



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

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

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ»
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑ – ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΟΝΟΤΥΠΩΝ ΦΡΑΓΚΟΣΥΚΙΑΣ»**

ΑΤΣΑΛΙΝΟΥ Μ. ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΑΘΗΝΑ, 2017

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ»
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑ – ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΟΝΟΤΥΠΩΝ ΦΡΑΓΚΟΣΥΚΙΑΣ»

ΑΤΣΑΛΙΝΟΥ Μ. ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α. (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΤΣΑΝΤΙΑΗ ΕΛΕΝΗ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Γ.Π.Α.

ΦΑΣΣΕΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την διεκπεραίωση αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Παπαδάκη Ιωάννη, Επίκουρο Καθηγητή του Εργαστηρίου Δενδροκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για την παρότρυνση στην επιλογή του συγκεκριμένου θέματος, τις συμβουλές, την καθοδήγηση, τη στήριξη και την αμέριστη βοήθεια του καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας. Ο τρόπος που συνεργαστήκαμε, μου έδωσε πολλά, με εξέλιξε τόσο σαν επιστήμονα, όσο και σαν άνθρωπο. Με καθοδηγούσε πάντα πολύ όμορφα και με ενθάρρυνε για την επίτευξη του βέλτιστου δυνατού αποτελέσματος. Άνθρωπος ζωντανός, ακούραστος, δημιουργικός, με εντιμότητα και ήθος που χαίρεσαι να δουλεύεις μαζί του. Του ευχαριστώ για τον χώρο, τον χρόνο, την εμπιστοσύνη και την ελευθερία που μου έδωσε.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την κυρία Τσαυτίλη Ελένη, Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Δενδροκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και μέλος της Εξεταστικής Επιτροπής της παρούσας εργασίας, για τις πολύτιμες συμβουλές, την κριτική ανάγνωση και την συμβολή της στην βελτίωση του κειμένου.

Ευχαριστίες οφείλω και στον κύριο Φασσέα Κωνσταντίνο, Καθηγητή του Εργαστηρίου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και μέλος της Εξεταστικής Επιτροπής της παρούσας εργασίας για τις υποδείξεις, τις διορθώσεις και τη βοήθεια του σε πρακτικά θέματα.

Επίσης, ευχαριστίες οφείλω και σε όλο το ανθρώπινο δυναμικό που αποτελεί την ομάδα του Εργαστηρίου Δενδροκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Ωστόσο, δεν μπορώ να παραλείψω τις ευχαριστίες μου, στην οικογένεια μου, για την αμέριστη υποστήριξη τους, σε κάθε μου επιλογή.

Αθήνα, 2017

Περιεχόμενα

Περίληψη	1
Abstract	4
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	
1.1. Καταγωγή και εξάπλωση φραγκοσυκιάς.	6
1.2. Χρήσεις προϊόντων φραγκοσυκιάς.	7
1.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά.	10
1.3.1. Ρίζα.	11
1.3.2. Βλαστός - οφθαλμοί – αγκάθια.	11
1.3.3. Άνθη.	12
1.3.4. Καρπός.	12
1.3.5. Σπέρματα.	16
1.4. Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις.	18
1.5. Παραγωγικότητα φυτείας φραγκοσυκιάς.	20
1.6. Καλλιεργητικές πρακτικές.	23
1.6.1. Πολλαπλασιασμός.	23
1.6.2. Φύτευση.	24
1.6.3. Λίπανση.	24
1.6.4. Άρδευση.	24
1.6.5. Έλεγχος ζιζανίων, εχθρών και ασθενειών.	25
1.6.6. Κλάδεμα.	26
1.6.7. Παραγωγή εκτός εποχής.	26
1.7. Ωρίμανση, συγκομιδή και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί καρπών.	28
1.7.1. Ωρίμανση καρπών.	28

1.7.2. Κριτήρια συγκομιδής.	29
1.7.3. Τρόποι συγκομιδής καρπών.	30
1.7.4. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά των καρπών.	31
1.7.5. Συντήρηση καρπών και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί.	31
1.8. Γενετικό υλικό φραγκοσυκιάς.	33
1.8.1. Ποικιλίες φραγκοσυκιάς ανά τον κόσμο και βελτίωση αυτών.	33
1.8.2. Χαρακτηριστικά γονοτύπων φραγκοσυκιάς.	35
1.9. Σκοπός της εργασίας.	41

Κεφάλαιο 2: Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Περιγραφή πειραματικής φυτείας.	42
2.2. Καλλιεργητικές φροντίδες στον πειραματικό αγρό.	43
2.3. Παρατηρήσεις και μετρήσεις.	43
2.3.1. Περίοδος έκπτυξης και αρχικής αύξησης ξυλοφόρων και ανθοφόρων οφθαλμών.	44
2.3.2. Πορεία αύξησης κλαδοδίων.	44
2.3.3. Πορεία αύξησης καρπών.	44
2.4. Ανατομική και μορφολογική μελέτη ανθοφόρων οφθαλμών, σε διαφορετικά στάδια αύξησης τους.	45
2.5. Φωτογραφική αποτύπωση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των καρπών σε διαφορετικά στάδια αύξησής τους.	46
2.6. Μελέτη της βλαστικότητας της γύρης των ανθέων.	46
2.7. Συγκομιδή καρπών και προσδιορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών τους.	48
2.7.1. Βάρος, μήκος, διάμετρος καρπών - αριθμός και διάμετρος αρεόλων.	48
2.7.2. Βάθος και διάμετρος κοιλότητας καρπών.	

2.7.3. Πάχος και βάρος φλοιού καρπών.	48
2.7.4. Χρώμα φλοιού και σάρκας καρπών.	49
2.7.5. Συνεκτικότητα σάρκας και φλούδας.	51
2.7.6. Εκτίμηση ποιοτικών χαρακτηριστικών του χυμού.	51
2.7.6.1. Όγκος και βάρος χυμού.	51
2.7.6.2. Ολικά διαλυτά στερεά.	52
2.7.6.3. pH και ογκομετρούμενη οξύτητα.	53
2.7.7. Μετρήσεις σπερμάτων.	53
3. Στατιστική επεξεργασία.	53

Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα

3.1. Πορεία έκπτυξης ανθοφόρων οφθαλμών και χαρακτηριστικά ανθέων.	55
3.1.1. Ημέρες από την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών μέχρι την πλήρη άνθηση.	55
3.1.2. Χαρακτηριστικά ανθέων.	56
3.1.2.1. Μήκος, διάμετρος και λόγος μήκους προς διάμετρο ανθοδόχης.	56
3.1.2.2. Απόσταση μεταξύ άκρου ωοθήκης και βάσης στύλου.	57
3.1.2.3. Μήκος, διάμετρος και λόγος μήκους προς διάμετρο ωοθήκης.	58
3.1.2.4. Αριθμός διακλαδώσεων του στύλου.	59
3.1.2.5. Μήκος και διάμετρος στύλου.	60
3.1.2.6. Μήκος στιγμάτων και μήκος στύλου χωρίς στίγματα.	61
3.2. Αριθμός ανθοφόρων και ξυλοφόρων οφθαλμών ανά κλαδόδιο.	62
3.3. Πορεία αύξησης κλαδοδίων.	64
3.3.1. Μήκος κλαδοδίων.	64
3.3.2. Πλάτος κλαδοδίων.	68

3.3.3. Λόγος μήκους προς πλάτος κλαδοδίων.	72
3.4. Πορεία αύξησης καρπών.	77
3.4.1. Μήκος καρπών.	77
3.4.2. Διάμετρος καρπών.	81
3.4.3. Λόγος μήκους προς διάμετρο καρπών.	85
3.5. Ανατομική και μορφολογική μελέτη ανθοφόρων οφθαλμών.	89
3.6. Φωτογραφική αποτύπωση της εξέλιξης των ανθοφόρων οφθαλμών και των καρπών.	95
3.7. Βλαστικότητα γύρης.	96
3.8. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών.	97
3.8.1. Μήκος, διάμετρος και μήκος προς διάμετρο καρπών.	97
3.8.2. Συνολικό Βάρος καρπών.	98
3.8.3. Βάρος φλοιού και σάρκας.	99
3.8.4. Αναλογία σάρκα ανά καρπό.	100
3.8.5. Αριθμός και ξηρό βάρος σπόρων.	101
3.8.6. Μέσο πάχος φλοιού.	102
3.8.7. Βάθος και διάμετρος κοιλότητας καρπών.	102
3.8.8. Αριθμός και μέση διάμετρος αρεολών.	104
3.8.9. Συνεκτικότητα φλοιού και σάρκας.	105
3.8.10. Χρωματικές παράμετροι L^* , a^* και b^* σάρκας.	106
3.8.11. Χρωματικές παράμετροι C^* και h^o σάρκας.	107
3.8.12. Χρωματικές παράμετροι L^* , a^* και b^* φλοιού.	108
3.8.13. Χρωματικές παράμετροι C^* και h^o φλοιού.	110
3.8.14. Όγκος, βάρος και πυκνότητα χυμού.	111
3.8.15. Χυμοπεριεκτικότητα καρπού και σάρκας.	112

3.8.16. Διαλυτά στερεά και ολική οξύτητα χυμού.	113
3.8.17. pH χυμού.	115
3.9. Ανάλυση κυρίων συνιστωσών ποιοτικών χαρακτηριστικών.	116
3.9.1. Δενδρόγραμμα των γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ βάσει των ποιοτικών χαρακτηριστικών.	118

Κεφάλαιο 4: Συζήτηση – Συμπεράσματα

4.1. Συζήτηση.	119
4.2. Συμπεράσματα.	126
Ξένη Βιβλιογραφία	129
Ελληνική Βιβλιογραφία	137
Περιεχόμενα Πινάκων	138
Περιεχόμενα Εικόνων	139

Περίληψη

Η φραγκοσυκιά έχει αποκτήσει τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία στη χώρα μας, ως μια εναλλακτική επιλογή καλλιέργειας για τους παραγωγούς. Ωστόσο, η ραγδαία αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων βασίζεται στη χρήση πληθώρας γονοτύπων, που δεν έχουν αξιολογηθεί επιστημονικά, ούτε ως προς την προσαρμοστικότητά τους στην περιοχή, ούτε ως προς τα αγρονομικά και λοιπά καρπολογικά τους χαρακτηριστικά. Γι αυτό το λόγο, σε πειραματική φυτεία, που βρίσκεται στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, έχουν εγκατασταθεί φυτά διαφόρων γονοτύπων φραγκοσυκιάς, που έχουν επιλεγεί από διαφορετικές περιοχές και δεν αποτελούν γνωστές ποικιλίες, με σκοπό τη σταδιακή, σε βάθος χρόνου, αξιολόγησή τους από δενδροκομικής απόψεως (ποιότητα καρπών, πρωιμότητα, οψιμότητα, παραγωγικότητα, κτλ.). Στα πλαίσια αυτά, σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, που αφορά σε μετρήσεις και παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν το έτος 2015, ήταν (α) η συγκριτική αξιολόγηση τεσσάρων γονοτύπων (Α, Β, Γ και Δ) φραγκοσυκιάς ως προς τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τους, και (β) η μελέτη διαφόρων θεμάτων που σχετίζονται με τη βιολογία της εξέλιξης των οφθαλμών, ανθοφόρων και ξυλοφόρων, της άνθησης, της γονιμότητας της γύρης, της καρπόδεσης, καθώς και της πορείας αύξησης των καρπών και των κλαδοδίων τους. Τα κύρια αποτελέσματα της έρευνας αναφέρονται παρακάτω. Ανά κλαδόδιο ηλικίας ενός έτους, την άνοιξη του 2015 εκπύχθηκαν κατά μέσο όρο από 2,51 (Δ) μέχρι 4,63 (Α) οφθαλμοί. Το ποσοστό (%) των οφθαλμών αυτών που εξελίχθηκαν σε άνθη (ανθοφόροι οφθαλμοί) ήταν 52,40 (Α), 43,88 (Β), 31,89 (Γ) και 29,07 (Δ), χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των γονοτύπων. Ανεξάρτητα από τον γονότυπο, όσο πιο όψιμα εκπύχθηκε ένας ανθοφόρος οφθαλμός (π.χ. 22 Απριλίου) τόσο λιγότερες μέρες μεσολάβησαν μέχρι την πλήρη άνθηση του (≈ 43) σε σχέση με τους οφθαλμούς που εκπύχθηκαν πρώιμα (π.χ. 30 Μαρτίου, ≈ 53 μέρες). Ο έλεγχος της βλαστικής ικανότητας της γύρης έδειξε ότι το ποσοστό βλάστησης των γυρεόκοκκων του γονοτύπου Β (41,35%) ήταν σημαντικά αυξημένο συγκριτικά με τους γονοτύπους Α (36,98%) και Γ (36,16%). Κατά την πλήρη άνθηση, το μήκος της ανθοδόχης κυμάνθηκε από 52 έως 56 mm και η διάμετρος της από 22 έως 24 mm, ανάλογα με τον γονότυπο. Σημαντικές διαφορές μεταξύ των γονοτύπων παρατηρήθηκαν σε ό,τι αφορά το μήκος του στύλου καθώς και το λόγο μήκους προς διάμετρο ωοθήκης, όπου παρατηρήθηκαν

Περίληψη

σημαντικά αυξημένες τιμές στον γονότυπο Α σε σχέση με τον Γ. Κατά την μικροσκοπική εξέταση οφθαλμών του γονοτύπου Α, που συλλέχθηκαν σε 12 διαφορετικά στάδια ανάπτυξής τους, από την έκπτυξή τους μέχρι και μετά την καρπόδεση, προκύπτει ότι η διάκριση μεταξύ ανθοφόρων και ξυλοφόρων οφθαλμών ήταν δυνατή σε οφθαλμούς μήκους τουλάχιστον 6-9 mm και διαμέτρου τουλάχιστον 7-9 mm. Η παρουσία σπερματικών βλαστών εντός της μονόχωρης ωοθήκης ήταν εμφανής σε οφθαλμούς μήκους 11-12 mm, όπου επίσης άρχισε να διακρίνεται, στο επάκριο τμήμα του στύλου, η δημιουργία των 7-12 επιμέρους τμημάτων του (πολυσχιδής στύλος). Ο αριθμός και το μέγεθος των σπερματικών βλαστών αυξάνονταν συνεχώς μέχρι την άνθηση. Σημειώνεται ακόμη ότι μερική απελευθέρωση γύρης παρατηρήθηκε λίγο πριν το άνοιγμα των πετάλων (άνθηση). Αναφορικά με την αύξηση των κλαδοδίων, από μηδενικής βάσης (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) μέχρι την απόκτηση της μέγιστης διάστασής τους, φαίνεται να περιγράφεται με μια απλή σιγμοειδή καμπύλη τόσο σε ότι αφορά τη μεταβολή του μήκους όσο και του πλάτους τους. Ο λόγος μήκους προς πλάτος κλαδοδίου αυξάνεται ταχύτατα τις πρώτες 30 μέρες, μέχρι ενός σημείου, όπου και, έπειτα από μικρή πτώση, σταθεροποιείται για τους επόμενους πολλούς μήνες. Η μεταβολή του μήκους και της διαμέτρου των καρπών, από μηδενικής βάσης (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) μέχρι την ωρίμανση, ανεξάρτητα από τον γονότυπο, περιγράφεται από μια διπλή ή ακόμα και τριπλή σιγμοειδή καμπύλη. Από την πλήρη άνθηση μέχρι την έναρξη αλλαγής χρώματος της φλούδας του καρπού μεσολάβησαν περίπου 81-89 ημέρες, ανάλογα με τον γονότυπο. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων γονοτύπων (εντός παρένθεσης αναφέρεται η μέση τιμή όλων των γονοτύπων) ως προς το μήκος (87,7 mm), τη διάμετρο (52,3 mm) και την χυμοπεριεκτικότητα (57,3 %) των καρπών, τον αριθμό των αρεόλων ανά καρπό (59), τη συνεκτικότητα του φλοιού (1,8 kg), τη διάμετρο (19,1 mm) της κοιλότητας του καρπού, καθώς και τον αριθμό των σπόρων (254) ανά καρπό. Το συνολικό ξηρό βάρος των σπόρων ανά καρπό αλλά και το μέσο βάρος ανά σπόρο ήταν σημαντικά αυξημένα στον γονότυπο Δ από ότι στους Α, Β και Γ. Σημαντικά αυξημένο ήταν το μέσο βάρος των καρπών στους γονοτύπους Α, Β και Γ συγκριτικά με τον Δ (116 g). Η αναλογία σάρκας ανά καρπό ήταν αυξημένη στον γονότυπο Γ (64,2 %) σε σχέση με τον Β (61,5 %). Ως προς τα χαρακτηριστικά του χυμού, το pH ήταν αυξημένο στους γονοτύπους Β και Γ σε σχέση με τον Α (5,9), τα °Brix στον Α (14,3) σε σχέση με τους Β και Γ, και η ογκομετρούμενη οξύτητα μεγαλύτερη στον Α (0,045 %) σε σχέση με τους Γ και Δ. Ο γονότυπος Γ (πιο κοκκινωπές αποχρώσεις) διέφερε σημαντικά από τους Α, Β και Δ (πιο

Περίληψη

πορτοκαλί αποχρώσεις) στο σύνολο των χρωματικών παραμέτρων που προσδιορίστηκαν στο φλοιό και στη σάρκα των καρπών. Τέλος, η ωρίμανση των καρπών του γονοτύπου Γ προηγήθηκε κατά περίπου μια εβδομάδα των άλλων γονοτύπων. Δεδομένου ότι τα βάρη των καρπών (116-132 g) των γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ θεωρούνται μεγάλα, η περιεκτικότητα των καρπών σε εδώδιμο τμήμα (61,57-64,24 %) ήταν υψηλή αλλά και περιεκτικότητά τους σε χυμό (48,30-50,63 %) και ολικά διαλυτά στερεά (12,8-14,3 °Brix) ήταν επίσης μεγάλη, όλοι οι γονότυποι θεωρούνται εξίσου κατάλληλοι για νοπή κατανάλωση αλλά και για χυμοποίηση. Το γεγονός ότι ο γονότυπος Γ παράγει καρπούς με ασυνήθιστες κοκκινωπές αποχρώσεις φλοιού, σάρκας και χυμού, παρέχει επιπλέον δυνατότητες όχι μόνο στην αγορά νοπής κατανάλωσης αλλά και στην αλυσίδα παραγωγής μεταποιημένων προϊόντων φραγκοσυκιάς. Από δένδροκομική άποψη, η αξιολόγηση των γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ πρέπει να συνεχιστεί σε βάθος χρόνου προκειμένου να τεκμηριωθούν οι ομοιότητες και οι διαφορές τους, συμπεριλαμβάνοντας παραμέτρους και χαρακτηριστικά που δεν μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία.

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 2017.

Λέξεις κλειδιά: άνθηση, ανθοφόρος οφθαλμός, γονότυπος, βλάστηση γύρης, ξυλοφόρος οφθαλμός, κλαδόδιο, *Opuntia ficus-indica*, ποιότητα καρπού, φραγκοσυκιά.

Abstract

The last few years, *Opuntia ficus-indica* (prickly pear, cactus pear) has been promoted as a species of utmost importance serving for Greek farmers/producers as an alternative crop choice. However, the rapid expansion of cultivated areas is based on various genotypes lacking scientific assessment on neither their adaptation in cultivated areas nor their agronomical and other fruit quality traits. Because of the lack of scientific evaluation regarding the aforementioned features/characteristics of *Opuntia ficus-indica*, an experimental field has been established in the arboretum of the Agricultural University of Athens. In this experimental field, plants of different unknown genotypes, that were selected from different Greek regions, have been planted to examine their gradual and long-term responses based on various pomological criteria, such as quality of fruits, precocity and productivity.

The aim of this master thesis, which was carried out in 2015, was (a) the comparative evaluation of four (4) prickly pear Genotypes (A, B, C, D) regarding the main fruit quality attributes and (b) the examination of several issues related to the biology of both vegetative and flower buds, the morphological and anatomical characteristics of flowers, the germinability of pollen grains and the fruit set, as long as the growth habit of fruits and cladodes. The main results of the study are mentioned below.

During the spring of 2015, from 2.51 (Genotype D) up to 4.63 (Genotype A) new buds were present per each one-year-old cladode. The percentage (%) of the flower buds were 52.40 (Genotype A), 43.88 (Genotype B), 31.89 (Genotype C) and 29.07 (Genotype D), without existing any significant difference among genotypes. Regardless of the Genotype, the more late a blossom bud burst (for example 22th April) the less days intervened until its full blossoming (≈ 43 days) compared to the buds burst earlier (for example 30th March, ≈ 53 days). The germination percentage of the pollen grains of Genotype B (41.35%) was significantly higher in comparison with the Genotypes A (36.98%) and C (36.16%).

During the full bloom, the length of the receptacle ranged between 52 and 56 mm and its diameter between 22 and 24 mm, depending on the Genotype. Important dissimilarities among the Genotypes were found concerning the length of the style as long as the ratio between the length and the diameter of the ovary, which values were significantly higher in the Genotype A than in Genotype C. Stereoscopic examination of Genotype A buds, collected at 12 different growth stages from their sprouting until the fruit set, arises that the distinction between a flower and a vegetative bud was possible in buds having length of at least 6-9 mm and diameter of at least 7-9 mm. The presence of the ovules inside the monocarpel ovary was obvious in flower buds with length between 11 and 12 mm. At the same stage of the flower bud growth, 7-12 individual parts of the style were also visible. The number and the size of ovules were both constantly increased until the flowering. It is also notable that a partial release of pollen grains took place just before the opening of flower petals (blossoming).

Abstract

Regarding the growth habit of cladodes, based on measurements of their width and length, it followed a simple sigmoid curve. The length to width ratio of cladodes was extremely increased during the first 30 days, up to a plateau, then slightly decreased, and finally stabilized for the next few months. Regardless the Genotype, changes in diameter and length of fruits, from a zero baseline (bursting of blossom buds) until the fruit ripening, were rather described by a double (or a triple) sigmoid curve. From the full bloom until the fruit peel color break, intervened approximately 81-89 days, depending on the Genotype.

There were not observed any significant differences among the four Genotypes (the average value of each parameter across all Genotypes is reported in parenthesis) concerning the length (87.7 mm), the diameter (52.3 mm) and the juiciness (57.3%) of the fruits, the number of areoles per fruit (59), the fruit peel firmness (1.8 kg), the diameter (19.1 mm) of the stylar-end cavity of the fruits as long as the number of the seeds per fruit (254). The total dry weight of the seeds per fruit and the mean dry weight per seed were extremely increased in the Genotype D in contrast to the Genotypes A, B and C. The mean fruit weight was significantly higher in the Genotypes A, B and C compared to Genotype D (116 g). The percentage of pulp per fruit was significantly increased in Genotype C (64.2 %) than in Genotype B (61.5%). Concerning the various traits of fruit juice, pH value was significantly higher in the Genotypes B and C in correlation with A (5.9), °Brix in A (14.3) in contrast to Genotypes B and C, and the total acidity was higher in Genotype A (0.045 %) compared to Genotypes C and D. Genotype C (more red color in peel and flesh) differed significantly from Genotypes A, B and D (more orange color in peel and flesh) concerning all the color parameters measured in the present study by Minolta color measurement instrument. Finally, the ripening of the fruits of the Genotype C was preceded approximately a week before the rest Genotypes.

Given that the fruit weight (116-132 g), the percentage of the pulp per fruit (61.57-64.24 %), the juice content per fruit (48.30-50.63 %) and the °Brix (12.8-14.3) of the Genotypes A, B, C and D were all high enough, all the studied genotypes are regarded as equally appropriate for fresh consumption and fruit processing. The fact that Genotype C produces fruits with an unusual red color in both peel and flesh, its pulp and juices provide more options not only in the fresh fruit market but also in the production chain of various cactus pear co-products. From a pomological point of view, the evaluation of Genotypes A, B, C and D has to be continued on a long term basis in order to be documented their similarities and dissimilarities including parameters and characteristics that were not examined in the current study.

Agricultural University of Athens, Athens 2017.

Keywords: anthesis, cactus pear, cladode, flower bud, fruit quality, genotype, pollen, prickly pear, vegetative bud.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1. Καταγωγή και εξάπλωση φραγκοσυκιάς.

Η φραγκοσυκιά (*Opuntia ficus - indica*), οικ. *Cactaceae*, κατάγεται από το Κεντρικό Μεξικό και την περιοχή της Καραϊβικής. Από το Μεξικό, μεταφέρθηκε και καλλιεργήθηκε πρώτα στην Ισπανία και από εκεί διαδόθηκε στις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης και της Μεσογείου. Μάλιστα, αναφέρεται ότι τα φραγκόσυκα ήρθαν στην Ευρώπη από Ισπανούς κατακτητές, στα τέλη του 15^{ου} και αρχές του 16^{ου} αιώνα. Ήταν ελκυστικά εξαιτίας της ασυνήθιστης εξωτερικής μορφολογίας τους. Το φυτό εξαπλώθηκε σταδιακά σε ολόκληρη τη Μεσόγειο τόσο με τα πουλιά, που έτρωγαν τους καρπούς και μετέφεραν τα σπέρματα, όσο και με την βοήθεια των Μαυριτανών, κατά την επιστροφή τους από την Ισπανία στη Βόρεια Αφρική. Στις μέρες μας, το Μεξικό και η Ιταλία είναι οι κύριες χώρες παραγωγής και κατανάλωσης των φραγκόσυκων. Η Χιλή, η Νότια Αφρική και το Ισραήλ καλλιεργούν επίσης φραγκόσυκα για εμπορική χρήση. Στις Η.Π.Α., η Καλιφόρνια είναι η πρώτη πολιτεία παραγωγής φραγκόσυκων με καλλιεργούμενες εκτάσεις άνω των 3.000 στρεμμάτων. Γενικότερα, εκτιμάται ότι υπάρχουν περίπου 590.000 καλλιεργούμενα στρέμματα με φραγκοσυκιά παγκοσμίως, με το Μεξικό να κατέχει το 70 % αυτών, την Ιταλία το 3,3 % και όλες οι λοιπές χώρες το υπόλοιπο 26,7 % (Mondragon-Jacobo & Bordelon, 1996).

Όσον αφορά την ετυμολογία της λέξης «φραγκοσυκιά» οι απόψεις δίστανται. Οι τρεις επικρατέστερες θεωρίες είναι οι εξής: α) Φράγκος + συκιά = όπου Φράγκος, το γνωστό εθνικό όνομα Γάλλος, β) Φράγκος + συκιά = όπου φράγκο, ο φραγμός από την φραγή και γ) Φράγκος + συκιά = όπου φράγκο θεωρείται ο καρπός *fraga*, που σημαίνει φράουλα, δεδομένου ότι κοινός παρανομαστής των δύο φρούτων είναι (α) τα «σποράκια» (μικρά σπέρματα), στη φράουλα μικρότερα ενώ στα φραγκόσυκα μεγαλύτερα και (β) οι γλοχίδες (αγκάθια), οι οποίες υπάρχουν σε υποτυπώδη μορφή στην επιφάνεια της φράουλας και ομοιάζουν περισσότερο με τρίχες παρά με τα αγκάθια, που παρατηρούνται στα φραγκόσυκα (Στρατουδάκης, 2013).

Στην Ελλάδα μέχρι πρόσφατα δεν υπήρχαν συστηματικές φυτείες φραγκοσυκιάς, αν και ο Λιονάκης (2000) ανέφερε την ύπαρξη περίπου 100.000 διάσπαρτων φυτών. Γενικότερα, το φυτό της φραγκοσυκιάς φύτεται κυρίως σε Αλεξανδρούπολη, Σαμοθράκη, Χαλκιδική, Λάρισα, Φθιώτιδα, Βοιωτία, Πελοπόννησο, Επτάνησα, Θεσπρωτία, Νησιά Αιγαίου, Κυκλάδες και Κρήτη (Στρατουδάκης, 2013). Αρκετά χρόνια πριν, οι Λιονάκης & Λοξού (1999), ανέφεραν ότι: «Οι φραγκοσυκιάς ευρίσκονται μόνο διάσπαρτες σε ξηρικές περιοχές της Νότιας Ελλάδας. Η ικανότητα του είδους να καλλιεργείται σε ξηροθερμικές και άγονες περιοχές, καθιστούν την φραγκοσυκιά ένα πολυδύναμο φυτικό είδος που μπορεί να αποτελέσει σημαντική πηγή εισοδήματος σε μερικές περιοχές της χώρας μας». Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μεγάλη αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων φραγκοσυκιάς. Σημειώνεται, ωστόσο, ότι μέχρι στιγμής δεν υπάρχουν επίσημα δεδομένα από την Ελληνική Στατιστική Αρχή σχετικά με τα καλλιεργούμενα στρέμματα και τη συνολική παραγωγή καρπών φραγκοσυκιάς στη χώρα μας.

1.2. Χρήσεις προϊόντων φραγκοσυκιάς.

Τμήματα φυτών (κλαδόδια), καρποί και λοιπά προϊόντα του γένους *Opuntia spp.* παρουσιάζουν πολυάριθμες χρήσεις. Μεταξύ άλλων, καταναλώνονται ως νωπά φρούτα (καρποί) ή λαχανικά (κλαδόδια), χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην ιατρική και την κοσμετολογία, στην διατροφή των ζώων, στην βιομηχανία παραγωγής βιοενέργειας και ως υλικά χρώσης (Flores, 1995).

Αναλυτικά, η Sáenz (2013) συνοψίζει τις χρήσεις ως εξής:

- Στη βιομηχανία παραγωγής τροφίμων και ποτών (π.χ. διάφορα προϊόντα τροφίμων και αλκοολούχων ή μη ποτών που φτιάχνονται από φρούτα και κλαδόδια).
- Στη βιομηχανία παραγωγής ζωοτροφών (π.χ. συμπληρώματα διατροφής και τροφές παραγόμενες από κλαδόδια και υπολείμματα από τη μεταποίηση των καρπών, συμπεριλαμβανομένων της φλούδας και των σπόρων).
- Στη φαρμακευτική βιομηχανία (π.χ. προστατευτικά γαστρικού βλεννογόνου από εκχυλίσματα κολλώδους ουσίας, καθώς και παρασκευήδισκίων και κάψουλων από σκόνη κλαδοδίων και εκχυλίσματα της γύρης).

Εισαγωγή

- Στη βιομηχανία παραγωγής καλλυντικών (π.χ. κρέμες, σαμπουάν και λοσιόν από κλαδόδια).
- Στη βιομηχανία παραγωγής συμπληρωμάτων διατροφής (π.χ. ίνες και άλευρα από τα κλαδόδια).
- Στη βιομηχανία φυσικών προσθέτων (π.χ. χρωστικές από καρπούς για χρήση σε τρόφιμα).
- Στην κλωστοϋφαντουργία (π.χ. φυσικές χρωστικές, όπως η καρμίνη που παράγεται με αλληλεπίδραση του εντόμου κοχενίλλη με τα κλαδόδια, για βαφή υφασμάτων κτλ.).
- Στην κατασκευαστική βιομηχανία (π.χ. δεσμευτικές ενώσεις από κολλώδη ουσία).
- Στον τομέα της ενέργειας (π.χ. βιοαέριο από κατάλληλη μεταχείριση κλαδοδίων και επιπλέον χρήση ως καυσόξυλα).
- Στις γεωργικές εφαρμογές (π.χ. βελτίωση της δομής, της αποστράγγισης και της γονιμότητας των εδαφών).
- Στον τομέα του τουρισμού (π.χ. μεγάλης ηλικίας-ξύλοποιημένα κλαδόδια μεταμορφώνονται σε διάφορα προϊόντα χειροτεχνίας, όπως γλυπτά κτλ.).
- Προστασία από πυρκαγιές (π.χ. δημιουργία αντιπυρικών ζωνών).
- Φυσικοί φράκτες (π.χ. φύτευση φυτών περιμετρικά των αγροτικών τεμαχίων για λόγους παρεμπόδισης εισόδου διαφόρων εισβολέων).

Αρκετή βιβλιογραφία υπάρχει σχετικά με τις πιθανές επιδράσεις των προϊόντων της φραγκοσυκιάς σε παράγοντες που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία. Ειδικότερα, τα είδη *Opuntia* χρησιμοποιούνται από τους ανθρώπους εδώ και χιλιάδες χρόνια. Εκτός του ότι καταναλώνονται ως τρόφιμα, τα περισσότερα τμήματα των φυτών χρησιμοποιούνται ως φάρμακα και στους σύγχρονους καιρούς παρασκευάζονται εμπορικά σκευάσματα σε κάψουλες, σιρόπια, χάπια ή σκόνες. Τα ιατροφαρμακευτικά προϊόντα, προερχόμενα από τη φραγκοσυκιά, θεωρούνται ότι έχουν πολλαπλές ιδιότητες, όπως αντιδιαβητικές, αντιϊκές, αντιφλεγμονώδεις, αναλγητικές, υπογλυκαιμικές και αντιοξειδωτικές. Επίσης, χρησιμοποιούνται για να ρυθμίσουν το βάρος, τη γλυκόζη του αίματος, την αύξηση της πρόσληψης φυτικών ινών, διευκολύνουν τον τοκετό και χρησιμοποιούνται στη θεραπεία του άσθματος, της κόπωσης, της βλάβης για την αλκοολική ηπατοπάθεια, των κάλων, της διάρροιας, της

δυσεντερίας, της δύσπνοιας, της γαστρεντερίτιδας, της κολίτιδας και λοιπών γαστρεντερικών διαταραχών, της υπερχοληστερολαιμίας, της ιλαράς, της ρινορραγίας, της παχυσαρκίας, του πονόλαιμου, της κολπίτιδας και της φλεγμονής των ματιών. Θερμαινόμενα έμπλαστρα χρησιμοποιούνται για να θεραπεύσουν ορισμένες ρευματικές διαταραχές και χρόνιες δερματικές παθήσεις (Anderson, 2001, Frati et al., 1983, Fernandez et al., 1994, Medellin et al., 1998). Ο πολτός των κλαδοδίων χρησιμοποιείται σε ορισμένες περιοχές ως καταπραϋντικό ή/και επουλωτικό για εγκαύματα, κοψίματα, τραύματα και κατάγματα. Επίσης, τα αφεψήματα καρπών φαίνεται να έχουν καθαρτικές ιδιότητες. Τα κλαδόδια χρησιμοποιούνται στη θεραπεία του ξερόβηχα, ως αντιμολυσματικοί παράγοντες και στη θεραπεία του έλκους του στομάχου (Galati et al., 2001, Park et al., 1998). Τέλος, έχουν δημιουργηθεί ιατρικά σκευάσματα, με βάση τα προϊόντα της φραγκοσυκιάς, που προωθούνται για τη θεραπεία της υπεργλυκαιμίας, της καλοήθους προστατικής υπερπλασίας, του πονοκέφαλου μετά από χρήση αλκοόλ, της αθηροσκλήρωσης, του διαβήτη και για διάφορα προβλήματα του ουροποιητικού συστήματος των γυναικών (Feugang et al., 2006, Pittler et al., 2005, Rodriguez-Fragozo et al., 2008, Wiese et al., 2004).

Επειδή οι χρήσεις των κλαδοδίων στη χώρα μας δεν είναι γνωστή, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι πολλά διαφορετικά προϊόντα από τα κλαδόδια υπάρχουν στις τοπικές Μεξικανικές αγορές, ιδιαίτερα σε συνδυασμό με άλλα προϊόντα, όπως ψωμιά, ζελέδες, μαρμελάδες, γλυκά, κρασιά, ξύδια, χυμοί, και τυριά. Επίσης, τα σχετικά παραφαρμακευτικά προϊόντα εμπορεύονται υπό μορφή κρεμών, σαμπουάν, δισκίων και σιροπιών (Sáenz-Hernández, 1995). Στη Χιλή, το αλεύρι που προέρχεται από επεξεργασία κλαδοδίων χρησιμοποιείται σε διάφορες συνταγές μαγειρικής και ζαχαροπλαστικής. Τέλος, ορισμένα σκευάσματα προορίζονται στην αγορά διαιτητικών προϊόντων υψηλής περιεκτικότητας σε ίνες (Guevara & Yahia, 2005), καθώς και στην κοσμετολογία: ως κρέμες καθαρισμού, ενυδατικές κρέμες και σαμπουάν.

1.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά.

Η Φραγκοσυκιά (*Opuntia ficus-indica*) είναι ένας καρποφόρος κάκτος, που ανήκει στην οικογένεια *Cactaceae*, η οποία είναι μια μεγάλη οικογένεια αγγειοσπέρμων δικοτυλήδων φυτών. Στην οικογένεια *Cactaceae*, περιλαμβάνονται 120 - 122 γένη και 1.600 - 2.000 περίπου φυτικά είδη, μονοετή ή πολυετή, ποώδη φυτά (Gibson & Nobel, 1990). Γενικότερα, τα φυτά της οικογένειας *Cactaceae* χαρακτηρίζονται από απλό ή διακλαδιζόμενο, κυλινδρικό, σφαιρικό ή πεπλατυσμένο σαρκώδη κορμό, με βλαστούς μικρών ή μεγάλων διαστάσεων. Συνήθως, ο βλαστός είναι πεπλατυσμένος, δισκοειδής ή φυλλώδης, που στην επιφάνειά του βρίσκονται κατά δέσμες αγκάθια που θεωρούνται ως υποτυπώδη φύλλα (Στρατουδάκης, 2013). Η Φραγκοσυκιά (Εικ. 1) είναι πολυετές φυτό, που χαρακτηρίζεται από αρθρωτό πεπλατυσμένο στέλεχος, κυλινδρικά ή κωνικά σαρκώδη και εφήμερα φύλλα στα νεαρά στελέχη, την παρουσία αρεόλων (σύμπλεγμα οφθαλμών με γλοχίδες και αγκάθια διατεταγμένα σε συστάδες), καρπούς με παχύ φλοιό και σπέρματα καλυμμένα από ένα σκληρό, οστεώδες, ανοιχτόχρωμο περίβλημα (Mondragon-Jacobo & Bordelon, 1996).



Εικόνα 1: Φυτά φραγκοσυκιάς (*Opuntia ficus – indica*).

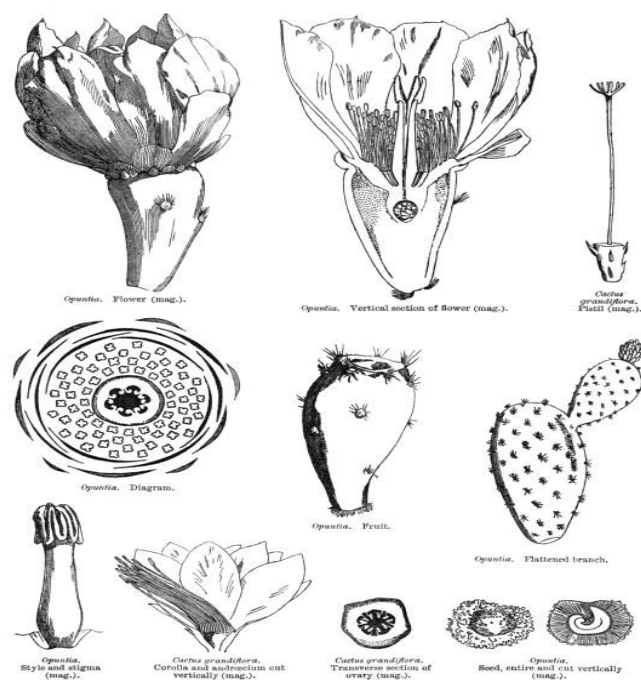
1.3.1. Ρίζα.

Το ριζικό σύστημα είναι εκτεταμένο, με πυκνές διακλαδώσεις και με πολλές λεπτές ρηχές ρίζες, που βοηθούν στην πρόσληψη νερού και ανόργανων στοιχείων ακόμα και σε περιοχές με άγονα και ξηρικά εδάφη. Το μήκος των ριζών είναι στενά συνδεδεμένο με τις επικρατούσες περιβαλλοντικές (εδαφικές και κλιματικές) συνθήκες αλλά και με τις εφαρμοζόμενες καλλιεργητικές τεχνικές, κυρίως με την άρδευση και την λίπανση (Sudzuki et al., 1993, Sudzuki, 1999, Villegas de Gante, 1997). Το ριζικό σύστημα ανανεώνεται κάθε χρόνο. Οι ρίζες που αδρανοποιούνται και απονεκρώνονται εμπλουτίζουν το έδαφος με άφθονη οργανική ύλη που βοηθάει στην ανόργανη θρέψη του φυτού (Στρατουδάκης, 2013).

1.3.2. Βλαστός - οφθαλμοί – αγκάθια.

Το φυτό αποτελείται από πεπλατυσμένους βλαστούς, τα κλαδόδια (cladodes), που έχουν ωοειδές ή επίμηκες σχήμα ρακέτας. Η κατά μήκος αύξηση τους φτάνει μέχρι τα 60 - 70 εκατοστά, ανάλογα με τις διαθέσιμες ποσότητες νερού και των θρεπτικών συστατικών (Sudzuki et al., 1993). Όταν τα κλαδόδια έχουν μήκος 10 - 12 εκατοστά είναι τρυφερά και μπορεί να καταναλωθούν ως λαχανικό. Τα κλαδόδια συνεχίζουν να αυξάνονται σε μέγεθος για περίπου 90 ημέρες. Οι αρεόλες (areoles) (κοιλότητες με οφθαλμούς και αγκάθια) απαντώνται και στις δύο πλευρές των κλαδοδίων αλλά και περιφερειακά αυτών. Από τους οφθαλμούς αναπτύσσονται νέα κλαδόδια (ξυλοφόροι οφθαλμοί), άνθη (ανθοφόροι οφθαλμοί) ή ρίζες (κατά τον αγενή πολλαπλασιασμό), ανάλογα με τις εκάστοτε περιβαλλοντικές και λοιπές συνθήκες (Sudzuki et al., 1993). Επιπλέον, οι αρεόλες φέρουν δύο τύπους αγκαθιών στην κοιλότητά τους: μικρά και μεγάλα. Τα μικρά αγκάθια είναι πολυάριθμα και ονομάζονται γλοχίδες (glochids), ενώ τα μεγάλα, σύμφωνα με ορισμένες θεωρίες, μάλλον είναι τα τροποποιημένα-υποτυπώδη φύλλα του φυτού της φραγκοσυκιάς (Granados & Castañeda, 1991). Όταν οι άνθρωποι έρχονται σε επαφή με το φυτό, τα αγκάθια μπορεί να διεισδύσουν στο δέρμα τους, πράγμα που δημιουργεί ένα σοβαρό εμπόδιο κατά τη συγκομιδή, την επεξεργασία και την κατανάλωση των καρπών (Sáenz, 2013).

1.3.3. Άνθη.



Εικόνα 2: Μορφολογικά χαρακτηριστικά ανθέων φραγκοσυκιάς.

Τα άνθη (Εικ. 2) της φραγκοσυκιάς σχηματίζονται από μονανθείς απλούς ανθοφόρους οφθαλμούς. Είναι μεγάλα και φύονται κυρίως στην κορυφή των ανώτερων ή εξωτερικών κλαδοδίων του φυτού. Έχουν χρώμα ζοηρό κιτρινωπό, πορτοκαλί ή χρυσίζον. Επίσης, είναι ερμαφρόδιτα, ακτινόμορφα ή ζυγόμορφα και επίγυνα. Φέρουν ωοθήκη, που έχει πολλές σπερματικές βλάστες, περιάνθιο με πολυάριθμα σέπαλα και πέταλα, στήμονες και ύπερο. Τα πέταλα και τα σέπαλα με τους έντονους χρωματισμούς τους προσελκύουν τα έντομα διευκολύνοντας την επικονίαση του φυτού (Στρατουδάκης, 2013).

1.3.4. Καρπός.

Ο καρπός χαρακτηρίζεται ως ψευδής ράγα. Το σχήμα και το μέγεθος των καρπών διαφέρει. Σύμφωνα με τους Chessa & Nieddu (1997) και Ochoa (2003), τα φρούτα (καρποί) είναι ωοειδή, στρογγυλά, ελλειπτικά ή/και επιμήκη. Εξωτερικά, το χρώμα

τους ποικίλλει μεταξύ του κόκκινου, του πορτοκαλί, του μωβ, του κίτρινου και του πράσινου. Επίσης, η σάρκα του καρπού παρουσιάζει αντίστοιχες αποχρώσεις. Μορφολογικά, η φλούδα του καρπού είναι παρόμοια με εκείνη των κλαδοδίων, με την έννοια ότι φέρει αρεόλες με άφθονα μικρά και μεγάλα αγκάθια. Μάλιστα, μέρος αυτών των αγκαθιών παραμένει ακόμα και αφού υπερωριμάσει ο καρπός. Το πάχος της φλούδας του καρπού όπως και το ποσοστό της σάρκας ανά καρπό διαφέρουν ανάλογα τον γονότυπο. Εντός της σάρκας περιέχονται πολλοί σπόροι, που συνήθως καταναλώνονται μαζί με τη σάρκα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, παρουσιάζεται αυξημένο ποσοστό εκφυλισμένων σπερματικών βλαστών και σπόρων, γεγονός το οποίο αυξάνει την αναλογία του εδώδιμου τμήματος του καρπού. Δεδομένης της προτίμησης ορισμένων αγορών σε φρούτα χωρίς κουκούτσια/σπόρους ή σε φρούτα με χαμηλή περιεκτικότητα σε σπόρους, η γενετική βελτίωση έχει επικεντρωθεί στην ταυτοποίηση και τον πολλαπλασιασμό ποικιλιών φραγκοσυκιάς με αυτό το χαρακτηριστικό (Mondragón - Jacobo, 2004).

Ο καρπός της φραγκοσυκιάς στην αρχή είναι καταπράσινος, κυλινδρικός με πολλά αγκάθια. Στην συνέχεια, αρχίζει να αλλάζει κάπως, γίνεται αυγοειδής, πιο πεπλατυσμένος στην κορυφή και χωρίς γωνίες στη βάση, στην περιοχή που συνδέεται με το κλαδόδιο. Σταδιακά αρχίζει και διογκώνεται από την μέση προς τα άκρα. Το χρώμα του όσο προχωρεί η ωρίμανση, γίνεται πρασινοκίτρινο, πορτοκαλί ή/και προς κόκκινο, ανάλογα με την ποικιλία. Είναι γεμάτος αγκάθια, που στην αρχή είναι πυκνά ενώ στην πορεία απομακρύνονται, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι εξαφανίζονται (Στρατουδάκης, 2013).

Το εμπορικό βάρος των καρπών κυμαίνεται μεταξύ 120 και 200 γραμμάρια, που εξαρτάται από την ποικιλία, τον χρόνο ωρίμανσης και τις καλλιεργητικές τεχνικές. Το ποσοστό της σάρκας κυμαίνεται συνήθως από 55 έως 65 %, χαρακτηριστικό που μεταβάλλεται λιγότερο από το μέγεθος του καρπού. Επίσης, ανά καρπό μπορεί να υπάρχουν 150 - 300 σπόροι. Παρόλη την εμφάνισή τους, οι καρποί έχουν πολύ φτωχή φωτοσυνθετική δραστηριότητα, που μάλιστα είναι εντονότερη κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους. Επομένως, η περαιτέρω αύξησή τους βασίζεται σε ουσίες που προμηθεύονται από τα κλαδόδια (Inglese, 2009).

Υπάρχουν αρκετές μελέτες σχετικά με τη χημική σύσταση των φραγκόσυκων. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τη μέση χημική σύσταση του εδώδιμου μέρους των καρπών,

δηλ. της σάρκας τους, από δειγματοληψίες που έγιναν σε διάφορες περιοχές του κόσμου, όπως Αργεντινή, Χιλή, Αίγυπτο, Μεξικό και Σαουδική Αραβία. Σύμφωνα, λοιπόν, με τον Πίνακα 1, το νερό είναι το κύριο συστατικό του φρούτου (84 - 90 %), το οποίο αποτελεί πλέον πολύτιμο αγαθό που βρίσκεται σε περιορισμό σε άνυδρες και ημι-άνυδρες περιοχές. Το νερό του καρπού προστατεύεται από τη φλούδα, η οποία είναι παχιά και πλούσια σε κολλώδεις-βλεννώδεις ουσίες. Οι ουσίες αυτές δεσμεύουν το νερό και βοηθούν στην πρόληψη της αφυδάτωσης του καρπού. Αναφορικά με τα λοιπά συστατικά της σάρκας, οι πρωτεΐνες, τα λίπη, οι φυτικές ίνες και η βιταμίνη C παρατηρούνται σε συγκεντρώσεις 0,6 - 16 %, 0,1 - 0,24 %, 0,02 - 3,16 % και από 5 - 41 mg/100g, αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα της σάρκας σε ολικά σάκχαρα κυμαίνεται από 8 έως 14 % (Sáenz, 2013). Ο ίδιος πίνακας παρουσιάζει και τις περιεκτικότητες των διαφόρων μεταλλικών στοιχείων στη σάρκα των φραγκόσυκων. Συγκεκριμένα, οι συγκεντρώσεις των Ca, Mg, Fe, Na, K και P (% ξ.β. σάρκας) κυμαίνονται στα παρακάτω επίπεδα: 12 - 49 mg/100g, 16 -98 mg/100g, 0,4 - 2,6mg/100g, 0,6 - 1,64mg/100g, 90 - 217mg/100g και 15 - 32mg/100g, αντίστοιχα. Ωστόσο, σημαντικές διαφοροποιήσεις μπορεί να υπάρχουν ανάλογα την τοποθεσία καλλιέργειας, τις καλλιεργητικές φροντίδες, την εφαρμογή των λιπασμάτων, την χρήση της άρδευσης, το κλίμα, και τις γενετικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών (Muñoz de Chávez et al., 1995).

Πίνακας 1: Χημική σύσταση καρπών φραγκοσυκιάς (Sáenz, 2013).						
Παράμετροι που προσδιορίστηκαν	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
Β-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
Φώσφορος (mg/100g)	-	-	-	15,4	32,8	-

Ερευνητικές εργασίες που αντλήθηκαν τα δεδομένα: (1) Askar&El-Samahy (1981),(2) Muñoz de Chávez et al. (1995),(3) Pimienta-Barrios (1993),(4) Sawaya et al. (1983), (5) Sepúlveda & Sáenz (1990)και (6) Rodríguez et al. (1996).

Η Sáenz (2013) αναφέρει τη διακύμανση αντίστοιχων παραμέτρων που μετρήθηκαν σε καρπούς προερχόμενους από διάφορες ποικιλίες, που όταν ωριμάζουν οι καρποί τους, έχουν πράσινο, μωβ ή πορτοκαλί χρώμα φλούδας και σάρκας. Αξίζει να σημειωθεί η παρουσία μεταΐνης στους μωβ καρπούς, αλλά όχι στους πράσινους και στους πορτοκαλί (Πίνακας 2).

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

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	-
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
Β-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
Φώσφορος (mg/100g)	32,8	4,9	8,5

1.3.5. Σπέρματα.

Τα σπέρματα βρίσκονται διάσπαρτα μέσα στη σάρκα του καρπού της φραγκοσυκιάς. Έχουν σχήμα που ομοιάζει με κόκκο ρυζιού και καλύπτονται από σχετικά σκληρό περίβλημα. Συνδέονται με ινώδες, συχνά δυσδιάκριτο, νεύρο με τον κεντρικό τροφοδοτικό αγωγό που ενώνει το κλαδόδιο με τον καρπό. Μάλιστα, τα σπέρματα περιβάλλονται από χυμώδη μάζα, κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μην εφάπτονται μεταξύ τους. Μέσα στον καρπό, πολλές φορές παρατηρούνται κάποια μαύρα στίγματα που είναι τα υπολείμματα των ατροφικών-κούφιων-εκφυλισμένων σπόρων (Στρατουδάκης, 2013).

Αν και τα σπέρματα προορίζονται για κατανάλωση ταυτόχρονα με τη σάρκα, κάτι που ξέρουν πολύ καλά οι κάτοικοι των περιοχών προέλευσης του φραγκόσυκου, η παρουσία τους πολλές φορές αποτελεί εμπόδιο για την προσέλκυση νέων καταναλωτών σε πολλές περιοχές του πλανήτη, όπως στις Η.Π.Α.. Ο αριθμός των

σπερμάτων ανά καρπό ποικίλλει από 80 έως και πάνω από 300, κάτι που αντιστοιχεί σε βάρος σπερμάτων 2,8 έως 7,5 γραμμάρια σε κάθε καρπό, ανάλογα με το μέγεθος του καρπού και την ποικιλία. Η αναλογία μεταξύ εκφυλισμένων-ατροφικών («κούφινων») και κανονικών σπερμάτων είναι υψηλότερη στις Ιταλικές (0,44) από ότι στις Μεξικάνικες ποικιλίες (0,11). Γενικότερα, μη γονιμοποιημένα-ατροφικά και κακής ποιότητας σπέρματα δεν έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν σάρκα. Ειδικότερα, όμως, στη φραγκοσυκιά τα σπέρματα έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν σάρκα ακόμα και αν δεν είναι πλήρως αναπτυγμένα (ατροφικά). Μάλιστα, τα περιεχόμενο των σπερμάτων σχετίζεται θετικά με το μέγεθος του καρπού. Από αυτή την άποψη, ένας ευμεγέθης καρπός έχει μεγάλο αριθμό σπερμάτων, αλλά και αυξημένη παρουσία εκφυλισμένων «κούφινων» σπερμάτων (Mondragón-Jacobo, 2004).

Κατά τη βελτίωση των γονοτύπων φραγκοσυκιάς, τα παρακάτω δύο γνωρίσματα πρέπει να μελετηθούν μαζί, επειδή οι μεγάλοι καρποί έχουν καλή τιμή στην αγορά και το μέγεθος των καρπών είναι βασικό χαρακτηριστικό της ποιότητας. Η φυσική παρθενοκαρπία αναφέρεται ως λύση στο πρόβλημα. Μάλιστα, η βλαστική παρθενοκαρπία αναφέρθηκε στην ποικιλία BS1, μια κιτρινόσαρκη ποικιλία από το Ισραήλ, με καρπούς που περιέχουν μόνο εκφυλισμένα σπέρματα αλλά είναι παρόμοιοι σε μέγεθος και χρώμα με τους κίτρινους καρπούς άλλων ένσπερμων ποικιλιών του *Opuntia ficus-indica*. Μελέτη που διεξήχθη για να διευκρινιστεί ο μηχανισμός που εμπλέκεται στην ανάπτυξη άσπερμων καρπών έδειξε ότι η BS1 είναι αγενής παρθενοκαρπικός κλώνος, δηλαδή δεν απαιτείται γονιμοποίηση για την παραγωγή σπόρων και την ανάπτυξη, ωστόσο η συνολική ποιότητα δεν ήταν αποδεκτή. Τέλος, πολλές προσπάθειες έχουν γίνει για την μείωση του μεγέθους των σπερμάτων με τη χορήγηση γιββερελλίνης, αλλά χωρίς ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η επιλογή μεταξύ του υπάρχοντος γενετικού υλικού μπορεί να δώσει περιορισμένα αποτελέσματα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Μακροπρόθεσμα, όμως, καλύτερα αποτελέσματα αναμένονται από διασταυρώσεις μεταξύ ποικιλιών που έχουν τα επιθυμητά γνωρίσματα (Mondragón-Jacobo, 2004).

1.4. Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις.

Το περιβάλλον αντιπροσωπεύει όλες τις φυσικές συνθήκες που επηρεάζουν την επιβίωση και την ανάπτυξη των φυτών, συμπεριλαμβανομένων και παραγόντων του εδάφους, όπως το νερό και τη περιεκτικότητά του σε ανόργανα θρεπτικά συστατικά (Nobel, 1988). Η φραγκοσυκιά αναπτύσσεται συνήθως σε ξηρές, βραχώδεις, αμμώδεις και πετρώδεις τοποθεσίες. Ευδοκίμει σε θερμούς και ηλιόλουστους τόπους, χωρίς να έχει κάποια ιδιαίτερη προτίμηση στο έδαφος, αρκεί να μην είναι υγρό ή/και να αποστραγγίζεται καλά. Αναπτύσσεται καλά ακόμη και σε αβαθή ή μέτριου βάθους εδάφη, φτωχά σε οργανική ύλη, αλλά και σε αργιλώδη και ασβεστώδη εδάφη. Χάρη στο ισχυρό ριζικό σύστημα που έχουν τα φυτά μπορεί να αναπτυχθούν σε βουνοπλαγιές, σε λοφίσκους ή επικλινή εδάφη και μπορεί να αντέξουν δυνατούς ανέμους (Στρατουδάκης, 2013). Η φραγκοσυκιά φαίνεται, όμως, να μην ευδοκίμει σε μεγάλα υψόμετρα και σε μέρη που επικρατεί συχνά παγετός, ενώ δεν μπορεί να αναπτυχθεί ικανοποιητικά σε σκιερά μέρη. Αναπτύσσεται καλύτερα σε ημερημικές περιοχές με ζεστά καλοκαίρια, χαμηλή βροχόπτωση και ήπιο χειμώνα (Πηγή διαδικτύου 1).

Οι προαναφερόμενες εδαφοκλιματικές απαιτήσεις της φραγκοσυκιάς σχετίζονται κατά κύριο λόγο με την ιδιαίτερη φυσιολογία της και τον έντονο ξηροφυτικό χαρακτήρα της. Γενικότερα, το κλειδί της επιτυχίας και της γεωργικής χρησιμότητας των ειδών *Opuntia* σε περιβαλλοντικές συνθήκες υδατικής καταπόνησης στηρίζεται στον καθημερινό μηχανισμό ανοίγματος των σωματίων τους, ο οποίος έχει περιγραφεί με ακρίβεια από το Nobel (1988, 1994, 2001) και από τους Nobel & Bobich (2002a). Χαρακτηρίζονται από ένα ιδιαίτερο μηχανισμό ανταλλαγής αερίων, που αναφέρεται ως CAM μηχανισμός, επειδή αρχικά μελετήθηκε ευρέως στη φυτική οικογένεια *Crassulaceae* (Nobel, 1988). Σύμφωνα με τον μηχανισμό αυτό, τα στομάτια κυρίως ανοίγουν την νύχτα, επιτρέποντας έτσι την πραγματοποίηση ανταλλαγής αερίων, όταν η θερμοκρασία βρίσκεται σε χαμηλότερα επίπεδα από εκείνα που επικρατούν κατά την διάρκεια της ημέρας (Nobel, 1994). Ουσιαστικά, ο μηχανισμός αυτός μειώνει τις υδατικές απώλειες από τους φυτικούς ιστούς των CAM φυτών, σε σύγκριση με τα C₃ και τα C₄ φυτά που δεσμεύουν CO₂ αποκλειστικά κατά την διάρκεια της ημέρας. Κατά μέσο όρο, η θερμοκρασία στους φυτικούς ιστούς την νύχτα είναι τουλάχιστον 10°C μικρότερη από ότι την ημέρα, έτσι τα CAM φυτά

τείουν να έχουν περιορισμένες απώλειες, σε ποσοστό της τάξεως του 20 με 35 % των απωλειών ύδατος των C₃ και C₄ φυτών που έχουν αντίστοιχο βαθμό ανοίγματος των σωματίων (Nobel, 2001). Ο Nobel (2001) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το νυχτερινό άνοιγμα και το ημερήσιο κλείσιμο των στοματίων είναι ζωτικής σημασίας για την διατήρηση του ύδατος στα CAM φυτά.

Η πρόσληψη και η αφομοίωση του CO₂, για μετέπειτα χρήση, απαιτεί την σύνδεση του με την ανθρακική χημική ένωση 3-φωσφοενολοπυροσταφυλικό (PEP), μέσω του ενζύμου PEP-καρβοξυλάση (Nobel, 1994, 2001). Το CO₂ δεσμεύεται από το ένζυμο PEP-καρβοξυλάση και οδηγεί στην συσσώρευση 4-ανθρακικών οξέων, όπως το μηλικό στους ιστούς, τα οποία μεταφέρονται σε ένα μεγάλο κεντρικό χυμοτόπιο στα φυτικά κύτταρα (Nobel, 2001). Σύμφωνα με το Nobel (1988), η μεταφορά του μηλικού στο χυμοτόπιο την νύχτα οδηγεί στη ολοένα και μεγαλύτερη αύξηση της οξύτητας των CAM φυτών την νύχτα. Κατά την αυγή της επόμενης μέρας, η ηλιακή ακτινοβολία διεγείρει την C₃ φωτοσυνθετική οδό στους χλωροπλάστες των φυτών CAM, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των C₃ φυτών. Ωστόσο, η κύρια πηγή CO₂ των CAM φυτών κατά την διάρκεια της ημέρας προέρχεται από την αποκαρβοξυλίωση του μηλικού και άλλων οργανικών οξέων που συσσωρεύονται στα χυμοτόπια κατά την διάρκεια της νύχτας (Nobel, 2001). Το αποθηκευμένο μηλικό οξύ διαχέεται έξω από τα χυμοτόπια κατά την διάρκεια της ημέρας. Το CO₂ που απελευθερώνεται εσωτερικά από την αποκαρβοξυλίωση των οργανικών οξέων διατηρείται εντός των ιστών, σε σταθερό ποσό που ανανεώνεται συνεχώς, με την μορφή υδατανθράκων, μέσω του ενζύμου ριβουλόζης-1,5-διφωσφορικής καρβοξυλάσης/οξυγενάσης (Rubisco). Πάνω από ένα χρονικό διάστημα ωρών, η οξύτητα του χλωρεγχύματος μειώνεται και τα φωτοσυνθετικά προϊόντα συσσωρεύονται. Αυτές οι διαδικασίες δεν απαιτούν επιπλέον CO₂ από την ατμόσφαιρα και ως εκ τούτου τα στομάτια των CAM φυτών μπορεί να παραμένουν κλειστά κατά την διάρκεια της ημέρας (Nobel, 1988).

Στα πλεονεκτήματα των φυτών CAM θα πρέπει να συμπεριληφθεί και η ιδιότητα των κάκτων να έχουν υψηλή παραγωγικότητα σε περιοχές με συνθήκες υδατικής καταπόνησης (Nefzaoui & BenSalem, 2002). Μάλιστα, η αποτελεσματικότητα χρήσης νερού κατά τη φωτοσύνθεση είναι τρεις φορές υψηλότερη στα φυτά CAM από ότι για τα C₄ και πέντε φορές υψηλότερη από ότι στα C₃ φυτά, επιτρέποντας έτσι

στα CAM φυτά να παράγουν περισσότερη ξηρά ουσία από τα C₃ ή C₄ φυτά, κάτω από άνυδρες ή ημιάνυδρες συνθήκες καλλιέργειας (Nefzaoui & BenSalem, 2002, Nobel & Bobich, 2002b).

1.5. Παραγωγικότητα φυτείας φραγκοσουκιάς.

Η άνθηση λαμβάνει χώρα την άνοιξη (τέλη Απριλίου με αρχές Μαΐου) και τα περισσότερα άνθη αναπτύσσονται περιφερειακά των κλαδοδίων ηλικίας ενός έτους (Εικ. 3), ενώ τα διετή κλαδοδία είναι υπεύθυνα για το μεγαλύτερο μέρος της ετήσιας παραγωγής των νέων κλαδοδίων. Ένα και μόνο κλαδοδίο είναι ικανό να κρατήσει πάνω του περισσότερα από 30 άνθη, αλλά το 60-70 % της σοδειάς προέρχεται από κλαδοδία που φέρουν 4-8 άνθη (καρπούς) (Inglese, 2009). Σχεδόν όλα τα άνθη καρποδένουν. Ο αριθμός των καρπών που παράγονται ανά φυτό είναι συνάρτηση του αριθμού των γόνιμων κλαδοδίων (αυτών που φέρουν ανθοφόρους οφθαλμούς) και του μέσου αριθμού των ανθοφόρων οφθαλμών ανά κλαδοδίο (Pirnienta, 1990).



Εικόνα 3: Ανάπτυξη καρπών περιφερειακά των κλαδοδίων ηλικίας ενός έτους.

Σε αντίθεση με το σημερινό επίπεδο των γνώσεων σχετικά με την βλαστική ανάπτυξη, λίγα είναι γνωστά για την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων

στην «γονιμότητα» των κλαδοδίων της φραγκοσυκιάς. Πραγματικά, υπάρχει έλλειψη δημοσιεύσεων σχετικά με την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων στην άνθηση της φραγκοσυκιάς (Nerd & Mizrahi, 1995). Η παραγωγικότητα των φυτειών φραγκοσυκιάς είναι εξαιρετικά μεταβλητή. Σύμφωνα με τους Inglese et al. (1995), αυτή η μεταβλητότητα ερμηνεύεται από την διαφορετική απόδοση του σχεδιασμού και της διαχείρισης των διαφορετικών φυτειών και από τους εκάστοτε υπάρχοντες περιβαλλοντικούς περιορισμούς. Ως εκ τούτου, επηρεάζεται από την ποικιλία, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, την πυκνότητα φύτευσης και την καλλιεργητική τεχνική στο σύνολό της. Οι Barbera et al. (1995) και Nerd & Mizrahi (1995) αναφέρουν ότι η απόδοση των φυτών σε καρπούς επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος και την ανόργανη θρέψη των φυτών.

Οι καρποί αποκομίζουν τα περισσότερα από τα θρεπτικά τους συστατικά από το μητρικό βλαστό, αλλά η θρέψη των αναπτυσσόμενων καρπών περιορίζεται εξαιτίας των νέων κλαδοδίων (τρέχοντος χρόνου), που επίσης χρειάζονται μια σημαντική ροή αποθηκευμένων υδατανθράκων από άλλους βλαστούς. Το μέγεθος του καρπού κατά την συγκομιδή εξαρτάται από τον αριθμό των καρπών ανά βλαστό παρά ανά φυτό. Για να επιτευχθεί το καλύτερο εμπορικά μέγεθος καρπών, τα κλαδόδια με καρπούς πρέπει να αραιώνονται, αφήνοντας σε καθένα 6-7 καρπούς. Ο αριθμός των κλαδοδίων, ηλικίας ενός έτους, που πρέπει να διατηρηθούν πάνω στο φυτό για μια καλή σοδειά διαφέρει ανάλογα με την πυκνότητα φύτευσης και διακυμαίνεται από 100 με 150 κλαδόδια, στην περίπτωση ύπαρξης 35-45 φυτών ανά στρέμμα, έως 25-45 κλαδόδια, για πυκνότητα 1.000 με 1.200 φυτά ανά στρέμμα. Οι υψηλότερες αποδόσεις που έχουν παρατηρηθεί σε εμπορικούς οπωρώνες είναι 2-3 τόνοι ανά στρέμμα στη Σικελία, το Ισραήλ, το Μεξικό και στη Νότια Αφρική. Ωστόσο, η μέση απόδοση είναι περίπου 1,5 τόνος ανά στρέμμα και η χαμηλότερη παρατηρούμενη γύρω στα 400 έως 900 κιλά ανά στρέμμα σε παραδοσιακές φυτείες στο Μεξικό και την Βόρεια Αφρική (Inglese, 2009). Σε ορισμένες περιοχές, όπως στη Νότια Αφρική, υπάρχουν αναφορές για συνολικές αποδόσεις που υπερβαίνουν τους 5 τόνους ανά στρέμμα (Brutsch, 1979).

Οι φραγκοσυκιές παράγουν καρπούς 2-3 χρόνια μετά την φύτευση τους, επιτυγχάνοντας την πλήρη παραγωγή μετά από 7 χρόνια και παραμένουν σε αυτή 25 έως 30 χρόνια ή και περισσότερο, ανάλογα με τις συνολικές πρακτικές-τεχνικές

καλλιέργειας-διαχειρίσεως της φυτείας (Mohamed-Yaseen et al., 1996, Inglese & Gugliuzza, 2000). Μια ώριμη φραγκοσυκιά παράγει νέους καρπούς και κλαδόδια σε αναλογία 4:1 (Barbera & Inglese, 1993). Τα περισσότερα από τα άνθη αναπτύσσονται σε κλαδόδια ηλικίας ενός έτους, ενώ τα νέα κλαδόδια αναπτύσσονται σε παλαιότερα, ηλικίας δυο ή και περισσότερων ετών (Inglese et al., 1994, Wessels, 1988, Sudzuki-Hills, 1995). Αν και τα περισσότερα (80-90 %) κλαδόδια ηλικίας ενός έτους αποδίδουν καρπούς που αντιπροσωπεύει το 90 % της παράγωγης, η γονιμότητα τους εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, την ηλικία των φυτών και την περιεκτικότητά τους σε ξηρά ουσία (García de Cortazar & Nobel, 1990, Inglese et al., 2002, Inglese & Gugliuzza, 2000).

Από ερευνητικές μελέτες έχει προκύψει ότι η παραγωγικότητα της φραγκοσυκιάς σε καρπό μπορεί να αυξηθεί με την αύξηση του αριθμού των γόνιμων-καρποφόρων κλαδοδίων ανά φυτό ή/και με την αύξηση του πληθυσμού των φυτών (Inglese et al., 2002). Μάλιστα, συνιστάται η ύπαρξη 2.800-3.000 καρποφόρων κλαδοδίων ανά στρέμμα. Αν υπάρχουν 6 καρποί ανά κλαδόδιο με μέσο βάρος καρπού τα 100-120 g, θα επιτευχθεί μια στοχευόμενη απόδοση καρπών της τάξεως των 2.000 κιλών ανά στρέμμα. Η πυκνότερη φύτευση με μικρότερες αποστάσεις, όμως, θα απαιτούσε υψηλότερης εντάσεως και συχνότητας κλάδεμα (Inglese & Gugliuzza, 2000). Η παραγωγικότητα της φραγκοσυκιάς είναι επομένως μια συνάρτηση του αριθμού των καρποφόρων κλαδοδίων ηλικίας ενός έτους, του αριθμού των φραγκόσυκων ανά κλαδόδιο, μετά την αραίωση, καθώς επίσης και του μέσου βάρους των καρπών (Inglese et al., 1995).

Ο σημαντικότερος στόχος που πρέπει να επιτευχθεί προκειμένου να βελτιωθεί η καλλιέργεια της φραγκοσυκιάς είναι η μείωση των διακυμάνσεων στην απόδοση, σε επίπεδο φυτείας αλλά και φυτού. Αυτό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κατάλληλη επιλογή και προετοιμασία του χωραφιού πριν τη φύτευση, την επιλογή του κατάλληλου φυτικού υλικού αλλά και τις τεχνικές καλλιέργειας που θα ακολουθήσουν. Οι αποδόσεις θα πρέπει να σταθεροποιηθούν στους 2-3 τόνους ανά στρέμμα. Η διακύμανση σε ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, που επηρεάζει σημαντικά το εισόδημα των αγροτών, πρέπει να περιοριστεί δεδομένου ότι η διαφορά των τιμών στους καρπούς πρώτης κατηγορίας (>130 g) με τους μικρότερους μπορεί να είναι 60-70 %. Τέλος, το κατάλληλο κλάδεμα και το αραίωμα καρπών αποτελούν

καλές τεχνικές που θα μπορούσαν να ενταθούν προς αυτή την κατεύθυνση (Inglese, 2009).

1.6. Καλλιεργητικές πρακτικές.

Για την εμπορική εγκατάσταση καλλιέργειας της φραγκοσυκιάς, είναι απαραίτητο να ελεγχθεί η δομή και η γονιμότητα του εδάφους καθώς επίσης να καταγραφεί η πιθανότητα σημαντικής παρουσίας ζιζανίων. Αυτά, μεταξύ άλλων, θα βοηθήσουν στη βελτίωση των συνθηκών αποστράγγισης, γονιμότητας και περιορισμού των ζιζανίων, πριν από την εγκατάσταση των φυτών (φύτευση). Θέματα που αφορούν στη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους πριν τη φύτευση ή κατά την παραγωγική φάση των φυτών ρυθμίζονται κατάλληλα με λιπάνσεις (χημικά λιπάσματα, κοπριά κτλ.). Σύμφωνα με τον Inglese (1999), η καλή αποστράγγιση του εδάφους αποτελεί ίσως τη σημαντικότερη προϋπόθεση επιτυχούς εγκατάστασης φυτείας φραγκοσυκιάς και πρέπει να εξασφαλίζεται πριν την εγκατάσταση των φυτών (Berger et al., 2013). Οι αποστάσεις φύτευσης, η εποχή και ο τρόπος φύτευσης αποτελούν βασικές τεχνικές της καλλιέργειας και αναπτύσσονται στη συνέχεια. Ομοίως, αναπτύσσονται ζητήματα που σχετίζονται με την άρδευση, την ζιζανιοκτονία, τη συγκομιδή, τον πολλαπλασιασμό και τη λίπανση.

1.6.1. Πολλαπλασιασμός.

Ο κυριότερος τρόπος πολλαπλασιασμού της φραγκοσυκιάς θεωρείται η χρήση ολόκληρων ή τεμαχισμένων κλαδοδίων. Τα κλαδόδια ριζοβολούν σχετικά εύκολα παράγοντας νέα φυτά-κλώνους, που γενετικά είναι πιστά αντίγραφα του μητρικού φυτού. Τα κλαδόδια τοποθετούνται κατά το ένα δεύτερο έως ένα τρίτο του μεγέθους τους σε κατάλληλο-στραγγερό υπόστρωμα, αμμώδες έδαφος ή μίγμα εδάφους με άλλα υλικά, όπως τύρφη, περλίτη κτλ., όπου και διατηρούνται, με ελάχιστη άρδευση, μέχρι τη ριζοβόλησή τους. Νέα φυτά, ποικιλιών με ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά, μπορούν επίσης να παραχθούν μέσω ιστοκαλλιέργειας.

1.6.2. Φύτευση.

Πριν τη φύτευση, προετοιμάζεται κατάλληλα το έδαφος με βαθειά άροση, όργωμα και ισοπέδωση. Αν βάσει εδαφικής ανάλυσης απαιτείται βελτίωση της αποστράγγισης ή/και της γονιμότητας του εδάφους, αυτά γίνονται κατά την περίοδο προετοιμασίας του εδάφους. Στη συνέχεια, ακολουθεί η φύτευση σε λάκκους βάθους 25-40 εκατοστών, όταν πρόκειται για έρριζα μοσχεύματα (φυτά), ή 15-25 εκατοστών, στην περίπτωση άμεσης φύτευσης άρριζων μοσχευμάτων (κλαδοδίων). Τελικά, οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών επί και μεταξύ των γραμμών φύτευσης πρέπει να κυμαίνονται από 3-4 έως 4-5 μέτρα. Καλύτερη περίοδος φύτευσης θεωρείται το χρονικό διάστημα από το τέλος του χειμώνα μέχρι τα μέσα της άνοιξης.

1.6.3. Λίπανση.

Οι απαιτήσεις της φραγκοσυκιάς σε λίπανση είναι μικρές. Δεν κρίνεται απαραίτητη κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων χρόνων από την εγκατάσταση των φυτών. Ωστόσο, μπορούν να εφαρμοστούν κοπριά ή πολύ μικρές ποσότητες λιπασμάτων γύρω από τα φυτά για την ενίσχυση της ανάπτυξής τους. Από τον 3^ο χρόνο και μετά, η λίπανση καλό είναι να στηρίζεται στα αποτελέσματα της εδαφικής ανάλυσης (Πηγή διαδικτύου 1).

1.6.4. Άρδευση.

Η φραγκοσυκιά αποθηκεύει μεγάλες ποσότητες νερού μέσα στους ιστούς της. Έχει δημιουργήσει ένα δικό της αμυντικό σύστημα, ώστε να μπορεί να επιβιώνει σε περιόδους παρατεταμένης ανομβρίας (Στρατουδάκης, 2013). Είναι καλά προσαρμοσμένη σε περιοχές με χαμηλή βροχόπτωση και υψηλή θερμοκρασία και μπορεί να αντέξει σε καταστάσεις ξηρασίας. Αν υπάρχουν φραγκοσυκίες σε αρδευόμενο χωράφι τότε παρατηρείται πάχυνση των κλαδοδίων κατά την περίοδο άρδευσης. Αν σταματήσει η άρδευση, τότε περιορίζεται το πάχος των κλαδοδίων λόγω συρρίκνωσής τους. Συνήθως, αυτό δεν παρατηρείται σε φραγκοσυκίες που

βρίσκονται μονίμως σε ξηρό και άνυδρο έδαφος (Πηγή διαδικτύου 1). Αναφορικά με τη μέθοδο άρδευσης, αυτή που κυρίως επικρατεί είναι η στάγδην άρδευση, που χρησιμοποιείται εκτεταμένα στο Ισραήλ καθώς και η άρδευση με μπεκ (χαμηλός καταιονισμός) (Inglese et al.,2004).

1.6.5. Έλεγχος ζιζανίων, εχθρών και ασθενειών.

Τα πολυετή ζιζάνια που βρίσκονται γύρω από την περιφέρεια των φυτών της φραγκοσυκιάς δρουν ανταγωνιστικά και περιορίζουν σημαντικά την ανάπτυξη και την παραγωγικότητά τους. Τα ζιζάνια μπορούν να περιοριστούν με ζιζανιοκτόνα, που για παράδειγμα περιέχουν τη δραστική ουσία “glyphosate” (μόνο στους διαδρόμους της καλλιέργειας), αλλά μπορούν επίσης να αφαιρεθούν με σκαλιστήρι χειρός ή μηχανικό. Προσοχή, όμως, χρειάζεται κατά την αφαίρεση τους ώστε να μην προκληθούν εκτεταμένες ζημιές στις επιφανειακές ρίζες της φραγκοσυκιάς (Πηγή διαδικτύου 1).

Ως τώρα τα πιο δύσκολα στον έλεγχο παράσιτα είναι εκείνα που ευδοκιμούν στο εσωτερικό των κλαδοδίων, επηρεάζοντας τους εσωτερικούς εύχυμους ιστούς. Τα δύο σοβαρά παρασιτικά έντομα που έχουν εντοπιστεί στην φραγκοσυκιά και έχουν τη δυνατότητα να καταστρέφουν το φυτό είναι η κοχενίλλη και η νυχτοπεταλούδα. Τα έντομα της κοχενίλλης (*Cactylopiuscoccus* ή *Dactylopiuscoccus*) είναι μικρά, κόκκινου χρώματος, που ζουν και τρέφονται από τους χυμούς του φυτού. Εκκρίνουν μια κηρώδη ουσία με λευκή κέρινη επικάλυψη. Το έντομο αυτό μπορεί να περιοριστεί με οποιοδήποτε απορρυπαντικό πιάτων και νερό ή να απομακρυνθεί με το χέρι. Η νυχτοπεταλούδα (*Cactusmoth*) του φραγκόσυκου απλώνει τα αυγά της στα κλαδόδια του φυτού, αυτά κολλούν πάνω και όταν εκκολαφθούν οι έρπουσες μορφές του εντόμου τρέφονται από τα κλαδόδια. Αυτό μπορεί να περιοριστεί με αφαίρεση αυγών με το χέρι, όταν είναι κολλημένα πάνω στα φυτικά τμήματα, ή με αφαίρεση των κλαδοδίων που φέρουν πολλές προνύμφες. Η κοχενίλλη είναι ο πιο σημαντικός εχθρός της φραγκοσυκιάς. Σε κάθε περίπτωση, το κλάδεμα συμβάλει θετικά στην αντιμετώπιση των δύο αυτών παρασίτων (Πηγή διαδικτύου 1). Οι ασθένειες του φραγκόσυκου ταξινομούνται σε μολυσματικές ή βιοτικές και σε μη-μολυσματικές ή αβιοτικές. Προκαλούνται από παθογόνα, όπως βακτήρια, μύκητες, φυτοπλάσματα και

ιούς, πολλά από τα οποία δεν έχουν πλήρως ταυτοποιηθεί. Μάλιστα 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). Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι τραυματισμοί στον φλοιό των καρπών κατά τη συγκομιδή, την επεξεργασία ή/και την συντήρησή τους στα ψυγεία αυξάνουν τις πιθανότητες προσβολής των καρπών από παθογόνα, όπως τα *Penicillium spp.*, *Alternaria spp.* και *Dothiorellaribis* (Kader, 2000).

1.6.6. Κλάδεμα.

Σε περίπτωση πολύ πυκνής φύτευσης ή όταν τα φυτά έχουν υπερβολικά μεγάλη ανάπτυξη θα πρέπει να πραγματοποιείται κάποιο στοιχειώδες κλάδεμα. Με αυτό τον τρόπο, γίνεται ευκολότερη η εφαρμογή καλλιεργητικών τεχνικών, όπως η συγκομιδή, και η ζιζανιοκτονία. Με την εφαρμογή του κλαδέματος, το φυτό ανανεώνεται και αερίζεται επαρκώς. Ωστόσο, η μη εφαρμογή του δεν οδηγεί απαραίτητα σε μείωση της καρποφορίας (Στρατουδάκης, 2013).

1.6.7. Παραγωγή εκτός εποχής.

Σύμφωνα με τις τάσεις της αγοράς νωπών καρπών, οι πρώιμες ποικιλίες επιτυγχάνουν υψηλότερη τιμή. Στο Βόρειο Ημισφαίριο, καρποί που ωριμάζουν από τα τέλη Μαΐου μέχρι και τον Ιούνιο, γενικά δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα στις αγορές. Στην πραγματικότητα, το γενετικό υλικό είναι προσαρμοσμένο να παράγει από τα τέλη Ιουνίου μέχρι το Σεπτέμβριο, με κύρια εποχή συγκομιδής από τον Ιούλιο μέχρι και τον Αύγουστο. Ωστόσο, καρποί προερχόμενοι από το Νότιο Ημισφαίριο εξάγονται και διανέμονται στις αγορές του Βορείου Ημισφαιρίου το χειμώνα. Χειρισμοί όπως η λίπανση και η άρδευση, καθώς και η κάλυψη με πλαστικό αναφέρονται για την τροποποίηση της περιόδου συγκομιδής. Σίγουρα, μια οριστική και οικονομική λύση για τους παραγωγούς είναι η διαθεσιμότητα νέων ποικιλιών που έχουν την ικανότητα να παράγουν εκτός εποχής, που θα έχουν ιδιαίτερη αξία κυρίως για το Βόρειο Ημισφαίριο (Mondragon-Jacobo & Bordelon, 1996).

Στην Σικελία και πλέον σε πολλές άλλες περιοχές παγκοσμίως, η πλήρης χειρωνακτική αφαίρεση των ανθέων κατά την διάρκεια της ανοιξιάτικης άνθησης, που αναφέρεται ως «scozzolatura», είναι μια κοινή πρακτική για να υπάρξει μια δεύτερη άνθηση κατά το τέλος του Ιουλίου, με τους καρπούς να ωριμάζουν τον Οκτώβριο-Νοέμβριο, σε περιοχές που αυτή την περίοδο υπάρχουν επαρκείς βροχοπτώσεις και ιδανικές θερμοκρασίες που βοηθούν στην καλύτερη ανάπτυξη των καρπών και την ωρίμανσή τους. Πραγματικά, μεγάλο τμήμα της παραγωγής στη Σικελία προέρχεται από την εφαρμογή της «scozzolatura» και οι καρποί ωριμάζουν το φθινόπωρο. Η διαφορετική περίοδος άνθησης, αυξάνει το χρόνο ανάπτυξης και ωρίμανσης των καρπών (90-110 μέρες), το μέγεθος τους (120-200 g) και την αναλογία σάρκας σε σχέση με τους σπόρους, και επίσης οι καρποί είναι περισσότερο επιμήκεις, έχουν καλύτερη γεύση και διατηρούνται περισσότερο χρονικό διάστημα πάνω στα φυτά, σε σχέση με τους καρπούς που προέρχονται από την ανοιξιάτικη ανθοφορία. Σημειώνεται ότι η αναλογία αριθμού ανθέων μεταξύ 2^{ης} και 1^{ης} άνθησης κυμαίνεται από 0,2-1,0, ανάλογα με το φορτίο των κλαδοδίων και τον χρόνο της αφαίρεσης των ανθέων. Η αναλογία παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές στα κλαδόδια με 3-6 άνθη, στα μικρότερης ηλικίας κλαδόδια (π.χ. στα ετήσια από ότι στα διετή) καθώς και κατά την πρωιμότερη αφαίρεση των ανθέων (π.χ. πριν την άνθηση από ότι αργότερα). Τέλος, αναφορικά με την προέλευση της τεχνικής της «scozzolatura», λέγεται ότι προέκυψε από μια διαμάχη που υπήρξε στο χωριό Capaci, κοντά στην πόλη Παλέρμο της Σικελίας, μεταξύ ενός αγρότη που δεν ήθελε να πουλήσει τα προϊόντα του και ενός εμπόρου που τον εκδικήθηκε, καταστρέφοντας τα άνθη των φραγκοσυκιών κατά την πλήρη άνθηση. Αποτέλεσμα αυτού ήταν τα φυτά να ανθήσουν ξανά αργότερα, δίνοντας μια καλή όψιμη σοδειά, τον μήνα Οκτώβριο. Από εκεί και μετά η τεχνική βελτιώθηκε στο πέρασμα του χρόνου και σήμερα εφαρμόζεται εκτεταμένα στην περιοχή της Σικελίας (Inglese, 1996).

1.7. Ωρίμανση, συγκομιδή και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί καρπών.

1.7.1. Ωρίμανση καρπών.

Μετά το πέρας της ανθοφορίας και εφόσον τα άνθη γονιμοποιηθούν εξελίσσονται σε καρπούς. Οι καρποί αρχικά έχουν ένα βαθύ καταπράσινο χρώμα, μοιάζουν σαν να είναι συρρικνωμένοι, ρυτιδιασμένοι και έχουν μακρόστενο κυλινδρικό σχήμα με αρκετά πυκνά αγκάθια. Στην συνέχεια, οι καρποί αρχίζουν σταδιακά να αναπτύσσονται και να αλλάζουν σχήμα και χρώμα. Το σχήμα τους γίνεται περισσότερο ωοειδές, η κορυφή και η βάση τους παρουσιάζονται περισσότερο πεπλατυσμένες, ενώ ο καρπός αρχίζει να διογκώνεται από το μέσο και όσο ωριμάζει το ίδιο συμβαίνει και στα άκρα. Αναφορικά με το χρώμα τους, από βαθύ καταπράσινο που είναι στην αρχή (καρπόδεση) γίνεται πρασινοκίτρινο ή πορτοκαλί ή ελαφρώς κόκκινο όσο προχωράει η ωρίμανση, ανάλογα με την ποικιλία. Από την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών μέχρι και την πλήρη άνθηση χρειάζονται περίπου 35 με 40 ημέρες. Ενώ, από τη στιγμή της πλήρους άνθησης μέχρι την ωρίμανση του καρπού απαιτούνται περίπου 90 με 100 ημέρες. Η ωρίμανση των καρπών της φραγκοσυκιάς, ακόμα και σε καρπούς που βρίσκονται στο ίδιο κλαδόδιο, γίνεται σταδιακά και όχι ταυτόχρονα (Στρατουδάκης, 2013).

Πίνακας 3: Φυσικές και χημικές μεταβολές σε καρπούς του είδους *Opuntia amyclaea* κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης (Cantwell, 1999).

Στάδιο ωρίμανσης καρπού	Βάρος (g)	Ελάχιστη-Μέγιστη Διάμετρος (mm)	Βάθος Κοιλότητας (mm)	Σάρκα (%)	Σκληρότητα (kg cm ⁻²)	Ολική διαλυτά στερεά (%)	Οξύτητα (%)	pH	Βιταμίνη C (mg / 100 g)
Άγουρος	86	42-44	7,2	44	4,6	7,5	0,08	5,2	12
Πράσινος - αρχή ωρίμανσης	102	47-49	3,5	57	3,7	8,8	0,04	6,1	18
Μέσης ωρίμανσης	105	49-53	1,9	63	2,7	10,1	0,03	6,2	18
Ωριμος	112	50-54	1,4	65	2,4	11,5	0,02	6,3	26
Υπέρ-ώριμος	108	49-53	1,0	75	2,2	12,5	0,02	6,4	28

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3, που παρουσιάζει τις πιο σημαντικές αλλαγές που λαμβάνουν χώρα στο *Opuntia amyclaea* κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης, η περιεκτικότητα των καρπών σε σάκχαρα, τα ολικά διαλυτά στερεά και η βιταμίνη C αυξάνονται σημαντικά κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ωρίμανσης, ενώ η σκληρότητα και η οξύτητά τους μειώνονται. Οι αλλαγές που περιγράφονται για το φυτό *Opuntia amyclaea* είναι παρόμοιες με αυτές που αναφέρθηκαν για τους καρπούς διαφόρων άλλων του γένους *Opuntia spp.* (Barbera et al., 1992, Kutí, 1992).

1.7.2. Κριτήρια συγκομιδής.

Για την κατάλληλη χρονική στιγμή συλλογής του καρπού της φραγκοσυκιάς σημαντικό είναι να γνωρίζουμε το βαθμό ωρίμανσης, γιατί αυτός επηρεάζει την ποιότητά τους, την καταλληλότητα τους για συντήρηση, τη διάρκεια και την επιλογή των συνθηκών συντήρησης. Η σύσταση του καρπού ποικίλλει ανάλογα με την ωρίμανση. Οι καρποί είναι μη-κλιμακτηριακοί άρα είναι σημαντικό να συλλεχθούν στο βέλτιστο στάδιο ωρίμανσης τους ανάλογα με την χρήση τους (επεξεργασία, εμπορία ή κατανάλωση). Αυτό το βέλτιστο στάδιο καθορίζεται από μία σειρά παραμέτρων. Οι Ingless (1999) και Cantwell (1999) πρότειναν διαφορετικές παραμέτρους για να καθοριστεί ο βέλτιστος χρόνος συγκομιδής των καρπών: το μέγεθος, το γέμισμα του καρπού, οι αλλαγές στο χρώμα της φλούδας, η σκληρότητα του φρούτου, το βάθος της κοιλότητας, η ολική περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά και η πτώση των μικρών αγκαθιών τους. Καθώς δεν υπάρχει μια μοναδική ένδειξη συγκομιδής, πολλοί συγγραφείς συνιστούν ότι αυτή πρέπει να καθορίζεται από κάθε τύπο και ποικιλία και ανάλογα την περιοχή συγκομιδής (Sáenz, 2013). Σύμφωνα με άλλες μελέτες, που έγιναν στο Ινστιτούτο Ελιάς και Υποτροπικών φυτών Χανίων, σε πέντε γονότυπους φραγκοσυκιάς (RO1, RO2, KA1, KA2 και XA2), ο προσδιορισμός του κατάλληλου σταδίου συγκομιδής επηρεάζεται από τον γονότυπο, το στάδιο ωρίμανσης και από το χρώμα του φλοιού του καρπού της φραγκοσυκιάς. Τα υψηλότερα ολικά διαλυτά στερεά σε όλους τους γονότυπους παρατηρήθηκαν στο κιτρινοπορτοκαλί και το πορτοκαλί στάδιο των καρπών. Ωστόσο, οι καρποί αυτών των σταδίων αποδείχθηκε ότι είναι κατάλληλοι μόνο για άμεση κατανάλωση αφού κατά την αποθήκευσή τους υποβαθμίζεται γρήγορα η ποιότητά τους, με την εμφάνιση υδαρών περιοχών ή με τη δημιουργία αλευρώδους σάρκας. Όσον αφορά αυτούς τους

αποθηκευμένους καρπούς, που συγκομίστηκαν στο κιτρινοπορτοκαλί και το πορτοκαλί στάδιο, παρατηρήθηκαν εμφανή συμπτώματα συρρίκνωσης του φλοιού και μειώσεις του βάρους των καρπών, λόγω αφυδάτωσης, αλλά και των διαλυτών στερεών συστατικών τους. Τα παραπάνω ήταν ολοένα και πιο έντονα με το πέρασμα του χρόνου αποθήκευσης (Λιονάκης & Γρηγοριάδου, 2004). Σύμφωνα με τους Schirra et al. (1999), η συγκομιδή γίνεται όταν οι καρποί αποκτήσουν το τυπικό μέγεθος της ποικιλίας και παράλληλα τα διαλυτά στερεά συστατικά τους υπερβαίνουν τους 12 βαθμούς στην κλίμακα °Brix. Τέλος, σύμφωνα με τον Kader (2000) τα κύρια κριτήρια συγκομιδής είναι το μέγεθος καρπού, το ομοιόμορφο γέμισμα αυτού, η συνεκτικότητά του, η αποκοπή των γλοχίδων (τούφες μικρών αγκαθιών) καθώς και η αλλαγή του χρώματος του φλοιού από πράσινο σε κίτρινο ή κόκκινο, ανάλογα με την ποικιλία. Παράλληλα, παρατηρείται ότι το άνω άκρο των ώριμων καρπών γίνεται περισσότερο επίπεδο.

1.7.3. Τρόποι συγκομιδής καρπών.

Η συγκομιδή είναι καλύτερο να πραγματοποιείται όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι η μικρότερη δυνατή κατά τη διάρκεια της ημέρας (π.χ. νωρίς το πρωί). Αυτό συμβάλει στην αποφυγή της απελευθέρωσης των αγκαθιών και στην καλύτερη διατηρησιμότητα των καρπών (π.χ. μειωμένη αναπνοή, μειωμένη αφυδάτωση, λιγότερες προσβολές από παθογόνα).

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι συγκομιδής. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος είναι η συλλογή των φρούτων με γάντια, ασκώντας πίεση και αποσπώντας τα με μια μικρή συστροφή ή χρησιμοποιώντας κλαδευτήρια ή μαχαίρια για να κοπούν. Εφαρμόζεται, επίσης, συγκομιδή με μαχαίρι, αφήνοντας ένα μικρό κομμάτι του κλαδοδίου στη βάση των καρπών. Ωστόσο, αυτός ο τρόπος μπορεί να προκαλέσει προβλήματα φυτοϋγείας στα παραμένοντα κλαδόδια πάνω στο φυτό αλλά και δυσχέρειες στους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς των καρπών, λόγω της ανάγκης αφαίρεσης των υπολειμμάτων των κλαδοδίων. Για την αφαίρεση των αγκαθιών από τους καρπούς, όταν αυτό αφορά σε μεγάλης κλίμακας παραγωγή, χρησιμοποιούνται ειδικές μηχανές (Cantwell, 1999, Ochoa et al., 1997, Martinez- Soto et al., 1999).

1.7.4. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά των καρπών.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των φραγκόσυκων που λαμβάνονται υπόψη στο εμπόριο είναι το μέγεθος, το χρώμα, η γεύση και το άρωμα τους που πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικά της εκάστοτε ποικιλίας. Επίσης, εξαιρετικά χαρακτηριστικά ποιότητας αποτελούν: (α) το αυξημένο ποσοστό σάρκας ανά καρπό, (β) η παρουσία κατά το δυνατόν λιγότερων σπόρων ανά καρπό, και (γ) η εύκολη αποκόλληση του φλοιού από τη σάρκα. Καρποί καλής ποιότητας θεωρούνται όσοι έχουν σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα (12-17 °Brix) και χαμηλή οξύτητα (0,03-0,12 %). Αυξημένη τιμή στο εμπόριο αποκομίζουν οι καρποί που έχουν καλά αναπτυγμένο και μάλιστα έντονο χρώμα σε όλη την επιφάνειά τους και δεν φέρουν ελαττώματα από τραυματισμούς ή άλλα αίτια (Kader, 2000).

1.7.5. Συντήρηση καρπών και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί.

Το φραγκόσυκο δεν είναι κλιμακτηριακός καρπός. Στους 20°C έχει μικρή παραγωγή αιθυλενίου, χαμηλό ρυθμό αναπνοής και δεν είναι ευαίσθητο στην εξωγενή επίδραση αιθυλενίου (Cantwell, 1999). Ακολουθούν αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με τη συντήρηση των καρπών της φραγκοσυκιάς καθώς και την μετασυλλεκτική φυσιολογία τους που αναφέρονται από τον Kader (2000):

α. Βέλτιστη θερμοκρασία.

Η βέλτιστη θερμοκρασία για την αποθήκευση των φραγκόσυκων είναι 6-8 °C για 2-5 εβδομάδες, ανάλογα με την ποικιλία, το στάδιο ωριμότητας και τον χρόνο συγκομιδής.

β. Βέλτιστη σχετική υγρασία.

Από 90 έως 95 % σχετική υγρασία στο χώρο συντήρησης των φραγκόσυκων. Σε θαλάμους συντήρησης και μεταφοράς των καρπών καθώς και σε καταστήματα πώλησής τους, όταν η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη από τη βέλτιστη, θα πρέπει οι καρποί να συσκευάζονται σε διάτρητες πλαστικές σακούλες ή πλαστικά δοχεία με διάτρητο περίβλημα ώστε να περιορίζεται η αφυδάτωση.

Εισαγωγή

γ. Αναπνοή.

Τα φραγκόσυκα χαρακτηρίζονται από σχετικά χαμηλούς ρυθμούς αναπνοής [15-20 ml CO₂/ kg · hr, στους 20 ° C].

δ. Ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου.

Η παραγωγή αιθυλενίου των καρπών της φραγκοσυκιάς είναι συνήθως μικρότερη από 0,3 μl/ kg · hr, στους 20 ° C. Ωστόσο, οι καρποί δεν φαίνεται να επηρεάζονται από τη μετασυλλεκτική τους έκθεση σε αιθυλένιο.

ζ. Αντίδραση καρπών σε συνθήκες ελεγχόμενης ατμόσφαιρας.

Έρευνα στην Ιταλία δείχνει ότι η αποθήκευση των καρπών στους 5 ° C, παρουσία 2 % O₂ και 2-5 % CO₂, παρατείνει την καλή διατήρησή τους σε 4-8 εβδομάδες, ενώ η διάρκεια διατήρησής τους σε συνθήκες περιβάλλοντος είναι μόλις 2-4 εβδομάδες.

Σύμφωνα με μελέτες διατήρησης του φραγκόσυκου, τα κύρια μετασυλλεκτικά προβλήματα είναι η σήψη και η αφυδάτωση (Berger et al., 1978). Τεχνικές για την μείωση των σήψεων και της απώλειας βάρους συμπεριλαμβάνουν την εφαρμογή μυκητοκτόνων και τη χρήση κηρών και πλαστικών συσκευασιών, αντίστοιχα. Υπάρχουν αναφορές σχετικά με την εμβάπτιση των καρπών για μικρό χρονικό διάστημα σε ζεστό νερό προκειμένου να μειωθεί το μικροβιακό φορτίο χωρίς να ζημιώνεται το φρούτο. Τέτοιες θεραπείες είναι αποτελεσματικές στον έλεγχο αρκετών παθογόνων μυκήτων. Στην Ιταλία, η θερμική επεξεργασία πριν την αποθήκευση των φραγκόσυκων βοήθησε στην παράταση της διατήρησής τους στο ράφι, μέχρι τέσσερις έως έξι εβδομάδες, αποφεύγοντας τη χρήση φυτοπροστατευτικών χημικών σκευασμάτων. Αυτό επιτεύχθηκε είτε με εμβάπτιση των καρπών για πέντε λεπτά σε ζεστό νερό (55°C) είτε με έκθεσή τους σε θερμό, ξηρό αέρα για 24 ώρες (38°C) (Schirra et al., 1996, Schirra et al., 1997a, Schirra et al., 1997b).

Ένα άλλο μετασυλλεκτικό πρόβλημα είναι οι κρουοτραυματισμοί των καρπών. Συγκεκριμένα, η έκθεση των καρπών σε θερμοκρασίες κάτω από 5 °C για περισσότερο από μερικές ημέρες προκαλεί τραυματισμό από ψύξη, όπως υποδεικνύεται από την εμφάνιση σκούρων-καφέ κηλίδων στην επιφάνεια της

φλούδας τους, που μάλιστα προκαλούν καθίζηση στις πληγείσες περιοχές. Επίσης, οι καρποί γίνονται επιρρεπείς σε φθορές από την ανάπτυξη φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών. Έκθεση των καρπών σε θερμοκρασία 38 ° C επί 24 ώρες μειώνει τη συχνότητα εμφάνισης και τη σοβαρότητα των προαναφερόμενων προβλημάτων, όταν ακολουθήσει συντήρησή τους σε θερμοκρασία κάτω από 5 ° C (Kader, 2000).

1.8. Γενετικό υλικό φραγκοσυκιάς.

1.8.1. Ποικιλίες φραγκοσυκιάς ανά τον κόσμο και βελτίωση αυτών.

Η φραγκοσυκιά είναι φυτό πολυπλοειδές. Οι διάφορες καλλιεργούμενες ποικιλίες έχουν τον μεγαλύτερο αριθμό χρωμοσωμάτων ($2n=6x=66$ και $2n=8x=88$), σε αντίθεση με τις άγριες, οι οποίες φυσιολογικά έχουν $2n=2x=22$ και $2n=2x=44$ (Pinkava et al., 1992, Pirnienta & Munoz, 1995, Munoz et al., 1995). Σημειώνεται ότι οι σύγχρονες ποικιλίες φραγκόσυκων είναι προϊόντα επιλογής από τους παραγωγούς. Οι πιο σημαντικές ποικιλίες περιγράφονται από τους Mondragon & Perez (2001), Pirnienta & Munoz (1995) και Mondragon (1995). Τα ονόματα των ποικιλιών αντικατοπτρίζουν κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του φλοιού ή της σάρκας και σε κάποιες περιπτώσεις την αντίδραση τους σε διάφορες καταπονήσεις. Το Μεξικό έχει έξι ή επτά πολύ γνωστές ποικιλίες, κάποιες με άσπρη-πρασινωπή σάρκα: “Reyna”, “Cristalina”, “Esmeralda”, “Chapeada” και “Burrona”. Η “Reyna” παράγει πολύ ποιοτικούς καρπούς και είναι ευρύτατα αποδεκτή από τους καταναλωτές. Με πορτοκαλί σάρκα: “Naranjona” και “AmarillaMontesa”. Τέλος, η ποικιλία “Rojalisa”, που δεν φέρει αγκάθια και έχει αποχρώσεις του κόκκινου και του μωβ (Mondragon, 1995).

Οι διαθέσιμες ποικιλίες στη Σικελία είναι η “Gialla” (κίτρινη), η “Bianca” (άσπρη) και η “Rossa” (κόκκινη). Η “Gialla” είναι η πιο διαδεδομένη σε φυτείες, θεωρείται ως η πιο παραγωγική και προτιμάται από τους καταναλωτές (Barbera et al., 1992a). Στη Χιλή, σε μεγαλύτερη έκταση καλλιεργούνται οι ποικιλίες “Verde” (πράσινη) και “Blanca” (άσπρη), οι καρποί των οποίων εξάγονται σε αγορές των Η.Π.Α., εκμεταλλευόμενοι το γεγονός ότι η εαρινή περίοδος συγκομιδής στο Νότιο Ημισφαίριο συμπίπτει με την μικρότερη διαθεσιμότητα των νωπών καρπών στο Βόρειο Ημισφαίριο. Η παραγωγή στο Ισραήλ βασίζεται κυρίως στην ποικιλία

“*Ofer*”, η οποία έχει κίτρινη σάρκα. Στη Νότια Αφρική, οι ποικιλίες που υπάρχουν προέρχονται από 21 γονοτύπους χωρίς αγκάθια που εισήχθησαν από το φυτώριο Burbank της Καλιφόρνια το 1914. Όλοι οι γνωστοί τύποι που καλλιεργούνται σήμερα αναπτύχθηκαν είτε ως κλώνοι είτε ως τεχνητά ή φυσικά υβρίδια. Σήμερα υπάρχουν τρεις ομάδες φραγκόσυκων 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).

Τα πιο αποδεκτά χρώματα καρπών στη διεθνή αγορά είναι τα κίτρινο-πορτοκαλί (φλοιός και σάρκα) και κόκκινο-μωβ (Inglese et al., 1993). Οι διεθνείς αγορές έχουν συγκεκριμένες προτιμήσεις. Στο Μεξικό, οι πράσινες ή άσπρες ποικιλίες επικρατούν, ενώ οι Ιταλοί και οι Βόρειο Ευρωπαίοι καταναλωτές προτιμούν κίτρινο-πορτοκαλί ποικιλίες. Στις Η.Π.Α., το χρώμα των διαθέσιμων καρπών εξαρτάται από την εποχή και τη χώρα εισαγωγής, αλλά η τάση προτίμησης που επικρατεί είναι μεταξύ κίτρινων και κόκκινων ποικιλιών. Για την προσέλκυση μεγαλύτερων αγορών, νέες κίτρινες και κόκκινες ποικιλίες με βελτιωμένη ποιότητα (π.χ. μικρότερη περιεκτικότητα σε σπέρματα) τείνουν να αναπτυχθούν διεθνώς. Η μεγάλη γενετική δεξαμενή που είναι διαθέσιμη εξασφαλίζει ότι είναι ένας εφικτός στόχος, αλλά όχι απαραίτητα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αναφορικά με τις πράσινες ποικιλίες, βελτιώνονται κυρίως όσον αφορά την περιεκτικότητά τους σε σπέρματα.

Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για τη συλλογή και τη διατήρηση γονοτύπων με καλά χαρακτηριστικά. Το Μεξικό διαθέτει δύο ή τρεις αξιόπιστες τράπεζες γενετικού υλικού, με τον αριθμό των γονοτύπων να ποικίλλει από 50 έως 150. Η Ιταλία και η Νότια Αφρική επίσης διαθέτουν τράπεζες γενετικού υλικού. Οι Η.Π.Α. έχουν 130 επιλεγμένους γονοτύπους που ξεχωρίζουν κυρίως για την αντοχή τους στο κρύο (Felker, 1995). Αξιοσημείωτη ανταλλαγή έλαβε χώρα μετά το 1992, όταν ξεκίνησε επισήμως η διεθνής συνεργασία. Ωστόσο, η συλλογή φυτικού υλικού βασιζόμενη σε κοινά ονόματα οδηγεί στην ύπαρξη δύο ίδιων προσθηκών. Η πιθανότητα ύπαρξης επαναλαμβανόμενων κλώνων είναι υψηλή, σε φυτά όπως τα φραγκόσυκα, τα οποία έχουν μικρές διαφορές μεταξύ τους, που είναι δυσδιάκριτες ακόμα και για τους ειδικούς. Τα είδη του γένους *Opuntia* έχουν υψηλή προσαρμοστικότητα και αντιδρούν στα διάφορα περιβάλλον γρηγορότερα και με δραστικότερες αναπτυξιακές-μορφολογικές αλλαγές από τους υπόλοιπους κάκτους. Τα αγκάθια, το

μέγεθος και το σχήμα των κλαδοδίων καθώς και των καρπών είναι μερικά παραδείγματα μεταβλητών χαρακτηριστικών (Weniger, 1984).

1.8.2. Χαρακτηριστικά γονοτύπων φραγκοσυκιάς.

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται δεδομένα από αντιπροσωπευτικές έρευνες που έχουν γίνει σε διάφορες χώρες και αφορούν σε συγκριτικές μελέτες γονοτύπων φραγκοσυκιάς, προκειμένου να αναδειχθούν οι παράμετροι που συνήθως προσδιορίζονται σε τέτοιου είδους μελέτες αλλά και οι διαφοροποιήσεις που υπάρχουν μεταξύ των γονοτύπων.

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

Γονότυπος	Βάρος καρπού (g)	Αριθμός σπόρων/καρπό	Σάκχαρα ώριμου καρπού (%)	Βαθμολογία Γεύσης (1-4)*	Αγκάθια στα κλαδόδια	Γλωσσιδες στους καρπούς
XA1	149,1	320,9	14,2	4	Μέτρια	Λίγες
XA2	92,4	256	14,5	2	Λίγα	Μέτριες
XA3	51,2	258	12,2	3	Λίγα	Λίγες
XA4	46	253,8	14,3	4	Λίγα	Λίγες
XA5	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
KA1	101,9	350,7	11,8	2	Πολλά	Μέτριες
KA2	107,9	323	13,2	4	Πολλά	Μέτριες
KA3	76,4	283	10,5	3	Πολλά	Μέτριες
KA4	43,3	186	9,1	2	Λίγα	Μέτριες
KE1	98,8	332,4	18,5	2	Λίγα	Λίγες
KE2	57,2	168,2	17,4	2	Λίγα	Λίγες
KE4	43	217,8	9,5	1	Πολλά	Λίγες

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

Σε πείραμα που έγινε στο Ινστιτούτο Υποτροπικών Φυτών και Ελιάς Χανιών, επισημάνθηκαν και αξιολογήθηκαν 18 γονότυποι φραγκοσυκιάς από Κρήτη, Δωδεκάνησα, Επτάνησα και Πελοπόννησο. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4. Σύμφωνα με αυτά, το βάρος των καρπών κυμάνθηκε 20 από έως 150 g, ο αριθμός των σπόρων ανά καρπό κυμάνθηκε από 70 έως 375 και τα ολικά διαλυτά στερεά της σάρκας κυμάνθηκαν από 7,6 έως 18,5 %. Οι γονότυποι επίσης διέφεραν ως προς το μέγεθος των αγκαθιών στα κλαδόδια (μικρή, μέση ή μεγάλη πυκνότητα) και αντίστοιχα ως προς την παρουσία των γλωσσίδων (γλοχίδων) στους καρπούς. Κατά την αξιολόγηση των καρπών από ομάδα καταναλωτών προέκυψε ότι την καλύτερη γευστικότητα έχουν οι καρποί των γονοτύπων ΧΑ1, ΧΑ4, RE1 και ΚΑ2. Οι γονότυποι αυτοί, με εξαίρεση τον ΚΑ2, είχαν μικρό έως μέσο αριθμό αγκαθιών στα κλαδόδια και μικρό έως μέτριο αριθμό γλωσσίδων στους καρπούς (Λιονάκης & Λοξού, 1999).

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά καρπών διαφόρων γονοτύπων φραγκοσυκιάς που μελετήθηκαν σε συνθήκες της Κύπρου (Γρηγορίου & Γεωργίου, 2009).

Ποικιλία/Κλώνος	Βάρος (g)	Σάρκα(%)	Σχέση μήκους προς διάμετρο καρπού	Χρώμα σάρκας
Κλώνος 1287	89,8	55,2	1,5	Κίτρινο
Κλώνος 1383	110,7	57,3	1,7	Κίτρινο
Κλώνος 1300	86,6	46,7	1,5	Κόκκινο
Βύσσινο 1	99,0	57,7	1,5	Βυσσινί/πράσινο
Βύσσινο 2	99,6	58,7	1,6	Βυσσινί
Βύσσινο 3	94,5	56,4	1,5	Βυσσινί
Βύσσινο 4	73,8	55,0	1,5	Βυσσινί
Βύσσινο 5	86,8	59,0	1,5	Βυσσινί
Κυπριακή	86,3	58,5	1,7	Κίτρινο
Αγγλική	85,6	56,2	1,6	Βυσσινί

Σε συγκριτική μελέτη δέκα γονοτύπων φραγκοσυκιάς, που έγινε στην Κύπρο από τους Γρηγορίου & Γεωργίου (2009), προέκυψαν τα αποτελέσματα που φαίνονται στον Πίνακα 5. Σύμφωνα με αυτά, το βάρος των καρπών κυμάνθηκε από 74 έως 110 g, το ποσοστό της σάρκας ανά καρπό από 46 έως 59 % και η σχέση μήκους προς διάμετρο καρπού από 1,5 ως 1,7. Οι γονότυποι που μελετήθηκαν διέφεραν ως προς τις αποχρώσεις της σάρκας, παρουσιάζοντας ποικίλα χρώματα: κίτρινο, κόκκινο, βυσσινί ή βυσσινί/πράσινο. Σημειώνεται ότι η ποικιλία των χρωμάτων σχετίζεται με

την διαφορετική χώρα προέλευσης (Κύπρος, Ελλάδα και Η.Π.Α.) του φυτικού υλικού που αξιολογήθηκε.

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά ώριμων καρπών εννέα ποικιλιών φραγκοσυκιάς που μελετήθηκαν στο Μαρόκο (Dehbi et al., 2014).

Ποικιλία	Χαρακτηριστικά καρπού	Υγρασία %	°Brix	pH	Οξύτητα	°Brix/Οξύτητα
Skhour	Χωρίς αγκάθια, κίτρινη φλούδα, πορτοκαλοκίτρινη σάρκα	89,38	11,33	5,56	0,067	169,10
Alkalaa	Ακανθώδης, κίτρινη φλούδα, πρασινοκίτρινη σάρκα	89,47	13,05	5,63	0,049	266,32
Yellow-Khouribga	Ακανθώδης, πράσινη φλούδα, πράσινη σάρκα	89,18	13,76	5,95	0,046	299,13
Red-Khouribga	Ακανθώδης, μωβ φλούδα, μωβ-κόκκινη σάρκα	89,13	13,42	5,52	0,077	174,28
Tamellalet	Ακανθώδης, κίτρινη φλούδα, πρασινοκίτρινη σάρκα	90,41	12,1	5,64	0,046	263,04
Doukkala	Χωρίς αγκάθια, κίτρινη φλούδα, πορτοκαλοκίτρινη σάρκα	91,15	13,58	5,45	0,081	167,65
RasElain	Ακανθώδης, κίτρινη φλούδα, πρασινοκίτρινη σάρκα	90,81	11,5	5,61	0,074	155,40
BenGuerir	Ακανθώδης, κίτρινη φλούδα, πρασινοκίτρινη σάρκα	91,18	12,17	5,55	0,067	181,64
AitBaamrane	Χωρίς αγκάθια, κίτρινη φλούδα, πορτοκαλοκίτρινη σάρκα	90,87	15,47	5,27	0,098	157,86

Στους Πίνακες 6, 7 και 8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μελέτης που έγινε στο Μαρόκο με τη συμμετοχή εννέα ποικιλιών φραγκοσυκιάς (*Khouribga*, *Skhour*, *Rehamna*, *Alkalaa*, *Tamellalet*, *RasElain*, *Doukkal* και *AitBaamrane*) (Dehbi et al., 2014). Σύμφωνα με όσα παρουσιάζονται στο Πίνακα 6, η περιεκτικότητα των καρπών σε υγρασία κυμαίνονταν από 89,13 έως και 91,18 %. Η περιεκτικότητα του χυμού σε διαλυτά στερεά κυμάνθηκε από 11,33 έως 15,47 °Brix (Dehbi et al., 2014). Μάλιστα, οι τιμές της συνολικής περιεκτικότητας σε διαλυτά στερεά βρίσκονται εντός του εύρους που αναφέρθηκε από τους Mullen et al. (2007) για δεκατρείς εμπορικά διαθέσιμους χυμούς φρούτων και ποτών του Ηνωμένου Βασιλείου. Ο χυμός με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα προέρχονταν από την ποικιλία *AitBaamrane* (15,47 °Brix). Ο κίτρινο-κόκκινος χυμός της ποικιλίας *Khouribga* επίσης ήταν αρκετά γλυκός, αφού περιείχε διαλυτά στερεά συστατικά της τάξης των 13 °Brix. Γενικά, το pH του χυμού κυμάνθηκε από 5,45 έως 5,92, εντός δηλαδή του εύρους 5,5 έως 6,4, που έχει καταγραφεί και σε άλλες έρευνες, επιβεβαιώνοντας ότι αυτό το φρούτο της φραγκοσυκιάς είναι χαμηλής οξύτητας (Dehbi et al., 2014).

Τα αποτελέσματα, που παρουσιάζονται τον Πίνακα 7, δείχνουν ότι οι υπό μελέτη καρποί φραγκόσυκων είχαν υψηλή περιεκτικότητα σε ολικά σάκχαρα (97-165 g/kg). Οι καρποί της ποικιλίας *AitBaamrane* (165,77 g/kg) είναι αυτοί στους οποίους καταγράφηκε η υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά σάκχαρα, ενώ στην ποικιλία *Tamellalet* (97,215 g/kg) η μικρότερη. Τα αναγωγικά σάκχαρα κυμάνθηκαν από 91,25 έως 160 g/kg, ανάλογα με την ποικιλία. Επίσης, ο χυμός των φραγκόσυκων, ανεξάρτητα από την ποικιλία, περιείχε πρωτεΐνη (1,14-3,53 g/kg), τέφρα (2,76-4,17 g/kg) και φυτικές ίνες (2,86-6,13 %). Αυξημένη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών ανιχνεύθηκε στον χυμό από την ποικιλία *AitBaamrane*, ακολούθησε η ποικιλία *Alkalaa*, ενώ την χαμηλότερη περιεκτικότητα είχε ο χυμός της ποικιλίας *Khouribga*.

Πίνακας 7: Διαφορές μεταξύ των καρπών εννέα ποικιλιών φραγκοσυκιάς, που μελετήθηκαν στο Μαρόκο, ως προς διάφορα χημικά χαρακτηριστικά του χυμού (Dehbi et al., 2014).

Ποικιλία	Ολικά Σάκχαρα (g/kg)	Αναγωγικά Σάκχαρα (g/kg)	Πρωτεΐνες (g/kg)	Τέφρα (g/kg)	Φυτικές ίνες (%)	Ολικές φαινόλες
Skhour	155,13	135,54	1,83	4,17	4,67	476,37
Alkalaa	103,04	99,49	1,36	4,08	6,13	632,11
YellowKhouribga	154,16	149,16	1,49	3,50	4,54	354,37
RedKhouribga	113,33	91,25	1,74	3,65	3,21	358,99
Tamellalet	97,21	101,93	1,14	2,94	3,96	467,22
Doukkala	102,04	110,96	1,77	3,65	2,86	394,9
RasElain	125,13	111,60	2,30	3,36	5,49	587,11
BenGuerir	124,58	97,67	1,78	2,76	4,81	524,63
AitBaamrane	165,77	160,66	3,53	3,16	4,17	643,66

Από τα δεδομένα του Πίνακα 8, είναι εμφανές ότι ο χυμός των φραγκόσυκων είναι πλούσιος σε κάλιο (1243-2209 mg/kg), φώσφορο (164-319 mg/kg), ασβέστιο (166-314 mg/kg) και μαγνήσιο (115-212 mg/kg), αλλά περιέχει μικρή ποσότητα νατρίου (93-174 mg/kg). Από τα ιχνοστοιχεία, η περιεκτικότητα σε σίδηρο (7,58-10,62 mg/kg) βρέθηκε να είναι υψηλότερη από αυτή του ψευδάργυρου (0,15-0,58 mg/kg) και του χαλκού (0,17-0,74 mg/kg). Αν και παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των εννέα ποικιλιών που αξιολογήθηκαν, άλλοι 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).

Πίνακας 8: Συγκεντρώσεις ανόργανων στοιχείων στο χυμό ώριμων καρπών εννέα ποικιλιών φραγκοσυκιάς που μελετήθηκαν στο Μαρόκο (Dehbi et al., 2014).

Ποικιλία	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	P (mg/kg)	Na (mg/kg)	K (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)
Skhour	257	201	276	165	1980	0,38	09,81	0,74
Alkalaa	240	146	206	123	1723	0,33	09,58	0,61
Yellow Khouribga	190	115	164	111	1520	0,27	08,64	0,43
Red Khouribga	289	197	282	135	1807	0,41	08,84	0,24
Tamellalet	203	152	254	92,65	1406	0,24	7,98	0,15
Doukkala	257	137	231	98,40	2209	0,46	10,08	0,51
RasElain	166	186	179	151	1681	0,19	09,5	0,31
BenGuerir	200	174	209	129	1243	0,15	07,58	0,17
AitBaamrane	314	212	319	174	2114	0,58	10,62	0,46

Πίνακας 9: Φυσικοχημικές παράμετροι που μελετήθηκαν σε καρπούς φραγκοσυκιάς των ποικιλιών Achefri και Amouslem, που καλλιεργήθηκαν σε δύο διαφορετικές περιοχές (ArbaâSahel, Asgherkis) του Μαρόκο (Bouzoubaâ et al., 2014).

Παράμετροι	ArbaâSahel		Asgherkis	
	Achefri	Amouslem	Achefri	Amouslem
Χρώμα σάρκας	Κίτρινη	Πορτοκαλί	Πορτοκαλί	Πορτοκαλί
Βάρος σάρκας (g)	50,58	64,55	37,92	43,25
Σάκχαρα (°Brix)	13,50	13,15	14,91	15,87
Οξύτητα (%)	0,054	0,058	0,055	0,058
Ξηρή ουσία (%)	19,96	19,66	19,96	19,62

Σε άλλη συγκριτική μελέτη (Πίνακας 9), που έγινε με τη συμμετοχή δύο ποικιλιών (Achefri, Amouslem) που καλλιεργήθηκαν σε δύο διαφορετικές περιοχές (ArbaâSahel, Asgherkis) του Μαρόκο, προέκυψαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών αλλά σημαντική ήταν και επίδραση της περιοχής καλλιέργειας. Στην περιοχή ArbaâSahel οι καρποί και των δύο ποικιλιών είχαν μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με την περιοχή Asgherkis. Στην τελευταία περιοχή (Asgherkis), η μέση περιεκτικότητα των καρπών

σε σάκχαρα ήταν 14,91 °Brix για την ποικιλία *Achefri* και 15,87 °Brix για την ποικιλία *Amouslem*, ενώ και στις δύο ποικιλίες καταγράφηκαν μικρότερες τιμές στην περιοχή *ArbaâSahel*. Γενικότερα, όπως έχει παρατηρηθεί και σε άλλες συγκριτικές μελέτες αξιολόγησης γονοτύπων φραγκοσυκιάς, οι μέσες τιμές της περιεκτικότητας της σάρκας των καρπών σε διαλυτά στερεά κυμαίνεται από 11 μέχρι 16 °Brix (Mashore, 2007) και από 12 μέχρι 17 °Brix (Sepúlveda & Sáenz, 1990).

1.9. Σκοπός της εργασίας.

Η φραγκοσυκιά έχει αποκτήσει τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία στη χώρα μας, ως μια εναλλακτική επιλογή καλλιέργειας για τους παραγωγούς. Ωστόσο, η ραγδαία αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων βασίζεται στη χρήση πληθώρας γονοτύπων, που δεν έχουν αξιολογηθεί επιστημονικά, ούτε ως προς την προσαρμοστικότητά τους στην περιοχή, ούτε ως προς τα αγρονομικά και λοιπά καρπολογικά τους χαρακτηριστικά. Γι αυτό το λόγο, σε πειραματική φυτεία, που βρίσκεται στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, έχουν εγκατασταθεί φυτά διαφόρων γονοτύπων φραγκοσυκιάς, που έχουν επιλεγεί από διαφορετικές περιοχές και δεν αποτελούν γνωστές ποικιλίες, με σκοπό τη σταδιακή, σε βάθος χρόνου, αξιολόγησή τους από δενδροκομικής απόψεως (ποιότητα καρπών, πρωιμότητα, οψιμότητα, παραγωγικότητα, κτλ.). Στα πλαίσια αυτά, σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν (α) η συγκριτική αξιολόγηση τεσσάρων γονοτύπων φραγκοσυκιάς ως προς τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών τους, και (β) η μελέτη διαφόρων θεμάτων που σχετίζονται με τη βιολογία της εξέλιξης των οφθαλμών, ανθοφόρων και ξυλοφόρων, της άνθησης, της γονιμότητας της γύρης, της καρπόδεσης, καθώς και της πορείας αύξησης των καρπών και των κλαδοδίων τους.

Κεφάλαιο 2: Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Περιγραφή πειραματικής φυτείας.

Η μελέτη διεξήχθη στο δένδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γ.Π.Α.), όπου έχει εγκατασταθεί πειραματική φυτεία φραγκοσυκιάς αποτελούμενη από τουλάχιστον 4 γονοτύπους, με 5 φυτά (επαναλήψεις) ανά γονότυπο. Τα φυτά είναι διατεταγμένα σύμφωνα με το σύστημα των ορθογώνιων παραλληλόγραμμων, σε αποστάσεις 3 m επί της γραμμής και 4 m μεταξύ των γραμμών φύτευσης. Για την διεξαγωγή της παρούσας μελέτης επιλέχθηκαν φυτά φραγκοσυκιάς από 4 διαφορετικούς Γονοτύπους (Α, Β, Γ, Δ), οι οποίοι προέρχονται από διαφορετικές περιοχές και δεν αποτελούν γνωστές ποικιλίες. Σημειώνεται ότι κατά το έτος διεξαγωγής της παρούσας εργασίας (2015), τα φυτά των γονοτύπων Α, Β και Γ βρίσκονταν στον τέταρτο χρόνο της φύτευσής τους και του Δ στον τρίτο.



Εικόνα 4: Αποψη της πειραματικής φυτείας που βρίσκεται στο δένδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

2.2. Καλλιεργητικές φροντίδες στον πειραματικό αγρό.

Η φυτεία αρδεύονταν με συχνότητα 1-2 φορές την εβδομάδα, σύμφωνα με τις ανάγκες των φυτών, από την έκπτυξη των πρώτων οφθαλμών έως και πολύ μετά τη συγκομιδή των καρπών. Αναφορικά με την περιποίηση των φυτών, τον Μάρτιο πραγματοποιήθηκε βοτάνισμα, αφαιρώντας τα ζιζάνια που βρίσκονταν γύρω από τα φυτά. Ακολούθησε λίπανση και σκάλισμα για την ενσωμάτωση του λιπάσματος. Συγκεκριμένα, στις 20/03/2015 έγινε εφαρμογή λιπάσματος ως εξής: 1,5 κιλό σύνθετου λιπάσματος 11-15-15 ανά φυτό στους Γονότυπους Α, Β και Γ και 1 κιλό σύνθετου λιπάσματος 11-15-15 ανά φυτό του Γονότυπου Δ. Επίσης, κατά την περίοδο έκπτυξης των πρώτων οφθαλμών εφαρμόστηκε σαλιγκαροκτόνο (μεταλδεϋδη), 2 φορές συνολικά σε διάστημα 25 ημερών, με διασπορά στο χώμα γύρω από τα φυτά. Παράλληλα, αφαιρέθηκαν με κλάδεμα όλα τα σπασμένα φυτικά τμήματα, τα οποία μεταφέρθηκαν εκτός φυτείας μαζί με τυχόν υπολείμματα πεσμένων φυτικών τμημάτων (κλαδοδίων, καρπών) της προηγούμενης περιόδου.

2.3. Παρατηρήσεις και μετρήσεις.

Μελετήθηκαν διάφορα θέματα που σχετίζονται με τη βιολογία της εξέλιξης των οφθαλμών, όπως η διάρκεια της περιόδου άνθησης, ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ έκπτυξης οφθαλμών και άνθησης-καρπόδεσης και η βλαστικότητα της γύρης. Επίσης, καταγράφηκε η πορεία αύξησης καρπών και κλαδοδίων από την έκπτυξη των οφθαλμών μέχρι την ωρίμανση των καρπών και την σταθεροποίηση του μεγέθους των κλαδοδίων, αντίστοιχα. Κατά τη συγκομιδή των καρπών, προσδιορίστηκαν ορισμένα από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, όπως το βάρος, το μήκος, η διάμετρος, ο αριθμός και η διάμετρος των αερολών τους, η συνεκτικότητα και το πάχος της φλούδας τους, το βάθος και η διάμετρος της κοιλότητας που υπάρχει στο αντίθετο από τον ποδίσκο άκρο τους, ο αριθμός των σπόρων τους, η χυμοπεριεκτικότητά τους καθώς και τα ολικά διαλυτά στερεά, η ογκομετρούμενη οξύτητα και το pH του χυμού τους. Επίσης, τόσο στη σάρκα όσο και στο φλοιό των καρπών προσδιορίστηκαν και υπολογίστηκαν διάφορες χρωματικές παράμετροι.

2.3.1. Περίοδος έκπτυξης και αρχικής αύξησης ξυλοφόρων και ανθοφόρων οφθαλμών.

Έγινε καταγραφή των ημερών που χρειάστηκαν από την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών, με έναρξη έκπτυξής τους σε τρεις διαφορετικές ημερομηνίες, μέχρι και το άνοιγμα των πετάλων των ανθέων τους (πλήρης άνθηση). Κατά την πλήρη άνθηση, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε άνθη που αφορούσαν στο μήκος και τη διάμετρο της ανθοδόχης, στο μήκος και τη διάμετρο της ωθήκης, στον αριθμό των διακλαδώσεων του στύλου, στο μήκος του στύλου και στο μήκος των επιμέρους στιγμάτων του. Επιπλέον, καταγράφηκε ο αριθμός των οφθαλμών που σχηματίστηκαν ανά κλαδόδιο της προηγούμενης χρονιάς και τα επιμέρους ποσοστά % των ανθοφόρων και των ξυλοφόρων οφθαλμών ανά Γονότυπο (Α, Β, Γ, Δ).

2.3.2. Πορεία αύξησης κλαδοδίων.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις, 2 ανά εβδομάδα, από την έκπτυξη των ξυλοφόρων οφθαλμών (04/05/2015) μέχρι και τη σταθεροποίηση των διαστάσεων των κλαδοδίων (31/08/2015), κατά τις οποίες καταγράφονταν το μήκος και το πλάτος 4 κλαδοδίων ανά φυτό, σε 4 φυτά ανά Γονότυπο (Α, Β, Γ, Δ). Για τις ανάγκες αυτής της καταγραφής χρησιμοποιήθηκε αρχικά ψηφιακό παχύμετρο (Powerfix, Z22855), με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού του χιλιοστού (mm), και αργότερα χρησιμοποιήθηκαν βαθμονομημένοι χάρακες διαφόρων μεγεθών. Από το συνδυασμό των αντίστοιχων μετρήσεων μήκους και πλάτους, υπολογίστηκε επίσης ο λόγος μήκος προς πλάτος κλαδοδίου.

2.3.3. Πορεία αύξησης καρπών.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις, 2 ανά εβδομάδα, από την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών (07/05/2015) μέχρι και την συγκομιδή των καρπών (01/09/2015), κατά τις οποίες καταγράφονταν το μήκος και η διάμετρος τεσσάρων (4) αρχικά ανθοφόρων οφθαλμών και μετέπειτα καρπών, σε 4 φυτά ανά Γονότυπο (Α, Β, Γ, Δ). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια ψηφιακού παχύμετρου (Powerfix, Z22855), με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού του χιλιοστού (mm). Από το συνδυασμό των αντίστοιχων μετρήσεων του μήκους και της διαμέτρου, υπολογίστηκε επίσης ο λόγος μήκος προς διάμετρος ανθοφόρου οφθαλμού ή καρπού.

2.4. Ανατομική και μορφολογική μελέτη ανθοφόρων οφθαλμών, σε διαφορετικά στάδια αύξησης τους.

Πραγματοποιήθηκε σταδιακή συλλογή ανθοφόρων οφθαλμών από το Γονότυπο Α, σε 12 διαφορετικά στάδια ανάπτυξής τους, από την έκπτυξή τους μέχρι και μετά την καρπόδεση (Πίν. 10). Τα δείγματα μεταφέρονταν στο εργαστήριο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας του Τμήματος Ε.Φ.Π. του Γ.Π.Α., όπου μετά από την πραγματοποίηση επιμηκών και εγκάρσιων τομών, εξετάστηκαν και παρατηρήθηκαν σε στερεοσκόπιο ή/και σε οπτικό μικροσκόπιο (OlympusBX 40). Οι μικροφωτογραφίες των δειγμάτων αποτυπώθηκαν μέσω της ενσωματωμένης στα μικροσκόπια ψηφιακής κάμερας φωτογράφισης και βιντεοσκόπησης (DP71Olympus12.5Mp, και Sony CCD colour camera SSC-DC 38P/45).

Πίνακας 10: Μήκος (Μ) και διάμετρος (Δ) οφθαλμών και καρπών φραγκοσυκιάς, που χρησιμοποιήθηκαν για τη λήψη μορφολογικών και ανατομικών παρατηρήσεων, σε 12 διαφορετικά στάδια ανάπτυξής τους.

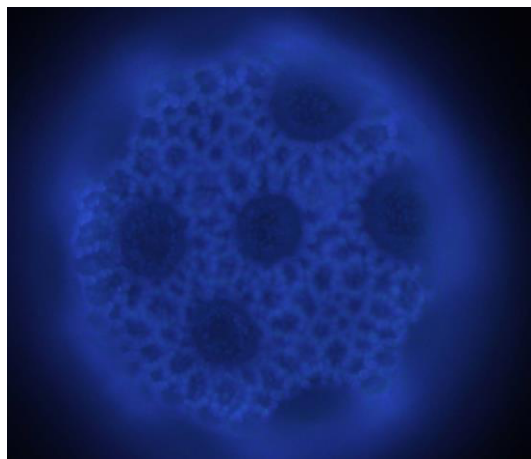
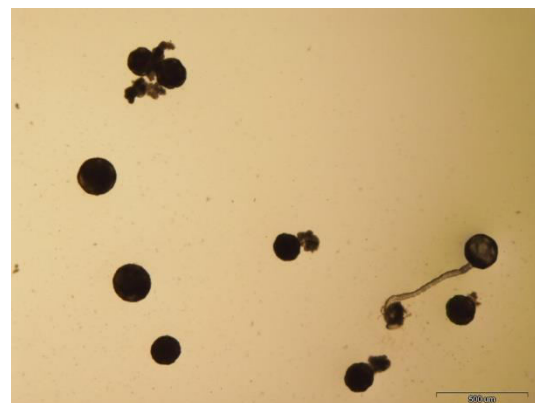
Στάδιο		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
A	1°	5,73	7,32
A-B	2°	8,22	9,53
B	3°	12,40	11,19
Γ	4°	12,51	10,83
Δ	5°	26,81	14,40
E	6°	38,76	18,04
Z	7°	53,31	25,12
Θ	8°	72,12	55,43
I	9°	89,16	57,28
K	10°	81,26	46,37
Λ	11°	76,32	57,18
M	12°	61,56	58,39

2.5. Φωτογραφική αποτύπωση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των καρπών σε διαφορετικά στάδια αύξησής τους.

Πραγματοποιήθηκε σταδιακή συλλογή καρπών των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ, σε διαφορετικά στάδια αύξησής τους (39, 45, 70 και 100 ημέρες μετά από την πλήρη άνθηση-καρπόδεση), οι οποίοι κόπηκαν κατά μήκος, σαρώθηκαν (ScannerHPScanjetG3010) και οι φωτογραφίες τους αποθηκεύτηκαν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

2.6. Μελέτη της βλαστικότητας της γύρης των ανθέων.

Ο έλεγχος της βλαστικής ικανότητας της γύρης έγινε σε τουλάχιστον 800 γυρεόκοκκους, ανά Γονότυπο Α, Β και Γ, που συλλέχθηκαν από τα άνθη στις 09/06/2015, 1-2 ώρες μετά την πλήρη άνθησή τους. Τα άνθη μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, συλλέχθηκε η γύρη μετά από τίναγμα των ανθέρων, παρασκευάστηκε αιώρημα γύρης σε υγρό θρεπτικό υπόστρωμα, που περιείχε σακχαρόζη 150 g l^{-1} , H_3BO_3 100 mg l^{-1} , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 300 mg l^{-1} , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 200 mg l^{-1} και KNO_3 100 mg l^{-1} . Παράλληλα είχαν ετοιμαστεί τριβλία με ημιστερεό θρεπτικό υπόστρωμα, όμοιο με το προαναφερόμενο, με τη διαφορά ότι είχε στερεοποιηθεί με χρήση 10 g l^{-1} άγαρ. Το υπόστρωμα αποστειρώθηκε σε κλίβανο στους 121°C για 20 min και στη συνέχεια μεταφέρθηκε εντός τράπεζας νηματικής ροής και τοποθετήθηκε σε αποστειρωμένα τριβλία τα οποία επιπλέον σφραγίστηκαν με parafilm. Στη συνέχεια, 600 μl αιωρήματος γύρης απλώθηκαν ομοιόμορφα στην επιφάνεια κάθε τριβλίου, επίσης υπό ασηπτικές συνθήκες σε τράπεζα νηματικής ροής. Τα παρασκευάσματα γύρης επώαστηκαν για 24 h σε σκοτάδι στους $24 \pm 1^\circ\text{C}$. Τα ποσοστά βλαστικότητας της γύρης προέκυψαν από παρατηρήσεις που ελήφθησαν με τη βοήθεια οπτικού μικροσκοπίου (OlympusBX40) (Εικ. 5). Οι μικροφωτογραφίες των παρασκευασμάτων αποτυπώθηκαν μέσω της ενσωματωμένης στο μικροσκόπιο ψηφιακής κάμερας (DP71Olympus12.5Mp, και Sony CCD colour camera SSC-DC 38P/45). Ανά Γονότυπο εξετάστηκαν τουλάχιστον 800 γυρεόκοκκοι, 3 επαναλήψεις των 70-90 γυρεόκοκκων από 4 διαφορετικά τριβλία. Για την στατιστική ανάλυση των % ποσοστών βλάστησης των γυρεόκοκκων, τα ποσοστά μετατράπηκαν προηγουμένως σε τετραγωνικές ρίζες.



Εικόνα 5: Διαδικασία συλλογής γύρης από τα άνθη φραγκοσουκιάς, τοποθέτηση αυτής για βλάστηση σε τριβλία με κατάλληλο υπόστρωμα και έλεγχος της βλαστικής ικανότητας των γυρεόκοκκων με τη βοήθεια οπτικού μικροσκοπίου.

2.7. Συγκομιδή καρπών και προσδιορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών τους.

Η συγκομιδή καρπών πραγματοποιήθηκε στις 01/09/2015, όπου συλλέχθηκαν 8 καρποί από 4 διαφορετικά φυτά ανά Γονότυπο (Α, Β, Γ, Δ). Οι καρποί τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του Γ.Π.Α., όπου προσδιορίστηκαν τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στη συνέχεια.

2.7.1. Βάρος, μήκος, διάμετρος καρπών - αριθμός και διάμετρος αρεόλων.

Ο προσδιορισμός του βάρους των καρπών πραγματοποιήθηκε σε ψηφιακό ζυγό ακριβείας, ζυγίζοντας κάθε φορά 6 καρπούς από καθένα από 4 φυτά του κάθε Γονότυπου (Α, Β, Γ, Δ). Ομοίως, μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια ψηφιακού παχύμετρου (Powerfix, Z22855), με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού του χιλιοστού (mm), τόσο του μήκους (ύψους) όσο και της διαμέτρου των καρπών. Αναφορικά με τις αρεόλες, που υπάρχουν στην επιφάνεια των καρπών, μετρήθηκε ο αριθμός και η διάμετρος τους.

2.7.2. Βάθος και διάμετρος κοιλότητας καρπών.

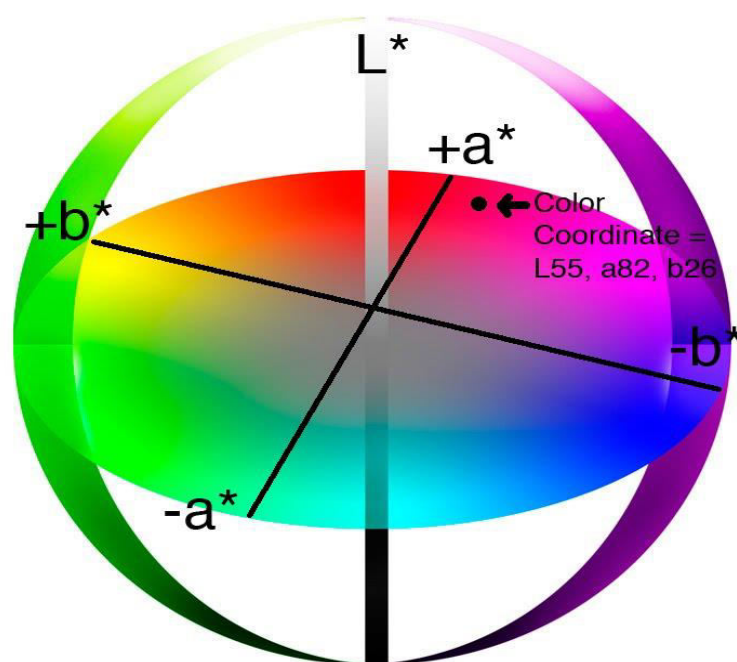
Ο προσδιορισμός του βάθους και της διαμέτρου της κοιλότητας των καρπών, που υπάρχει στο αντίθετο από τον ποδίσκο άκρο τους, πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ψηφιακού παχύμετρου (Powerfix, Z22855), με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού του χιλιοστού (mm), λαμβάνοντας κατά καρπό 2 τιμές για το βάθος και 2 για τη διάμετρο.

2.7.3. Πάχος και βάρος φλοιού καρπών.

Ο προσδιορισμός του βάρους της φλούδας πραγματοποιήθηκε σε ζυγό ακριβείας, μετά το διαχωρισμό της φλούδας από τη σάρκα, σε 6 καρπούς σε καθένα από 4 φυτά κάθε Γονότυπου (Α, Β, Γ, Δ). Ομοίως, το πάχος της φλούδας μετρήθηκε με τη βοήθεια ψηφιακού παχύμετρου (Powerfix, Z22855), με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού του χιλιοστού (mm), λαμβάνοντας 3 τιμές σε διαφορετικά σημεία κατά μήκος της φλούδας.

2.7.4. Χρώμα φλοιού και σάρκας καρπών.

Για τις μετρήσεις αυτές χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της χρωματομετρίας και συγκεκριμένα το διαφορικό χρωματόμετρο MinoltaCR-300. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, το προϊόν φωτίζεται με λευκό φως για μικρά διαστήματα και το φως που ανακλάται από την επιφάνεια του προϊόντος αναλύεται από ειδικά φωτοκύτταρα ώστε να εκφράζονται οι τιμές των συντεταγμένων L^* , a^* και b^* (Εικ. 6). Ο συντελεστής L^* αφορά την φωτεινότητα και κυμαίνεται από το 0 (μαύρο) μέχρι 100 (λευκό) και είναι ανάλογο της κλίμακας του Munsell επί 10. Οι αρνητικές τιμές στον άξονα a^* αφορούν το βαθμό του πράσινου σε αντίθεση με τις θετικές τιμές στον ίδιο άξονα που προσδιορίζουν το βαθμό του κόκκινου. Στον άξονα b^* , οι θετικές τιμές αντιστοιχούν στο χρώμα κίτρινο ενώ οι αρνητικές τιμές στο μπλε. 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.

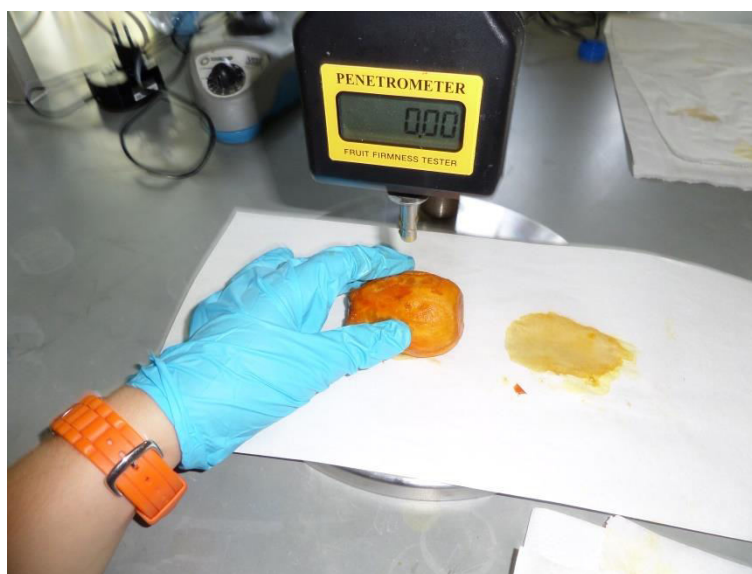
Για τους σκοπούς του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές των παραμέτρων L^* , a^* και b^* καθώς και οι παράμετροι *Hue angle* (h°) και *Chroma* (C^*), όπως προκύπτουν από τις τιμές των συντεταγμένων a^* και b^* , σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους:

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

$$Hue\ angle\ (h^\circ) = \tan^{-1} (b^* / a^*)$$

Η παράμετρος *Hue angle* (h°) είναι το βασικό χρώμα ενός αντικειμένου (0° =κόκκινο-μωβ, 90° =κίτρινο, 180° =μπλε-πράσινο, 270° =μπλε) και 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 του φλοιού λαμβάνονταν 2 αντιδιαμετρικές μετρήσεις ανά καρπό. Ομοίως, οι μετρήσεις της σάρκας έγιναν στην επιφάνειά της, σε δύο αντιδιαμετρικά σημεία, αμέσως μετά την αφαίρεση της φλούδας.



Εικόνα 7: Μέτρηση αντίστασης σάρκας καρπών φραγκοσυκιάς στην πίεση.

2.7.5. Συνεκτικότητα σάρκας και φλούδας.

Η μέτρηση της συνεκτικότητας των καρπών έγινε με τον προσδιορισμό της δύναμης (kg) και χρειάζεται να γίνει διάτρηση τους, η οποία πραγματοποιήθηκε με πενετρόμετρο επιπέδου CHATILLONDFIS 50. Κατά τη μέτρηση αυτή (Εικ. 7), οι καρποί στηρίζονταν σε σταθερό υποδοχέα και η κινούμενη κυλινδρική βελόνα του οργάνου τρυπούσε το φλοιό των καρπών με σταθερή ταχύτητα και βυθιζόταν μέχρι ένα ορισμένο σημείο (ώσπου το άκρο της βελόνας να εισχωρήσει στον καρπό, μέχρι ενός σημείου). Η μέτρηση γινόταν σε δύο σημεία αριστερά και δεξιά των καρπών και τα αποτελέσματα εκφράζονταν σε κιλά (kg). Στη συνέχεια, σημειωνόταν η δύναμη που είχε καταγραφεί και γινόταν μηδενισμός του οργάνου. Ομοίως, έγιναν μετρήσεις και στην επιφάνεια της σάρκα των καρπών, αμέσως μετά την αφαίρεση της φλούδας.

2.7.6. Εκτίμηση ποιοτικών χαρακτηριστικών του χυμού.

Έξι (6) καρποί ανά φυτό και Γονότυπο (Α, Β, Γ, Δ) ομογενοποιήθηκαν με τη χρήση μπλέντερ εργαστηρίου. Μετά τη διέλευση του μίγματος από τούλι και τον καθαρισμό του από τυχόν υπολείμματα σάρκας και σπόρων, συλλέχθηκε ο καθαρός χυμός. Στην συνέχεια, προσδιορίστηκαν τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά του χυμού, όπως ο όγκος, το βάρος, τα ολικά διαλυτά στερεά, το pH και την ογκομετρούμενη οξύτητα.

2.7.6.1. Όγκος και βάρος χυμού.

Ο καθαρός χυμός από τους 6 καρπούς από καθένα από τα 4 φυτά κάθε Γονότυπου ζυγίστηκε (g) σε ζυγό ακριβείας και ογκομετρήθηκε (ml) σε ογκομετρικό κύλινδρο. Ακολούθως, ορισμένος όγκος χυμού κατά περίπτωση χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των ολικών διαλυτών στερεών, του pH και της ογκομετρούμενης οξύτητας.

2.7.6.2. Ολικά διαλυτά στερεά.

Η μέτρηση των διαλυτών στερεών συστατικών του χυμού έγινε με την χρήση ηλεκτρονικού-ψηφιακού διαθλασίμετρου, μοντέλο HANNAHI-96801, και 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: Μέτρηση ολικών διαλυτών στερεών συστατικών στον χυμό.

2.7.6.3. pH και ογκομετρούμενη οξύτητα.

Το pH του χυμού μετρήθηκε με τη βοήθεια του ψηφιακού pH-μέτρου CONSORTC-5010, με ακρίβεια μέτρησης εκατοστού της μονάδας. Ακολούθησε μέτρηση της ογκομετρούμενης οξύτητας του χυμού, η οποία προσδιορίστηκε με αντίδραση εξουδετέρωσης, χρησιμοποιώντας διάλυμα NaOH κανονικότητας 0,1 N. Το σημείο της εξουδετέρωσης προσδιοριζόταν με την χρήση του pH-μέτρου (CONSORTC-5010) 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).

2.7.7. Μετρήσεις σπερμάτων.

Η συλλογή των σπόρων έγινε από κάθε ομάδα των 6 καρπών, ξεχωριστά από καθένα από τα 4 φυτά ανά Γονότυπο, αφού πρώτα οι καρποί είχαν χυμοποιηθεί και είχε πραγματοποιηθεί διέλευση του πολτού από τούλι για τον διαχωρισμό των σπόρων. Στη συνέχεια οι σπόροι, αποξηράθηκαν, ζυγίστηκαν (ξηρό βάρος) και μετρήθηκαν.

3. Στατιστική επεξεργασία.

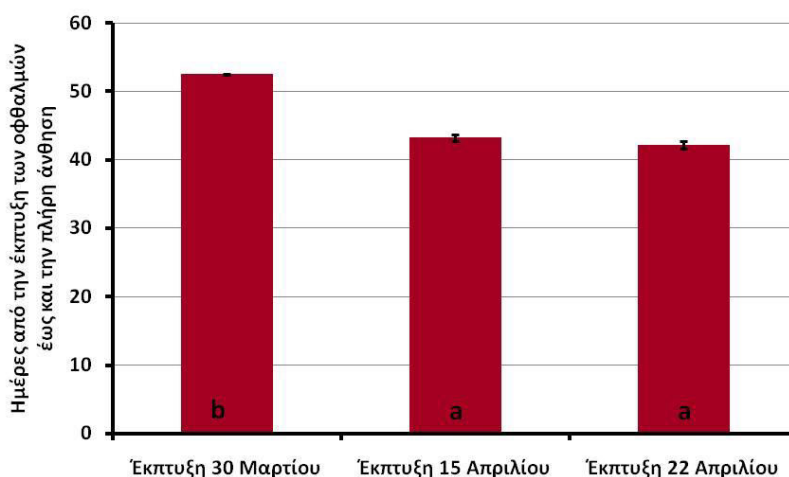
Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS (18.0.1 for Windows). Η στατιστική ανάλυση έγινε σύμφωνα με τις αρχές του τελείως τυχαιοποιημένου σχεδίου και για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Duncan (Duncan's multiple range test), για επίπεδο πιθανότητας 5% ($P \leq 0,05$). Για την ανάλυση των % ποσοστών, τα ποσοστά μετατράπηκαν προηγουμένως σε τετραγωνικές ρίζες. Για την ανάδειξη των βασικών παραμέτρων που ευθύνονται για την παραλλακτικότητα μεταξύ των τεσσάρων Γονοτύπων, πραγματοποιήθηκε ανάλυση κυρίων συνιστωσών (Principal Components Analysis), όπου συμπεριλήφθησαν 29 ποιοτικές παράμετροι των καρπών. Τέλος, πραγματοποιήθηκε ανάλυση σε ομάδες (Cluster Analysis), για τη διερεύνηση της ύπαρξης ομαδοποιήσεων μεταξύ των Γονοτύπων, με συμμετοχή των

προαναφερόμενων ποιοτικών παραμέτρων. Τα αποτελέσματα αποτυπώθηκαν σε σχετικό δένδrogramma.

Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα

3.1. Πορεία έκπτυξης ανθοφόρων οφθαλμών και χαρακτηριστικά ανθέων.

3.1.1. Ημέρες από την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών μέχρι την πλήρη άνθηση.

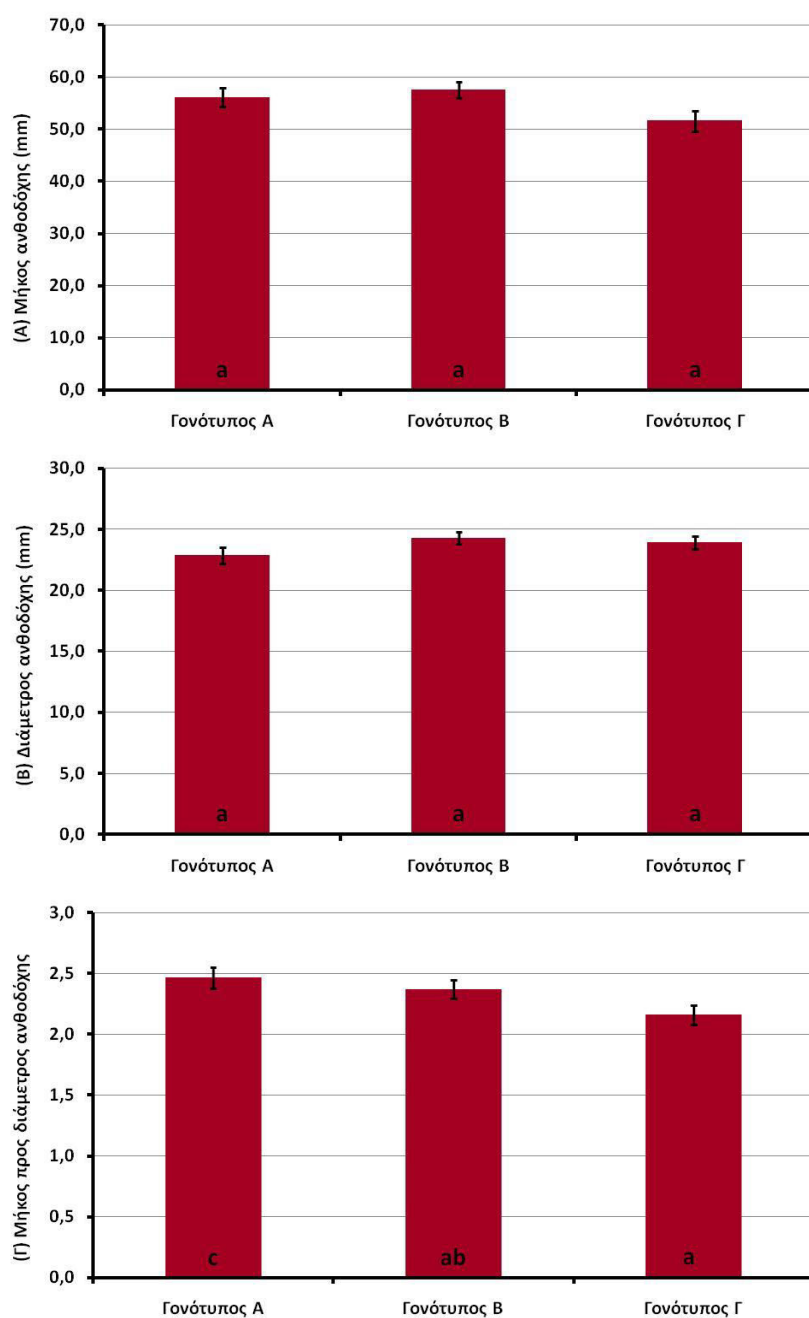


Εικόνα 9: Μέσος αριθμός ημερών που μεσολάβησαν για την άνθηση των Γονοτύπων Α, Β, και Γ φραγκοσυκιάς, σε σχέση με τρεις διαφορετικές ημερομηνίες ανοιξιάτικης έκπτυξης των ανθοφόρων οφθαλμών τους. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$*).

Από παρατηρήσεις στον πειραματικό αγρό βρέθηκε ότι η έναρξη έκπτυξης των οφθαλμών ήταν πιο πρόωμη, κατά περίπου μια εβδομάδα, στους Γονοτύπους Α και Β (30 Μαρτίου), σε σύγκριση με το Γ. Ανεξάρτητα από το Γονότυπο, όσο πιο όψιμα εκπύχθηκε ένας ανθοφόρος οφθαλμός (π.χ. 22 Απριλίου) τόσο λιγότερες μέρες μεσολάβησαν μέχρι την πλήρη άνθηση του (≈ 43), σε σχέση με τους οφθαλμούς που εκπύχθηκαν πρώιμα (π.χ. έκπτυξη 30 Μαρτίου, ≈ 53 μέρες για την άνθηση) (Εικ. 9). Με άλλα λόγια, το χρονικό διάστημα από την έκπτυξη των οφθαλμών μέχρι το άνοιγμα των πετάλων των ανθέων (πλήρης άνθηση) κυμάνθηκε από 6 έως 7,5 εβδομάδες.

3.1.2. Χαρακτηριστικά ανθέων.

3.1.2.1. Μήκος, διάμετρος και λόγος μήκους προς διάμετρο ανθοδόχης.

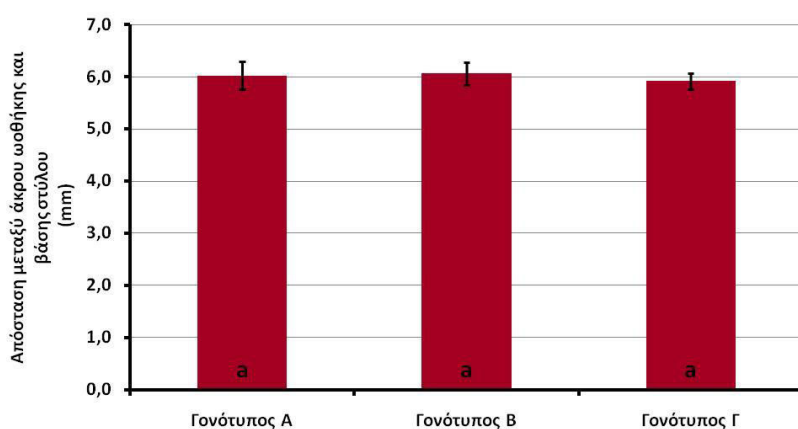


Εικόνα 10: Μορφολογικές διαφορές των Γονοτύπων A, B και Γ σε ό,τι αφορά το μήκος (A), τη διάμετρο (B) και το λόγο μήκους προς διάμετρο της ανθοδόχης (Γ) των ανθέων. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$*).

Αποτελέσματα

Το μεγαλύτερο μήκος ανθοδόχης κατά την πλήρη άνθιση, μεταξύ των Γονοτύπων που μελετήθηκαν, είχε ο Γονότυπος Β, το οποίο ήταν γύρω στα 57 mm, ενώ το μικρότερο είχε ο Γονότυπος Γ (≈ 51 mm) (Εικ. 10Α). Η διάμετρος της ανθοδόχης ήταν γύρω στα 22 με 24 mm, χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων (Εικ. 10Β). Αναφορικά με το λόγο μήκους προς διάμετρο ανθοδόχης, σημαντικά μεγαλύτερες τιμές του παρατηρήθηκαν στα άνθη του Γονότυπου Α από ότι σε αυτά του Γονότυπου Γ (Εικ. 10Γ).

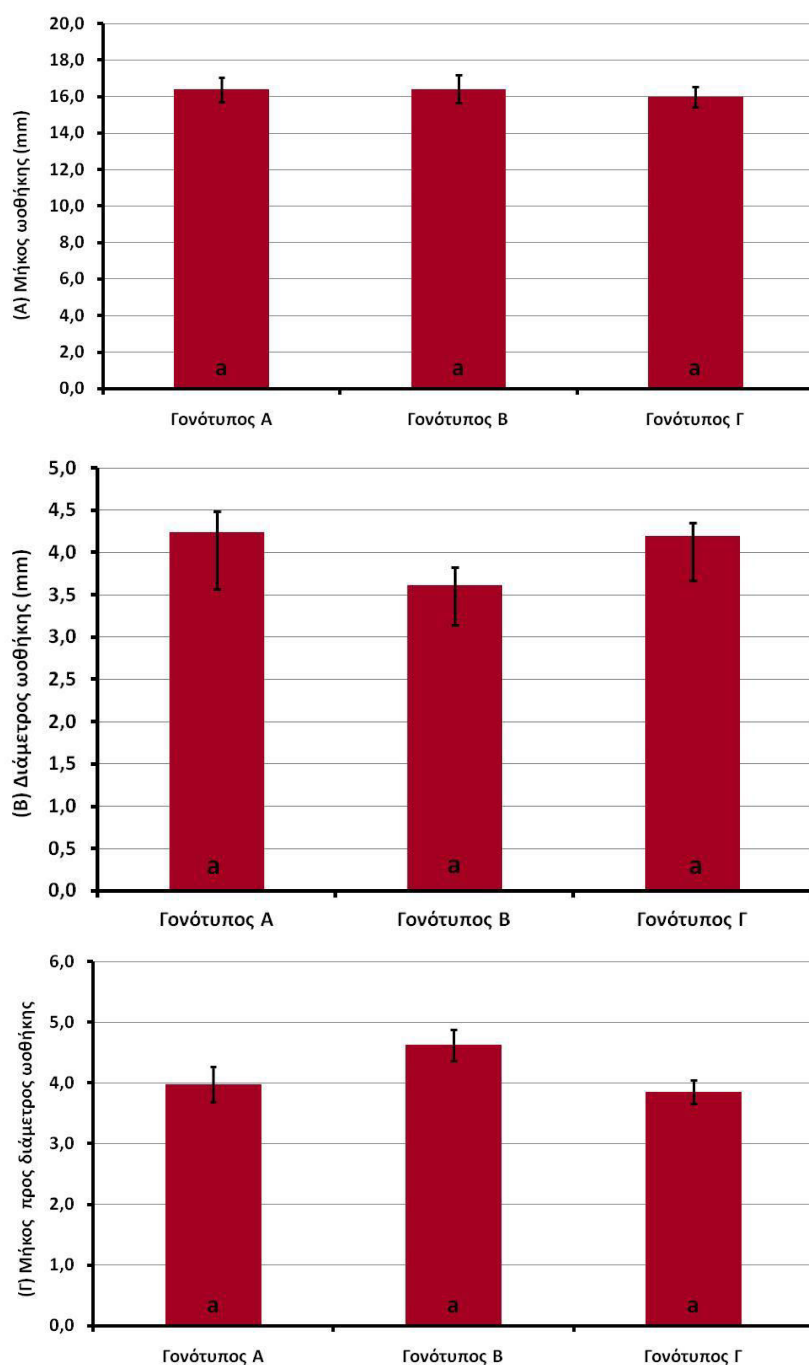
3.1.2.2. Απόσταση μεταξύ άκρου ωοθήκης και βάσης στύλου.



Εικόνα 11: Απόσταση μεταξύ του άνω άκρου της ωοθήκης και της βάσης του στύλου των ανθέων των Γονοτύπων Α, Β και Γ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test*, $P \leq 0,05$).

Η απόσταση (μήκος) μεταξύ του άνω άκρου της ωοθήκης και βάσης του στύλου των ανθέων κυμάνθηκε από 5,80 έως 6,19 mm, χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων (Εικ. 11).

3.1.2.3. Μήκος, διάμετρος και λόγος μήκους προς διάμετρο ωοθήκης.

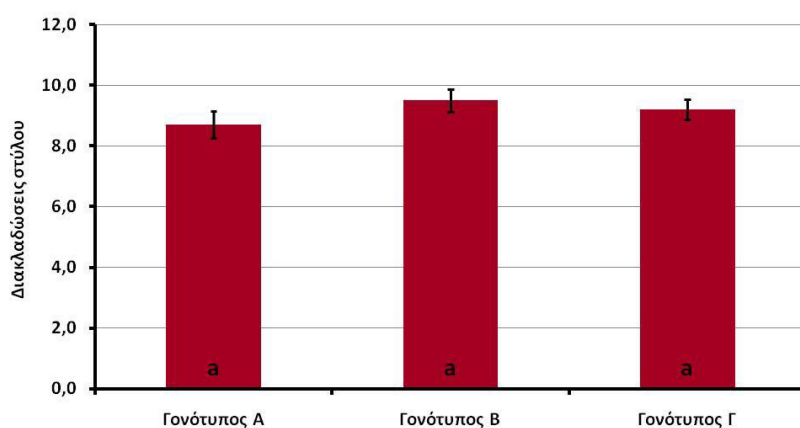


Εικόνα 12: Μορφολογικές διαφορές των Γονοτύπων Α, Β και Γ σε ό,τι αφορά το μήκος (Α), τη διάμετρο (Β) καθώς και το λόγο μήκους προς διάμετρο (Γ) της ωοθήκης των ανθέων. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

Αποτελέσματα

Το μήκος της ωοθήκης των ανθέων και των τριών Γονοτύπων (Α, Β, Γ) ήταν γύρω στα 16 mm (Εικ. 12Α), ενώ η διάμετρος της (Εικ. 12Β) κυμάνθηκε από 3,72 έως 4,21 mm, χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων. Αναφορικά με τον λόγο του μήκους προς τη διάμετρο της ωοθήκης, που έλαβε τιμές γύρω στο 4, δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων (Εικ. 12Γ).

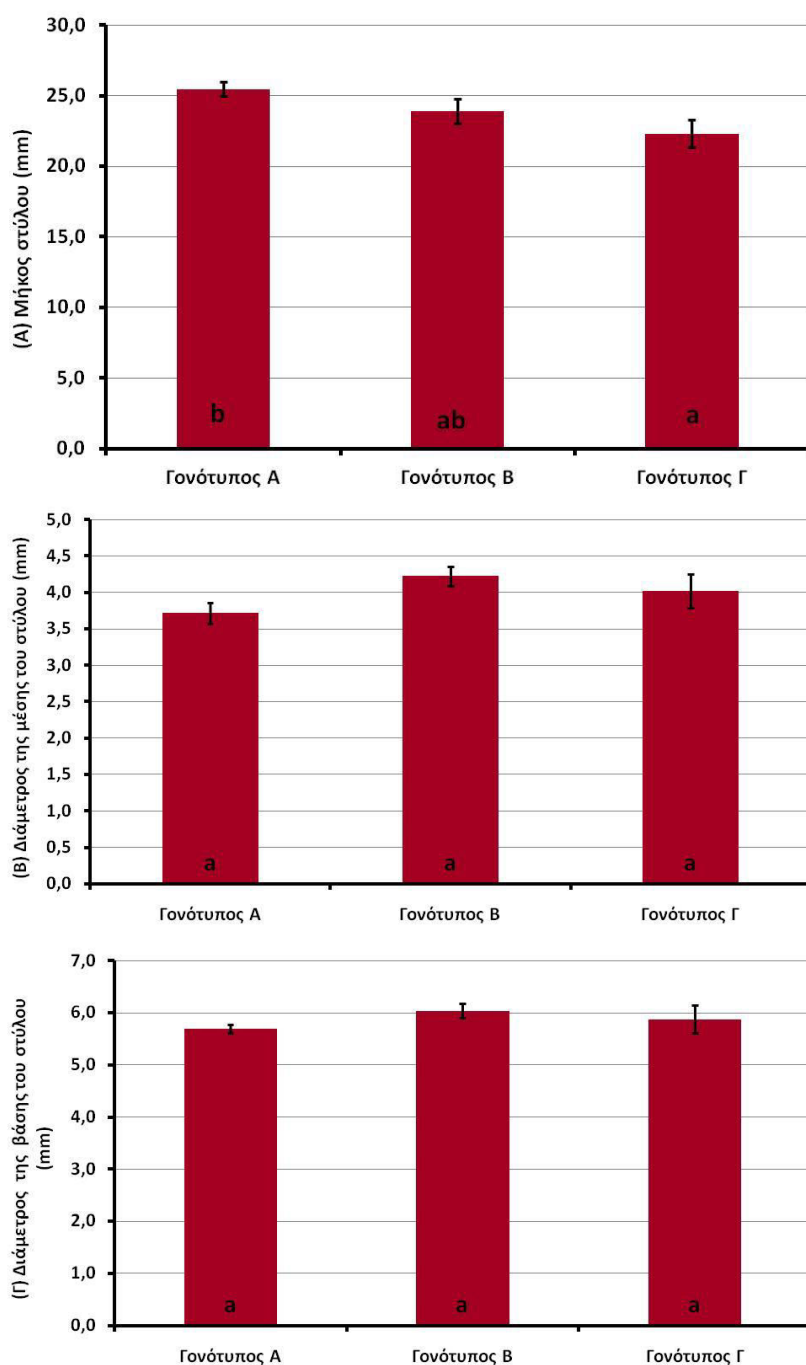
3.1.2.4. Αριθμός διακλαδώσεων του στύλου.



Εικόνα 13: Αριθμός διακλαδώσεων του στύλου στα άνθη των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β και Γ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$*).

Ανεξάρτητα από τον Γονότυπο, κατά τις μετρήσεις των διακλαδώσεων του στύλου του υπέρου των ανθέων της φραγκοσυκιάς, καταγράφηκαν τιμές που κυμαίνονταν από 7 έως και 12. Η μέση τιμή του αριθμού των διακλαδώσεων του στύλου των Γονοτύπων Α, Β και Γ ήταν 8,70, 9,50, 9,20, αντίστοιχα, χωρίς να παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Εικ. 13).

3.1.2.5. Μήκος και διάμετρος στύλου.

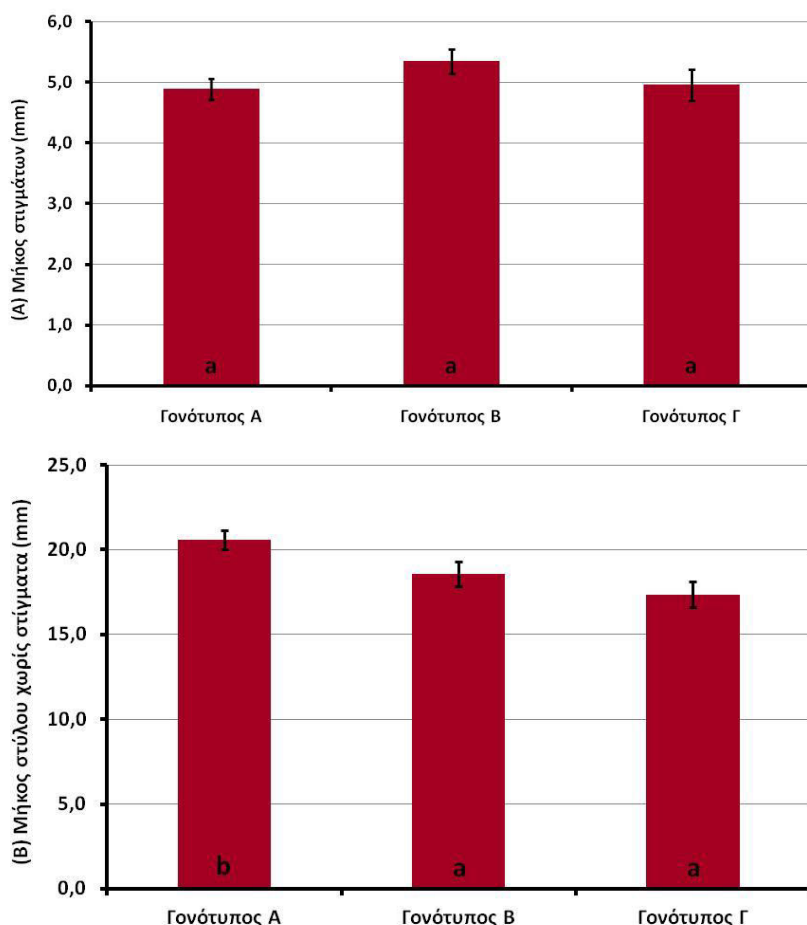


Εικόνα 14: Μορφολογικές διαφορές των Γονοτύπων A, B και Γ σε ό,τι αφορά το μήκος του στύλου (A), τη διάμετρο στο μέσο του στύλου (B) και τη διάμετρο στη βάση του στύλου (Γ). Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

Σημαντικά αυξημένο μήκος στύλου παρατηρήθηκε στα άνθη του Γονότυπου A σε σχέση με το Γονότυπο Γ (≈ 22 mm) (Εικ. 14A). Οι μέσες τιμές της διαμέτρου στο

μέσο και στη βάση του στύλου κυμαίνονταν από 3,76 έως 4,15 mm και από 5,60 έως 6,07 mm, αντίστοιχα (Εικ. 14B, 14Γ). Ωστόσο, δεν καταγράφηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των Γονοτύπων που μελετήθηκαν ως προς τη διάμετρο της βάσης ή του μέσου του στύλου (Εικ. 14B, 14Γ).

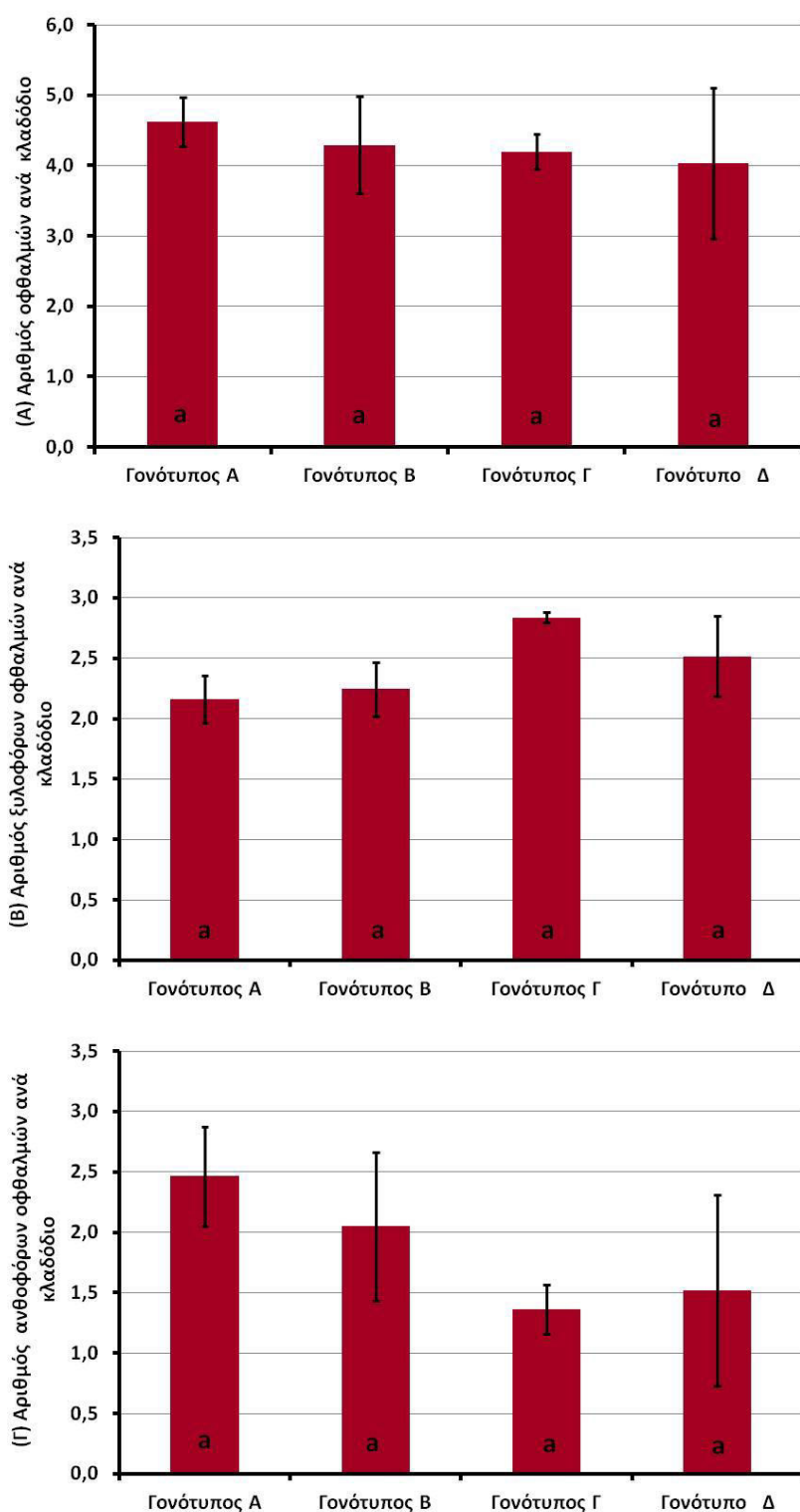
3.1.2.6. Μήκος στιγμάτων και μήκος στύλου χωρίς στίγματα.



Εικόνα 15: Μορφολογικές διαφορές των ανθέων των Γονοτύπων Α, Β και Γ σε ό,τι αφορά το μήκος των στιγμάτων (Α) και το μήκος στύλου χωρίς στίγματα (Β). Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$*).

Το μήκος των στιγμάτων κυμάνθηκε από 4,83 έως και 5,38 mm, χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων (Εικ. 15Α). Όσον αφορά το μήκος του στύλου χωρίς τα στίγματα, ο Γονότυπος Α χαρακτηρίστηκε από σημαντικά αυξημένες τιμές σε σχέση με τους Γονοτύπους Β και Γ (Εικ. 15Β).

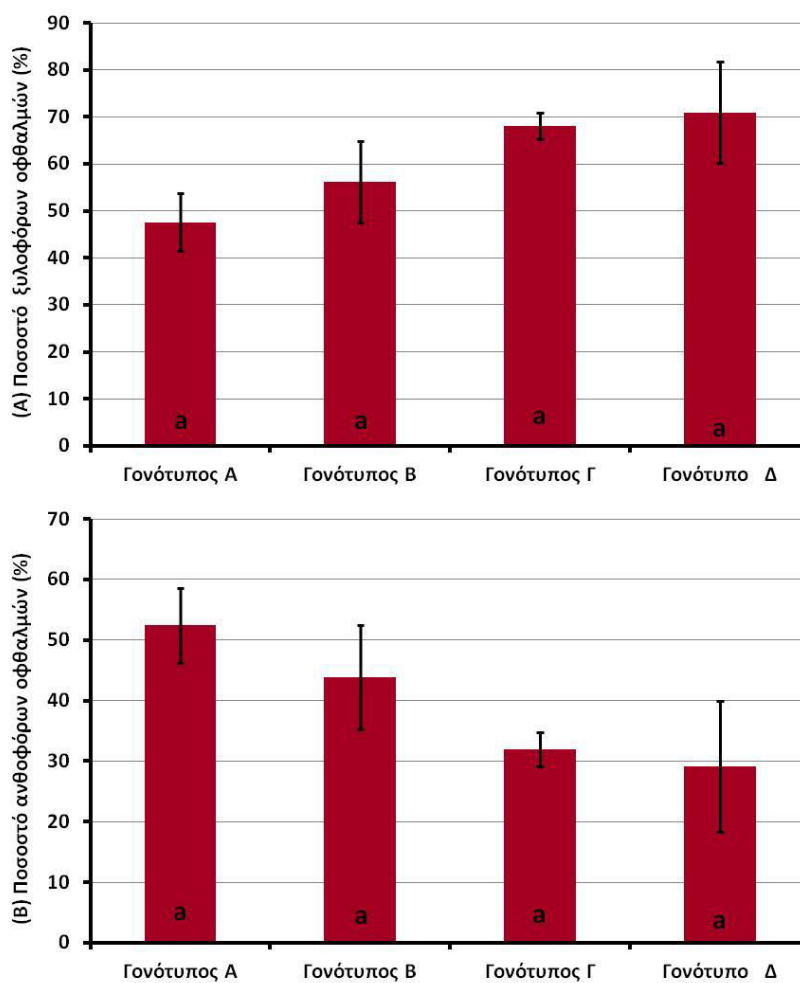
3.2. Αριθμός ανθοφόρων και ξυλοφόρων οφθαλμών ανά κλαδόδιο.



Εικόνα 16: Συνολικός αριθμός οφθαλμών (Α) που σχηματίστηκαν ανά κλαδόδιο των φυτών των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ, καθώς και διαχωρισμός αυτών σε ξυλοφόρους (Β) και ανθοφόρους (Γ). Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$*).

Αποτελέσματα

Ο συνολικός αριθμός νέων οφθαλμών, που σχηματίστηκαν την άνοιξη του 2015, σε κλαδόδια ηλικίας ενός έτους (του 2014) κυμαίνονταν κατά μέσο όρο από 2,51 (Γονότυπος Δ) μέχρι 4,63 (Γονότυπος Α), χωρίς να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων Γονοτύπων (Εικ. 16Α). Από το συνολικό αριθμό των νέων οφθαλμών, οι ξυλοφόροι κυμάνθηκαν από 2,79 (Γονότυπος Γ) έως 2,32 (Γονότυπος Β) (Εικ. 16Β) και οι ανθοφόροι από 2,49 (Γονότυπος Α) έως 1,35 (Γονότυπος Γ) (Εικ. 16Γ), χωρίς και πάλι να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων Γονοτύπων.



Εικόνα 17: Επιμέρους ποσοστά των ανθοφόρων (Α) και ξυλοφόρων (Β) οφθαλμών στα φυτά των τεσσάρων Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ φραγκοσυκιάς που μελετήθηκαν. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$*).

Αποτελέσματα

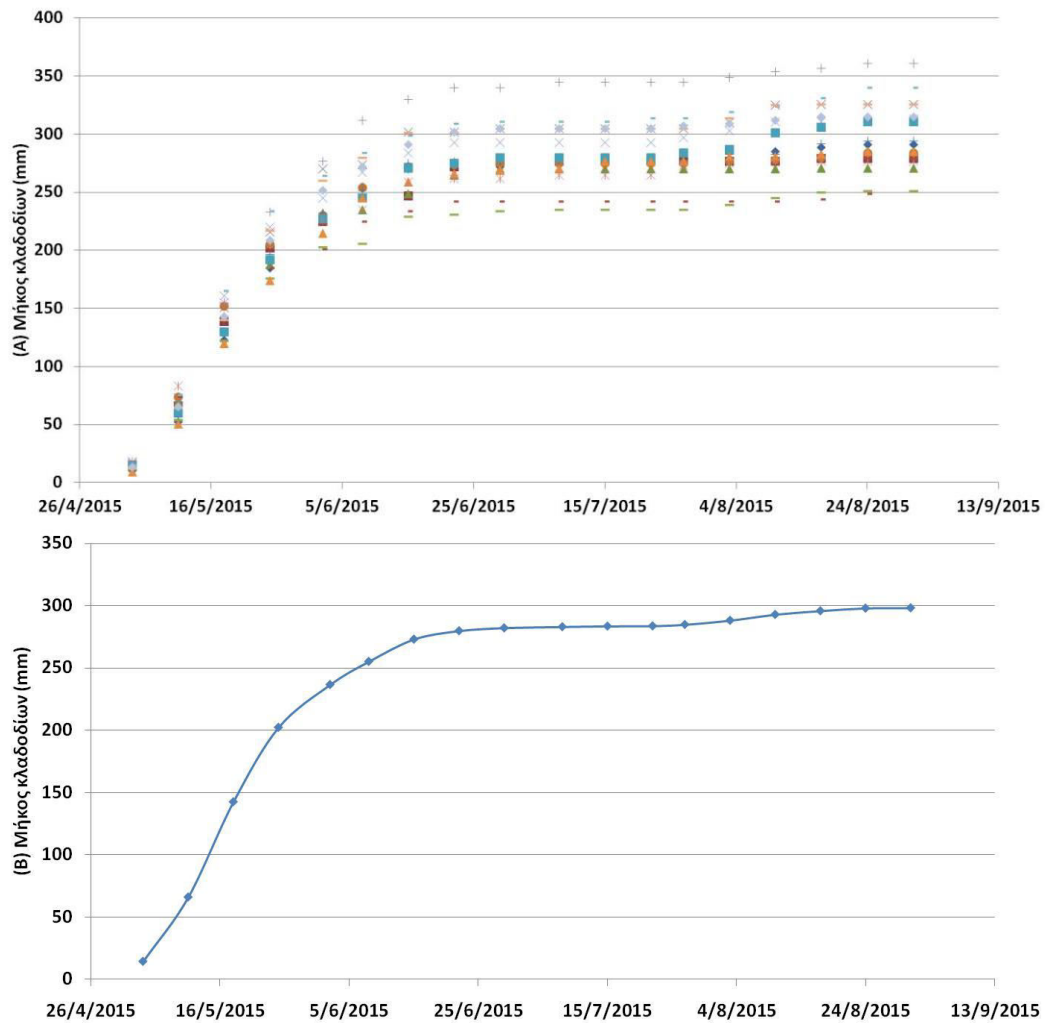
Το ποσοστό % των οφθαλμών που εξελίχθηκαν σε άνθη (ανθοφόροι οφθαλμοί) ήταν 52,4 (Γονότυπος Α), 43,9 (Γονότυπος Β), 31,9 (Γονότυπος Γ) και 29,1 (Γονότυπος Δ), χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων (Εικ. 17Β). Παράλληλα, τα ποσοστά % των οφθαλμών που εξελίχθηκαν σε κλαδοδία (ξυλοφόροι οφθαλμοί) ήταν 70,92 (Γονότυπος Δ), 68,10 (Γονότυπος Γ), 56,11 (Γονότυπος Β) και 47,60 (Γονότυπος Α), χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων (Εικ. 17Α).

3.3. Πορεία αύξησης κλαδοδίων.

3.3.1. Μήκος κλαδοδίων.

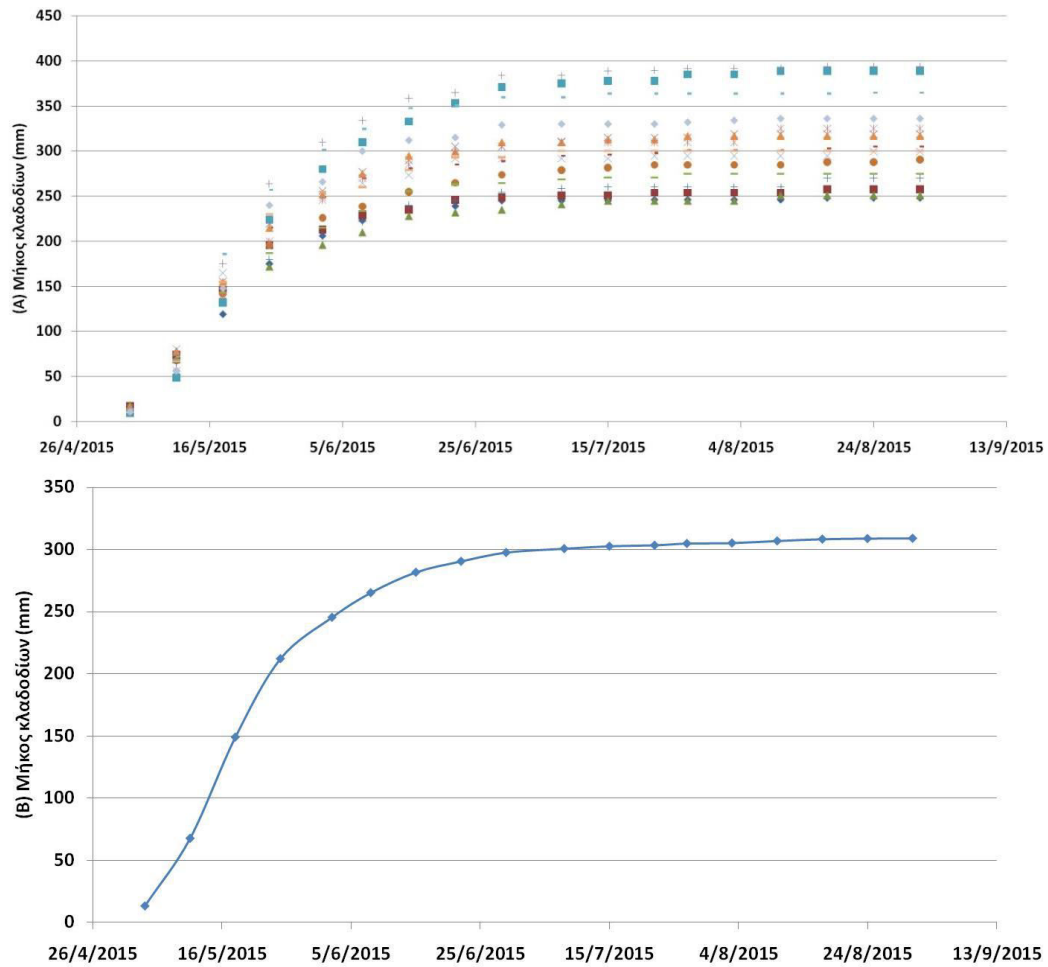
Η πορεία αύξησης του μήκους των κλαδοδίων για τους Γονοτύπους Α (Εικ. 18), Β (Εικ. 19), Γ (Εικ. 20) και Δ (Εικ. 21), από την έκπτυξη των ξυλοφόρων οφθαλμών (04/05/2015) μέχρι και την ολοκλήρωση των πειραματικών παρατηρήσεων, φαίνεται να περιγράφεται από μια απλή σιγμοειδή καμπύλη.

Αποτελέσματα



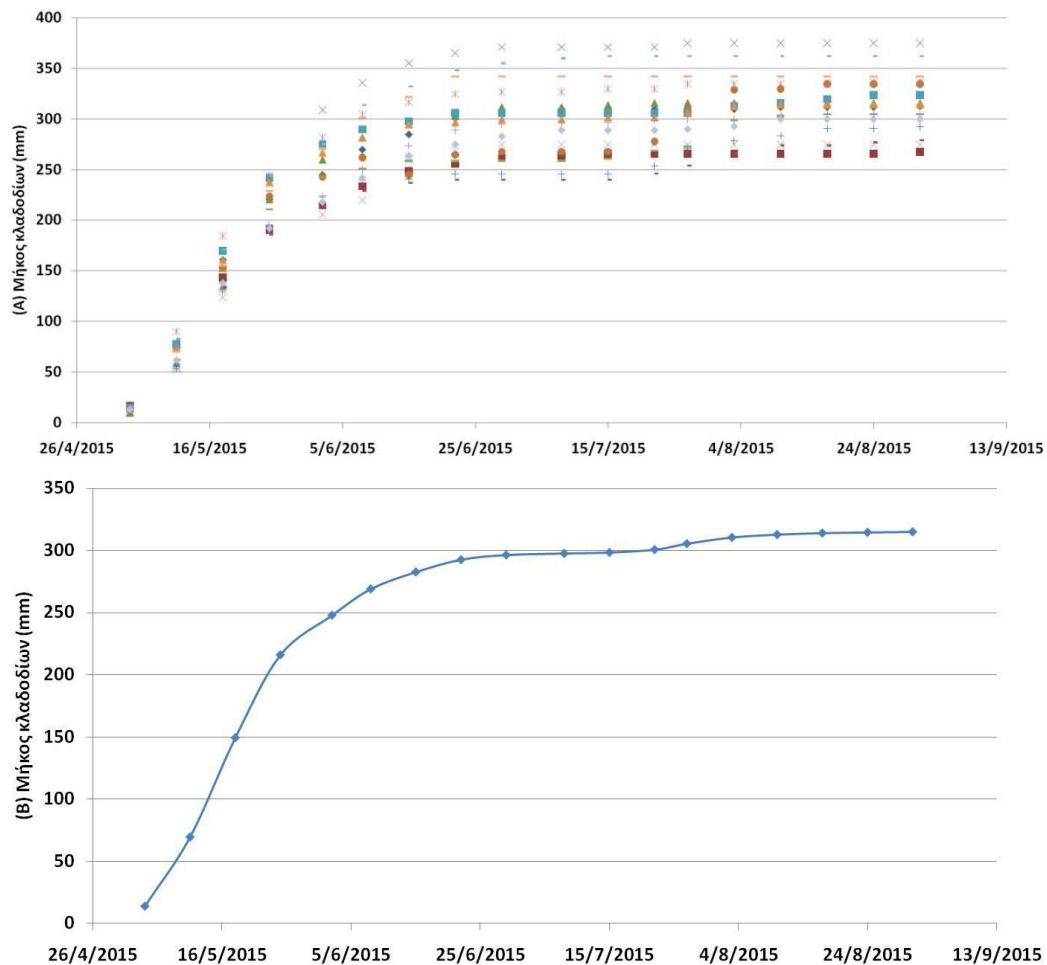
Εικόνα 18: Μεταβολή μήκους κλαδοδίων του Γονοτύπου Α από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των κλαδοδίων που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα



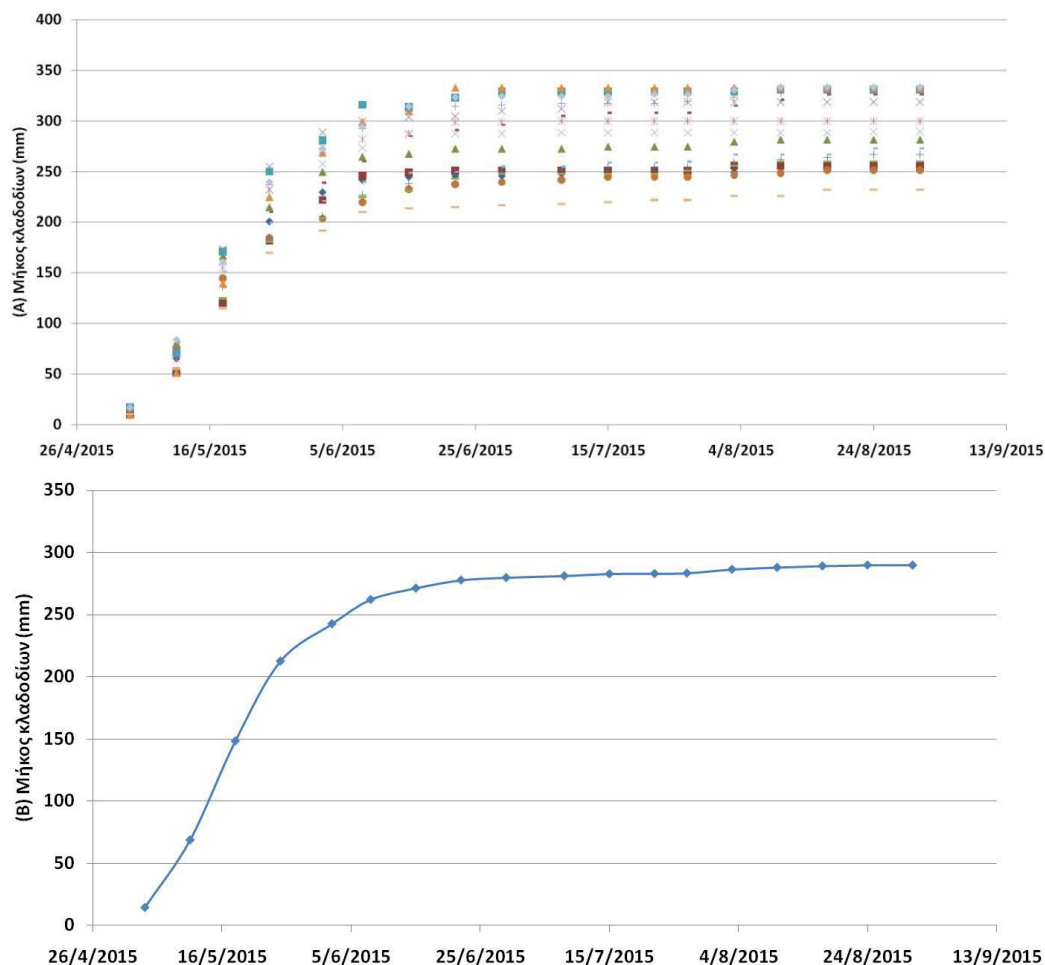
Εικόνα 19: Μεταβολή μήκους κλαδοδίων του Γονοτύπου Β από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των κλαδοδίων που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα



Εικόνα 20: Μεταβολή μήκους κλαδοδίων του Γονοτύπου Γ από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των κλαδοδίων που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα

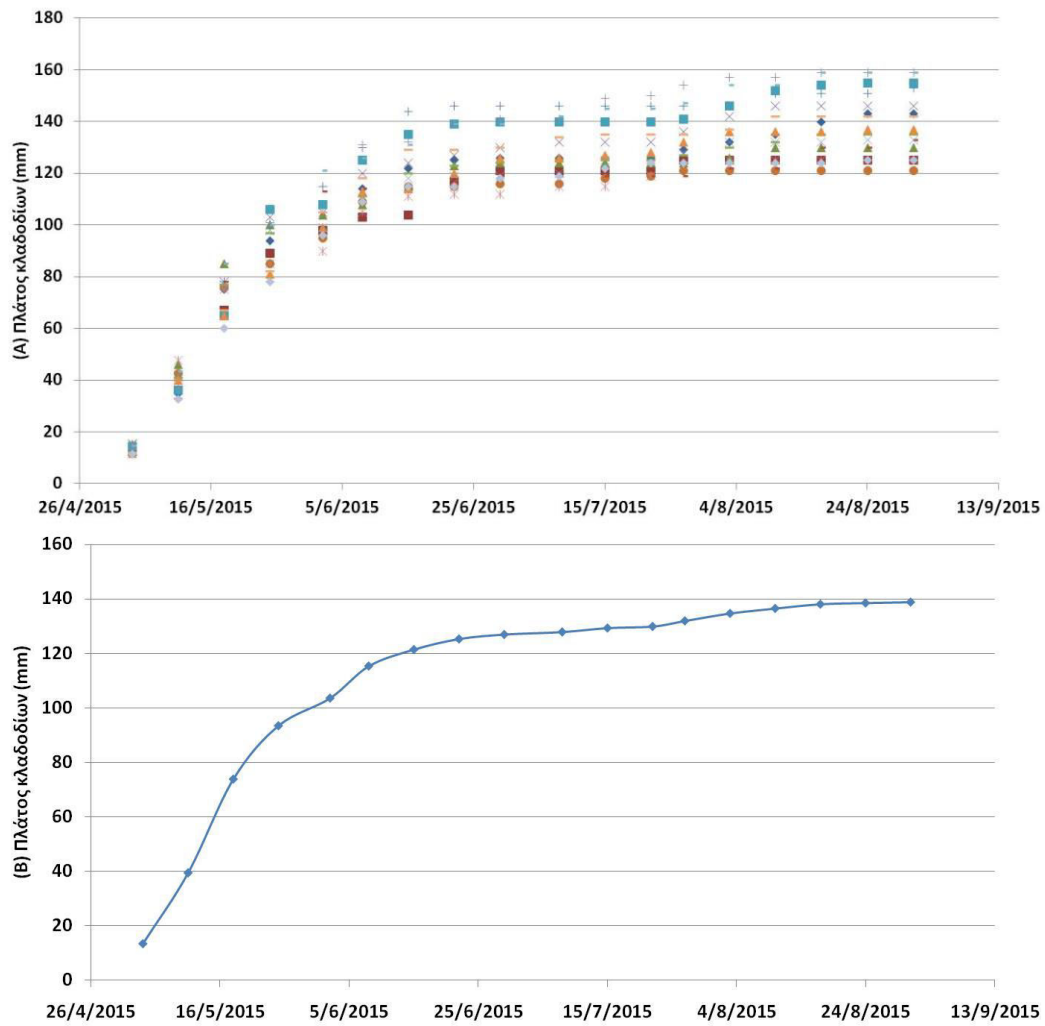


Εικόνα 21: Μεταβολή μήκους κλαδοδίων του Γονοτύπου Δ από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των κλαδοδίων που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

3.3.2. Πλάτος κλαδοδίων.

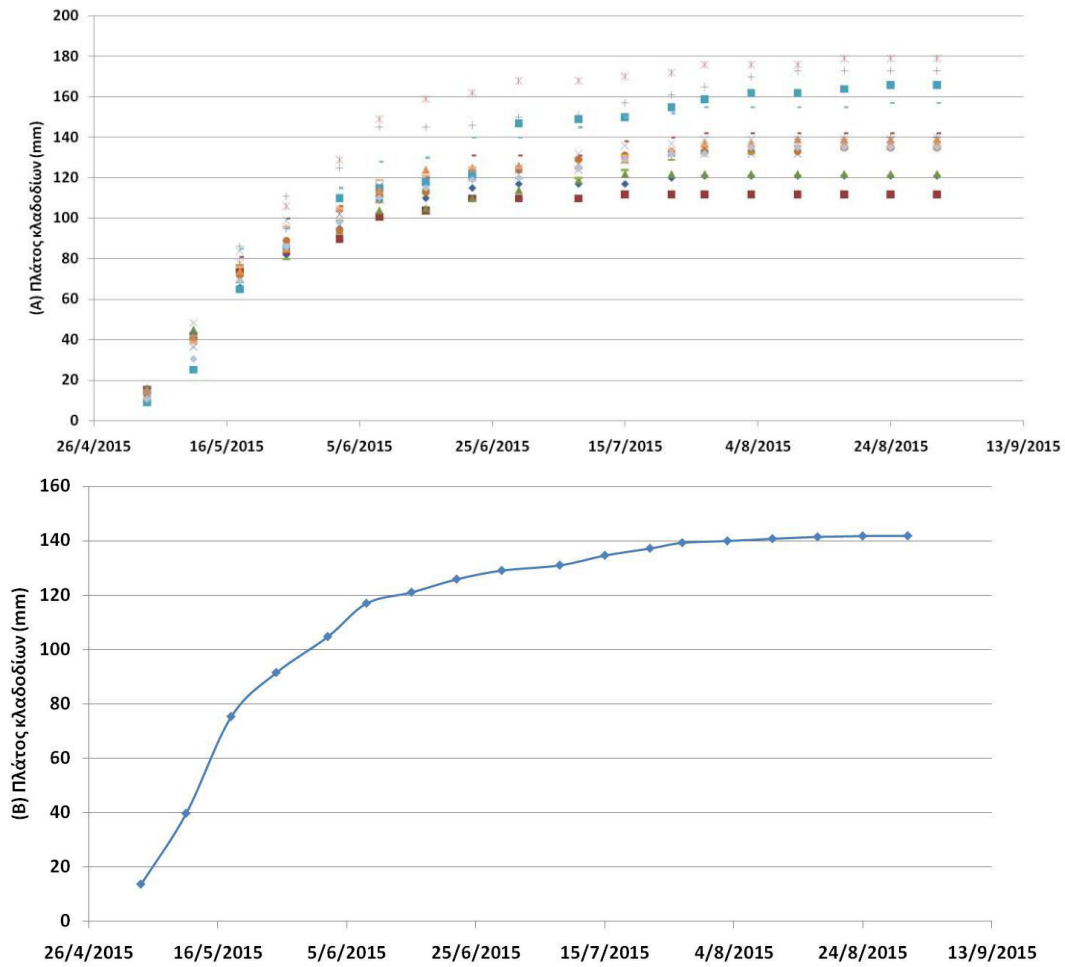
Η περιγραφή της κατά πλάτος αύξησης των κλαδοδίων για τους Γονοτύπους Α (Εικ. 22), Β (Εικ. 23), Γ (Εικ. 24) και Δ (Εικ. 25), από την έκπτυξη των ξυλοφόρων οφθαλμών τους (04/05/2015) μέχρι και την ολοκλήρωση των πειραματικών παρατηρήσεων (31/08/2015), φαίνεται να προσομοιάζει περισσότερο σε μια απλή σιγμοειδή καμπύλη.

Αποτελέσματα



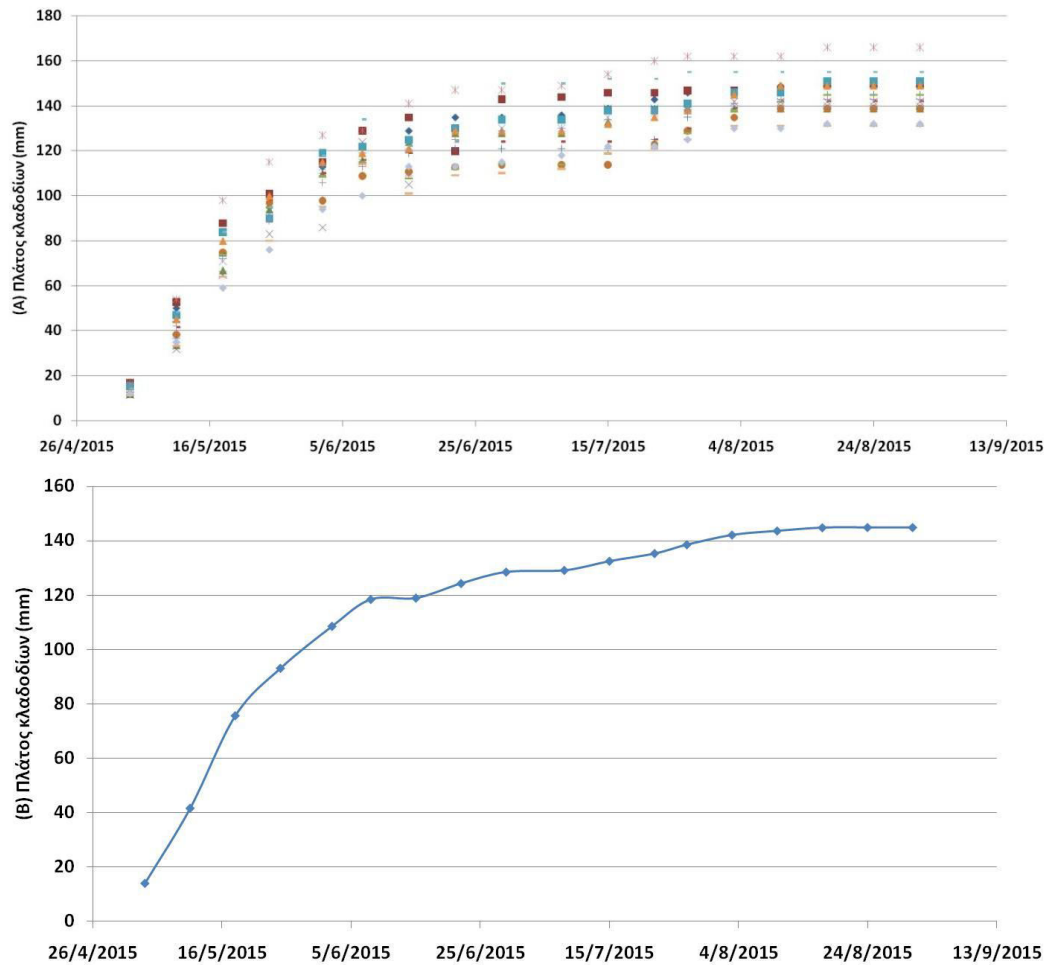
Εικόνα 22: Μεταβολή πλάτους κλαδοδίων του Γονοτύπου Α από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των κλαδοδίων που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα



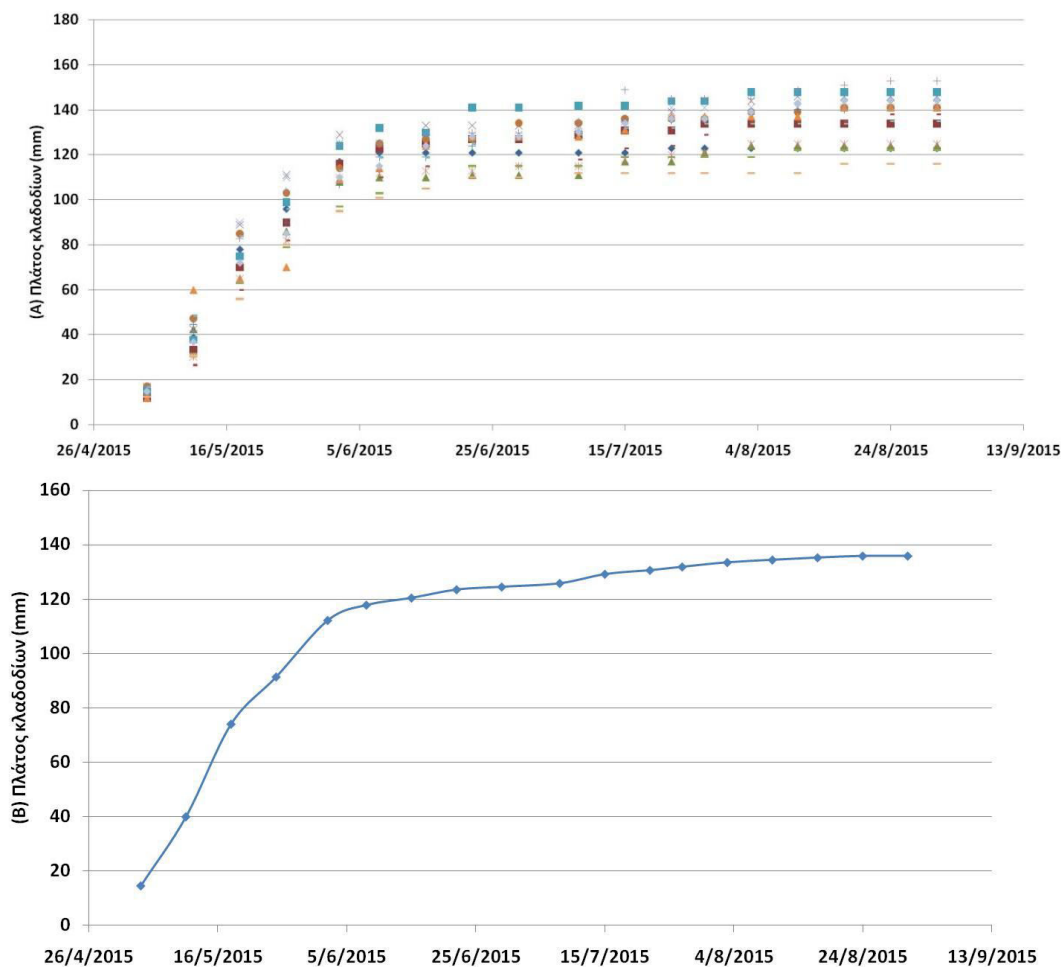
Εικόνα 23: Μεταβολή πλάτους κλαδοδίων του Γονοτύπου Β από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των κλαδοδίων που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα



Εικόνα 24: Μεταβολή πλάτους κλαδοδίων του Γονοτύπου Γ από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των κλαδοδίων που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα

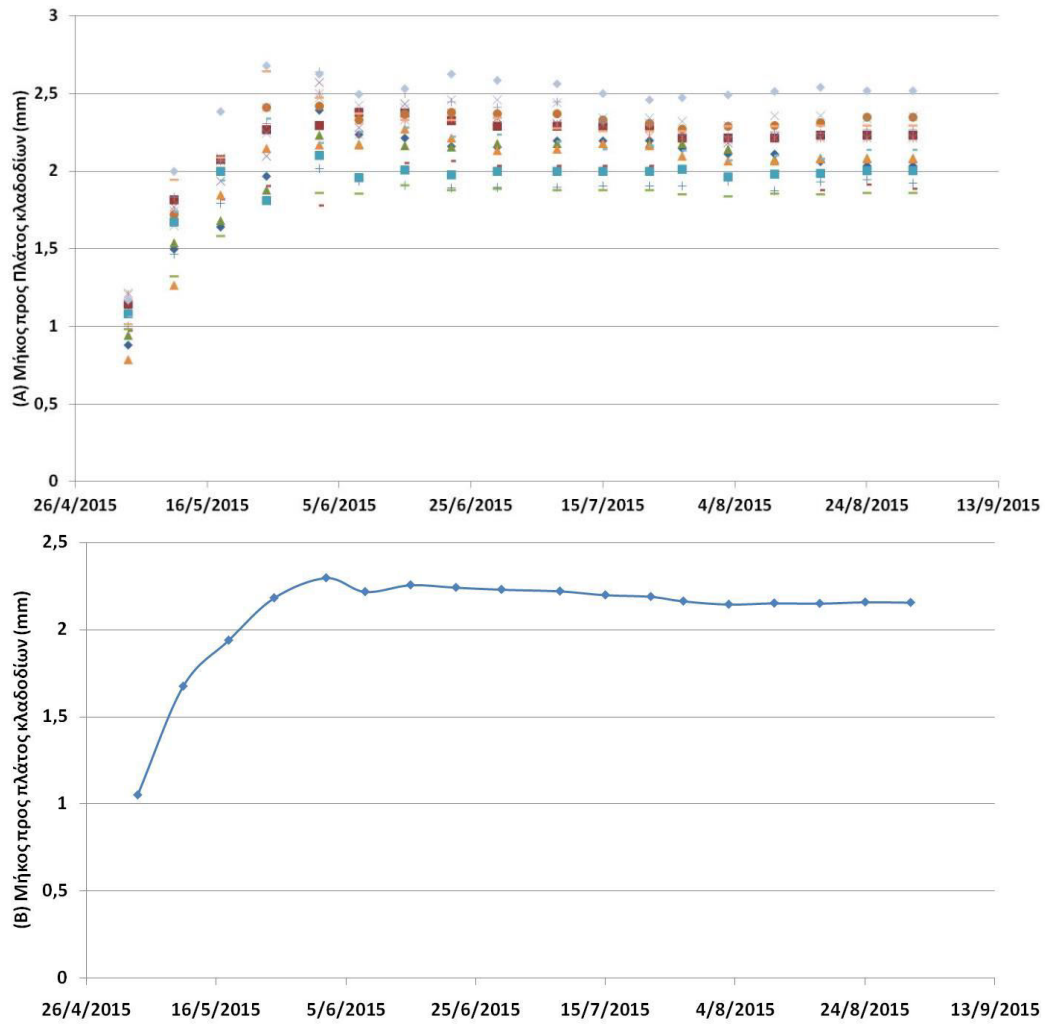


Εικόνα 25: Μεταβολή πλάτους κλαδοδίων του Γονοτύπου Δ από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). Το διάγραμμα A παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των κλαδοδίων που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα B παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

3.3.3. Λόγος μήκους προς πλάτος κλαδοδίων.

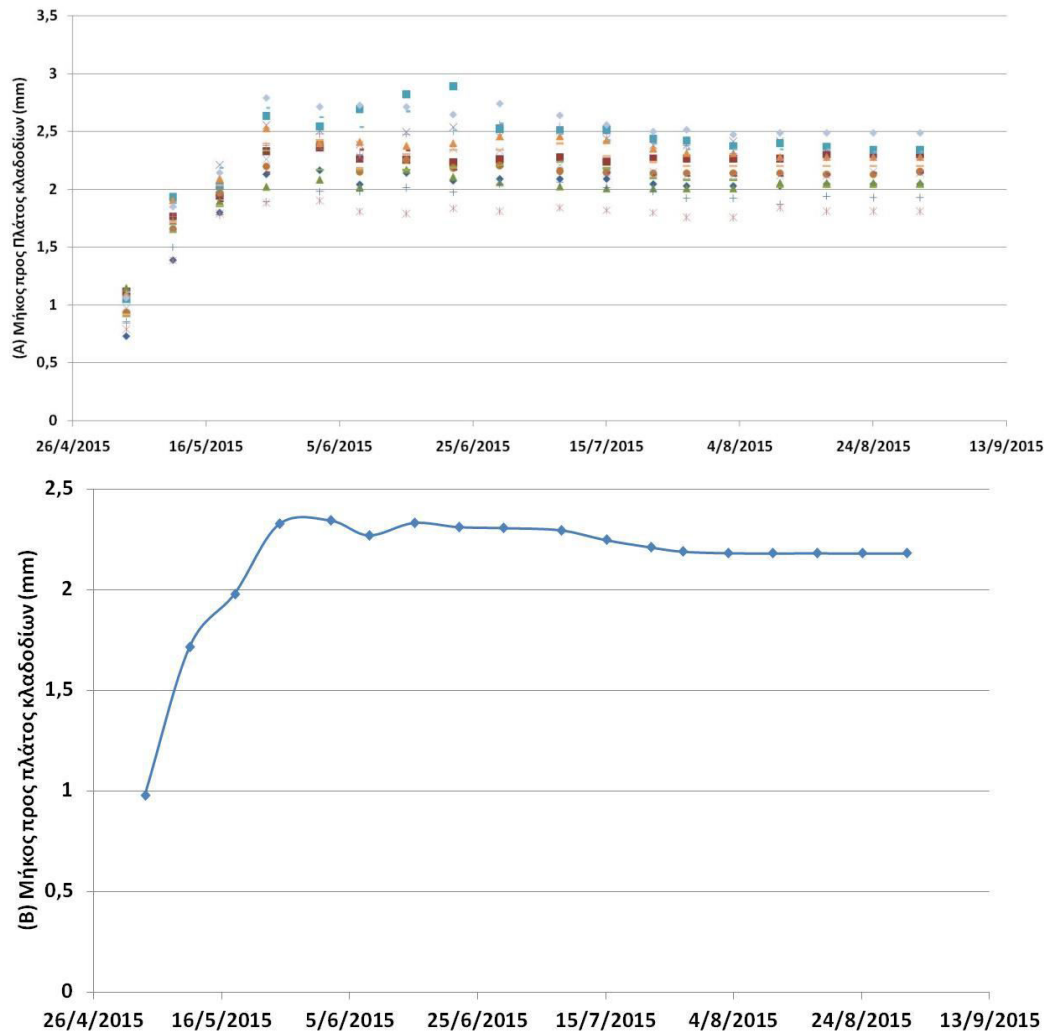
Ο λόγος του μήκους προς το πλάτος κλαδοδίου των Γονοτύπων Α (Εικ. 26), Β (Εικ. 27), Γ (Εικ. 28) και Δ (Εικ. 29), από την έκπτυξη των ξυλοφόρων οφθαλμών τους (04/05/2015) μέχρι και την ολοκλήρωση των πειραματικών παρατηρήσεων (31/08/2015), παρουσίασε παρόμοια μεταβολή. Συγκεκριμένα, υπήρξε σταθερά ανοδική τάση (από 04/05/2015 έως και περίπου στις 15/06/2015) και στη συνέχεια, αφού ελαττώθηκε ελάχιστα, παρατηρήθηκε σταθεροποίησή του με τάση συνεχούς μικρής μείωσης του (από 22/06/2015 έως 24/08/2015).

Αποτελέσματα



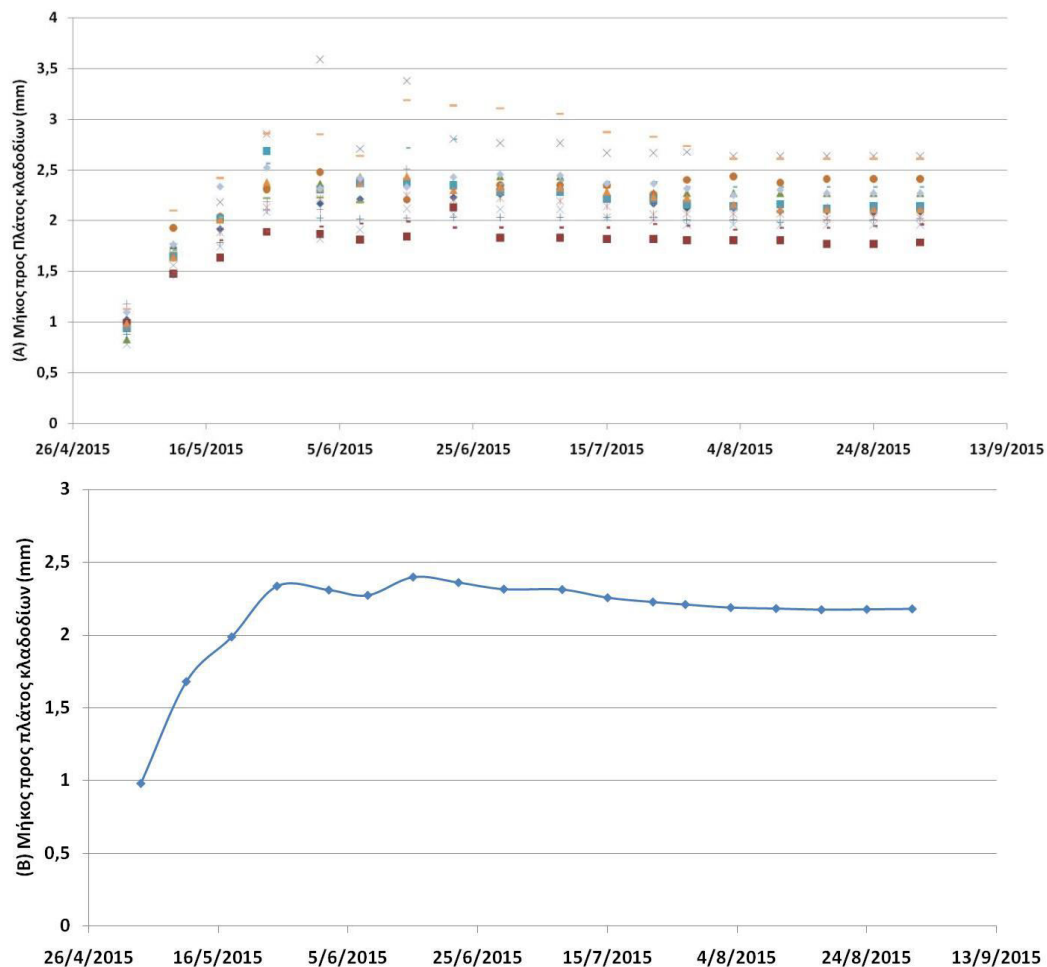
Εικόνα 26: Μεταβολή λόγου μήκους προς πλάτος κλαδοδίων του Γονοτύπου Α από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των κλαδοδίων που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα



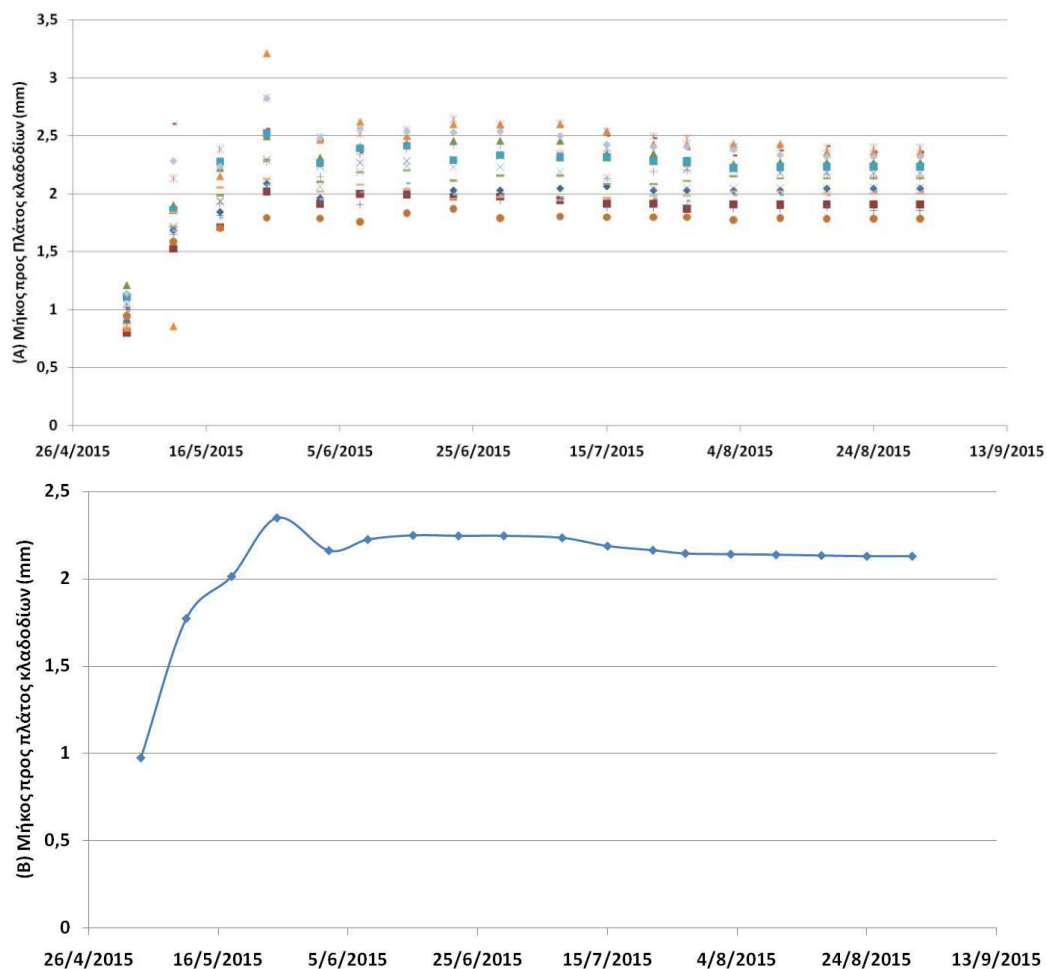
Εικόνα 27: Μεταβολή λόγου μήκους προς πλάτος κλαδοδίων του Γονοτύπου B από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). Το διάγραμμα A παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των κλαδοδίων που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα B παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα



Εικόνα 28: Μεταβολή λόγου μήκους προς πλάτος κλαδοδίων του Γονοτύπου Γ από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). Το διάγραμμα A παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των κλαδοδίων που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα B παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα

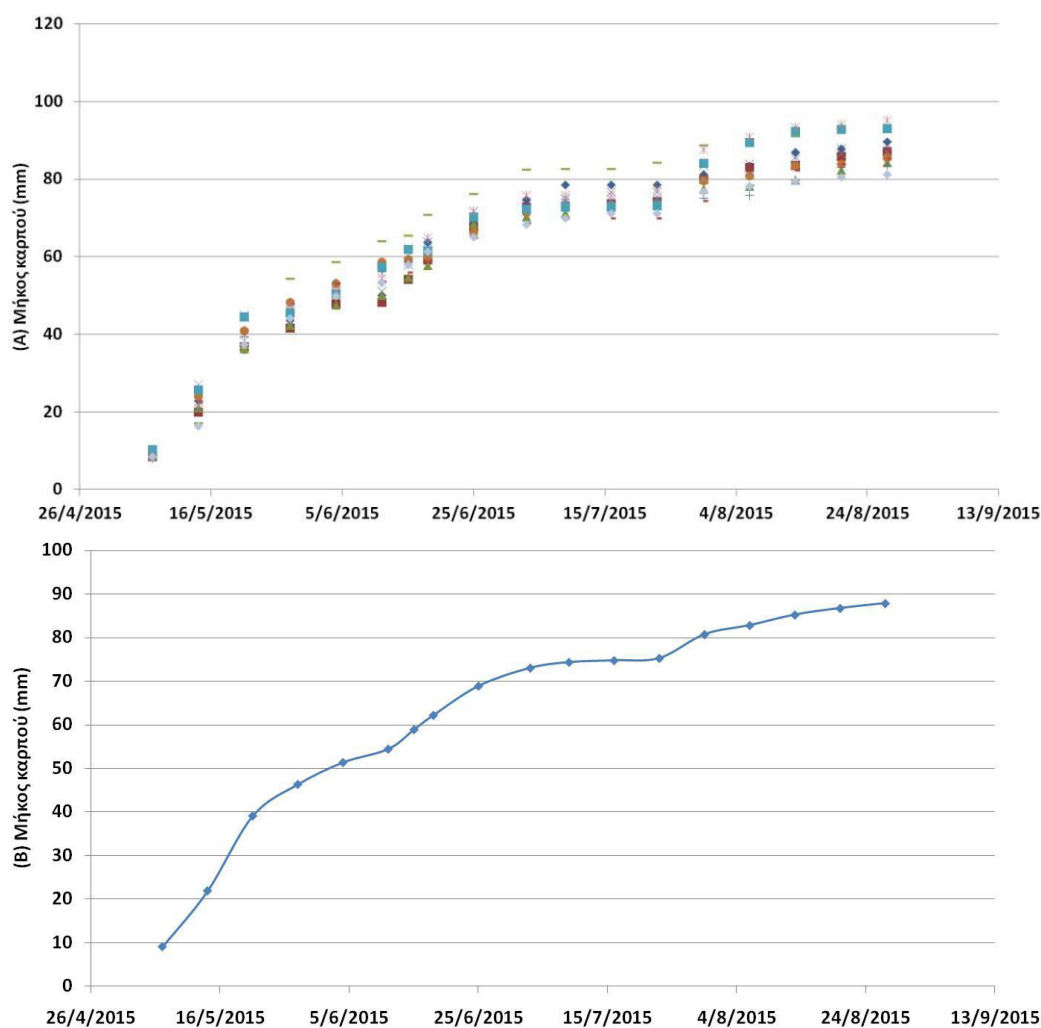


Εικόνα 29: Μεταβολή λόγου μήκους προς πλάτος κλαδοδίων του Γονοτύπου Δ από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). Το διάγραμμα A παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των κλαδοδίων που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα B παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

3.4. Πορεία αύξησης καρπών.

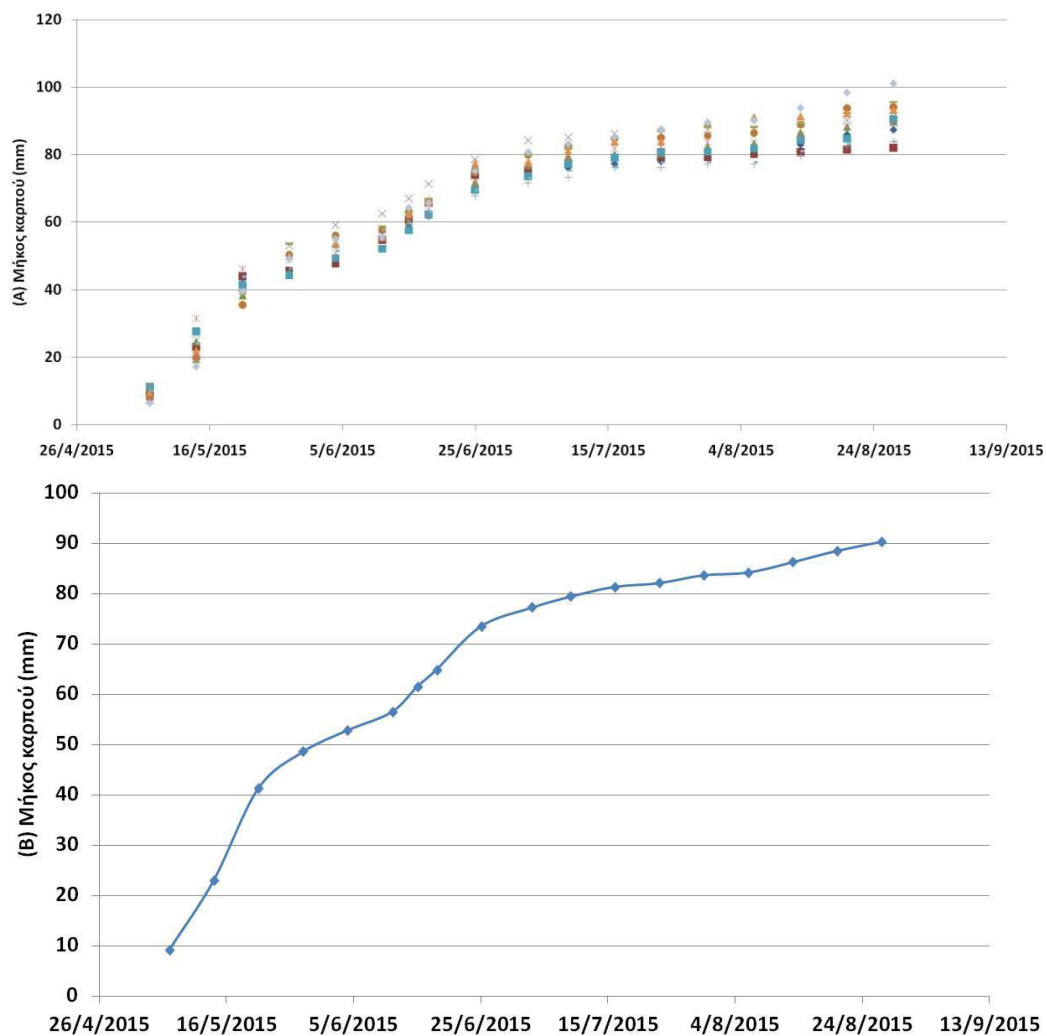
3.4.1. Μήκος καρπών.

Η μεταβολή του μήκους των καρπών για τους Γονοτύπους Α (Εικ. 30), Β (Εικ. 31), Γ (Εικ. 32) και Δ (Εικ. 33), από την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών (07/05/2015) μέχρι και την πλήρη ωρίμανση τους (27/08/2015), φαίνεται να μην περιγράφεται από μια απλή σιγμοειδή καμπύλη. Προσομοιάζει περισσότερο σε διπλή ή ακόμα και τριπλή σιγμοειδή καμπύλη.



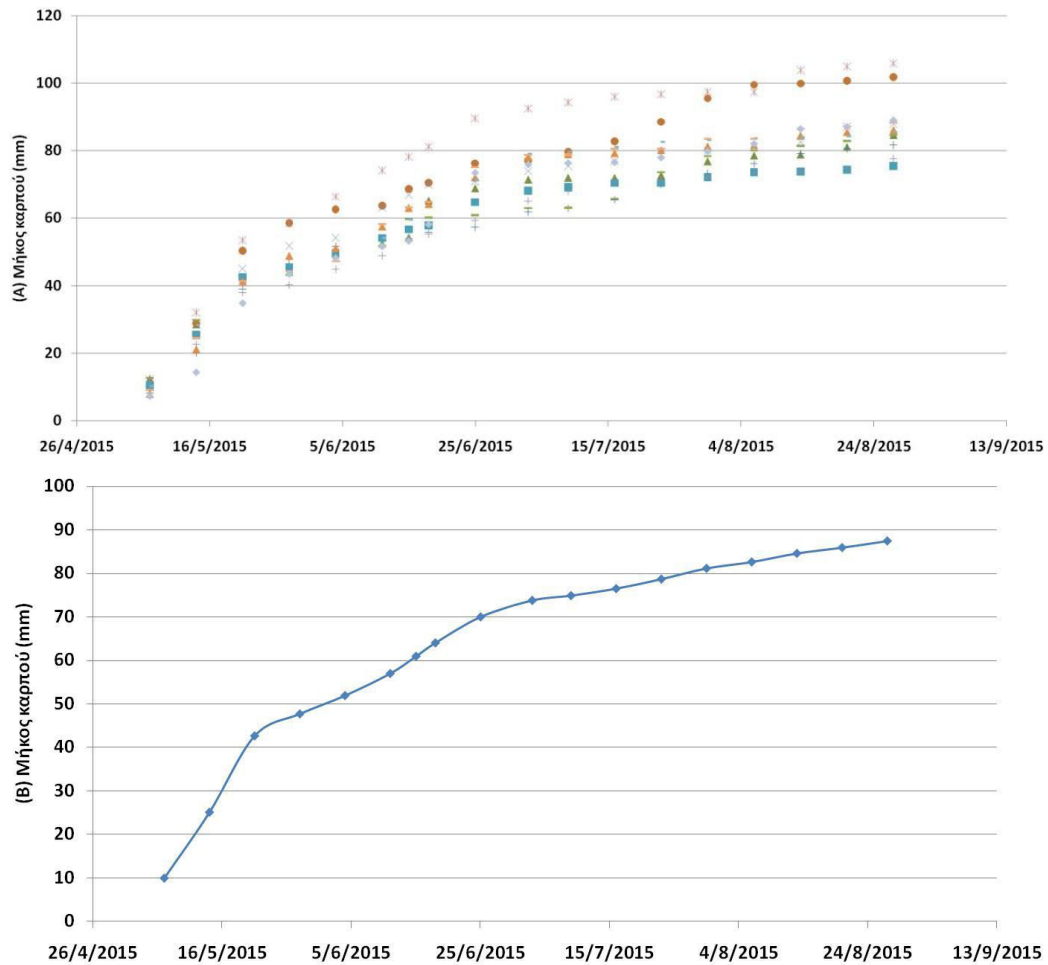
Εικόνα 30: Μεταβολή μήκους καρπών του Γονοτύπου Α από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των καρπών που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησης τους.

Αποτελέσματα



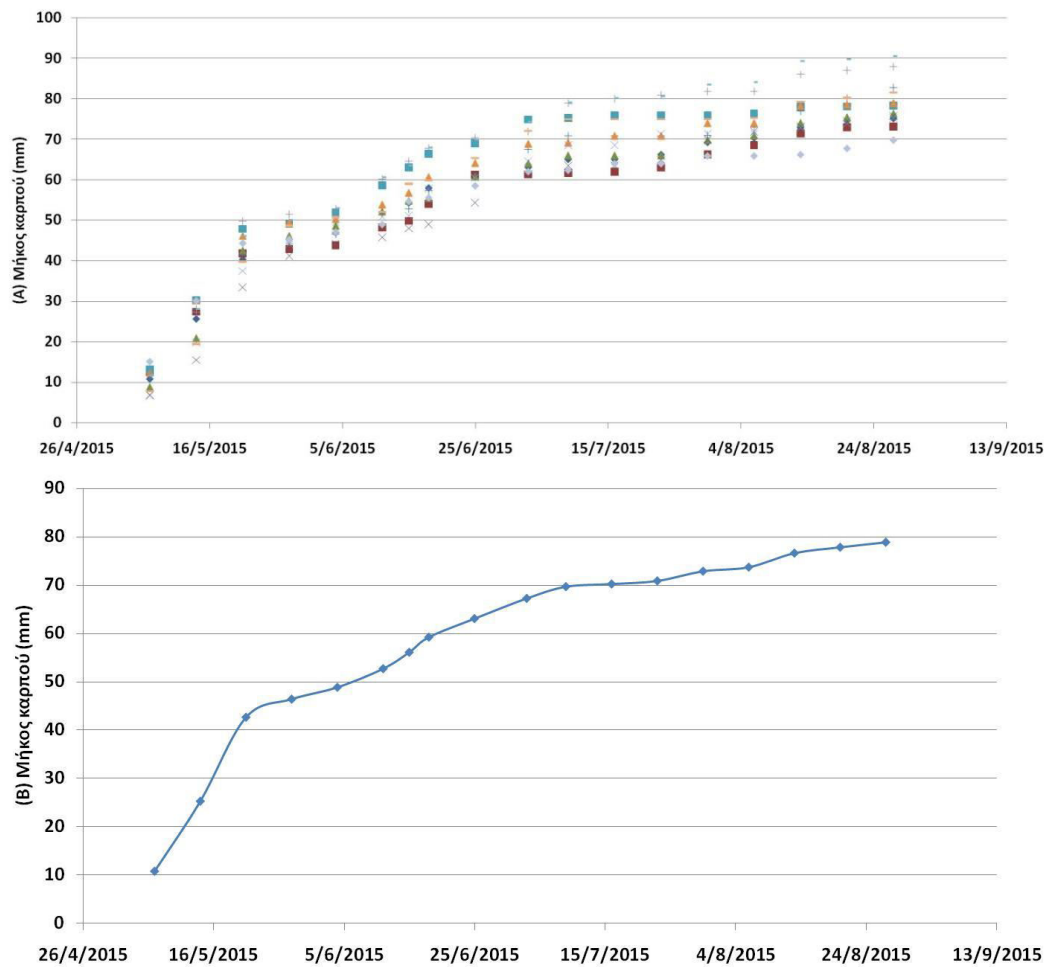
Εικόνα 31: Μεταβολή μήκους καρπών του Γονοτύπου Β από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των καρπών που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα



Εικόνα 32: Μεταβολή μήκους καρπών του Γονοτύπου Γ από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των καρπών που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

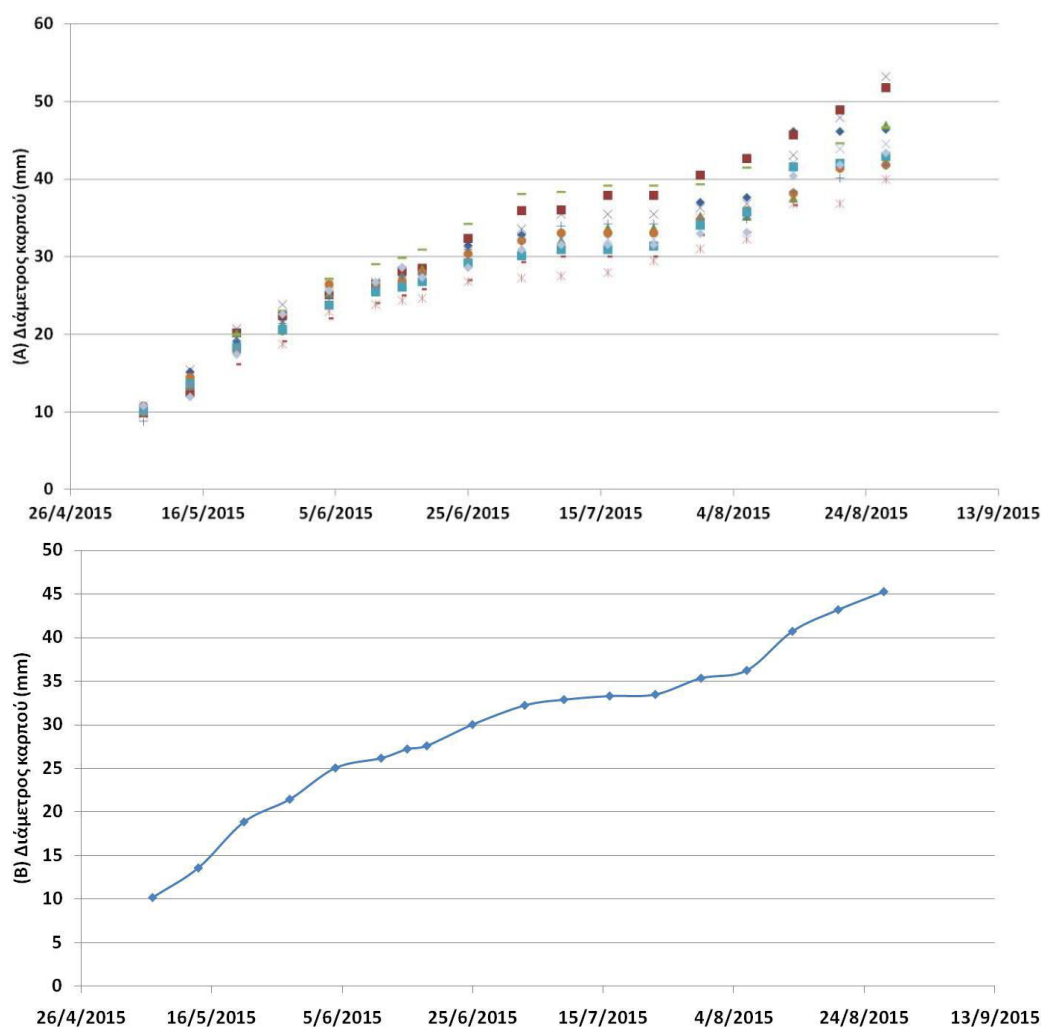
Αποτελέσματα



Εικόνα 33: Μεταβολή μήκους καρπών του Γονοτύπου Δ από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή). Το διάγραμμα A παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των καρπών που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα B παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

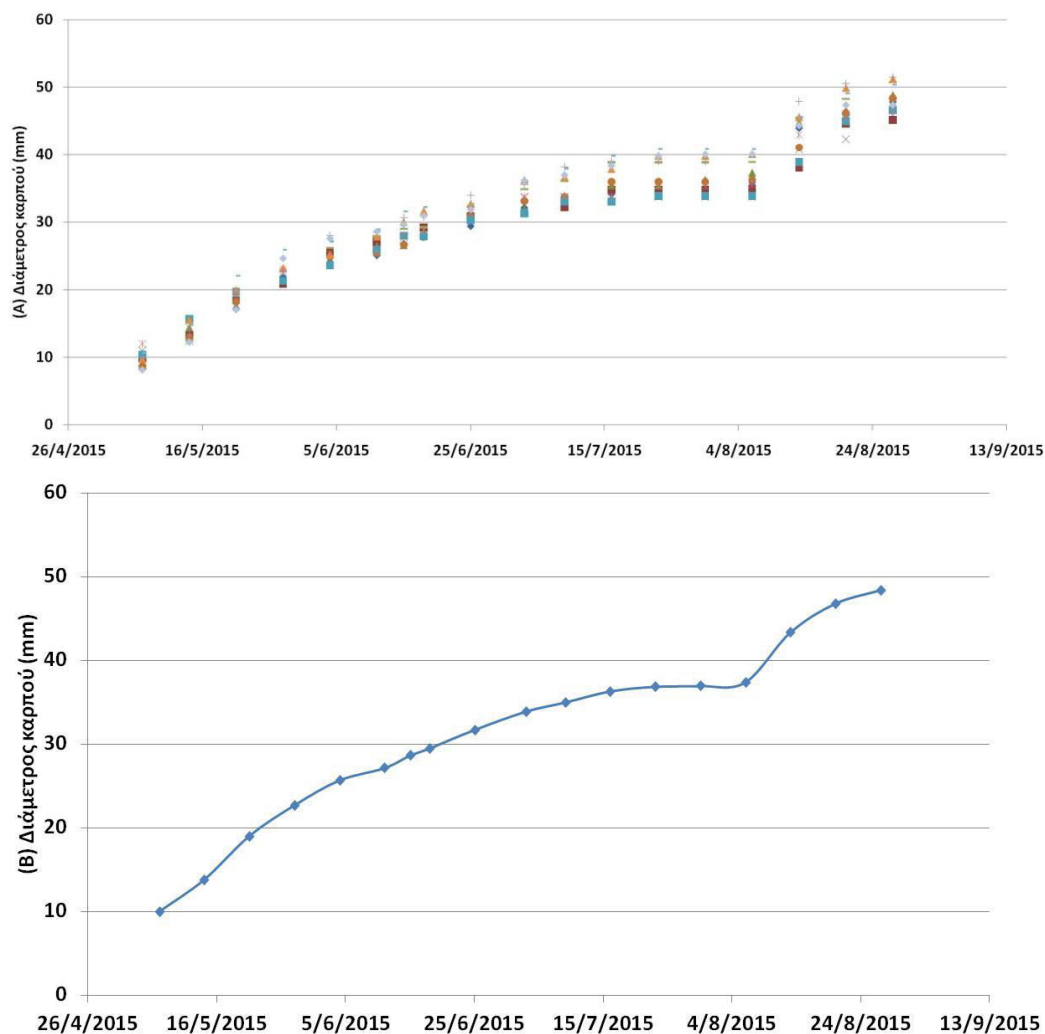
3.4.2. Διάμετρος καρπών.

Η μεταβολή της διαμέτρου των καρπών για τους Γονοτύπους Α (Εικ. 34), Β (Εικ. 35), Γ (Εικ. 36) και Δ (Εικ. 37), από την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών (07/05/2015) μέχρι και την πλήρη ωρίμανση τους (27/08/2015), παρουσίασε παρόμοια πορεία. Συγκεκριμένα, η αύξηση της διαμέτρου τους μέχρι και τις αρχές Αυγούστου περιγράφεται από μια απλή ή διπλή σιγμοειδή καμπύλη. Στη συνέχεια παρατηρήθηκε απότομη αύξηση της διαμέτρου μέχρι και την συγκομιδή, γεγονός που φαίνεται να μεταβάλλει την καμπύλη αύξησης σε διπλή ή τριπλή σιγμοειδή.



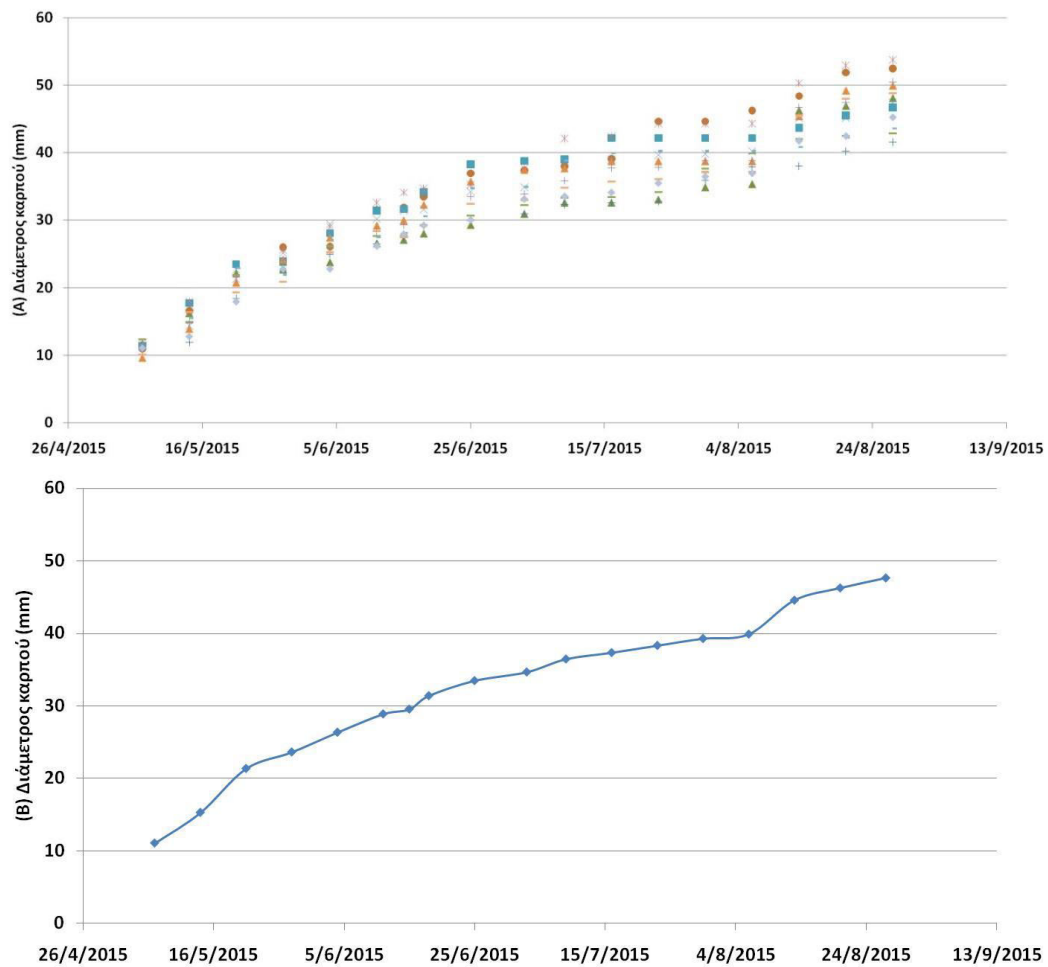
Εικόνα 34: Μεταβολή της διαμέτρου των καρπών του Γονοτύπου Α από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των καρπών που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα



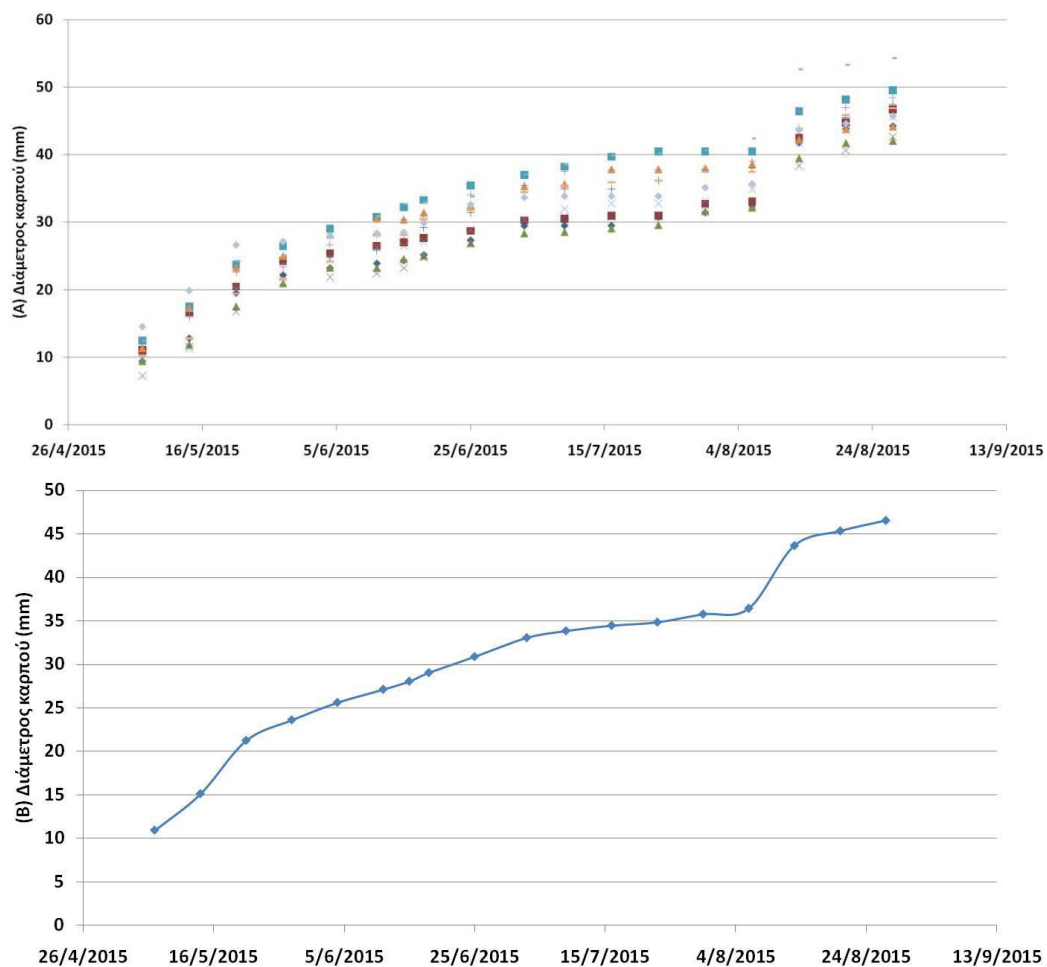
Εικόνα 35: Μεταβολή της διαμέτρου των καρπών του Γονοτύπου Β από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των καρπών που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα



Εικόνα 36: Μεταβολή της διαμέτρου των καρπών του Γονοτύπου Γ από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των καρπών που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

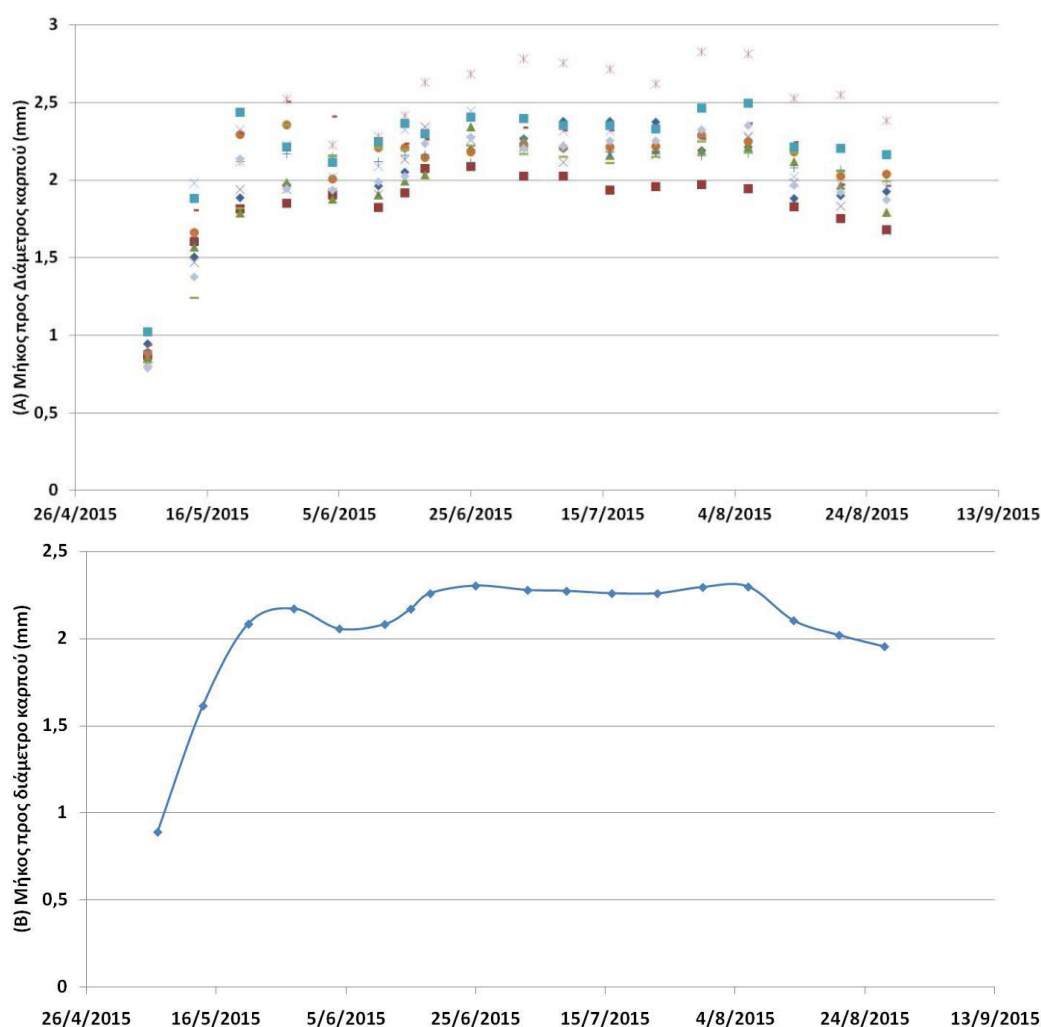
Αποτελέσματα



Εικόνα 37: Μεταβολή της διαμέτρου των καρπών του Γονοτύπου Δ από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των καρπών που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

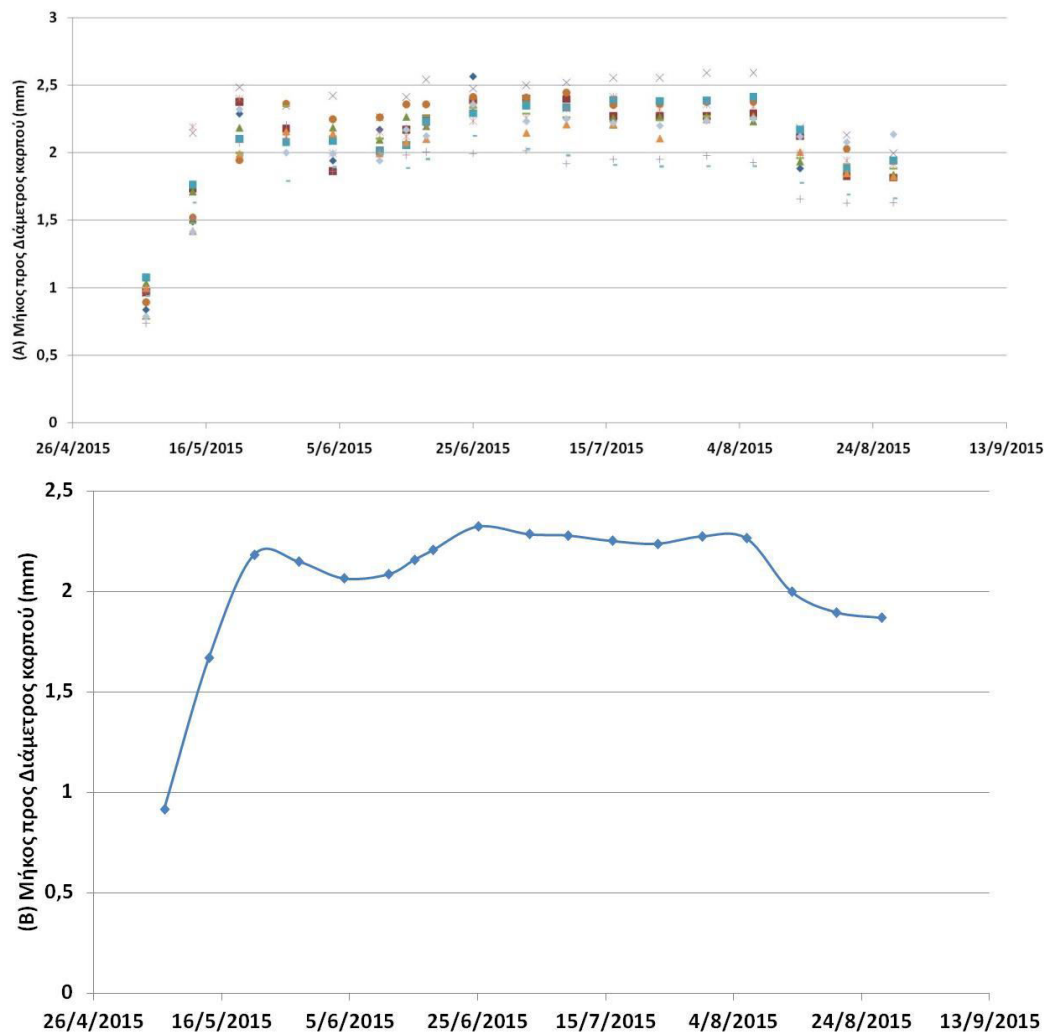
3.4.3. Λόγος μήκους προς διάμετρο καρπών.

Ο λόγος του μήκους προς τη διάμετρο των καρπών, από την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών τους (07/05/2015) μέχρι και την συγκομιδή (27/08/2015), παρουσίασε παρόμοια μεταβολή στους Γονοτύπους Α (Εικ. 38), Β (Εικ. 39), Γ (Εικ. 40) και Δ (Εικ. 41). Συγκεκριμένα, υπήρξε συνεχής και μάλιστα απότομη ανοδική τάση (από 07/05/2015 έως και περίπου στις 22/06/2015) και στη συνέχεια, αφού ελαττώθηκε ελάχιστα (έως 29/06/2015), αυξήθηκε ξανά. Ακολούθως, σταθεροποιήθηκε για μεγάλο χρονικό διάστημα (από 08/07/2015 έως 10/08/2015) και τέλος παρουσίασε τάση συνεχούς ελάττωσης (από 17/08/2015 έως 27/08/2015).



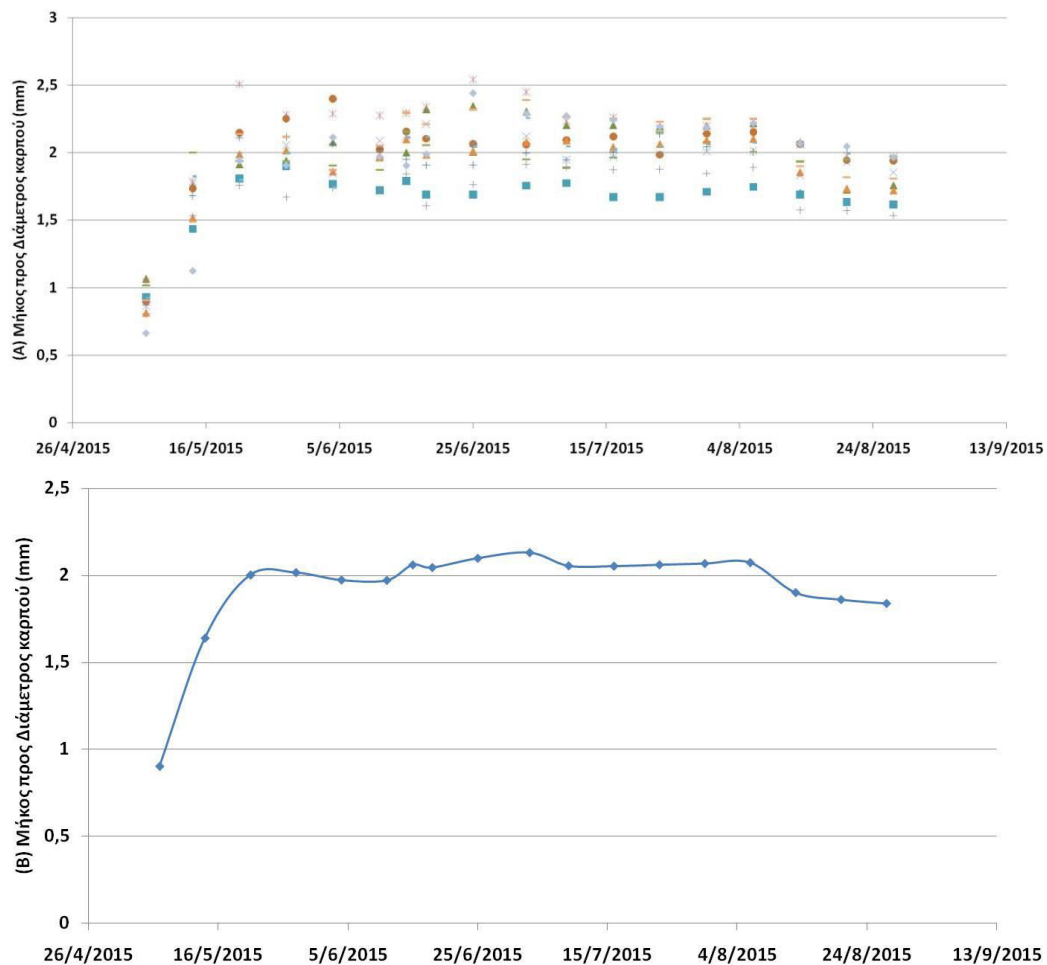
Εικόνα 38: Μεταβολή του λόγου μήκους προς διάμετρο των καρπών του Γονοτύπου Α από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των καρπών που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα



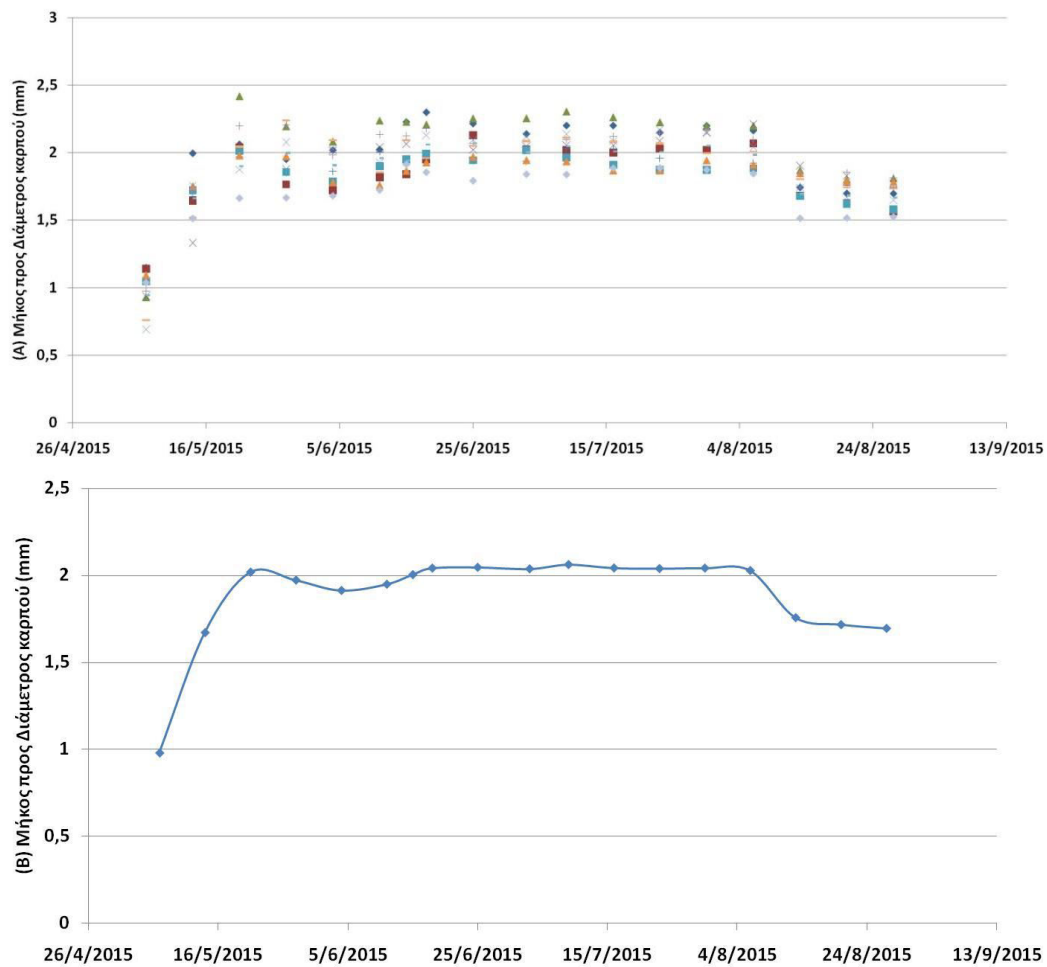
Εικόνα 39: Μεταβολή του λόγου μήκους προς διάμετρο των καρπών του Γονοτύπου Β από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των καρπών που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα



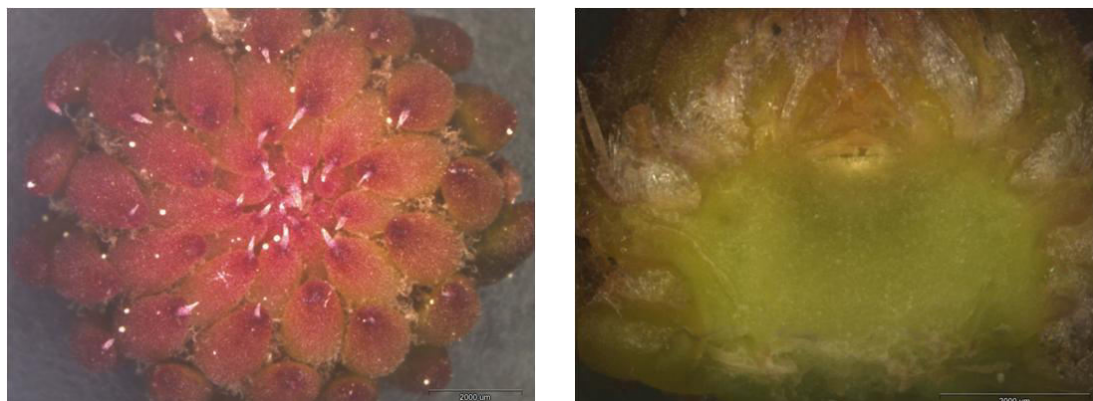
Εικόνα 40: Μεταβολή του λόγου μήκους προς διάμετρο των καρπών του Γονοτύπου Γ από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των καρπών που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

Αποτελέσματα



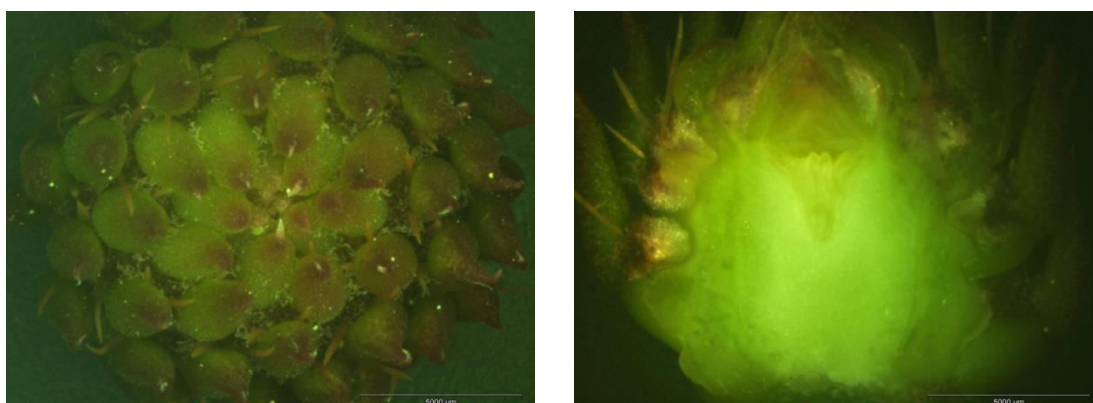
Εικόνα 41: Μεταβολή του λόγου μήκους προς διάμετρο των καρπών του Γονοτύπου Δ από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή). Το διάγραμμα Α παρουσιάζει την πορεία αύξησης όλων των καρπών που μελετήθηκαν, ενώ στο διάγραμμα Β παρουσιάζεται η μέση καμπύλη αύξησής τους.

3.5. Ανατομική και μορφολογική μελέτη ανθοφόρων οφθαλμών.



Στάδιο		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
A	1 ^ο	5,73	7,32

Εικόνα 42: Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το A (1^ο) στάδιο συλλογής τους (εντός του πίνακα αναφέρονται οι μέσες τιμές των διαστάσεων των οφθαλμών που εξετάστηκαν).



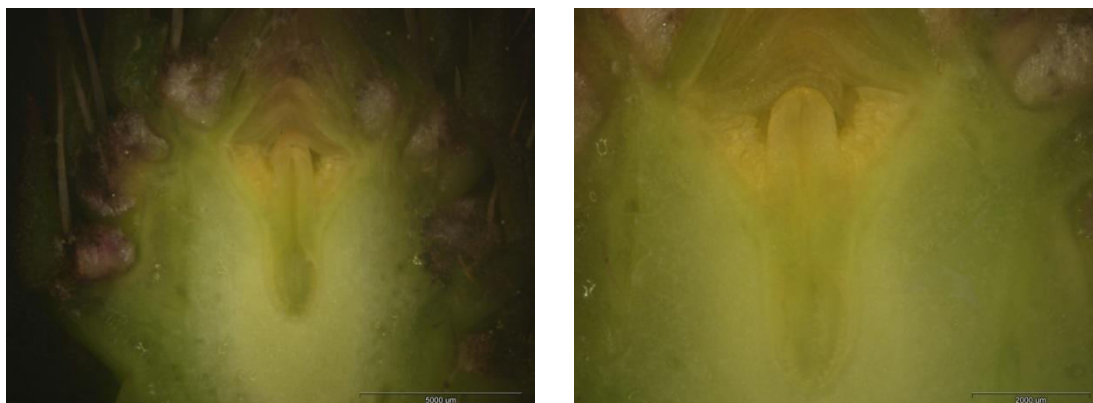
Στάδιο		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
A-B	2 ^ο	8,22	9,53

Εικόνα 43: Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το A-B (2^ο) στάδιο συλλογής τους (εντός του πίνακα αναφέρονται οι μέσες τιμές των διαστάσεων των οφθαλμών που εξετάστηκαν).

Για την καλύτερη μελέτη όλων των υπό εξέταση ανθοφόρων οφθαλμών πραγματοποιήθηκαν εγκάρσιες ή/και κατά μήκος τομές τους. Στο 1^ο στάδιο συλλογής τους, όπως φαίνεται στην Εικ. 42 (δεξιά), δεν ήταν δυνατή η διάκριση των

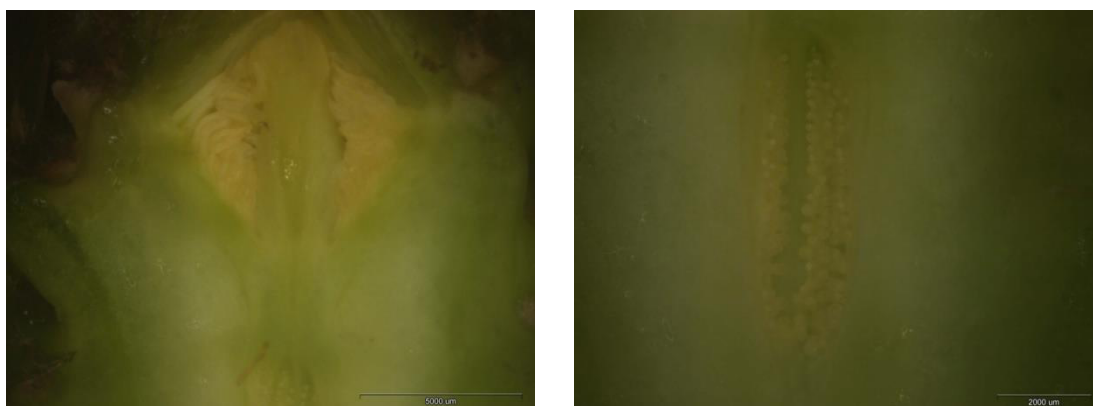
Αποτελέσματα

αναπαραγωγικών οργάνων του άνθους. Αντίθετα, παρατηρείται μια συμπαγής και υδαρής μάζα. Ωστόσο, στο 2^ο στάδιο συλλογής των οφθαλμών (Εικ. 43, δεξιά), ο ύπερος και οι καταβολές των στημόνων άρχισαν να διακρίνονται ξεκάθαρα.



Στάδιο		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
B	3 ^ο	12,4	11,19

Εικόνα 44: Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Β (3^ο) στάδιο συλλογής τους (εντός του πίνακα αναφέρονται οι μέσες τιμές των διαστάσεων των οφθαλμών που εξετάστηκαν).



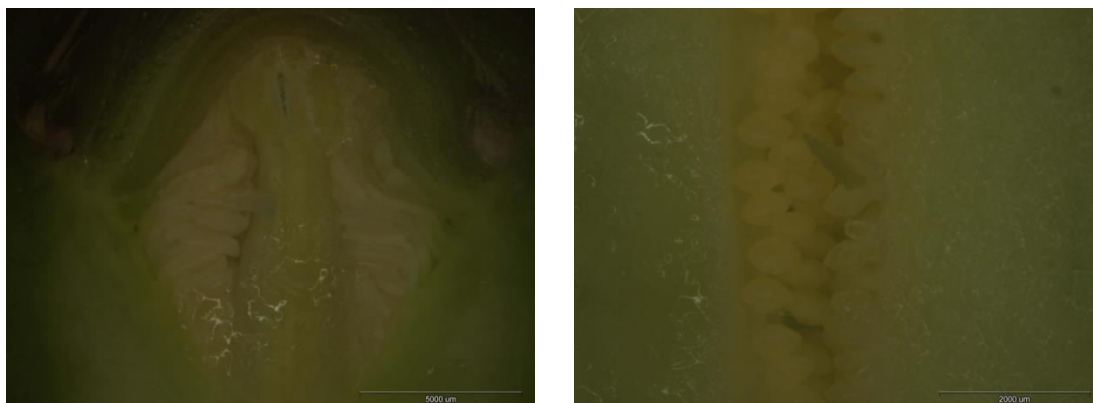
Στάδιο		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
Γ	4 ^ο	12,51	10,83

Εικόνα 45: Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Γ (4^ο) στάδιο συλλογής τους (εντός του πίνακα αναφέρονται οι μέσες τιμές των διαστάσεων των οφθαλμών που εξετάστηκαν).

Σε ακόμη μεγαλύτερο, πιο προχωρημένο, στάδιο ανάπτυξης των οφθαλμών (Εικ. 44) ήταν εμφανής η παρουσία της ωοθήκης, του στύλου και των στημόνων (νημάτων και

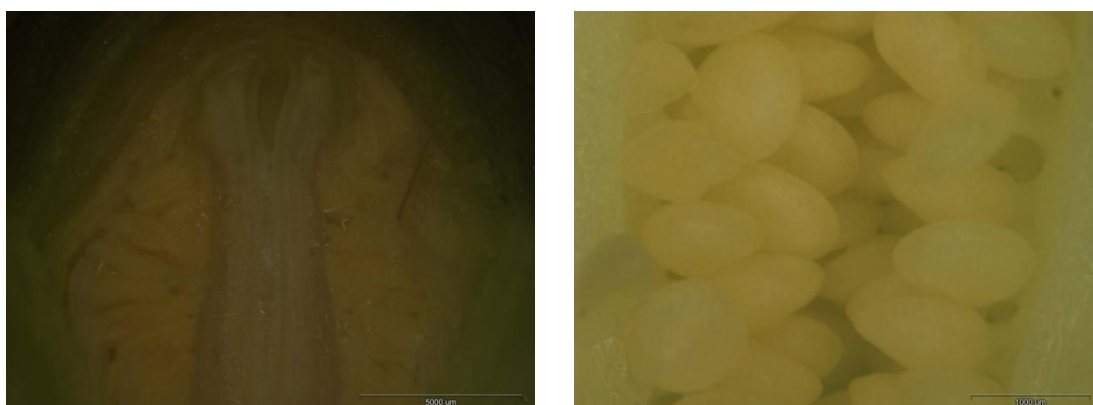
Αποτελέσματα

ανθήρων). Συγκεκριμένα, στην Εικ. 44 (δεξιά) παρατηρείται ότι η άκρη του στύλου αρχίζει να υπερυψώνεται σε σχέση με το επίπεδο που βρίσκονται οι ανθήρες. Αυτό ήταν περισσότερο έντονο στο 4^ο στάδιο συλλογής των οφθαλμών (Εικ. 45, αριστερά). Παράλληλα, σε ίδιο στάδιο (4^ο) ήταν διακριτή η παρουσία των σπερματικών βλαστών εντός της ωοθήκης (Εικ. 45, δεξιά).



Στάδιο		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
Δ	5 ^ο	26,81	14,40

Εικόνα 46: Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Δ (5^ο) στάδιο συλλογής τους (εντός του πίνακα αναφέρονται οι μέσες τιμές των διαστάσεων των οφθαλμών που εξετάστηκαν).



Στάδιο		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
Ε	6 ^ο	38,76	18,04

Εικόνα 47: Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Ε (6^ο) στάδιο συλλογής τους (εντός του πίνακα αναφέρονται οι μέσες τιμές των διαστάσεων των οφθαλμών που εξετάστηκαν).

Στα στάδια 5^ο (Εικ. 46), 6^ο (Εικ. 47) και 7^ο (Εικ. 48), το στίγμα ήταν κάπως πεπλατυσμένο και μάλιστα διακρίνονταν στο άκρο του οι διακλαδώσεις του στύλου,

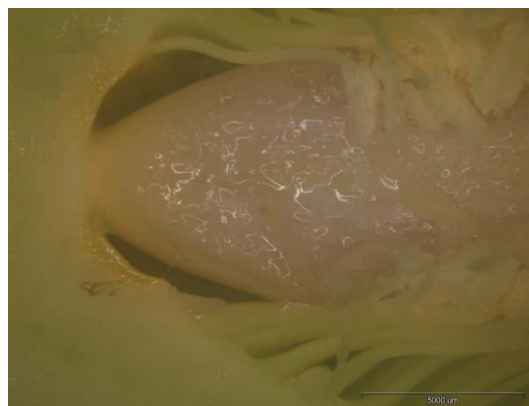
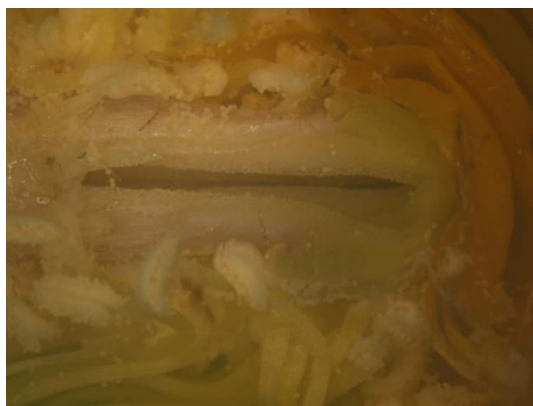
Αποτελέσματα

που είναι, επομένως, πολυσχιδής. Οι στήμονες ήταν περισσότερο οργανωμένοι, αφού τα νήματα και οι ανθήρες τους είχαν αναπτυχθεί αρκετά και διακρίνονταν ξεκάθαρα. Αναφορικά με τις σπερματικές βλάστες, αυτές ήταν αρκετά πιο ανεπτυγμένες, συγκριτικά με τα προηγούμενα στάδια.



Στάδιο		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
Z	7°	53,31	25,12

Εικόνα 48: Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Z (7^ο) στάδιο συλλογής τους (εντός του πίνακα αναφέρονται οι μέσες τιμές των διαστάσεων των οφθαλμών που εξετάστηκαν).



Στάδιο		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
Θ	8°	72,12	55,43

Εικόνα 49: Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Θ (8^ο) στάδιο συλλογής τους (εντός του πίνακα αναφέρονται οι μέσες τιμές των διαστάσεων των οφθαλμών που εξετάστηκαν).

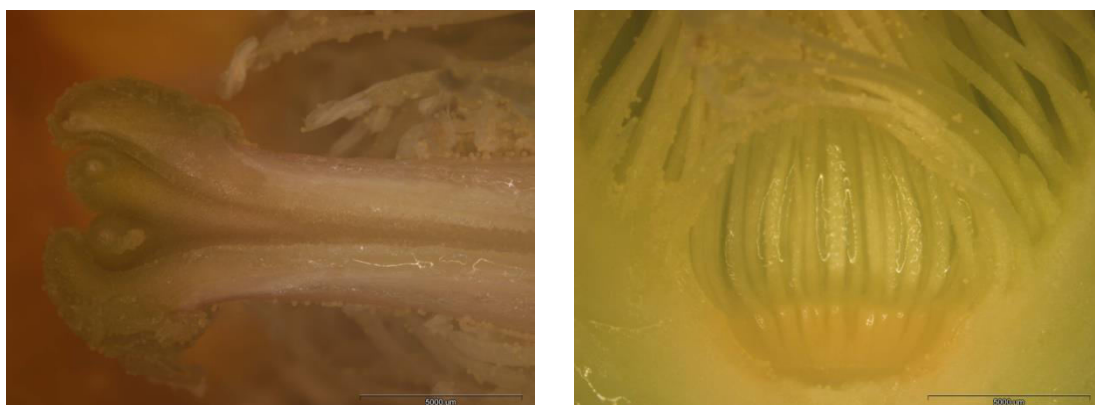
Αποτελέσματα

Στο 8^ο στάδιο (Εικ. 49, αριστερά) συλλογής των ανθοφόρων οφθαλμών, δηλαδή λίγο πριν την άνθιση, παρατηρήθηκε διασπορά γύρης από τους ανθήρες, εντός των κλειστών ακόμα ανθέων. Στην Εικ. 49 (δεξιά), το κατώτερο τμήμα του στύλου αρχίζει να απομακρύνεται, κατά πλάτος, από το υπόλοιπο τμήμα του άνθους, όπου βρίσκονταν οι βάσεις των νημάτων.



Στάδιο		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
I	9 ^ο	89,16	57,28

Εικόνα 50: Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το I (9^ο) στάδιο συλλογής τους (εντός του πίνακα αναφέρονται οι μέσες τιμές των διαστάσεων των οφθαλμών που εξετάστηκαν).

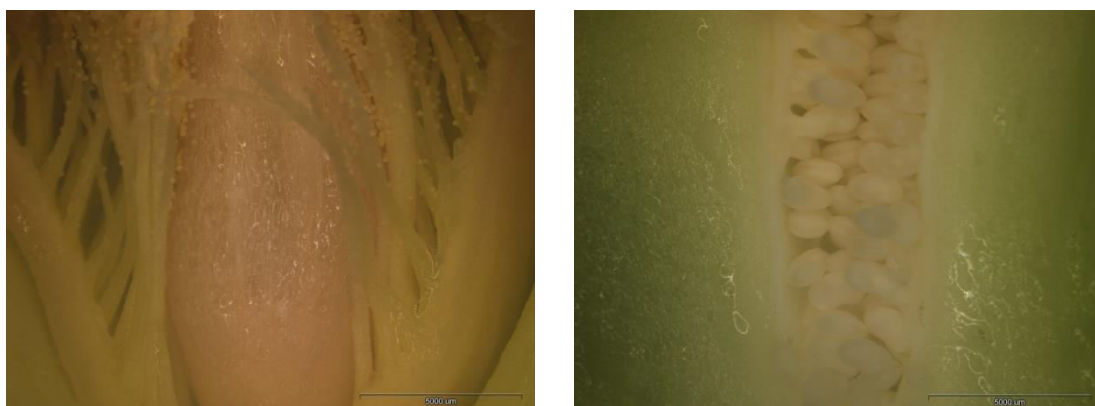


Στάδιο		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
K	10 ^ο	81,26	46,37

Εικόνα 51: Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το K (10^ο) στάδιο συλλογής τους (εντός του πίνακα αναφέρονται οι μέσες τιμές των διαστάσεων των οφθαλμών που εξετάστηκαν).

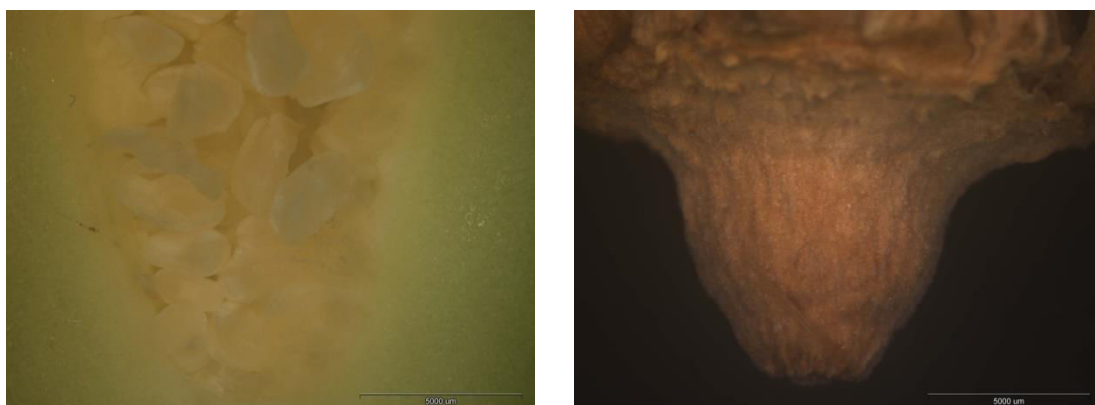
Αποτελέσματα

Στα στάδια 9° (Εικ. 50), 10° (Εικ. 51) και 11° (Εικ. 52) παρατηρήθηκαν ακόμη πιο ξεκάθαρα τα χαρακτηριστικά των αναπαραγωγικών οργάνων, στημόνων και υπέρου, αφού είχαν αυξηθεί και αποκτήσει το τελικό τους μέγεθος (πλήρης άνθηση). Παράλληλα, παρατηρείται μια αλλαγή στην όψη ορισμένων σπερματικών βλαστών (φαίνονται πιο γεμάτες), πιθανόν λόγω γονιμοποίησής τους πριν το άνοιγμα των ανθέων.



Στάδιο		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
Λ	11°	76,32	57,18

Εικόνα 52: Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Λ (11⁰) στάδιο συλλογής τους (εντός του πίνακα αναφέρονται οι μέσες τιμές των διαστάσεων των οφθαλμών που εξετάστηκαν).

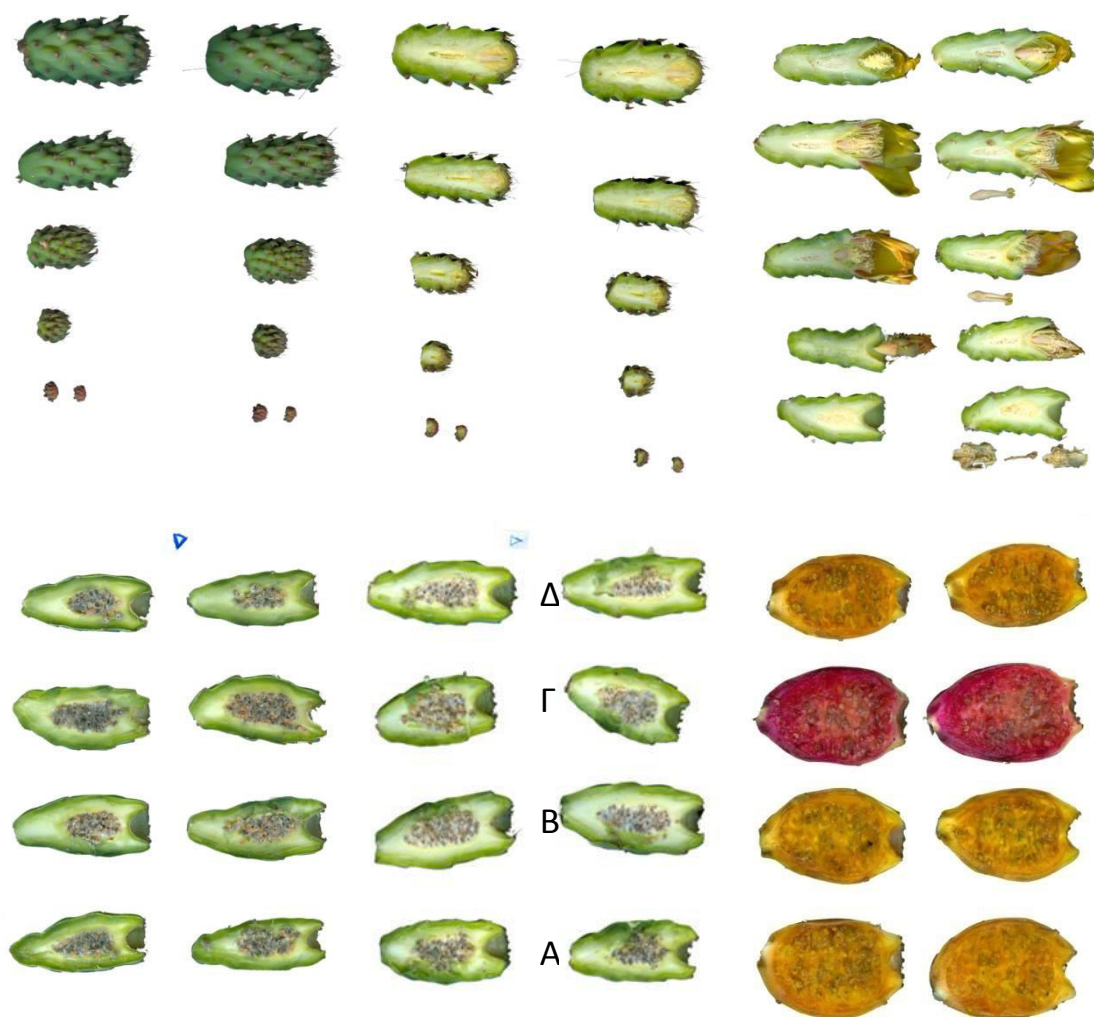


Στάδιο		Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
Μ	12°	61,56	58,39

Εικόνα 53: Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Μ (12⁰) στάδιο συλλογής τους (εντός του πίνακα αναφέρονται οι μέσες τιμές των διαστάσεων των οφθαλμών που εξετάστηκαν).

Στο τελευταίο στάδιο (12^0 , M), λίγες μέρες μετά την καρπόδεση, παρατηρείται αποκόλληση, από το άκρο της ανθοδόχης, τμήματος του άνθους, αποτελούμενο από τα πέταλα, το στύλο και τους στήμονες (Εικ. 53, δεξιά). Τέλος, οι περισσότερες σπερματικές βλάστες φαίνεται να ήταν γονιμοποιημένες (Εικ. 53, αριστερά).

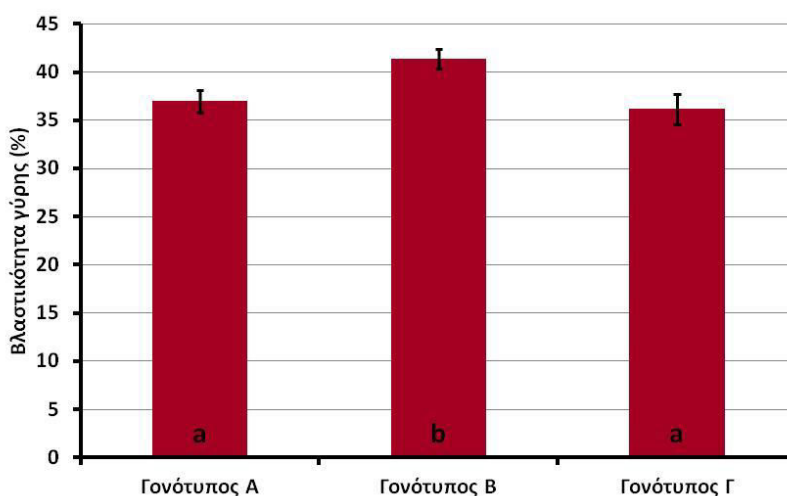
3.6. Φωτογραφική αποτύπωση της εξέλιξης των ανθοφόρων οφθαλμών και των καρπών.



Εικόνα 54: Φωτογραφική απεικόνιση της εξέλιξης των ανθοφόρων οφθαλμών, από την έκπτυξή τους (πάνω αριστερά) μέχρι και την πλήρη άνθηση-καρπόδεση (πάνω δεξιά), καθώς και των καρπών των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ, από την καρπόδεση (κάτω αριστερά) μέχρι και την πλήρη ωρίμανση (κάτω δεξιά).

Αρχικά, η εξωτερική όψη των ανθοφόρων οφθαλμών (Εικ. 54, πάνω-αριστερά) είναι καταπράσινη και διακρίνονται οι δεσμίδες με τ' αγκάθια (γλοχίδες). Στο εσωτερικό τμήμα των οφθαλμών (Εικ. 54, πάνω-κέντρο) αρχίζουν να διακρίνονται τα αναπαραγωγικά όργανα του άνθους. Στην συνέχεια, οι οφθαλμοί γίνονται πιο πελατυσμένοι στην κορυφή τους και χωρίς έντονες γωνίες στη βάση τους, στο σημείο που συνδέονται με το κλαδόδιο (Εικ. 54, πάνω-δεξιά). Μετά, αρχίζουν και διογκώνονται από την μέση προς το άκρο, ενώ μικρού μεγέθους σπέρματα έχουν αρχίσει να κάνουν αισθητή την παρουσία τους (Εικ. 54, κάτω-αριστερά). Στην συνέχεια και μέχρι την ωρίμανση, το μέγεθος των καρπών αυξάνεται, το χρώμα τους, εξωτερικά και εσωτερικά, γίνεται πρασινοκίτρινο, κιτρινοπορτοκαλί, πορτοκαλί έως και ελαφρώς κόκκινο, ανάλογα με τον Γονότυπο. Κατά την πλήρη ωρίμανση, σημαντικό ποσοστό των αγκαθιών απομακρύνεται φυσιολογικά (πτώση) (Εικ. 54, κάτω-αριστερά).

3.7. Βλαστικότητα γύρης.

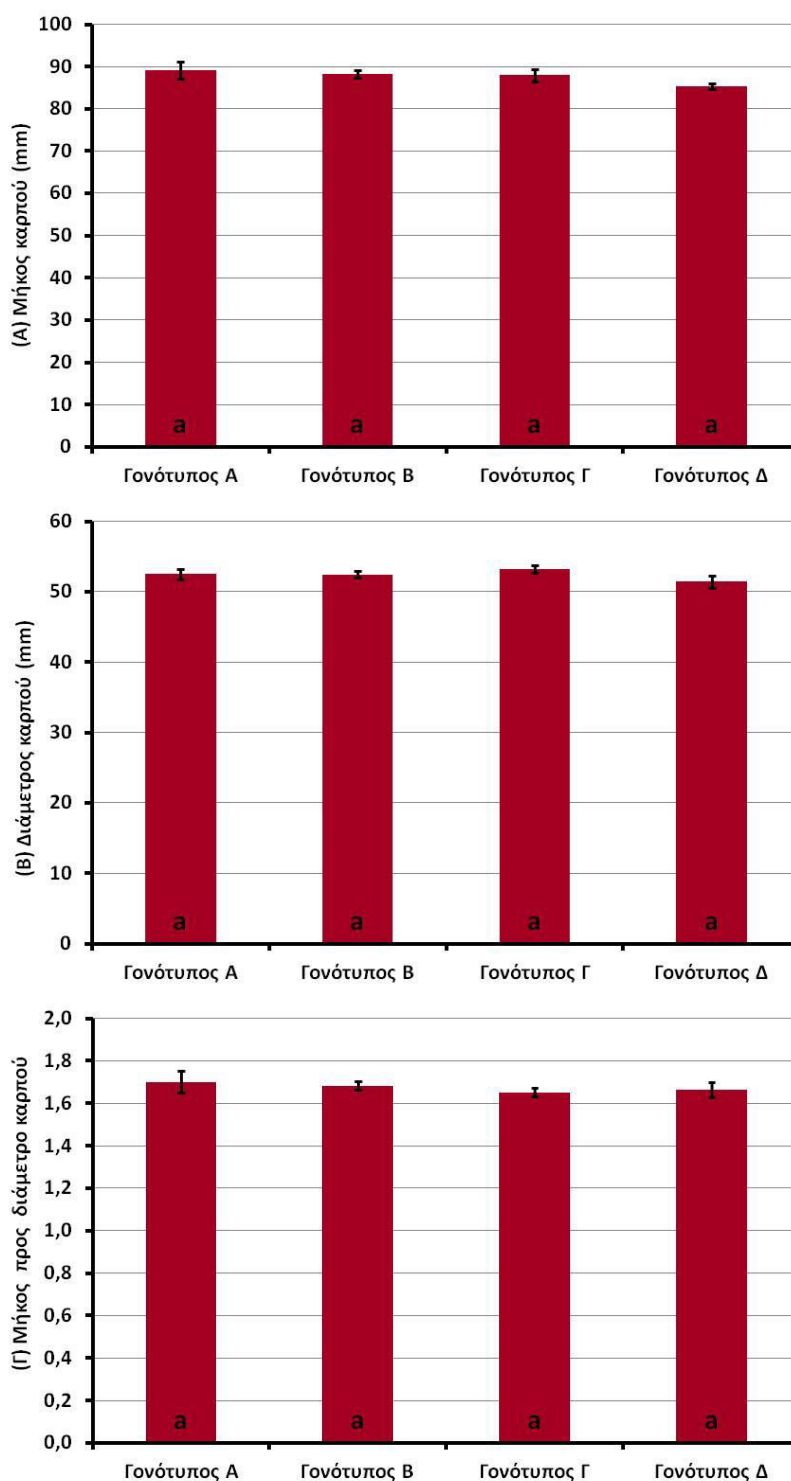


Εικόνα 55: Ποσοστά βλάστησης των γυρεόκοκκων των Γονοτύπων Α, Β και Γ, μετά από *in-vitro* καλλιέργειά τους σε τριβλία με κατάλληλο στερεό θρεπτικό υπόστρωμα και διατήρησή τους για 24 h σε σκοτάδι στους 24 ± 1 °C. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test, $P\leq 0,05$*).

Το ποσοστό βλάστησης των γυρεόκοκκων του Γονοτύπου Β (41,35 %) ήταν σημαντικά αυξημένο συγκριτικά με τους Γονοτύπους Α (36,98 %) και Γ (36,16 %) (Εικ. 55).

3.8. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών.

3.8.1. Μήκος, διάμετρος και μήκος προς διάμετρο καρπών.

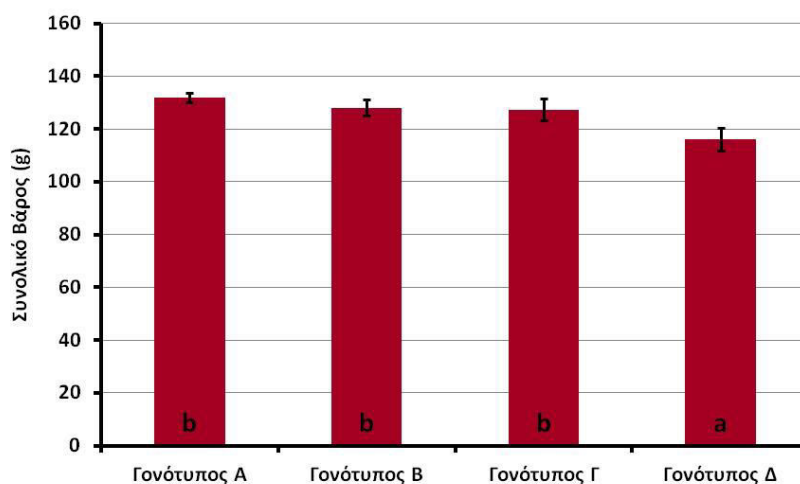


Εικόνα 56: Μήκος (Α), διάμετρος (Β) και λόγος μήκους προς διάμετρο (Γ) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

Αποτελέσματα

Το μήκος των καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ κυμάνθηκε από 85,43 έως 89,20 mm (Εικ. 56Α), ενώ η διάμετρός τους από 51,41 έως 53,22 mm (Εικ. 56Β), χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων. Παράλληλα, ο λόγος του μήκους προς τη διάμετρο του καρπού (Εικ. 56Γ) κυμάνθηκε από 1,67 έως 1,70, χωρίς να υπάρχουν και πάλι σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων.

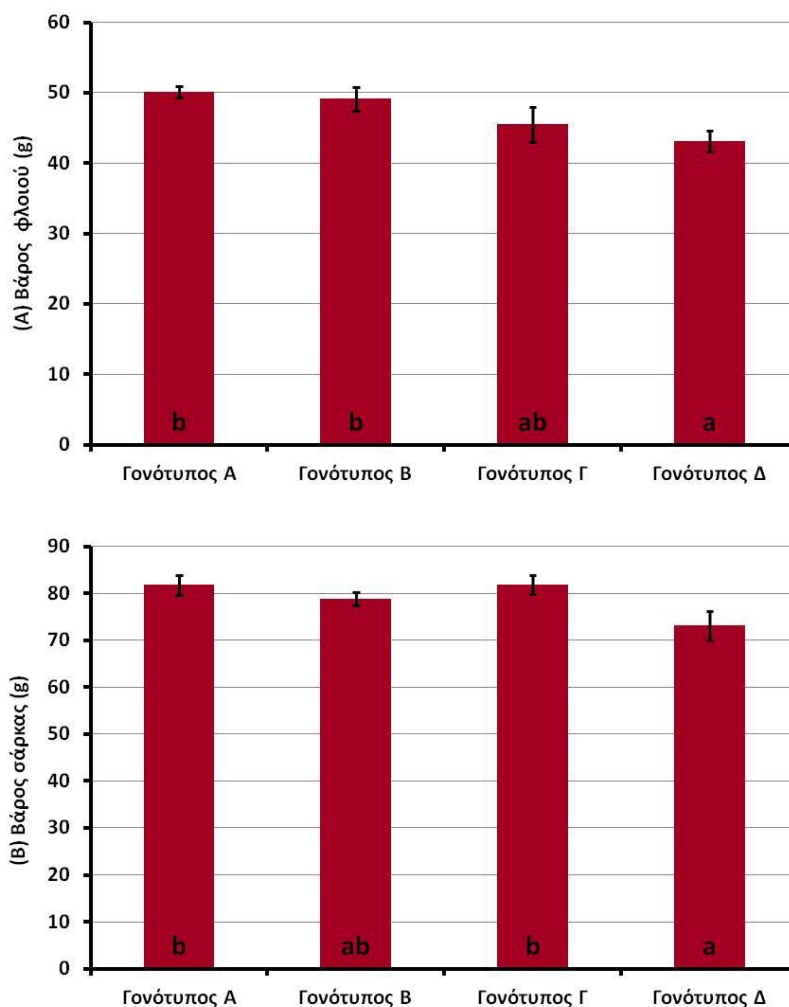
3.8.2. Συνολικό Βάρος καρπών.



Εικόνα 57: Συνολικό βάρος καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$*).

Όσον αφορά το συνολικό βάρος των καρπών, ο Γονότυπος Δ (116,17 g) είχε το μικρότερο βάρος καρπού σε σχέση με τους Γονοτύπους Α (131,84 g), Β (128,01 g) και Γ (127,27 g) (Εικ. 57).

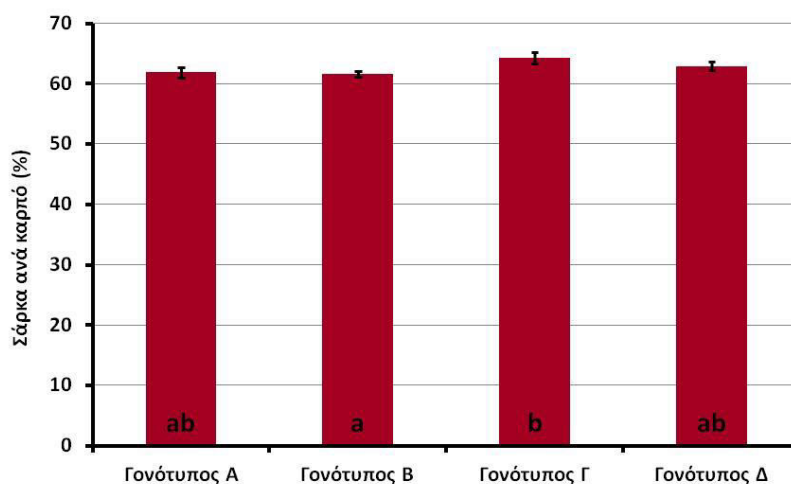
3.8.3. Βάρος φλοιού και σάρκας.



Εικόνα 58: Βάρος φλοιού (Α) και βάρος σάρκας (Β) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test*, $P \leq 0,05$).

Το βάρος του φλοιού ανά καρπό κυμάνθηκε από 43,09 g (Γονότυπος Δ) έως 50,11 g (Γονότυπος Α) (Εικ. 58Α), με το Γονότυπο Δ να διαφέρει σημαντικά από τους Γονοτύπους Α και Β. Το βάρος της σάρκας ανά καρπό στον Γονότυπο Δ (73,08 g) ήταν σημαντικά μικρότερο από αυτό των Γονοτύπων Α (81,73 g) και Γ (81,76 g) (Εικ. 58Β).

3.8.4. Αναλογία σάρκα ανά καρπό.

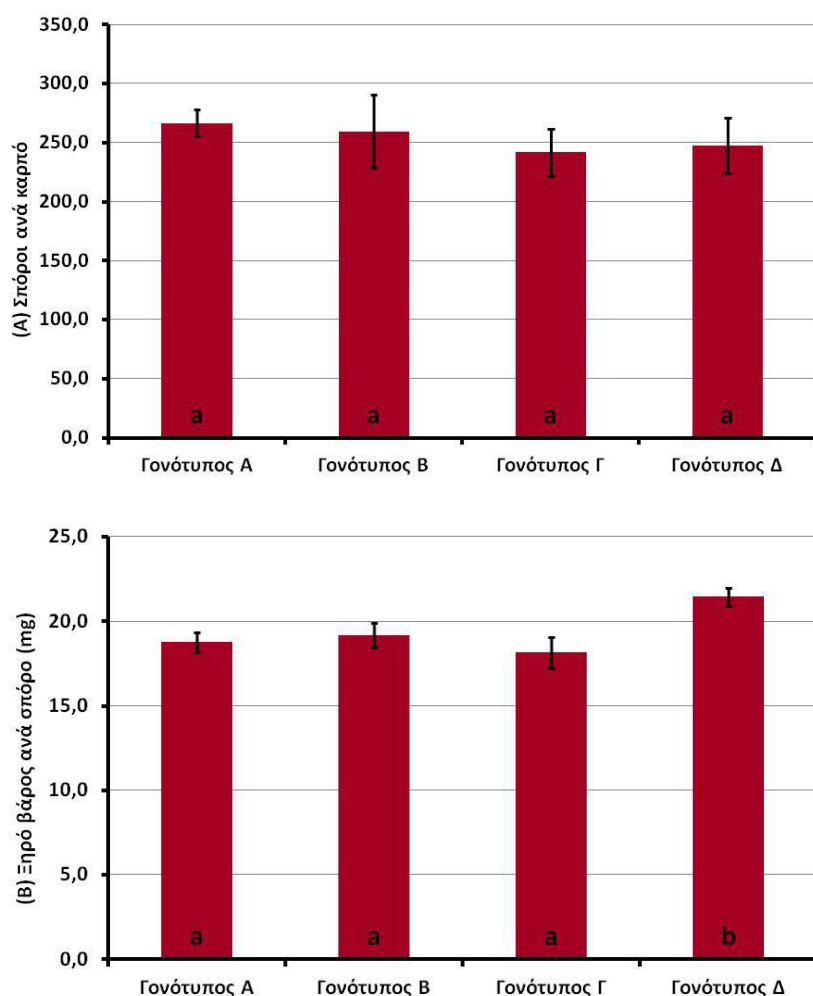


Εικόνα 59: Ποσοστιαία (%) αναλογία σάρκας ανά καρπό στους Γονοτύπους φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test*, $P \leq 0,05$).

Η επί της εκατό (%) αναλογία σάρκας ανά καρπό φραγκοσυκιάς ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στον Γονότυπο Γ (64,24 %) σε σχέση με τον Γονότυπο Β (61,57 %) (Εικ. 59).

3.8.5. Αριθμός και ξηρό βάρος σπόρων.

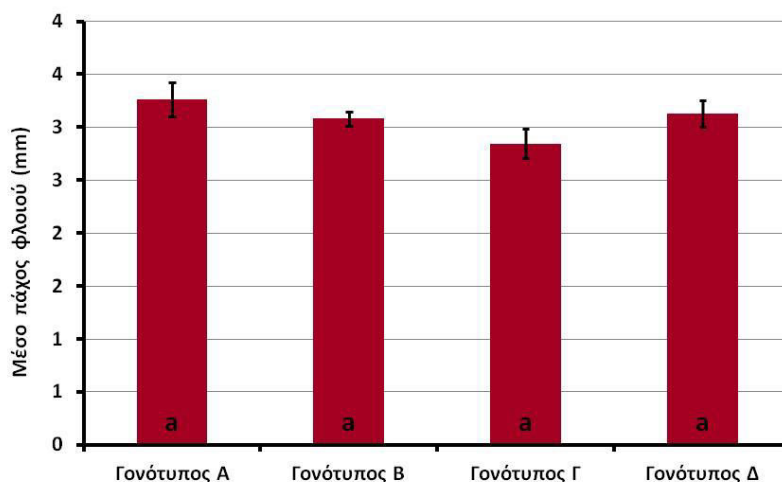
Οι σπόροι στους καρπούς των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ της φραγκοσυκιάς κυμάνθηκαν από 247 έως 266, χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων αυτών (Εικ. 60Α). Το ξηρό βάρος ανά σπόρο ήταν σημαντικά μεγαλύτερο στον Γονότυπο Δ (21,44 mg) σε σχέση με τους υπόλοιπους Γονότυπους (Α, Β και Γ), που κυμάνθηκε από 18,20 έως 19,17 mg (Εικ. 60Β).



Εικόνα 60: Συνολικός αριθμός σπόρων (Α) και ξηρό βάρος ανά σπόρο (Β) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

3.8.6. Μέσο πάχος φλοιού.

Αναφορικά με το μέσο πάχος του φλοιού των καρπών της φραγκοσυκιάς, οι τιμές του κυμάνθηκαν από 2,8 έως 3,2 mm, χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων που μελετήθηκαν (Εικ. 61).

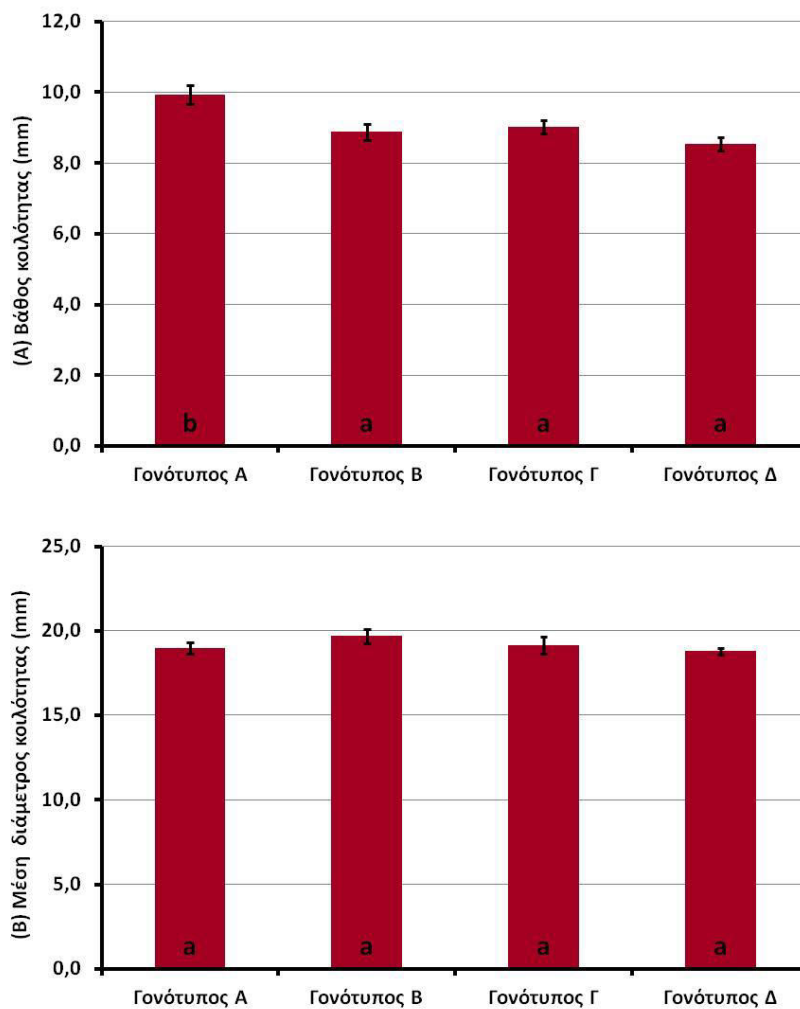


Εικόνα 61: Μέσο πάχος φλοιού καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$*).

3.8.7. Βάθος και διάμετρος κοιλότητας καρπών.

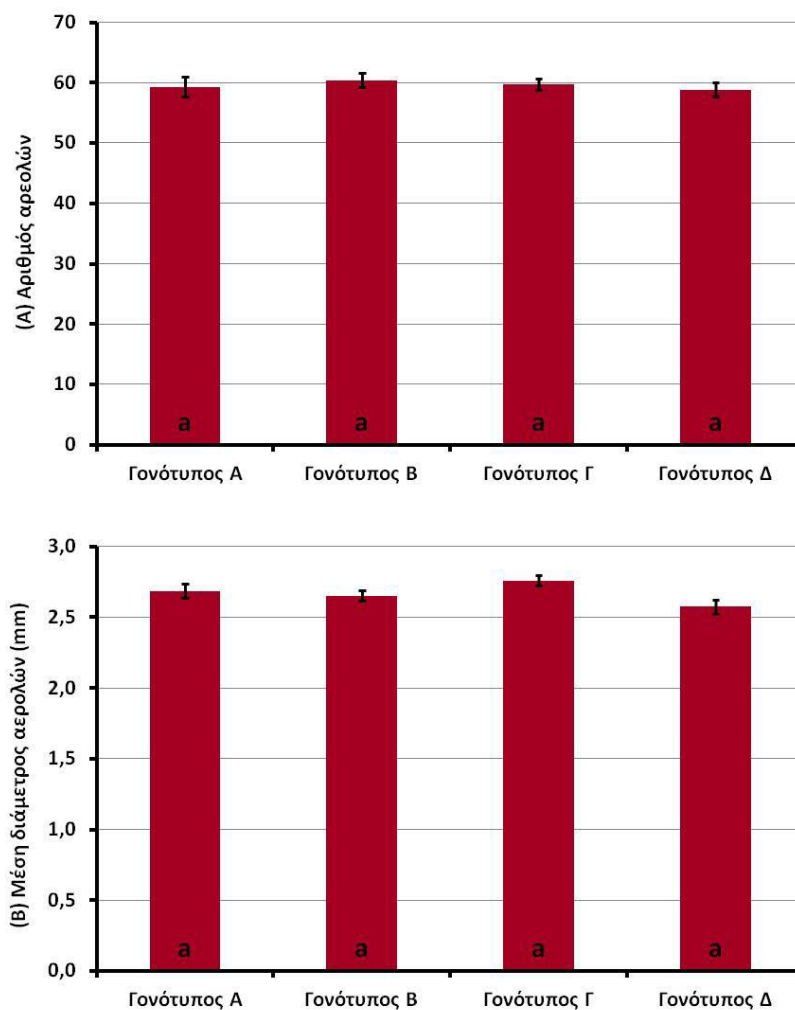
Το βάθος της κοιλότητας, που σχηματίζεται στο αντίθετο από τον ποδίσκο άκρο των καρπών, κυμάνθηκε από 8,5 mm (Γονότυπος Δ) έως 9,9 mm (Γονότυπος Α), με σημαντικά αυξημένες τιμές να παρατηρούνται στον Γονότυπο Α σε σχέση με τους Γονότυπους Β, Γ και Δ (Εικ. 62Α). Η μέση διάμετρος της κοιλότητας των καρπών ήταν γύρω στα 18,5 mm, χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων Γονοτύπων (Εικ. 62Β).

Αποτελέσματα



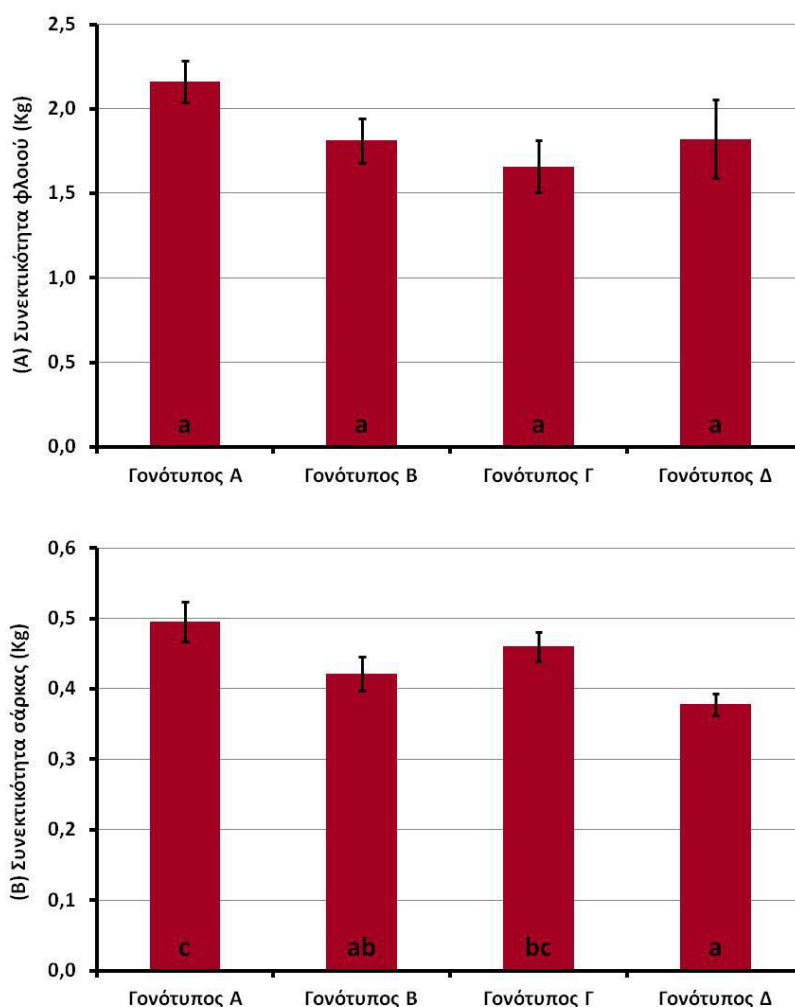
Εικόνα 62: Βάθος (Α) και μέση διάμετρο κοιλότητας (Β) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

3.8.8. Αριθμός και μέση διάμετρος αρεολών.



Εικόνα 63: Αριθμός (Α) και μέση διάμετρο αρεολών (Β) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

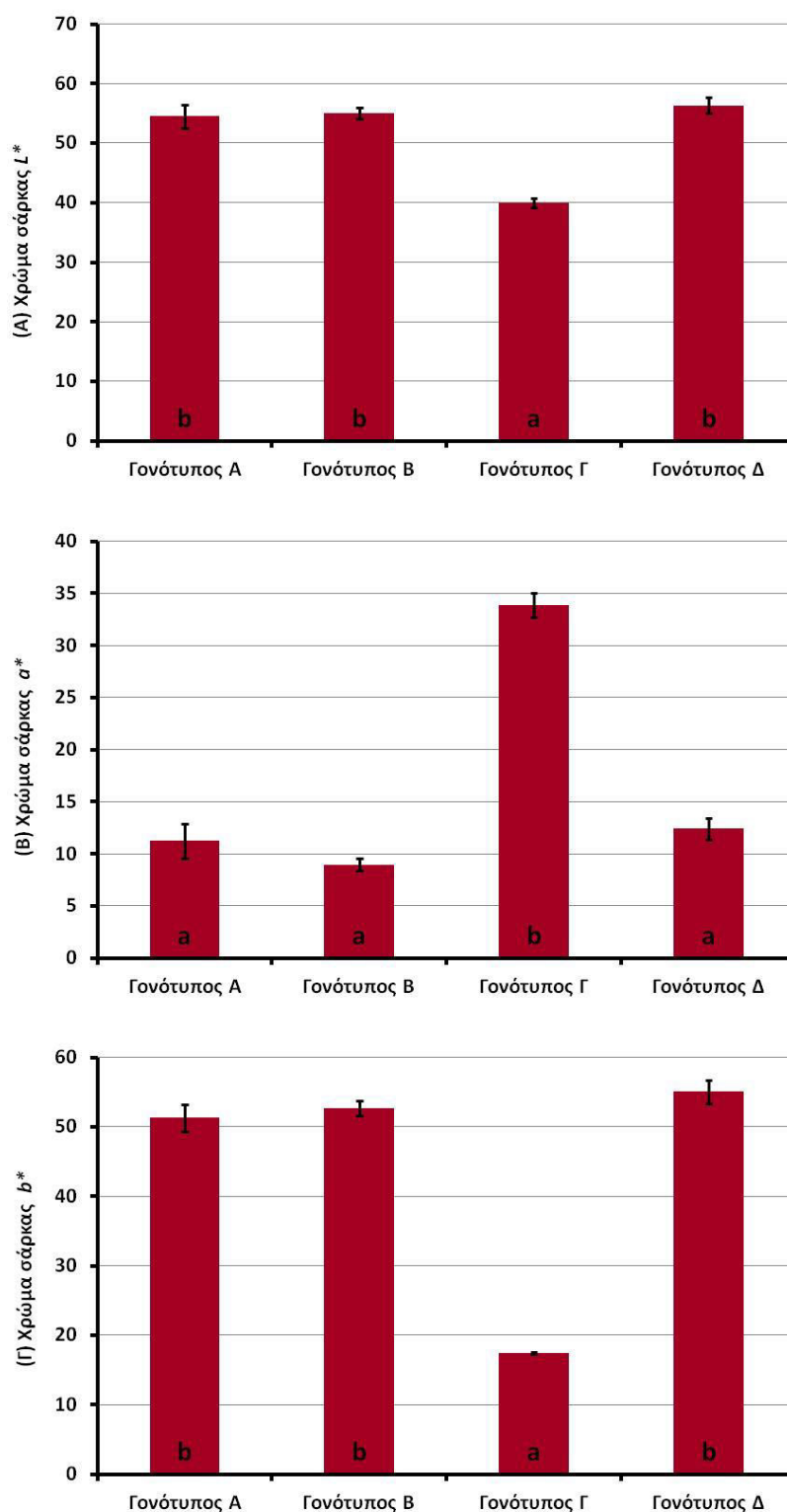
Ο αριθμός των αρεολών ανά καρπό (Εικ. 63Α) για όλους τους Γονοτύπους (Α, Β, Γ, Δ) φραγκοσυκιάς ήταν περίπου 59 και η μέση διάμετρος των αρεολών (Εικ. 63Β) γύρω στα 2,7 mm, χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων.

3.8.9. Συνεκτικότητα φλοιού και σάρκας.

Εικόνα 64: Συνεκτικότητα φλοιού (Α) και συνεκτικότητα σάρκας (Β) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test*, $P \leq 0,05$).

Η συνεκτικότητα του φλοιού (Εικ. 64Α) κυμάνθηκε από 1,6 έως 2,1 kg στους καρπούς όλων των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς που μελετήθηκαν (Α, Β, Γ, Δ), χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η συνεκτικότητα της σάρκας των καρπών ήταν σημαντικά μικρότερη (0,37 kg) στον Γονότυπο Δ, συγκριτικά με τον Γονότυπο Α (0,49 kg) (Εικ. 64Β).

3.8.10. Χρωματικές παράμετροι L^* , a^* και b^* σάρκας.



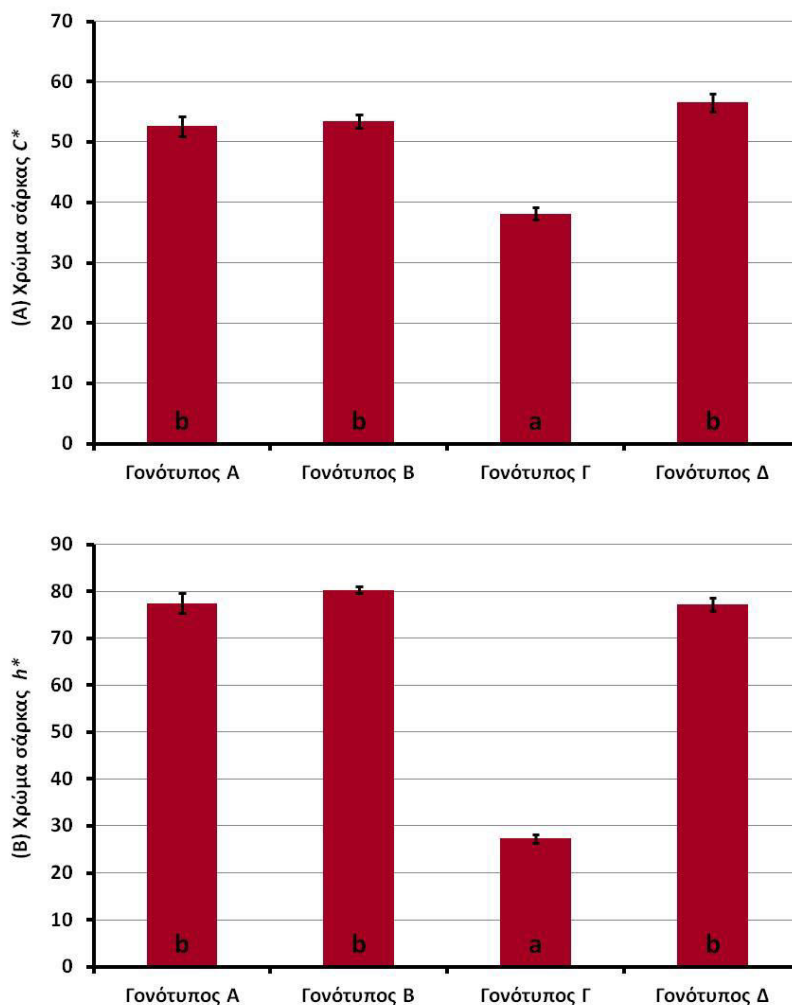
Εικόνα 65: Χρωματικές παράμετροι L^* (Α), a^* (Β) και b^* (Γ) στη σάρκα καρπών των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

Την μικρότερη τιμή φωτεινότητας (L^*) στη σάρκα των καρπών είχε ο Γονότυπος Γ (39,98) που διέφερε σημαντικά από τους άλλους Γονοτύπους: Α (54,48), Β (54,98) και Δ (56,33) (Εικ. 65Α). Η χρωματική παράμετρος a^* στη σάρκα των καρπών του Γονότυπου Γ έλαβε σημαντικά μεγαλύτερες τιμές (33,86) σε σχέση με το Γονότυπο Α, που ήταν 11,23, το Γονότυπο Β, που ήταν 8,98, και το Γονότυπο Δ, που ήταν 12,42. Οι Γονότυποι Α, Β και Δ δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους (Εικ. 65Β). Ωστόσο, η χρωματική παράμετρος b^* για το Γονότυπο Γ ήταν κατά πολύ μικρότερη (17,44) από ότι στους Γονοτύπους Α (51,28), Β (52,66) και Δ (55,08) (Εικ. 65Γ).

3.8.11. Χρωματικές παράμετροι C^* και h^o σάρκας.

Οι τιμές της παραμέτρου C^* (*Chroma*) της σάρκας των καρπών στο Γονότυπο Γ ήταν σημαντικά μικρότερες (38,10) σε σχέση με τους Γονοτύπους Α, Β και Δ, που κυμάνθηκαν μεταξύ 52,61 και 56,51 (Εικ. 66Α). Αναφορικά με τις τιμές της παραμέτρου h^o (*Hue angle*) της σάρκας των καρπών του Γονότυπου Γ, ήταν σημαντικά μικρότερες (27,32) σε σχέση με τους Γονοτύπους Α (77,48), Β (80,31) και Δ (77,19) (Εικ. 66Β).

Αποτελέσματα

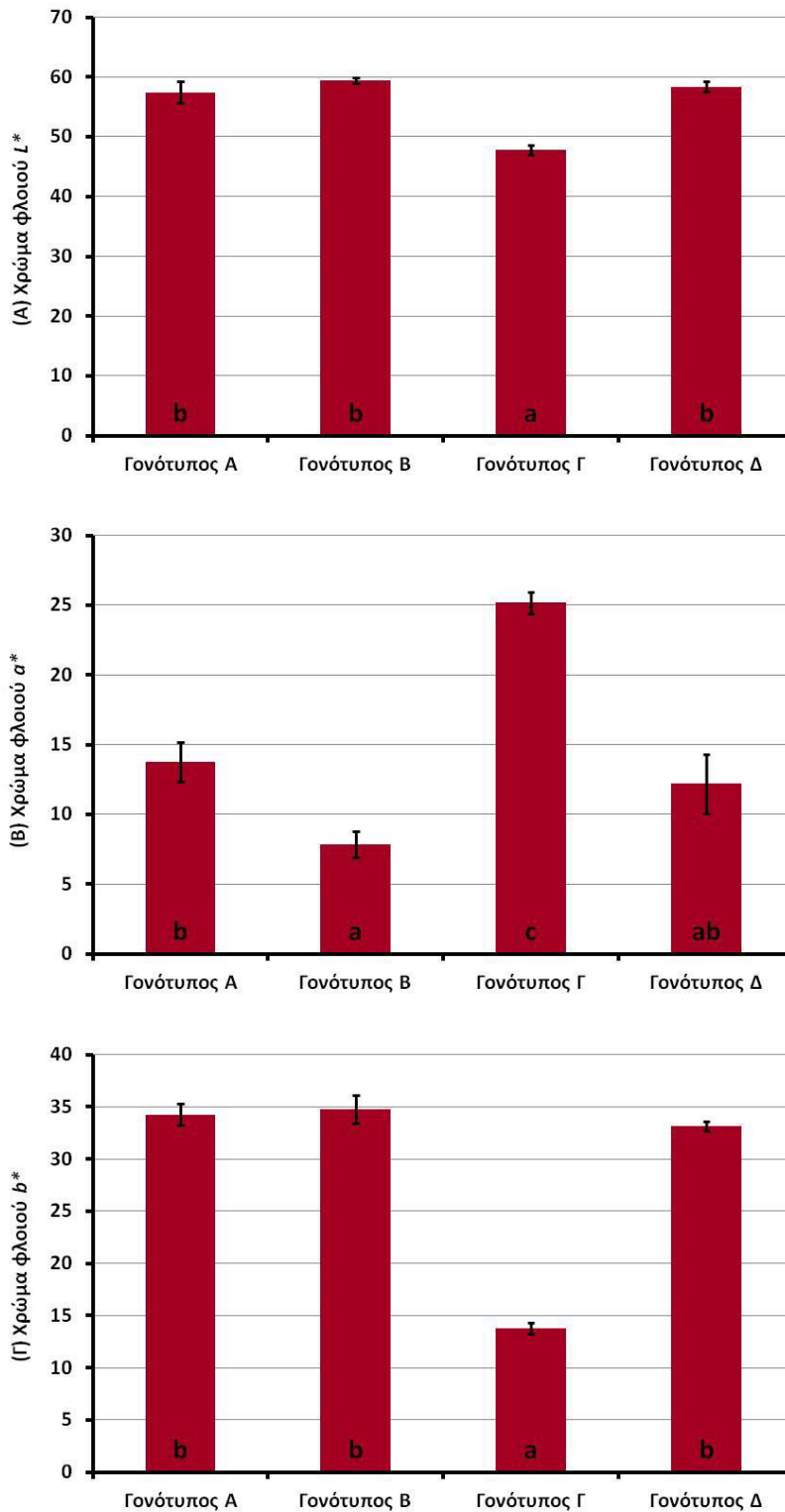


Εικόνα 66: Χρωματική απόχρωση C^* (A) και h° (B) στη σάρκα καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

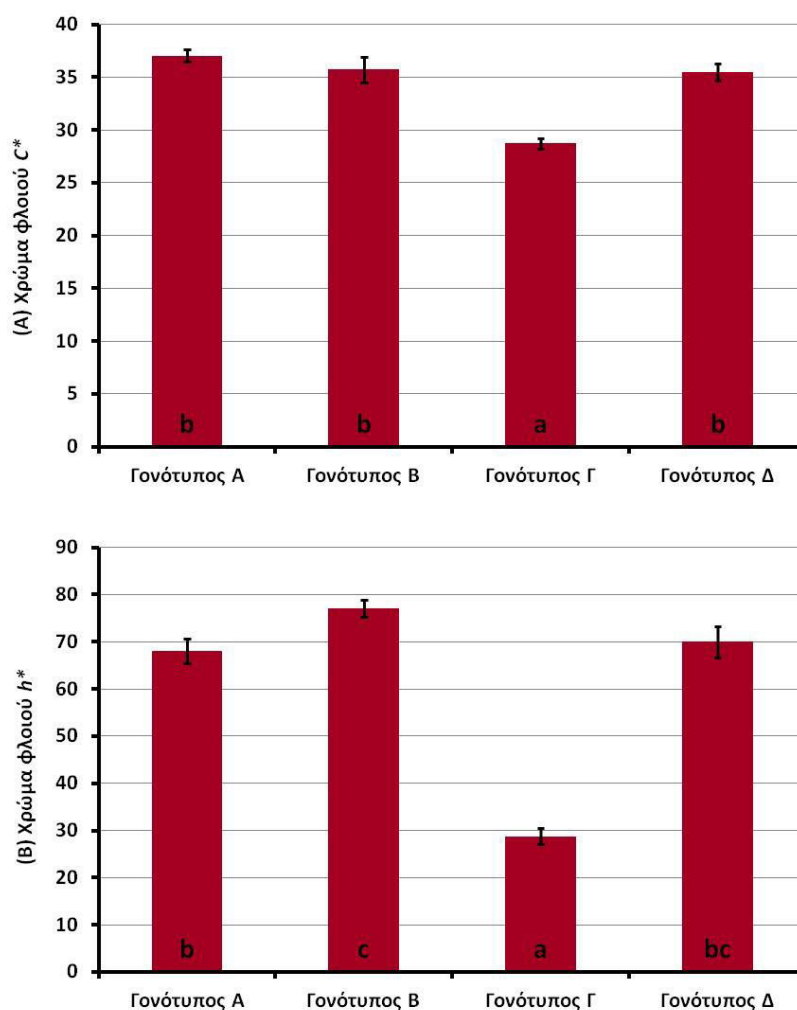
3.8.12. Χρωματικές παράμετροι L^* , a^* και b^* φλοιού.

Συνάμα η φωτεινότητα L^* του φλοιού των καρπών από τα φραγκόσυκα φαίνεται να διαφέρει για το Γονότυπο Γ αφού είναι 47,78 σε σχέση με τους Γονοτύπους Α, Β και Δ που είναι γύρω στο 58,34 (Εικ. 67Α). Οι τιμές για το χρώμα φλοιού a^* (Εικ. 67Β) διαφέρει σε όλους τους Γονοτύπους, για τον Α είναι 13,76 για τον Β 7,86 για τον Γ αρκετά μεγαλύτερη στα 25,16 ενώ για τον Δ 12,21. Ενώ, το χρώμα φλοιού b^* είναι αρκετά μικρότερο στο Γονότυπο Γ (13,7) σε σχέση με τους άλλους Γονοτύπους (Εικ. 67Γ).

Αποτελέσματα



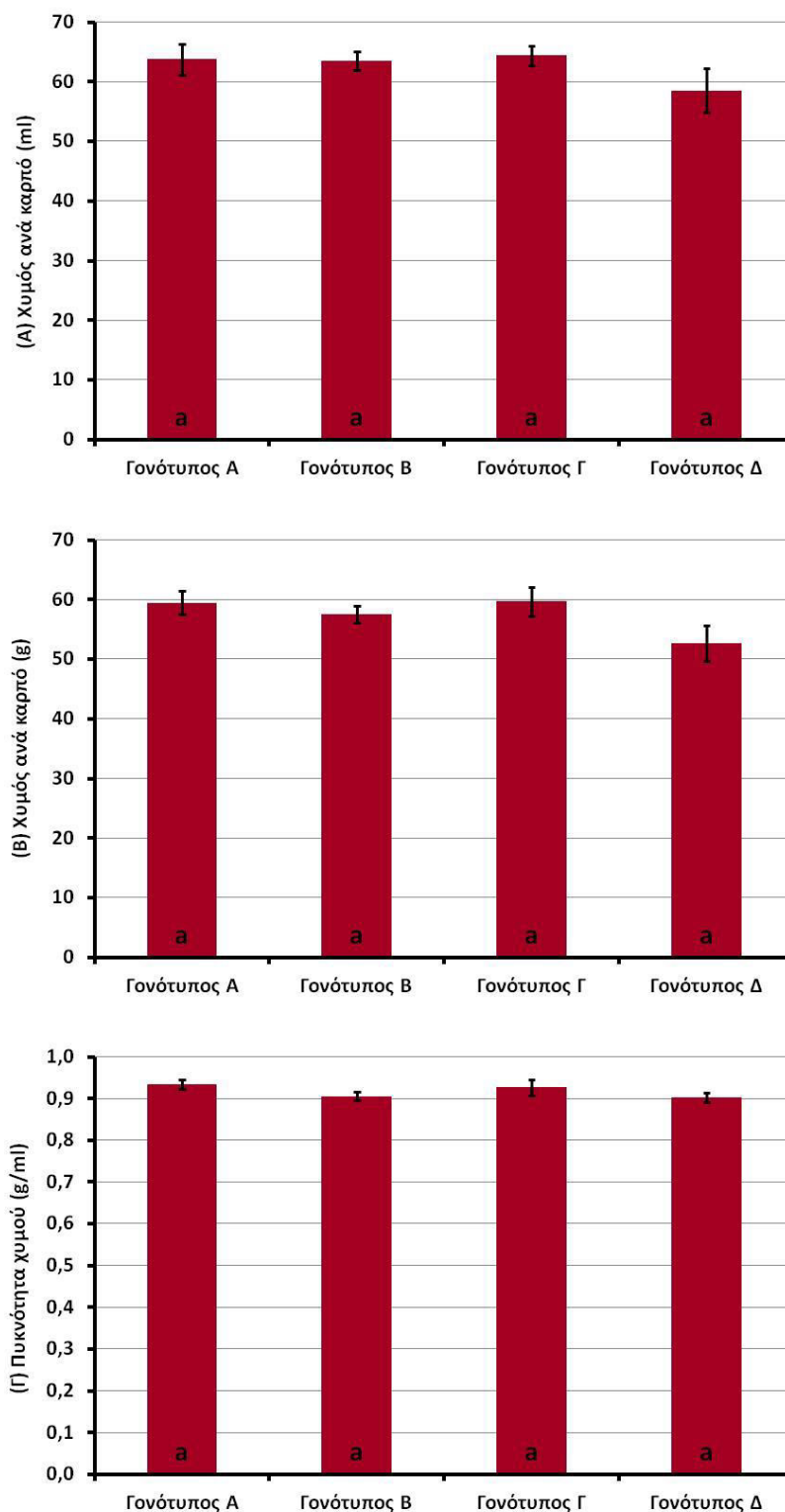
Εικόνα 67: Χρωματική απόχρωση $L^*(A)$, a^* (B) και b^* (Γ) στο φλοιό καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

3.8.13. Χρωματικές παράμετροι C^* και h^o φλοιού.

Εικόνα 68: Χρωματική απόχρωση C^* (A) και h^o (B) στο φλοιό καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test*, $P \leq 0,05$).

Οι τιμές της παραμέτρου C^* (*Chroma*) του φλοιού των καρπών στο Γονότυπο Γ ήταν σημαντικά μικρότερες (28,73) σε σχέση με τους Γονοτύπους Α, Β και Δ, που κυμάνθηκαν μεταξύ 35,50 και 37,03 (Εικ. 68Α). Αναφορικά με τις τιμές της παραμέτρου h^o (*Hue angle*) της σάρκας των καρπών του Γονότυπου Γ, ήταν σημαντικά μικρότερες (28,79) σε σχέση με τους Γονοτύπους Α (68,01), Β (77,13) και Δ (69,98) (Εικ. 68Β).

3.8.14. Όγκος, βάρος και πυκνότητα χυμού.

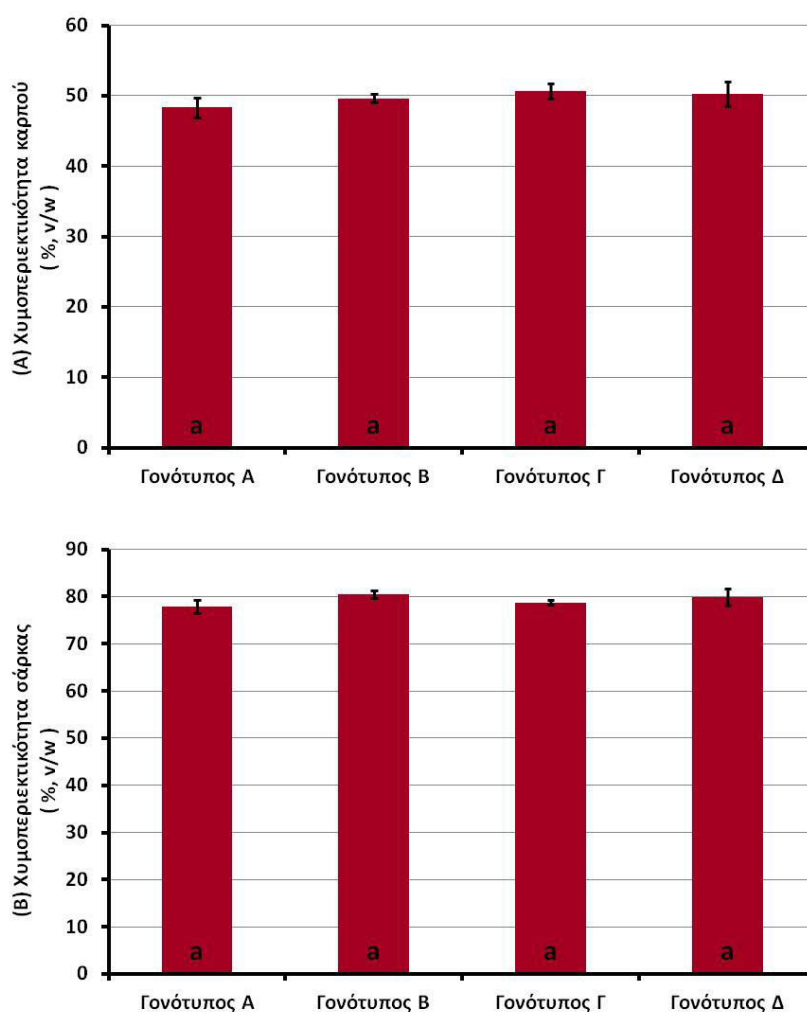


Εικόνα 69: Όγκος (Α), βάρος (Β) και πυκνότητα χυμού (Γ) σε καρπούς των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$*).

Αποτελέσματα

Ο όγκος του χυμού ανά καρπό κυμάνθηκε από 58,54 έως 64,37 ml, και το βάρος του χυμού ανά καρπό (Εικ. 69Α) κυμάνθηκε από 52,71 έως 59,67 g (Εικ. 69Β), χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ. Παράλληλα, η πυκνότητα του χυμού κυμάνθηκε από 0,90 έως 0,93 g/ml για όλους τους Γονοτύπους (Α, Β, Γ, Δ) (Εικ. 69Γ).

3.8.15. Χυμοπεριεκτικότητα καρπού και σάρκας.



Εικόνα 70: Χυμοπεριεκτικότητα καρπών (Α) και σάρκας (Β) των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

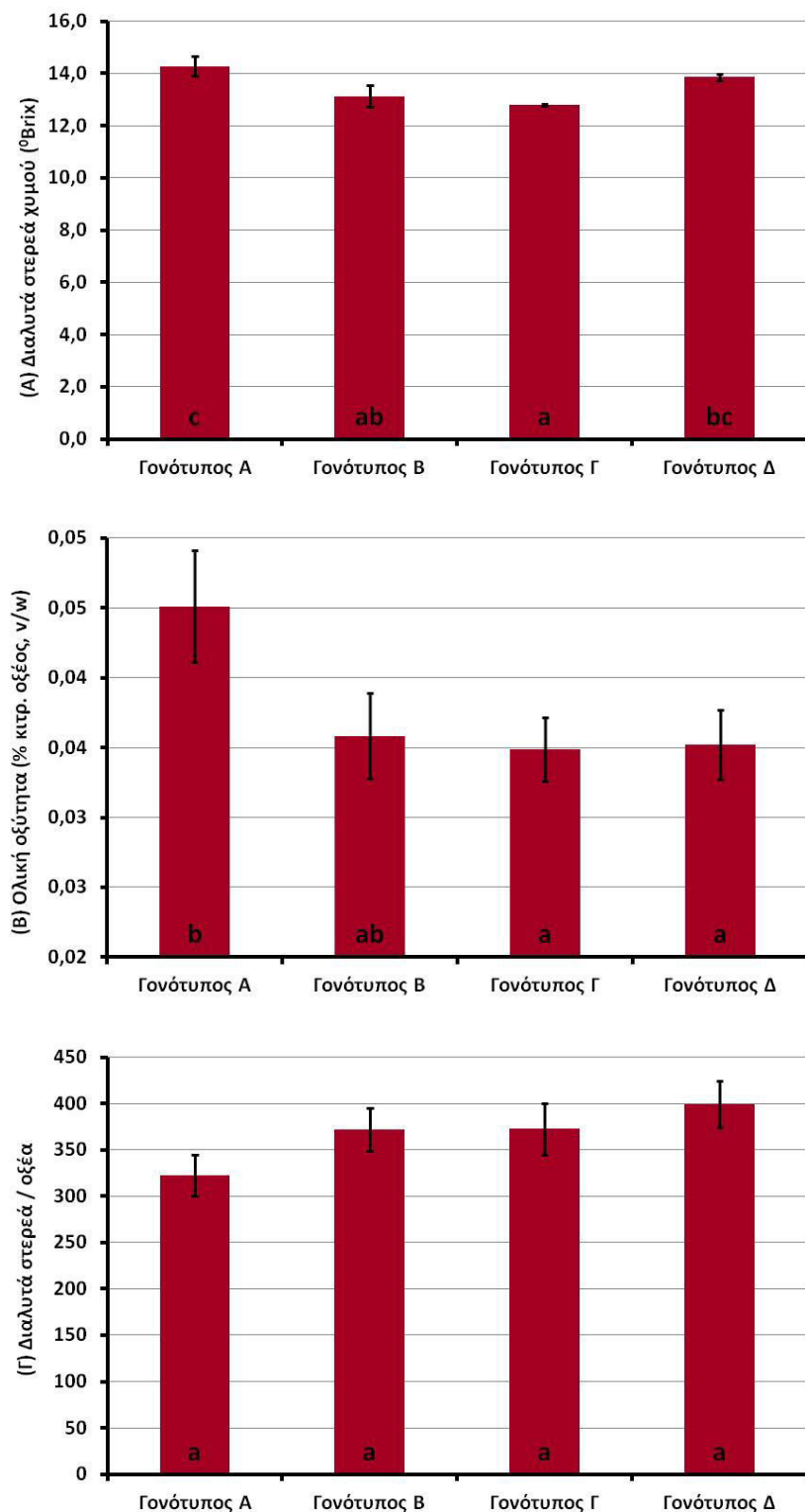
Αποτελέσματα

Η ποσοστιαία επί τοις εκατό χυμοπεριεκτικότητα του καρπού κυμάνθηκε από 48,30 έως 50,63 %, για όλους τους Γονοτύπους που εξετάστηκαν (Α, Β, Γ, Δ) (Εικ. 70Α). Η ποσοστιαία επί τοις εκατό χυμοπεριεκτικότητα της σάρκας είχε τιμές από 77,91 έως 80,54 %, χωρίς επίσης να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων (Εικ. 70Β).

3.8.16. Διαλυτά στερεά και ολική οξύτητα χυμού.

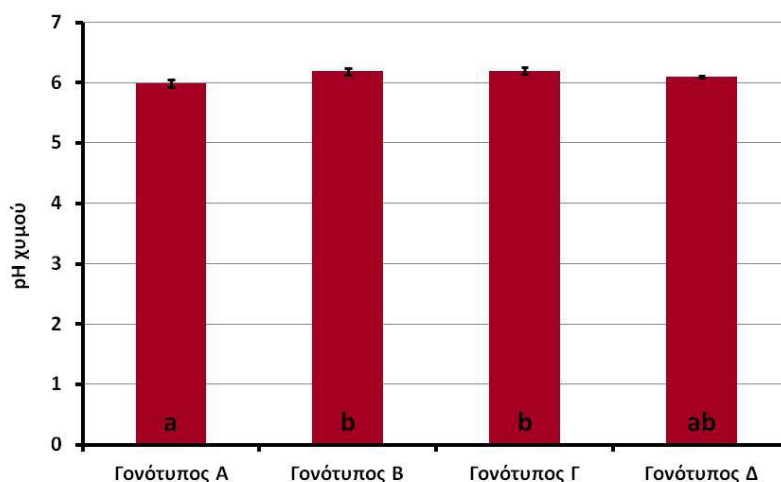
Τα ολικά διαλυτά στερεά ($^{\circ}\text{Brix}$) του χυμού ήταν σημαντικά αυξημένα στο Γονότυπο Α (14,27 $^{\circ}\text{Brix}$), συγκριτικά με τους Γονοτύπους Β (13,12 $^{\circ}\text{Brix}$) και Γ (12,8 $^{\circ}\text{Brix}$) (Εικ. 71Α). Η ογκομετρούμενη οξύτητα για τους Γονοτύπους Γ και Δ, που ήταν γύρω στο 0,035 (% κιτρικού οξέος, w/v), ήταν σημαντικά μικρότερη σε σχέση με αυτή του Γονότυπου Α, που ήταν 0,045 (% κιτρικού οξέος, w/v) (Εικ. 71Β). Σχετικά με το λόγο των διαλυτών στερεών προς τα οξέα, οι τιμές του κυμάνθηκαν μεταξύ 322,17 και 398,80, χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων (Εικ. 71Γ).

Αποτελέσματα



Εικόνα 71: Ολικά διαλυτά στερεά (Α), ογκομετρούμενη οξύτητα (Β) και λόγος διαλυτών στερεών προς οξέα (Γ) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$).

3.8.17. pH χυμού.



Εικόνα 72: Τιμές pH χυμού των καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (*Duncan's multiple range test, $P \leq 0,05$*).

Το pH του χυμού των καρπών φραγκοσυκιάς των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ ήταν 5,99, 6,18, 6,19 και 6,09, αντίστοιχα. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων Γονοτύπων ως προς το pH του χυμού των καρπών τους (Εικ. 72).

3.9. Ανάλυση κυρίων συνιστωσών ποιοτικών χαρακτηριστικών.

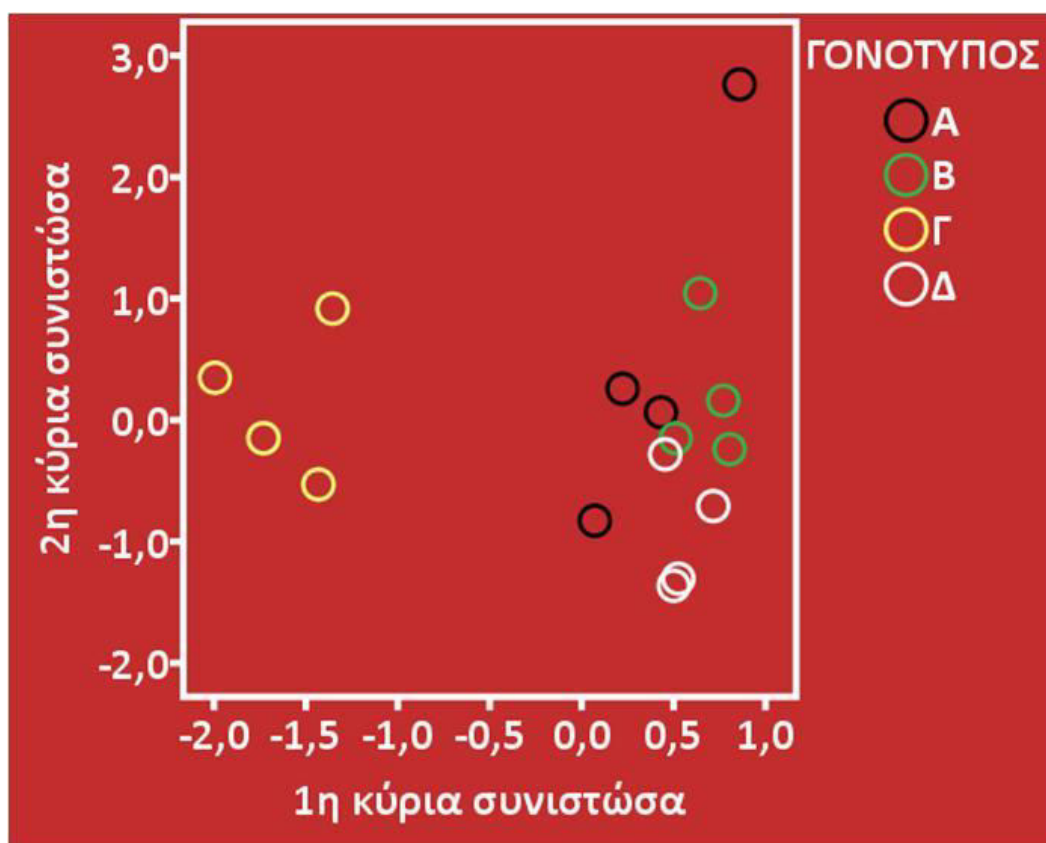
Πίνακας 11: Χαρακτηριστικά των καρπών που ελήφθησαν υπόψη κατά την ανάλυση κυρίων συνιστωσών.			
a/a	Χαρακτηριστικό	a/a	Χαρακτηριστικό
1.	Μήκος καρπού	16.	Χρώμα σάρκας καρπού: a^*
2.	Διάμετρος καρπού	17.	Χρώμα σάρκας καρπού: b^*
3.	Μήκος προς διάμετρος καρπού	18.	Χρώμα σάρκας καρπού: C^*
4.	Βάρος καρπού	19.	Χρώμα σάρκας καρπού: h^*
5.	Αρεόλες (αριθμός)	20.	Χρώμα φλοιού καρπού: L^*
6.	Αρεόλες (διάμετρος)	21.	Χρώμα φλοιού καρπού: a^*
7.	Συνεκτικότητα φλοιού	22.	Χρώμα φλοιού καρπού: b^*
8.	Συνεκτικότητα σάρκας	23.	Χρώμα φλοιού καρπού: C^*
9.	Εδώδιμο τμήμα καρπού	24.	Χρώμα φλοιού καρπού: h^*
10.	Σπόροι ανά καρπό (αριθμός)	25.	Χυμοπεριεκτικότητα καρπού
11.	Ξηρό βάρος ανά σπόρο	26.	Πυκνότητα χυμού
12.	Πάχος φλοιού καρπού	27.	$^{\circ}$ Brix χυμού
13.	Διάμετρος κοιλότητας καρπού	28.	pH χυμού
14.	Βάθος κοιλότητας καρπού	29.	Οξέα χυμού
15.	Χρώμα σάρκας καρπού: L^*		

Για την καλύτερη διακρίβωση των διαφοροποιήσεων που υπήρξαν μεταξύ των τεσσάρων Γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ) ως τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών πραγματοποιήθηκε ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA, Principal Components Analysis). Στην ανάλυση αυτή ελήφθησαν υπόψη οι 29 παράμετροι που αναφέρονται στον Πίνακα 11. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Πίνακας 12), τα χαρακτηριστικά των καρπών ομαδοποιούνται σε επτά συνιστώσες, που εξηγούν το 90,17 % της παραλλακτικότητας των Γονοτύπων. Μάλιστα, η πρώτη συνιστώσα (39,81 %)

Αποτελέσματα

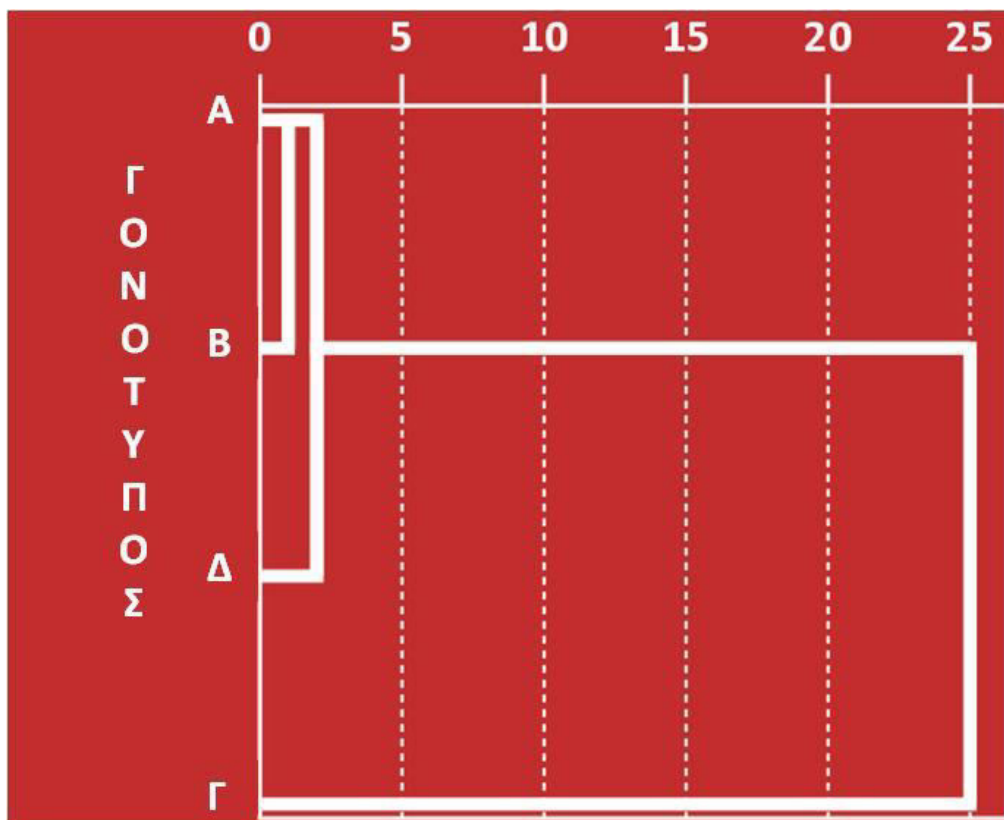
περιλαμβάνει όλες τις χρωματικές παραμέτρους σάρκας και φλοιού, με διακριτή διαφορά του γονοτύπου Γ έναντι των Α, Β, Δ (Πίνακας 12, Εικ. 73).

Πίνακας 12: Αποτελέσματα ανάλυσης κύριων συνιστωσών (PCA analysis).							
Κύριες συνιστώσες	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	7 ^η
<i>Eigenvalues</i>	11,55	4,71	2,97	2,56	2,14	1,22	1,02
Παραλλακτικότητα(%)	39,81	16,23	10,22	8,82	7,83	4,22	3,49
Άθροισμα παραλλακτικότητας (%)	39,81	56,04	66,26	75,08	82,46	86,68	90,17
Χαρακτηριστικό (α/α, σύμφωνα με τον Πίνακα 11)	17,19, 22,16, 24,15, 18,20, 21,23	29, 48, 14	5, 3, 2	25, 1, 26, 6	13, 9	7, 12, 11	10, 27, 28



Εικόνα 73: Διαφοροποίηση γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ) σε σχέση με τις δύο πρώτες κύριες συνιστώσες.

3.9.1. Δενδρόγραμμα των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ βάσει των ποιοτικών χαρακτηριστικών.



Εικόνα 74: Δενδρόγραμμα των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ με βάση 29 χαρακτηριστικά των καρπών τους.

Το δενδρόγραμμα (Εικ. 74) δείχνει ότι ο Γονότυπος Γ διαφοροποιείται σημαντικά από τους άλλους τρεις Γονότυπους (Α, Β, Δ). Επιπλέον, οι Α, Β και Δ σχηματίζουν μια ομάδα, με τους Α και Β να ομοιάζουν περισσότερο μεταξύ τους (σχηματίζουν μια υποομάδα).

Κεφάλαιο 4: Συζήτηση – Συμπεράσματα

4.1. Συζήτηση.

Ανά κλαδόδιο, που σχηματίστηκε πάνω στα φυτά το 2014, την άνοιξη του 2015 εκπτύχθηκαν κατά μέσο όρο από 2,51 (Γονότυπος Δ) μέχρι 4,63 (Γονότυπος Α) οφθαλμοί, χωρίς να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων Γονοτύπων. Το ποσοστό των οφθαλμών αυτών που εξελίχθηκαν σε άνθη (ανθοφόροι οφθαλμοί) ήταν 52,4 % (Γονότυπος Α), 43,9 % (Γονότυπος Β), 31,9 % (Γονότυπος Γ) και 29,1 % (Γονότυπος Δ), χωρίς, επίσης, να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων. Συμπερασματικά, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων Γονοτύπων που μελετήθηκαν ως προς τον αριθμό των νέων οφθαλμών που σχηματίστηκαν ανά κλαδόδιο αλλά ούτε και ως προς την επί τοις εκατό κατηγοριοποίησή τους σε ανθοφόρους ή ξυλοφόρους οφθαλμούς.

Σε όλους τους Γονοτύπους (Α, Β, Γ, Δ) που μελετήθηκαν, η μεταβολή του μήκους των κλαδοδίων, από την έκπτυξη των ξυλοφόρων οφθαλμών τους (04/05/2015) μέχρι και την ολοκλήρωση των πειραματικών παρατηρήσεων, περιγράφεται από μια απλή σιγμοειδή καμπύλη. Το πλάτος των κλαδοδίων φαίνεται επίσης να προσομοιάζει περισσότερο σε μια απλή σιγμοειδή καμπύλη. Αναφορικά με το λόγο του μήκους προς το πλάτος των κλαδοδίων, αρχικά καταγράφηκε συνεχής αύξησή του (από 04/05/2015 έως και περίπου στις 15/06/2015), ενώ στη συνέχεια, αφού ελαττώθηκε ελάχιστα, παρατηρήθηκε σταθεροποίησή του με τάση συνεχούς μικρής μείωσης του (από 22/06/2015 έως 24/08/2015). Τα αποτελέσματα συμφωνούν απόλυτα με αυτά άλλων ερευνητών (Inglese et al., 1993a, Λιονάκης κ.ά., 2003), που παρατήρησαν ότι η πορεία αύξησης των κλαδοδίων περιγράφεται από μια απλή σιγμοειδή καμπύλη τόσο σε ό,τι αφορά τη μεταβολή του μήκους όσο και του πλάτους τους. Αντίστοιχα συμπεράσματα προκύπτουν και από μετρήσεις που έγιναν στους ίδιους Γονοτύπους κατά το έτος 2014 (Ατσαλίνου κ.α., 2016). Τέλος, τόσο το 2015 (μετρήσεις παρούσας εργασίας) όσο και το 2014 (Ατσαλίνου κ.α., 2016), παρατηρήθηκε ότι ο λόγος μήκους προς πλάτος κλαδοδίου αυξήθηκε ταχύτατα τις πρώτες περίπου 30 ημέρες, μέχρις ενός σημείου, ενώ, έπειτα από μικρή πτώση, σταθεροποιήθηκε για τους επόμενους μήνες.

Η έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών στα φυτά φραγκοσυκιάς που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία ξεκίνησε από τα τέλη Μαρτίου. Μάλιστα, η έναρξη έκπτυξης των οφθαλμών ήταν πιο πρόωμη, κατά περίπου μια εβδομάδα, στους Γονοτύπους Α και Β (30 Μαρτίου), σε σύγκριση με τον Γ. Ανεξάρτητα από τον Γονότυπο, όσο πιο όψιμα εκπύχθηκε ένας ανθοφόρος οφθαλμός (π.χ. 22 Απριλίου) τόσο λιγότερες μέρες μεσολάβησαν μέχρι την πλήρη άνθηση του (≈ 43) σε σχέση με τους οφθαλμούς που εκπύχθηκαν πρώιμα (π.χ. έκπτυξη 30 Μαρτίου, ≈ 53 μέρες για την άνθηση), δηλαδή χρονικό διάστημα 6 - 7,5 εβδομάδων. Η διαφορετική διάρκεια της περιόδου που μεσολάβησε μεταξύ της προϋμότερης και της οψιμότερης έκπτυξης των οφθαλμών και της αντίστοιχης άνθησής τους, πιθανόν δικαιολογείται από την επικράτηση υψηλότερων θερμοκρασιών κατά την χρονική περίοδο που ακολούθησε στην οψιμότερη έκπτυξη σε σχέση με την προϋμότερη. Τα αποτελέσματά μας συμφωνούν με τους Λιονάκης κ.ά. (2003), που σε έρευνά τους στα Χανιά Κρήτης παρατήρησαν ότι μεσολαβούν 5 - 6 εβδομάδες από την έκπτυξη των οφθαλμών μέχρι την έναρξη της άνθησης, ενώ οι Barbera et al. (1992b), ύστερα από έρευνά τους στο Παλέρμο της Σικελίας, αναφέρουν χρονικό διάστημα 6 - 7 εβδομάδων. Γενικότερα, η άνθηση ξεκίνησε στις 18 (Γονότυπος Β), 21 (Γονότυπος Α) και 27 (Γονότυπος Γ) Απριλίου και ολοκληρώθηκε στις 10 - 12 Ιουνίου (Γονότυποι Α, Β και Γ).

Από τις μορφολογικές μετρήσεις των ανθέων, κατά το πλήρες άνοιγμά τους, σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων δεν καταγράφηκαν όσον αφορά το μήκος και τη διάμετρο της ανθοδόχης, την απόσταση μεταξύ άκρου ωοθήκης και βάσης στύλου, το μήκος, τη διάμετρο και το λόγο μήκους προς διάμετρο ωοθήκης, τον αριθμό διακλαδώσεων του στύλου, το μήκος και τη διάμετρο μέσης και βάσης στύλου αλλά ούτε και ως προς το μήκος των στιγμάτων. Επιπλέον, το μήκος και η διάμετρος της ωοθήκης ήταν γύρω στα 4 mm και 16 mm, αντίστοιχα, χωρίς, επίσης, να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων Γονοτύπων. Στην πλήρη άνθηση, το μήκος της ανθοδόχης κυμάνθηκε από 52 έως 56 mm και η διάμετρός της από 22 έως 24 mm, χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων Γονοτύπων. Αντίθετα, σημαντικά μεγαλύτερες τιμές του λόγου μήκους προς διάμετρο ανθοδόχης παρατηρήθηκαν στα άνθη του Γονότυπου Α (2,48) από ότι σε αυτά του Γονότυπου Γ (2,10). Ομοίως, σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων βρέθηκαν και σε ό,τι αφορά το μήκος του στύλου με ή χωρίς τα στίγματα, όπου παρατηρήθηκαν σημαντικά αυξημένες τιμές στον Γονότυπο Α σε σχέση με τον Γονότυπο Γ. Αν και

βιβλιογραφικά δεν υπάρχουν διαθέσιμα αντίστοιχα δεδομένα προς σύγκριση με αυτά της παρούσας μελέτης, από τα παραπάνω προκύπτει μια πιθανή συσχέτιση μεταξύ του λόγου μήκους προς διάμετρο ανθοδόχης και του μήκους των στύλων των ανθέων.

Από τις μορφολογικές και ανατομικές παρατηρήσεις που έγιναν στους εν εξελίξει οφθαλμούς του Γονοτύπου Α, σε 12 διαφορετικά στάδια, προέκυψε ότι η διάκριση του υπέρου και των στημόνων ήταν δυνατή σε οφθαλμούς μήκους 6 - 9 mm και διαμέτρου 7 - 9 mm. Επομένως, σε μικρότερες διαστάσεις οφθαλμών, η διάκριση μεταξύ ανθοφόρων και ξυλοφόρων ήταν αδύνατη. Σύμφωνα με έρευνα των Nieddu & Spano (1992), το ανδρείο και το γυναικείο ήταν εμφανή σε οφθαλμούς φραγκοσυκιάς μήκους 5 mm. Αξίζει, επίσης, να αναφερθεί ότι η παρουσία σπερματικών βλαστών εντός της μονόχωρης ωοθήκης ήταν εμφανής σε οφθαλμούς μήκους 11 - 12 mm. Μάλιστα, ο αριθμός και το μέγεθος των σπερματικών βλαστών αυξάνονταν συνεχώς μέχρι την πλήρη άνθηση. Στο ίδιο στάδιο (Στάδιο Γ), άρχισε να διακρίνεται, στο επάκριο τμήμα του στύλου, η δημιουργία των 7 - 12 επιμέρους τμημάτων του (πολυσχιδής στύλος). Επιπλέον, μερική απελευθέρωση γύρης παρατηρήθηκε λίγο πριν το άνοιγμα των πετάλων (άνθηση). Το ποσοστό βλάστησης των γυρεόκοκκων του Γονοτύπου Β (41,35 %) ήταν σημαντικά αυξημένο συγκριτικά με τους Γονοτύπους Α (36,98 %) και Γ (36,16 %). Σε έρευνα των ElBehi et al. (2015), αναφέρονται μικρότερα ποσοστά (27,6 - 28,8 %) *in vitro* βλάστησης γύρης προερχόμενης από τρεις ποικιλίες φραγκοσυκιάς (“*Bianca*”, “*Rosa*”, “*Gialla*”), αν και οι συνθήκες διεξαγωγής του πειράματος ήταν παρόμοιες με αυτές της παρούσας εργασίας. Χαμηλά επίσης ποσοστά *in-vitro* βλαστικότητας της γύρης (20,1 - 21,5 %) της φραγκοσυκιάς παρατηρήθηκαν από τους Weiss κ.ά. (1993). Συμπερασματικά, δεν παρατηρήθηκαν αξιόλογες διαφοροποιήσεις μεταξύ των υπό μελέτη Γονοτύπων στο σύνολο σχεδόν των παραμέτρων που μελετήθηκαν σχετικά με τη βιολογία άνθησης και τα επιμέρους μορφολογικά χαρακτηριστικά των ανθέων.

Σύμφωνα με τους Barbera et al. (1992), η αύξηση των καρπών της φραγκοσυκιάς, με βάση τη μεταβολή του νωπού τους βάρους, περιγράφεται από μια διπλή σιγμοειδή καμπύλη. Οι Λιονάκης κ.ά. (2003) βρήκαν ότι η κατά μήκος αύξηση των καρπών και των πέντε Γονοτύπων που μελέτησαν ακολούθησε διπλή σιγμοειδή καμπύλη. Οι Weiss et al. (1993) παρατήρησαν ότι δύο γονότυποι φραγκοσυκιάς ακολούθησαν διαφορετική πορεία αύξησης. Ο ένας παρουσίασε διπλή σιγμοειδή καμπύλη σε ό,τι

αφορά την κατά βάρος αύξηση των καρπών και ο άλλος ένα ιδιαίτερο τύπο αύξησης, που δεν προσιδιάζε ούτε στην απλή αλλά ούτε και στη διπλή τυπική σιγμοειδή καμπύλη. Σύμφωνα με την εργασία των Nieddu & Spano (1992), η κατά διάμετρος αύξηση των καρπών ακολουθεί διπλή σιγμοειδή καμπύλη, ενώ η κατά μήκος αύξησή τους ακολουθεί απλή σιγμοειδή καμπύλη. Αναφορικά με τη μεταβολή μήκους των καρπών των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ, από την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών (07/05/2015) μέχρι και την πλήρη ωρίμανση των καρπών (27/08/2015), φαίνεται να περιγράφεται περισσότερο από μια διπλή ή ακόμα και τριπλή σιγμοειδή καμπύλη. Ομοίως, η αύξηση της διαμέτρου των καρπών, περιγράφεται από διπλή ή τριπλή σιγμοειδή καμπύλη. Σημειώνεται ότι σε αντίθεση με τις προαναφερόμενες έρευνες, στην παρούσα εργασία η παρουσίαση της πορείας αύξησης των καρπών εμπεριείχε και την πορεία εξέλιξης των ανθοφόρων οφθαλμών, από την έκπτυξή τους μέχρι την καρπόδεση, που αντιστοιχεί περίπου στο πρώτο τρίτο της συνολικής καμπύλης. Η ενσωμάτωση αυτή, πιθανόν να είναι ο κύριος λόγος εμφάνισης της τριπλής καμπύλης. Ωστόσο, οι Weiss et al. (1993) υποστηρίζουν ότι ο αριθμός των σπερμάτων και η ικανότητα παρθενοκαρπικής ανάπτυξης των καρπών είναι δυνατό να επηρεάσει το μοτίβο αύξησης των καρπών. Επίσης, διαφοροποιήσεις παρατηρούνται και σε καρπούς ακόμα και του ίδιου Γονοτύπου όταν αναπτύσσονται σε διαφορετικές χρονικές περιόδους μέσα στο ίδιο έτος (Liguori et al., 2006). Συμπερασματικά, η πορεία αύξησης των καρπών της φραγκοσυκιάς των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ, από την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών μέχρι την πλήρη ωρίμανση των καρπών, φαίνεται να περιγράφεται από μια διπλή ή ακόμα και τριπλή σιγμοειδή καμπύλη, τόσο ως προς τη διάμετρό τους όσο και ως προς το μήκος τους.

Από την πλήρη άνθηση μέχρι την έναρξη αλλαγής χρώματος της φλούδας του καρπού μεσολάβησαν περίπου 81 - 89 ημέρες, ανάλογα με τον Γονότυπο. Οι Nieddu & Spano (1992) αναφέρουν ότι από την άνθηση μέχρι την ωρίμανση των καρπών στην Ιταλία μεσολαβούν 59 έως 75 ημέρες. Ομοίως, οι Inglese et al. (1993a) αναφέρουν ότι χρειάζονται περίπου 75 ημέρες για τους καρπούς της ανοιξιιάτικης άνθησης και 90 ημέρες για αυτούς της καλοκαιρινής άνθησης. Σε αντίστοιχη έρευνα στη χώρα μας, μεσολάβησαν 9 - 10 εβδομάδες (63 - 70 ημέρες), ανάλογα με τον γονότυπο (Λιονάκης κ.ά., 2003).

Από τις μετρήσεις και τους προσδιορισμούς που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων Γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ) ως προς το μήκος (85,4 - 89,2 mm), τη διάμετρο (51,4 - 53,2 mm) και την χυμοπεριεκτικότητα των καρπών (48,3 - 50,63 %), τον αριθμό των αρεόλων ανά καρπό (58,7 - 60,41), τη συνεκτικότητα του φλοιού (1,65 - 2,16 kg), τη διάμετρο της κοιλότητας του καρπού (18,79 - 19,68 mm), καθώς και τον αριθμό των σπόρων ανά καρπό (241,7 - 266,6). Το συνολικό ξηρό βάρος των σπόρων ανά καρπό αλλά και το μέσο βάρος ανά σπόρο ήταν σημαντικά αυξημένα στον Γονότυπο Δ (21,44 mg) από ότι στους Α, Β και Γ (18,75 - 19,17 - 18,15 mg). Σημαντικά αυξημένο ήταν το μέσο βάρος των καρπών στους Γονότυπους Α, Β και Γ (131,84 - 128,01 - 127,27 g) συγκριτικά με τον Δ (116,17 g). Το εδώδιμο τμήμα (σάρκα) του καρπού ήταν αυξημένο στον Γονότυπο Γ (64,24 g) σε σχέση με τον Β (61,57 g). Σε έρευνα των Chalak et al. (2014) αναφέρεται ότι το βάρος των καρπών χαρακτηρίζεται ως μικρό (< 80 g), μέσο (80-120 g) ή μεγάλο (121-150 g). Αντίστοιχα, το βάρος της φλούδας ανά καρπό κυμαινόταν συνήθως από 35 έως 55 g (μέσο βάρος φλούδας), αλλά υπήρχαν και γονότυποι που παρουσίασαν βάρος μικρότερο από 35 g (μικρό βάρος φλούδας) ή μεγαλύτερο από 55 g (μεγάλο βάρος φλούδας). Το βάρος της σάρκας διακυμάνθηκε ανάλογα με τον Γονότυπο από 30,88 έως 83,14 g (Chalak et al., 2014). Μικρότερα βάρη (~77 g) αναφέρονται για καρπούς που συλλέχτηκαν από 5 διαφορετικές τοποθεσίες της Τουρκίας, σύμφωνα με μελέτη των Karababa et al. (2004). Σε έρευνα των Dehbi et al. (2008), καρποί προερχόμενοι από διαφορετικές περιοχές του Μαρόκο είχαν βάρος της τάξης των 75 - 113 g, με το βάρος της σάρκας τους να κυμαίνεται από 38 - 64 g. Σε έρευνα που έγινε στο Ινστιτούτο Υποτροπικών Φυτών και Ελιάς Χανιών, κατά την οποία αξιολογήθηκαν 18 γονότυποι φραγκοσυκιάς από Κρήτη, Δωδεκάνησα, Επτάνησα και Πελοπόννησο, το βάρος των καρπών κυμάνθηκε 20 από έως 150 g και ο αριθμός των σπόρων ανά καρπό κυμάνθηκε από 70 έως 375 (Λιονάκης & Λοξού, 1999). Σε συγκριτική μελέτη δέκα γονοτύπων φραγκοσυκιάς, που έγινε στην Κύπρο, το βάρος των καρπών κυμάνθηκε από 74 έως 110 g (Γρηγορίου & Γεωργίου, 2009). Στο παρόν πείραμα, το εδώδιμο τμήμα (σάρκα) του καρπού ήταν αυξημένο στον Γονότυπο Γ (64,2 %) σε σχέση με τον Β (61,5 %). Το υπόλοιπο επί τοις εκατό τμήμα του καρπού αντιστοιχούσε στη φλούδα (μη εδώδιμο τμήμα), όπου επίσης παρατηρήθηκαν μειωμένες τιμές στον Γονότυπο Γ (35,8 %) σε σχέση με τον Γονότυπο Β (39,5 %). Οι Sepulveda και Saenz (1990), ερευνώντας φυτά φραγκοσυκιάς στη Χιλή, διαπίστωσαν ότι το ποσοστό του

φλοιού ανά καρπό ήταν 50,4 % και το 49,6 % αντιστοιχούσε στο εδώδιμο τμήμα, εκ του οποίου το 78,9 % ήταν πολτός και 20,1 % σπόροι. Στην Αργεντινή, το ποσοστό του εδώδιμου τμήματος ήταν 54,7 %, ενώ το υπόλοιπο 42,3 % αντιστοιχούσε αθροιστικά στα ποσοστά φλοιού και σπόρων (Rodriguez et al., 1996). Επιπλέον, σε συγκριτική μελέτη δέκα γονοτύπων φραγκοσυκιάς που έγινε στην Κύπρο, προέκυψε ότι το ποσοστό της σάρκας ανά καρπό κυμάνθηκε από 46 έως 59 %, ανάλογα με τον γονότυπο (Γρηγορίου & Γεωργίου, 2009). Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα βάρη των καρπών των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ (116 - 132 g) θεωρούνται σχετικά μεγάλα, χαρακτηριστικό που προσδίδει μεγάλη εμπορική αξία στους καρπούς, κατά τη διάθεση τους στην αγορά νωπής κατανάλωσης. Επιπλέον, οι Γονότυποι που εξετάστηκαν έχουν το συγκριτικό πλεονέκτημα της υψηλής περιεκτικότητας των καρπών τους σε εδώδιμο τμήμα. Τέλος, λόγω της μη ύπαρξης σημαντικών διαφορών μεταξύ των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ ως προς τη χυμοπεριεκτικότητα των καρπών τους (48,30 - 50,63 %), όλοι θεωρούνται εξίσου κατάλληλοι για χυμοποίηση.

Ως προς τα χαρακτηριστικά του χυμού, το pH ήταν σημαντικά αυξημένο στους Γονοτύπους Β (6,18) και Γ (6,19) σε σχέση με τον Α (5,99), τα °Brix σημαντικά αυξημένα στον Α (14,27) σε σχέση με τους Β (13,12) και Γ (12,8), και τα οξέα ήταν σημαντικά αυξημένα στον Α (0,045 % w/v κιτρικού οξέος) από ότι στους Γ (0,034 % w/v κιτρικού οξέος) και Δ (0,035% w/v κιτρικού οξέος). Κατά τη συγκριτική μελέτη 8 ποικιλιών φραγκοσυκιάς στο Μαρόκο, παρατηρήθηκε ότι η περιεκτικότητα του χυμού σε διαλυτά στερεά κυμάνθηκε από 11,33 έως 15,47 °Brix (Dehbi et al., 2014). Οι προαναφερόμενες τιμές της συνολικής περιεκτικότητας σε διαλυτά στερεά βρίσκονται εντός του εύρους που αναφέρθηκε από τους Mullen et al. (2007) για δεκατρείς εμπορικά διαθέσιμους χυμούς φρούτων και ποτών του Ηνωμένου Βασιλείου. Εντός του ίδιου εύρους κυμάνθηκαν και οι τιμές °Brix των καρπών του παρόντος πειράματος. Ωστόσο, σε αντίστοιχη μελέτη αξιολόγησης 18 γονοτύπων στην Κρήτη, που έγινε από τους Λιονάκη & Λοζού (1999), αναφέρεται ότι τα ολικά διαλυτά στερεά της σάρκας κυμάνθηκαν από 7,6 έως 18,5 °Brix. Γενικότερα, σε πολλές άλλες συγκριτικές μελέτες αξιολόγησης γονοτύπων φραγκοσυκιάς, οι μέσες τιμές της περιεκτικότητας των καρπών σε διαλυτά στερεά κυμαίνονταν από 11 μέχρι 16 °Brix (Mashore, 2007) και από 12 μέχρι 17 °Brix (Sepúlveda & Sáenz, 1990). Στην έρευνα των Dehbi et al. (2014), το pH του χυμού κυμάνθηκε από 5,45 έως 5,92, εντός δηλαδή του εύρους 5,5 έως 6,4, που έχει καταγραφεί και σε άλλες έρευνες,

επιβεβαιώνοντας ότι το φρούτο της φραγκοσυκιάς είναι χαμηλής οξύτητας. Εντός του ίδιου εύρους βρίσκονται και οι τιμές pH (5,99 - 6,19) που προσδιορίστηκαν στο χυμό των υπό μελέτη Γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ).

Τόσο στην σάρκα όσο και στον φλοιό των καρπών των τεσσάρων Γονοτύπων που μελετήθηκαν, οι χρωματικές παράμετροι (L^* , a^* , b^* , C^* και h°) διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους, με τον Γονότυπο Γ να έχει τις μικρότερες τιμές L^* , b^* , C^* και h° καθώς και τις μεγαλύτερες τιμές a^* σε σχέση με τους Γονοτύπους Α, Β και Δ. Συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη ένταση του κόκκινου χρώματος στη σάρκα (33,86) και στο φλοιό (25,16) των καρπών του Γονοτύπου Γ υποδεικνύεται από τις σημαντικά αυξημένες τιμές της χρωματική παράμετρος a^* σε σχέση με τους άλλους τρεις Γονοτύπους. Οι σχετικά μικρότερες θετικές τιμές της παραμέτρου b^* στον Γ, σε συνδυασμό με τις υψηλές τιμές a^* , αναδεικνύουν την επικράτηση πιο κοκκινωπών αποχρώσεων στους καρπούς του, σε σχέση με αυτούς των άλλων τριών Γονοτύπων (Α, Β, Δ), όπου κυριάρχησαν πιο πορτοκαλί αποχρώσεις. Οι τιμές L^* επίσης δείχνουν ότι οι επικρατούσες αποχρώσεις ήταν πιο σκούρες στον Γονότυπο Γ και ανοιχτότερες στους Γονοτύπους Α, Β και Δ. Ανεξάρτητα από τον Γονότυπο, στο παρόν πείραμα οι μεγαλύτερες τιμές των χρωματικών παραμέτρων L^* , a^* και b^* που καταγράφηκαν στη σάρκα από ότι στη φλούδα, δείχνουν ότι τα χρώματα στη σάρκα είναι λαμπερότερα και εντονότερα από ότι στη φλούδα. Διαφορετικές χρωματικές εντάσεις κατά απόχρωση (πορτοκαλί, κίτρινο, κόκκινο, βιολετί, μωβ) καταγράφηκαν μεταξύ των 43 γονοτύπων φραγκοσυκιάς που μελέτησαν οι Chalak et al. (2014). Ομοίως, σύμφωνα με μελέτη 10 γονοτύπων φραγκοσυκιάς που διεξήχθη στην Κύπρο, οι καρποί διέφεραν ως προς τις αποχρώσεις της σάρκας, παρουσιάζοντας ποικίλα χρώματα: κίτρινο, κόκκινο, βυσσινί ή βυσσινί/πράσινο, πιθανόν λόγω της διαφορετικής χώρας προέλευσης του φυτικού υλικού που αξιολογήθηκε: Κύπρος, Ελλάδα, Η.Π.Α. (Γρηγορίου & Γεωργίου, 2009).

Η ανάλυση κύριων συνιστωσών (όπου συμπεριλήφθησαν 29 ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών), αποκάλυψε ότι τα χαρακτηριστικά των καρπών ομαδοποιούνται σε επτά συνιστώσες, που εξηγούν το 90,17 % της παραλλακτικότητας μεταξύ των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ. Μάλιστα, η πρώτη συνιστώσα (39,81 %) περιλαμβάνει όλες τις χρωματικές παραμέτρους σάρκας και φλοιού (L^* , a^* , b^* , C^* και h°), με διακριτή διαφορά του Γονοτύπου Γ έναντι των Α, Β, Δ. Σε αντίστοιχη έρευνα που έγινε από τους Chalak et al. (2014), οι κύριες

συνιστώσες που φαίνεται να εξηγούν τις διαφορές μεταξύ των 43 γονοτύπων που μελέτησαν ήταν (α): το βάρος των καρπών, η χυμοπεριεκτικότητά τους, το ποσοστό της σάρκας ανά καρπό και ο αριθμός των σπόρων ανά καρπό, σε ποσοστό 21,4 %, και (β): σε ποσοστό 13,3 %, το πάχος της φλούδας, η συνεκτικότητα σάρκας και φλοιού και το μέγεθος των καρπών. Επιπρόσθετα, το δενδρόγραμμα συσχέτισης των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ, δείχνει ξεκάθαρα ότι ο Γ διαφοροποιείται σημαντικά από τους άλλους τρεις Γονοτύπους (Α, Β, Δ). Μάλιστα, οι Α, Β και Δ σχηματίζουν μια ομάδα, με τους Α και Β να ομοιάζουν περισσότερο μεταξύ τους (σχηματίζουν μια υποομάδα). Το γεγονός ότι ο Γονότυπος Γ παράγει καρπούς με διαφορετική-ασυνήθιστη απόχρωση φλοιού, σάρκας και χυμού, παρέχει επιπλέον δυνατότητες όχι μόνο στην αγορά νωπής κατανάλωσης αλλά και στην αλυσίδα παραγωγής μεταποιημένων προϊόντων φραγκοσυκιάς, π.χ. χυμοί, μαρμελάδες, λικέρ. Γενικότερα, από τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των καρπών των τεσσάρων Γονοτύπων που μελετήθηκαν, καταγράφηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ τους ως προς ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά, που καθορίζουν την αξία των καρπών ανάλογα με την επιδιωκόμενη χρήση (νωπή κατανάλωση, χυμοποίηση, ποτοποιία κ.α.). Τέλος, εκτός του ότι πρέπει να συνεχιστεί σε βάθος χρόνου η αξιολόγηση των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ ως προς τα ίδια χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν στην παρούσα μελέτη, απαιτείται περαιτέρω έρευνα ως προς τις επιμέρους ειδικές χρήσεις των καρπών τους, προκειμένου να αποκαλυφθούν τυχόν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων ως προς επιπλέον παραμέτρους, π.χ. διατροφική αξία, αντιοξειδωτικές ουσίες, ελαιοπεριεκτικότητα σπόρων, ουσίες σχετιζόμενες με ιατρικές ή παραϊατρικές χρήσεις κτλ..

4.1. Συμπεράσματα.

1. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ ως προς τον αριθμό των νέων οφθαλμών που σχηματίστηκαν ανά κλαδόδιο αλλά ούτε και ως προς την επί τοις εκατό κατηγοριοποίηση αυτών σε ανθοφόρους ή ξυλοφόρους.
2. Σε μικροσκόπιο, η διάκριση του υπέρου και των στημόνων εντός των αναπτυσσόμενων οφθαλμών και επομένως ο διαχωρισμός μεταξύ ανθοφόρων

- και ξυλοφόρων οφθαλμών ήταν εφικτή σε οφθαλμούς μήκους τουλάχιστον 6 - 9 mm και διαμέτρου τουλάχιστον 7 - 9 mm.
3. Ανεξάρτητα από τον Γονότυπο, η μεταβολή του μήκους και του πλάτους των κλαδοδίων με τον χρόνο, από την έκπτυξη των οφθαλμών μέχρι τη σταθεροποίηση των διαστάσεών τους, περιγράφεται από μια απλή σιγμοειδή καμπύλη.
 4. Μεταξύ έκπτυξης των ανθοφόρων οφθαλμών και της άνθησης μεσολάβησε χρονικό διάστημα 6 - 7,5 εβδομάδων. Μάλιστα, όσο πιο όψιμα εκπτύχθηκε ένας ανθοφόρος οφθαλμός τόσο λιγότερες μέρες χρειάστηκαν μέχρι την πλήρη άνθηση.
 5. Αν και δεν παρατηρήθηκαν αξιόλογες διαφοροποιήσεις μεταξύ των Γονοτύπων στο σύνολο σχεδόν των παραμέτρων που σχετίζονται με τη βιολογία άνθησης και τα επιμέρους μορφολογικά χαρακτηριστικά των ανθέων, το ποσοστό βλάστησης των γυρεόκοκκων του Γονοτύπου Β (41,35 %) ήταν σημαντικά αυξημένο συγκριτικά με τους Γονοτύπους Α και Γ.
 6. Η πορεία αύξησης των καρπών όλων των Γονοτύπων, από την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών μέχρι την πλήρη ωρίμανση, περιγράφεται από μια διπλή ή ακόμα και τριπλή σιγμοειδή καμπύλη, τόσο ως προς τη διάμετρό όσο και ως προς το μήκος τους.
 7. Από την πλήρη άνθηση μέχρι την έναρξη αλλαγής χρώματος της φλούδας του καρπού μεσολάβησαν περίπου 81 - 89 ημέρες (11-12 εβδομάδες).
 8. Δεδομένου ότι τα βάρη των καρπών (116-132 g) των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ θεωρούνται μεγάλα, η περιεκτικότητα των καρπών σε εδώδιμο τμήμα (61,57-64,24 %) ήταν υψηλή αλλά και η περιεκτικότητά τους σε χυμό (48,30-50,63 %) και ολικά διαλυτά στερεά (12,8-14,3 °Brix) ήταν επίσης μεγάλη, όλοι οι γονότυποι θεωρούνται εξίσου κατάλληλοι για νωπή κατανάλωση αλλά και για χυμοποίηση.
 9. Το γεγονός ότι ο Γονότυπος Γ παράγει καρπούς με ασυνήθιστες κοκκινωπές αποχρώσεις φλοιού, σάρκας και χυμού, παρέχει επιπλέον δυνατότητες όχι μόνο στην αγορά νωπής κατανάλωσης αλλά και στην αλυσίδα παραγωγής μεταποιημένων προϊόντων φραγκοσυκιάς, π.χ. χυμοί, μαρμελάδες, λικέρ.
 10. Από δενδροκομική άποψη, η αξιολόγηση των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ πρέπει να συνεχιστεί σε βάθος χρόνου προκειμένου να τεκμηριωθούν οι

Συζήτηση - Συμπεράσματα

ομοιότητες και οι διαφορές τους, συμπεριλαμβάνοντας παραμέτρους και χαρακτηριστικά που δεν μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία.

Ξένη Βιβλιογραφία

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

Askar, A. & El-Samahy, S.K. (1981). Chemical composition of prickly pear fruits. Deutsche Lebensm.-Rund 77: 279–281.

Barbera, G., Carimi, F., Inglese, P. (1992). Past and Present Role of the Indian-Fig Prickly Pear (*Opuntia ficus-indica*) (L.) Miller, Cactaceae) in the Agriculture of Sicily. Eco Bot. 461 p. 10-20.

Barbera, G., Carimi, F., Inglese, P. & Panno, M. (1992a). Physical, morphological and chemical changes during fruit development and ripening in the three cultivars of prickly pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. J. Hort. Sci. 67: 307–312.

Barbera, G., & Inglese, P., (1993). La coltura del ficodindia. Edagricole-Edizioni Agricole della Calderini s.r.l., Bologna, p. 174-176.

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).

Berger, H., Ortuzar, X., Auda, C., Lizana, A. & Reszczyński, A. (1978). Conservación de tunas (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) en almacenaje refrigerado. Inv. Agric. 1(4): 21–24.

Bouzoubaâ, Z., Essoukrati, Y., Tahrouch, S., Hatimi, A., Gharby, S., & Harhar, H. (2014). Phytochemical study of prickly pear from southern Morocco. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.

Brutsch, M. O. (1979). Prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) as a potential fruit crop for the drier regions of the Ciskei. Gewasproduksie.= Crop production.

Cantwell, M. (1999). Manejo postcosecha de tunas y nopalitos. In G. Barbera, P. Inglese & E. Pimienta, eds. Agroecología, cultivo y usos del nopal. FAO Plant Production and Protection Paper 132. Rome, p. 126–143.

Casas, A., & Barbera, G. (2002). Mesoamerican domestication and diffusion. Cacti: biology and uses, p. 143-162.

Chalak, L, J Younes, S Roupheal, & B Hamadeh. (2014). “Morphological Characterization of Prickly Pears (*Opuntia Ficus Indica* (L.) Mill.) Cultivated in Lebanon.” International Journal of Science and Research (IJSR) 3(6): 2541–53.

Chapman, B., Mondragon, J. C., Bunch, R. A., & Paterson, A. H. (2002). Breeding and biotechnology. Cacti: biology and uses. University of California Press, Berkeley, CA, p. 255-271.

Chessa, I. & Nieddu, G. (1997). Descriptors for cactus pear (*Opuntia spp.*). CACTUSNET –FAO Newsletter Special Issue May 1997. p. 39

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, p. 30.

Donkin, R. A. (1977). Spanish red: an ethnogeographical study of cochineal and the *Opuntia* cactus. Transactions of the American Philosophical Society, 67(5): 1-84.

ElBehi, A.W., Orlandi, F., Bonofiglio, T., Romano, B., Fornaciari M., Inglese, P., Sortino, G. & Liguori, G. (2015). Pollen morphology and reproductive performances in *Opuntia ficus – indica* (L.) Mill. Acta Hort. 1067: 217-223.

Felker, P. (1995). A review of cactus pear development in the United States. Memorias del, 60.

Fernandez, L.M., Lin, E.C.K., Trejo, A. & McNamara, D.J. (1994). Prickly pear (*Opuntia sp.*) pectin alters hepatic c holesterol metabolism without affecting cholesterol absorption in Guinea Pigs Fed a hypercholesterolemic diet. Journal of Nutrition, 124: 817–824.

Feugang, J. M., Konarski, P., Zou, D., Stintzing, F. C., & Zou, C. (2006). Nutritional and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia spp.*) cladodes and fruits. Front Biosci, 11(1): 2574-2589.

Flores, V.V.C. (1995). “Nopalitos” production, processing marketing. In: Agroecology, cultivation uses of cactus pear (ed. G. Barbera, P.P. Inglese & B. Pimienta), vol. 132, pp. 92–99. FAO Plant Production Protection Paper. FAO, Rome.

Frati, A.C., Hernandez, 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 Medica (Mexico), 14: 117–125.

Galati E.M., Pergolozzi, S., Miceli, N., Monforte, M.T. & Tripodo, M.M. (2001). Study on the increment of production of gastric mucus in rats treated with *Opuntia ficus indica* (L) Mill. cladodes. Journal of Ethnopharmacology, 83: 229–233.

Garcia de Cortázar, V. G., & Nobel, P. S. (1990). Worldwide environmental productivity indices and yield predictions for a CAM plant, *Opuntia ficus-indica*, including effects of doubled CO₂ levels. Agricultural and Forest Meteorology, 49(4): 261-279.

- Gibson, A. C., & Nobel, P. S. (1990).** The cactus primer. Harvard University Press.
- Granados Sánchez, D., & Castañeda Pérez, A. D. (1991).** El nopal: historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Mexico: Editorial Trillas p. 227 ISBN, 1092503908.
- Granata, G. & Sidoti, A. (2002).** Survey of diseases discovered on *Opuntia ficus-indica* in producer countries. Acta Hort. 581: 231–237.
- Gruzinski, S. (1994).** Gli Aztechi: il tragico destino di un impero. Electa/Gallimard, Trieste, Italy.
- Guevara, J. & Yahia, E.M. (2005).** Pre- and postharvest technology of cactus stems, the nopal. In: Crops: Growth, Quality and Biotechnology (ed. R. Dris), p. 592–617. WFL Publisher, Helsinki, Finland.
- Harriman, N. A. (1994).** Remarkable agaves and cacti. Economic Botany, 48(4): 396-396.
- Hasib, A., El-Gharras, H., Jaouad, A., El-Bouadili, A. (2006).** Chemical and physical characterization of three cultivars of Moroccan yellow prickly pears (*Opuntia ficus-indica*) at three stages of maturity. Cienc. Tecnol. Aliment. 5(2): 93-99.
- Hoffman, W. (1995).** Ethnobotany. In: Barbera, G., Inglese, P., & Pimienta-Barrios, E. (Eds.). (1995). Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear (Vol. 132). FAO. Plant production and protection paper 132. Rome, Italy.
- Inglese, P., Barbeca, G. & La Mantia, T. (1993).** Seasonal reproductive and vegetative growth patterns and resource allocation during cactus pear fruit growth. HortScience 34(1): 69-72.
- Inglese, P., Barbera, G. & La Mantia, T. (1993a).** Research strategies and improvement of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruit quality and production. In: Proc. Of the 4th annual Texas Prickly Pear council. August 13-14, 1993. Kingsville, Texas.
- Inglese, P., Israel, A. A., & Nobel, P. S. (1994).** Growth and CO₂ uptake for cladodes and fruit of the Crassulacean acid metabolism species *Opuntia ficus-indica* during fruit development. Physiologia Plantarum, 91(4): 708-714.
- 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.

Inglese, P. (1999). Plantación y manejo de huertos. In G. Barbera, P. Inglese & E. Pimienta eds. Agroecología, cultivo y usos del nopal. FAO Plant Production and Protection Paper 132. Rome, p. 82–96.

Inglese, P., & Gugliuzza, G. (2000). The use of Cactus pear as a fruit crop in the Mediterranean Basin. In International Symposium on Mediterranean Horticulture: Issues and Prospects 582 (p. 95-99).

Inglese, P., Basile, F., & Schirra, M. (2002). Cactus pear fruit production. Cacti Biology and Uses. University of California Press, USA, p. 163-183.

Inglese, P., Giugliuzza, G. & Liguori, G. (2004). Cactus pear fruit production: from knowledge to development. In G. Esparza-Frausto, R.D. Valdez-Cepeda & S.J. Méndez- Gallegos, eds. El Nopal. Tópicos de actualidad. Universidad Autónoma de Chapingo. Colegio de Postgraduados, Mexico, p. 89–108.

Inglese, P. (2009). Cactus pear: Gift of the New World. Chron. Hort, 49: 15-19.

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. J. Hort. Sci. 67: 861–868.

Liguori, G., Di Miceli, C., Gugliuzza, G. & Inglese, P. (2006). Physiological and technical aspects of cactus pear [*Opuntia ficus – indica* (L.) Mill.] double reflowering and out-of-season winter fruit cropping. Int. J. Fruit Sci. 6(3): 23-34.

Martínez-Soto, G., Fernández-Montes M.R. & Cabrera-Sixto, J.M. (1999). Evaluación de la vida de anaquel de tuna (*Opuntia ficus-indica*). In Memoria VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. San Luís Potosí, Mexico, p. 26–27.

Mashope, B. K. (2007). Characterization of cactus pear germplasm in South Africa (Doctoral dissertation, University of the Free State).

McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. HortScience, 27(12): 1254-1255.

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.

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(3): 347-353.

Mondragon, J. C. (1995). (In Press). Native Cultivars of Cactus Pear in Mexico. In: Janick, J. and Simon, J. E. (Eds) *Progress in New Crops*. Department of Horticulture. Purdue University.

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.

Mondragon Jacobo, C. (2001). Cactus pear domestication and breeding. *Plant Breeding Reviews*, Volume 20: 135-166.

Mondragón-Jacobo, C., & Pérez-González, S. (2001). Cactus (*Opuntia spp.*) as forage (Vol. 169). Food & Agriculture Org.

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

Mullen W., Marks S.C., & Crozier A. (2007). Evaluation of phenolic compounds in commercial fruit juices and fruit drinks. *J. Agric. Food Chem.*, 55: 3148–3157.

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.

Munoz, U. A., Garcia, V.A., & Pimiementa, B. E. (1995). Relacion entre el nivel de ploidia y variables anatomical morfologicas en especies silvestres y cultivadas de nopal tunero (*Opuntia spp.*). In: Pirnienta, et all. (Eds.) 1995. *Memorias del 60. Congreso Nacional y 40. Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. Jalisco, Mexico.

Nefzaoui, A., & Ben Salem, H. (2002). Forage, fodder, and animal nutrition (p. 190-210). P. S. Nobel (Ed.). University of California Press, Berkeley, CA, USA.

Nerd, A., & Mizrahi, Y. (1995). Reproductive biology. *FAO Plant Production and Protection Paper* (FAO).

Nerd, A., Tel-Zur, N., & Mizrahi, Y. (2002). Fruits of vine and columnar cacti. *Cacti: biology and uses*, p. 185-198.

Nieddu, G. & Spano, D. (1992). Flowering and fruit growth in *Opuntia ficus – indica*. Acta Hort. 296: 153-159.

Nobel, P. S. (1988). Environmental biology of agaves and cacti. Cambridge University Press, London.

Nobel, P.S. (1994). Remarkable Agaves and Cacti. Oxford University Press. Reino

Nobel, P. S. (2001). Ecophysiology of *Opuntia ficus-indica*. FAO Plant Production and Protection Paper (FAO).

Nobel, P. S., & Bobich, E. G. (2002). Environmental biology. Cacti: Biology and uses, p. 57-74.

Nobel, P. S., & Bobich, E. G. (2002). Initial net CO₂ uptake responses and root growth for a CAM community placed in a closed environment. Annals of botany, 90(5): 593-598.

Ochoa, J., Degano, C., Ayrault, G. & Alonso, M.E. (1997). Evaluation of postharvest behavior in cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Mill.). Acta Hort. 438: 115–121.

Ochoa, J. (2003). Cactus pear (*Opuntia spp.*) varieties main characteristics at Republica Argentina. Cactusnet Newsletter, (8): 31.

Park, E.H., Kahng, J.H. & Paek, E.A. (1998). Studies on the pharmacological actions of cactus: identification of its antiinflammatory effect. Archives of Pharmaceutical Research, 21: 30–34.

Piga, A. (2004). Cactus pear: A fruit of nutraceutical and functional importance. Journal of the Professional Association for Cactus Development, 6: 9-22.

Pimienta, E. (1990). El Nopal Tunero. Univ. De Guadalajara, México. Pimienta, E., eds. Agroecología, cultivo y usos del nopal. Estudio FAO.

Pimienta Barrios, E. (1993). Vegetable cactus (*Opuntia*). Pulses and vegetables. Underutilized crops, (1): 177-191.

Pinkava, D.G., Parfitt, B. D., Baker, M.A. & Worthington, R.D. (1992). Chromosome numbers in some Cacti of Western North America- VI- with Nomenclatural Changes. Madrono. 39(2): 8-113.

Pirnienta, B. E. & Munoz, U.A. (1995). Domestication of opuntias and cultivated varieties. In: Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO. Plant production and protection paper 132. Rome, Italy.

Pittler, M. H., Verster, J. C., & Ernst, E. (2005). Interventions for preventing or treating alcohol hangover: systematic review of randomised controlled trials. *Bmj*, 331(7531): 1515-1518.

Rodríguez, S., Orphee, C., Macías, S., Generoso, S. & Gomes García, L. (1996). Tuna: Propiedades físicoquímicas de dos variedades. *Aliment. Latinoamer.* 210: 34–37.

Rodriguez-Fragoso, L., Reyes-Esparza, J., Burchiel, S. W., Herrera-Ruiz, D., & Torres, E. (2008). Risks and benefits of commonly used herbal medicines in Mexico. *Toxicology and applied pharmacology*, 227(1): 125-135.

Sáenz-Hernández, C. (1995). Food manufacture and by-products. In: *Agro-ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear* (ed. G. Barbera, P.P. Inglese & B. Pimienta), p. 137–143. FAO, Rome.

Sáenz, C., Sepúlveda, E. & Moreno, M. (1995a). Características tecnológicas de pulpa de tuna roja. In *Resúmenes del XI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Viña del Mar, Chile, p. 159.

Sáenz, C. & Sepúlveda, E. (2001). Ecotipos coloreados de tuna (*Opuntia ficus-indica*). *ACONEX 72*: 29–32.

Sáenz, C., Berger, H., Rodríguez-Félix, A., Galleti, L., Corrales García, J., & Sepúlveda, E. (2013). Agro-industrial utilization of cactus pear. Rome: Food and Agriculture Organization.

Sawaya, W.N., Khatchadourian, H.A., Safi, W.M. & Al-Hammad, H.M. (1983). Chemical characterization of prickly pear pulp, *Opuntia ficus-indica*, and the manufacturing of prickly pear jam. *J. Food Technol.* 18: 183–193.

Scheinvar, L., (1995). Taxonomy of utilized Opuntias. In: **Barbera, G., Inglese, P. and Pimienta-Barrios, E.** *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear* (Vol. 132). FAO.

Schirra, M., Barbera, G., D'Aquino, S., La Mantia, T. & Mc Donald, R.E. (1996). Hot dips and hightemperature conditioning to improve shelf quality of late-crop cactus pear fruit. *Tropical Sci.* 36: 159–165.

Schirra, M., Barbera, G., D'hallewin, G., Inglese, P. & La Mantia, T. (1997a). Storage response of cactus pear fruit to CaCl₂ preharvest spray and postharvest heat treatment. *J. Hort. Sci.* 72(3): 371–377.

Schirra, M., Agabbio, M., D'Aquino, S. & Mc Collum, T.J. (1997b). Postharvest heat conditioning effects on early ripening Gialla cactus pear fruit. *HortSci.* 32(4): 702–704.

Schirra, M., Inglese, P. & La Mantia, T. (1999). Quality of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) fruit in relation to ripening time, CaCl₂ preharvest spray and storage conditions. *Scientia Hort.* 81: 425–436.

Senser, F., Scherz, H. & Mu'nchen, G. (1999). Tablas de Composición de Alimentos, 2nd edition (Editorial Acribia, Zaragoza).

Sepúlveda, E. & Sáenz, C. (1990). Chemical and physical characteristics of prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) pulp. *Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment.* 30: 551–555.

Stintzing, F. C., Schieber, A., Carle, R. (2001). Phytochemical and nutritional significance of cactus pear. *International Food Research Technology*, 212: 396-407.

Sudzuki, F., Muñoz, 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. *FAO Plant Production and Protection Paper* (FAO).

Sudzuki, F. (1999). Anatomía y morfología. pp. 29-36. In: Barbera, G., Inglese, P. y Producción y Protección Vegetal, 132. Roma.

Villegas, y de Gante, M. (1997). Los Nopales (*Opuntia spp.*) recursos y símbolos tradicionales en México. p. 271-273. In: Memorias. VII Congreso Nacional y Unido. 166 pp. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. V Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal.

Weiss, J., Nerd, A. & Mizrahi, Y. (1993). Vegetative parthenocarpy in the cactus pear *Opuntia ficus – indica* (L.) Mill. *Ann. Bot.* 72: 521-526.

Weniger, D. (1984). Cacti of Texas and neighboring states: a field guide. University of Texas Press.

Wessels, A. B. (1988). Spineless prickly pears. *Perskor*.

Wiese, J., McPherson, S., Odden, M. C., & Shlipak, M. G. (2004). Effect of *Opuntia ficus indica* on symptoms of the alcohol hangover. *Archives of Internal Medicine*, 164(12): 1334-1340.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Ατσαλίνου, Κ., Παπαδάκης, Ι., Μιχαλακάκου, Φ., Τσαντίλη, Ε. (2016). Πορεία αύξησης καρπών και κλαδοδίων Γονοτύπων Φραγκοσυκιάς. Πρακτικά 27^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Τεύχος 17(A), Σελ. 214-217.

Γρηγοριάδου, Ε., Λιονάκης, Σ. (2004). Προσδιορισμός του κατάλληλου σταδίου συγκομιδής και του χρόνου αποθήκευσης των καρπών φραγκοσυκιάς (*Opuntia ficus-indica*). Πρακτικά 21^{ου} Επιστημονικού Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 8-10 Οκτωβρίου 2003, Ιωάννινα. Τόμος 11/Τεύχος Β, Σελ. 273-277.

Γρηγορίου, Κ., Γεωργίου Α. (2009). Αξιολόγηση καρπών ντόπιων και ξενικών ποικιλιών και κλώνων Φραγκοσυκιάς στην Κύπρο. Πρακτικά 23^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, – Τεύχος Α, Σελ. 315-317.

Λιονάκης, Σ., Λοξού, Β. (1999). Επισήμανση, Αξιολόγηση, Συλλογή και Διατήρηση Γενοτύπων Δεσπολιάς, Φραγκοσυκιάς και Χαρουπιάς στην Ελλάδα. Πρακτικά 19^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 10 Ιουλίου 1999, Ηράκλειο, Σελ. 72- 75.

Λιονάκης, Σ. (2000). Εναλλακτικές καλλιέργειες καρποφόρων δένδρων στην Ελλάδα. MarketAgri, Εκδ. Γεωργική Τεχνολογία, 1: 52-59.

Λιονάκης, Σ., Λοξού, Β., Λυδάκης, Δ. (2003). Μελέτη πορείας ανάπτυξης φυτών και ωρίμανσης καρπών γενοτύπων φραγκοσυκιάς στην περιοχή Χανίων Κρήτης. Πρακτικά 20^{ου} Επιστημονικού Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 29 Οκτωβρίου – 1 Νοεμβρίου 2001, Λάρνακα Κύπρου. Τόμος 10, Σελ. 262-265.

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

Πηγή Διαδικτύου

1. <http://www.nda.agric.za/docs/Brochures/cactusPears.pdf>

Παράρτημα Πινάκων

Πίνακας 1 :	Χημική σύσταση καρπών φραγκοσυκιάς.	15
Πίνακας 2:	Χημική σύσταση του εδώδιμου τμήματος των καρπών της φραγκοσυκιάς.	16
Πίνακας 3:	Φυσικές και χημικές αλλαγές καρπών τους είδους <i>Opuntia amyclaea</i> κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης.	28
Πίνακας 4:	Χαρακτηριστικά 18 γονοτύπων φραγκοσυκιάς. Η μελέτη έγινε στην Κρήτη από τους.	35
Πίνακας 5:	Χαρακτηριστικά καρπών διαφόρων γονοτύπων φραγκοσυκιάς που μελετήθηκαν στις συνθήκες της Κύπρου.	36
Πίνακας 6:	Χαρακτηριστικά ώριμων καρπών εννέα ποικιλιών φραγκοσυκιάς που μελετήθηκαν στο Μαρόκο.	37
Πίνακας 7:	Διαφορές μεταξύ των καρπών εννέα ποικιλιών φραγκοσυκιάς, που μελετήθηκαν στο Μαρόκο, ως προς διάφορα χημικά χαρακτηριστικά του χυμού.	39
Πίνακας 8:	Συγκεντρώσεις μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων στο χυμό ώριμων καρπών εννέα ποικιλιών φραγκοσυκιάς που μελετήθηκαν στο Μαρόκο.	40
Πίνακας 9:	Φυσικοχημικές παραμέτροι που μελετήθηκαν σε καρπούς φραγκοσυκιάς των ποικιλιών Achefri και Amouslem, που καλλιεργήθηκαν σε δύο διαφορετικές περιοχές (ArbaâSahel, Asgherkis) του Μαρόκο.	40
Πίνακας 10:	Μήκος (Μ) και διάμετρος (Δ) οφθαλμών και καρπών φραγκοσυκιάς, που χρησιμοποιήθηκαν για τη λήψη μορφολογικών και ανατομικών παρατηρήσεων, σε 12 διαφορετικά στάδια ανάπτυξης τους.	45
Πίνακας 11:	Τα χαρακτηριστικά των καρπών που μετρήθηκαν και τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν.	116
Πίνακας 12:	Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA analysis).	117

Παράρτημα Εικόνων

Εικόνα 1:	Φυτά φραγκοσυκιάς (<i>Opuntia ficus – indica</i>).	10
Εικόνα 2:	Μορφολογικά χαρακτηριστικά ανθέων φραγκοσυκιάς.	12
Εικόνα 3:	Ανάπτυξη καρπών περιφερειακά των κλαδοδίων ηλικίας ενός έτους.	20
Εικόνα 4:	Άποψη της πειραματικής φυτείας που βρίσκεται στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.	42
Εικόνα 5:	Διαδικασία συλλογής γύρης από τα άνθη φραγκοσυκιάς, τοποθέτηση αυτής για βλάστηση σε τριβλία με κατάλληλο υπόστρωμα και έλεγχος της βλαστικής ικανότητας των γυρεόκοκκων με τη βοήθεια οπτικού μικροσκοπίου.	47
Εικόνα 6:	Διάγραμμα απεικόνισης παραμέτρων μέτρησης της φωτεινότητας, του χρώματος και της έντασης των καρπών.	49
Εικόνα 7:	Μέτρηση αντίστασης σάρκας καρπών φραγκοσυκιάς στην πίεση.	50
Εικόνα 8:	Μέτρηση ολικών διαλυτών στερεών συστατικών στον χυμό.	52
Εικόνα 9:	Μέσος αριθμός ημερών που μεσολάβησαν για την άνθηση των Γονοτύπων Α, Β, και Γ φραγκοσυκιάς, σε σχέση με τρεις διαφορετικές ημερομηνίες ανοιξιάτικης έκπτυξης των ανθοφόρων οφθαλμών τους.	55
Εικόνα 10:	Μορφολογικές διαφορές των Γονοτύπων Α, Β και Γ σε ό,τι αφορά το μήκος (Α), τη διάμετρο (Β) και το λόγο μήκους προς διάμετρο της ανθοδόχης (Γ) των ανθέων.	56
Εικόνα 11:	Απόσταση μεταξύ του άνω άκρου της ωοθήκης και της βάσης του στύλου των ανθέων των Γονοτύπων Α, Β και Γ.	57
Εικόνα 12:	Μορφολογικές διαφορές των Γονοτύπων Α, Β και Γ σε ό,τι αφορά το μήκος (Α), τη διάμετρο (Β) καθώς και το λόγο μήκους προς διάμετρο (Γ) της ωοθήκης των ανθέων.	58
Εικόνα 13:	Αριθμός διακλαδώσεων του στύλου στα άνθη των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β και Γ.	59

- Εικόνα 14: Μορφολογικές διαφορές των Γονοτύπων Α, Β και Γ σε ό,τι αφορά το μήκος του στύλου (Α), τη διάμετρο στο μέσο του στύλου (Β) και τη διάμετρο στη βάση του στύλου (Γ). 60
- Εικόνα 15: Μορφολογικές διαφορές των ανθέων των Γονοτύπων Α, Β και Γ σε ό,τι αφορά το μήκος των στιγμάτων (Α) και το μήκος στύλου χωρίς στίγματα (Β). 61
- Εικόνα 16: Συνολικός αριθμός οφθαλμών (Α) που σχηματίστηκαν ανά παλιό κλαδόδιο των φυτών των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ, καθώς και διαχώρισμος αυτών σε ξυλοφόρους (Β) και ανθοφόρους (Γ). 62
- Εικόνα 17: Επιμέρους ποσοστά των ανθοφόρων (Α) και ξυλοφόρων (Β) οφθαλμών των τεσσάρων Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ φραγκοσυκιάς που μελετήθηκαν. 63
- Εικόνα 18: Μεταβολή μήκους κλαδοδίων του Γονοτύπου Α από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). 65
- Εικόνα 19: Μεταβολή μήκους κλαδοδίων του Γονοτύπου Β από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). 66
- Εικόνα 20: Μεταβολή μήκους κλαδοδίων του Γονοτύπου Γ από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). 67
- Εικόνα 21: Μεταβολή μήκους κλαδοδίων του Γονοτύπου Δ από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). 68
- Εικόνα 22: Μεταβολή πλάτους κλαδοδίων του Γονοτύπου Α από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). 69
- Εικόνα 23: Μεταβολή πλάτους κλαδοδίων του Γονοτύπου Β από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων). 70
- Εικόνα 24: Μεταβολή πλάτους κλαδοδίων του Γονοτύπου Γ από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος 71

πειραματικών μετρήσεων).

Εικόνα 25:	Μεταβολή πλάτους κλαδοδίων του Γονοτύπου Δ από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων).	72
Εικόνα 26:	Μεταβολή λόγου μήκους προς πλάτος κλαδοδίων του Γονοτύπου Α από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων).	73
Εικόνα 27:	Μεταβολή λόγου μήκους προς πλάτος κλαδοδίων του Γονοτύπου Β από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων).	74
Εικόνα 28:	Μεταβολή λόγου μήκους προς πλάτος κλαδοδίων του Γονοτύπου Γ από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων).	75
Εικόνα 29:	Μεταβολή λόγου μήκους προς πλάτος κλαδοδίων του Γονοτύπου Δ από 04/05/2015 (έκπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών) έως 31/08/2015 (τέλος πειραματικών μετρήσεων).	76
Εικόνα 30:	Μεταβολή μήκους καρπών του Γονοτύπου Α από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή).	77
Εικόνα 31:	Μεταβολή μήκους καρπών του Γονοτύπου Β από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή).	78
Εικόνα 32:	Μεταβολή μήκους καρπών του Γονοτύπου Γ από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή).	79
Εικόνα 33:	Μεταβολή μήκους καρπών του Γονοτύπου Δ από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή).	80
Εικόνα 34:	Μεταβολή της διαμέτρου των καρπών του Γονοτύπου Α από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή).	81
Εικόνα 35:	Μεταβολή της διαμέτρου των καρπών του Γονοτύπου Β από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή).	82

Εικόνα 36:	Μεταβολή της διαμέτρου των καρπών του Γονοτύπου Γ από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή).	83
Εικόνα 37:	Μεταβολή της διαμέτρου των καρπών του Γονοτύπου Δ από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή).	84
Εικόνα 38:	Μεταβολή του λόγου μήκους προς διάμετρο των καρπών του Γονοτύπου Α από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή).	85
Εικόνα 39:	Μεταβολή του λόγου μήκους προς διάμετρο των καρπών του Γονοτύπου Β από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή).	86
Εικόνα 40:	Μεταβολή του λόγου μήκους προς διάμετρο των καρπών του Γονοτύπου Γ από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή).	87
Εικόνα 41:	Μεταβολή του λόγου μήκους προς διάμετρο των καρπών του Γονοτύπου Δ από 07/05/2015 (έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών) έως 27/08/2015 (συγκομιδή).	88
Εικόνα 42:	Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Α (1 ^ο) στάδιο συλλογής τους.	89
Εικόνα 43:	Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Α-Β (2 ^ο) στάδιο συλλογής τους.	89
Εικόνα 44:	Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Β (3 ^ο) στάδιο συλλογής τους.	90
Εικόνα 45:	Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Γ (4 ^ο) στάδιο συλλογής τους.	90
Εικόνα 46:	Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Δ (5 ^ο) στάδιο συλλογής τους.	91

Εικόνα 47:	Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Ε (6 ⁰) στάδιο συλλογής τους.	91
Εικόνα 48:	Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Ζ (7 ⁰) στάδιο συλλογής τους.	92
Εικόνα 49:	Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Θ (8 ⁰) στάδιο συλλογής τους.	92
Εικόνα 50:	Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Ι (9 ⁰) στάδιο συλλογής τους.	93
Εικόνα 51:	Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Κ (10 ⁰) στάδιο συλλογής τους.	93
Εικόνα 52:	Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Λ (11 ⁰) στάδιο συλλογής τους.	94
Εικόνα 53:	Φωτογραφική απεικόνιση μορφολογικών χαρακτηριστικών ανθοφόρων οφθαλμών φραγκοσυκιάς κατά το Μ (12 ⁰) στάδιο συλλογής τους.	94
Εικόνα 54:	Φωτογραφική απεικόνιση της εξέλιξης των ανθοφόρων οφθαλμών, από την έκπτυξή τους μέχρι και την πλήρη άνθηση-καρπόδεση, καθώς και των καρπών των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ, από την καρπόδεση μέχρι και την πλήρη ωρίμανση.	95
Εικόνα 55:	Ποσοστά βλάστησης των γυρεόκοκκων των Γονοτύπων Α, Β και Γ, μετά από <i>in vitro</i> καλλιέργειά τους σε τριβλία με κατάλληλο στερεό θρεπτικό υπόστρωμα και διατήρησή τους για 24 h σε σκοτάδι στους 24±1 °C.	96
Εικόνα 56:	Μήκος (Α), διάμετρος (Β) και λόγος μήκους προς διάμετρο (Γ) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ.	97
Εικόνα 57:	Συνολικό βάρος καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ.	98

Εικόνα 58:	Βάρος φλοιού (A) και βάρος σάρκας (B) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	99
Εικόνα 59:	Αναλογία σάρκας ανά καρπό στους Γονοτύπους φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	100
Εικόνα 60:	Συνολικός αριθμός σπόρων (A) και ξηρό βάρος ανά σπόρο (B) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	101
Εικόνα 61:	Μέσο πάχος φλοιού καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	102
Εικόνα 62:	Βάθος (A) και μέση διάμετρο κοιλότητας (B) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	103
Εικόνα 63:	Αριθμός (A) και μέση διάμετρο αερολών (B) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	104
Εικόνα 64:	Συνεκτικότητα φλοιού (A) και συνεκτικότητα σάρκας (B) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	105
Εικόνα 65:	Χρωματικές παράμετροι $L^*(A)$, $a^*(B)$ και $b^*(\Gamma)$ στη σάρκα καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	106
Εικόνα 66:	Χρωματική απόχρωση $C^*(A)$ και $h^o(B)$ στη σάρκα καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	108
Εικόνα 67:	Χρωματική απόχρωση $L^*(A)$, $a^*(B)$ και $b^*(\Gamma)$ στο φλοιό καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	109
Εικόνα 68:	Χρωματική απόχρωση $C^*(A)$ και $h^o(B)$ στο φλοιό καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	110
Εικόνα 69:	Όγκος (A), βάρος (B) και πυκνότητα χυμού (Γ) σε καρπούς των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	111
Εικόνα 70:	Χυμοπεριεκτικότητα καρπών (A) και σάρκας (B) των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	112
Εικόνα 71:	Ολικά διαλυτά στερεά (A), ογκομετρούμενη οξύτητα (B) και λόγος διαλυτών στερεών προς οξέα (Γ) καρπών των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς A, B, Γ και Δ.	114

Παράρτημα Εικόνων

- Εικόνα 72: Το pH χυμού των καρπών, των Γονοτύπων φραγκοσυκιάς Α, Β, Γ και Δ. 115
- Εικόνα 73: Διαφοροποίηση γονοτύπων (Α, Β, Γ, Δ) σε σχέση με τις δύο πρώτες κύριες συνιστώσες. 117
- Εικόνα 74: Δενδρόγραμμα των Γονοτύπων Α, Β, Γ και Δ με βάση 29 χαρακτηριστικά των καρπών τους. 118