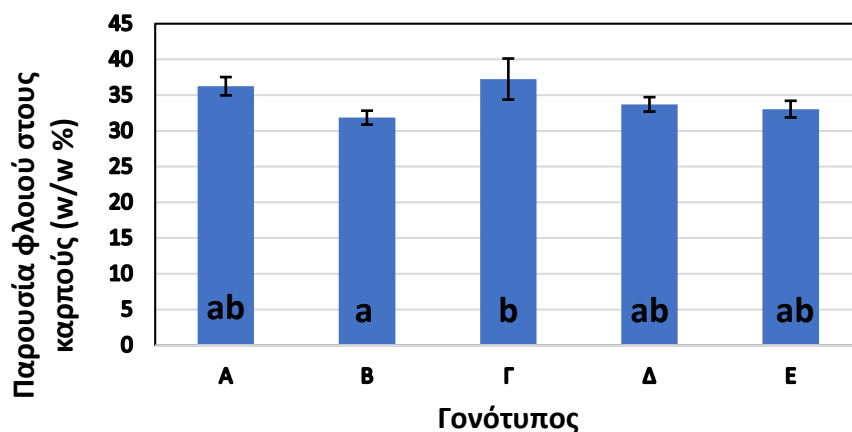


**Εικόνα 37:** Η συνεκτικότητα της σάρκας των καρπών των γονοτύπων φραγκοσουκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

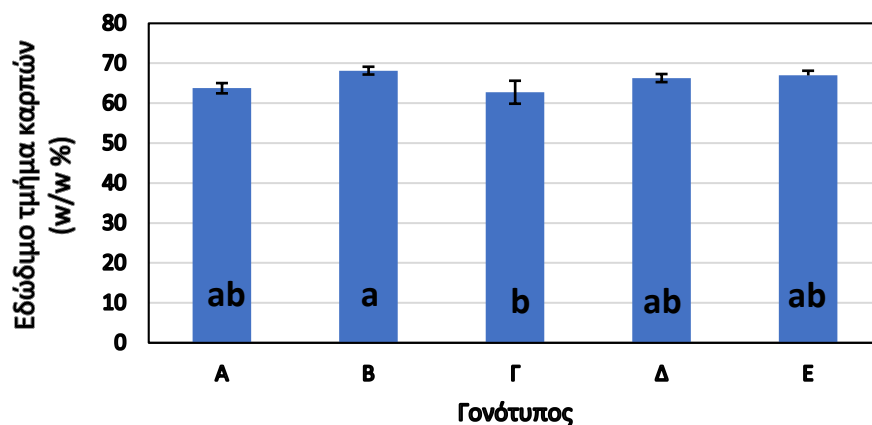
Η συνεκτικότητα του φλοιού των καρπών κυμάνθηκε μεταξύ 0,50 και 0,64kg (**Εικόνα 36**), με τους καρπούς του γονοτύπου Δ να παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερη συνεκτικότητα από τους αντίστοιχους των υπόλοιπων τεσσάρων γονοτύπων. Σχετικά με την συνεκτικότητα της σάρκας, κυμάνθηκε μεταξύ 0,21 και 0,26kg (**Εικόνα 37**) και δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική διαφορά ανάμεσα στους γονοτύπους.

### 3.3. Παρουσία φλοιού στους καρπούς και εδώδιμο τμήμα τους

Ακολουθεί η στατιστική ανάλυση της παρουσίας του φλοιού στους καρπούς (w/w%) και του εδώδιμου τμήματος των καρπών (w/w%) (**Εικόνες 38 & 39**).



**Εικόνα 38:** Η παρουσία φλοιού στους καρπούς των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

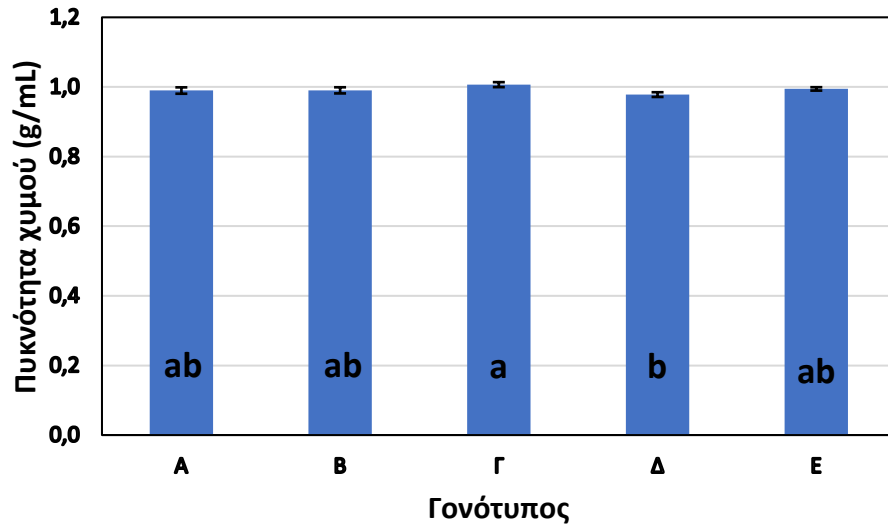


**Εικόνα 39:** Το εδώδιμο τμήμα των καρπών των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

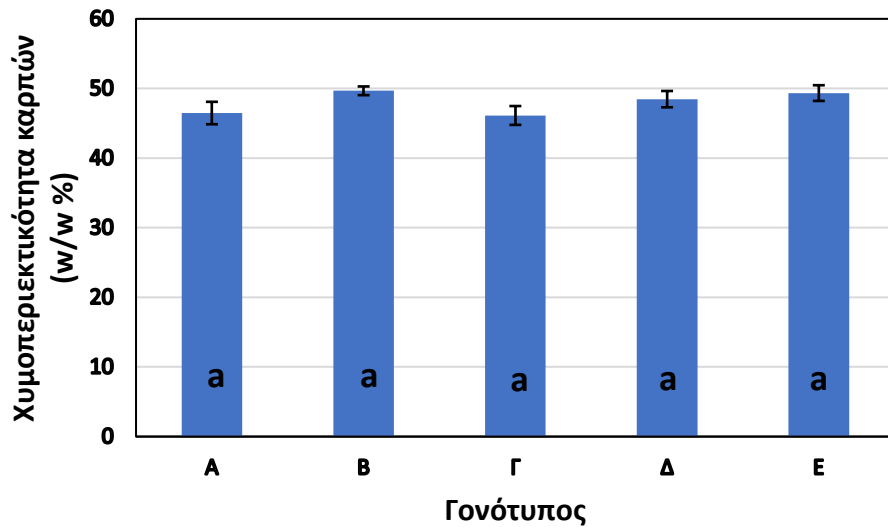
Η παρουσία του φλοιού στους καρπούς σε % αναλογία w/w κυμάνθηκε μεταξύ 31,84% και 37,25% (**Εικόνα 38**). Οι καρποί του γονοτύπου B παρουσίασαν σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό σε παρουσία φλοιού στους καρπούς 31,84%, ενώ αντίθετα ο γονότυπος Γ παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό, δηλαδή 37,25%. Αντίθετα ήταν τα αποτελέσματα στη μέτρηση του εδώδιμου τμήματος των καρπών σε αναλογία % w/w, όπου οι καρποί του γονοτύπου B εμφάνισαν το υψηλότερο ποσοστό (68,15%) και οι καρποί του γονοτύπου Γ εμφάνισαν το χαμηλότερο (62,74%) (**Εικόνα 39**).

#### 3.4. Πυκνότητα χυμού και χυμοπεριεκτικότητα καρπών σε % w/w και σε % w/v

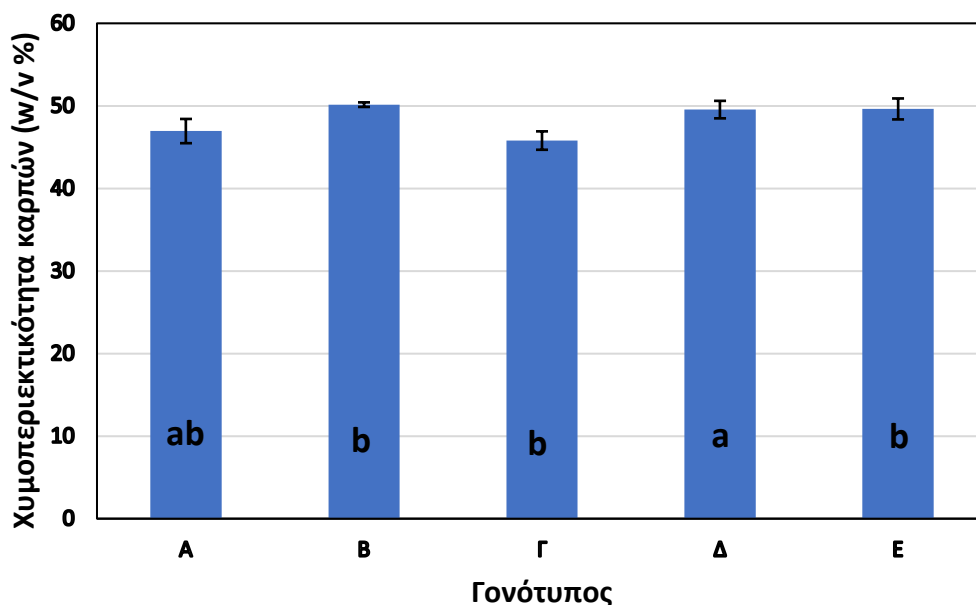
Ακόμη δημιουργήθηκαν τα διαγράμματα για την πυκνότητα του χυμού (**Εικόνα 40**) και την χυμοπεριεκτικότητα των καρπών σε % w/w (**Εικόνα 41**) και % w/v (**Εικόνα 42**) για όλους τους γονοτύπους.



**Εικόνα 40:** Η πυκνότητα του χυμού των καρπών των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).



**Εικόνα 41:** Η χυμοπεριεκτικότητα των καρπών των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε σε ποσοστό % w/w. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).



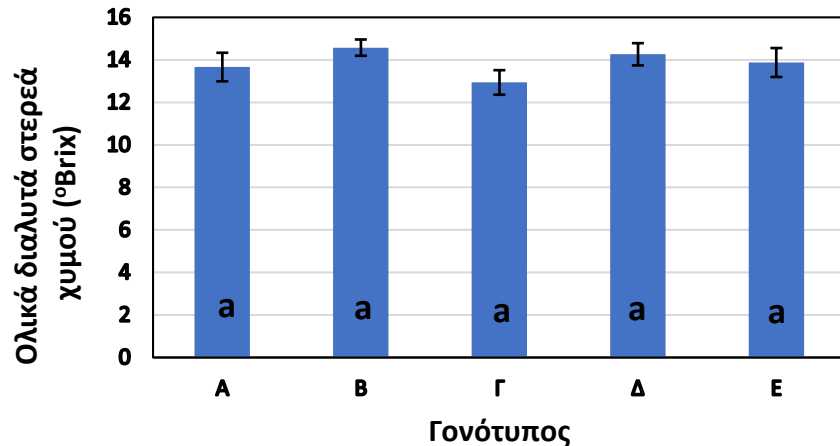
**Εικόνα 42:** Η χυμοπεριεκτικότητα των καρπών των γονοτύπων φραγκοσουκιάς A, B, Γ, Δ και Ε σε ποσοστό % w/v. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

Η πυκνότητα του χυμού από τους πέντε γονότυπους φραγκοσουκιάς κυμαίνεται μεταξύ 0,98 g/mL (γονότυπος Δ) και 1,00 g/mL (γονότυπος Γ), που ήταν και η ειδοποιός διαφορά μεταξύ των γονοτύπων (**Εικόνα 40**). Σχετικά με τη χυμοπεριεκτικότητα των καρπών σε % w/w τα αποτελέσματα δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ των γονοτύπων και κυμάνθηκε μεταξύ 46,1 % w/w και 49,66 % w/w (**Εικόνα 41**). Τέλος, όσον αφορά τη χυμοπεριεκτικότητα σε % w/v, η ελάχιστη αναλογία που παρουσιάστηκε ήταν 45,8 % w/v (γονότυπος Γ) και η μέγιστη ήταν 50,1 % w/v (γονότυπος Β) (**Εικόνα 42**).

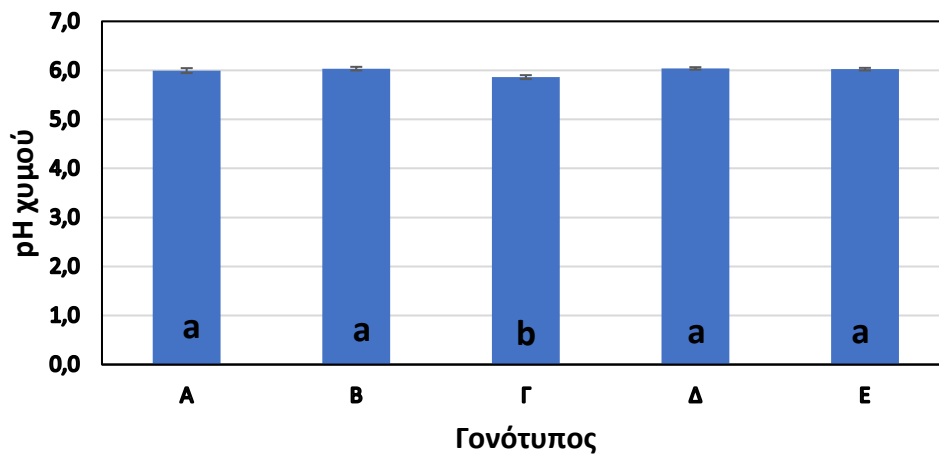


### 3.5. Ολικά διαλυτά στερεά και pH χυμού

Οι **Εικόνες 43** και **44** παρουσιάζουν τα ολικά διαλυτά στερεά και το pH του χυμού αντίστοιχα.



**Εικόνα 43:** Τα ολικά διαλυτά στερεά του χυμού των καρπών των γονοτύπων φραγκοσουκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

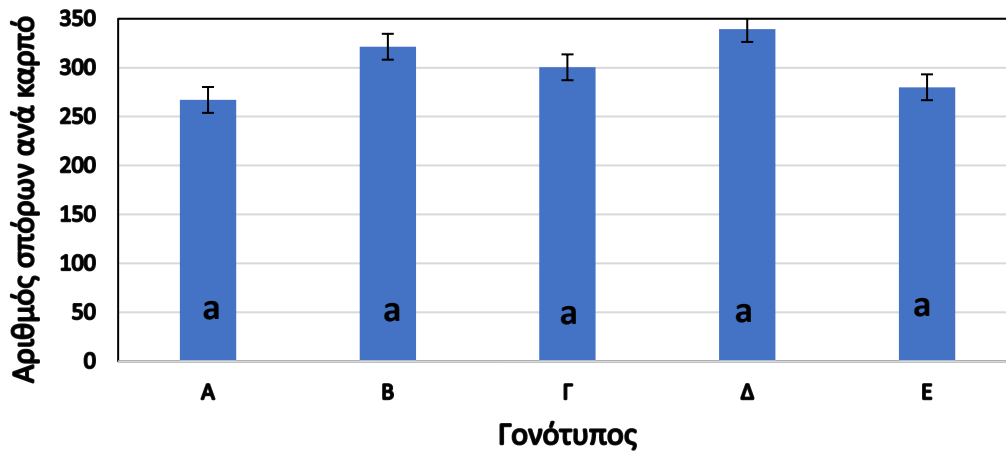


**Εικόνα 44:** Το pH του χυμού των καρπών των γονοτύπων φραγκοσουκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

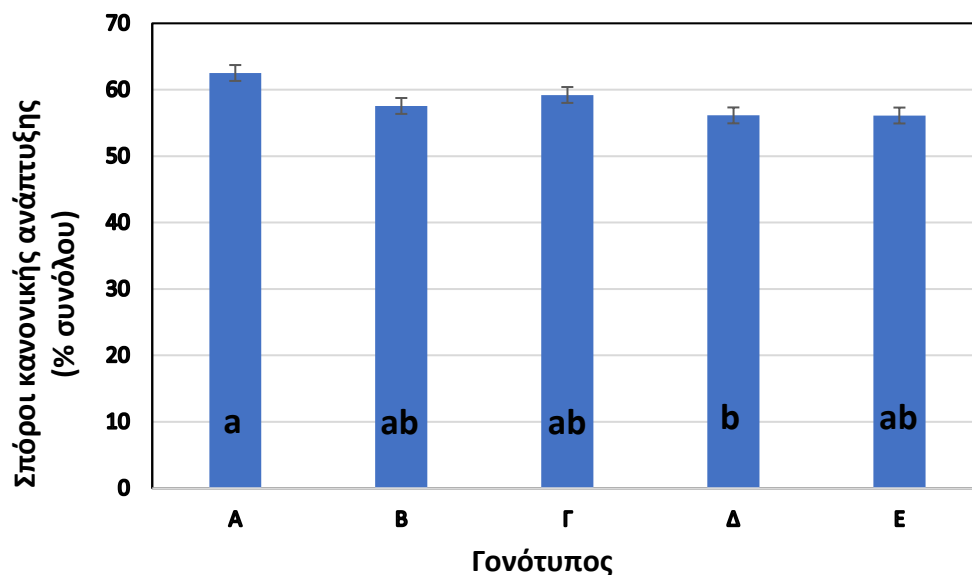
Τα ολικά διαλυτά στερεά του χυμού των καρπών των πέντε γονοτύπων δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους και κυμάνθηκαν από 13,6 ° Brix έως 14,5 ° Brix (**Εικόνα 43**). Το pH του χυμού παρουσίασε την ελάχιστη τιμή στους καρπούς του γονοτύπου Γ (5,86), και διέφερε σημαντικά σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές των υπόλοιπων τεσσάρων γονοτύπων (**Εικόνα 44**).

### 3.6. Αριθμός και ποσοστό σπόρων κανονικής ανάπτυξης και εκφυλισμένων

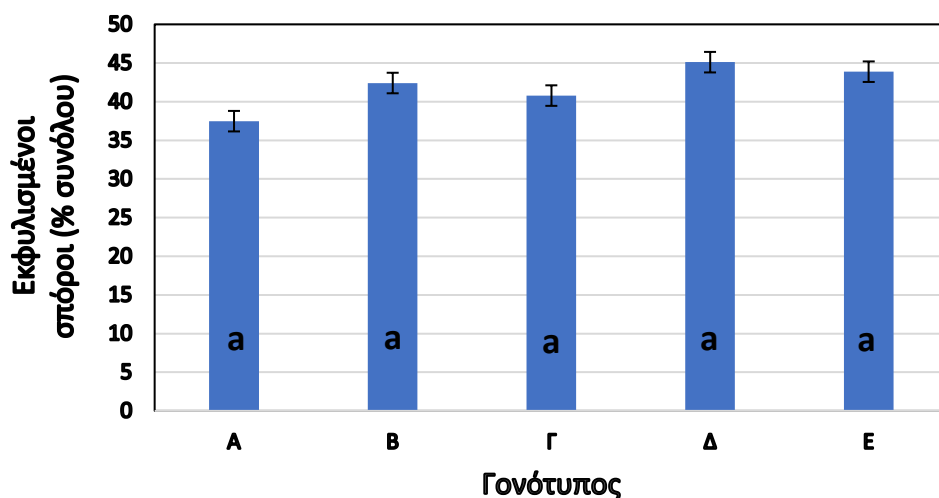
Στη συνέχεια έγινε η στατιστική ανάλυση για τον αριθμό των σπόρων (**Εικόνα 45**), καθώς και του ποσοστού σπόρων κανονικής ανάπτυξης (**Εικόνα 46**) και εκφυλισμένων (**Εικόνα 47**).



**Εικόνα 45:** Ο αριθμός σπόρων ανά καρπό των γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).



**Εικόνα 46:** Το ποσοστό των κανονικών σπόρων των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).



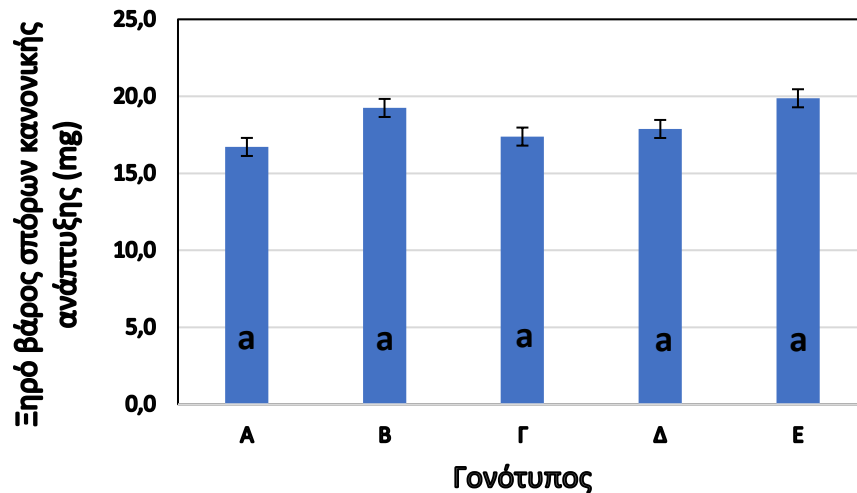
**Εικόνα 47:** Το ποσοστό των εκφυλισμένων σπόρων των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

Οι αριθμοί των σπόρων ανά καρπό βρέθηκαν να μη διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους για τους πέντε γονοτύπους. Όσον αφορά τους σπόρους κανονικής ανάπτυξης, ο γονότυπος A παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό 62,52%, ενώ ο γονότυπος Δ το χαμηλότερο 54,89%. Οι

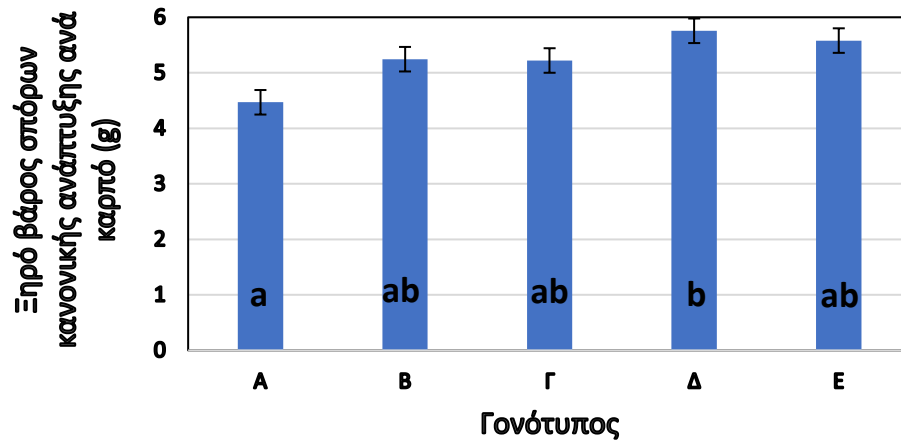
υπόλοιποι τρεις γονότυποι κυμάνθηκαν μεταξύ των δύο προαναφερθέντων. Τέλος, οι εκφυλισμένοι σπόροι δεν παρουσίασαν σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των γονοτύπων.

### 3.7. Ξηρό βάρος κανονικής ανάπτυξης και εκφυλισμένων σπόρων

Για όλους τους σπόρους πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση. Πιο συγκεκριμένα σχεδιάστηκε το διάγραμμα για το ξηρό βάρος των σπόρων κανονικής ανάπτυξης συναρτήσει του γονότυπου (*Εικόνες 48 & 49*), καθώς και το αντίστοιχο διάγραμμα για τους εκφυλισμένους σπόρους (*Εικόνες 50 & 51*). Ακόμη, στην *Εικόνα 52* παρουσιάζεται η συσχέτιση αυτών των μεγεθών.

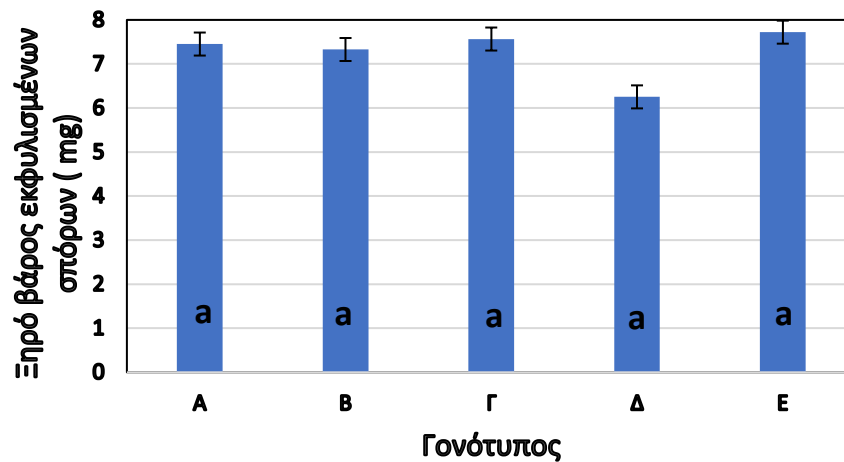


**Εικόνα 48:** Το ξηρό βάρος σπόρων κανονικής ανάπτυξης των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

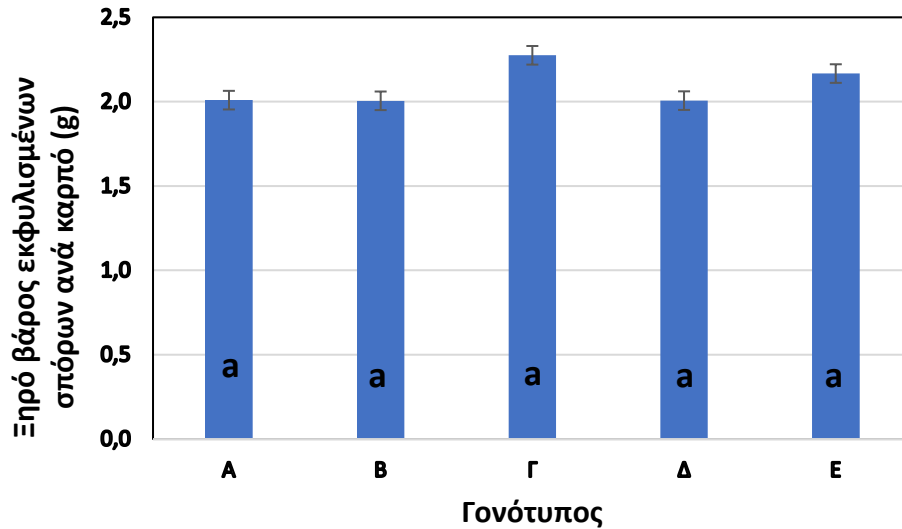


**Εικόνα 49:** Το ξηρό βάρος σπόρων κανονικής ανάπτυξης ανά καρπό των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

Το ξηρό βάρος σπόρων κανονικής ανάπτυξης δεν παρουσίασε σημαντική στατιστική διαφοροποίηση μεταξύ των γονοτύπων, ενώ το συνολικό ξηρό βάρος των κανονικών σπόρων ανά καρπό εμφάνισε την μέγιστη τιμή του στον γονότυπο Δ και στον γονότυπο Α την ελάχιστη (Εικόνες 48 & 49).

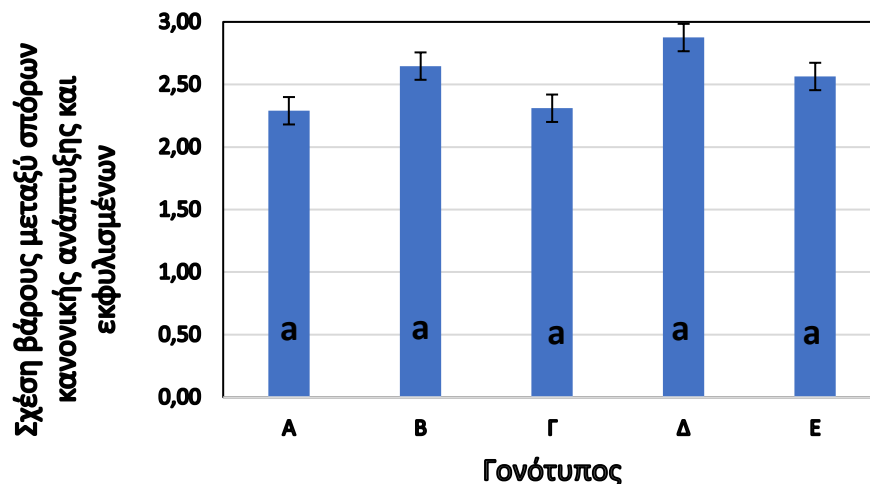


**Εικόνα 50:** Το ξηρό βάρος των εκφυλισμένων σπόρων γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).



**Εικόνα 51:** Το ξηρό βάρος των εκφυλισμένων σπόρων ανά καρπό των γονοτύπων φραγκοσουκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

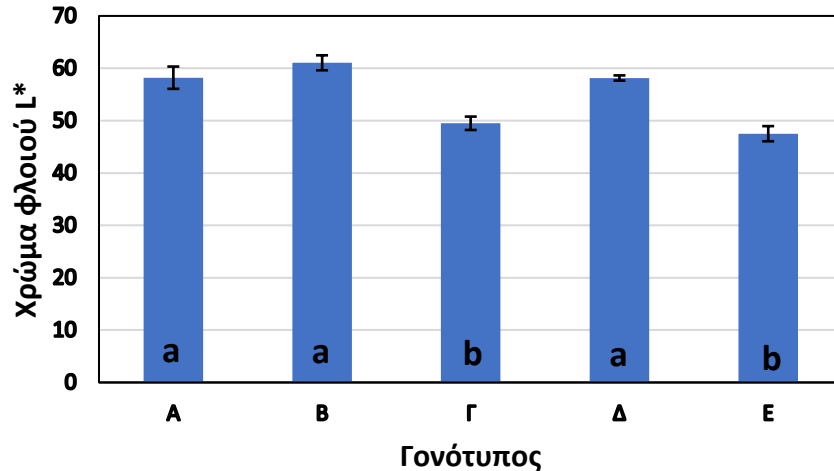
Το ξηρό βάρος των εκφυλισμένων σπόρων δεν παρουσιάζει σημαντική στατιστική διαφοροποίηση μεταξύ των γονοτύπων, όπως και το αντίστοιχο ξηρό βάρος ανά καρπό (**Εικόνες 50 & 51**). Τέλος, στατιστικά ίδιες ήταν και οι τιμές της σχέσης βάρους μεταξύ γονιμοποιημένων και μη γονιμοποιημένων σπόρων για όλους τους γονότυπους (**Εικόνα 52**).



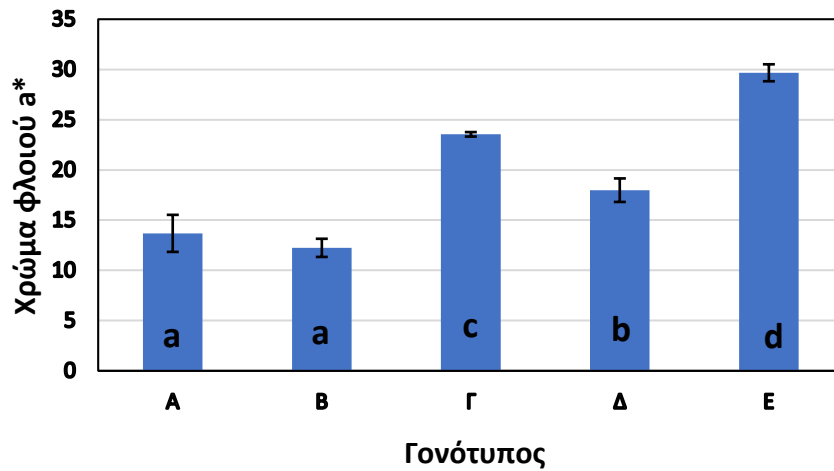
**Εικόνα 52:** Η σχέση βάρους μεταξύ σπόρων κανονικής ανάπτυξης και εκφυλισμένων των γονοτύπων φραγκοσουκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

### 3.8. Χρωματικές παράμετροι L\*, a\* και b\* φλοιού

Παρακάτω παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τις παραμέτρους L\* (*Εικόνα 53*), a\* (*Εικόνα 54*) και b\* (*Εικόνα 55*) του φλοιού των καρπών.

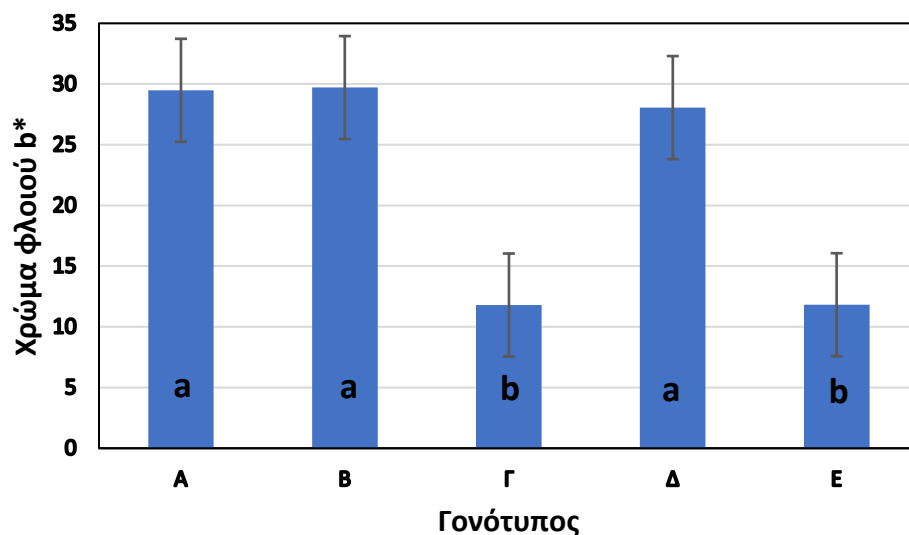


*Εικόνα 53:* Ο χρωματικός δείκτης L\* των φλοιών από τους καρπούς των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).



*Εικόνα 54:* Ο χρωματικός δείκτης a\* των φλοιών από τους καρπούς των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).



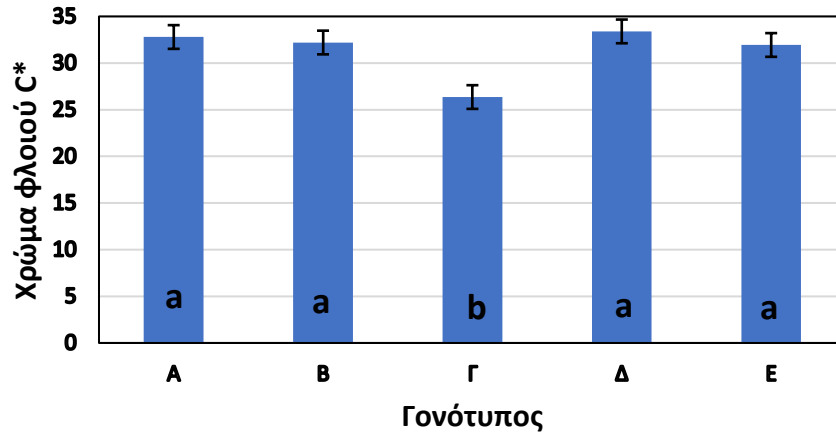


**Εικόνα 55:** Ο χρωματικός δείκτης b\* των φλοιών για τους καρπούς των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

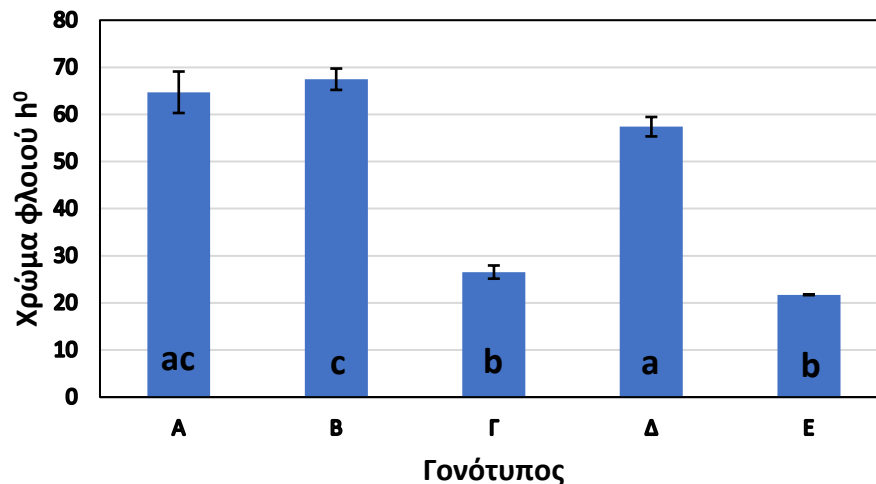
Ο δείκτης φωτεινότητας L\* φλοιού είναι παρόμοιος για τους γονότυπους A (58,2), B (61,0) και Δ (58,1), ενώ διαφέρει σημαντικά με τους αντίστοιχους δείκτες των γονοτύπων Γ (49,4) και Ε (47,5) (**Εικόνα 53**). Όσον αφορά τον δείκτη a\*, οι γονότυποι A και B παρουσίασαν τις χαμηλότερες τιμές (13,6 και 12,2, αντίστοιχα), ακολούθησαν ο γονότυπος Δ (17,9), ο Γ (23,5) και τέλος ο Ε (29,6) (**Εικόνα 54**). Τέλος, για τον δείκτη b\* παρόμοιες τιμές ελήφθησαν από τα δείγματα των γονοτύπων A (29,4), B (29,7) και Δ (28,0), ενώ σε αρκετά χαμηλότερες τιμές κινήθηκαν οι γονότυποι Γ (11,8) και Ε (11,8) (**Εικόνα 55**).

### 3.9. Χρωματικές παράμετροι C\* και h<sup>0</sup> φλοιού

Ακόμη, παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τις παραμέτρους C\* (*Εικόνα 56*) και h<sup>0</sup> (*Εικόνα 57*) του φλοιού των καρπών.



*Εικόνα 56:* Ο χρωματικός δείκτης C\* των φλοιών από τους καρπούς των γονοτύπων φραγκοσουκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, P≤0,05).

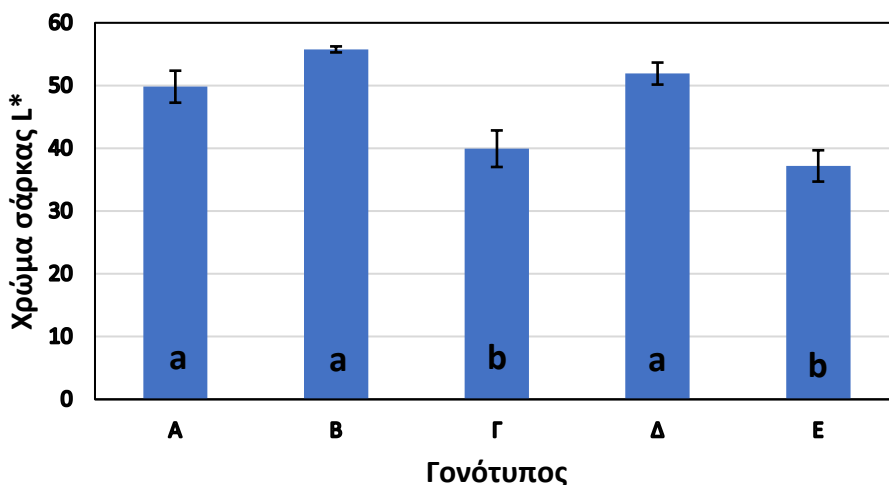


*Εικόνα 57:* Ο χρωματικός δείκτης h<sup>0</sup> των φλοιών από τους καρπούς των γονοτύπων φραγκοσουκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, P≤0,05).

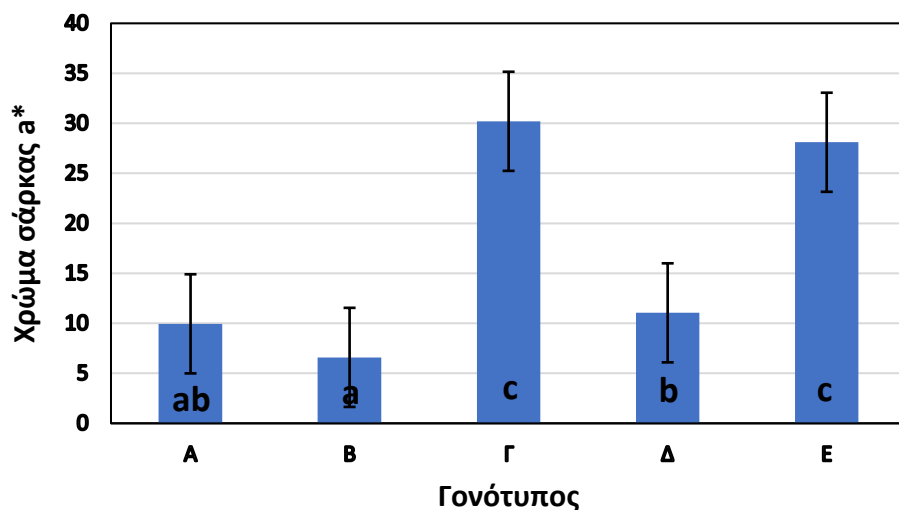
Οι τιμές του δείκτη C\* (Chroma) για τους γονότυπους Α, Β, Δ και Ε κυμάνθηκαν σε συγκρίσιμα επίπεδα, δηλαδή 32,8, 32,2, 33,4 και 31,9, αντίστοιχα, ενώ ο μέσος όρος του γονοτύπου Γ σημείωσε χαμηλότερη τιμή, δηλαδή 26,3 (**Εικόνα 56**). Σχετικά με τις τιμές του δείκτη h<sup>ο</sup> (Hue Angle), στα δείγματα του γονοτύπου Β μετρήθηκαν οι υψηλότερες τιμές (67,5). Ακολουθούν οι τιμές για τον γονότυπο Α (64,7) που είναι σε συγκρίσιμα επίπεδα με τον Β και τον Δ (57,4). Τέλος, οι γονότυποι Γ και Ε είχαν τιμές (26,5) και (21,7) αντίστοιχα (**Εικόνα 57**).

### 3.10. Χρωματικές παράμετροι L\*, a\* και b\* σάρκας

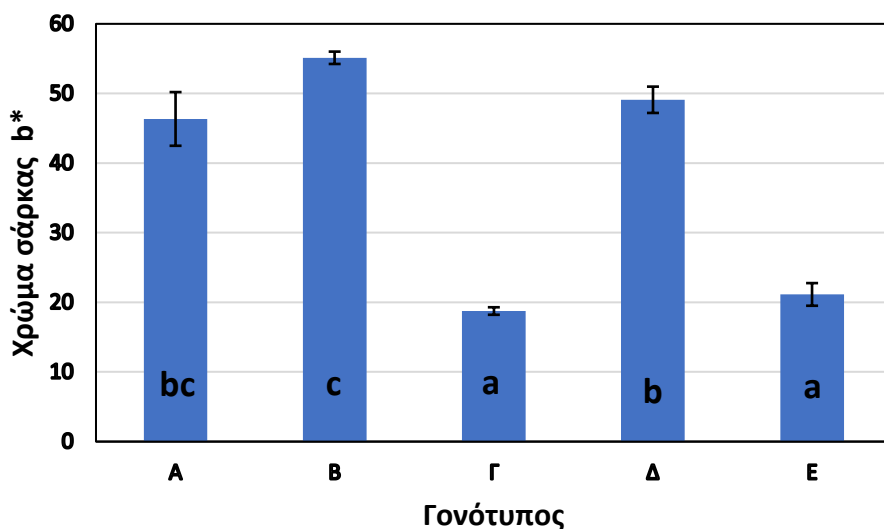
Ομοίως, παρακάτω παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τις παραμέτρους L\* (**Εικόνα 58**), a\* (**Εικόνα 59**) και b\* (**Εικόνα 60**) της σάρκας των καρπών.



**Εικόνα 58:** Ο χρωματικός δείκτης L\* της σάρκας από τους καρπούς των γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, P≤0,05).



**Εικόνα 59:** Ο χρωματικός δείκτης a\* της σάρκας από τους καρπούς των γονοτύπων φραγκοσυκιές A, B, Γ, Δ και E. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).



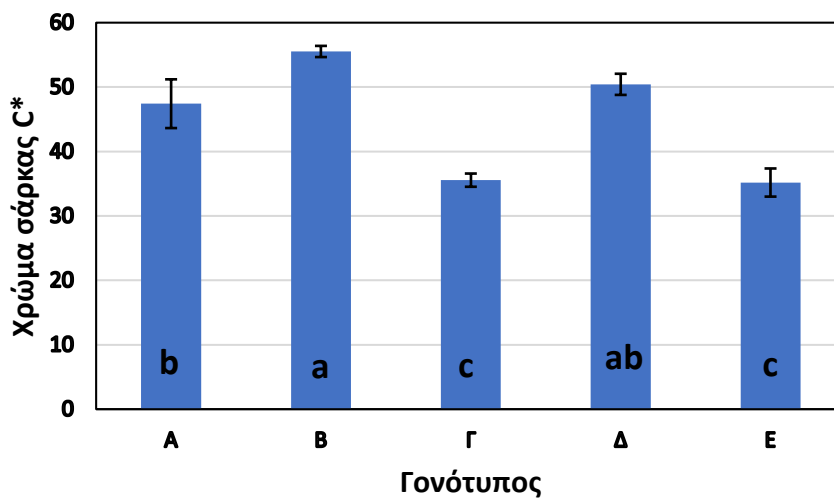
**Εικόνα 60:** Ο χρωματικός δείκτης b\* της σάρκας από τους καρπούς των γονοτύπων φραγκοσυκιές A, B, Γ, Δ και E. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

Ο δείκτης φωτεινότητας L\* της σάρκας είναι παρόμοιος για τους γονοτύπους A (49,8), B (55,8) και Δ (51,9), ενώ διαφέρει σημαντικά με τους αντίστοιχους δείκτες των γονοτύπων Γ (35,5) και E (37,2) (**Εικόνα 58**). Όσον αφορά τον δείκτη a\*, οι γονοτύποι Γ και E παρουσίασαν τις

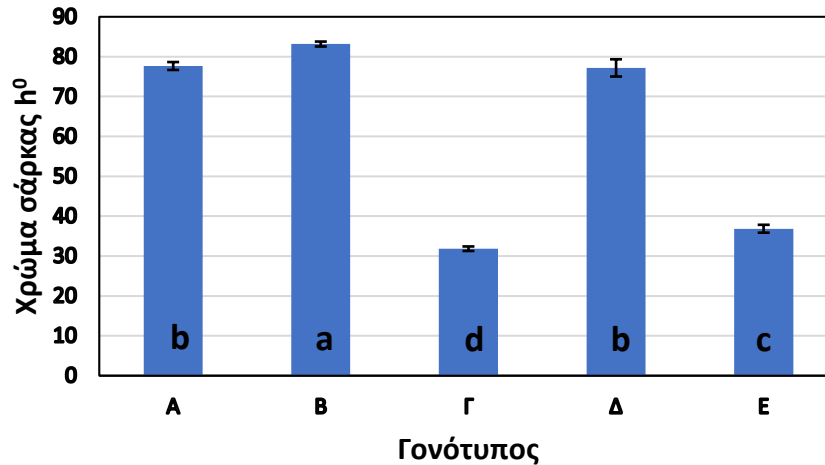
υψηλότερες τιμές (30,2 και 28,1 αντίστοιχα), ακολούθησαν ο γονότυπος Δ (11,0), ο Α (9,95) και τέλος ο Β (6,6) (**Εικόνα 59**). Τέλος, για τον δείκτη  $b^*$  παρόμοιες τιμές ελήφθησαν από τα δείγματα των γονοτύπων Γ (18,7) και Ε (21,1), ακολούθησε ο γονότυπος Α (46,3) και ο γονότυπος Δ (49,1) οι τιμές του οποίου βρέθηκαν να είναι συγκρίσιμοι του Α και του Β (55,1) (**Εικόνα 60**).

### 3.11. Χρωματικές παράμετροι $C^*$ και $h^0$ σάρκας

Τέλος, παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τις παραμέτρους  $C^*$  (**Εικόνα 61**) και  $h^0$  (**Εικόνα 62**) της σάρκας των καρπών.



**Εικόνα 61:** Ο χρωματικός δείκτης  $C^*$  της σάρκας από τους καρπούς των γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).



**Εικόνα 62:** Ο χρωματικός δείκτης  $h^0$  της σάρκας από τους καρπούς των γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ, Δ και Ε. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test,  $P \leq 0,05$ ).

Οι τιμές του δείκτη  $C^*$  (Chroma) για τον γονότυπο Β παρουσίασε τον υψηλότερο μέσο όρο (55,5). Ακολουθεί ο γονότυπος Δ (50,4) ο οποίος βρίσκεται μεταξύ του Β και του Α (47,4). Οι γονότυποι Γ και Ε συγκεντρώνουν τις χαμηλότερες τιμές που είναι και συγκρίσιμες δηλαδή 35,5 και 35,1 αντίστοιχα (**Εικόνα 61**). Σχετικά με τις τιμές του δείκτη  $h^0$  (Hue Angle), στα δείγματα του γονοτύπου Β μετρήθηκαν οι υψηλότερες τιμές (83,2). Ακολουθούν οι τιμές για τους γονοτύπους Α (64,7) και Δ (77,2) που είναι σε συγκρίσιμα επίπεδα μεταξύ τους. Έπειτα οι τιμές του γονοτύπου Ε (36,8) και τον χαμηλότερο μέσο όρο συγκεντρώνουν τα δείγματα του γονοτύπου Γ (31,8) (**Εικόνα 62**).

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>

### Συζήτηση και συμπεράσματα

Το μήκος των καρπών για τους πέντε γονοτύπους κυμάνθηκε μεταξύ 74,122 και 82,085 mm και σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση δεν βρέθηκε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Σχετικά με την διάμετρο των καρπών, παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των γονοτύπων Δ (47,9mm) και Ε (48,1mm) σε σύγκριση με τις αντίστοιχες διαμέτρους των Α (45,8mm), Β (45,5mm) και Γ (46,1mm). Όσον αφορά τον λόγο μήκους προς τη διάμετρο των καρπών, ο γονότυπος Β παρουσίασε τον μέγιστο λόγο (1,73), με τους γονοτύπους Α (1,66) και Γ (1,66) να ακολουθούν. Ο γονότυπος Ε παρουσίασε την μικρότερη τιμή (1,58), ενώ τέλος ο Δ (1,6) βρέθηκε στατιστικά ανάμεσα στους Α, Γ και Ε. Σύμφωνα με παρόμοια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Ατσαλινού, 2017) για τους τέσσερις γονοτύπους (Α, Β, Γ & Δ), το συμπέρασμα για το μήκος των καρπών είναι όμοιο, σε αντίθεση με την διάμετρο και τον λόγο του μήκους προς τη διάμετρο που δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστική διαφορά. Ο λόγος του μήκους προς τη διάμετρο υποδηλώνει το σχήμα του καρπού. Όσο πιο κοντά στη μονάδα βρίσκεται η τιμή του λόγου, τόσο πιο στρογγυλός θα είναι και ο καρπός. Αντίθετα, μεγάλες αποκλίσεις από την μονάδα υποδηλώνουν και πιο πεπλατυσμένους καρπούς. Επομένως, οι καρποί του γονότυπου Ε έχουν λιγότερο πεπλατυσμένο σχήμα σε σύγκριση με τους άλλους.

Ο γονότυπος Δ παρουσίασε το μεγαλύτερο βάρος καρπών (102,05gr) με τους Β (98,90gr), Γ (97,16gr) και Ε (96,41gr) να ακολουθούν. Το μικρότερο βάρος μετρήθηκε στον Α (94,28gr). Το βάρος είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την εμπορική αξία των καρπών και όσο μεγαλύτερο είναι, τόσο υψηλότερη θα είναι και η αξία του. Σύμφωνα με την **Εικόνα 5** που αναφέρθηκε στο 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο τα αποτελέσματα βρίσκονται στο ίδιο εύρος που είχε και η έρευνα των Λιονάκη κ.α.. Επίσης, σε έρευνα στην Κύπρο του Αριστείδου το 2015 το βάρος των καρπών από τέσσερις ποικιλίες βρέθηκε από 85gr έως 110gr. Σύμφωνα με τον Chalak (2014) το εδώδιμο τμήμα του καρπού διαχωρίζεται ανάλογα με το βάρος του σε μικρό, δηλαδή η σάρκα να είναι μικρότερη από 80gr, σε μεσαίο ανάμεσα σε 80gr και 120gr και τέλος σε μεγάλο, δηλαδή η σάρκα να είναι μέχρι 150gr. Τα αντίστοιχα αποτελέσματα των Karababa και Dehbi που αναφέρθηκαν στην §1.2.5 μπορούν, λοιπόν, να κατηγοριοποιηθούν. Ο πρώτος μέτρησε σάρκες καρπών βάρους 77gr και ο δεύτερος 38,64gr. Με βάση τον διαχωρισμό του Chalak οι καρποί των Karababa και Dehbi χαρακτηρίζονται ως μικροί. Οι καρποί των Γρηγορίου και Γεωργίου (2009) που το βάρος τους κυμάνθηκε μεταξύ 74gr και 110gr χαρακτηρίζονται ως μεσαίοι και τέλος, τα αποτελέσματα της έρευνας των Λιονάκη κ.α. το 2003 οδηγούν στον χαρακτηρισμό του εδώδιμου τμήματος των καρπών ως μεγάλο.

Συνεχίζοντας με την συνεκτικότητα του φλοιού μετρήθηκε πως η υψηλότερη τιμή αντιστοιχεί στους καρπούς του γονότυπου Δ (640gr), με τους Α (560gr) και Ε (560gr) να ακολουθούν. Η συνεκτικότητα της σάρκας δε διέφερε σημαντικά από γονότυπο σε γονότυπο και κυμάνθηκε από 210gr έως 260gr.

Σύμφωνα με την ανάλυση που έγινε υπολογίστηκαν η παρουσία σάρκας και φλούδας στον καρπό. Για όλους τους γονοτύπους αυτή η αναλογία επί τοις εκατό βρέθηκε να είναι περίπου 70-30. Το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών (Αριστείδου, 2015) αναφέρει πως το ποσοστό σάρκας

για τέσσερις διαφορετικές ποικιλίες φραγκοσουκιάς που καλλιεργήθηκαν στην Κύπρο, είναι περίπου στο 60%. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με την **Εικόνα 39**.

Η χυμοπεριεκτικότητα % w/w των καρπών δεν παρουσίασε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των γονοτύπων, αποτέλεσμα το οποίο συμφωνεί με την εργασία της Ατσαλινού, για τους ίδιους γονότυπους. Η μικρότερη τιμή ήταν 46,1 % και η μέγιστη 49,66%. Η χυμοπεριεκτικότητα % w/v των καρπών παρουσίασε διαφορά μεταξύ των γονοτύπων.

Σχετικά με το pH του χυμού οι τιμές του κυμάνθηκαν μεταξύ 5,86 και 6,04. Απόρροια του αποτελέσματος αυτού είναι η χαμηλή οξύτητα του χυμού που παράγουν οι καρποί των πέντε καλλιεργούμενων γονοτύπων φραγκοσουκιάς. Στην αντίστοιχη έρευνα της Ατσαλινού, το πεδίο τιμών κυμάνθηκε μεταξύ 5,99 και 6,19, τιμές οι οποίες δεν μεταβάλλουν σημαντικά τα χαρακτηριστικά του χυμού. Οι Russell και Felker το 1987 ανέφεραν πως μέτρησαν το pH Χιλιανής ποικιλίας φραγκοσουκιάς και το βρήκαν 5,8. Σε αντίστοιχη έρευνα των Dehbi et al. το 2014 στην οποία μετρήθηκε το pH του χυμού καρπών για οχτώ ποικιλίες φραγκοσουκιάς, τα αποτελέσματα κυμάνθηκαν μεταξύ 5,45 και 5,92.

Σύμφωνα με τον Saenz το 2013, μπορεί να υπάρξει εξάρτηση της τιμής του pH με τον βαθμό ωρίμανσης του καρπού. Συγκεκριμένα, η φραγκοσουκιά *streptacantha* σε αρχικά επίπεδα ωρίμανσης εμφάνισε χαμηλές τιμές pH, κοντά στο 3, και όσο προχωρούσε η τιμή σταδιακά αυξανόταν και έφτασε στο 6. Η φραγκοσουκιά *χοconostle* βρέθηκε να έχει pH ίσο με 3,5 τιμή πολύ χαμηλή. Τόσο χαμηλές τιμές αποτελούν προστατευτικό παράγοντα ενάντια σε επιβλαβείς μικροοργανισμούς για τον καρπό.

Τα ολικά διαλυτά στερεά των χυμών υπολογίστηκαν 13,6-14,5 ° Brix. Ο γονότυπος Β βρέθηκε να έχει την υψηλότερη τιμή ολικών διαλυτών στερεών και ο γονότυπος Γ την μικρότερη, με τα αποτελέσματα να μη διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Οι Hernandez et al. το 2019 εξέτασαν τα ° Brix της ποικιλίας Rojo Vigor και υπολογίστηκαν ίσα με 13,1. Όπως αναφέρθηκε από τον Γιαννόπουλο το 2017 στη μεταπτυχιακή του έρευνα, μελέτησε τα ολικά διαλυτά στερεά του χυμού από φραγκόσυκα και βρέθηκαν ίσα με 11,1. Συνοψίζοντας το εύρος των τιμών των ολικών διαλυτών στερεών κυμαίνεται μεταξύ 11 και 16 ° Brix (Mashore, 2007). Υψηλότερες τιμές του δείκτη ° Brix υποδηλώνουν πιο γευστικό και πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά χυμό.

Στη συνέχεια καταμετρήθηκε ο αριθμός των σπόρων ανά καρπό κάθε γονοτύπου με εύρος 267,0-339,5. Σύμφωνα με την μελέτη που έγινε από τους Λιονάκη και Λοξού το 1999 για 18 γονοτύπους φραγκοσουκιάς, οι σπόροι που μετρήθηκαν ανά καρπό ήταν από 70 έως 350. Οι σπόροι ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες, τους σπόρους κανονικής ανάπτυξης (γονιμοποιημένοι σπόροι) και τους εκφυλισμένους (μη γονιμοποιημένοι σπόροι). Σχετικά με τους σπόρους κανονικής ανάπτυξης βρέθηκε πως το εύρος τους κυμάνθηκε μεταξύ 54,89-62,52%. Συνεπώς, το εύρος των μη γονιμοποιημένων είναι κυμάνθηκε μεταξύ 37,48-45,11%.

Ακόμη, ζυγίστηκε το ξηρό βάρος όλων των σπόρων στον ζυγό ακριβείας. Το ξηρό βάρος των σπόρων κανονικής ανάπτυξης ανά καρπό κυμάνθηκε μεταξύ των ορίων 16,71g και 19,87g και δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Η αντίστοιχη μέτρηση για τους εκφυλισμένους είναι ίση με 2-2,27g χωρίς να διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους. Παρατηρούμε πως, το βάρος των σπόρων κανονικής ανάπτυξης είναι αρκετά μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των εκφυλισμένων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως, οι σπόροι κανονικής ανάπτυξης περιέχουν στο εσωτερικό τους έμβρυο, όπως αναλύεται και στην **Εικόνα 52**.



Οι χρωματικές παράμετροι  $a^*$  και  $b^*$  αποτελούν ορθογώνιες συντεταγμένες χρώματος πάνω στο επίπεδο διατομής του και είναι κάθετες στο επίπεδο της παραμέτρου  $L^*$  (Εικόνα 15). Ο δείκτης  $L^*$  σηματοδοτεί την φωτεινότητα του χρώματος, όπου  $L^*$  ίσο με 0 σημαίνει μαύρο χρώμα και  $L^*$  ίσο με 100 λευκό. Θετικές τιμές του δείκτη  $a^*$  υποδηλώνουν ερυθρό χρωματισμό ενώ αρνητικές τιμές υποδηλώνουν το πράσινο. Αντίστοιχα, θετικές τιμές του δείκτη  $b^*$  υποδηλώνουν κίτρινο χρωματισμό, ενώ αρνητικές μπλε (Γιαννόπουλος, 2017).

Η χρωματική παράμετρος  $a^*$  του φλοιού βρέθηκε υψηλότερη για τον γονότυπο E (29,67). Ακολούθησαν οι γονότυποι Γ(23,54), Δ(17,98), Α(13,68) και Β(12,24). Οι τιμές των γονοτύπων Α και Β είναι οι μοναδικές που δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Η χρωματική παράμετρος  $b^*$  βρέθηκε υψηλότερη στους γονοτύπους Β(29,7), Α(29,4) και Δ(28,0) οι οποίες δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, και χαμηλότερη στους Γ (11,8) και Ε(11,8). Ο συνδυασμός υψηλής τιμής της παραμέτρου  $a^*$  και της χαμηλής της παραμέτρου  $b^*$  έχει σαν αποτέλεσμα την ερυθρή απόχρωση. Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι καρποί του γονοτύπου Ε εμφανίζονται ως οι πιο ερυθροί συγκριτικά με τους υπόλοιπους τέσσερις γονοτύπους και έπεται ο Γ. Ακολουθούν οι υπόλοιποι τρεις, στους καρπούς των οποίων αρχίζει και γίνεται αισθητή η πορτοκαλί απόχρωση. Η χρωματική παράμετρος  $L^*$  που υποδεικνύει πόσο έντονη ή σκούρα είναι η απόχρωση του φλοιού μετρήθηκε και βρέθηκε παρόμοια για τους γονοτύπους Α (58,2), Β (61,0) και Δ (58,1), ενώ διαφέρει σημαντικά με τους αντίστοιχους δείκτες των γονοτύπων Γ (49,4) και Ε (47,5).





Αντίστοιχα, ο δείκτης  $a^*$  για την σάρκα των καρπών παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές στους γονοτύπους Γ (30,2) και Ε (28,1) ακολούθησε ο γονότυπος Δ (11,0), ο Α (9,95) και τέλος ο Β (6,6). Ο δείκτης  $b^*$  παρουσίασε υψηλότερη τιμή για τον γονότυπο Β (55,1), με τους Δ (49,1) και Α (46,3) να ακολουθούν και να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με τον Β. Τις χαμηλότερες τιμές παρουσίασαν οι γονότυποι Ε (21,1) και Γ (18,7). Τέλος, και όσον αφορά τον δείκτη  $L^*$  βρέθηκε παρόμοιος στους γονοτύπους Β (55,8), Δ(51,9) και Α (49,8), και διαφέρουν σημαντικά με τους αντίστοιχους δείκτες των γονοτύπων Ε (37,2) και Γ (35,5). Για τις αποχρώσεις της σάρκας των καρπών με βάση τις παραμέτρους  $a^*$ ,  $b^*$  και  $L^*$  ισχύουν όσα προαναφέρθηκαν για τον φλοιό. Αξίζει να τονιστούν οι σημαντικά πιο υψηλές τιμές των παραμέτρων στη σάρκας, με εξαίρεση τις τιμές της παραμέτρου  $a^*$  για τους γονοτύπους Δ, Α και Β, σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του φλοιού. Αυτό υποδηλώνει τα πιο έντονα και λαμπερά χρώματα της σάρκας από τα αντίστοιχα του φλοιού.

Ο δείκτης  $C^*$  (Chrome) υποδεικνύει το επίπεδο καθαρότητας και οπτικής έντασης του χρώματος και οι υψηλές τιμές του υποδηλώνουν τον κορεσμό χρώματος (Morales F.J. et al., 2001 & Zhao C. et al., 2004). Ο δείκτης  $h^\circ$  σηματοδοτεί την απόχρωση, δηλαδή τον χρωματικό χαρακτήρα ενός χρώματος (Πηγή διαδικτύου 5).

Η μελέτη που διεξήχθη για τον φλοιό στον δείκτη  $C^*$  σημείωσε τιμές που δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών Α, Β, Δ και Ε. Ο γονότυπος Γ παρουσίασε σημαντικά χαμηλότερη τιμή. Όσον αφορά τον δείκτη  $h^\circ$ , ο γονότυπος Β έδωσε τις υψηλότερες τιμές (67,5) με τον Α να ακολουθεί (64,7), που είναι σε συγκρίσιμα επίπεδα με τον Β και τον Δ (57,4). Τέλος, οι γονότυποι Γ και Ε σημείωσαν αντίστοιχα τιμές 26,5 και 21,7, χωρίς να υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους.

Οι αντίστοιχες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν και για την σάρκα των καρπών. Για τον δείκτη  $C^*$  ο γονότυπος Β έδωσε την υψηλότερη τιμή (55,5), με τον Δ (50,4) να βρίσκεται ανάμεσα στον

Β και τον Α (47,4). Οι Γ (35,5) και Ε (35,1) ακολουθούν χωρίς να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους από στατιστική σκοπιά. Τέλος, και σχετικά με τον δείκτη  $h^\circ$ , ο Β είχε τον υψηλότερο μέσο όρο (83,2) με τους Α (64,7) και Δ (77,2) να ακολουθούν. Τον χαμηλότερο μέσο όρο παρουσίασαν οι Ε (36,8) και Γ (31,8).

Characteristics	Prickly Pear ( <i>Opuntia ficus-indica</i> L. Mill.) Variety			
	Colorada (Orange)	Fresa (Red)	Blanco Buenavista (White)	Blanco Fasnía (White)
				
Pulp color	Orange	Fuchsia	White	White
Peel color	Orange	Fuchsia	Green	Yellow/green
Color peel (CIELAB)				
L*	50.4 ± 1.8 <sup>ab</sup>	41.7 ± 2.4 <sup>a</sup>	58.9 ± 2.7 <sup>b</sup>	60.6 ± 3.5 <sup>b</sup>
a*	9.2 ± 2.4 <sup>ab</sup>	19.4 ± 3.7 <sup>b</sup>	1.1 ± 3.6 <sup>a</sup>	4.3 ± 2.4 <sup>ab</sup>
b*	11.0 ± 2.3 <sup>ab</sup>	-4.2 ± 2.2 <sup>a</sup>	23.9 ± 3.7 <sup>b</sup>	20.8 ± 5.3 <sup>b</sup>
Color pulp (CIELAB)				
L*	49.8 ± 4.5 <sup>a</sup>	38.1 ± 1.3 <sup>a</sup>	58.5 ± 2.5 <sup>a</sup>	55.6 ± 4.7 <sup>a</sup>
a*	12.5 ± 2.9 <sup>b</sup>	11.9 ± 3.8 <sup>b</sup>	-1.7 ± 0.7 <sup>a</sup>	-1.7 ± 0.6 <sup>a</sup>
b*	11.3 ± 6.6 <sup>a</sup>	-7.5 ± 1.1 <sup>a</sup>	7.3 ± 1.7 <sup>a</sup>	4.9 ± 1.9 <sup>a</sup>

**Εικόνα 63:** Οι χρωματικές παράμετροι L\*, a\* και b\* της φλούδας και του χυμού για τέσσερις διαφορετικές ποικιλίες φραγκοσυκιάς.

Σύμφωνα με την μελέτη των Cejudo-Bastante et al. το 2014 σχετικά με τους δείκτες χρώματος L\*, C\* και  $h^\circ$  τριών διαφορετικών ποικιλιών φραγκοσυκιάς στους καρπούς, στους σπόρους, αλλά και στους χυμούς, διαπίστωσαν και εκείνοι την διαφοροποίηση των τιμών και ανάμεσα στις διαφορετικές ποικιλίες αλλά και μεταξύ των διαφορετικών μερών των καρπών που ήταν στο επίκεντρο κάθε φορά. Δηλαδή, οι τιμές που ελήφθησαν στις χρωματικές παραμέτρους μεταξύ της σάρκας των καρπών, των σπόρων και των χυμών διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους (Πηγή διαδικτύου 6).

Σύμφωνα με έρευνα από τους Gomez-Maqueo το 2020 σε τέσσερις διαφορετικές ποικιλίες φραγκοσυκιάς, τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια και φαίνονται στην **Εικόνα 63**. Στην συγκεκριμένη έρευνα μετρήθηκαν οι χρωματικές παράμετροι για την φλούδα και τον χυμό των καρπών από τις φραγκοσυκιάς.

Τέλος, παρατηρώντας τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης, αλλά και όσα έχουν αναφερθεί, αντιλαμβανόμαστε τις μεγάλες διακυμάνσεις που υπάρχουν μεταξύ των διαφορετικών ποικιλιών φραγκοσυκιάς στις χρωματικές παραμέτρους και πώς από αυτές μπορούμε να εκτιμήσουμε το χρώμα του καρπού (Gomez-Maqueo et al., 2020).

Συνοψίζοντας, στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκαν όλες οι βασικές παράμετροι που σχετίζονται με τον καρπό της φραγκοσυκιάς. Αποτελεί μέρος της χρόνιας μελέτης που διεξάγεται στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, παρουσιάζοντας σημαντικές ομοιότητες ή και διαφορές με προηγούμενες μελέτες.

## Ξένη Βιβλιογραφία

- **Abidi S., H. Ben Salem, V. Vasta and A. Priolo., (2009).** Supplementation with barley or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) cladodes on digestion, growth and intramuscular fatty acid composition in sheep and goats receiving oaten hay. *Small ruminant research*, 87 (1-3), 9-16.
- **Alencara, B., Dutrab, E., Sampaio, E., Menezes b, R. and Morais, R., (2017).** *Bioresource Technology*.
- **Barbera, G., (1999).** Historia e importancia económica y agroecológica. In G. Barbera, P. Inglese & E. Pimienta, eds. *Agroecología, cultivo y usos del nopal*. FAO Plant Production and Protection Paper 132. Rome, pp. 1–12.
- **Berger, H., Ortuzar, X., Auda, C., Lizana, A. & Reszczynski, A., (1978).** Conservación de tunas (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) en almacenaje refrigerado. *Inv. Agric.* 1(4):21–24.
- **Cantwell, M., (1999).** Manejo postcosecha de tunas y nopalitos. In G. Barbera, P. Inglese & E. Pimienta, eds. *Agroecología, cultivo y usos del nopal*. FAO Plant Production and Protection Paper 132. Rome, p. 126–143.
- **Carmen, S., (2013).** Agro-industrial utilization of cactus pear p. 25.
- **Cejudo-Bastante M.J., Chaalal M., Louaileche H., Parrado J., and Heredia F. J., (2014).** Betalain Profile, Phenolic Content, and Color Characterization of Different Parts and Varieties of *Opuntia ficus-indica*.
- **Chalak, L, J Younes, S Roupheal, & B Hamadeh., (2014).** “Morphological Characterization of Prickly Pears (*Opuntia Ficus Indica* (L.) Mill.) Cultivated in Lebanon.” *International Journal of Science and Research (IJSR)* 3(6): 2541–53.
- **Charles E. Russell & Peter Felker, (1987).** The Prickly-pears (*Opuntia* spp., Cactaceae): A Source of Human and Animal Food in Semiarid Regions.
- **Chessa, I. & Barbera, G. (1984).** Indagine sulla frigoconservazione dei frutti della cv. *Gialla* di Fico d’India. *Riv. Frutticol. e Ortofloricol.* 46(8): 57–61.
- **Dehbi, F., Hasib, A., Ouattmane, A., Elbatal, H., & Jaouad, A., (2014).** Physicochemical Characteristics of Moroccan Prickly Pear Juice (*Opuntia ficusindica* L.). *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng*, 4, p. 30.

- **Gebremariam T. Melaku S. and Yami A., (2006).** Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep.
- **Gómez-Maqueo A., Antunes-Ricardo M., Welti-Chanes J. and Pilar Cano M., (2020).** Digestive Stability and Bioaccessibility of Antioxidants in Prickly Pear Fruits from the Canary Islands: Healthy Foods and Ingredients.
- **Inglese, P., (1999).** Plantación y manejo de huertos. In G. Barbera, P. Inglese & E. Pimienta eds. Agroecología, cultivo y usos del nopal. FAO Plant Production and Protection Paper 132. Rome, p. 82–96.
- **Kader, A. (2000).** Cactus (prickly) pear. Produce facts. Recommendations for maintaining postharvest quality (available at <http://postharvest.ucdavis.edu/producefacts/index.shtml>).
- **Karababa, E, Coskuner, Y & Aksay, S., (2004).** Some physical fruit properties of cactus pear (*Opuntia spp.*) that grow wild in the eastern mediterranean region of Turkey. Journal of the Professional Association for Cactus Development 6(2): 1–8.
- **López, J.J., Fuentes, J. & Rodríguez, A., (1997).** Industrialización de la tuna cardona (*Opuntia streptacantha*). *J. Profess. Assoc. Cactus Develop.* 2: 169–175.
- **Lurie, S., (1998a).** Postharvest heat treatments of horticultural crops. *Post. Biol. Technol.* 14(3): 257–269.
- **Mashope, B. K., (2007).** Characterization of cactus pear germplasm in South Africa (Doctoral dissertation, University of the Free State).
- **Mondragón-Jacobo, C., (2004).** Mejoramiento genético del nopal: avances al 2003 y perspectivas. In G. Esparza, R.D. Valdez & S. Mendez, eds. *El nopal, tópicos de actualidad*. Universidad Autónoma de Chapingo, Mexico, pp. 49–71.
- **Mondragon J. C., Perez G. S., (2001).** Food and Agriculture Organization of the United Nation “Cactus (*Opuntia spp.*) as Forage”. Food & Agriculture Org., 2001.
- **Morales F.J., Jiménez-Pérez, (2001).** Free radical scavenging capacity of Maillard reaction products as related to colour and fluorescence. *Food Chemistry* 72, 119–125.
- **Nobel, P.S., (1998).** Los incomparables agaves y cactus. Ed. Trillas, Mexico.

- **Ortega-Hernández E., Nair Vimal., Welti-Chanes J., Cisneros-Zevallos L. and Jacobo-Velázquez D.A., (2019).** Wounding and UVB Light Synergistically Induce the Biosynthesis of Phenolic Compounds and Ascorbic Acid in Red Prickly Pears (*Opuntia ficus-indica* cv. Rojo Vigor).
- **Piga, A., D'Aquino, S., Agabbio, M. & Schirra, M., (1996).** Storage life and quality attributes of cactus pears cv *Gialla* as affected by packaging. *Agricol. Mediterranea* 126:423–427.
- **Pimienta, E., (1990).** El Nopal Tunero. Univ. De Guadalajara, México. Pimienta, E., eds. Agroecología, cultivo y usos del nopal. Estudio FAO.
- **Rodríguez, S., Orphee, C., Macías, S., Generoso, S. & Gomes García, L., (1996).** Tuna: Propiedades físicoquímicas de dos variedades. *Aliment. Latinoamer.* 210: 34–37
- **Sawaya, W.N., Khatchadourian, H.A., Safi, W.M. & Al-Hammad, H.M., (1983).** Chemical characterization of prickly pear pulp, *Opuntia ficus-indica*, and the manufacturing of prickly pear jam. *J. Food Technol.* 18:183–193.
- **Scheinvar, L. (1999).** Taxonomía de las *Opuntias* utilizadas. In *Agroecología, cultivo y usos del nopal*. FAO Plant Production and Protection Paper 132. Rome, pp. 21–28.
- **Schirra, M., Barbera, G., D'Aquino, S., La Mantia, T. & Mc Donald, R.E., (1996).** Hot dips and hightemperature conditioning to improve shelf quality of late-crop cactus pear fruit. *Tropical Sci.* 36: 159–165.
- **Schirra, M., Barbera, G., D'hallewin, G., Inglese, P. & La Mantia, T., (1997a).** Storage response of cactus pear fruit to CaCl<sub>2</sub> preharvest spray and postharvest heat treatment. *J. Hort. Sci.* 72(3):371–377.
- **Schirra, M., Agabbio, M., D'Aquino, S. & Mc Collum, T.J., (1997b).** Postharvest heat conditioning effects on early ripening *Gialla* cactus pear fruit. *HortSci.* 32(4):702–704.
- **Sepúlveda, E. & Sáenz, C., (1990).** Chemical and physical characteristics of prickly pear (*Opuntia ficusindica*) pulp. *Rev. Agroquim. Technol. Aliment.* 30:551–555.
- **Shewfelt, R.L., (1986).** Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. *Food Technol.* 40(5):70–78.
- **Sudzuki, F., Muñoz, C. & Berger, H., (1993).** *El cultivo de la tuna (cactus pear)*. Departamento de Reproducción Agrícola. Universidad de Chile, Santiago.
- **Velásquez, E., (1998).** El nopal y su historia. Editorial Clío, Mexico.

- **Zhao C., M.M. Giusti, M. Malik, M.P. Moyer, B.A. Magnuson, (2004).** Effects of commercial anthocyanin-rich extracts on colonic cancer and nontumorigenic colonic cell growth, *J. Agric. Food Chem.* 52 6122–6128.

## Ελληνική Βιβλιογραφία

- **Αριστείδου Γ., Γερωντίδης Κ., Μάρκου Μ., (2016).** Η καλλιέργεια της φραγκοσυκιάς.
- **Αριστείδου Γ., (2015).** Η καλλιέργεια της φραγκοσυκιάς στην Κύπρο. Η υφιστάμενη κατάσταση και οι προοπτικές.
- **Ατσαλίνου Α., (2017).** Αξιολόγηση γονοτύπων φραγκοσυκιάς.
- **Γρηγοριάδου Ε., Λιονάκης Σ., (2004).** Προσδιορισμός του κατάλληλου σταδίου συγκομιδής και του χρόνου αποθήκευσης των καρπών φραγκοσυκιάς.
- **Γιαννόπουλος Π., (2017).** Μελέτη της ξήρανσης του καρπού και του βλαστού φραγκοσυκιάς (*Oruntia ficus-indica*) και επίδραση στα φυσικά χαρακτηριστικά τους.
- **Καράλης Ι., (2020).** Μελέτη της παραγωγής βιοαιθανόλης κατά την ανάπτυξη νέων στελεχών του σακχαρομύκητα *Saccharomyces cerevisiae* καλλιεργούμενων σε ανανεώσιμες σακχαρούχες πρώτες ύλες υπό αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες.
- **Λαγουδάκης Α., (2015).** Η χώρα προέλευσης ως παράγοντας της ζήτησης για προϊόντα φραγκόσυκου.
- **Λαζαρίδης Ι., Σαδάνα Α., (2018).** Ισόθερμες προσρόφησης του μπλε του μεθυλενίου σε επεξεργασμένους και μη ιστούς του φυτού *cactus oruntia*.
- **Λιονάκης Σ., Λοξού Β., Λυδάκης Δ., (2003).** Μελέτη πορείας ανάπτυξης φυτών και ωρίμανσης καρπών γονοτύπων φραγκοσυκιάς στην περιοχή Χανίων Κρήτης.
- **Λιονάκης Σ., Λοξού Β., (1999).** Επισήμανση, αξιολόγηση, συλλογή, και διατήρηση γονοτύπων δεσπολιάς, φραγκοσυκιάς, και χαρουπιιάς στην Ελλάδα.
- **Μπακατσέλου Χ., Σκευάκης Π., (2021).** Παρασκευή μικρογεύματος (snack) υψηλής διατροφικής αξίας με βάση το φραγκόσυκο.

- **Παπαδάκης Ι., (2021).** Μελέτη της επίδρασης διαφόρων μεταχειρίσεων σε άνθη φυτών φραγκοσυκιάς των γονοτύπων Γ και Δ που αναπτύσσονται στο δενδροκομείο του Γ.Π.Α σε ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τους.
- **Στρατουδάκης Μ. (2013).** Τα φραγκόσουκα.

### Πηγές διαδικτύου

- **Πηγή διαδικτύου 1:** [www.europe-aliens.org](http://www.europe-aliens.org)
- **Πηγή διαδικτύου 2:** <https://www.symagro.com/fragosiko/>
- **Πηγή διαδικτύου 3:** <https://www.mistikakipou.gr/fragosikia-kalliergeia/>
- **Πηγή διαδικτύου 4:**  
<http://www.reissis.gr/drupal/?q=el/content/%CE%B5%CE%AF%CE%B4%CE%B7-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CF%86%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CE%BF%CF%83%CF%85%CE%BA%CE%B9%CE%AC%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B1-%CF%87%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82>
- **Πηγή διαδικτύου 5:** [http://graficnotes.blogspot.com/2012/11/blog-post\\_6830.html](http://graficnotes.blogspot.com/2012/11/blog-post_6830.html)
- **Πηγή διαδικτύου 6:** [https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00239-9](https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00239-9)