



**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 γονοτύπων φραγκοσυκιάς
ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τους

Γεώργιος Δ. Αρφαράς

Επιβλέπων καθηγητής:

Ιωάννης Παπαδάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ
2022**

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

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Συγκριτική αξιολόγηση γονοτύπων φραγκοσυκιάς
ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τους

Comparative study of fruit quality characteristics
of five prickly pear genotypes

Γεώργιος Δ. Αρφαράς

Εξεταστική Επιτροπή:

Παπαδάκης Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΓΠΑ (επιβλέπων)

Χατζησαββίδης Χρήστος, Καθηγητής ΔΠΘ

Τζατζάνη Θηρεσία-Τερέζα, Εντεταλμένη Ερευνήτρια ΙΕΛΥΑ-ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ

Συγκριτική αξιολόγηση γονοτύπων φραγκοσυκιάς ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τους

*ΠΜΣ Τομείς Αιχμής & Καινοτόμες Εφαρμογές στην Παραγωγή & Συντήρηση
Οπωροκηπευτικών & Ανθοκομικών Ειδών
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Δενδροκομίας*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Υπάρχουν πολλές μελέτες από χώρες, όπως το Μεξικό, την Αργεντινή, το Τέξας, την Ιταλία, το Μαρόκο, την Αίγυπτο, το Ισραήλ, την Νότια Αφρική, σχετικά με την καλλιέργεια της φραγκοσυκιάς. Αρκετές δεκάδες χρόνια πριν οι μελέτες αυτές αξιολογώντας, από денδροκομικής απόψεως (πρωιμότητα-οψιμότητα, ποιότητα-παραγωγικότητα και σχέση μεταξύ τους, κ.α.), την πληθώρα γονοτύπων των φραγκόσυκων, ανέδειξαν την ιδιαιτερότητα και τη σημαντικότητα της καλλιέργειας της φραγκοσυκιάς τόσο στην διατροφή του πληθυσμού όσο και στην οικονομία των κρατών τους. Στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια, οι έλληνες παραγωγοί, βλέποντας τα σημαντικά οφέλη της καλλιέργειας της φραγκοσυκιάς, άρχισαν να καλλιεργούν φραγκόσυκα. Πάρα πολλές εκτάσεις καλλιεργήθηκαν και πάρα πολλοί γονότυποι χρησιμοποιήθηκαν. Όμως η μη ύπαρξη επιστημονικών αξιολογήσεων που αφορούν την προσαρμοστικότητα στις διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες, τα денδροκομικά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, ήταν ο λόγος της δημιουργίας πειραματικής φυτείας στο денδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, με φυτά από διάφορους γονοτύπους φραγκοσυκιάς. Οι γονότυποι αυτοί είναι από άγνωστες ποικιλίες και από διαφορετικές περιοχές. Ο σκοπός αυτής της δημιουργίας-εγκατάστασης είναι η σταδιακή, χρονολογικά, αξιολόγηση αυτών των γονοτύπων από денδροκομική άποψη. Στην παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη κατόπιν μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν το 2017, έγινε συγκριτική αξιολόγηση πέντε γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ και Ε) φραγκοσυκιάς σχετικά με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τους. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές (αναφέρονται οι μέσες τιμές), όσον αφορά το μήκος του καρπού, την ογκομετρούμενη οξύτητα της φλούδας, τα ποσοστά των κανονικών και των ατελών σπόρων και τις χρωματικές παραμέτρους. Οι καρποί των γονοτύπων Β και Δ (80,61 mm) που δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους, ήταν μεγαλύτεροι από τους καρπούς των άλλων γονοτύπων Α, Γ και Ε (76,8 mm) που επίσης δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους. Η ογκομετρούμενη οξύτητα

φλούδας ήταν μεγαλύτερη στους γονοτύπους Α, Γ και Δ (0,071 %) και μικρότερη στους γονοτύπους Β και Ε (0,069 %). Τα ποσοστά των κανονικών σπόρων ήταν μεγαλύτερα στους γονοτύπους Α, Β και Δ, ενώ των ατελών σπόρων ήταν μεγαλύτερα στους γονοτύπους Γ και Ε, με αποτέλεσμα οι γονότυποι Γ και Ε να έχουν μεγαλύτερη αναλογία (0,48) ατελών προς κανονικούς σπόρους συγκριτικά με τους υπόλοιπους γονοτύπους Α, Β και Δ (0,32). Οι γονότυποι Γ και Ε είχαν τις μικρότερες μέσες τιμές στις χρωματικές παραμέτρους b^* , L^* , C^* και h° καθώς επίσης και τις μεγαλύτερες μέσες τιμές της παραμέτρου a^* , η οποία προσδίδει κόκκινες αποχρώσεις στη σάρκα και τη φλούδα των καρπών αυτών των γονοτύπων, ενώ πορτοκαλί αποχρώσεις που οφείλονται στις μεγάλες τιμές της παραμέτρου b^* παρατηρήθηκαν στους γονοτύπους Α, Β και Δ.

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε γονοτύπων, ως προς τη διάμετρο (49,48 mm), την χυμοπεριεκτικότητα (50,45 %) των καρπών, τη συνεκτικότητα του φλοιού (0,52 kg), τον αριθμό των σπόρων ανά καρπό (250,68), το μέσο βάρος των καρπών (109,73 g) και την αναλογία σάρκας ανά καρπό (εδώδιμο τμήμα καρπού) (65,64 %). Επίσης, όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του χυμού της σάρκας δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο pH (5,69), στα °Brix (13,3) και στη ογκομετρούμενη οξύτητα στη σάρκα (0,058 %).

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, οι καρποί και των πέντε γονοτύπων που μελετήθηκαν έχουν αξιολογικά χαρακτηριστικά. Το βάρος, το εδώδιμο τμήμα του καρπού, την περιεκτικότητα σε χυμό, το pH και τα ολικά διαλυτά στερεά που μετρήθηκαν τους καθιστούν κατάλληλους για νωπή κατανάλωση και χυμοποίηση, και ειδικά τους Γ και Ε που φέρουν τις κοκκινωπές αποχρώσεις για παραγωγή μεταποιημένων προϊόντων φραγκοσυκιάς.

Επιστημονική περιοχή: Δενδροκομία

Λέξεις κλειδιά: Φραγκοσυκιά, γονότυποι, ποιοτικά χαρακτηριστικά

Comparative study of fruit quality characteristics of five prickly pear genotypes

MS'c: Top sectors & innovative applications in the production & preservation of fruit & vegetable & floricultural products

Department of Crop Science

Laboratory of Pomology

ABSTRACT

A lot of studies have been done about the cultivation of prickly pear in different countries such as Mexico, Argentina, Texas, Italy, Morocco, Egypt, Israel, South Africa. Several years ago, these studies evaluating, from a horticultural point of view (prime-fairness, quality-productivity and relationship with each other, etc.), the abundance of prickly pear genotypes, highlighted the particularity and the importance of crop cultivation in both nutrition of the population and economy of their states. In recent years in our country, Greek producers, having estimated the significant benefits of the cultivation of the prickly pear, began to produce prickly pears using many genotypes in large rural areas. However, the non -existence of scientific evaluations related to adaptability to the different environmental conditions, the horticulture and the qualitative characteristics, was the reason for the creation of an experimental plantation on Agricultural University of Athens, with plants from various genotypes. These genotypes are from unknown varieties and from different areas. The purpose of this creation is the gradually, chronological, evaluation of these genotypes from the horticultural point of view. In this postgraduate study, a comparative assessment of five genotypes (A, B, C, D and E) of *Opuntia ficus Indica* on the qualitative characteristics of their fruits took place according to measurements that carried out in 2017. Specifically, significant differences were observed (the average values are reported) regarding the length of the fruit, the peel's titratable acidity, the percentage of empty and normal seeds and color parameters. The fruits of the genotypes B and D (80.61 mm), which did not show any differences between them, were greater than the fruits of other genotypes A, C and E (76.8 mm) which also did not show differences between them. The titratable acidity was greater in genotypes A, C and D (0.071 %) and less in genotypes B and E (0.069 %). The percentage of normal seeds was higher in genotypes A, B and D, while the percentage of empty seeds was higher at genotypes C and E, and as a result genotypes C and E had higher ratio of (0.48) imperfect to normal seeds than the other genotypes A, B and D (0.32). The genotypes

C and E presented the smallest average values in the b^* , L^* , C^* and h° color parameters, as well as the highest average values of parameter a^* , that gives the red shades to the flesh and peel of the fruits of these genotypes, while the orange shades are due to the high values of parameter b^* and were observed in genotypes A, B and D.

No significant differences between the five genotypes were observed as far as the diameter (49.48 mm), the juice content per fruit (50.45 %), the fruit flesh firmness (0.52 kg), the number of seeds (250.68) per fruit, the average weight of the fruits (109.73 g) and the flesh ratio per wrist (edible fruit section) (65.64 %). Additionally, in terms of the characteristics of the flesh juice, there were no differences in pH (5.69), °Brix (13.3) and the volumetric acidity in the flesh (0.058 %).

According to the above, of the fruits of all genotypes present valuable features. The measurements of the weight, the edible part of the fruits, the juice content, the pH values and the total soluble solids make them suitable for fresh consumption, juicing and especially the genotypes C and E that carry the red shades are ideal for production chain of various cactus pear co-products.

Scientific area: Pomology

Keywords: *Opuntia ficus*, genotypes, quality characteristics

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Παπαδάκη Ιωάννη, Αναπληρωτή Καθηγητή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για τη “μοναδική” βοήθειά του στην ολοκλήρωση αυτής της μελέτης.

Ευχαριστώ και την οικογένειά μου για την οικονομική και ψυχική συμπαράστασή της, όλο αυτό το διάστημα.

Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ABSTRACT	3
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	5
1.1. Καταγωγή και εξάπλωση της φραγκοσυκιάς	5
1.2. Χρήσεις προϊόντων φραγκοσυκιάς	6
1.2.1. Γενικά	6
1.2.2. Χρήση καρπών-σπόρων-κλαδοδίων-ανθέων	6
1.2.3. Χρήση παραδοσιακών προϊόντων	7
1.2.4. Χρήση στην ανθρώπινη υγεία.....	7
1.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά	7
1.3.1. Γενικά	7
1.3.2. Βλαστοί-οφθαλμοί-αγκάθια	7
1.3.3. Ρίζες.....	8
1.3.4. Άνθη.....	8
1.3.5. Καρποί- σπέρματα	9
1.4. Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις.....	11
1.4.1. Νερό.....	12
1.4.2. Θερμοκρασία	12
1.4.3. Ηλιακή ακτινοβολία.....	13
1.4.4. Ο όξινος μεταβολισμός των Crassulaceae	13
1.5. Παραγωγικότητα φυτείας φραγκοσυκιάς.....	15
1.6. Καλλιεργητικές πρακτικές.....	16
1.6.1. Πολλαπλασιασμός	16
1.6.2. Φύτευση.....	16
1.6.3. Λίπανση	17
1.6.4. Άρδευση.....	19
1.6.5. Έλεγχος ζιζανίων εχθρών και ασθενειών.....	20
1.7. Κλάδεμα	25
1.7.1. Γενικά	25
1.7.2. Κλάδεμα μόρφωσης.....	26
1.7.3. Κλάδεμα καρποφορίας.....	26
1.7.4. Κλάδεμα ανανέωσης.....	26

1.7.5. Θερινό κλάδεμα	26
1.7.6. Καλλιέργεια εκτός εποχής	27
1.7.7. Η τεχνική scozzolatura.....	27
1.8. Χειμερινή παραγωγή φρούτων	28
1.9. Ωρίμανση, συγκομιδή.....	29
1.9.1. Ωρίμανση καρπών.....	29
1.9.2. Κριτήρια συγκομιδής.....	30
1.9.3. Τρόποι συγκομιδής	31
1.9.4. Ποιοτικά χαρακτηριστικά	32
1.10. Συντήρηση καρπών και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί.....	33
1.10.1. Συσκευασία.....	33
1.10.2. Πρόψυξη	33
1.10.3. Βέλτιστες συνθήκες αποθήκευσης.....	33
1.10.4. Θέματα ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (CA).....	33
1.10.5. Στο λιανικό εμπόριο.....	33
1.10.6. Κρυοτραυματισμός	33
1.10.7. Παραγωγή και ευαισθησία στο αιθυλένιο.....	34
1.10.8. Ποσοστά αναπνοής.....	34
1.11. Γενετικό υλικό φραγκοσυκιάς	34
1.11.1. Ποικιλίες φραγκοσυκιάς ανά τον κόσμο και βελτίωση αυτών	34
1.11.2 Διατήρηση in situ.....	35
1.11.3. Διατήρηση ex situ	35
1.11.4. Χαρακτηριστικά γονοτύπων φραγκοσυκιάς.	37
1.12. Σκοπός της εργασίας.....	42
Κεφάλαιο 2: Υλικά και Μέθοδοι	43
2.1. Περιγραφή πειραματικής φυτείας.....	43
2.2. Καλλιεργητικές φροντίδες στον πειραματικό αγρό.	43
2.3. Συγκομιδή καρπών και προσδιορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών τους.....	43
2.3.1. Βάρος, μήκος, διάμετρος καρπών.....	43
2.3.2. Χρώμα φλοιού και σάρκας καρπών.....	43
2.3.3. Συνεκτικότητα σάρκας και φλούδας.....	44
2.4. Εκτίμηση ποιοτικών χαρακτηριστικών του χυμού.	45
2.4.1. Όγκος και βάρος χυμού.	45
2.4.2. Ολικά διαλυτά στερεά.....	45

2.4.3. pH και ογκομετρούμενη οξύτητα.....	46
2.4.4. Μετρήσεις σπερμάτων.....	46
2.5. Στατιστική επεξεργασία.....	46
Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα	47
3.1. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού	47
3.1.1. Μήκος, διάμετρος, σχέση μήκους/διαμέτρου, βάρος καρπού.....	47
3.1.2. Εδώδιμο τμήμα καρπού, παρουσία φλούδας στον καρπό.....	48
3.1.3. Συνεκτικότητα φλούδας καρπού.....	48
3.1.4. Χυμοπεριεκτικότητα καρπού και σάρκας.....	49
3.1.5. ΔΔΣ (°Brix) χυμού σάρκας, pH χυμού σάρκας, ΔΣΣ (°Brix) χυμού φλούδας, pH χυμού φλούδας καρπού.....	50
3.1.6. Ογκομετρούμενη οξύτητα σάρκας, Ογκομετρούμενη οξύτητα φλούδας, ΔΣΣ/Ο.Ο. σάρκας και ΔΣΣ/Ο.Ο. φλούδας.....	51
3.1.7. Χρωματικές παράμετροι a,b,C,L και h φλούδας.....	52
3.1.8. Χρωματικές παράμετροι a,b,C,L και h σάρκας	54
3.1.9. Κανονικοί σπόροι, ατελείς σπόροι, σπόροι ανά καρπό, ποσοστό κανονικών σπόρων και ποσοστό ατελών σπόρων.....	56
Κεφάλαιο 4: Συζήτηση – Συμπεράσματα	58
4.1. Συζήτηση	58
4.2. Συμπεράσματα	65
Ξένη Βιβλιογραφία	66
Ελληνική Βιβλιογραφία	76
Ευρετήριο Εικόνων.....	77
Ευρετήριο Πινάκων	78
Ευρετήριο Σχημάτων	79

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1. Καταγωγή και εξάπλωση της φραγκοσυκιάς

Φράγκος και συκιά...

Είναι η επικρατέστερη ετυμολογία της λέξης φραγκοσυκιά, με το *Φράγκος* να σημαίνει ή Γάλλος ή φραγμός (από τη φραγή) ή *fraga* δηλαδή φράουλα (η φράουλα έχει μικρότερα σπέρματα από το φραγκόσυκο και τρίχες που μοιάζουν με τις γλοχίδες του φραγκόσυκου) (Στρατουδάκης, 2013).

Η χρήση και η καλλιέργεια των *opuntia* χρονολογούνται από τους προϊστορικούς χρόνους, πολύ πριν φτάσουν οι Ισπανοί στην Αμερική. Οι Ινδοί χρονογράφοι ήταν οι πρώτοι που κατέγραψαν αυτά τα φυτά και τους καρπούς των, τα οποία μεταφέρθηκαν στην Ισπανία και αρχικά χρησιμοποιήθηκαν ως διακοσμητικά φυτά (Casas & Barbera, 2002). Επανήλθαν από το Μεξικό το 1515 (στο άρθρο του Fernández de Oviedo, που γράφτηκε από τους López Piñeiro et al. (1992)). Το φραγκόσυκο έφεραν στις Μεσογειακές χώρες Ισπανοί θαλασσοπόροι το 1500 μ.Χ. και έκτοτε εξαπλώθηκε γεωγραφικά σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου (Αλεξιάδης, 2000).

Διεθνώς, περίπου 100.000 εκτάρια αφιερώνονται στην εμπορική παραγωγή φραγκόσυκων. Ωστόσο, περισσότερα από 3 εκατομμύρια εκτάρια *opuntia* καλλιεργούνται σε γηγενείς βιότοπους (Barbera, 1995). Εκτιμάται ότι υπάρχουν περίπου 59.000 καλλιεργούμενα εκτάρια με φραγκοσυκίες παγκοσμίως, με το Μεξικό να κατέχει το 70% αυτών, την Ιταλία το 3,3% και όλες οι λοιπές χώρες το υπόλοιπο 26,7% (Mondragon & Bordelon, 1996).

Στο Μεξικό καλλιεργούνται εμπορικά πάνω από 77.500 εκτάρια. Το *opuntia ficus-indica* καλλιεργείται σε περισσότερες από 20 χώρες (Nobel, 1988, Nobel, 2006). Καλλιεργείται συστηματικά στο Μεξικό, στην Αλγερία, στο Μαρόκο, στην Τυνησία, στην Ιταλία, στην Ελλάδα, στην Τουρκία, στη Μάλτα, στο Ισραήλ και στη Νότια Αφρική (ΥΠΑΑΤ). Επίσης καλλιεργείται στη Χιλή και στις Η.Π.Α, με την Καλιφόρνια να είναι η πρώτη πολιτεία παραγωγής φραγκόσυκων με καλλιεργούμενες εκτάσεις πάνω από 3.000 εκτάρια (Mondragon & Bordelon, 1996).

Η Φραγκοσυκιά υπάρχει ως αυτοφυής σε αρκετές περιοχές της νότιας Ελλάδας. Οι άριστες εδαφοκλιματικές συνθήκες των νοτίων περιοχών της Ελλάδας ευνοούν την παραγωγή εξαιρετικής ποιότητας καρπών (Λιονάκης, 2000).

1.2. Χρήσεις προϊόντων φραγκοσυκιάς

1.2.1. Γενικά

Τα φραγκόσυκα παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη διατροφή στις χώρες προέλευσής τους, όπως το Μεξικό ή τη Χιλή, όπου οι αποφλοιωμένοι φρέσκοι καρποί καταναλώνονται συνήθως στο σπίτι, σε χορτοφαγικά εστιατόρια ή σε τοπικά καταστήματα υγιεινής διατροφής (Pimienta et al., 1994, Sáenz & Sepúlveda, 2001). Η βιομηχανική επεξεργασία τους παράγει μια μεγάλη ποσότητα γεωργικών υποπροϊόντων που θα μπορούσαν ενδεχομένως να χρησιμοποιηθούν ως πηγές τροφίμων στη λειτουργική βιομηχανία τροφίμων και στην πρόσφατη παγκόσμια τάση προς τη χρήση φυσικών συστατικών τροφίμων (Bensadón et al., 2010).

1.2.2. Χρήση καρπών-σπόρων-κλαδοδίων-ανθέων

Οι καρποί του γένους *opuntia* χρησιμεύουν ως πηγές φρούτων και λαχανικών, για ιατρικούς και καλλυντικούς σκοπούς, ως ζωοτροφές, για οικοδομικά υλικά και ως πηγή φυσικών χρωμάτων. Ωστόσο, πολλές από αυτές τις χρήσεις εξακολουθούν να περιορίζονται σε πολύ λίγες χώρες και υπό το φως παγκόσμιας ερημοποίησης και φθίνουσας πηγής νερού, το *opuntia* spp. αποκτά σημασία ως τρόφιμο (Flores, 1995, Sáenz et al., 2006). Οι καρποί επίσης έχουν χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή χυμών (Ennouri et al., 2006), αλκοολούχων ποτών, μαρμελάδων και φυσικών γλυκαντικών (Sáenz et al., 1998).

Οι σπόροι της *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως διατροφικοί παράγοντες (Özcan & Al Juhaimi, 2011).

Σε αρκετές μελέτες τα αιθέρια έλαια των κλαδοδίων του *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller έχουν αναλυθεί και συγκριθεί με τα αιθέρια έλαια άλλων ποικιλιών *opuntia*, συμπεριλαμβανομένων των *Opuntia littonalis* και *Opuntia prolifera* (Wright & Setzer, 2014).

Τα αφεψήματα και τα εκχυλίσματα που παρασκευάστηκαν από τα άνθη της *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller αναλύθηκαν για τη θρεπτική τους αξία (Ammar et al., 2015). Την τελευταία δεκαετία, η χρήση φυτικών εκχυλισμάτων στη διατροφή αποκτά όλο και περισσότερο ενδιαφέρον, χάρη στις ευεργετικές τους ιδιότητες (Faggio et al., 2015, Carbone & Faggio, 2016).

1.2.3. Χρήση παραδοσιακών προϊόντων

- Εκτός από την κατανάλωσή του φραγκόσυκου ως φρέσκο φρούτο, χρησιμοποιείται στο Μεξικό για την παρασκευή ενός τυπικού γλυκού που ονομάζεται «tuna cheese»
- τα τρυφερά κλαδόδια, που ονομάζονται «norlitos», καταναλώνονται συχνά σαν λαχανικά σε σαλάτες στο Μεξικό, στις νότιες ΗΠΑ, και σε ορισμένες χώρες της Κεντρικής Αμερικής (Yahia & Sáenz, 2017)
- η «Colonche» είναι ένα άλλο παραδοσιακό προϊόν. Αυτό το ποτό με χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ λαμβάνεται μέσω ζύμωσης πολτού και χυμού του φραγκόσυκου σε ξύλινα βαρέλια (Sáenz, 2000). Επειδή οι καρποί μικρού μεγέθους κάκτου είναι ακατάλληλοι για την αγορά νωπών φρούτων, πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία τους σε αλκοολούχα ποτά (Bustos, 1981).

1.2.4. Χρήση στην ανθρώπινη υγεία

Όσον αφορά τις πιθανές επιδράσεις των προϊόντων της φραγκοσυκιάς σε παράγοντες που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία έχει αναπτυχθεί αρκετή βιβλιογραφία. Τα ιατροφαρμακευτικά προϊόντα, προερχόμενα από τη φραγκοσυκιά, θεωρούνται ότι έχουν πολλαπλές ιδιότητες, όπως αντιδιαβητικές, αντιϊκές, αντιφλεγμονώδεις, αναλγητικές, υπογλυκαιμικές και αντιοξειδωτικές (Anderson, 2001, Frati et al., 1983, Fernandez et al., 1994, Medellin et al., 1998).

1.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά

1.3.1. Γενικά

Η φραγκοσυκιά (*Opuntia ficus-indica*) είναι κάκτος παχύφυτος, πολυετής και δενδρόμορφος, ο οποίος μπορεί να φτάσει σε ύψος μέχρι και τα πέντε μέτρα (Πηγή διαδικτύου 1). Ανήκει στην οικογένεια *Cactaceae*, αγγειοσπέρμων δικοτυλήδων φυτών που περιλαμβάνει 120-122 γένη και 1.600-2.000 περίπου είδη, μονοετή ή πολυετή, ποώδη φυτά (Cortazar & Nobel, 1990). Τα φυτά της οικογένειας *Cactaceae* χαρακτηρίζονται από απλό ή διακλαδιζόμενο, κυλινδρικό, σφαιρικό ή πεπλατυσμένο σαρκώδη κορμό, με βλαστούς μικρών ή μεγάλων διαστάσεων (Στρατουδάκης, 2013).

1.3.2. Βλαστοί-οφθαλμοί-αγκάθια

Οι βλαστοί είναι πεπλατυσμένοι, ονομάζονται κλαδόδια και έχουν ωσειδές ή επίμηκες σχήμα, με μήκος που φθάνει μέχρι 60-70 εκατοστά σε διάστημα περίπου 90 ημερών. Αυτό εξαρτάται κυρίως από τις υπάρχουσες ποσότητες νερού και τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά (Sudzuki et al., 1993). Αρχικά οι βλαστοί είναι πολύ

ευαίσθητοι και τρυφεροί, στη συνέχεια όμως αποκτούν σκληρό φλοιό και ξυλοποιούνται για να καταλήξουν στη διαμόρφωση του κορμού και των κλάδων. Παράλληλα ασκούν και φωτοσυνθετική λειτουργία (Πηγή διαδικτύου 1).

Στις δύο πλευρές και στην περιφέρεια των κλαδοδίων, υπάρχουν οι αρεόλες, κοιλότητες με οφθαλμούς και αγκάθια. Από τους ξυλοφόρους οφθαλμούς αναπτύσσονται νέα κλαδοδία, από τους ανθοφόρους άνθη ή ρίζες (κατά τον αγενή πολλαπλασιασμό), με τις εκάστοτε περιβαλλοντικές και λοιπές συνθήκες να παίζουν το ρόλο τους (Sudzuki et al., 1993). Στις κοιλότητες των αρεολών διακρίνουμε μικρά και μεγάλα αγκάθια. Τα μικρά αγκάθια είναι πολυάριθμα και ονομάζονται γλοχίδες. Τα μεγάλα, όπως αναφέρουν ορισμένες θεωρίες, είναι τα τροποποιημένα υποτυπώδη φύλλα του φυτού της φραγκοσυκιάς (Granados & Castafieda, 1991).

1.3.3. Ρίζες

Το ριζικό σύστημα των Cactaceae είναι πολύ περίπλοκο (Sudzuki, 1995, Snyman, 2004, Snyman, 2005) και μπορεί να ανταποκριθεί σε παρατεταμένες ξηρασίες που διακόπτονται από σποραδικές και συχνά ελαφρές βροχοπτώσεις (Nobel & Huang, 1992). Η ριζική κατανομή της φραγκοσυκιάς εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους και τις καλλιεργητικές τεχνικές (Snyman, 2005). Υπό ευνοϊκές συνθήκες εδάφους αναπτύσσεται μια κεντρική ρίζα, διεισδύοντας σχεδόν 300 mm στο έδαφος, ενώ υπό συνθήκες ξηρασίας, όπως αυτές που συναντώνται σε άνυδρες και ημιάνυδρες περιοχές, σαρκώδεις ρίζες αναπτύσσονται από την κεντρική ρίζα για να καταλάβουν τα χαμηλότερα επίπεδα του εδάφους (Sudzuki, 1995).

Κάθε χρόνο το ριζικό σύστημα ανανεώνεται. Οι νεκρές ρίζες εφοδιάζουν το έδαφος με οργανικές ουσίες που συντελούν στη θρέψη του φυτού (Στρατουδάκης, 2013).

1.3.4. Άνθη

Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα, ακτινόμορφα ή ζυγόμορφα και επίγυνα. Η ωοθήκη έχει πολλές σπερματοβλάστες, περιάνθιο με πολυάριθμα, χρωματιστά σέπαλα και πέταλα, στήμονες και ύπερο (Στρατουδάκης, 2013).

Στο αρχικό στάδιο της ανθοφορίας, τα άνθη είναι κιτρινωπά έως πορτοκαλί. Οι στήμονες ομαδοποιούνται γύρω από το στύλο στην αρχή και διαχωρίζονται μέχρι την πλήρη άνθηση. Το άνθος είναι πλήρως ανεπτυγμένο όταν το χρώμα του είναι έντονο κίτρινο. Έχει μεγαλύτερο σχήμα από αυτό των άλλων σταδίων ανθοφορίας και ξεκινά την παραγωγή νέκταρ. Στο στάδιο μετά την ανθοφορία, το άνθος κλείνει (Ammar et al., 2014).

Τα άνθη εμφανίζονται επάνω σε βλαστούς ηλικίας ενός έτους. Παρουσιάζονται επάνω σε εξογκώματα ή στην επιφάνεια που είναι περισσότερο εκτεθειμένη στον ήλιο. Σε γενικές γραμμές, τα άνθη δημιουργούνται μεμονωμένα σε κάθε εξόγκωμα. Τα νεαρά άνθη φέρουν εφήμερα φύλλα. Σε κάθε βλαστό παρουσιάζονται έως και 30 άνθη και αυτό εξαρτάται από τη θέση του βλαστού πάνω στο φυτό και από την έκθεση του στον ήλιο (Griffith, 2004).

Τα άνθη της φραγκοσυκιάς έχουν μεταβλητό μέγεθος από 3 έως 10 cm ανάλογα με την εξέλιξη της ανθοφορίας. Η διάρκεια από την έκπτυξη των οφθαλμών μέχρι την πλήρη άνθηση είναι 20 έως 40 ημέρες (Ammar et al., 2014).

1.3.5. Καρποί- σπέρματα

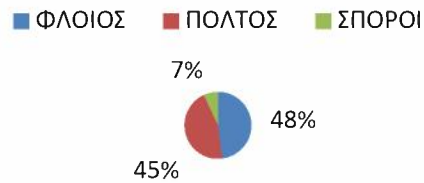
Ο καρπός είναι ψευδής ράγα και ποικίλλει σε σχήμα (ωοειδές, στρογγυλό, ελλειπτικό και επίμηκες), μέγεθος και χρώμα (κόκκινο, πορτοκαλί, μωβ, κίτρινο και πράσινο· αντίστοιχες αποχρώσεις έχει και η σάρκα). Ο φλοιός του καρπού μορφολογικά είναι παρόμοιος με εκείνον των κλαδοδίων, γιατί φέρει αρεόλες με άφθονα μικρά και μεγάλα αγκάθια. Αρκετά απ' αυτά παραμένουν ακόμα και αφού υπερωριμάσει ο καρπός (Mondragón et al., 2004, Salim et al., 2008).

Μελέτες έδειξαν ότι το μέγεθος και το σχήμα των καρπών επηρεάζονται από τον αριθμό και το βάρος των σπόρων (Barbera et al., 1994, Bukovac & Nakagawa, 1968, Barbera et al., 1995). Ο αριθμός των σπόρων ποικίλλει ανάλογα με διάφορους παράγοντες, όπως ο γονότυπος και η θέση των καρπών στο φυτό (Grant & Ryugo, 1984, Lawes et al., 1990). Οι καρποί περιέχουν συνολικά 100 έως 300 σπόρους (Barbera & Inglese, 1993, Barbera et al., 1994). Οι σπόροι του καρπού αποτελούν περίπου 10% έως 15% του πολτού (Karababa et al., 2004).

Το μέρος του καρπού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελείται από φλοιό (48–52%) και πολτό (48–52%). Ο πολτός μπορεί να υποδιαιρεθεί περαιτέρω σε σπόρους (4-7%) και στραγγισμένο πολτό (44-45%), ο δεύτερος αποτελεί τη βάση για προϊόντα καρπών και χυμών (Sawaya et al., 1983, Stintzing, 1999).

Οι παράγοντες όπως η τοποθεσία, το κλίμα, οι καλλιεργητικές φροντίδες, η λίπανση, η άρδευση και οι γονότυποι συντελούν στην διαφοροποίηση της χημικής σύστασης των καρπών (Chávez et al., 1995).

Χημική σύσταση καρπού



Εικόνα 1: Χημική σύσταση καρπού (Maryna de Wit πανεπιστήμιο του Free State) 12/2/2014.

Παράμετροι	Πηγές δεδομένων					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Υγρασία (%)	85,1	91	85-90	85,6	83,8	84,2
Πρωτεΐνες (%)	0,8	0,6	1,4-1,6	0,21	0,82	0,99
Λίπη (%)	0,7	0,1	0,5	0,12	0,09	0,24
Φυτικές Ίνες (%)	0,1	0,2	2,4	0,02	0,23	3,16
Τέφρα (%)	0,4	-	-	0,44	0,44	0,51
Ολικά Σάκχαρα (%)	-	8,1	10-17	12,8	14,06	10,27
Βιταμίνη C (mg/100g)	25	22	4,6-41	22	20,33	25,56
B-καροτίνη (mg/100g)	-	-	ίχνη	ίχνη	0,53	-
Ασβέστιο (mg/100g)	24,4	49	-	27,6	12,8	-
Μαγνήσιο (mg/100g)	98,4	85	-	27,7	16,1	-
Σίδηρος (mg/100g)	-	2,6	-	1,5	0,4	-
Νάτριο (mg/100g)	1,1	5	-	0,8	0,6	1,64
Κάλιο (mg/100g)	90	220	-	161	217	78,72
Φωσφόρος (mg/100g)	-	-	-	15,4	32,8	-
Τα δεδομένα από τις εργασίες των:						
Askar & El-Samahy, 1981 (1), Mufiozde Chavez et al., 1995 (2), Pimienta-Brrrios, 1993 (3),						
Sawaya et al., 1983 (4), Sepulveda & Sáenz, 1990 (5) , Rodriguez et al., 1996 (6).						

Πίνακας 1: Μέση χημική σύσταση καρπών φραγκοσουκιάς (Sáenz, 2013).

Ο φλοιός του καρπού αποτελείται από κολλώδεις και βλενώδεις ουσίες προστατεύοντας την υγρασία του καρπού, ειδικά, σε άνυδρες περιοχές. Διαφοροποιήσεις στη χημική σύσταση μπορεί να υπάρχουν ανάλογα με την τοποθεσία καλλιέργειας, τις καλλιεργητικές φροντίδες, την εφαρμογή των λιπασμάτων, την χρήση της άρδευσης, το κλίμα, και τις γενετικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών (Chávez et al., 1995).

Παράγοντες	Πράσινος καρπός	Μωβ καρπός	Πορτοκαλί καρπός
Υγρασία (%)	83,8	85,98	85,1
Πρωτεΐνες (%)	0,82	0,83	0,82
Λίπη (%)	0,09	0,02	-
Φυτικές Ίνες (%)	0,23	0,05	-
Τέφρα (%)	0,44	0,32	0,26
Ολικά Σάκχαρα (%)	14,06	13,25	14,8
Βιταμίνη C [mg (100g) ⁻¹]	20,33	20	24,1
B-καροτίνη [mg (100g) ⁻¹]	0,53	-	2,28
Μπεταΐνη [mg (100g) ⁻¹]	-	100	-
Ασβέστιο (mg/100g)	12,8	13,2	35,8
Μαγνήσιο (mg/100g)	16,1	11,5	11,8
Σίδηρος (mg/100g)	0,4	0,1	0,2
Νάτριο (mg/100g)	0,6	0,5	0,9
Κάλιο (mg/100g)	217	19,6	117,7
Φωσφόρος (mg/100g)	32,8	4,9	8,5

Πίνακας 2: Χημική σύσταση του εδώδιμου τμήματος καρπών της φραγκοσουκιάς (Sáenz, 2013).

Ο πίνακας 2 παρουσιάζει τη χημική σύσταση των καρπών βάσει χρώματος.

1.4. Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις

Η φραγκοσουκιά είναι φυτό ξηροφυτικό, χωρίς να έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις ως προς το έδαφος. Προτιμά ξηροθερμικά κλίματα και καλή έκθεση στο ηλιακό φως. Αναπτύσσεται ακόμα και σε αμμώδη, πετρώδη, φτωχά σε οργανική ουσία, αβαθή, ξηρά και άνυδρα εδάφη, αρκεί να έχουν καλή αποστράγγιση. Δεν αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε εδάφη που έχουν υψηλές συγκεντρώσεις σε νάτριο και βόριο. Μπορεί να καλλιεργηθεί σε βουνοπλαγιές ή τοποθεσίες όπου άλλες καλλιέργειες είναι δύσκολο έως αδύνατο να αναπτυχθούν, σε υψόμετρο μέχρι 750 μέτρα (Πηγή διαδικτύου 1).

Σύμφωνα με τον Nobel (1995), οι τέσσερις κύριοι περιβαλλοντικοί παράγοντες που καθορίζουν την καθαρή πρόσληψη CO₂ και τη συσσώρευση βιομάζας στη φραγκοσουκιά είναι η περιεκτικότητα σε νερό του εδάφους, η θερμοκρασία του αέρα, η ηλιακή ακτινοβολία και τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους, ενώ άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορεί να διαδραματίσουν δευτερεύοντες ρόλους.

1.4.1. Νερό

Αν και το φυτό είναι πολύ ανθεκτικό στην ξηρασία, αντιδρά θετικά σε χαμηλές ποσότητες βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια κρίσιμων φάσεων ανάπτυξης. Ο Nobel (1995) έδειξε κάτω από εργαστηριακές συνθήκες ότι μόλις 10mm βροχόπτωση επαρκούν για να βρέξουν το έδαφος στη ριζική ζώνη του *opuntia*, αυξάνοντας το δυναμικό του εδάφους πάνω από το δυναμικό του ριζικού νερού, οδηγώντας σε πρόσληψη νερού. Η ανοχή στην ξηρασία του *O. ficus-indica* είναι υψηλή και το φυτό μπορεί να επιβιώσει σε περιοχές που δέχονται βροχοπτώσεις μόλις 200 mm (Acevedo et al., 1983).

Ωστόσο, πρέπει να είναι σαφές ότι στα γηγενή του μεξικάνικα περιβάλλοντα, οι ετήσιες βροχοπτώσεις συγκεντρώνονται το καλοκαίρι κατά την περίοδο ανάπτυξης των καρπών και η έλλειψη νερού εμφανίζεται το χειμώνα μαζί με το καθεστώς χαμηλής θερμοκρασίας, όταν τα φυτά δεν εμφανίζουν σοβαρή ανάπτυξη. Στη λεκάνη της Μεσογείου, στη Μέση Ανατολή, στη Χιλή, στη Βόρεια και Ανατολική Αφρική, η βλαστική και η αναπαραγωγική ανάπτυξη συμβαίνει κατά τη διάρκεια μακρών, ξηρών και ζεστών καλοκαιριών με τις ετήσιες βροχοπτώσεις 500 mm να συμβαίνουν κυρίως σε ήπιους χειμώνες όταν τα φυτά δεν εμφανίζουν προφανώς ανάπτυξη (Inglese, 2009).

1.4.2. Θερμοκρασία

Αν και η θερμοκρασία γενικά δεν αποτελεί μείζονα παράγοντα που περιορίζει την ημερήσια καθαρή πρόσληψη CO₂ στη φραγκοσουκιά, η μέγιστη καθαρή πρόσληψη CO₂ εμφανίστηκε σε θερμοκρασίες ημέρας/νύχτας 25/15°C (Nobel, 1995). Όταν η θερμοκρασία ημέρας/νύχτας αυξάνεται στους 35/25°C, η ημερήσια καθαρή πρόσληψη CO₂ μειώθηκε στο 60% της μέγιστης τιμής της και μειώνεται περαιτέρω στο μηδέν σε υψηλότερες θερμοκρασίες ημέρας/ νύχτας 44/34°C (Nobel, 1995). Οι περιοχές με ήπιες θερμοκρασίες θα μπορούσαν επομένως να έχουν ταχύτερους ρυθμούς ανάπτυξης από εκείνες με εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες.

Ο μεταβολισμός του οξέος των *crassulaceae* εμφανίζει την υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα όταν ο μέσος όρος της νυκτερινής θερμοκρασίας είναι σχετικά χαμηλή, 15 °C και το εύρος ημέρας/νύχτας είναι 25/15 °C. Αυτό σημαίνει ότι όταν η περίοδος ανάπτυξης των φρούτων συμβαίνει σε ξηρές και ζεστές καλοκαιρινές συνθήκες (από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο στο Βόρειο Ημισφαίριο), η καθαρή πρόσληψη CO₂ περιορίζεται συχνότερα στο 40-60% του μέγιστου δυναμικού ρυθμού, καθιστώντας έτσι τη διαχείριση οπωρώνων κρίσιμη όσον αφορά την άρδευση και την

αραιώση των φρούτων, προκειμένου να αποκτήσουν εμπορική ποιότητα φρούτων (Nobel, 1995).

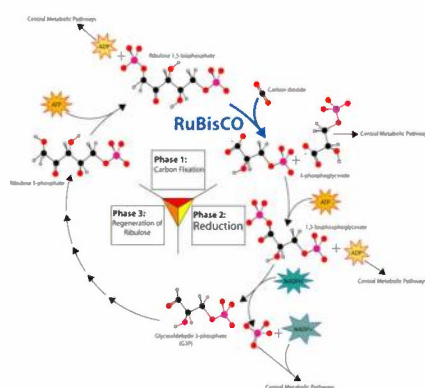
1.4.3. Ηλιακή ακτινοβολία

Για να διασφαλιστεί η υψηλή πρόσληψη CO₂ και η γονιμότητα των κλαδοδίων, είναι σημαντικό να αποφευχθεί η υπερβολική σκίαση των κλαδοδίων (Pimienta et al., 1990, Inglese, 1995).

1.4.4. Ο όξινος μεταβολισμός των Crassulaceae

Το *Opuntia ficus indica* είναι ένα φυτό CAM και καλλιεργείται σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών, με αποτέλεσμα σημαντικές διαφορές στην επιβίωση και την ανάπτυξη των φυτών και στο δυναμικό των καλλιεργειών. Η επιτυχία αυτή οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην ιδιαίτερη καθημερινή πρόσληψη CO₂ και απώλεια νερού (διαπνοή), όπου και τα δύο συμβαίνουν κυρίως τη νύχτα (<http://www.fao.org/3/i7628e/i7628e.pdf>).

Τα φυτά θεωρούνται CAM αν τα φωτοσυνθετικά τους κύτταρα έχουν την ικανότητα να αφομοιώνουν το CO₂ στο σκοτάδι μετά από ένωσή του με την φωσφοενολική μορφή του πυροσταφυλικού οξέος (PEP) μέσω της δραστηριότητας της PEP-καρβοξυλάσης. Το μηλικό οξύ που σχηματίζεται αποθηκεύεται στο χυμοτόπιο. Κατά τη διάρκεια της επόμενης φωτεινής περιόδου, το μηλικό οξύ αποκαρβοξυλιώνεται και το CO₂ ενώνεται με τη 1,5-διφωσφορική ριβουλόζη RuBP μέσω του ενζύμου καρβοξυλάσης/οξυγενάσης της 1,5-διφωσφορικής ριβουλόζης (Rubisco) μέσα στο ίδιο κύτταρο (κύκλος Calvin) (Καραμπέτσος 2004; Nobel, 1994, 2001).

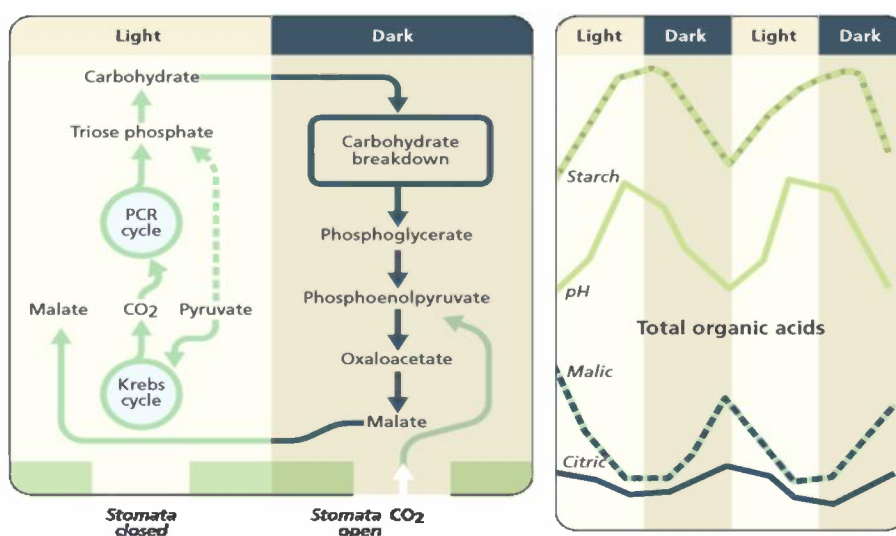


Εικόνα 2: Ο κύκλος του Calvin (<http://www.hellenica.de/Biologia/CalvinCycle.html>)

Έτσι, τα CAM φυτά, όπως τα C₄ φυτά, χρησιμοποιούν και τις δύο διαδρομές, τόσο τη C₄ σκοτεινές όσο και τη C₃ φωτεινές αντιδράσεις. Διαφέρουν όμως από τα C₄

φυτά στο ότι υπάρχει χρονικός διαχωρισμός των δύο διαδρομών στα CAM φυτά παρά τοπικός όπως στα C₄ φυτά.

Επειδή το είδος αυτό του μεταβολισμού του άνθρακα παρατηρήθηκε για πρώτη φορά σε φυτά της οικογένειας *Crassulaceae* και επειδή το CO₂ αποταμιεύεται στα χυμοτόπιά τους με τη μορφή μηλικού οξέος, η όλη διαδικασία είναι γνωστή ως «όξινο μεταβολισμός στα *Crassulaceae*» και τα φυτά που παρουσιάζουν το είδος αυτό του μεταβολισμού καλούνται συντομογραφικά CAM φυτά.



Εικόνα 3: Όξινο Μεταβολισμός των *Crassulaceae*

Και οι τρεις μηχανισμοί έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, και κάποιο φυτό μπορεί να ανταγωνισθεί με επιτυχία μόνο όταν τα οφέλη του δικού του τύπου φωτοσύνθεσης υπερκαλύπτουν άλλους παράγοντες. Για παράδειγμα,

- επειδή η πρόσληψη του ατμοσφαιρικού CO₂ σε κάποιο CAM φυτό συμβαίνει κατά τη διάρκεια της νύχτας, η ικανότητα χρησιμοποίησης του νερού στο φυτό αυτό μπορεί να είναι πολλές φορές μεγαλύτερη εκείνης των C₃ ή C₄ φυτών
- τα C₄ φυτά γενικά ανέχονται υψηλότερες θερμοκρασίες και πιο ξηρές συνθήκες από τα C₃ είδη, τα C₄ φυτά δεν μπορούν να ανταγωνισθούν επιτυχώς τα C₃ είδη σε θερμοκρασίες κάτω των 25 °C επειδή είναι πιο ευαίσθητα στο ψύχος
- τα CAM φυτά που προσαρμόζονται καλύτερα σε πολύ ξηρές συνθήκες, συντηρούν νερό κλείνοντας τα στόματά τους κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Όμως, αυτή η πρακτική μειώνει σοβαρά την ικανότητά τους να προσλάβουν και να δεσμεύσουν CO₂. Ως εκ τούτου, τα CAM φυτά αναπτύσσονται αργά και πολύ λίγο ανταγωνίζονται με C₃ και C₄ είδη κάτω από λιγότερο αντίξοες συνθήκες.

Έτσι, μέχρι κάποιο βαθμό, κάθε φωτοσυνθετικός τύπος φυτού αποτελεί θύμα του μηχανισμού του (Καραμπέτσος 2004).

1.5. Παραγωγικότητα φυτείας φραγκοσυκιάς

Η παραγωγικότητα της φραγκοσυκιάς μπορεί να αυξηθεί αυξάνοντας τον αριθμό των γόνιμων κλαδοδίων ανά φυτό και/ή αυξάνοντας τον πληθυσμό των φυτών (Inglese et al., 2002a). Αυτοί οι συγγραφείς προτείνουν 28.000 έως 30.000 καρποφόρα κλαδόδια ανά εκτάριο, δεδομένου 6 φρούτων ανά κλαδόδιο και μάζας φρούτων 100-120 g για να επιτευχθεί στοχευμένη απόδοση καρπών 20 t ha⁻¹ (Inglese & Gugliuzza, 2002). Η παραγωγικότητα της φραγκοσυκιάς είναι συνεπώς συνάρτηση του αριθμού γόνιμων κλαδοδίων ενός έτους, του αριθμού των καρπών ανά κλαδόδιο που απομένουν μετά την αραίωση καθώς και της μάζας των καρπών (Inglese, 1995).

Οι καρποί παράγονται μετά τα 3 χρόνια από τη φύτευση της φραγκοσυκιάς. Η πλήρης παραγωγή καρπών γίνεται μετά από τα 7 χρόνια και η καρποφορία μπορεί να διαρκέσει 25 με 30 χρόνια ανάλογα με τις καλλιεργητικές πρακτικές (Yaseen et al., 1996, Inglese & Gugliuzza, 2000). Τα περισσότερα από τα άνθη εμφανίζονται σε κλαδόδια ενός έτους, ενώ τα νέα κλαδόδια συνήθως αναπτύσσονται σε κλαδόδια δύο ετών ή μεγαλύτερων (Inglese et al., 1994, Wessels et al., 1988a, Sudzuki & Hills, 1995). Ένα ώριμο φυτό κάκτων παράγει νέους καρπούς και κλαδόδια κάθε χρόνο σε αναλογία 4:1 (Barbera & Inglese, 1993).

Αν και τα περισσότερα (80-90%) επάκρια κλαδόδια ενός έτους φέρουν καρπούς και αντιπροσωπεύουν το 90% της απόδοσης, η γονιμότητά τους εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, την ηλικία των φυτών και τη συσσώρευση ξηρής ύλης (Cortazar & Nobel, 1990, Inglese et al., 2002b, Inglese & Gugliuzza, 2002).

Σύμφωνα με τον Wessels (1988d), ο πρωταρχικός δείκτης της προσαρμοστικότητας μιας ποικιλίας σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον είναι η απόδοση του καρπού του. Τόσο οι διεθνώς όσο και οι τοπικά αναφερθείσες αποδόσεις της φραγκοσυκιάς ήταν πολύ μεταβλητές (Pimienta et al., 1994, Inglese et al., 1995a). Η απόδοση των φρούτων κυμαίνεται από 1-5 t ha⁻¹ όπου χρησιμοποιούνται παραδοσιακές μέθοδοι

καλλιέργειας, αλλά μπορεί να φτάσει τους 15-30 t ha⁻¹ με εντατικές πρακτικές οπωρώνων κάτω από συνθήκες βροχής 400-600 mm ετησίως (Monjauze & Le Houerou, 1965).

1.6. Καλλιεργητικές πρακτικές

1.6.1. Πολλαπλασιασμός

Πολλά είδη της οικογένειας κάκτων (Cactaceae) μεγαλώνουν εύκολα είτε από σπόρους, είτε στην περίπτωση επιλεγμένων κλώνων, από μοσχεύματα (Lewis, 2008). Έχουν δημοσιευτεί αρκετές αναφορές που περιγράφουν και τον μικροπολλαπλασιασμό (in vitro) στην φραγκοσουκιά (Johnson, 1979, García, 2005). Σε ορισμένες περιπτώσεις τα νέα φυτά αργούν να αναπτυχθούν ή ακόμα να είναι ανίκανα να επιβιώσουν, εκτός εάν εμβολιαστούν. Επίσης εμβολιάζονται και οι αργά αναπτυσσόμενες ποικιλίες για να αυξηθεί ο ρυθμός ανάπτυξής τους.

Τα είδη εμβολιασμού που χρησιμοποιούνται για τα είδη Cactaceae είναι πρακτικά εύκολα, καθώς είναι τόσο απλά διαχειριζόμενα, όσο θα μπορούσε να είναι ένας οποιοδήποτε εμβολιασμός σε άλλα είδη. Συνήθως οι εμβολιασμοί ονομάζονται επίπεδοι (flat) ή butt. Συνίστανται στην πραγματοποίηση επίπεδης εγκάρσιας κοπής τόσο στο υποκείμενο όσο και στο εμβόλιο ώστε να ταιριάζουν οι καμβιακές περιοχές. Ασυνήθιστα, η επιλογή του υποκειμένου στα είδη Cactaceae δεν περιορίζεται από εκτιμήσεις συμβατότητας μεταξύ διαφορετικών γενών. Οι συνδυασμοί όμως βασίζονται κυρίως σε άλλους παράγοντες, όπως το κλίμα της περιοχής και τις καλλιεργητικές τεχνικές.

Το *Opuntia compressa* είναι ένας τύπος φραγκοσουκιών με μέτρια ανάπτυξη που είναι ανθεκτικός στο κρύο και έχει μεγάλη διάρκεια ζωής. Τα κλαδόδια του σε σχήμα κουπιού πολλαπλασιάζονται εύκολα με μοσχεύματα (Lewis, 2008). Κατά τον πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα τα κλαδόδια τοποθετούνται κατά το ένα δεύτερο έως ένα τρίτο του μεγέθους τους σε κατάλληλο, με καλή αποστράγγιση, υπόστρωμα, αμμώδες έδαφος ή μίγμα εδάφους με άλλα υλικά, όπως τύρφη, περλίτη κτλ., όπου και διατηρούνται, με ελάχιστη άρδευση, μέχρι τη ριζοβόλησή τους (Πηγή διαδικτύου 2).

1.6.2. Φύτευση

Η εγκατάσταση της φυτείας προϋποθέτει την ισοπέδωση του εδάφους, φρεζάρισμα και εφαρμογή βασικής λίπανσης. Οι αποστάσεις φύτευσης που συστήνονται είναι πέντε μέτρα μεταξύ των γραμμών και πέντε μέτρα μεταξύ των φυτών επί της γραμμής

ώστε τα δέντρα να μην ενώνονται μεταξύ τους και να διευκολύνονται οι διάφορες καλλιεργητικές εργασίες, όπως το κλάδεμα, το αραίωμα καρπών, η συγκομιδή κλπ. Με αυτό το σύστημα φύτευσης φυτεύονται περίπου 40 φυτά ανά στρέμμα. Ωστόσο, ο καλλιεργητής μπορεί να επιλέξει διαφορετικό σύστημα φύτευσης, όπως η φύτευση σε μικρότερες αποστάσεις επί της γραμμής για δημιουργία φρακτών μεταξύ των διαδρόμων. Ο προσανατολισμός των επίπεδων πλευρών των μοσχευμάτων κατά τη φύτευση από βορρά προς νότο μεγιστοποιεί την εκμετάλλευση του ηλιακού φωτός από τα φυτά. Η φύτευση είναι προτιμότερο να γίνεται την άνοιξη αφού παρέλθει ο κίνδυνος για παγετούς (Πηγή διαδικτύου 1).

1.6.3. Λίπανση

Έχουν γίνει έρευνες σε τοπικό και διεθνές επίπεδο σχετικά με την επίδραση των λιπασμάτων στην απόδοση των καρπών στη φραγκοσυκιά. Ωστόσο, τα αποτελέσματα διαφέρουν και η εφαρμογή τους στα πολλά διαφορετικά είδη *oruntia* που καλλιεργούνται υπό διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες σε διαφορετικές χώρες είναι αμφισβητήσιμη (Inglese et al., 1995a).

Ορισμένες μελέτες σχετικά με μακροστοιχεία έχουν επικεντρωθεί στην επίδραση του N στην παραγωγή καρπών στη φραγκοσυκιά. Αυτό οφείλεται πιθανώς στη σημαντική του επίδραση στην άνθηση. Επίσης

- μπορεί να επιτευχθεί αύξηση του αριθμού ανθέων αν γίνει ένας επιπλέον ψεκασμός με την εφαρμογή N αμέσως μετά την απομάκρυνση της θερινής συγκομιδής (Nerd et al., 1991a, 1993, Brutsch & Scott, 1991). Οι Nerd et al. (1989) έδειξαν ότι όταν τα φυτά ποτίζονται και λιπαίνονται με N, P, K, εμφανίζεται μια φθινοπωρινή έκπτυξη ανθέων και οι προκύπτοντες καρποί ωριμάζουν στα τέλη του χειμώνα
- έχει αποδειχθεί ότι η συγκέντρωση N στα κλαδόδια σχετίζεται με τον αριθμό των ανθέων που σχηματίζονται (Nerd et al., 1993)
- οι Nerd & Mizrahi (1995a) διαπίστωσαν περαιτέρω ότι η απόκριση της ανθοφορίας στο N επηρεάζονταν από την ηλικία των φυτών, καθώς η απόδοση των ανθέων το φθινόπωρο ήταν υψηλότερη στα νεότερα φυτά (<6 ετών) από ό,τι στα μεγαλύτερης ηλικίας φυτά
- τα υψηλότερα επίπεδα N (200 kg ha⁻¹) οδήγησαν σε υπερβολική βλαστική ανάπτυξη, καθιστώντας δύσκολη τις πρακτικές διαχείρισης οπωρώνων, όπως

το κλάδεμα και τον έλεγχο εντόμων αυξάνοντας παράλληλα το κόστος της καλλιέργειας (Potgieter & Mkhari, 2000)

- οι Claassens & Wessels (1997) ανέφεραν τη βέλτιστη απόδοση φρούτων σε 0,94-0,96% N στα κλαδοδία, αν και οι ποσότητες που θα εφαρμοστούν εξαρτώνται από την κατάσταση γονιμότητας του εδάφους
- η ηλικία των κλαδοδίων, η θέση τους στο φυτό και ο τύπος ιστού (παρέγχυμα και χλωρέγχυμα), επηρεάζουν τη συγκέντρωση N στους φυτικούς ιστούς που κυμαίνεται από 0,6% έως 2,5% (Nerd & Nobel, 1995)
- επιπλέον, η συγκέντρωση θρεπτικών ουσιών σε κλαδοδία ποικίλλει ανάλογα με το φορτίο και την εποχή εμφάνισης των καρπών (Inglese, 1995). Οι συγκεντρώσεις N υψηλότερες από 2,2% σε κλαδοδία δύο και τριών ετών μπορεί να μειώσουν τη γονιμότητά των, την ανάπτυξη και την ωρίμανση των καρπών (Inglese, 1995, Inglese et al., 2002a).

Ορισμένοι ερευνητές, όσον αφορά την απόδοση, έχουν δείξει μια συσχέτιση μεταξύ του P και των καρπών (Gathaara et al., 1989, Nerd et al., 1989, Pimienta et al., 1994, Claassens & Wessels, 1997), παρόλο που ο ρόλος του P δεν έχει αποδειχθεί ξεκάθαρα (Gugliuzza et al., 2002).

Ο Nobel (1995) ανέφερε ότι το P, K και B σπάνια είναι σημαντικοί περιοριστικοί παράγοντες στην ανάπτυξη καρπών φραγκοσουκιάς. Επιπλέον, οι Claassens & Wessels (1997) έδειξαν ότι το P δεν είχε επίδραση στην απόδοση καρπών φραγκόσουκου υπό συνθήκες ξηρού εδάφους, αυτό εξαρτάται από την κατάσταση του εδαφικού P.

Το μαγνήσιο (Mg) έχει αποδειχθεί ότι συσχετίζεται με την καρποφορία (Inglese & Pace, 1999), ενώ οι Karim et al. (1998) βρήκαν μια στενή σχέση μεταξύ της γονιμότητας του κλαδοδίου και της περιεκτικότητάς του σε Mg.

Οι Claassens & Wessels (1997) έδειξαν ότι ακόμη και όταν ο δολομιτικός ασβέστης εφαρμόζεται στο έδαφος και δεν έχει υποστεί επεξεργασία, έχει θετική επίδραση στην απόδοση των καρπών. Η αποτελεσματική χρήση του δολομιτικού ασβέστη σχετίζεται πιθανώς με το πολύ ρηχό ριζικό σύστημα του κάκτου που του επιτρέπει να τον χρησιμοποιεί.

Μπορεί, επίσης, να εφαρμοστεί κοπριά η οποία, πέρα από τα θρεπτικά στοιχεία που παρέχει, βελτιώνει τις εδαφικές συνθήκες της καλλιέργειας.

Ενδεικτικά, για ένα εκτάριο πλήρως ανεπτυγμένης φυτείας συστήνεται η εφαρμογή βασικής λίπανσης κατά την περίοδο Μαρτίου με 20 κιλά τριπλού υπερφωσφορικού

λιπάσματος (0-44-0), 20 κιλά θεικού καλίου (0-0-50) και 25 κιλά θεικής αμμωνίας (21-0-0), ενώ κατά την περίοδο αύξησης του καρπού, δηλαδή τον Ιούνιο, η εφαρμογή 30 κιλών νιτρικής αμμωνίας (34,5-0-0) ή σε περίπτωση μη ασβεστούχων εδαφών, 60 κιλών νιτρικού ασβεστίου (15-0-0+26% CaO), σε πολλές μικρές δόσεις. Σε περίπτωση χρήσης άλλων τύπων λιπασμάτων, γίνονται και οι ανάλογες τροποποιήσεις στις ποσότητες. Ωστόσο, για μια ορθολογική λίπανση συστήνεται να πραγματοποιούνται αναλύσεις νερού και εδάφους (Πηγή διαδικτύου 1).

1.6.4. Άρδευση

Οι Garcia de Cortazar & Nobel (1992), οι Barbera & Inglese (1993) και οι Mulas & D'Hallewin (1997) ανέφεραν την ευεργετική επίδραση της άρδευσης στην ανάπτυξη:

- των φυτών
- τον αριθμό κλαδοδίων και
- το συνολικό μέγεθος του φυτού.

Τόσο η γονιμότητα των κλαδοδίων όσο και η ανάπτυξη των καρπών ωφελούνται από την άρδευση. Η εφαρμογή 2-3 αρδεύσεων (60-100 mm) κατά την ανάπτυξη των καρπών αύξησε την απόδοση, το μέγεθος των καρπών και το ποσοστό του πολτού των καρπών (Barbera, 1994). Σύμφωνα με τους Nerd et al. (1989), η αναστολή της άρδευσης κατά τη διάρκεια του χειμώνα όταν οι ετήσιες βροχοπτώσεις είναι χαμηλότερες από 300 mm, θα οδηγήσουν σε σημαντική μείωση της γονιμότητας των κλαδοδίων και την καθυστέρηση της έκπτυξης των οφθαλμών την άνοιξη.

Σε ημι-άνυδρες και με χαμηλές βροχοπτώσεις περιοχές, οι Inglese et al. (2002a) προτείνουν χαμηλές ημερήσιες ποσότητες άρδευσης για να εξασφαλιστούν υψηλές αποδόσεις και επαρκής ανάπτυξη καρπών. Ομοίως οι Mulas & D'Hallewin (1997) αναφέρουν ότι η απόδοση καρπών ανά φυτό ήταν σημαντικά υψηλότερη σε ποτισμένα από ό,τι σε μη ποτισμένα αγροτεμάχια και αποδίδουν την υψηλότερη απόδοση στον υψηλότερο αριθμό καρπών ανά κλαδόδιο παρά στην αύξηση της μάζας φρούτων. Αν και το φυτό είναι πολύ ανθεκτικό στην ξηρασία, αντιδρά θετικά σε χαμηλές ποσότητες βροχοπτώσεων ή άρδευσης κατά τη διάρκεια κρίσιμων φάσεων ανάπτυξης. Ωστόσο, οι οικονομικά εφικτές αποδόσεις καρπών υπό συνθήκες ξηράς γης μπορούν να επιτευχθούν μόνο σε περιοχές με βροχοπτώσεις άνω των 300 mm (Barbera, 1984, Nerd et al., 1989, Sudzuki-Hills et al., 1993, Inglese et al., 2002a).

1.6.5. Έλεγχος ζιζανίων εχθρών και ασθενειών

Η ευαισθησία του φυτού στον ανταγωνισμό ζιζανίων οφείλεται στο πολύ ρηχό ριζικό σύστημα (Felker & Russel, 1988, Snyman, 2005), όπου ανταγωνίζεται στο ίδιο επίπεδο εδάφους με τα ζιζάνια για θρεπτικά συστατικά και νερό. Οι Nobel και De la Barrera (2003) έδειξαν ότι το 95% των ριζών των ώριμων φυτών αναπτύσσονται σε βάθος εδάφους 40-470 mm, ενώ ο Snyman (2006a) αναφέρει ότι οι ρίζες μπορούν να εξαπλωθούν σε απόσταση 2,5 μέτρων από το στέλεχος του φυτού σε 2 χρόνια.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες μέθοδοι ελέγχου ζιζανίων, αλλά η καλλιέργεια του εδάφους πρέπει να περιοριστεί στο ελάχιστο, προκειμένου να αποφευχθεί η καταστροφή του ρηχού ριζικού συστήματος. Ο έλεγχος ζιζανίων εκτελείται καλύτερα σε ένα πρώιμο στάδιο ανάπτυξης της φραγκοσυκιάς, όταν ο ανταγωνισμός είναι ελάχιστος (Wessels, 1988a, Inglese, 1995).

1.6.5.1. Χημικός έλεγχος ζιζανίων

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια σειρά από ζιζανιοκτόνα, αλλά οι αγρότες καλούνται να χρησιμοποιούν μόνο προϊόντα που είναι καταχωρημένα στις αντίστοιχες χώρες τους, ειδικά όταν ο καρπός παράγεται για εξαγωγή. Τα ζιζάνια πρέπει κατά προτίμηση να ελέγχονται σε 1-1,5 m και στις δύο πλευρές των σειρών φύτευσης (Potgieter, 2001), όπου ο κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους είναι περιορισμένος (Brutsch, 1979). Έτσι μπορεί να πραγματοποιηθεί πλήρης έλεγχος ζιζανίων μεταξύ σειρών (Felker et al., 2005).

1.6.5.2. Μηχανικός έλεγχος ζιζανίων

Σε μικρότερα ή πιο παραδοσιακά γεωργικά συστήματα με περιορισμένη εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, το έδαφος μεταξύ των σειρών των φυτών μπορεί να οργωθεί για να καταπολεμηθούν τα ζιζάνια (Nasr, 2015, Tudisca et al., 2015).

Προτιμάται ο έλεγχος ζιζανίων με μηχανικά μέσα όταν τα φυτά φραγκοσυκιάς είναι νεαρά λόγω της ευαισθησίας τους στα ζιζανιοκτόνα (Potgieter, 2007).

Σε τετράγωνα συστήματα φύτευσης, ο έλεγχος των ζιζανίων παραμένει χειροκίνητος, επειδή αυτό το σύστημα δυσκολεύει την εργασία με συνηθισμένα εργαλεία αγροκτήματος μεταξύ των δέντρων (Inglese & Barbera, 1993).

Αν και ο μηχανικός έλεγχος ζιζανίων δεν είναι ιδανικός, είναι καλύτερος παρά κανένας έλεγχος ζιζανίων (Felker & Russel, 1988).

1.6.5.3. Μόνιμες λωρίδες

Όπου φυτεύονται οπωρώνες κατά μήκος πλαγιών, συνιστάται η συντήρηση μιας λωρίδας χόρτου που κόβεται τακτικά ανάμεσα σε σειρές για να αποφευχθεί η διάβρωση του εδάφους (Potgieter, 2001). Τα ζιζάνια μπορούν να κοπούν και να αφεθούν στην επιφάνεια του εδάφους ως στρώμα για τη διατήρηση της υγρασίας και τη μείωση της ανάπτυξης των ζιζανίων (Inglese, 1995).



Εικόνα 4: Μόνιμες λωρίδες ζιζανίων (Cultivation and production potential of cactus pear cultivars, Herman Dr Fouché 2010)

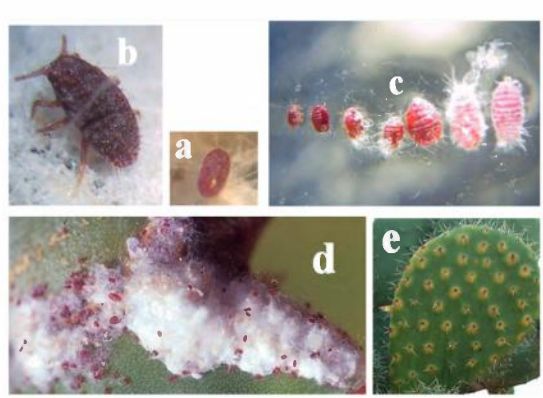
1.6.5.4. Έλεγχος παρασίτων

Περισσότερα από 160 είδη εντόμων είναι επιβλαβή για τα φυτά κάκτων (Dodd, 1940, Mann, 1969, Zimmerman & Granata, 2002) και είναι σε μεγάλο βαθμό ξενιστές άλλων φυτών. Το 75% όλων των εντόμων που παρασιτούν στους κάκτους παρασιτούν σε εσωτερικούς ιστούς του φυτού (Zimmerman & Granata, 2002).

1.6.5.5. Έντομα

1.6.5.5.1. Κοχενίλλη (*Dactylopius opuntiae*, Homoptera: *Dactylopiidae*).

Θεωρείται ίσως το πιο σημαντικό έντομο σε οπωρώνες κάκτων παγκοσμίως. Απορροφά το χυμό από τα κλαδόδια και τους καρπούς. Ανάλογα με τη σοβαρότητα της προσβολής, ο κορμός μπορεί επίσης να πεθάνει. Για τον έλεγχο, οι προνύμφες πρώτου σταδίου είναι ο πιο ευάλωτος και ο ευκολότερος στόχος. Καταπολεμάται με απορρυπαντικό πιάτων και νερό ή με απομάκρυνση των ενήλικων με το χέρι ή με κλάδεμα (Πηγή διαδικτύου 3).



Εικόνα 5: Άγρια Cochineal, *Dactylopius opuntiae*. Στάδια ζωής: a) αυγό, b) ενήλικο, c) διαφορετικά στάδια προνύμφης, d) αποικία αρκετών ενηλίκων θηλυκών και ορισμένων προνυμφών, και e) ζημιά σε ένα κλαδόδιο.

1.6.5.5.2. Λεπιδόπτερα

Το *Cactoblastis cactorum*, το *Olycella nephelopsa*, το *Megastis cyclades* και το *Metapleura potosi* είναι τέσσερα από τα πιο σημαντικά παράσιτα των φυτών των κάκτων.

Η *Metapleura* εισβάλλει στους καρπούς, από τα κλαδόδια χωρίς να αφήνει ίχνος σημείου εισόδου (Mena Covarrubias, 2013).

Ο στόχος του ελέγχου για όλα αυτά τα παράσιτα είναι οι πρόσφατα εκκολαφθείσες προνύμφες, αλλά η περίοδος επέμβασης ποικίλλει από μία μόνο ημέρα (*Cactoblastis*) έως μερικές ημέρες (στα άλλα είδη). Τα αυγά του *Cactoblastis* είναι ο ευκολότερος στόχος, γιατί είναι εύκολο να εντοπιστούν αφού παραμένουν για τουλάχιστον 3 εβδομάδες πριν από την εκκόλαψή τους (Mann, 1969).

1.6.5.5.3. Cactus weevils (Curculionidae)

Το cactus weevil (*Metamasius spinolae*), το weevil «shot hole» (*Gerstaeckeria* spp.) και το weole weevil (*Cylindrocopturus biradiatus*) είναι τρία από τα πιο σημαντικά παράσιτα των *Curculionidae* για τα φυτά κάκτων.

Τα ενήλικα είναι το μόνο στάδιο που ζουν εξωτερικά και για αυτόν τον λόγο είναι ο κύριος στόχος του ελέγχου. Ωστόσο, το κλάδεμα θα μπορούσε να είναι μια εξαιρετική επιλογή για τον έλεγχο των *Gerstaeckeria* και *Cylindrocopturus* larvae και pupae κατά τους χειμερινούς μήνες.

1.6.5.5.4. Σκαθάκια Longhorn (Cerambycidae)

Αυτή η ομάδα αντιπροσωπεύεται από το γένος *Moneilema* (το *M. variolaris* είναι ένα από τα πιο κοινά είδη στους σπρωφώνες κάκτων). Μπορούν να προκαλέσουν

μεγάλη βλάβη και μόνο δύο ή τρεις προνύμφες στη βάση μιας φραγκοσυκιάς, πλήρους μεγέθους, μπορεί να προκαλέσουν την κατάρρευση ολόκληρου του φυτού. Τρέφονται κυρίως με νεαρά φυτά και ενέχουν τον ίδιο κίνδυνο βλάβης με το *Weamil Metamasius*. Το στάδιο των ενηλίκων είναι ο στόχος του ελέγχου, επειδή οι προνύμφες είναι δύσκολο να εντοπιστούν και να ελεγχθούν μέσα στα φυτά.

1.6.5.5. Βρωμούσες

Υπάρχουν πολύ λίγα έντομα με μασητικά στοματικά μόρια που προσβάλουν τη φραγκοσυκιά (Dodd, 1940). Τα γένη των Plant-sucking bugs είναι τα *Chelinidea* και *Narnia*, καθώς και το mirid red bug (*Hesperolabops*) είναι τα πιο αντιπροσωπευτικά. Αυτά τα έντομα ενέχουν μικρότερο κίνδυνο βλάβης στα φυτά κάκτων σε σύγκριση με τα έντομα που περιγράφονται παραπάνω.

Οι στόχοι του ελέγχου για τις βρωμούσες που απορροφούν το χυμό από τον κάκτο είναι τόσο τα ενήλικα όσο και τα νεαρά άτομα, επειδή βρίσκονται έξω, στην επιφάνεια του φυτού. Τα πρόσφατα εκκολαφθέντα έντομα είναι πιο ευαίσθητα σε παράγοντες ελέγχου.

1.6.5.6. Ασθένειες

Η φραγκοσυκιά (*Opuntia ficus-indica* [L.] Mill.) πάσχει από πολλές βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις. Είναι βέβαιο ότι οι περισσότερες από τις μολυσματικές ασθένειες προκαλούνται από μύκητες, ενώ ένας πολύ μικρός αριθμός βακτηρίων, φυτοπλάσμάτων και ιών αναφέρεται ως παθογόνα.

1.6.5.6.1. Ασθένειες που προκαλούνται από μύκητες

Black spot (μαύρη κηλίδα). Μετά την περίοδο των βροχών εντοπίζουμε και εξαλείφουμε τα κλαδόδια στο πρώτο σημάδι των συμπτωμάτων της νόσου. Υιοθετούμε το προληπτικό κλάδεμα για να επιτρέψουμε καλό εξαερισμό. Εφαρμόζουμε μυκητοκτόνα με βάση το χαλκό λίγο πριν την περίοδο των βροχών.

Cladode & fruit rot (σήψη κλαδοδίων και καρπών). Αποφεύγουμε τα τραύματα, αφαιρούμε και καταστρέφουμε τα νοσούντα δείγματα. Η εφαρμογή μυκητοκτόνων (tiabendazole και tiofanatmetil) αποδείχθηκε αποτελεσματική για τη μείωσή της.

Alternaria dry rot (επιφανειακή ξηρή σήψη της φλούδας, με μαύρο χρώμα). Ψεκάζουμε με μυκητοκτόνο, όπως χαλκό, μανκοζίτη και ιπροδιόνη, για αποτελεσματικό έλεγχο της νόσου, ειδικά μετά το χαλάζι. Εφαρμόζουμε επεξεργασία ζεστού νερού για αποτελεσματικό έλεγχο της νόσου μετά τη συγκομιδή.

Armillaria root & stem rot (η σήψη της ρίζας και των στελεχών). Συνιστάται να μην καλλιεργούμε σε έδαφος που έχει μολυνθεί από αυτόν τον μύκητα για 2-3 χρόνια και να αφαιρούμε ρίζες προηγούμενων καλλιεργειών. Ο αποτελεσματικός χημικός έλεγχος της νόσου δεν είναι ακόμη διαθέσιμος.

Cottony rot (βαμβακερή σήψη στα κλαδόδια). Αφαιρούμε και καταστρέφουμε τα μολυσμένα κλαδόδια. Είναι πρωταρχικής σημασίας τα σκληρώτια να μην αγγίζουν το έδαφος όπου μπορούν να παραμείνουν ζωντανά για πολλά χρόνια.

Rust (σκουριά, Γνωστό ως «Roya»). Καθώς το σημείο σκουριάς στεγνώνει, μια τρύπα αναπτύσσεται στο κλαδόδιο. Αφαιρούμε και θάβουμε τα μολυσμένα κλαδόδια.

Scaly rot. Μια ξηρή σήψη που αναπτύσσει μια φολιδωτή εμφάνιση στη βάση των κλαδοδίων (Souza et al., 2010). Αφαιρούμε τα μολυσμένα φυτά για να μειώσουμε την ποσότητα μολυσματικών γειτονικών φυτών.

Phytophthora foot rot (σήψης του λαιμού). Εδάφη πηλώδη όπου τα στάσιμα νερά είναι επιρρεπή στο να φιλοξενούν το *Phytophthora*. Για το λόγο αυτό, καλλιεργούμε τις φραγκοσυκιές σε καλά στραγγισμένα εδάφη.

Pythium crown & stem rot (σκούρες κακώσεις στο ύψος του λαιμού του κλαδοδίου που επεκτείνονται προς τα πάνω). Αποφεύγουμε την υπερβολική ποσότητα νερού και διατηρούμε καλή αποστράγγιση του εδάφους.

Fusarium root rot (σήψη της ρίζας). Φυτεύουμε σε καλά στραγγισμένα εδάφη και μειώνουμε τη συμπίεση του εδάφους.

Grey mould. Αποφεύγουμε τις πληγές κατά τη συγκομιδή και μετά τη συγκομιδή.

Penicillium fruit rot (σήψη καρπών). Θεωρείται ως μια σημαντική ασθένεια μετά τη συγκομιδή. Ελέγχουμε την ασθένεια με προσεκτική συλλογή και χειρισμό των καρπών για μείωση της φθοράς της φλούδας. Στις συσκευασίες και στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης, οι υγειονομικές πρακτικές μπορεί να αποτρέψουν την εξάπλωση των ασθενών φρούτων και να μειώσουν την ποσότητα του *inoculum*.

Macrophomina soft rot (μαλακή σήψη). Μέχρι σήμερα, δεν έχει γίνει έρευνα σχετικά με τον έλεγχο αυτής της ασθένειας.

1.6.5.6.2. Βακτηριακές ασθένειες

Black soft rot (Μαύρη μαλακή σήψη). Αφαιρούμε και καταστρέφουμε τα μολυσμένα τμήματα. Ψεκάζουμε αμέσως με ενώσεις χαλκού σε καταστάσεις υψηλού κινδύνου, όπως μετά από ένα μεγάλο συμβάν ανέμου ή χαλαζιού.

Crown gall (χοληδόχος κεφαλή). Δεν φυτεύουμε ευαίσθητες ποικιλίες σε εδάφη που είναι γνωστό ότι είναι μολυσμένα με αυτό το παθογόνο. Η προληπτική αντιμετώπιση των μοσχευμάτων με τον μη παθογόνο οργανισμό βιολογικού ελέγχου *A. radiobacter* είναι ένα σχετικά φθινό και αποτελεσματικό μέσο διαχείρισης της ανάπτυξης της χοληδόχου κεφαλής σε εμπορικές δραστηριότητες.

1.6.5.6.3. Φυτόπλασμα και ιολογικές ασθένειες

Μία από τις πιο σοβαρές ασθένειες στους οπωρώνες φραγκοσυκιάς που αναφέρονται στο Μεξικό είναι συνήθως γνωστή ως engrosamiento de cladodios (cladode enlargement) ή macho (Pimienta Barrios, 1990). Πρόσφατα παρατηρήθηκαν στο Μεξικό, Νότια Αφρική και Ιταλία συμπτώματα παραμόρφωσης και πάχυνσης των κλαδοδίων, μωσαϊκό, κιτρίνισμα, πολλαπλασιασμός και παραμόρφωση των καρπών της φραγκοσυκιάς, αλλά ο αιτιώδης παράγοντας αποδόθηκε στο μεξικάνικο στέλεχος virescence-16SrXIII phyto-plasma (Suaste Dzul et al., 2012b).

Οι Felker et al. (2010) ανέφεραν ότι στην Καλιφόρνια η νόσος της διεύρυνσης των κλαδοδίων προκαλείται από τον ιό του tobacco busy top. η συνμόλυνση μεταξύ του φυτοπλάσματος και του ιού έχει επιβεβαιωθεί σε αυτό το σύνδρομο.

Το φυτόπλασμα και οι ιογενείς ασθένειες αυτής της καλλιέργειας είναι δύσκολο να ελεγχθούν λόγω της έλλειψης επιστημονικών μελετών σχετικά με την ευαισθησία της καλλιέργεια από τα έντομα.

Στην φραγκοσυκιά συχνά αναφέρονται ανωμαλίες που προέρχονται από περιβαλλοντικούς, ατμοσφαιρικούς ή εδαφικούς παράγοντες, από γενετικές ανωμαλίες και από τη μη σωστή χρήση των φυτοφαρμάκων. Περισσότερες πληροφορίες αναφέρονται από τους Granata & Sidote (2002) (Πηγή διαδικτύου 3).

1.7. Κλάδεμα

1.7.1. Γενικά

Η επιλογή ενός κατάλληλου συστήματος κλαδέματος στη φραγκοσυκιά σχετίζεται στενά με το σύστημα φύτευσης, τη διάταξη και το διάστημα που επιλέγονται κατά τη φάση προγραμματισμού.

Ο κύριος λόγος για το κλάδεμα στη φραγκοσυκιά είναι να διασφαλιστεί η μέγιστη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία (PAR) στα επάκρια κλαδόδια. Άλλα οφέλη του κλαδέματος περιλαμβάνουν: ελεγχόμενο μέγεθος φυτού, αυξημένη απόδοση καρπών, βελτιωμένο μέγεθος καρπών, ευκολότερη ανίχνευση και έλεγχο επιβλαβών

οργανισμών, ευκολότερη συγκομιδή και αναζωογόνηση παλαιών φυτών (Hester & Cacho, 2003, Inglese et al., 2009, Inglese et al., 2010).

Μεταξύ 20 και 50% των ετήσιων κλαδοδίων πρέπει να αφαιρεθούν με το κλάδεμα (Oelofse et al., 2006). Ωστόσο, το υπερβολικό κλάδεμα θα μειώσει την απόδοση και θα συμβάλει στην ισχυρή βλαστική ανάπτυξη την επόμενη σεζόν (Inglese et al., 2002b). Όλα τα νοσούντα, μικρά και κατεστραμμένα κλαδόδια πρέπει να αφαιρεθούν.

1.7.2. Κλάδεμα μόρφωσης

Το κλάδεμα μόρφωσης ξεκινά το πρώτο έτος εγκατάστασης και αλλάζει σε κλάδεμα καρποφορίας όταν τα φυτά αρχίζουν να φέρουν καρπούς (Targa et al., 2013, Nasr, 2015). Ο στόχος του είναι να κατευθύνει την φυτική ανάπτυξη στο επιθυμητό σχήμα του φυτού.

Όπου εφαρμόζεται σύστημα υψηλής πυκνότητας, τα φυτά κλαδεύονται σε σχήμα πυραμίδας (Potgieter, 2001). Σε συστήματα τετραγωνικής φύτευσης με ευρύτερα διαστήματα, σχηματίζονται φυτά σε σχήμα αγγείου ή σφαίρας (Inglese, 1995)

1.7.3. Κλάδεμα καρποφορίας

Το κλάδεμα καρποφορίας χρησιμοποιείται για τη διατήρηση καλής ισορροπίας μεταξύ βλαστικής και αναπαραγωγικής ανάπτυξης με επαρκή αριθμό νέων επάκριων κλαδοδίων για την άνθηση του επόμενου έτους (Mulas & D'Hallewin, 1992).

Η μείωση της πυκνότητας της κόμης διευκολύνει την εφαρμογή των καλλιεργητικών φροντίδων (π.χ. αραίωση φρούτων, scozzolatura, συγκομιδή) και συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας των καρπών (Inglese et al., 2002a, Inglese et al., 2010).

1.7.4. Κλάδεμα ανανέωσης

Η αναζωογόνηση των παλαιών φυτών μπορεί να επιτευχθεί κόβοντας το φυτό σε ύψος 0,5m πάνω από το επίπεδο του εδάφους.

Με ένα μεγάλο τυπικό ριζικό σύστημα, το φυτό συνεχίζει να καρποφορεί μέσα σε 2-3 χρόνια μετά το κλάδεμα της ανανέωσης (Wessels, 1988b, Mulas & D'Hallewin, 1992).

1.7.5. Θερινό κλάδεμα

Δεν συνιστάται σε περιοχές με κρύους χειμώνες.

Ο καλύτερος χρόνος για κλαδέματα είναι μετά τη συγκομιδή φρούτων, αλλά όχι αργότερα από 2 μήνες πριν από την άνθηση (Wessels, 1988b).

1.7.6. Καλλιέργεια εκτός εποχής

Ένα από τα πιο αξιοσημείωτα χαρακτηριστικά της φραγκοσυκιάς είναι η ικανότητα του φυτού να ανθοφορεί σε διαφορετικούς χρόνους μέσα στο ίδιο έτος (Inglese, 1995, Inglese et al., 2002a), φυσικά ή μετά την εφαρμογή διαφόρων πρακτικών (Nerd Mizrahi, 1997). Η επιτυχής εφαρμογή τεχνικών χειρισμού καλλιέργειών, όπως η scozzolatura και η χειμερινή παραγωγή, αύξησε σημαντικά την παροχή καρπών από 5 σε 9 μήνες του έτους στις τοπικές αγορές φρέσκων προϊόντων της Νότιας Αφρικής. Η εμπορία καρπών φραγκοσυκιάς είναι γενικά πολύ εποχιακή, με ποικιλίες διαθέσιμες για περίπου 4 μήνες ανά σεζόν (Inglese, 1995, Liguori & Inglese, 2015).

Η αυξημένη διαθεσιμότητα φρούτων στις αγορές θα μπορούσε να επιτευχθεί με:

- ανάπτυξη φραγκοσυκιάς σε διάφορες αγροκλιματικές περιοχές (Mondragón et al., 2009, Liguori & Inglese, 2015)
- χρήση ποικιλιών με διαφορετικές περιόδους ωρίμανσης (Brutsch, 1992, Gallegos Vazques et al., 2006)
- βελτίωση της τεχνολογίας μετά τη συγκομιδή (Liguori & Inglese, 2015), και
- υιοθέτηση τεχνικών χειρισμού καλλιέργειών (Barbera et al., 1992a, Brutsch & Scott, 1991).

1.7.7. Η τεχνική scozzolatura

Η πλήρης απομάκρυνση όλων των πρόσφατα αναπτυσσόμενων ανθέων και κλαδοδίων της ανοιξιάτικης έκπτυξης έχει ως αποτέλεσμα μια δεύτερη έκπτυξη οφθαλμών περίπου 12-16 ημέρες αργότερα, με καρπούς να ωριμάσουν 6-8 εβδομάδες μετά την άνοιξη (Barbera et al., 1988, 1991, 1992b, Brutsch & Scott, 1991).

Η τεχνική αυτή έχει πλεονεκτήματα όπως:

- αυξημένες τιμές
- βελτιωμένη ποιότητα καρπών - ειδικότερα, βελτιωμένο μέγεθος καρπών, χαμηλότερη αναλογία σπόρου προς πολτό και υψηλότερο ποσοστό πολτού (Barbera et al., 1992b, Hammami et al., 2015, Boujghagh & Bouharroud, 2015)
- μεγαλύτερη συνεκτικότητα σάρκας και πιο έντονο χρωματισμό πολτού (Mondragón et al., 1995)
- πιο περίπλοκη και συμπαγής αρχιτεκτονική των φυτών σε συνδυασμό με πιο εύφορα επάκρια κλαδοδία και υψηλότερη απόδοση καρπών (όταν εφαρμόζεται από νεαρή ηλικία).

Έχει όμως και μειονεκτήματα, όπως:

- μειωμένη απόδοση
- υψηλότερο ποσοστό φλούδας (Mondragón Jacobo et al., 1995) - πιθανώς λόγω μειωμένων θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια του FDP (Inglese, 1995, Hammami et al., 2015).
- χαμηλότερα διαλυτά στερεά συστατικά
- αυξημένο σχίσιμο φλούδας
- χαμηλότερη τιτλοδοτούμενη-ογκομετρούμενη οξύτητα και κακά χρωματισμένους καρπούς (Inglese, 1995, Mulas, 1997).

Ένα μέγιστο 25% των κλαδοδίων της άνοιξης πρέπει να διατηρείται στο φυτό μετά το scozzolatura, καθώς ένα υψηλότερο ποσοστό μειώνει το ρυθμό ανανέωσης της επόμενης ανοιξιάτικης παραγωγής (Inglese et al., 2002b, 1994a).

Οι κλιματολογικές συνθήκες, η απόκριση της ποικιλίας και ο χρόνος της απομάκρυνσης της άνθισης είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν το scozzolatura (Barbera et al., 1991, Nieddu & Spano, 1992).

Εκτός από την Ιταλία (Barbera et al., 1991), το scozzolatura εφαρμόζεται επίσης τακτικά στη Νότια Αφρική (Brutsch & Scott, 1991), στο Μαρόκο (Boujghagh & Bouharroud, 2015) και στην Τυνησία (Aounallah et al., 2005), Hammami et al., 2015).

Σε άλλα μέρη του κόσμου, η scozzolatura είχε αρνητικά αποτελέσματα (Mondragón et al., 1995).

1.8. Χειμερινή παραγωγή φρούτων

- Ένας μικρότερος αριθμός ανθοφόρων οφθαλμών εμφανίζεται φυσιολογικά στην Αργεντινή (Inglese, 1995), στην Καλιφόρνια (Curtis, 1977) και στη Χιλή (Sudzuki et al., 1993), καθώς και στις ζεστές υποτροπικές περιοχές του Limpopo, Νότια Αφρική (Groenewald, 1996, Potgieter, 2001).
- Οι Nerd et al. (1993b) και Nerd & Mizrahi (1994) έδειξαν ότι μετά την κύρια συγκομιδή του καλοκαιριού, η άμεση άρδευση και η εφαρμογή N με ρυθμό 120 kg ha⁻¹ παρήγαγαν έναν αριθμό φθινοπωρινών ανθοφόρων οφθαλμών. Η έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών αυξήθηκε με αυξανόμενους ρυθμούς εφαρμογής N και συσχετίστηκε σε μεγάλο βαθμό με τη διαλυτή μειωμένη περιεκτικότητα σε N στα ετήσια κλαδόδια (Nerd & Mizrahi, 1994).

1.9. Ωρίμανση, συγκομιδή

Οι κάκτοι που ανήκουν σε είδη *opuntia* χαρακτηρίζονται από μια σιγμοειδή καμπύλη ανάπτυξης των καρπών τους, ενώ ο ρυθμός ανάπτυξης και ο χρόνος ωρίμανσης αλλάζουν με τα είδη και τον τύπο της καλλιέργειας (Kuti, 1992, Barbera et al., 1992, Lakshminarayana et al., 1979, Nerd et al., 1999).

1.9.1. Ωρίμανση καρπών

Γενικά, παρατηρείται ταχεία ανάπτυξη μεταξύ 20 και 30 ημερών μετά την άνθιση (DAF), η οποία στη συνέχεια εισέρχεται σε στάδιο μειωμένου ρυθμού αύξησης. Οι καρποί συνεχίζουν να μεγαλώνουν μέχρι την ωρίμανση, παρουσιάζοντας σημαντικά ταχύτερη ανάπτυξη μεταξύ 40 και 80 DAF (Barbera et al., 1992).

Στην αρχή, οι καρποί, είναι συρρικνωμένοι και μακρόστενοι, έχουν καταπράσινο χρώμα, σχήμα κυλινδρικό και έχουν αρκετά και πυκνά αγκάθια. Σταδιακά το σχήμα των καρπών γίνεται πιο ωοειδές, η κορυφή και βάση τους πεπλατισμένες. Αρχίζουν να διογκώνονται στη μέση και όσο ωριμάζουν το ίδιο συμβαίνει και στις άκρες. Το χρώμα τους, ανάλογα με την ποικιλία, γίνεται πορτοκαλί ή πρασινοκίτρινο ή κόκκινο (Στρατουδάκης 2013).

Καθώς οι καρποί εισέρχονται στην περίοδο ταχείας ανάπτυξης, αρχίζουν οι αλλαγές τόσο στη χημική σύνθεση όσο και στη φυσική δομή, αναλογικά. Οι γρήγορες χημικές και φυσικές αλλαγές που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου ανάπτυξης σταματούν προς την ωριμότητα των καρπών. Η χημική σύνθεση και το ξηρό βάρος των καρπών ακολουθούν την ίδια τάση με την ωρίμανση (Cantwell 1991, Sáenz 1995, Barbera et al., 1995, Lakshminarayana et al., 1979, D'Hallewin & Mulas 1997).

Κατά την περίοδο της ταχείας αύξησης του βάρους των καρπών, το βάρος του πολτού αυξήθηκε ανάλογα, ενώ το βάρος της φλούδας μειώθηκε την περίοδο από 63 μέχρι 77 DAF.

Ο λόγος πολτού προς φλούδα αυξήθηκε κατά την περίοδο ταχείας ανάπτυξης.

Το νωπό βάρος του σπόρου αυξήθηκε ελαφρώς στα 0,141 έως τα 70 DAF και στη συνέχεια μειώθηκε σε 0,065 g/g φρούτων, όπου παρέμεινε σταθερό. Επιπλέον, το βάρος των σπόρων αρχικά αυξήθηκε σε 5,44 ανά γραμμάριο φρούτου, στη συνέχεια μειώθηκε και παρέμεινε σταθερό στα 2,96 ανά γραμμάριο καρπού.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, καθώς ο καρπός έφτανε στην ωρίμανση, ο πολτός έφτανε περίπου στο 60% ολόκληρου του καρπού (Kuti, 1992, Cantwell, 1991, Barbera et al., 1992).

Τα συνολικά διαλυτά στερεά και η συνολική περιεκτικότητα σε σάκχαρα αυξήθηκαν αναλογικά με την αύξηση του βάρους των καρπών 63 DAF. Η συνολική περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά, αρχικά στους 4,5 °Brix, έδειξε σιγμοειδή αύξηση που έφτασε σε τιμή 14,42 °Brix 91 DAF. Στη συνέχεια, παρατηρήθηκε μείωση των συνολικών διαλυτών στερεών.

Η συνολική περιεκτικότητα σε σάκχαρα παρουσίασε παρόμοια τάση, αλλά παρέμεινε σταθερή στις 84 DAF φτάνοντας την τιμή του 8,5%.

Η ολική τιτλοδοτούμενη οξύτητα (TTA) έφθασε το μέγιστο 0,88% 70 DAF και μετά μειώθηκε σταδιακά σε 0,162%. Η τιμή του pH αυξήθηκε σε 5,5 έως 98 DAF και, στη συνέχεια, παρέμεινε σταθερή.

Η αξιολόγηση της αναλογίας ολικών διαλυτών στερεών προς ολική τιτλοδοτούμενη οξύτητα σε όλη την ανάπτυξη των φρούτων έδειξε ότι αυτός ο λόγος παρέμεινε σταθερός στο 9 έως 63 DAF, στη συνέχεια αυξήθηκε γρήγορα στο 63-78 έως 98 DAF και στη συνέχεια παρέμεινε σταθερός στην τιμή 75.

Η ποσότητα τέφρας του καρπού αυξήθηκε έως τις 63 DAF, στη συνέχεια μειώθηκε σε 0,958% στις 84 DAF, και τελικά παρέμεινε σταθερή σε αυτήν την τιμή.

Μεταξύ των θρεπτικών συστατικών που μετρήθηκαν, εκτός του Na, οι ποσότητες Fe, Mg, K και Ca άρχισαν να μειώνονται 63 DAF.

Καθώς αυξάνονταν τα συνολικά διαλυτά στερεά και τα ολικά σάκχαρα, η ολική τιτλοδοτούμενη οξύτητα, οι ποσότητες των θρεπτικών συστατικών και της τέφρας μειώθηκαν κατά την ωρίμανση των καρπών της φραγκοσυκιάς (Redhead, 1990, Hallewin & Mulas, 1997, Nerd et al., 1999).

Λαμβάνοντας υπόψη όλα αυτά τα δεδομένα, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι τα φραγκόσυκα που συλλέγονται από την περιοχή Bozön-Mersin φτάνουν σε πλήρη ωριμότητα 98 έως 112 ημέρες μετά την ανθοφορία. Αυτό το αποτέλεσμα είναι σύμφωνο με τη βιβλιογραφία (Barbera et al., 1992, Kuti 1992, Lakshminarayana et al., 1979, Nerd 1999).

1.9.2. Κριτήρια συγκομιδής

Η συνολική ποιότητα περιλαμβάνει ένα πολύ περίπλοκο σύνολο χαρακτηριστικών ανάλογα:

- με τους στοχευμένους καταναλωτές
- με τον προορισμό της αγοράς, και
- με τον προγραμματισμένο χρόνο αποθήκευσης

Καθώς τα φρούτα ωριμάζουν,

- η αξία και η γεύση τους βελτιώνονται
- οι φυσικοί μηχανισμοί άμυνας του ιστού κατά των παθογόνων, η ευαισθησία σε ορισμένες φυσιολογικές διαταραχές και η πιθανή διάρκεια ζωής μειώνονται.

Επομένως, όπως και με άλλα είδη (Crisosto & Valero, 2008), για άμεση παράδοση στις τοπικές αγορές, η συγκομιδή πρέπει να πραγματοποιείται

- όταν επιτευχθεί η υψηλότερη ποιότητα διατροφής για παράδοση σε απομακρυσμένες αγορές
- η πρόωπη συγκομιδή είναι πιο κατάλληλη για την παράταση της διάρκειας ζωής μετά τη συγκομιδή.

Για να προσδιοριστεί ο καλύτερος χρόνος συγκομιδής, έχουν αναπτυχθεί δείκτες αντικειμενικής και υποκειμενικής ωριμότητας, με βάση παράγοντες όπως η ποικιλία, η χώρα παραγωγής, και η κατεύθυνση αξιοποίησης των καρπών.

Οι πιο δημοφιλείς δείκτες ωρίμανσης (κριτήρια συγκομιδής) περιλαμβάνουν:

- το ποσοστό αλλαγής του χρώματος της φλούδας
- τα συνολικά διαλυτά στερεά (TSS) $\geq 13\%$
- η συνεκτικότητα της σάρκας (μετριέται με έμβολο 8 mm) $\geq 8 \text{ kg cm}^{-2}$ (Pimienta, 1990, Barbera et al., 1992)
- τη μείωση του επιπέδου σακχάρων περίπου 90% αυτού του πλήρους ώριμου καρπού ωστόσο, σε ορισμένες ποικιλίες τα αναγωγικά σάκχαρα δεν υπερβαίνουν ποτέ το 50% των συνολικών σακχάρων (Pimienta & Mauricio, 1989)
- την απόσπαση γλοχίδων
- την επιπέδωση της ανθικής κοιλότητας
- το ποσοστό πολτού
- το πάχος φλούδας και την ευκολία αφαίρεσής της κατά το φάγωμα (Cantwell, 1995).

1.9.3. Τρόποι συγκομιδής

Τα φραγκόσυκα είναι ιδιαίτερα δύσκολο να συλλεχθούν λόγω της παρουσίας γλοχίδων και αγκαθιών, που μπορούν να διαπεράσουν το δέρμα και να εισέλθουν στα μάτια και στην αναπνευστική οδό. Επομένως, οι καρποί συγκομίζονται το πρωί όταν η υγρασία είναι αρκετά υψηλή για να αποφευχθεί η αποκόλληση και η αφαίρεση των

γλοχίδων. Οι συλλέκτες πρέπει να διαθέτουν προστατευτικά ρούχα (γάντια και γυαλιά ασφαλείας). Παρά την σκληρή εμφάνιση του φυτού και την ικανότητά του να αντέχει σε σκληρές περιβαλλοντικές συνθήκες, οι καρποί είναι πολύ τρυφεροί και δεν μπορούν να αντέξουν σε σκληρή επεξεργασία (Wessels, 1992a).

Για τις περισσότερες ποικιλίες, η φυσιολογική χαλάρωση της άρθρωσης που συνδέει τον καρπό με το κλαδόδιο είναι ασθενική κατά την ωρίμανση και ο τραυματισμός στο άκρο του στελέχους κατά τη συγκομιδή είναι αναπόφευκτος εάν ο καρπός συλλέγεται με έλξη ή συστροφή. Επομένως, για εμπορικούς σκοπούς, πρέπει να χρησιμοποιείται ένα μαχαίρι και να γίνεται μια τομή στη βάση του φρούτου με ένα μικρό κομμάτι κλαδοδίου προσαρτημένο. Οι συλλέκτες συλλέγουν συνήθως τους καρπούς σε πλαστικά καλάθια ή κουβάδες και τα αδειάζουν σε πλαστικά κουτιά με 15-20 κιλά καρπών για μεταφορά στο συσκευαστήριο.

Ο τραυματισμός κατά τη συγκομιδή και τη μεταφορά μπορεί να υπονομεύσει σημαντικά την ποιότητα και τη διάρκεια αποθήκευσης των καρπών και να αυξήσει την ευαισθησία των καρπών σε φυσιολογικές διαταραχές και αποσύνθεση. Μώλωπες και πληγές μπορεί να προκύψουν λόγω της πίεσης των δακτύλων κατά την κοπή των καρπών ή της πρόσκρουσης όταν πέφτουν και στοιβάζονται οι καρποί στα καλάθια, καθώς και κατά τη μεταφορά και το χειρισμό κατά τη συσκευασία. Η ευαισθησία των καρπών σε τραυματισμούς αυξάνεται με την ωριμότητα. Η υψηλή πίεση των κυττάρων μπορεί επίσης να προκαλέσει ρωγμές και μικρορωγμές της φλούδας, ειδικά σε καρπούς δεύτερης συγκομιδής, που ωριμάζουν σε πιο υγρές περιβαλλοντικές συνθήκες (<http://www.fao.org/3/i7628e/i7628e.pdf>).

1.9.4. Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Οι καρποί υψηλής ποιότητας πρέπει να συλλεχθούν κοντά σε πλήρη ωρίμανση για να έχουν το χρώμα και τη γεύση που χαρακτηρίζουν κάθε ποικιλία.

Θα πρέπει να έχουν υψηλό ποσοστό πολτού και χαμηλή περιεκτικότητα σε σπόρους και φλούδα.

Οι καρποί έχουν συνήθως υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα (12 έως 17% διαλυτά στερεά συστατικά) και χαμηλή οξύτητα (0,03 έως 0,12%).

Τα φραγκόσυκα περιέχουν σημαντικές ποσότητες βιταμίνης C (200 έως 400 $\mu\text{g g}^{-1}$).

Εάν συγκομίζονται κατά την ωριμότητα, οι καρποί έχουν μια λεπτή γλυκιά γεύση που διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία.

1.10. Συντήρηση καρπών και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί

1.10.1. Συσκευασία

Οι καρποί συσκευάζονται σύμφωνα με το χρώμα, το μέγεθος και τις συνθήκες σε χαρτοκιβώτια 4,5 κιλών (10 lb) ή μπορούν να συσκευαστούν σε κουτιά δίσκου μονής ή διπλής στρώσης. Οι μεγάλοι καρποί μπορεί να τυλιχτούν σε χαρτί για να μειώσουν τις κρούσεις και άλλους μηχανικούς τραυματισμούς.

Οι καρποί μπορούν επίσης να συσκευαστούν σε χαρτοκιβώτια με διάτρητες πλαστικές επενδύσεις για τη μείωση της απώλειας νερού υπό συνθήκες ξηρής αποθήκευσης.

1.10.2. Πρόψυξη

Οι καρποί πρέπει να ψύχονται στους 5 °C (41 °F) για να μειωθεί η απώλεια της γυαλιστερής εμφάνισης της φλούδας που προκύπτει από την απώλεια νερού. Οι καρποί συνήθως ψύχονται σε δωμάτιο, χωρίς ή με αέρα.

Η ψύξη μπορεί να καθυστερήσει εάν οι καρποί υποβληθούν σε κάποια μεταχείριση ωρίμανσης.

1.10.3. Βέλτιστες συνθήκες αποθήκευσης

Ανάλογα με την ποικιλία, το στάδιο ωριμότητας και την περίοδο συγκομιδής, οι καρποί μπορούν να διατηρηθούν για 2 έως 5 εβδομάδες στους 5 έως 8 °C (41-46 °F) με 90-95% σχετική υγρασία.

Παράγοντες που περιορίζουν τη διάρκεια αποθήκευσης είναι η αποσύνθεση, η αφυδάτωση, και ο ψυχρός τραυματισμός.

1.10.4. Θέματα ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (CA)

Περιορισμένη έκτασης έρευνα δείχνει ότι η συντήρηση του φραγκόσουκου στους 5 °C (41°F) σε 2% O₂ και 2-5% CO₂ καθυστερεί την ωρίμανση και παρατείνει τη διάρκεια αποθήκευσης (Kader, 2000).

1.10.5. Στο λιανικό εμπόριο

Οι καρποί πρέπει να διατηρούνται σε κρύο για τη μείωση της αφυδάτωσης. Στο λιανικό εμπόριο, η επιφάνεια των φραγκόσουκων μπορεί να φαίνεται θαμπή λόγω απώλειας νερού.

1.10.6. Κρυοτραυματισμός

Ο καρπός της φραγκοσουκιάς είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος στην ψύξη όταν φυλάσσεται σε <5 °C (41°F), αλλά μπορεί να προκληθεί κρυοτραυματισμός σε μερικές ποικιλίες στους <10 °C (50°F).

Ο κρυοτραυματισμός εμφανίστηκε σε μια ποικιλία κόκκινων φρούτων μετά από μόλις 2 εβδομάδες στους 6 °C (43°F), άλλα φρούτα από άλλες ποικιλίες κρατήθηκαν για αρκετές εβδομάδες χωρίς σημάδια κρυοτραυματισμού.

Οι θερινοί καρποί είναι πιο ευαίσθητα σε κρυοτραυματισμό από τους καρπούς που συγκομίζονται το φθινόπωρο (Schirra et al., 1999).

Η εφαρμογή χλωριούχου ασβεστίου μετασυλλεκτικά δεν οδήγησε σε σταθερή μείωση του κρυοτραυματισμού.

1.10.7. Παραγωγή και ευαισθησία στο αιθυλένιο

Τα φραγκόσυκα παράγουν πολύ χαμηλές ποσότητες αιθυλενίου, περίπου 0,2 $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ στους 20 °C (68 °F). Δεν είναι ευαίσθητα στην έκθεση σε αιθυλένιο.

1.10.8. Ποσοστά αναπνοής

Τα φρούτα είναι μη κλιμακτηριακοί καρποί και οι ρυθμοί αναπνοής είναι χαμηλοί κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Ο ρυθμός αναπνοής στους 20 °C (68 °F) είναι 27 έως 36 mg (15-20 μl) $\text{CO}_2 \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$. Η παραγωγή θερμότητας είναι περίπου 7.000 BTU $\text{τόνο}^{-1} \text{ημέρα}^{-1}$ ή 1.900 kcal $\text{τόνο}^{-1} \text{ημέρα}^{-1}$ (Cantwell et al., 1991).

1.11. Γενετικό υλικό φραγκοσυκιάς

1.11.1. Ποικιλίες φραγκοσυκιάς ανά τον κόσμο και βελτίωση αυτών

Υπάρχουν πολλές βιβλιογραφίες όσον αφορά την προέλευση του *Opuntia ficus indica* όπως Griffiths (1914), Benson (1982), Gibson & Nobel (1986), Brutsch & Zimmermann (1993), Scheinvar (1995), Kiesling (1999a), Griffith (2004), Zimmermann (2011), Leuenberger και Arroyo Leuenberger (2014).

Ο βασικός αριθμός χρωμοσωμάτων στην οικογένεια κάκτων (άγριες ποικιλίες) είναι $n=11$ και ο αριθμός σε σωματικά κύτταρα είναι κυρίως $2n=22$. Στην υποοικογένεια *Opuntioideae*, το 64,3% των φυτών είναι πολυπλοειδή (Pinkava et al., 1985).

Έτσι, οι καλλιεργούμενες ποικιλίες έχουν μεγαλύτερο αριθμό χρωμοσωμάτων ($2n=6x=66$ και $2n=8x=88$), (Pinkava et al., 1992, Pirnienta & Munoz, 1995, Munoz et al., 1995). Η εμφάνιση υψηλότερων επιπέδων πολυπλοειδίας σε σχέση με τους άγριους συγγενείς είναι προφανώς αληθής για την καλλιέργεια *O.ficus-indica* (Mondragón Jacobo & Bordelon, 1996).

Υπήρξε μεγάλο ενδιαφέρον από τις αρχές του 21^{ου} αιώνα για αναζήτηση γενετικών πόρων. Έχουν διεξαχθεί μελέτες στο Μαρόκο (Arba et al., 2002), στην Τουρκία (Bekir, 2006), στην Τυνησία (Zoghlami et al., 2007), στην Αργεντινή και στην Αιθιοπία (Haile & Belay, 2002, Mondragón Jacobo & Tegegne, 2006). επίσης,

υπήρξαν εκτεταμένες προσπάθειες στο Μεξικό. Αυτές οι μελέτες έχουν επικεντρωθεί σε εξημερωμένα και ημι-εξημερωμένα είδη και γονοτύπους.

Ένα πιο μετριοπαθές έργο ήταν η συλλογή άγριων προγόνων που ανέλαβε το Εθνικό Αυτόνομο Πανεπιστήμιο του Μεξικού (UNAM).

Η περιοχή Tigray της Ανατολικής Αφρικής αξίζει σίγουρα μια πιο προσεκτική ματιά. Καλύπτει μέρος της Αιθιοπίας και της Ερυθραίας και διαθέτει τη μεγαλύτερη έκταση «φυσικοποιημένης» φραγκοσυκιάς στην Αφρική, που προέρχεται από εισαγωγές που έγιναν κατά τον 19ο αιώνα. Οι προσπάθειες για χαρακτηρισμό της τοπικής γονοτυπικής παραλλακτικότητας αναφέρονται από τους Mondragon Jacobo και Tegegne (2006).

Μια άλλη περίπτωση θα μπορούσε να είναι η ανάκτηση της συλλογής Burbank, που αποκτήθηκε από τη Νότια Αφρική στις αρχές του εικοστού αιώνα. Η συλλογή περιέχει τις περισσότερες από τις ποικιλίες χωρίς αγκάθια που αναπτύχθηκαν από τον Luther Burbank στην Καλιφόρνια, καθώς και ορισμένες προσχωρήσεις μεξικάνικης καταγωγής, και επί του παρόντος υπάγεται στην ευθύνη του Πανεπιστημίου της Ελεύθερης Πολιτείας, το οποίο έχει συνδέσει αποτελεσματικά τις μελέτες γενετικών πόρων με τη χρήση τους στη διατροφή των ανθρώπων και των ζώων.

Συνιστάται σε όλες τις χώρες που παράγουν φραγκόσυκα να αποκτούν, να συλλέγουν, να συντηρούν και να αξιολογούν γονοτύπους διαφορετικούς από αυτούς που χρησιμοποιούνται για εμπορική χρήση.

Ο φαινοτυπικός και ο γονοτυπικός χαρακτηρισμός του διαθέσιμου γενετικού υλικού φραγκοσυκιάς παρέχει ευκαιρίες εντοπισμού γενετικά διαφορετικών, αγρονομικά ανώτερων γονοτύπων για τη βελτίωση των ειδών *Opuntia* ως καλλιέργειας πολλαπλών χρήσεων (Chessa, 2010).

1.11.2 Διατήρηση in situ

Η διατήρηση in situ θα πρέπει να ενθαρρύνεται στα κέντρα προέλευσης και της ποικιλομορφίας του φραγκόσυκου, με έμφαση στους άγριους προγόνους και τους ημι-οικόσιτους τύπους.

1.11.3 Διατήρηση ex situ

Στο ανατολικό ημισφαίριο, η ex situ διατήρηση είναι η πιο ενεργή προσέγγιση, με συλλογές αγρού στην Τυνησία, το Μαρόκο και τη Νότια Αφρική. Η Ιταλία διαθέτει τη μεγαλύτερη και παλαιότερη συλλογή εκτός Μεξικού. Ξεκίνησε το 1992 και ενεργεί ως τράπεζα γενετικού υλικού και αναπαραγωγής. Φιλοξενεί δείγματα *Opuntia*

και *Nopalea* και ο αριθμός των διαφορετικών εγγραφών είναι επί του παρόντος 2200. Η συλλογή περιλαμβάνει τοπικές ποικιλίες και επιλογές, υβρίδια που προέρχονται από ανοιχτή επικονίαση και ελεγχόμενες διασταυρώσεις.

Στο δυτικό ημισφαίριο, υπάρχουν συλλογές στην Αργεντινή, τη Χιλή, τη Βραζιλία και το Μεξικό.

Οι πιο σημαντικές ποικιλίες ανά τον κόσμο περιγράφονται παρακάτω μαζί με τα χαρακτηριστικά τους.

Στο Μεξικό διακρίνονται οι:

- "*Reyna*", "*Cristalin*", "*Esmeralda*", "*Chapeada*" και "*Eurrona*". Με άσπρη-πρασινωπή σάρκα. Ιδιαίτερα η "*Reyna*" παράγει ποιοτικούς καρπούς και προτιμάται από τους καταναλωτές
- "*Naranjona*" και "*AmarillaMontesa*". Με πορτοκαλί σάρκα
- "*RojaLisa*". Δεν φέρει αγκάθια και έχει αποχρώσεις του κόκκινου και του μωβ (Mondragon, 1995)

Στη Σικελία γνωστές είναι

- η "*Gialla*" (κίτρινη). Είναι η πιο παραγωγική και προτιμάται από τους καταναλωτές
- η "*Bianca*" (άσπρη) και
- η "*Rossa*" (κόκκινη) (Barbera et al., 1992a).

Στη Χιλή

- "*Verde*" (πράσινη) και
- "*Bianca*" (άσπρη).

Στο Ισραήλ

- "*Ofer*". Έχει κίτρινη σάρκα.

Στη Νότια Αφρική

- οι ποικιλίες προέρχονται από 21 γονοτύπους χωρίς αγκάθια, οι οποίες εισήχθησαν από το φυτώριο Burbank της Καλιφόρνια.

Οι γνωστοί τύποι που καλλιεργούνται σήμερα προέρχονται από κλώνους.

Τέλος σήμερα υπάρχουν:

- τρεις ομάδες με συγκεκριμένες κλιματικές απαιτήσεις,
- πέντε τύποι για θερμές χωρίς παγετούς περιοχές,
- ένας τύπος για ενδιάμεσες κλιματικές περιοχές, και
- δύο τύποι για περιοχές με κρύο χειμώνα (Pirnienta & Munoz, 1995).

Στην Ελλάδα Υπάρχουν τρεις κύριες ποικιλίες καλλιεργήσιμου φραγκόσυκου (SymAgro, 2017):

- a) Sulfarina: κίτρινο φραγκόσυκο,
- b) Muscaredda: λευκό φραγκόσυκο, και
- c) Sanguigna: κόκκινο φραγκόσυκο.

Σε μια καλλιέργεια χρησιμοποιούνται συνήθως και οι τρεις ποικιλίες προκειμένου να επιτευχθεί παραγωγή με διάφορα χρώματα καρπών. Ακόμη, με βάση τα παραπάνω είδη υπάρχουν ποικιλίες που κυμαίνονται από τις πολύ πρώιμες, πρώιμες, μεσοπρώιμες, ως τις όψιμες, ή πολύ όψιμες. Στην Ελλάδα ονοματίζονται οι ποικιλίες με βάση το χρώμα του καρπού (SymAgro, 2017).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι ποικιλίες του φυτού που χρησιμοποιούνται στον ελληνικό χώρο σε συνάρτηση με το χρόνο καρποφορίας τους

Πολύ πρώιμες	Πρώιμες	Μεσοπρώιμες	Μεσοόψιμες	Όψιμες	Πολύ όψιμες
Mexican	Corfu	Algerian	FiscaulisvanHeerden	Albitel	Bluemotto
	Morado	Gymnocarpa	Poly-poly	Skinnners	Malta
	Fiscaulis		Muscatel		
	Guayacuil		Signal		

Πίνακας 3: Ποικιλίες φραγκοσυκιάς στην Ελλάδα

Επιπρόσθετα αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα η φραγκοσυκιά ανήκει στις καλλιέργειες που προωθούνται από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης τόσο στους νομούς της Κρήτης όσο και σε άλλες περιοχές με αντίστοιχο κλίμα.

1.11.4. Χαρακτηριστικά γονοτύπων φραγκοσυκιάς.

Με σκοπό να αναδειχθούν ποιοτικοί παράμετροι που οδηγούν σε διαφοροποιήσεις μεταξύ γονοτύπων φραγκοσυκιάς, θα παρουσιάσουμε πρώτα δεδομένα από συγκριτικές μελέτες που έγιναν στην Κρήτη.

Έτσι σε πείραμα που έγινε στο Ινστιτούτο Υποτροπικών Φυτών και Ελιάς Χανίων, επισημάνθηκαν και αξιολογήθηκαν 18 γονότυποι φραγκοσυκιάς από Κρήτη, Δωδεκάνησα, Επτάνησα και Πελοπόννησο.

Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα.

Οι γονότυποι διέφεραν στο βάρος των καρπών (20-150g), στον αριθμό των σπόρων ανά καρπό (70-375), και στα ολικά διαλυτά στερεά της σάρκας (7,6-18,5%). Επίσης, υπήρξε διαφορά ως προς την πυκνότητα των αγκαθιών στα κλαδόδια και την παρουσία γλοχίδων στους καρπούς. Τέλος, ως προς τη βαθμολογία γεύσης οι καρποί των γονοτύπων ΧΑ1, ΧΑ4, RE1 και ΚΑ2 είχαν καλύτερη γευστικότητα, έχοντας μέσο αριθμό αγκαθιών και γλωσσίδων, με εξαίρεση τον ΚΑ2 (Λιονάκης & Λοξού, 1999).

Γονότυπος	Βάρος καρπού (g)	Αριθμός σπόρων/καρπό	Σάκχαρα όριμου καρπού (%)	Βαθμολογία Γεύσης (1-4)*	Αγκάθια στα κλαδόδια	Γλωσσίδες στους καρπούς
ΧΑ1	149,1	320,9	14,2	4	Μέτρια	Λίγες
ΧΑ2	92,4	256	14,5	2	Λίγα	Μέτριες
ΧΑ3	51,2	258	12,2	3	Λίγα	Λίγες
ΧΑ4	46	253,8	14,3	4	Λίγα	Λίγες
ΧΑ5	46,3	209,5	7,6	1	Λίγα	Μέτριες
RE1	89	286,3	13,9	4	Μέτρια	Μέτριες
RE2	93,5	314,4	12,9	3	Μέτρια	Μέτριες
LA1	20	69,3	9,8	1	Πολλά	Μέτριες
RO1	112,7	374,6	18,3	2	Μέτρια	Λίγες
RO2	99,6	358,7	11,6	3	Λίγα	Λίγες
RO3	94	305,4	15,7	3	Λίγα	Μέτριες
ΚΑ1	101,9	350,7	11,8	2	Πολλά	Μέτριες
ΚΑ2	107,9	323	13,2	4	Πολλά	Μέτριες
ΚΑ3	76,4	283	10,5	3	Πολλά	Μέτριες
ΚΑ4	43,3	186	9,1	2	Λίγα	Μέτριες
ΚΕ1	98,8	332,4	18,5	2	Λίγα	Λίγες
ΚΕ2	57,2	168,2	17,4	2	Λίγα	Λίγες
ΚΕ4	43	217,8	9,5	1	Πολλά	Λίγες

* Όσο μεγαλύτερη η βαθμολογία τόσο καλύτερη η γεύση του καρπού.

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά 18 γονοτύπων φραγκοσουκιάς. Η μελέτη έγινε στην Κρήτη από τους Λιονάκης & Λοξού (1999).

Επίσης έγινε μία μελέτη στο Mara ADC, Limpopo στη Νότια Αφρική.

Για τους σκοπούς της μελέτης, αξιολογήθηκαν είκοσι τέσσερις ποικιλίες για τα χαρακτηριστικά ποιότητας των φρούτων και αυτές οι ποικιλίες περιλάμβαναν κίτρινους (Cross X, R 1260, Roedtan, Sharseret, R 1251, Santa Rosa, Μάλτα, Morado, Turpin, Gymno Carpo, R 1259, Robusta X Castillo, American Giant), άσπρους (Tormentosa, Van As, Zastron, Schagen, Skinner Court, Fusicaulis, Negen)

και κόκκινους (Meyers, Αλγερινά, Nudosa, Berg X Μεξικάνικη) τύπους φραγκοσυκιάς (βάσει χρώματος καρπού).

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά ποιότητας των ποικιλιών. Όλες οι εν λόγω παράμετροι ποιότητας καρπών διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους.

Ποικιλία	Βάρος καρπού (g)	Διάμετρος καρπού (mm)	Μήκος καρπού (mm)	Ευκολία καθαρίσματος	Πάχος φλούδας (mm)	Βάρος σάρκας (g)	Διαλυτά στερεά (°Brix)	Συνολικός αριθμός σπόρων
Algerian	104 ^a	51.31 ^a	60.64 ^a	2.1 ^a	6.02 ^{ab}	54.74 ^{abcd}	13.30 ^{bcde}	160.2 ^a
Fusicaulis	104.51 ^{ab}	51.14 ^{ab}	64.59 ^{abc}	3.6 ^{ghijkl}	8.07 ^{defg}	48.52 ^a	13.06 ^{bcd}	123.9 ^a
Nudosa	106.69 ^{abc}	51.93 ^{abcde}	68.32 ^f	3.5 ^{ghijkl}	7.31 ^{bcdef}	51.57 ^{ab}	9.84 ^a	224.7 ^{bcd}
American giant	109.32 ^{abcd}	52.41 ^{abcde}	61.98 ^{ab}	3.5 ^{ghijkl}	6.48 ^{abcde}	54.74 ^{abc}	15.96 ^{ghijklmnop}	300.8 ^{defghij}
Zastron	110.61 ^{abcd}	52.66 ^{bcdef}	73.47 ^{ghij}	4.1 ^{ghijkl}	7.35 ^{bcdef}	51.89 ^{ab}	12.79 ^{bc}	206.6 ^b
Turpin	110.97 ^{abcd}	54.86 ^{jk}	68.58 ^f	3.4 ^{ghijkl}	6.96 ^{bcdef}	54.72 ^{abc}	13.33 ^{bcde}	255.5 ^{bcdef}
R1260	111.13 ^{abcd}	53.86 ^h	66.68 ^{abcde}	2.6 ^{abcde}	8.50 ^{efghi}	58.62 ^{bcdef}	13.54 ^{cdefghi}	233.6 ^{bcde}
Skinner court	116.10 ^{abcd}	52.24 ^{abcde}	68.88 ^f	3.3 ^{efghijk}	6.55 ^{abcde}	62.07 ^{cdefg}	15.05 ^{ghijklmno}	258.6 ^{cdefg}
Nepgen	116.26 ^{abcd}	51.45 ^{abcd}	73.71 ^{ghijk}	3.2 ^{efghij}	6.45 ^{abcde}	57.53 ^{abcde}	13.71 ^{defghi}	233.5 ^{bcde}
Roedtan	118.12 ^{cdef}	50.77 ^a	65.90 ^{abcd}	3.1 ^{efghij}	6.31 ^{abc}	63.55 ^{cdefg}	13.47 ^{cdefg}	213.7 ^{bc}
Van as	118.17 ^{cdef}	54.37 ⁱ	70.71 ^{ghj}	3 ^{efgh}	8.18 ^{efgh}	66.78 ^{efghij}	14.58 ^{ghijklm}	278.7 ^{cdefghij}
Malta	118.37 ^{defg}	53.78 ^h	68.71 ^f	2.8 ^{abcdef}	6.26 ^{abc}	64.18 ^{cdefg}	14.49 ^{efghijklm}	253.4 ^{bcdef}
Berg x mexican	118.97 ^{efgh}	53.88 ^h	67.89 ^f	2.9 ^{efg}	6.04 ^{ab}	64.40 ^{defgh}	13.47 ^{cdefg}	257.1 ^{cdefg}
Meyers	121.33 ^{efghi}	55.96 ^{ijklm}	69.75 ^{ghj}	2.3 ^{ab}	9.23 ^{ghij}	65.75 ^{defgh}	13.39 ^{cdef}	258.8 ^{cdefg}
Morado	122.16 ^{efghi}	54.65 ^j	69.33 ^g	2.3 ^{ab}	6.47 ^{abcde}	67.79 ^{ghijk}	14.43 ^{efghijkl}	291.5 ^{cdefghij}
R1259	123.56 ^{efghij}	54.31 ⁱ	70.97 ^{ghj}	3.4 ^{ghijkl}	8.69 ^{ghij}	59.13 ^{bcdef}	13.96 ^{defghij}	279.4 ^{cdefghij}
R1251	125.63 ^{efghij}	50.82 ^a	72.32 ^{ghj}	3.6 ^{ghijklm}	6.48 ^{abcde}	64.58 ^{defgh}	11.65 ^{ab}	267.8 ^{cdefgh}
Cross x	127.11 ^{ghijk}	53.26 ^{efg}	69.38 ^{ghj}	2.6 ^{abcd}	4.87 ^a	71.08 ^{ghijklm}	13.38 ^{cdef}	272.6 ^{cdefgh}
Gymno carpo	129.47 ^{ghilk}	55.39 ^{ijkl}	72.76 ^{ghj}	3.2 ^{efghij}	6.87 ^{abcde}	69.24 ^{ghijkl}	14.26 ^{defghijk}	273.6 ^{cdefghij}
Schagen	129.66 ^{ghijk}	55.42 ^{ijkl}	75.59 ^{ghijklm}	2.7 ^{abcdef}	6.72 ^{abcde}	71.48 ^{ghijklm}	14.34 ^{efghijkl}	286.5 ^{cdefghij}
Tormentosa	130.88 ^{ghijkl}	56.68 ^{ijklmno}	73.26 ^{ghj}	3.3 ^{efghijk}	8.73 ^{ghij}	71.02 ^{ghijklm}	13.84 ^{defghij}	281.4 ^{cdefghij}
Robusta x castillo	136.44 ^{ghijklm}	57.15 ^{ijklmno}	73.56 ^{ghijk}	3.5 ^{ghijkl}	9.55 ^{ghijk}	75.16 ^{ghijklmno}	14.34 ^{efghijkl}	256.4 ^{cdefg}
Santa rosa	138.88 ^{ghijklmno}	56.42 ^{ijklmno}	74.14 ^{ghijkl}	2.4 ^{abc}	6.57 ^{abcde}	76.02 ^{ghijklmno}	12.70 ^{bc}	282.4 ^{cdefghij}
Sharsheret	145.35 ^{ghijklmno}	56.66 ^{ijklmno}	75.62 ^{ghijklm}	2.7 ^{abcdef}	8.43 ^{efghi}	60.21 ^{bcdef}	12.84 ^{bc}	252.7
Se	267.28	15.21	27.30	0.49	2.04	120.78	1.27	2034.91

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά ποιότητας από μελέτη που έγινε στο Mara ADC, Limpopo στη Νότια Αφρική.

Το μέσο βάρος των καρπών κυμαινόταν από 104 g έως 141,35 g. Η χαμηλότερη μάζα καρπών βρέθηκε στις ποικιλίες Algerian και Fusicaulis (104 g και 104,51 g, αντίστοιχα). Ενώ η υψηλότερη μάζα καρπών βρέθηκε με Sharsheret, Santa Rosa και Robusta x Castillo στα 141,35 g, 138,88 g και 136,44 g, αντίστοιχα. Υπήρχαν

περιπτώσεις όπου τα βάρη των καρπών από διαφορετικές ποικιλίες δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ τους.

Το πλάτος και το μήκος των καρπών από διάφορες ποικιλίες βρέθηκε να διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών.

Το πλάτος των καρπών κυμάνθηκε από 50,77 mm έως 57,15 mm στις Roedtan και Robusta X Castillo, αντίστοιχα.

Οι χαμηλότερες τιμές του μήκους των καρπών βρέθηκαν στις Algerian, Ameican Giant και Fisicaulis στα 60,64 mm, 61,98 mm και 64,59 mm, αντίστοιχα, ενώ οι υψηλότερες βρέθηκαν στις Shasheret, Schagen και Santa Rosa στα 75,62 mm, 75,59 mm και 74,14 mm, αντίστοιχα.

Η ευκολία αποφλοιώσης βρέθηκε να είναι σημαντικά διαφορετική σε κάθε ποικιλία καθώς κυμαίνονταν από 2,1 έως 4,1, στις Algerian και το Zastron, αντίστοιχα.

Το υψηλότερο πάχος φλούδας βρέθηκε στην Robusta X Castillo (9,55 mm).

Τα βάρη της σάρκας του καρπού κυμαίνονταν από 48,52 g έως 76,02 g, υποδηλώνοντας έτσι μια πολύ μεγάλη διακύμανση μεταξύ των ποικιλιών. Οι Santa Rosa και Robusta X Castillo παρουσίασαν πολύ μεγαλύτερο βάρος σάρκας στα 76,02 g και 75,16 g, αντίστοιχα, ενώ το χαμηλότερο καταγράφηκε στην Fisicaulis στα 48,52 g.

Η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά που συνιστάται για καρπούς φραγκοσυκιάς κυμαίνεται από 13 °Brix έως 15 °Brix. Όλες οι ποικιλίες που αξιολογήθηκαν ήταν εντός αυτού του εύρους, εκτός από Nudosa, R1251, Santa Rosa, Zastron και Sharheret που κυμαίνονταν από 9,84 °Brix έως 12,84 °Brix. Η υψηλότερη τιμή βρέθηκε στις American Giant και Skinner Court στα 15,96 °Brix και 15,05 °Brix, αντίστοιχα.

Βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στον συνολικό αριθμό σπόρων που κυμαίνονταν από 123,9 έως 300,08. Οι American Giant και Morado είχαν τον υψηλότερο αριθμό σπόρων ανά καρπό που ανερχόταν σε 300,08a και 291,5, αντίστοιχα, ενώ ο χαμηλότερος βρέθηκε στην ποικιλία Fusicaulis (123,9). Όλες οι καλλιέργειες φραγκόσυκων έχουν μεγάλο αριθμό σπόρων για να επιτύχουν καλό μέγεθος με υψηλή αναλογία άγονων-μη καλά αναπτυγμένων σπόρων προς τους φυσιολογικούς σπόρους. Ωστόσο, έχει συναχθεί το συμπέρασμα ότι η ποιότητα των καρπών διαφέρει μεταξύ των διαφόρων τύπων φραγκοσυκιάς από έτος σε έτος.

Τέλος, έγινε και μία μελέτη εννέα ποικιλιών στο Μαρόκο. Στον πίνακα 6 αναφέρονται οι τιμές των ανόργανων στοιχείων και των χημικών χαρακτηριστικών τους (Dehbi et al., 2014).

Ποικιλία	Skhour	Alkalaa	Yellow Khouribga	Red Khouribga	Tamellalet	Doukkala	RasElain	BenGuerir	AitBaamrane
Ca (mg/kg)	257	240	190	289	203	257	166	200	314
Mg (mg/kg)	201	146	115	197	152	137	186	174	212
P (mg/kg)	276	206	164	282	254	231	179	209	319
Na (mg/kg)	165	123	111	135	92,7	98,4	151	129	174
K (mg/kg)	1980	1723	1520	1807	1406	2209	1681	1243	2114
Zn (mg/kg)	0,4	0,3	0,3	0,4	0,2	0,5	0,2	0,2	0,6
Fe (mg/kg)	9,81	9,58	8,64	8,84	7,98	10,1	9,5	7,58	10,6
Cu (mg/kg)	0,7	0,6	0,4	0,2	0,2	0,5	0,3	0,2	0,5
Ολικά σάκχαρα (g/kg)	155	103	154	113	97,2	102	125	125	166
Αναγωγικά σάκχαρα (g/kg)	136	99,5	149	91,3	102	111	112	97,7	161
Πρωτεΐνες (g/kg)	1,83	1,36	1,49	1,74	1,14	1,77	2,3	1,78	3,53
Τέφρα (g/kg)	4,17	4,08	3,5	3,65	2,94	3,65	3,36	2,76	3,16
Φυτικές ίνες (%)	4,67	6,13	4,54	3,21	3,96	2,86	5,49	4,81	4,17
Ολικές φαινόλες	476	632	354	359	367	395	587	525	644

Πίνακας 6: Συγκεντρώσεις ανόργανων στοιχείων και χημικών χαρακτηριστικών στο χυμό ώριμων καρπών εννέα ποικιλιών φραγκοσυκιάς που μελετήθηκαν στο Μαρόκο (Dehbi et al., 2014).

Ο χυμός των φραγκόσυκων είναι πλούσιος σε κάλιο (1243-2209 mg/kg), φώσφορο (164-319 mg/kg), ασβέστιο (166-314 mg/kg), μαγνήσιο (115-212 mg/kg) και νάτριο (93-174 mg/kg). Από τα ιχνοστοιχεία, η περιεκτικότητα σε σίδηρο ήταν (7,58-10,62

mg/kg), του ψευδάργυρου (0,15-0,58 mg/kg) και του χαλκού (0,17-0,74 mg/kg).

Παρατηρήθηκε υψηλή περιεκτικότητα σε ολικά σάκχαρα (97-165 g/kg).

Αναγωγικά σάκχαρα (91,25-160 g/kg).

Πρωτεΐνη (1,14-3,53 g/kg), τέφρα (2,76-4,17 g/kg) και φυτικές ίνες (2,86-6,13%).

Ορισμένοι παράγοντες που επηρεάζουν την περιεκτικότητα του χυμού σε ανόργανα στοιχεία είναι η περιοχή, οι εδαφοκλιματικές συνθήκες και ο τρόπος της καλλιέργειας (Dehbi et al., 2014).

1.12. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν η συγκριτική αξιολόγηση πέντε γονοτύπων φραγκοσυκιάς ως προς τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τους. Οι καρποί συγκομίστηκαν το 2020 από φυτά των υπό μελέτη γονοτύπων που αναπτύσσονται σε πειραματική φυτεία που βρίσκεται στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Κεφάλαιο 2: Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Περιγραφή πειραματικής φυτείας.

Στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γ.Π.Α.), όπου έγινε η παρούσα μελέτη, έχει εγκατασταθεί πειραματική φυτεία φραγκοσυκιάς που αποτελείται από τέσσερις και πάνω γονοτύπους, με πέντε επαναλήψεις ανά γονότυπο. Το σύστημα που έχει επιλεγεί είναι αυτό των ορθογώνιων παραλληλόγραμμων με τα φυτά να είναι φυτευμένα ανά τρία μέτρα επί των γραμμών, οι οποίες απέχουν μεταξύ τους τέσσερα μέτρα. Επιλέχθηκαν φυτά, από 5 διαφορετικούς γονοτύπους (Α, Β, Γ, Δ, Ε) που προέρχονται από άγνωστες ποικιλίες και διαφορετικές περιοχές. Η παρούσα εργασία έγινε το 2020 και τα φυτά των γονοτύπων Α, Β και Γ βρίσκονταν ήδη στον ένατο χρόνο της φύτευσής τους, του Δ στον όγδοο και του Ε στον τέταρτο.

2.2. Καλλιεργητικές φροντίδες στον πειραματικό αγρό.

Η άρδευση άρχισε με την έκπτυξη των οφθαλμών και συνεχίστηκε για αρκετά μεγάλο διάστημα μετά τη συγκομιδή των καρπών. Η συχνότητά της ήταν μία με δύο φορές την εβδομάδα. Τέλος Μαρτίου αφού απομακρύνθηκαν τα ζιζάνια άρχισε και η λίπανση με λίπασμα 11-15-15. Η λίπανση και η άρδευση ήταν διαφορετική και ανάλογη με την κατάσταση των φυτών. Με την έκπτυξη των οφθαλμών εφαρμόστηκε σαλιγκαροκτόνο δύο φορές μέσα σε διάστημα είκοσι πέντε ημερών. Τέλος με κλάδεμα αφαιρέθηκαν όλα τα σαθρά, άρρωστα και σπασμένα φυτικά τμήματα που μαζί με όλα τα υπολείμματα από την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο μεταφέρθηκαν και καταστράφηκαν εκτός φυτείας, ώστε να μην δημιουργήσουν προβλήματα στην καινούργια παραγωγή.

2.3. Συγκομιδή καρπών και προσδιορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών τους

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 07/09/2020. Συλλέχθηκαν δέκα καρποί από πέντε φυτά ανά γονότυπο (Α,Β,Γ,Δ,Ε), τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δεντροκομίας του Γ.Π.Α., όπου προσδιορίστηκαν ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως το βάρος-μήκος και η διάμετρος των καρπών, η συνεκτικότητα της φλούδας, ο αριθμός των σπόρων, η χυμοπεριεκτικότητα και τα ολικά διαλυτά στερεά, η ογκομετρούμενη οξύτητα, το pH του χυμού τους και οι διάφορες χρωματικές παράμετροι, στη σάρκα και στο φλοιό των καρπών.

2.3.1. Βάρος, μήκος, διάμετρος καρπών

Ψηφιακός ζυγός ακριβείας.

Ψηφιακό παχύμετρο (Powerfix, Z22855) με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού χιλιοστού.

Ζυγίστηκαν και μετρήθηκαν κάθε φορά δέκα καρποί.

2.3.2. Χρώμα φλοιού και σάρκας καρπών

Διαφορικό χρωματόμετρο MinoltaCR- 300.

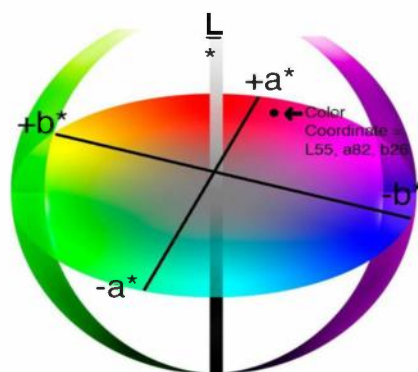
Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της χρωματομετρίας. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή, το αντικείμενο φωτίζεται με λευκό φως για μικρά διαστήματα και το φως που ανακλάται από την επιφάνειά του αναλύεται από ειδικά φωτοκύτταρα ώστε να εκφραστούν οι τιμές των συντεταγμένων L^* , a^* και b^* (Εικ. 6).

Ο συντελεστής L^* αφορά την φωτεινότητα. Κυμαίνεται από 0 (μαύρο) μέχρι 100 (λευκό).

Στον άξονα a^* , οι αρνητικές τιμές προσδιορίζουν το βαθμό του πράσινου ενώ οι θετικές του κόκκινου χρώματος.

Στον άξονα b^* , οι αρνητικές τιμές στο μπλε χρώμα, ενώ οι θετικές τιμές αντιστοιχούν στο χρώμα κίτρινο.

Οι τιμές των αποτελεσμάτων εκφράζονται κατευθείαν από τις τιμές των συντεταγμένων L^* , a^* και b^* τις οποίες λαμβάνονταν από το όργανο (McGuire, 1992).



Εικόνα 6: Διάγραμμα απεικόνισης παραμέτρων μέτρησης της φωτεινότητας, του χρώματος και της έντασης των καρπών.

Στο πείραμά μας εκτός των τιμών των παραμέτρων L^* , a^* και b^* χρησιμοποιήθηκαν και οι παράμετροι *Hueangle* (h^0) και *Chroma* (C^*), όπως προκύπτουν από τις τιμές των συντεταγμένων a^* και b^* , σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους:

$$Chroma (C^*) = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$Hueangle (h^0) = \tan^{-1} (b^* / a^*)$$

Η παράμετρος *Hueangle* (h^0) είναι το βασικό χρώμα ενός αντικείμενου (0° =κόκκινο-μωβ, 90° =κίτρινο, 180° =μπλε-πράσινο, 270° =μπλε).

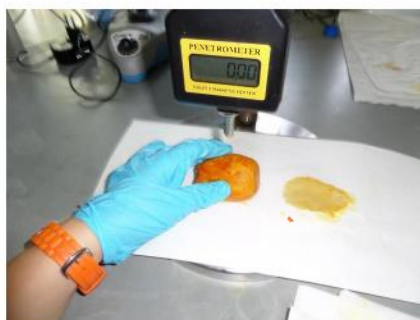
Η παράμετρος *Chroma* (C^*) είναι η ιδιότητα της οπτικής αντίληψης, σύμφωνα με την οποία ένα αντικείμενο εμφανίζεται κορεσμένο με ένα συγκεκριμένο χρώμα (McGuire, 1992).

Κατά την εκτέλεση των μετρήσεων λαμβάνονταν δύο αντιδιαμετρικές μετρήσεις ανά καρπό, τόσο στον φλοιό, όσο και στην σάρκα, μετά την αφαίρεση της φλούδας.

2.3.3. Συνεκτικότητα σάρκας και φλούδας.

Πενετρόμετρο επιπέδου CHATILLONDFIS 50.

Η κυλινδρική βελόνα του οργάνου με σταθερή ταχύτητα εισχωρεί μέχρι ενός σημείου στη σάρκα, διαπερνώντας τη φλούδα του καρπού που στηρίζεται σε σταθερό υπόβαθρο.



Εικόνα 7: Πενετρόμετρο επιπέδου CHATILLONDFIS 50

Η μέτρηση έγινε στο κέντρο σε δύο αντιδιαμετρικά σημεία του καρπού. Με τον προσδιορισμό της δύναμης σε Kg γίνεται η μέτρηση της συνεκτικότητας της φλούδας των καρπών. Στη συνέχεια, σημειώθηκε η δύναμη που είχε καταγραφεί και γινόταν μηδενισμός του οργάνου.

2.4. Εκτίμηση ποιοτικών χαρακτηριστικών του χυμού.

Δέκα καρποί ανά φυτό και γονότυπο (Α, Β, Γ, Δ,Ε) ομογενοποιήθηκαν με τη χρήση μπλέντερ εργαστηρίου. Ο καθαρός χυμός συλλέχθηκε, αφού το μείγμα πέρασε από τούλι και καθαρίστηκε από σπόρους και άλλα φυτικά υπολείμματα. Στην συνέχεια, προσδιορίστηκαν τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά του χυμού, όπως ο όγκος, το βάρος, τα ολικά διαλυτά στερεά, το pH και η ογκομετρούμενη οξύτητα.

2.4.1. Όγκος και βάρος χυμού.

Ο καθαρός χυμός από τους δέκα καρπούς από καθένα από τα πέντε φυτά κάθε γονοτύπου ζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας (g) και ογκομετρήθηκε σε ογκομετρικό κύλινδρο (ml). Ακολούθησε προσδιορισμός των ολικών διαλυτών στερεών, του pH και της ογκομετρούμενης οξύτητας, χρησιμοποιώντας, κατά περίπτωση, ορισμένο όγκο χυμού.

2.4.2. Ολικά διαλυτά στερεά.

Ηλεκτρονικό-ψηφιακό διαθλασίμετρο, μοντέλο HANNAHI-96801.

Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε βαθμούς °Brix (Εικ. 8). Η ρύθμιση (μηδενισμός) του οργάνου γινόταν κάθε φορά με αποσταγμένο νερό και στη συνέχεια ακολουθούσαν οι μετρήσεις με λήψη 1-2 σταγόνων χυμού από κάθε επανάληψη.



Εικόνα 8: Ηλεκτρονικό-ψηφιακό διαθλασίμετρο, μοντέλο HANNAHI-96801

2.4.3. pH και ογκομετρούμενη οξύτητα.

Ψηφιακού pH-μετρο CONSORTC- 501 O, με ακρίβεια μέτρησης εκατοστού της μονάδας.

Η μέτρηση της ογκομετρούμενης οξύτητας του χυμού προσδιορίστηκε με αντίδραση εξουδετέρωσης, χρησιμοποιώντας διάλυμα NaOH Κ 0,1 N. Το σημείο της εξουδετέρωσης προσδιοριζόταν με την χρήση του pH-μέτρου όταν η τιμή του pH ήταν ίση με 8,2. Ανά δείγμα χρησιμοποιήθηκαν 25 ml χυμού. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε g κιτρικού οξέος ανά 100 ml χυμού (% κ.ο. περιεκτικότητα σε κιτρικό οξύ).

2.4.4. Μετρήσεις σπερμάτων.

Μετά τον διαχωρισμό του πολτού, από το τούλι, σε χυμό και σπόρους, έγινε η συλλογή των σπόρων από κάθε ομάδα των 10 καρπών, ξεχωριστά από καθένα από τα 5 φυτά ανά γονότυπο. Στη συνέχεια οι σπόροι, αποξηράθηκαν, ζυγίστηκαν (ξηρό βάρος) και μετρήθηκαν.

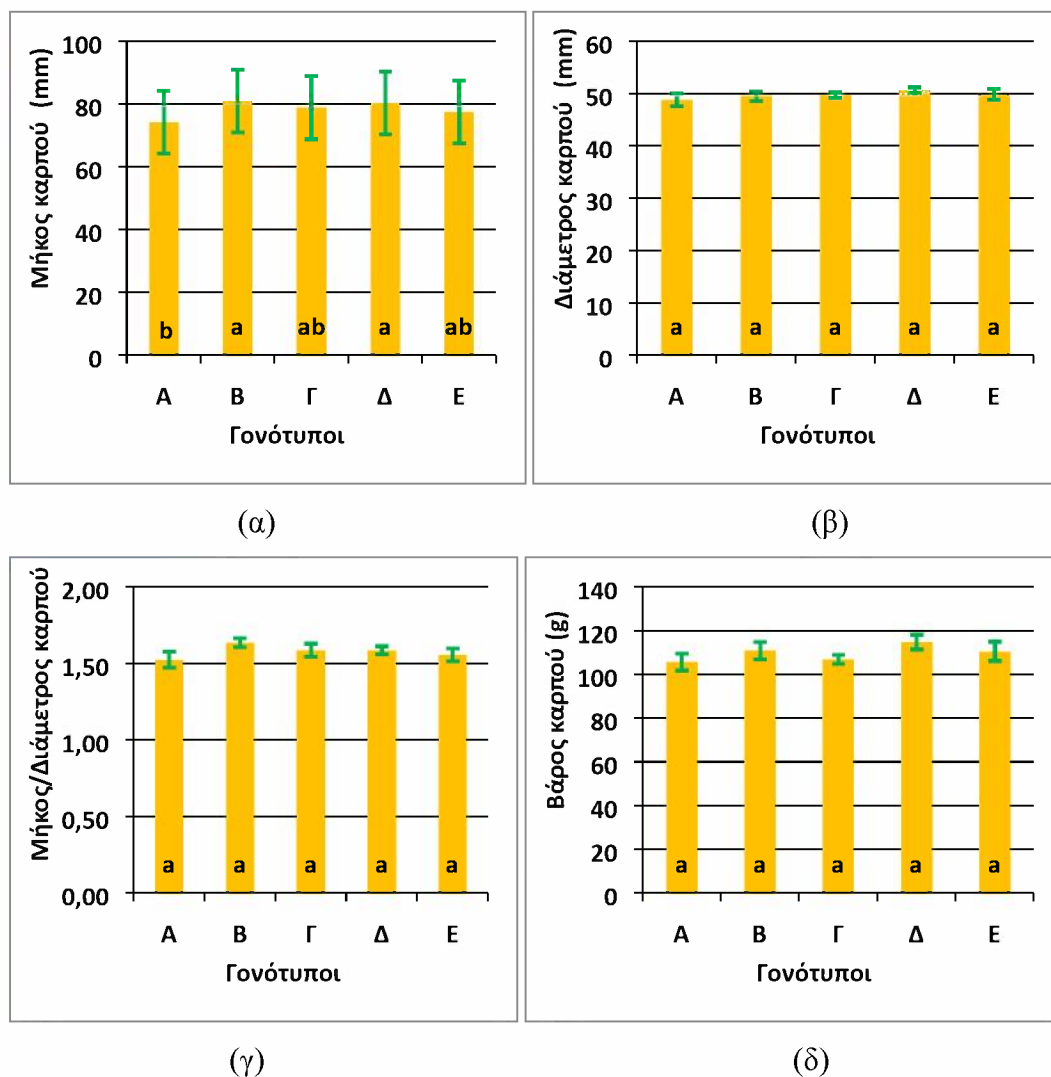
2.5. Στατιστική επεξεργασία.

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS (18.0.1 for Windows). Η στατιστική ανάλυση έγινε σύμφωνα με τις αρχές του τελείως τυχαιοποιημένου σχεδίου. Για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Duncan (Duncan's multiple range test), για επίπεδο πιθανότητας 5% ($p \leq 0,05$, $n=4$).

Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα

3.1. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού

3.1.1. Μήκος, διάμετρος, σχέση μήκους/διαμέτρου, βάρος καρπού

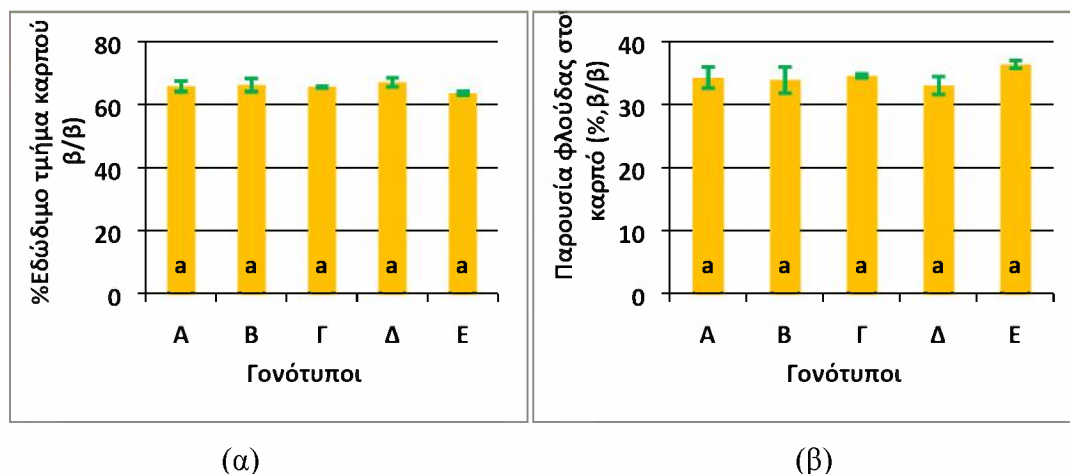


Σχ. 1: Μήκος (α), διάμετρος (β), μήκος προς διάμετρος (γ) και βάρος καρπών (δ) των πέντε γονότυπων φραγκοσυκιάς (A, B, Γ, Δ, E) που μελετήθηκαν.

Οι μέσοι όροι της ίδιας παραμέτρου που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

Οι μέσοι όροι των τιμών των χαρακτηριστικών των πέντε προς εξέταση γονοτύπων που αναφέρονται στο σχ. 1, δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, εκτός από αυτούς που αφορούν το μήκος του καρπού (Σχ. 1α). Συγκεκριμένα ο γονότυπος A (74,19 mm), ενώ δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με τους Γ (78,80mm) και E (77,41 mm), διέφερε στατιστικά σημαντικά (μικρότερο μήκος καρπού) με τους γονοτύπους B (80,96 mm) και Δ (80,26 mm).

3.1.2. Εδώδιμο τμήμα καρπού, παρουσία φλούδας στον καρπό

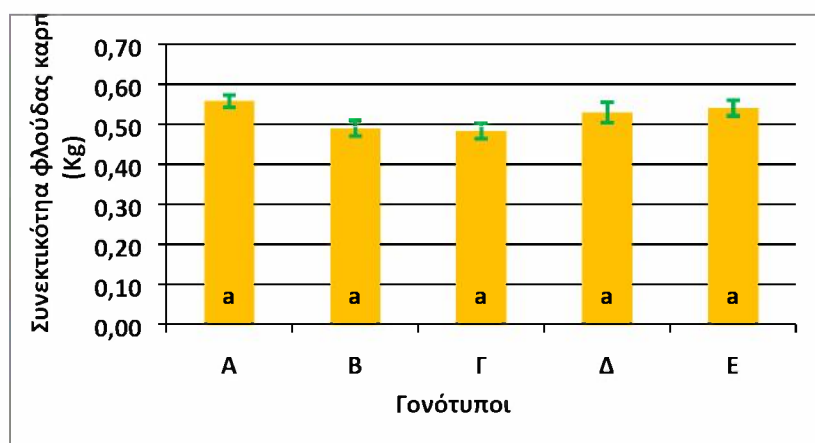


Σχ. 2: Εδώδιμο τμήμα του καρπού (α) και παρουσία φλούδας (β) στους καρπούς των πέντε γονοτύπων (A, B, Γ, Δ, Ε) που μελετήθηκαν.

Οι μέσοι όροι της ίδιας παραμέτρου που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

Οι τιμές των μέσων όρων του εδώδιμου τμήματος του καρπού (Σχ. 2α) και της παρουσίας φλούδας στον καρπό (μη εδώδιμο τμήμα) (Σχ. 2β) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ, Δ και Ε. Οι τιμές του εδώδιμου τμήματος κυμάνθηκαν από 63,67 μέχρι 67,05 (% β/β) (Σχ. 2α) και της φλούδας ανά καρπό από 33,01 μέχρι 36,38 (% β/β) (Σχ. 2β).

3.1.3. Συνεκτικότητα φλούδας καρπού

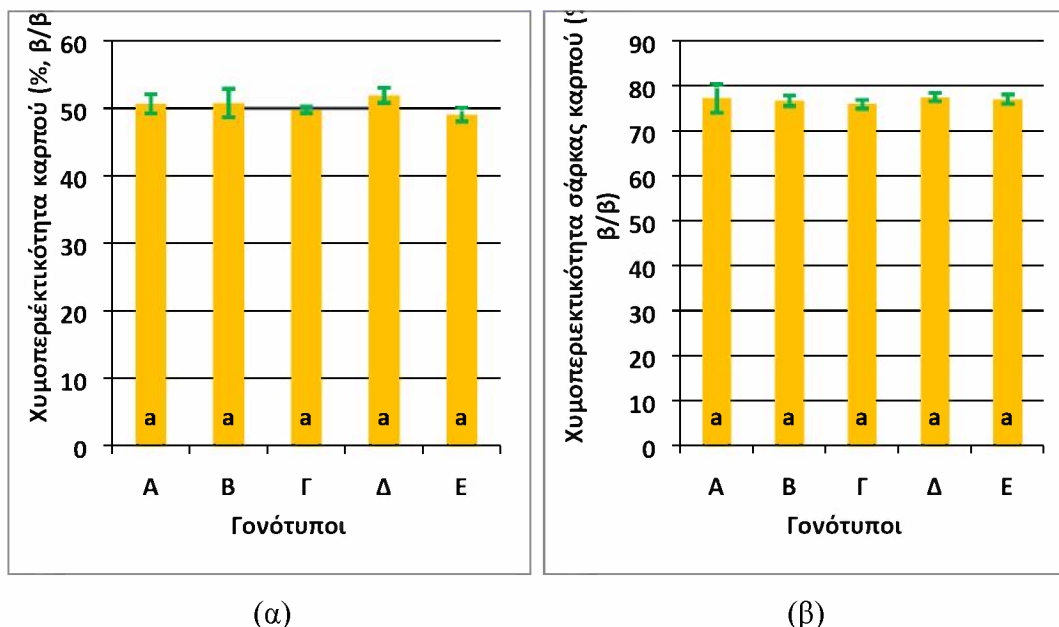


Σχ. 3: Συνεκτικότητα φλούδας καρπών των πέντε γονοτύπων (A, B, Γ, Δ, Ε) που μελετήθηκαν.

Οι μέσοι όροι της ίδιας παραμέτρου που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

Οι τιμές των μέσων όρων της συνεκτικότητας φλούδας των καρπών κυμάνθηκαν από 0,48 μέχρι 0,56 Kg και δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των προς εξέταση πέντε γονοτύπων Α, Β, Γ, Δ και Ε.

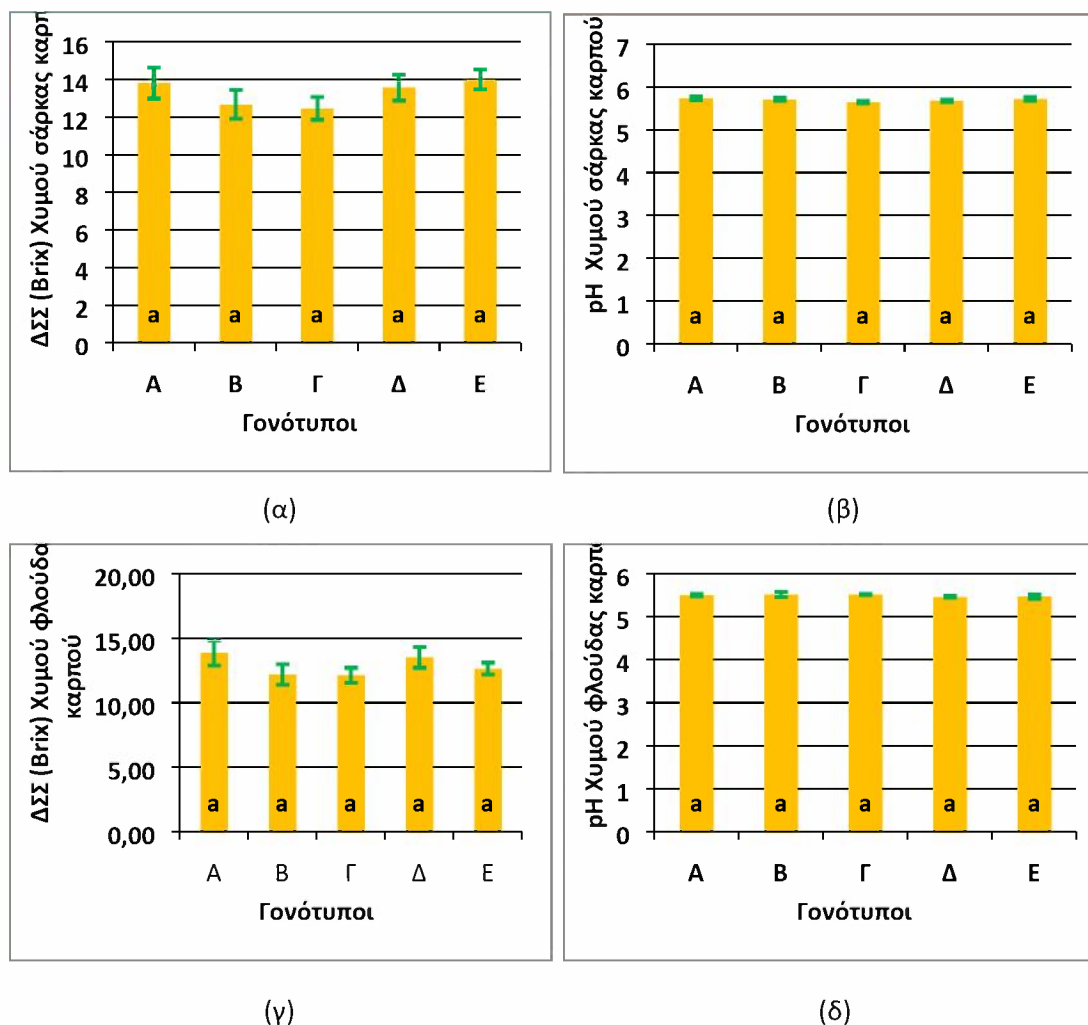
3.1.4. Χυμοπεριεκτικότητα καρπού και σάρκας



Σχ. 4: Χυμοπεριεκτικότητα καρπού και σάρκας καρπών των πέντε γονοτύπων φραγκοσυκιάς (Α, Β, Γ, Δ, Ε) που μελετήθηκαν. Οι μέσοι όροι της ίδιας παραμέτρου που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

Οι τιμές των μέσων όρων της χυμοπεριεκτικότητας καρπού (Σχ. 4α) και σάρκας των καρπών (Σχ. 4β), δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των υπό μελέτη πέντε γονοτύπων Α, Β, Γ, Δ και Ε. Οι τιμές της χυμοπεριεκτικότητας καρπού κυμάνθηκαν από 49,07 μέχρι 51,94 (% β/β) (Σχ. 4α) και της χυμοπεριεκτικότητας σάρκας καρπού από 75,92 μέχρι 77,48 (% β/β) (Σχ. 4β).

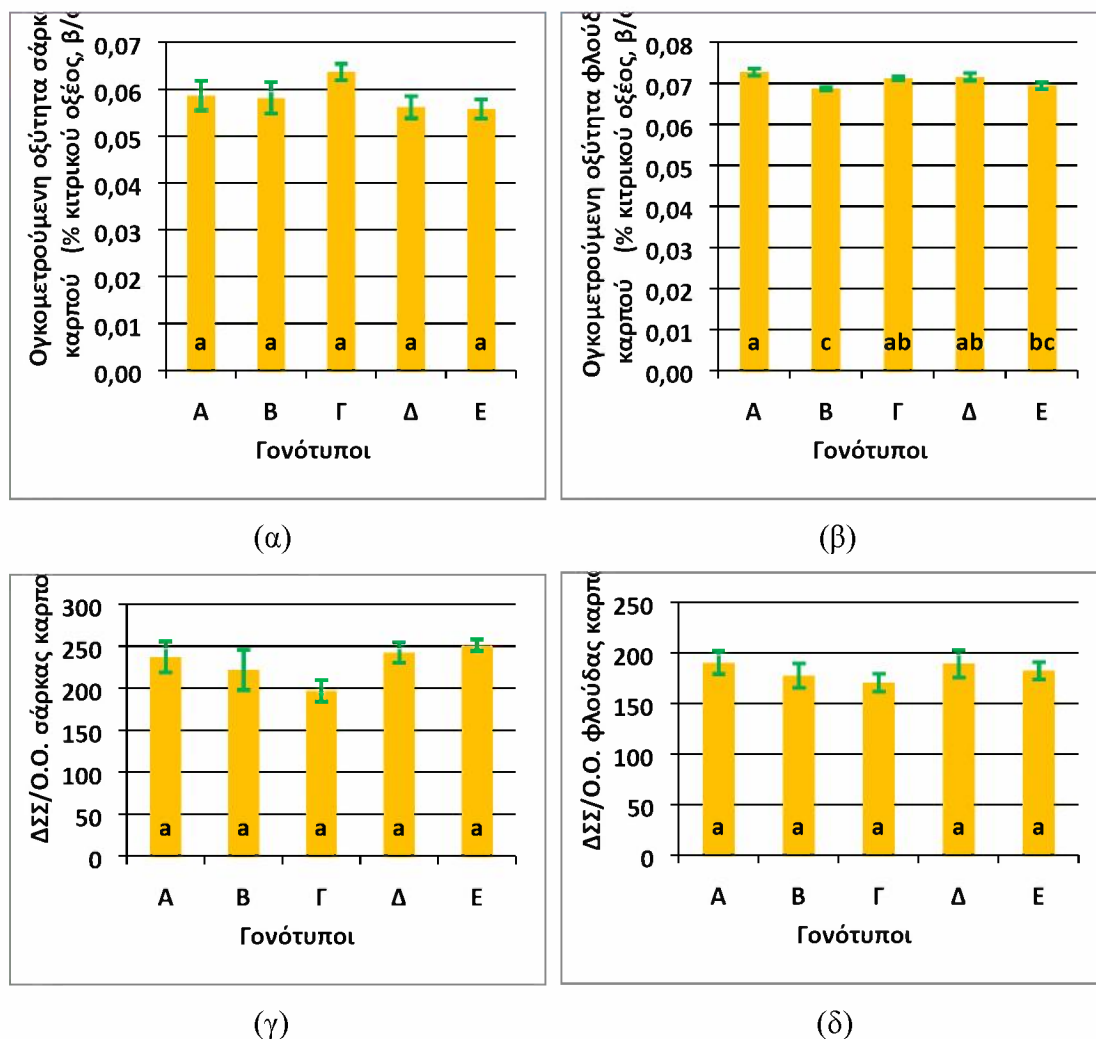
3.1.5. ΔΔΣ (°Brix) χυμού σάρκας, pH χυμού σάρκας, ΔΣΣ (°Brix) χυμού φλούδας, pH χυμού φλούδας καρπού.



Σχ. 5: ΔΣΣ χυμού σάρκας (α), pH χυμού σάρκας (β), ΔΣΣ χυμού φλούδας (γ), και pH χυμού φλούδας (δ) των καρπών των πέντε, υπό μελέτη, γονοτύπων φραγκοσυκιάς (A, B, Γ, Δ, E). Οι μέσοι όροι της ίδιας παραμέτρου που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

Οι τιμές των μέσων όρων των τεσσάρων ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών που παρουσιάζονται στο Σχ. 5, δηλαδή των ΔΣΣ χυμού σάρκας (Σχ. 5α), του pH χυμού σάρκας (Σχ. 5β), των ΔΣΣ χυμού φλούδας (Σχ. 5γ) και του pH χυμού φλούδας (Σχ. 5δ) των καρπών, δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε μελετηθέντων γονοτύπων. Οι τιμές των μέσων όρων κυμάνθηκαν, για τα ΔΣΣ χυμού σάρκας από 12,46 έως 13,81 (°Brix) (Σχ. 5α), για το pH χυμού σάρκας από 5,63 έως 5,74 (Σχ. 5β), για τα ΔΣΣ χυμού φλούδας από 12,11 έως 13,86 (°Brix) (Σχ. 5γ) και για το pH χυμού φλούδας από 5,46 έως 5,52 (Σχ. 5δ).

3.1.6. Ογκομετρούμενη οξύτητα σάρκας, Ογκομετρούμενη οξύτητα φλούδας, ΔΣΣ/Ο.Ο. σάρκας και ΔΣΣ/Ο.Ο. φλούδας.



Σχ. 6: Ογκομετρούμενη οξύτητα σάρκας (α), ογκομετρούμενη οξύτητα φλούδας (β), ΔΣΣ/Ο.Ο. σάρκας (γ) και ΔΣΣ/Ο.Ο. φλούδας (δ) καρπών των πέντε, υπό μελέτη, γονοτύπων φραγκοσυκιάς (Α, Β, Γ, Δ, Ε). Οι μέσοι όροι της ίδιας παραμέτρου που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

Στο Σχ. 6, παρατηρούμε ότι, ενώ οι τιμές των μέσων όρων της ογκομετρούμενης οξύτητας σάρκας (Σχ. 6α) και των του λόγων ΔΣΣ/Ο.Ο. σάρκας (Σχ. 6γ) και ΔΣΣ/Ο.Ο φλούδας (Σχ. 6δ) των καρπών, δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε, υπό μελέτη γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ, Ε), οι τιμές των μέσων όρων της ογκομετρούμενης οξύτητας φλούδας παρουσίασαν διαφορές (Α>Β,Δ).

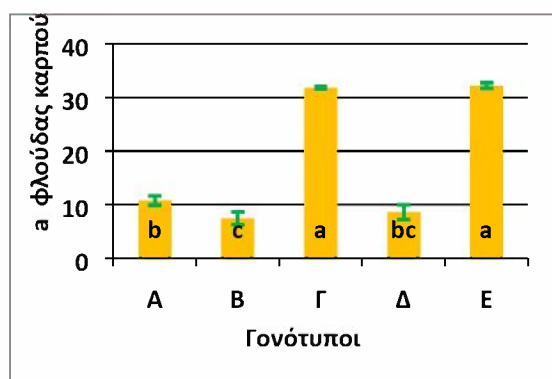
Οι τιμές των μέσων όρων κυμάνθηκαν, για την ογκομετρούμενη οξύτητα σάρκας από 0,056 έως 0,064 (% κιτρικού οξέος, β/ο) (Σχ. 6α), για τον λόγο ΔΣΣ/Ο.Ο.

σάρκας από 196,6 έως 251,1 (Σχ. 6γ) και για τον λόγο ΔΣΣ/Ο.Ο φλούδας από 170,23 έως 190,29 (Σχ. 6δ).

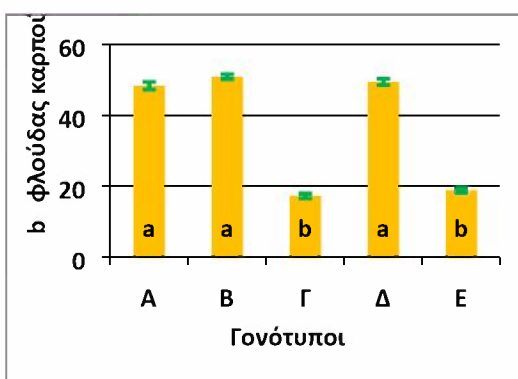
Οι τιμές των μέσων όρων για την ογκομετρούμενη οξύτητα φλούδας (% κίτρικου οξέος, β/ο) (Σχ. 6β) παρουσίασαν τις εξής στατικά σημαντικά διαφορές:

Ο γονότυπος Α (0,072) (% κίτρικου οξέος, β/ο), δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους γονοτύπους Γ (0,071) (% κίτρικου οξέος, β/ο) και Δ (0,072) (% κίτρικου οξέος, β/ο), παρουσίασε όμως με τους γονοτύπους Β (0,069) (% κίτρικου οξέος, β/ο) και Ε (0,069) (% κίτρικου οξέος, β/ο). Ο γονότυπος Β, δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τον Ε αλλά παρουσίασε με τους Α, Γ, Δ. Οι γονότυποι Γ και Δ δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους Α, Ε και μεταξύ τους, παρουσίασαν όμως με τον γονότυπο Β. Τέλος ο Ε, δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους γονοτύπους Β, Γ, και Δ, αλλά παρουσίασε με τον Α.

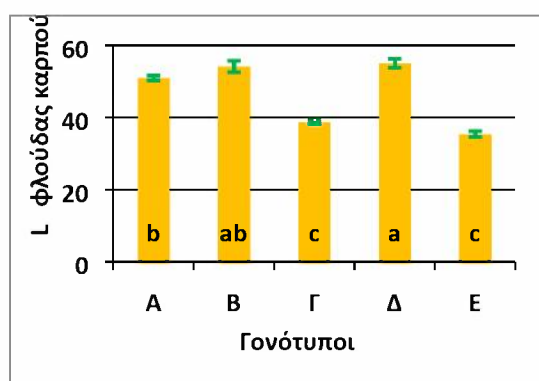
3.1.7. Χρωματικές παράμετροι a,b,C,L και h φλούδας



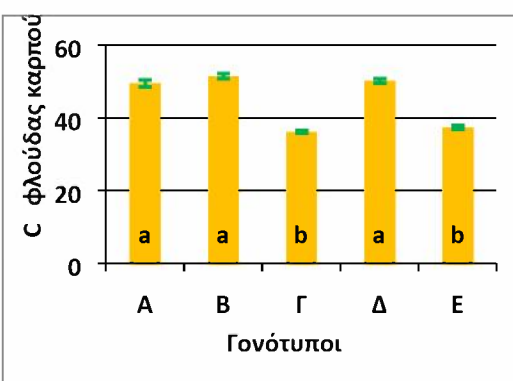
(α)



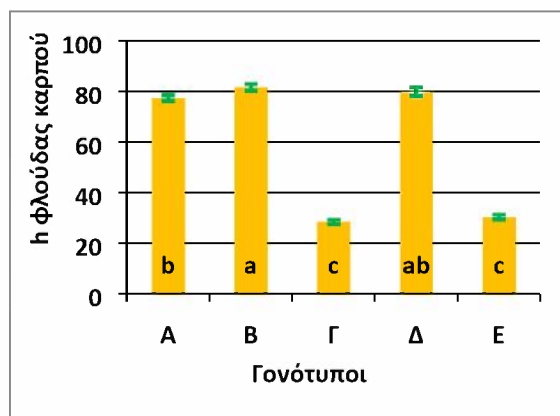
(β)



(γ)



(δ)



(ε)

Σχ. 7: Χρωματικές παράμετροι a (α), b (β), L (γ), C (δ) και h (ε) στη φλούδα καρπών των πέντε γονοτύπων φραγκοσουκιάς (A, B, Γ, Δ, E) που μελετήθηκαν.

Οι μέσοι όροι της ίδιας παραμέτρου που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

Στο Σχ. 7, βλέπουμε ότι οι τιμές των μέσων όρων και των πέντε χρωματικών παραμέτρων της φλούδας των καρπών των πέντε υπό μελέτη γονοτύπων (A, B, Γ, Δ, E) παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Οι τιμές των μέσων όρων για την χρωματική παράμετρο a της φλούδας (Σχ. 7α) παρουσίασαν τις εξής στατιστικά διαφορές:

Ο γονότυπος A (10,77) ενώ δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με τον γονότυπο Δ (8,62), παρουσίασε με τους γονοτύπους B (7,49), Γ (31,84) και E (32,23). Ο γονότυπος B ενώ δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με τον γονότυπο Δ, παρουσίασε όμως με τους γονοτύπους A, Γ και E. Ο γονότυπος Γ ενώ δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με τον γονότυπο E, παρουσίασε με τους A, B και Δ. Ο γονότυπος Δ ενώ δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους γονοτύπους A και B, παρουσίασε με τους Γ και E. Τέλος, ο γονότυπος E ενώ δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με τον γονότυπο Γ, παρουσίασε με τους γονοτύπους A, B και Δ.

Οι τιμές των μέσων όρων για την χρωματική παράμετρο b της φλούδας (Σχ. 7β) παρουσίασαν τις εξής στατιστικές διαφορές:

Οι γονότυποι A (48,27), B (50,87) και Δ (49,36), ενώ δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, παρουσίασαν με τους γονοτύπους Γ (17,26) και E (18,91). Οι γονότυποι Γ και E δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Οι τιμές των μέσων όρων για την χρωματική παράμετρο L της φλούδας (Σχ. 7γ) παρουσίασαν τις εξής στατιστικές διαφορές:

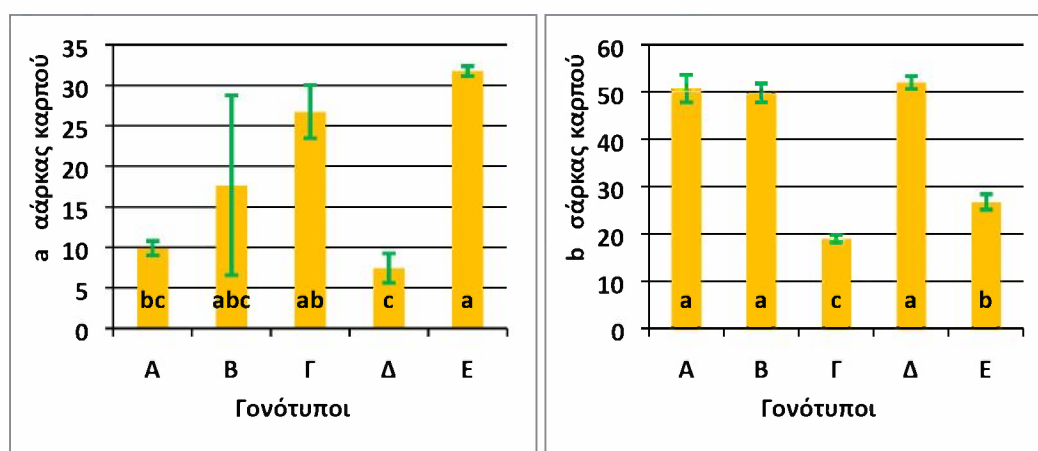
Οι γονότυποι Γ (38,67) και Ε (35,4) δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους, ενώ παρουσίασαν με τους γονοτύπους Α (51,02), Β(54,18) και Δ (55,01). Ο γονότυπος Α ενώ δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με τον γονότυπο Β, παρουσίασε με τους Γ, Δ και Ε. Τέλος ο γονότυπος Δ ενώ δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με τον γονότυπο Β, παρουσίασε με τους Α, Γ και Ε.

Οι τιμές των μέσων όρων για την χρωματική παράμετρο C της φλούδας (Σχ. 7δ), παρουσίασαν ακριβώς τις ίδιες στατιστικά διαφορές με την χρωματική παράμετρο b. Οι τιμές των μέσων όρων ήταν: Α (49,49), Β (51,46), Γ (36,23), Δ (50,17) και Ε (37,38).

Οι τιμές των μέσων όρων για την χρωματική παράμετρο h της φλούδας (Σχ. 7ε) παρουσίασαν τις εξής στατιστικές διαφορές:

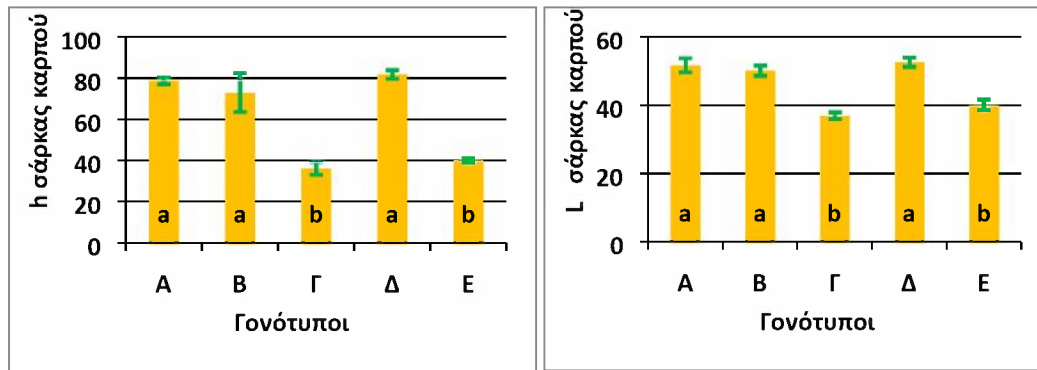
Οι γονότυποι Γ (28,44) και Ε (30,39) δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους, ενώ παρουσίασαν με τους γονοτύπους Α (77,39), Β (81,65) και Δ (80,04). Ο γονότυπος Α ενώ δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά με τον γονότυπο Δ, διέφερε με τους γονοτύπους Β, Γ και Ε. Ο γονότυπος Β ενώ δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με τον γονότυπο Δ, παρουσίασε με τους γονοτύπους Α, Γ και Ε. Τέλος ο γονότυπος Δ ενώ δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με τους γονοτύπους Α και Β, παρουσίασε με τους γονοτύπους Γ και Ε.

3.1.8. Χρωματικές παράμετροι a,b,C,L και h σάρκας



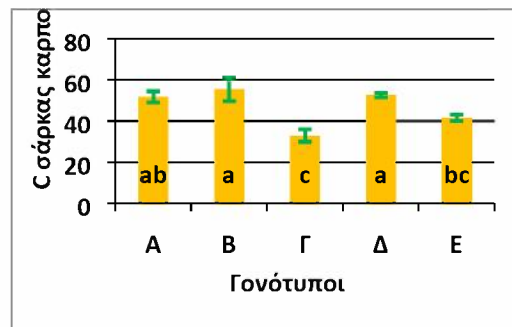
(α)

(β)



(γ)

(δ)



(ε)

Σχ. 8: Χρωματικές παράμετροι a (α), b (β), L (γ), C (δ) και h (ε) στη σάρκα καρπών των πέντε γονοτύπων φραγκοσουκιάς (A, B, Γ, Δ, E) που μελετήθηκαν. Οι μέσοι όροι της ίδιας παραμέτρου που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

Οι τιμές των μέσων όρων για την χρωματική παράμετρο a της σάρκας (Σχ. 8α) παρουσίασαν τις εξής στατιστικά διαφορές:

Ο γονότυπος A (9.88) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους B (17.65), Γ (26.74) και Δ (7.4), παρουσίασε όμως με το γονότυπο E (31.74). Ο γονότυπος B δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με τους υπόλοιπους γονοτύπους. Ο γονότυπος Γ παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο με το Δ. Ο γονότυπος Δ παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο με τους Γ και E. Τέλος, ο γονότυπος E παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους Γ και A.

Οι τιμές των μέσων όρων για την χρωματική παράμετρο b της σάρκας (Σχ. 8β) παρουσίασαν τις εξής στατιστικές διαφορές:

Οι γονότυποι A (50.74), B (49.81) και Δ (52), ενώ δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, παρουσίασαν με τους γονοτύπους Γ (18.95) και E (26.74). Οι γονότυποι Γ και E παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Οι τιμές των μέσων όρων για την χρωματική παράμετρο *h* της σάρκας (Σχ. 8γ) παρουσίασαν τις εξής στατιστικές διαφορές:

Οι γονότυποι Α (51,71), Β (50,11) και Δ (52,62), ενώ δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, παρουσίασαν με τους γονοτύπους Γ (36,94) και Ε (40,10). Οι γονότυποι Γ και Ε δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Οι τιμές των μέσων όρων για την χρωματική παράμετρο *L* της σάρκας (Σχ. 8δ), παρουσίασαν ακριβώς τις ίδιες στατιστικά σημαντικές διαφορές με την χρωματική παράμετρο *h*. Οι τιμές των μέσων όρων ήταν: Α (51,75), Β (55,45), Γ (32,89), Δ (52,64) και Ε (41,52).

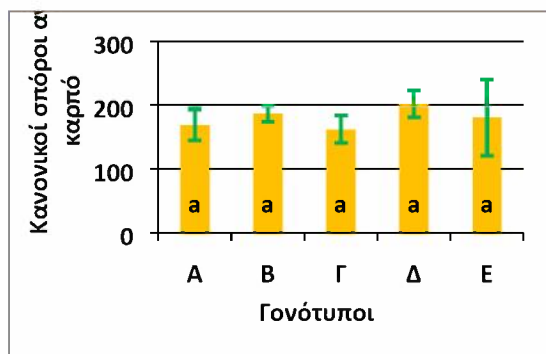
Οι τιμές των μέσων όρων για την χρωματική παράμετρο *C* της σάρκας (Σχ. 8ε) παρουσίασαν τις εξής στατιστικά σημαντικές διαφορές:

Ο γονότυπος Α παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο με τον γονότυπο Γ.

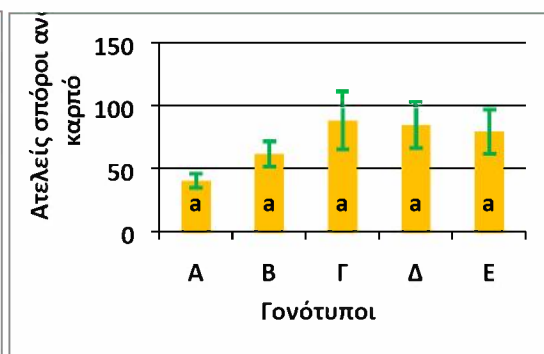
Ο γονότυπος Β και Δ παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους Γ και Ε.

Ο γονότυπος Γ δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο με τον Ε.

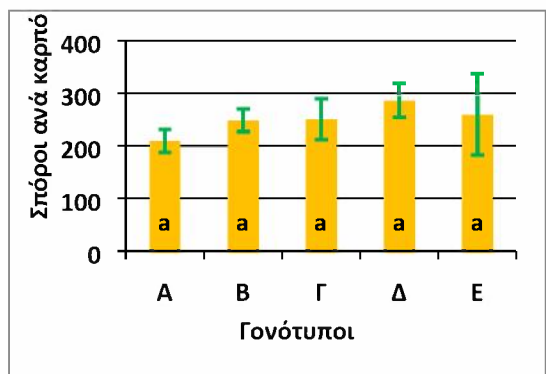
3.1.9. Κανονικοί σπόροι, ατελείς σπόροι, σπόροι ανά καρπό, ποσοστό κανονικών σπόρων και ποσοστό ατελών σπόρων



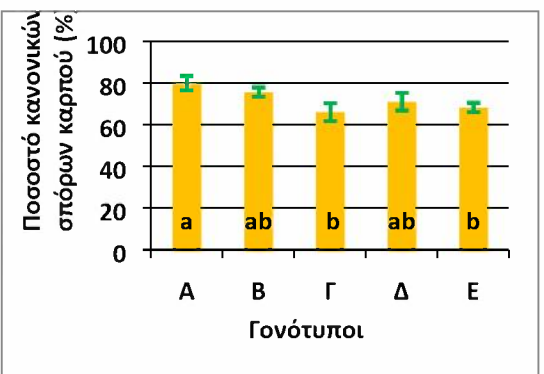
(α)



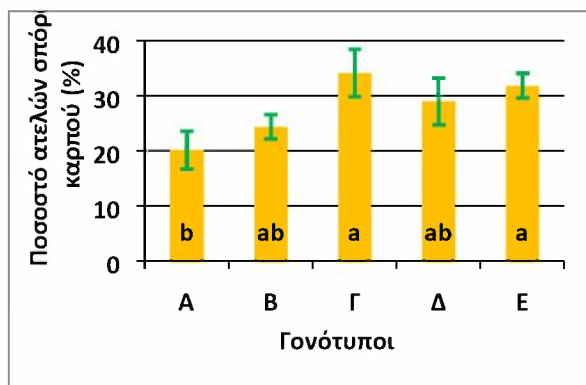
(β)



(γ)



(δ)



(ε)

Σχ. 9: Κανονικοί σπόροι (α), ατελείς σπόροι (β), σπόροι ανά καρπό (γ), ποσοστό κανονικών σπόρων (δ) και ποσοστό ατελών σπόρων (ε) ανά καρπό των πέντε γονοτύπων φραγκοσουκιάς (A, B, Γ, Δ, E) που μελετήθηκαν.

Οι μέσοι όροι της ίδιας παραμέτρου που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

Οι τιμές των μέσων όρων των κανονικών σπόρων ανά καρπό (Σχ. 9α), των ατελών σπόρων ανά καρπό (Σχ. 9β) και των σπόρων ανά καρπό (Σχ. 9γ) δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Οι τιμές των μέσων όρων του ποσοστού (%) των κανονικών σπόρων ανά καρπό (Σχ. 9δ) παρουσίασαν τις εξής στατιστικές διαφορές:

Οι γονότυποι B (75,62), Γ (65,88), Δ (70,99) και E (68,15) δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Ο γονότυπος A (79,86) παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους γονοτύπους Γ και E. Επίσης ο γονότυπος A δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους γονοτύπους B και Δ.

Οι τιμές των μέσων όρων του ποσοστού (%) των ατελών σπόρων ανά καρπό (Σχ. 9ε) παρουσίασαν τις εξής στατιστικές διαφορές:

Οι γονότυποι B (24,38), Γ (34,12), Δ (29) και E (31,85) δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Ο γονότυπος A (20,14) παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους γονοτύπους Γ και E. Επίσης ο γονότυπος A δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές με τους γονοτύπους B και Δ.

Κεφάλαιο 4: Συζήτηση – Συμπεράσματα

4.1. Συζήτηση

Τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών της φραγκοσυκιάς είναι το μέγεθος, το ποσοστό του εδώδιμου τμήματος, το χρώμα, τα ολικά διαλυτά στερεά και η περιεκτικότητα σε σπόρους (Barbera et al., 1994).

Το μέγεθος των φρούτων εξαρτάται από τον αριθμό των σπόρων (Barbera et al., 1994), το φορτίο των κλαδοδίων (Wessels, 1988; Brutsch, 1992; Inglese et al., 1995), την διαθεσιμότητα νερού (Barbera, 1984) και τον χρόνο συγκομιδής (Brutsch & Scott, 1991, Nerd et al., 1991, Barbera et al., 1994).

Τα φραγκόσυκα επιλέγονται για εμπορική χρήση ανάλογα με το μέγεθός τους. Συγκεκριμένα, στην Ιταλία υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες: πάνω από 160 g η πρώτη, η δεύτερη 120-160 g, η τρίτη 80-120 g, και η τέταρτη κατηγορία κάτω από 80 g, σύμφωνα με όσα αναφέρονται από τον Inglese et al. (1995). Στη Νότια Αφρική για να γίνει εξαγωγή φραγκόσυκων το μέγεθός τους πρέπει να υπερβαίνει τα 120g (Brutsch, 1979), ενώ για εγχώρια κατανάλωση η άριστη ποιότητα καθορίζεται συνδυαστικά βάσει του βάρους (> 140 g), του ποσοστού πολτού (> 50 %), των συνολικών διαλυτών στερεών (TSS> 13 °Brix) και του πάχους της φλούδας (<6 mm) (Potgieter & Mkhari, 2002). Σε συγκριτική μελέτη είκοσι τεσσάρων ποικιλιών που έγινε στη Νότια Αφρική, το μέσο βάρος των καρπών κυμάνθηκε από 104 g μέχρι 141,35 g. Το πλάτος και το μήκος των καρπών από διάφορες ποικιλίες βρέθηκε να διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών. Το πλάτος (η διάμετρος) των καρπών κυμάνθηκε από 50,77 mm μέχρι 57,15 mm στις ποικιλίες Roedtan και Robusta X Castillo, αντίστοιχα. Οι χαμηλότερες τιμές του μήκους των καρπών βρέθηκαν στις Algerian, Ameican Giant και Fisicaulis στα 60,64 mm, 61,98 mm και 64,59 mm, αντίστοιχα, ενώ οι υψηλότερες βρέθηκαν στις Shasheret, Schagen και Santa Rosa στα 75,62 mm, 75,59 mm και 74,14 mm, αντίστοιχα.

Σύμφωνα με τους Valdez-Cepeda et al., (2014) στην ποικιλία Rojo Pelón του Μεξικού, το βάρος των καρπών κυμάνθηκε από 25 g έως 138 g. Οι Felker et al (2005) ανέφεραν ένα εύρος τιμών βάρους καρπών από 112 g μέχρι 212 g ποικιλιών από διάφορες περιοχές του Μεξικού και της Αργεντινής. Από είκοσι τρεις ποικιλίες από διάφορες περιοχές του Μαρόκου τα φρέσκα βάρη φρούτων κυμάνθηκαν από 53 g στην ONI-G10 έως 103 g στην OFI-H20, ενώ τα μήκη των καρπών κυμάνθηκαν από

5,5 cm στην ONI-G10 έως 8,4 cm στην OI-H30 (Kharrassi et al., 2015). Ο Pimienta (1994) ανέφερε ότι το βάρος των καρπών διαφόρων ποικιλιών σε περιοχές του Μεξικού κυμάνθηκε από 114 g έως 240 g.

Στο Ινστιτούτο Υποτροπικών Φυτών και Ελιάς Χανίων έγινε αξιολόγηση δέκα οκτώ γονοτύπων προερχόμενων από Πελοπόννησο, Κρήτη, Δωδεκάνησα και Επτάνησα. Το βάρος των καρπών κυμάνθηκε από 20 από μέχρι 149,1 g (Λιονάκης & Λοξού, 1999). Σε συγκριτική μελέτη που έγινε στην Αργεντινή σε 28 ποικιλίες φραγκοσυκιάς το 2005, οι τιμές βάρους, στην πλειοψηφία των ποικιλιών, κυμάνθηκαν από 120 – 160 g και μόνο πέντε από αυτές είχαν βάρος μεγαλύτερο από 160 g.

Οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση της ανάπτυξης της σάρκας και του τελικού μεγέθους του καρπού, ενώ η αυξημένη αζωτούχος λίπανση φαίνεται να αυξάνει το πάχος της φλούδας, μειώνοντας την αναλογία σάρκας προς φλούδα αλλά και την ένταση του χρώματος της φλούδας (Barbera & Inglese, 1993).

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ και Ε) με βάση τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη, όσον αφορά

- το μέσο βάρος των καρπών (105,65 – 114,74 g)
- τη διάμετρο των καρπών (48,8 – 50,6 mm)
- την αναλογία μήκους/διάμετρο καρπού (1,524 - 1,636) και
- την παρουσία φλούδας στον καρπό (33,01 – 36,38 %).

Παρατηρήθηκαν, όμως, στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο μήκος των καρπών (74,1 – 80,96 mm). Συγκεκριμένα, οι γονότυποι Β και Δ (80,96 – 80,26 mm) παρουσίασαν μεγαλύτερο μέσο μήκος καρπών, ενώ το μικρότερο μέσο μήκος καρπών παρουσίασε ο γονότυπος Α (74,1 mm).

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας για την εξαγωγή και την εμπορική χρήση των φραγκόσυκων είναι το ποσοστό του εδώδιμου τμήματος, που δεν πρέπει να είναι χαμηλότερο από 55 - 60 % (Inglese et al., 1995). Στην Ιταλία, το ποσοστό του εδώδιμου τμήματος των καρπών στις ποικιλίες Gialla, Rossa και Bianca κυμάνθηκε από 55 - 60 % τόσο για τις καλοκαιρινές όσο και για τις εκτός εποχής καλλιέργειες (Barbera et al., 1992c). Η Ofer, μια ισραηλινή ποικιλία, το εδώδιμο τμήμα των καρπών κυμάνθηκε από 42 % (χειμερινή καλλιέργεια) μέχρι 55 % (καλοκαιρινή καλλιέργεια), ενώ ένα ευρύτερο εύρος, μεταξύ 30 και 60 %, βρέθηκε στη Νότιο

Αφρική, πιθανότατα λόγω διαφορετικής καλλιεργητικής διαχείρισης και περιβαλλοντικών συνθηκών (Wessels, 1988). Στη Νότια Αφρική άλλα επιθυμητά χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν την υψηλή χυμοπεριεκτικότητα, την ευχάριστη γεύση, το άρωμα και τα εξωτερικά χρώματα (Potgieter & Mkhari 2002). Στο Μεξικό το ποσοστό του εδώδιμου τμήματος, σε μια σύγκριση μεταξύ εννέα ποικιλιών, κυμάνθηκε από 40 – 60 % (Pimienta et al., 1992), ενώ στην Αργεντινή από 38 – 61 %.

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ και Ε) που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, όσον αφορά:

- το εδώδιμο τμήμα (σάρκα) του καρπού (63,67 – 67,05 % του καρπού) και
- τη χυμοπεριεκτικότητα των καρπών (49,1 – 51,9 %) και της σάρκας (75,92 – 77,48 %).

Σύμφωνα με τα ανωτέρω μπορούμε να πούμε ότι οι καρποί και των πέντε γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ και Ε) είναι κατάλληλοι για εμπορική χρήση, όχι όμως για εξαγωγή, αφού σύμφωνα με τους Wessels AB (1988), οι καρποί που προορίζονται για εξαγωγή πρέπει να υπερβαίνουν τα 120 g. Το βάρος τους κυμάνθηκε από 106 – 115 g και έτσι κατατάσσονται στους μέτριους προς μεγάλους καρπούς, σύμφωνα με τους Inglese et al. (1995). Η μεγάλη χυμοπεριεκτικότητα της σάρκας, από 75,92 μέχρι 77,48 %, τους καθιστά κατάλληλους για χυμοποίηση. Τέλος, το μεγάλο ποσοστό του εδώδιμου τμήματος (63,67 – 67,05 %) είναι ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό που ικανοποιεί τους καταναλωτές.

Το ελάχιστο αποδεκτό όριο για τη συνεκτικότητα της σάρκας των φραγκόσυκων είναι 1 kg (Felker et al., 2002a). Σε μελέτη στην Αργεντινή που περιλάμβανε 28 κλώνους παρατηρήθηκαν τρεις κατηγορίες, όσον αφορά τη συνεκτικότητα σάρκας και φλοιού. Η συνεκτικότητα της σάρκας θεωρήθηκε εξαιρετική (πάνω από 1,5 Kg) , αποδεκτή (λίγο πάνω από 1 Kg) και μη ικανοποιητική (κάτω από 1 Kg), χωρίς να αναφέρονται αντίστοιχες τιμές συνεκτικότητας φλούδας πέρα από την πληροφορία ότι η συνεκτικότητα της φλούδας είναι μεγαλύτερη από αυτή της σάρκας.

Στην παρούσα μελέτη δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ και Ε) ως προς τη συνεκτικότητα του φλοιού (0,48 - 0,56 Kg). Τα φραγκόσυκα της μελέτης μας θα μπορούσαμε να τα κατατάξουμε στην «μη ικανοποιητική» κατηγορία, αν λάβουμε υπόψη ότι η συνεκτικότητα της σάρκας των καρπών και στους 28 κλώνους (μελέτη Αργεντινής) ήταν μεγαλύτερη από τη δική

τους συνεκτικότητα. Οι χαμηλές τιμές συνεκτικότητας που καταγράφηκαν στους καρπούς του παρόντος πειράματος δείχνει ότι συγκομίστηκαν αρκετά ώριμοι (πιο μαλακοί).

Ως προς τα χαρακτηριστικά του χυμού, οι Kharrassi et al. (2015) ανέφεραν ότι η συνολική περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά κυμάνθηκε από 6,2 - 12,6 °Brix. Δεν βρέθηκε καμία σημαντική σχέση μεταξύ των ειδών, της γεωγραφικής προέλευσης και του χρώματος του φλοιού ως προς την περιεκτικότητα του χυμού των καρπών τους σε διαλυτά στερεά. Γενικότερα, η μέση τιμή °Brix των καρπών:

- με κίτρινο-πορτοκαλί χρώμα ήταν 10,1 °Brix
- με πορφυρό-κόκκινο χρώμα ήταν 10,3 °Brix και
- με ροζ χρώμα ήταν 9,4 ° Brix.

Στο μεξικάνικο είδος *O. Cactus*, η συνολική περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά κυμάνθηκε από 11,6 - 15,3 °Brix, όπως ανέφεραν οι Yahia & Mondragon. (2011).

Οι Felker et al. (2005) αφού σύγκριναν τα συνολικά διαλυτά στερεά αρκετών ποικιλιών φραγκοσυκιάς (*Opuntia ficus indica*), από το Μεξικό και την Αργεντινή, ανέφεραν ότι οι τιμές °Brix κυμάνθηκαν από 11,5 - 16. Σε αιγυπτιακές ποικιλίες με κίτρινο-πορτοκαλί χρώμα φλοιού, η μέση τιμή ήταν 14,67° Brix (El-Rozek & Hassan, 2011). Όπως προαναφέρθηκε στη Νότια Αφρική τα συνολικά διαλυτά στερεά για εγχώρια κατανάλωση πρέπει να είναι περισσότερα από 13 °Brix (Potgieter & Mkhari, 2002)

Στη μελέτη της Αργεντινής, που αναφέρθηκε προηγουμένως, οι τιμές των διαλυτών στερεών συστατικών του χυμού κυμάνθηκαν από 11,8 - 15,7 °Brix. Πάνω από το μισό των κλώνων είχαν την βέλτιστη τιμή Brix κατά τη συγκομιδή, 13 – 15 °Brix, όπως πρότειναν οι Inglese et al. (1995). Ωστόσο, άλλοι συγγραφείς αναφέρουν εμπορεύσιμα φρούτα με τιμές της τάξεως των 12 °Brix στη Σικελία (Schirra et al., 2002) και 12,8 °Brix για την ισραηλινή καλοκαιρινή συγκομιδή (Nerd et al., 1991).

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ και Ε) από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη. Τα διαλυτά στερεά του χυμού της σάρκας (12,46 – 14 °Brix), πλησιάζοντας τη βέλτιστη τιμή Brix, και της φλούδας (12,11 – 13,86 °Brix). Σημειώνεται ότι από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δεν υπάρχουν αναφορές για αντίστοιχες μετρήσεις διαλυτών στερεών στη φλούδα των καρπών, όπως αυτές πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα.

Σε είκοσι τρεις ποικιλίες από διάφορες περιοχές του Μαρόκου η τιμή του pH του χυμού των καρπών της φραγκοσυκιάς κυμάνθηκε από 3,3 στην ποικιλία Ofi-F10 έως 4,8. Συγκεκριμένα για τις πορτοκαλί ποικιλίες ήταν 3,7, για τις ροζ 3,6, για τις μωβ-κόκκινες 3,6, και για τις κίτρινες-πορτοκαλί ποικιλίες κυμάνθηκε από 3,3 έως 4,8. Στις αιγυπτιακές κίτρινες-πορτοκαλί ποικιλίες, η τιμή του pH του χυμού ήταν 6,16 (El-Rozek & Hassan, 2011). Ο Sáenz (2000) ανέφερε ότι το pH του χυμού του πράσινου καρπού των φραγκόσυκων είχε τιμές που κυμάνθηκαν από 5,3 - 7,1, ενώ το pH του χυμού του μωβ καρπού κυμάνθηκε από 5,9 - 6,2. Ο χυμός των καρπών σε μελέτη που έγινε στην Σικελία είχε τιμές pH που κυμάνθηκαν από 6,4 μέχρι 6,48 (Gurrieri et al., 2000). Σε μεξικάνικες ποικιλίες, το pH του χυμού κυμάνθηκε από 6,4 έως 7,1 (Pimienta et al., 1994). Σε ποικιλίες στο Μεξικό και την Αργεντινή, οι τιμές του χυμού pH κυμάνθηκαν από 5,8 έως 6,2 (Felker et al., 2005). Εντός του ίδιου εύρους βρίσκονται και οι τιμές pH της σάρκας (5,63 - 5,74) και της φλούδας (5,46 - 5,52) που προσδιορίστηκαν στο χυμό των υπό μελέτη Γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ και Ε). Σημειώνεται ότι η ύπαρξη χαμηλού pH στους χυμούς των καρπών είναι σημαντική, δεδομένου ότι αναστέλλει την ανάπτυξη παθογόνων οργανισμών (Mert, 2010), πράγμα που δεν φαίνεται να επαληθεύεται από τις σχετικά υψηλότερες τιμές pH χυμού που παρατηρούνται στα φραγκόσυκα, συγκριτικά με άλλα είδη φρούτων που έχουν πολύ χαμηλότερες τιμές pH (π.χ. εσπεριδοειδή, ακτινίδιο).

Η ογκομετρούμενη οξύτητα εικοσιτριών μαροκινών ποικιλιών *Opuntia* (0,14 - 0,88 mmol H⁺ / L) ήταν υψηλότερη από την ογκομετρούμενη οξύτητα ποικιλιών που καλλιεργούνται σε άλλες χώρες, ενώ συσχετίστηκε αρνητικά με το pH του χυμού του καρπού. Οι El-Rozek & Hassan (2011) ανέφεραν ότι η ογκομετρούμενη οξύτητα των ποικιλιών από την Αίγυπτο ήταν 0,055 mmol H⁺ / L.

Οι Gurrieri et al. (2000) ανέφεραν ογκομετρούμενη οξύτητα 0,02 mmol H⁺ / L για το χυμό των κόκκινων, κίτρινων και λευκών ποικιλιών που καλλιεργούνται στη Σικελία.

Ο Sáenz (2000) ανέφερε ότι το εύρος της ογκομετρούμενης οξύτητας ήταν 0,01 έως 0,18 mmol H⁺ / L σε πράσινες ποικιλίες και 0,03 έως 0,04 mmol H⁺ / L σε μωβ ποικιλίες.

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ και Ε) από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη για τις μέσες τιμές της ογκομετρούμενης οξύτητας του χυμού της σάρκας (0,056 - 0,064 % κιτρικού οξέος, β/ο). Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στις μέσες τιμές της ογκομετρούμενης οξύτητας του χυμού της φλούδας (0,069 - 0,072 % κιτρικού οξέος,

β/ο), που σε κάθε περίπτωση ήταν αυξημένες συγκριτικά με τις αντίστοιχες τιμές της σάρκας. Οι γονότυποι Α (0,072), Γ (0,071), και Δ (0,072) (% κιτρικού οξέος, β/ο) δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, ενώ σημαντικά μικρότερες τιμές παρουσίασαν οι γονότυποι Β (0,069) και Ε (0,069) (% κιτρικού οξέος, β/ο). Οι υψηλές συγκεντρώσεις ογκομετρούμενης οξύτητας έχουν ιδιαίτερη αξία για την επεξεργασία των καρπών, επειδή επιτρέπουν τη μείωση των τεχνητών συστατικών (Cavalcante et al., 2012). Συγκριτικά, ωστόσο, με άλλα φρούτα τα φραγκόσυκα χαρακτηρίζονται από τα εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα των οξέων στο χυμό τους.

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που περιορίζουν την κατανάλωση φραγκόσυκων είναι, χωρίς αμφιβολία, η παρουσία κανονικών σπόρων στη σάρκα. Ο αριθμός σπόρων εξαρτάται από τον αρχικό αριθμό σπερματοβλαστών εντός της ωοθήκης (Pimienta Barrios, 1990), την αποτελεσματικότητα επικονίασης, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, την ποικιλία και τον χρόνο ωρίμανσης (Barbera et al., 1994, Pimienta & Leguizamo, 1989). Υπάρχει στενή σχέση μεταξύ αριθμού σπόρων και του βάρους του καρπού (Barbera et al., 1994). Η ύπαρξη άδειων, υποτυπωδών, σπόρων που προέρχονται από την αποτυχία της ανάπτυξης του εμβρύου, είναι συχνό φαινόμενο στα φραγκόσυκα που μάλιστα συμμετάσχει την ανάπτυξη της σάρκας των καρπών (Pimienta-Barrios & Engleman, 1985). Η αναλογία μεταξύ κενών και κανονικών σπόρων είναι μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους που καθορίζουν την ποιότητα των καρπών και είναι υψηλότερη στις ιταλικές (0,44) από ό,τι στις μεξικανικές (0,11) ποικιλίες (Pimienta & Leguizamo, 1989; Barbera et al. 1994). Οι Pimienta (1990) και Barbera et al. (1992a) αναφέρουν ιταλικές και μεξικάνικες παρθενοκαρπικές ποικιλίες, με άδειους, υποτυπώδεις σπόρους. Επίσης το μέγεθος των σπόρων εξαρτάται από την ποικιλία (Pimienta & Leguizamo, 1989, Barbera et al., 1992a, 1994) και τα είδη των φραγκόσυκων (Nerd et al., 1990). Στο Ινστιτούτο Υποτροπικών Φυτών και Ελιάς Χανίων έγινε αξιολόγηση δέκα οκτώ γονοτύπων προερχόμενων από Πελοπόννησο, Κρήτη, Δωδεκάνησα και Επτάνησα όπου ο αριθμός των σπόρων ανά καρπό κυμάνθηκε από 70 έως 375 (Λιονάκης & Λοξού, 1999). Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων της παρούσας μελέτης, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ και Ε) στις τιμές των μέσων όρων των κανονικών σπόρων ανά καρπό, τις τιμές των ατελών σπόρων ανά καρπό και τις τιμές των σπόρων ανά καρπό. Η αναλογία μεταξύ κενών και κανονικών σπόρων κυμάνθηκε από 0,24 (γονότυπος Α) – 0,54 (γονότυπος

Γ), συμπεραίνοντας βάσει όσων αναφέρθηκαν παραπάνω, ότι η ποιότητά τους (γονότυποι Γ, Δ και Ε) να είναι καλύτερη ακόμη και από αυτήν των προαναφερόμενων ιταλικών ποικιλιών. Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των μέσων όρων του ποσοστού (%) των κανονικών σπόρων ανά καρπό. Οι γονότυποι Β (75,62), Γ (65,88), Δ (70,99) και Ε (68,15) δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Το ποσοστό των κανονικών σπόρων του γονοτύπου Α (79,86) ήταν το μεγαλύτερο και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα ποσοστά των κανονικών των γονοτύπων Γ (μικρότερο ποσοστό, 65,88) και Ε (68,15). Επίσης οι τιμές του γονοτύπου Α δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές με τις τιμές των γονοτύπων Β και Δ. Από την άλλη μεριά, οι μέσοι όροι του ποσοστού των ατελών σπόρων ανά καρπό των γονοτύπων Β (24,38), Γ (34,12), Δ (29) και Ε (31,85) δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Οι τιμές του γονοτύπου Α (20,14) παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τις τιμές των γονοτύπων Γ (μεγαλύτερο ποσοστό, 34,12) και Ε (31,85). Επίσης, οι τιμές του γονοτύπου Α (μικρότερο ποσοστό) δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές με τις τιμές των γονοτύπων Β και Δ.

Σημαντικές διαφορές παρουσίασαν μεταξύ τους οι τιμές των χρωματικών παραμέτρων της σάρκας και της φλούδας των υπό μελέτη γονοτύπων. Οι τιμές των παραμέτρων a^* , b^* και L^* στην σάρκα ήταν μεγαλύτερες από αυτές της φλούδας, δεικνύοντας τον εντονότερο χρωματισμό της σάρκας έναντι της φλούδας των καρπών. Οι γονότυποι Γ και Ε είχαν τις μικρότερες τιμές των παραμέτρων L^* , b^* , C^* και h^o και τις μεγαλύτερες τιμές της παραμέτρου a^* σε σχέση με τους γονοτύπους Α, Β και Δ, προσδίδοντας το κόκκινο χρώμα στη σάρκα (31,84 και 32,23, αντίστοιχα) και στην φλούδα (26,74 και 31,74, αντίστοιχα). Στον συνδυασμό των υψηλών τιμών της παραμέτρου a^* με τις χαμηλές τιμές της παραμέτρου b^* , οφείλονται οι κοκκινωπές αποχρώσεις στους γονοτύπους Γ και Ε. Στους γονοτύπους Α, Β και Δ, ο συνδυασμός των χαμηλών τιμών της a^* με τις υψηλές της παραμέτρου b^* , επέφερε την επικράτηση των πορτοκαλί αποχρώσεων. Οι τιμές της παραμέτρου L^* , έπαιξαν ρόλο στην ένταση των αποχρώσεων. Στις μικρότερες τιμές της L^* παραμέτρου οφείλονται οι πιο σκούρες, κοκκινωπές αποχρώσεις των Γ και Δ γονοτύπων σε αντίθεση με τις πιο ανοιχτόχρωμες, πορτοκαλί αποχρώσεις των Α, Β και Δ γονοτύπων που παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές L^* . Οι διαφορές στις χρωματικές παράμετροι δεν επηρέασαν ούτε το pH του χυμού, ούτε την τιτλοδοτούμενη οξύτητα, όπως και σε άλλες μελέτες που έχουν προαναφερθεί.

4.2. Συμπεράσματα

1. Όλοι οι γονότυποι Α, Β, Γ, Δ και Ε θεωρούνται εξίσου κατάλληλοι για εγχώρια κατανάλωση, αν λάβουμε υπόψη τα βάρη των καρπών που κυμάνθηκαν από 105,65 - 114,74 g που θεωρούνται μετρίου μεγέθους και την υψηλή περιεκτικότητα των καρπών σε εδώδιμο τμήμα (63,67 – 67,05 %).
2. Τα υψηλά επίπεδα των ολικών διαλυτών στερεών (12,46 - 14 °Brix) αι η υψηλή περιεκτικότητα σε χυμό (49,07 – 51,94 %) καθιστούν του καρπούς όλων των γονοτύπων που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία κατάλληλους προς χυμοποίηση. Οι ξεχωριστές κοκκινωπές αποχρώσεις της σάρκας και της φλούδας των καρπών που παράγουν οι γονότυποι Γ και Ε δίνουν την δυνατότητα παραγωγής ποικιλίας μεταποιημένων προϊόντων, όπως λικέρ, μαρμελάδες κ.α., και επίσης μπορούν να συμβάλουν ιδιαίτερα στη χρωματική διαφοροποίηση των φρούτων κατά την εμπορία τους για νωπή κατανάλωση.
3. Οι γονότυποι Γ (0,54) και Ε (0,44) παρουσίασαν τη μεγαλύτερη αναλογία ατελών προς κανονικούς σπόρους, σε σχέση με όλους τους γονοτύπους που παρουσιάστηκαν στην εργασία μας. Αυτή η αναλογία είναι μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους που καθορίζουν την ποιότητα των καρπών.
4. Η αξιολόγηση των πέντε γονοτύπων Α, Β, Γ, Δ και Ε, με παραμέτρους και χαρακτηριστικά που δεν μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία πρέπει να συνεχιστεί και τα επόμενα χρόνια. Η μελέτη και η απόκτηση γνώσης για τη φραγκοσυκιά και τα φραγκόσυκα είναι πολύ σημαντικές για τη βελτίωση της καλλιέργειας αλλά και για την καλύτερη αξιοποίηση των καρπών και των λοιπών προϊόντων και παραπροϊόντων του φυτού.

Ξένη Βιβλιογραφία

Acevedo, E., Badilla, I., & Nobel, P. S. (1983). Water Relations, Diurnal Acidity Changes, and Productivity of a Cultivated Cactus, *Opuntia ficus-indica*. *PLANT PHYSIOLOGY*, 72(3), 775–780. doi:10.1104/pp.72.3.775

Alexiades, M. & Sarah, A. (2002). Laying the foundation: equitable biodiversity research relationships. In: S. Laird, ed., *Biodiversity and Traditional Knowledge: Equitable Partnerships in Practice*

Ammar I, Ennouri M, Bouaziz M, Amira AB, Attia H. (2015). Phenolic profiles, phytochemicals and mineral content of decoction and infusion of *Opuntia ficus-indica* flowers. *Plant Food Human Nutr.* 70

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

Anderson, E. F. (2001). *The cactus family*. Timber Press, Portland, ISBN: 881924989, 776 p.

Aounallah, M.K., Jebari, A. & Nefzaoui, A. (2005). Characterization of three *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller cultivars grown at Cap Bon (Tunisia) and their reblooming capacity. *Cactusnet Newsletter*, 9: 3–7.

Arba, M., Benismail, M.C. & Mimoun, M. (2002). The Cactus pear (*Opuntia* spp.) in Morocco: Main species and cultivar characterization. *Acta Hort.*, 581: 103–106.

Barbera, G. & Inglese, P. (1993). *La Coltura del Ficodindia (Cultivation of the cactus pear)*. Calderini Edagricole, Bologna. Italy. 189 pp.

Barbera, G. (1984). Ricerche sull'irrigazione del ficodindia (Irrigation research on cactus pear). *Frutticoltura* 46: 49-55.

Barbera, G. (1994). Il Ruolo del ficodindia nell' agricoltura delle regioni aride e semi-aride (Cultivation of cactus pear in arid and semi-arid regions). *Atti dell'Accademia di Scienze, Lettere ed Arti, Palermo, Sicily*.

Barbera, G. B., Inglese, P., Pimienta Barrios, E., & JimÚnez, A. (1995). History, economic and agro-ecological importance. *Agro-ecology cultivation and uses of cactus pear*. FAO, Roma (Italia).

Barbera, G., Carimi, F. & Inglese, P. (1988). La coltura del ficodindia e possibili indirizzi pro-duttivi. *Frutticoltura*, 10: 37–43.

Barbera, G., Carimi, F. & Inglese, P. (1991). The reflowering of prickly pear *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, influence of removal time and cladode load on yield and fruit ripening. *Adv. Hortic. Sci.*, 5: 77–80.

Barbera, G., Carimi, F. & Inglese, P. (1992a). Past and present role of the Indian-fig prickly pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, Cactaceae) in the agriculture of Sicily. *Econ. Bot.*, 46: 10–22.

- Barbera, G., Inglese, P., & Mantia, T. L. (1994).** Seed content and fruit characteristics in cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.). *Scientia Horticulturae*, 58(1-2), 161–165.
- Barberà, J., & Riverola, A., Roca, J., Ramirez, J., Wagner, P., & Rodriguez-Roisin, R. (1994).** Pulmonary vascular abnormalities and ventilation-perfusion relationships in mild chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 149(2), 423–429.
- Bekir, E.A. (2006).** Cactus pear (*Opuntia ficus-in-dica* Mill.) in Turkey: Growing regions and pomological traits of cactus pear fruits. *Acta Horti.*, 728: 51–54.
- Bensadon,S., Hervert-Hernández, D., Sáyago-Ayerdi, S., Goñi,I. (2010).** By products of *Opuntia ficus-indica* as a source of antioxidant dietary fiber. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65(3)
- Boujghagh, M. & Bouharroud, R. (2015).** Influence of the timing of flowers and young cladodes removal on reflowering and harvest periods, yields and fruit quality of prickly pear (*Opuntia ficus-indica*). *Acta Horti.*, 1067: 79–82.
- Brutsch, M.O. & Scott, M.B. (1991).** Extending the fruiting season of spineless prickly pear (*Opuntia ficus-indica*). *J. South. Afr. Soc. Hor-tic. Sci.*, 1(2): 73–76.
- Brutsch, M.O. (1979).** The prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) as a potential fruit crop for the drier regions of the Ciskei. *Crop Prod.*, 8: 131–137.
- Brutsch, M.O. (1991).** Extending the fruiting season of spineless prickly pear (*Opuntia ficus-indica*). *Journal of the Southern African Society of Horticultural Science* 1(2): 73-76.
- Brutsch, M.O. (1992).** Crop manipulation in spine-less prickly pear *Opuntia ficus-indica* in South Africa. In *Proceedings of the Second International Conference on Prickly Pear and Cochineal*, 22–25 September, Santiago, pp. 40–47.
- Bustos, O.E. (1981).** Alcoholic beverage from Chilean *Opuntia ficus-indica*. *American Journal of Cantwel M. Prickly Pear*. Cantwell is with the Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA.
- Cantwell, M. (1991).** Quality and postharvest physiology of nopalitos and tunas. In *Proceedings, Second Annual Texas Prickly Pear Conference* (pp. 50-67). McAllen, Texas, USA.
- Cantwell, M. (1995).** Postharvest management of fruits and vegetable stems. In G. Barbera, P. Inglese & E. Pimienta Barrios, eds. *Agroecology, cultivation and uses of cactus pear*, pp. 120–141.
- Cantwell, M., Rodríguez Feliz, A. & Robles Contreras. F. (1992).** Postharvest physiology of prickly pear cactus stems. *Sci. Horti.*, 50: 1–9.
- Carbone, D. & Faggio, C. (2016).** Importance of prebiotics in aquaculture as immunostimulants. Effects on immune system of *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax*. *Fish Shellfish Immunol.* 54

Casas, A. & Barbera, G. (2002). Mesoamerican domestication and diffusion. In P.S. Nobel, ed. *Cacti: Biology and uses*, pp.143–162. Berkeley, CA, USA, University of California Press

Chávez M. M. · Chávez A. · Valles V. · Roldán J. A.(1995). The Nopal: A Plant of Manifold Qualities. Simopoulos AP (ed): *Plants in Human Nutrition*. *World Rev Nutr Diet*. Basel, Karger, 1995, vol 77, pp 109-134

Chessa, I. (2010). Cactus pear genetic resources conservation, evaluation and uses. *Cactusnet Newsletter*,12 [Special issue]: 45–53.

Claassens, A.S. & Wessels, A.B. (1997). The fertiliser requirement of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) under summer rainfall conditions in South Africa. *Acta Horticulturae* 438: 83-95.

Collins, M. D., Lawson, P. A., Willems, A., Cordoba, J. J., Fernandez-Garayzabal, J., P., Farrow, J. A. E. (1994). The Phylogeny of the Genus *Clostridium*: Proposal of Five New Genera and Eleven New Species Combinations. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 44(4), 812–826. doi:10.1099/00207713-44-4-812

Crisosto, C.H. & Valero, D. (2008). Harvesting and postharvest handling of peaches for the fresh market. In Layne and Bassi, eds. *The peach: Botany, production and uses*, pp. 575–596. CAB International.

Curtis, J.R. (1977). Prickly pear farming in the Santa Clara Valley, California. *Econ. Bot.*, 31: 175–179.

D' Hallewin, G., Mulas, M. (1997). Fruit quality of four cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cultivars as influenced by irrigation. In *Proceedings of III. International Congress on Cactus Pear and Cochenille*, *Acta Horticulturae* pp. 115-121.

Dehbi, F., Hasib, A., Ouatmane, A., Elbatal, H., Jaouad, A., (2014). Physicochemical characteristics of Moroccan prickly pear juice (*Opuntia ficus-indica* L.). *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.* 4, 300-306.

Dodd, A.P. (1940). The biological campaign against prickly pear. Commonwealth Prickly Pear Board Bulletin. Brisbane, Australia, Government Printer. 177 pp.

El Kharrassi, Youssef; Samadi, Mohammad; Lopez, Tatiana; Nury, Thomas; El Kebbaj, Riad; Androletti, Pierre; El Hajj, Hammam I.; Vamecq, Joseph; Moustaid, Khadija; Latruffe, Norbert; El Kebbaj, M'Hammed Saïd; Masson, David; Lizard, Gérard; Nasser, Boubker; Cherkaoui-Malki, Mustapha (2014). Biological activities of Schottenol and Spinasterol, two natural phytosterols present in argan oil and in cactus pear seed oil, on murine microglial BV2 cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 446(3), 798–804. doi:10.1016/j.bbrc.2014.02.074 .

Ennouri,M., Fetoui,H., Bourret,E., Zeghal,N., Guermazi,F., and Attia,H. (2006).Evaluationof some biological parameters of *Opuntia ficus-indica*.2. Influenceof seedsupplementeddiet on rats.*BioresourceTechnology*,97(16) *Enology and Viticulture* 32

Faggio C, Fazio F, Marafioti S, Arfuso F, Piccione G. (2015). Oral administration of Gum Arabic: effects on haematological parameters and oxidative stress markers in *Mugil cephalus*. *Iran J Fish Sci.* 14

FAO Plant Production and Protection Paper No. 132. Rome, FAO.

Felker P., C. Soulier, G. Leguizamón & J. Ochoa (2002). A comparison of the fruit parameters of 12 *Opuntia* clones grown in Argentina and the United States. *J Arid Environ* 52, 361-370

Felker, P. & Russel, C. (1988). Effects of herbicides and cultivation on the growth of *Opuntia* in plantations. *J. Hortic. Sci.*, 63: 149–155.

Felker, P., Rodríguez, S. del C., Casoliba, R.M., Filippini, R., Medina, D. & Zapata, R. (2005). Comparison of *Opuntia ficus-indica* cultivars of Mexican and Argentine origin for fruit yield and quality in Argentina. *J. Arid Environ.*, 60: 405–422.

Feugang JM, Konarski P, Zou D, Stintzing FC, Zou C. (2006). Nutritional and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia* spp.) cladodes and fruits. *Frontier Biosci.*

Flores, V.V.C. (1995). “Nopalitos” production, processing, marketing. In: Barbera, G., Inglese, P.P., and Pimienta, B. Eds., *Agro-ecology, Cultivation and uses of Cactus Pear*, vol. 132

Florian C. Stintzing, Andreas Schieber, Reinhold Carle (1999). Amino Acid Composition and Betaxanthin Formation in Fruits from *Opuntia ficus-indica* for Cactus Development 4

Frati, A.C., Hernández, de la Riva, H., Ariza, C.R. & Torres, M.D. (1983). Effects of nopal (*Opuntia* sp.) on serum lipids, glycemia and body weight. *Archivos de Investigación Médica (Mexico)*, 14: 117-125.

Gallegos Vazques, C., Cervantes Herrera, J., Reyes Agüero, J.A., Fernández Montes, R., Mondragón Jacobo, C., Luna, J.V., Martínez González, J.C. & Rodríguez, S. (2006). Inventory of the main commercial cactus pear (*Opuntia* spp.) cultivars in Mexico. *Acta Hort.*, 728: 17–28.

García de Cortázar, V. & Nobel, P.S. (1990). Worldwide environmental productivity indices and yield predictions for a CAM plant, *Opuntia ficus-indica*, including effects of doubled CO₂. *Agricultural and Forest Meteorology* 40: 361-378.

Gathaara, G.N., Felker, P. & Land, M. (1989). Influence of nitrogen and phosphorus application on *Opuntia engelmannii* tissue N and P concentrations, biomass production and fruit yields. *Journal of Arid Environments* 16: 337-346.

Granados Sánchez, D., & Castañeda Pérez, A. D. (1991). El nopal: historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Mexico: Editorial Trillas p. 227 ISBN, 1092503908.

Grant, J.A., Ryugo, K. (1984). Influence of within-canopy shading on fruit size, shoot growth, and return bloom in kiwifruit

Griffith, M. P. (2004). The origins of an important cactus crop, *Opuntia ficus-indica* (*Cactaceae*): new molecular evidence. *American Journal of Botany*, 91(11), 1915–1921

- Groenewald, A. (1996).** Ekstra oes turksyve—in winter. Landbouweekblad, 6 Dec.: 34–37.
- Guevara, J., & Yahia E.M. (2005).** ‘Pre- and postharvest technology of cactus stems, the nopal, in Dris R., Crops: growth, quality and biotechnology, Helsinki , WFL Publisher
- Haile, M. & Belay, T. (2002).** Current and poten-tial use of cactus in Tigray, Northern Ethiopia. *Acta Hortic.*, 581: 75–86.
- Haile, M., Belay, T. & Zimmermann, H.G. (2002).** Current and potential use of cactus in Tigray, Northern Ethiopia. In A. Nefzaoui & P. Inglese, eds. Proceedings of the 4th International Congress on Cactus Pear and Cochineal. *Acta Hortic.*, 581: 75–86.
- Hammami, S.B.M., Aounallah, M.K., Sahli, A., Jebari, A. & Bettaieb, T. (2015).** Modification of fruit growth and development of prick-ly pear according to the date of the second floral bud bloom. *Acta Hortic.*, 1067: 27–30.
- Heath, R.R., Teal, P.E.A., Epsky, N.D., Dueben, B.D., Hight, S.D., Bloem, S., Carpenter, J.E., Weissling, T.J., Kendra, P.E., Cibrian Tovar, J. & Bloem, K.A. (2006).** Pheromone based attractant for males of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). *Environ. Entomol.*, 35: 1469–1476.
- Hester, S.M. & Cacho, O. (2003).** Modelling apple orchard systems. *Agric. Syst.*, 77: 137–154.
<https://doi.org/10.1023/A:1008033704523>
- Inglese, P, Gugluizza, G. & Liguori, G. (2009).** Fruit production of cultivated cacti: a short overview on plant ecophysiology and C budget. *Acta Hortic.*, 811: 77–86
- Inglese, P. & Barbera, G. (1993).** Cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Mill.) intensive production in Italy: an overview. Proceedings of 4th annual Texas Prickly Pear Council, August 13-14, Kingsville, Texas. 13-23.
- Inglese, P. & Gugluizza, G. (2002).** The use of cactus pear as a fruit crop in the Mediterranean Basin. *Acta Horticulturæ* 581: 95-99.
- Inglese, P. (1995)** Orchard planting management. In G. Barbera, P. Inglese & E. Pimienta Barrios, eds. Agroecology cultivation and uses ofs of cactus pear, pp. 78–91. Plant Production and Protection Paper No. 132. Rome, FAO.
- Inglese, P. (2010).** Cactus pear, *Opuntia ficus-indica* L. (Mill.) for fruit production: An overview. *Cactusnet Newsletter*, 12: 82–92.
- Inglese, P., & Gugluizza, G. La Mantia, T. (2002b).** Alternative bearing and summer pruning of cactus pear. *Acta Horticulturæ* 581: 201-204.
- Inglese, P., Basile, F. & Schirra, M. (2002a).** Cactus pear fruit production. In: P. Nobel (ed). *Cacti: Biology and Uses*. University of California Press, Berkeley, Los Angeles. 163-183.
- Inglese, P. (2009).** Cactus pear: Gift of the New World. *Chron. Hort*, 49: 15-19.
- Inglese, P., Barbera, G., & La Mantia, T. (1995).** Research strategies for the improvement of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruit quality and production. *Journal of Arid Environments*, 29(4): 455-468.

- Johannes Petrus Potgieter (2007).** The influence of environmental factors on spineless cactus pear (*Opuntia* spp.) fruit yield in Limpopo Province, South Africa
- Kader, A. 2000.** Cactus (prickly) pear. Recommendations for maintaining postharvest quality. At http://postharvest.ucdavis.edu/produce_information.
- 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.
- Kuti, J.O. (1992).** Growth and compositional changes during the development of prickly pear fruit. Journal of Horticultural Science 67: 861–868.
- Lakshminarayana, S. & Estrella, I.B. (1978).** Postharvest respiratory behavior of tuna (prickly pear) fruit (*Opuntia robusta* Mill.). J. Hort. Sci., 53: 327–330.
- Lakshminarayana, S., Sosa, L.A., Perez, F.B. (1979).** The development and postharvest physiology of the fruit of prickly pear (*Opuntia amyoclaea* Tenore). Tropical Foods 1:69-93.
- Lawes, G.S., Wooley, D.J. & Lai, R., (1990).** Seeds and other factors affecting fruit size in kiwifruit. Acta Hort., 282:153-156.
- Liguori, G. & Inglese, P. (2015).** Cactus pear (*O. ficus-indica* (L.) Mill.) fruit production: ecophysiology, orchard and fresh-cut management. Acta Hort., 1067: 247–252.
- Lozano Gutierrez, J. & Espania Luna, M.P. (2008).** Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) against the white grub *Laniifera cyclades* (Lepidoptera: Pyralidae) under field and greenhouse conditions. Fla. Entomol., 91(4): 664–668.
- M. Aragona, E. R. Lauriano, S. Pergolizzi & C. Faggio (2017).** *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller as a source of bioactivity compounds for health and nutrition 3-5.
- Mann, J. 1969.** Cactus-feeding insects and mites. Bulletin 256. Washington, DC, United States National Museum. 158 pp.
- Markus R. Mohammer , Florian C. Stintzing , Reinhold C.(2006).** Cactus Pear Fruits (*Opuntia* spp.): A Review of Processing Technologies and Current Uses
- Matsuhira, B., Lillo, L. E., Sáenz, C., Urzúa, C. C., & Zárate, O. (2006).** Chemical characterization of the mucilage from fruits of *Opuntia ficus indica*. Carbohydrate Polymers, 63(2), 263–267.
- Medellin, M.L.C., Salvidar, S.O.S. & de la Garza, J.V. (1998).** Effect of raw cooked nopal (*Opuntia ficus-indica*) ingestion on growth and total cholesterol, lipoproteins and blood glucose in rats. Archivos Latinoamericanos Nutricion, 48: 316-323.
- Mena Covarrubias, J. (2011).** Alternativas para el manejo integral de grana cochinilla, *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae) en nopal tunero. In A.R.E.
- Mena Covarrubias, J. (2012).** Plagas de importancia económica para la producción de nopal en México. In F. Blanco Macías, R.E. Vázquez Alvarado, R.D. Valdez Cepeda & J.A. SantosHaliscak, eds. Memorias del XI Simposium–Taller Nacional y IV Internacional de

Producción y Aprovechamiento del Nopal y Maguey, pp. 133–147. Campus de Ciencias Agro-pecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León. Escobedo, NL, México. 236 pp.

Mena Covarrubias, J. (2013). Tecnologías de manejo integrado para los insectos plaga del nopal tunero en el Altiplano Mexicano. In C. Gallegos Vázquez, S. De J. Méndez Gallegos & C. Mondragón Jacobo, eds. Producción sustentable de tuna en San Luis Potosí, pp. 125–161. Colegio de Postgraduados – Fundación Produce San Luis Potosí. San Luis Potosí, Mexico.

Mohamed-Yasseen, Y., Barringer, S.A. & Splittstoesser, W.E. (1996). A note on the uses of *Opuntia* spp. in Central/North America. *Journal of Arid Environments* 32: 347-353.

Mondragón Jacobo, C. & Pimienta Barrios, E. (1995). Propagation. In G. Barbera, P. Inglese & E. Pimienta Barrios, eds. Agro–ecology, culti- vation and uses ofs of cactus pear, pp. 64–70. FAO Plant Production and Protection Paper No. 132. Rome, FAO.

Mondragón Jacobo, C. & Tegegne, F. (2006). Cactus pear production systems in Tigray, Northern Ethiopia. *Acta Hortic.*, 728: 59–70.

Mondragón Jacobo, C., Gallegos Vazques, C. & Martinez Gonzalez, J.C. (2009). Cactus pear off–season production: a topic of inter–est for Mexican growers after market globali- zation. *Acta Hortic.*, 811: 409–414

Mondragon-Jacobo, C., & Bordelon, B. B. (1996). Cactus pear (*Opuntia* spp. Cactaceae) breeding for fruit production. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 1: 19-35.

Mondragón-Jacobo, C. (2004). Nopal breeding: Updates at 2003 and perspectives. *Horticultura* 9: 97-114.

Monjauze A., LE Houérou H.N., (1965). Le rôle des *Opuntia* dans l'économie agricole Nord Africaine. *Bulletin de l'École Nationale Supérieure d'Agriculture*

Mulas, M. & D'Hallewin, G. (1992). Improve-ment pruning and the effects on vegetative and yield behaviour in prickly pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cultivar 'Gialla'. *Acta Hortic.*, 296: 139–146.

Mulas, M. (1997). Flower removal time and fruit quality in cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.). *Acta Hortic.*, 438: 123–128.

Muñoz de Chávez, M., Chávez, A., Valles, V. & Roldán, J.A. (1995). The Nopal: A plant of manifold qualities. *World Rev. Nutr. Diet.*, 77: 109–134.

Mzouri, E.H. (2015). Fruit and juice characteristics of 30 accessions of two cactus pear species (*Opuntia ficus indica* and *Opuntia megacantha*) from different regions of Morocco, *LWT - Food Science and Technology* (2015), doi: 10.1016/j.lwt.2015.08.044.

Nakagawa, S., Bukovac, M. J., Hirata, N., & Kurooka, H. (1968). Morphological studies of gibberellin-induced parthenocarpic and asymmetric growth in apple and Japanese pear fruits. *Engei Gakkai Zasshi*, 37(1), 9–19.

Nasr, Y. (2015). Cactus pear in Jordan: current status, potential and opportunities. *Acta Hor- tic.*, 1067: 299–303.

- Nebbache S., Chibani A., Chadli R. and Bouznad A. (2008).** Laboratory of Microbiology and Plant Biology Faculty of Sciences, Department of Biology, Mostaganem University BP 227. Mostaganem 27000 Algeria. University of King Khalid, Faculty of Sciences. Kingdom of Saudi Arabia
- Nerd, A & Mizrahi, Y. (1995a).** Reproductive biology. In: G. Barbera, P. Inglese, & E. Pimienta-Barrios (Eds.). Agroecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear. FAO Plant Production and Protection Paper no. 132. FAO, Rome. 49-57
- Nerd, A. & Mizrahi, Y. (1994).** Effect of nitrogen fertilization and organ removal on rebudding in *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. *Sci. Hortic.*, 59: 115–122.
- Nerd, A. & Mizrahi, Y. (1997).** Reproductive biology of cactii. *Hortic. Rev.*, 18: 321–346.
- Nerd, A. & Nobel, P.S. (1995).** Accumulation, partitioning and assimilation of nitrate in *Opuntia ficus-indica*. *Journal of Plant Nutrition* 18: 2533-2549.
- Nerd, A., Gutman, F., Mizrahi, Y. (1999).** Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). *Postharvest Biology and Technology* 17:39-45.
- Nerd, A., Karadi, A. & Mizrahi, Y. (1989).** Irrigation, fertilisation and polyethylene covers in prickly pear influence bud development. *Journal of Horticultural Science* 24: 773-775.
- Nieddu, G. & Spano D. (1992).** Flowering and fruit growth in *Opuntia ficus-indica*. *Acta Hort.*, 296: 153–159.
- Nobel, P.S., Huang, B., (1992).** Hydraulic and structural changes for lateral roots of two desert succulents in response to soil drying and rewetting. *International Journal Plant Science* 153
- North, G. B., Moore, T. L., & Nobel, P. S. (1995).** Cladode development for *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae) under current and doubled CO₂ concentrations. *American Journal of Botany*, 82(2), 159–166.
- Odoux E., Domínguez-López A. (1996).** The prickly pear: an industrial source of betalaines, Fruit. Oelofse, R.M., Labuschagne, M. & Potgieter, J.P. 2006. Plant and fruit characteristics of cactus pear (*Opuntia* spp.) cultivars in South Africa. *J. Sci. Food Agric.*, 86: 1921–1925.
- Özcan, M., and Al Juhaimi, F. (2011).** Nutritive value and chemical composition of prickly pear seed (*Opuntia ficus-indica* L.) growing in Turkey. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 62(5) Paper No. 132. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 137-142.
- Pimienta Barrios, E. & Mauricio, L. (1989).** Variación en componentes del fruto maduro en tres formas de nopal (*Opuntia* spp.) tunero. *Rev. Fitotec. Mex.*, 12: 183–196.
- Pimienta Barrios, E. (1990).** El nopal tunero. Mexico, Universidad de Guadalajara. 246 pp.
- Pimienta-Barrios, E. (1994).** Prickly pear (*Opuntia* spp.): A valuable fruit crop for the semi-arid lands of Mexico. *Journal of Arid Environments*, 28(1), 1–11

- Pinkava, D.J., Baker, M.A., Parfitt, B.D., Mo-hlenbrock, M.W. & Worthington, R.D. (1985).** Chromosome numbers in some cacti of North America V. *Syst. Bot.*, 10: 471–483.
- Potgieter, J.P. & Mkhari, J.J. (2000).** Effects of N, P, K and lime application on cactus pear (*Opuntia* spp.) fruit yield and quality under rain-fed conditions in South Africa. Abstract. Sixth International Congress on Cactus Pear and Cochineal, Hammamet, Tunisia. 37 pp.
- Potgieter, J.P. (2001).** Guidelines for the cultivation of cactus pears for fruit production. Fourth Revised Edition. Sinoville, South Africa, Group 7 Trust Printers. 16 pp.
- Potgieter, J.P. (2007).** The influence of environmental factors on spineless cactus pear (*Opuntia* spp.) fruit yield in Limpopo Province, South Africa. Bloemfontein, South Africa, University of the Free State (MSc thesis). 120 pp.
- Redhead, J. (1990).** Utilization of tropical foods: fruits and leaves. FAO Food and Nutrition Paper No: 47/7. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Sáenz, C. & E. Sepúlveda (2001).** Cactus-pear juices. *Journal of the Professional Association*
- Sáenz, C., Berger, H., Rodríguez-Felix, A., Galleti, L., Corrales García, J., & Sepúlveda, E. (2013).** Agro-industrial utilization of cactus pear. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Sáenz, C., Estévez, A.M., Sepúlveda, E. (1998).** Cactus pear fruit: A new source for a natural sweetener. *Plant Foods Hum Nutr* 52, 141–149.
- Sáenz, H.C. (1995).** Food manufacture and by-products, Barbera, G., Inglese, P. and Barrios, P. (ed.), In agro ecology and uses of cactus pear, FAO Plant Production and Protection
- Sawaya, W. N., Khatchadourian, H. A., Safi, W. M., & AL-Muhammad, H. M. (2007).** Chemical characterization of prickly pear pulp, *Opuntia ficus-indica*, and the manufacturing of prickly pear jam. *International Journal of Food Science & Technology*, 18(2), 183–193.
- Schirra, M., P. Inglese, and T. La Mantia. (1999).** Quality of cactus pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] fruit in relation to ripening time, CaCl₂ preharvest sprays and storage conditions. *Sci. Hort.* 81:425-436.
- Silverman, F. P., Young, D. R., & Nobel, P. S. (1988).** Effects of applied NaCl on *Opuntia humifusa*. *Physiologia Plantarum*, 72(2), 343–348.
- Snyman H. A. (2004).** Effect of Various Water Application Strategies on Root Development of *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* Under Greenhouse Growth Conditions
- Snyman, H.A. (2005).** A case study on in situ rooting profiles and water-use efficiency of cactus pears, *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta*. *J. Prof. Assoc. Cactus Dev.*, 7: 1–21.
- Souza, A.E.F.; Nascimento, L.C.; Araújo, E.; Lopes, E.B.; Souto, F.M. (2010).** Ocorrência e identificação dos agentes etiológicos de doenças em Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) no Semi-Árido paraibano. *Biotemas*, 23, 11–20.

Suaste Dzul, A., Rojas Martínez, R.I., Zavaleta, M.E. & Pérez, B.D. (2012b). Detección molecular de fitoplasmas en nopal tunero (*Opuntia ficus-indica*) con síntomas de engrosamiento del cladodio. *Rev. Mex. Fitopatol.*, 30: 72–80.

Sudzuki Hills, F. (1995). Anatomy and morphology. FAO Plant Production and Protection Paper (FAO).

Sudzuki, F., Mufi.oz, C., & Berger, H., (1993). El cultivo de la tuna (*Cactus Pear*). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Agronomía, Departamento de Producción Agrícola, Santiago, p. 88

Sudzuki-Hills, F. (1995). Anatomy and morphology. In: G. Barbera, P. Inglese, & E. Pimienta-Barrios, (Eds.). *Agroecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear*. FAO Plant Production and Protection Paper no. 132. FAO, Rome. 216 pp.

Tafoya, F. (2006). Manejo del picudo del nopal, *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Curculionidae) con feromonas. In J.F. Barrera & P. Monoya, eds. *Simposio sobre Trampas y Atrayentes en Detección, Monitoreo y Control de Plagas de Importancia Económica*, Colima, Mexico, Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur Manzanillo, pp. 27–34.

Targa, M.G., Leguizamon, G., Coronel de Renolfi, M. & Ochoa, M.J. (2013). Economic feasibility of scozzolatura in traditional and improved orchards of cactus pear in Santiago del Estero, Argentina. *Acta Hortic.*, 995: 189–200.

Tudisca, S., Di Trapani, A.M., Sgroi, F. & Testa, R. (2015). Costs, revenues and income of Sicilian farms that cultivate cactus pear. *Acta Hortic.*, 1067: 371–377.

Wessels, A.B. (1988a). Spineless prickly pears. Johannesburg, South Africa, Perksor. 61 pp.

Wessels, A.B. (1988b). Snoei, vruguitdunning, vrugontwikkeling en vrugkwaliteit van dornglose turksyve. In *Proceedings of the First National Symposium on Fruit Production of Spineless Prickly Pears*, 2–4 February 1988, University of Pretoria, South Africa, pp. 12–20.

WJ Lewis, DMcE Alexander. Grafting and Budding: A Practical Guide for Fruit and Nut Plants and Ornamentals

Wright CR, Setzer WN. (2014). Chemical composition of volatiles from *Opuntia littoralis*, *Opuntia ficus-indica*, and *Opuntia prolifera* growing on Catalina Island, California. *Nat Prod Res.* 28

Yahia, E. M., & Sáenz, C. (2017). *Cactus Pear Fruit and Cladodes. Fruit and Vegetable Phytochemicals*, 941–956. doi:10.1002/9781119158042.ch44

Zimmerman, H.G. & Granata, G. (2002). Insect pests and diseases. In P.S. Nobel, ed. *Cacti: Bi-ology and uses*, pp. 235–254. Berkeley, CA, USA, University of California Press.

Zoghlami, N., Chrita, I., Bouamama, B., Gar-gouri, M., Zemni, H., Ghorbel, A. & Mliki, A. (2007). Molecular based assessment of genetic diversity within Barbary fig (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) in Tunisia. *Sci. Hortic.*, 113: 134–141

Ελληνική Βιβλιογραφία

Λιονάκης, Σ.Μ. και Λοξού, Β. (1999). Επισήμανση, Αξιολόγηση και Συλλογή Γενετικού Υλικού Δεσπολιάς, Φραγκοσυκιάς και Χαρουπιάς. Πρακτικά 19ου Επιστημονικού Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών. Ηράκλειο, 25-27 Οκτωβρίου 1999. Τόμος 6, σελ. 72-75.

Πηγή διαδικτύου 1: <http://www.fao.org/3/i7628e/i7628e.pdf>

Πηγή διαδικτύου 2:

[http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/15C7059DBC167676C22580AC00388D88/\\$file/%CE%97%20%CE%9A%CE%91%CE%9B%CE%9B%CE%99%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%91%20%CE%A4%CE%97%CE%A3%20%CE%A6%CE%A1%CE%91%CE%93%CE%9A%CE%9F%CE%A3%CE%A5%CE%9A%CE%99%CE%91%CE%A3.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/15C7059DBC167676C22580AC00388D88/$file/%CE%97%20%CE%9A%CE%91%CE%9B%CE%9B%CE%99%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%91%20%CE%A4%CE%97%CE%A3%20%CE%A6%CE%A1%CE%91%CE%93%CE%9A%CE%9F%CE%A3%CE%A5%CE%9A%CE%99%CE%91%CE%A3.pdf)

Πηγή διαδικτύου 3:

<https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/50207/17876.pdf?sequence=1>

Πηγή διαδικτύου 4: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>

Πηγή διαδικτύου 5: <http://www.nda.agric.za/docs/Brochures/cactusPears.pdf>

Στρατουδάκης, Μ. (2013). Τα Φραγκόσυκα Επιστημονική και Πρακτική Θεώρηση Φυτού και Καρπών. Εκδ. Μιχαήλ Ι. Στρατουδάκης. Πάτρα 2013.

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Χημική σύσταση καρπού (Maryna de Wit πανεπιστήμιο του Free State) 12/2/2014.	15
Εικόνα 2: Ο κύκλος του Calvin (http://www.hellenica.de/Biologia/CalvinCycle.html)	18
Εικόνα 3: Όξινος Μεταβολισμός των Crassulaceae	19
Εικόνα 4: Μόνιμες λωρίδες ζιζανίων (Cultivation and production potential of cactus pear cultivars, Herman Dr Fouché 2010)	26
Εικόνα 5: Άγρια Cochineal, <i>Dactylopius opuntiae</i> . Στάδια ζωής: a) αυγό, b) ενήλικο, c) διαφορετικά στάδια προνύμφης, d) αποικία αρκετών ενηλίκων θηλυκών και ορισμένων προνυμφών, και e) ζημία σε ένα κλαδόδιο.	27
Εικόνα 6: Διάγραμμα απεικόνισης παραμέτρων μέτρησης της φωτεινότητας, του χρώματος και της έντασης των καρπών.	49
Εικόνα 7: Πενετρόμετρο επιπέδου CHATILLONDFIS 50	50
Εικόνα 8: Ηλεκτρονικό-ψηφιακό διαθλασίμετρο, μοντέλο HANNAHI-96801	50

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Μέση χημική σύσταση καρπών φραγκοσυκιάς (Sáenz, 2013).	15
Πίνακας 2: Χημική σύσταση του εδάδιμου τμήματος καρπών της φραγκοσυκιάς (Sáenz, 2013).	16
Πίνακας 3: Ποικιλίες φραγκοσυκιάς στην Ελλάδα	42
Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά 18 γονοτύπων φραγκοσυκιάς. Η μελέτη έγινε στην Κρήτη από τους Λιονάκης & Λοζού (1999).	43
Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά ποιότητας από μελέτη που έγινε στο Mara ADC, Limpopo στη Νότια Αφρική.	44
Πίνακας 6: Συγκεντρώσεις ανόργανων στοιχείων και χημικών χαρακτηριστικών στο χυμό ώριμων καρπών εννέα ποικιλιών φραγκοσυκιάς που μελετήθηκαν στο Μαρόκο (Dehbi et al., 2014).	46

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχ. 1: Μήκος (α), διάμετρος (β), μήκος προς διάμετρος (γ) και βάρος καρπών (δ) των πέντε γονοτύπων φραγκοσυκιάς (A, B, Γ, Δ, E) που μελετήθηκαν.	48
Σχ. 2: Εδώδιμο τμήμα του καρπού (α) και παρουσία φλούδας (β) στους καρπούς των πέντε γονοτύπων (A, B, Γ, Δ, E) που μελετήθηκαν.	49
Σχ. 3: Συνεκτικότητα φλούδας καρπών των πέντε γονοτύπων (A, B, Γ, Δ, E) που μελετήθηκαν.	49
Σχ. 4: Χυμοπεριεκτικότητα καρπού και σάρκας καρπών των πέντε γονοτύπων φραγκοσυκιάς (A, B, Γ, Δ, E) που μελετήθηκαν.	50
Σχ. 5: ΔΣΣ χυμού σάρκας (α), pH χυμού σάρκας (β), ΔΣΣ χυμού φλούδας (γ), και pH χυμού φλούδας (δ) των καρπών των πέντε, υπό μελέτη, γονοτύπων φραγκοσυκιάς (A, B, Γ, Δ, E). 51	
Σχ. 6: Ογκομετρούμενη οξύτητα σάρκας (α), ογκομετρούμενη οξύτητα φλούδας (β), ΔΣΣ/Ο.Ο. σάρκας (γ) και ΔΣΣ/Ο.Ο. φλούδας (δ) καρπών των πέντε, υπό μελέτη, γονοτύπων φραγκοσυκιάς (A, B, Γ, Δ, E).	52
Σχ. 7: Χρωματικές παράμετροι a (α), b (β), L (γ), C (δ) και h (ε) στη φλούδα καρπών των πέντε γονοτύπων φραγκοσυκιάς (A, B, Γ, Δ, E) που μελετήθηκαν.	54
Σχ. 8: Χρωματικές παράμετροι a (α), b (β), L (γ), C (δ) και h (ε) στη σάρκα καρπών των πέντε γονοτύπων φραγκοσυκιάς (A, B, Γ, Δ, E) που μελετήθηκαν.	56
Σχ. 9: Κανονικοί σπόροι (α), ατελείς σπόροι (β), σπόροι ανά καρπό (γ), ποσοστό κανονικών σπόρων (δ) και ποσοστό ατελών σπόρων (ε) ανά καρπό των πέντε γονοτύπων φραγκοσυκιάς (A, B, Γ, Δ, E) που μελετήθηκαν.	58