



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

Δ.Π.Μ.Σ. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΑΓΡΟΔΙΑΤΡΟΦΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η επίδραση της εφαρμογής αμινοξέων, του χρόνου συγκομιδής
και του προσανατολισμού στα ποιοτικά χαρακτηριστικά
καρπών πορτοκαλιάς ποικιλίας 'Navelina' που καλλιεργούνται
στην Άρτα.**



shutterstock.com • 95744233

Βασιλική Τσαρακλημάνη

**Επιβλέπων: Βασίλειος Στουρνάρας
Επίκουρος Καθηγητής**

ΑΡΤΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2024

**THE EFFECT OF AMINO ACIDS APPLICATION, HARVEST TIME
AND ORIENTATION ON THE QUALITY CHARACTERISTICS OF
'NAVELINA' ORANGE FRUITS GROWN IN ARTA.**

Εγκρίθηκε από τριμελή επιτροπή
Άρτα, 13-3-2024

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής
Βασίλειος Στουρνάρας

2. Μέλος επιτροπής
Πατακιούτας Γεώργιος

3. Μέλος επιτροπής
Μπέζα Παρασκευή

© Τσαρακλημένη Βασιλική 2024

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

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

Τσαρακλημάνη Βασιλική

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με το σημείωμα αυτό οφείλω να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή μου, Στουρνάρα Βασίλειο που με την πολύτιμη βοήθεια του και τις παρατηρήσεις του συνέβαλε στην αρτιότερη εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας. Επίσης και στην Μπέζα Παρασκευή που με βοήθησε στο συντονισμό των πειραμάτων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό της βιβλιοθήκης για την παραχώρηση του αναγκαίου έντυπου υλικού για τη διεξαγωγή της έρευνας.

Ευχαριστώ θερμά το φοιτητή Παππά Θρασύβουλο για τη διάθεση των καρπών.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά τα παιδιά μου Ιωάννη και Θεοχάρη καθώς και τον σύζυγό μου Θοδωρή, για την κατανόηση που έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια της μεταπτυχιακής μου διατριβής και που είναι πάντα δίπλα μου και με στηρίζουν στην επίτευξη των στόχων μου. Ένα τεράστιο ευχαριστώ στους γονείς μου Θεοχάρη και Παναγιώτα, για όλες τις θυσίες που έχουν κάνει όλα αυτά τα χρόνια και με στηρίζουν σε κάθε μου βήμα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα εσπεριδοειδή ανήκουν στις πιο σημαντικές δενδρώδεις καλλιέργειες, κυρίως λόγω της θρεπτικής αξίας των καρπών τους, οι οποίοι είναι βασική πηγή πολλών βιταμινών και άλλων θρεπτικών ουσιών. Τα τελευταία χρόνια αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς η χρήση βιοδιεγερτών σε πολλές δενδρώδεις καλλιέργειες, καθώς όταν εφαρμόζονται στα δένδρα αυξάνεται η αποδοτικότητα χρήσης των θρεπτικών στοιχείων, ενισχύεται η άμυνα τους σε αβιοτικές καταπονήσεις ή/και βελτιώνονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων προϊόντων τους. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης ενός βιοδιεγέρτη, του χρόνου συγκομιδής καθώς και του προσανατολισμού στα ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών πορτοκαλιάς ποικιλίας 'Navelina', που καλλιεργούνται στην Περιφερειακή Ενότητα Άρτας. Πιο συγκεκριμένα, διερευνήθηκε η επίδραση ενός βιοδιεγέρτη που περιέχει κυρίως αμινοξέα, η έκθεση των καρπών σε Ανατολή, Δύση, Βορρά και Νότο, καθώς και η χρονική στιγμή της συγκομιδής τους (2 συγκομιδές με διαφορά 1 μήνα) σε ορισμένα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, όπως βάρος, μήκος και πλάτος καρπού, πάχος φλοιού, περιεκτικότητα σε χυμό, pH, ολικά διαλυτά στερεά συστατικά χυμού (ΔΣΣ), τιτλοδοτούμενη οξύτητα (ΤΟ), ΔΣΣ/ΤΟ και συγκέντρωση σε ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε, στατιστικά σημαντική, αύξηση του βάρους, του μήκους, του πλάτους και της περιεκτικότητας του χυμού των καρπών στα δέντρα που εφαρμόστηκε ο βιοδιεγέρτης, σε σύγκριση με τους μάρτυρες και στις δυο συγκομιδές. Επίσης, βρέθηκε μόνο κατά τη δεύτερη συγκομιδή, στατιστικά σημαντικά, υψηλότερο πάχος φλοιού και pH χυμού στους καρπούς των δένδρων που εφαρμόστηκε ο βιοδιεγέρτης, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά, η τιτλοδοτούμενη οξύτητα και η σχέση ΔΣΣ/ΤΟ δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των καρπών στα δέντρα που εφαρμόστηκε ο βιοδιεγέρτης, σε σύγκριση με τους μάρτυρες και στις δυο συγκομιδές. Η συγκέντρωση σε ασκορβικό οξύ (Vit C) που προσδιορίστηκε στους καρπούς της δεύτερης συγκομιδής, όταν εκφράστηκε σε mg Vit C/100ml χυμού πορτοκαλιού ήταν, στατιστικά σημαντικά, υψηλότερη στους καρπούς του μάρτυρα σε σύγκριση με τα πειραματικά δέντρα, ενώ όταν εκφράστηκε σε mg Vit C/ανά καρπό πορτοκαλιού δεν έδωσε στατιστικά σημαντικά διαφορές μεταξύ τους. Μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης συγκομιδής οι καρποί των δένδρων (πειραματικά και μάρτυρες) εμφάνισαν αύξηση στο βάρος τους, στην περιεκτικότητα του χυμού, στα ολικά διαλυτά στερεά, καθώς και στο λόγο ΔΣΣ/ΤΟ. Σε σχέση με τον προσανατολισμό δεν καταγράφηκαν αξιόλογες μεταβολές μεταξύ των μετρούμενων χαρακτηριστικών σε κάθε επέμβαση αλλά σε γενικές γραμμές η ανατολική έκθεση των καρπών έδωσε υψηλότερες τιμές σε ότι αφορά το βάρος, το μήκος, το πλάτος και την περιεκτικότητα του χυμού τους, ενώ η βορινή έκθεση τις μικρότερες τιμές και στις δυο συγκομιδές.

Λέξεις-κλειδιά: Βιοδιεγέρτης, Ναβαλίνα, ποιοτικά χαρακτηριστικά, προσανατολισμός, χρόνος συγκομιδής.

ABSTRACT

Citrus fruit trees belong to the most important tree crops, mainly due to the nutritional value of their fruits which are the primary source of many vitamins and other nutrients. In recent years, biostimulants are being used increasingly in many tree crops, since when used they increase the efficient utilization of nutrients, the defense mechanism of the tree is enhanced against abiotic stresses and/or the quality characteristics of their products are enhanced. The aim of this thesis was to investigate the effect of a biostimulant, the harvest time and the tree orientation on the quality characteristics of the 'Navelina' variety which is cultivated in the Regional Unit of Arta. More specifically, this thesis investigated the effects of a biostimulant that mainly contained amino-acids, the exposure of the crops to East, West, North and South orientation and the harvest times (2 harvests with a 1-month difference) on certain qualitative and quantitative characteristics of the fruits, such as their weight, length and width, rind thickness, juice content, pH value, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), TSS/TA ratio and concentration of ascorbic acid (Vitamin C).

According to the results, a statistically significant increase in weight, length, width and juice content was found in trees where a biostimulant was applied compared to the controls in both harvests. Furthermore, during the second harvest only, a statistically significant higher rind thickness and juice pH was found in the fruits of the trees where a biostimulant was used compared to the controls. The total soluble solids, the titratable acidity and the ration of TSS/TA showed no statistically significant difference between the fruits of the trees where a biostimulant was used compared to the controls during both harvests. The concentration of ascorbic acid (Vitamin C) determined in the fruits of the second harvest, when expressed in mg Vit C/100ml of orange juice, was statistically significantly higher in the fruits of the controls compared to the experimental trees, while when expressed in mg Vit C/per fruit it showed no statistically significant differences between them. Between the first and second harvest, the fruit of the trees (both experimental and controls) showed an increase in weight, juice content, total soluble solids, as well as the TSS/TA ratio. With regards to the tree orientation, no significant changes were recorded between the measured characteristics in each treatment, but in general the eastern exposure of the fruit gave higher values in terms of weight, length, width and juice content, while the northern exposure gave lower values in both harvests.

Keywords: Biostimulant, 'Navelina', qualitative characteristics, orientation, harvest time.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
1.1 Εσπεριδοειδή.....	16
1.1.1 Είδη Εσπεριδοειδών.....	16
1.1.2 Οικονομική σημασία.....	17
1.1.3 Πορτοκαλιά.....	19
1.1.3.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	19
1.1.3.2 Εδαφοκλιματικές συνθήκες	20
1.1.3.3 Ποικιλίες.....	21
1.2 Βιοδιεγέρτες.....	29
1.2.1 Αμινοξέα.....	32
1.3 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	35
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	43
2.1 Φυτικό υλικό.....	43
2.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών που μελετήθηκαν	43
2.2.1 Δειγματοληψία καρπών.....	43
2.2.2 Βάρος καρπού.....	44
2.2.3 Διαστάσεις καρπού.....	45
2.2.4 Πάχος φλοιού	46
2.2.5 Περιεκτικότητα σε χυμό.....	47
2.2.6 pH χυμού	48
2.2.7 Ολικά Διαλυτά Στερεά Συστατικά	49
2.2.8 Τιτλοδοτούμενη οξύτητα.....	49
2.2.9 Προσδιορισμός ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C).....	51
2.3 Πειραματικό σχέδιο και στατιστική ανάλυση.....	54
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	55
3.1 Βάρος καρπού.....	55
3.2 Διαστάσεις καρπού.....	56
3.3 Πάχος φλοιού	60

3.4 Περιεκτικότητα σε χυμό.....	62
3.5 pH χυμού.....	64
3.6 Ολικά Διαλυτά Στερεά Συστατικά	66
3.7 Τιτλοδοτούμενη οξύτητα	68
3.8 Ολικά Διαλυτά Στερεά/Τιτλοδοτούμενη οξύτητα	70
3.9 Συγκέντρωση ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C).....	72
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	75
5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	79
Ξένη Βιβλιογραφία	79
Ελληνική Βιβλιογραφία	79

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1. Πορτοκάλια Μέρλιν.....	24
Εικόνα 2. Πορτοκάλια Navelina.....	25
Εικόνα 3. Πορτοκαλιά Newhall.....	26
Εικόνα 4. Πορτοκάλια Tomargo.....	27
Εικόνα 5. Απεικόνιση από δορυφόρο της τοποθεσίας του πειραματικού αγρού.....	43
Εικόνα 6. Αρίθμηση καρπών πορτοκαλιάς.	44
Εικόνα 7. Ζυγός ακριβείας.....	45
Εικόνα 8. Μέτρηση μήκους καρπού με παχύμετρο.....	45
Εικόνα 9. Μέτρηση πλάτους καρπού με παχύμετρο.....	46
Εικόνα 10. Εγκάρσια τομή του πορτοκαλιού.....	46
Εικόνα 11. Μέτρηση του πάχους του φλοιού του καρπού με παχύμετρο.....	47
Εικόνα 12. Οικιακός αποχυμωτής.....	47
Εικόνα 13. Μέτρηση ml χυμού.....	48
Εικόνα 14. Μέτρηση pH χυμού με πεχάμετρο.....	48
Εικόνα 15. Μέτρηση ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (Brix) του χυμού.....	49
Εικόνα 16. Αλλαγή χρώματος.....	50
Εικόνα 17. Μέτρηση κιτρικού οξέος στο χυμό των πορτοκαλιών.....	51
Εικόνα 18. Αλλαγή χρώματος σε ελαφρά ρόδινο.....	54

Διάγραμμα 1. Απεικόνιση βάρους καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, M.O.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$

Διάγραμμα 2. Απεικόνιση βάρους καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, M.O.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$

Διάγραμμα 3. Απεικόνιση μήκους καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$	57
Διάγραμμα 4. Απεικόνιση μήκους καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$	58
Διάγραμμα 5. Απεικόνιση πλάτους καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$	59
Διάγραμμα 6. Απεικόνιση πλάτους καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$	60
Διάγραμμα 7. Απεικόνιση πάχους φλοιού καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$	61
Διάγραμμα 8. Απεικόνιση πάχους φλοιού καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$	62
Διάγραμμα 9. Απεικόνιση περιεκτικότητας χυμού καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου	

υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$63

Διάγραμμα 10. Απεικόνιση περιεκτικότητας χυμού καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$64

Διάγραμμα 11. Απεικόνιση pH χυμού καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$65

Διάγραμμα 12. Απεικόνιση pH χυμού καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$66

Διάγραμμα 13. Απεικόνιση διαλυτών στερεών συστατικών χυμού καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$67

Διάγραμμα 14. Απεικόνιση διαλυτών στερεών συστατικών του χυμού καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$68

Διάγραμμα 15. Απεικόνιση τιτλοδοτούμενης οξύτητας καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$69

Διάγραμμα 16. Απεικόνιση τιτλοδοτούμενης οξύτητας καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά

προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας

$p \leq 0.05$70

Διάγραμμα 17. Απεικόνιση ΔΣΣ/ΤΟ καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$71

Διάγραμμα 18. Απεικόνιση ΔΣΣ/ΤΟ καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$72

Διάγραμμα 19. Απεικόνιση περιεκτικότητας βιταμίνης C σε mg ανά 100 ml χυμού καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$73

Διάγραμμα 20. Απεικόνιση περιεκτικότητας βιταμίνης C σε mg ανά καρπό πορτοκαλιού κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$74

Σχήμα 1. Αντίδραση οξειδοαναγωγής L- ασκορβικού οξέος (βιταμίνης C) με τη χρωστική 2,6 DCPI (2,6 διγλωροφαινοληνδοφαινόλη).....52

Γράφημα 1. Καμπύλη αναφοράς δείκτη 2,6 DCPI συναρτήσει της συγκέντρωσης βιταμίνης C.....53

1.Εισαγωγή

Τα εσπεριδοειδή είναι μια γνωστή ομάδα αειθαλών δέντρων, τα οποία υπάρχουν από τα αρχαία χρόνια. Οι πρώτες αναφορές της καλλιέργειάς τους εντοπίζεται στις περιοχές τις Ν. Ασίας και ιδιαίτερα στο Ν. Βιετνάμ και Ν. Κίνα από το 2.400 π.Χ.. Στην Ευρώπη τα εσπεριδοειδή μεταφέρθηκαν από τους Πορτογάλους τον 16^ο μ.Χ. αιώνα (Βασιλακάκης-Θεριός 2019). Επίσης, η κιτριά, που είναι ένα από τα εσπεριδοειδή που έγινε πρώτο γνωστό στην Ευρώπη, περιγράφεται στην Περσία από το Θεόφραστο. Από τους Εβραίους διαδόθηκε γύρω στο 500 π.Χ. η καλλιέργεια των εσπεριδοειδών στις ανατολικές μεσογειακές χώρες, η οποία αργότερα επεκτάθηκε στην Ιταλία και σε άλλες περιοχές της Ευρώπης όπου υπήρχε πιο ζεστό κλίμα (Ποντίκης 2003).

Ένα ακόμα σημαντικό βήμα στην εξάπλωση των εσπεριδοειδών έγινε από τον Κολόμβο, ο οποίος μετέφερε σπόρους πορτοκαλιάς και λεμονιάς στην Βόρεια Αμερική, ενώ στη συνέχεια Ισπανοί ναυτικοί μετέφεραν καρπούς εσπεριδοειδών στην Νότια Αμερική (Βασιλακάκης-Θεριός 2019). Σήμερα τα εσπεριδοειδή είναι καρποί παγκοσμίου ενδιαφέροντος επειδή η καλλιέργειά τους γίνεται σε περισσότερες από 100 χώρες και σε όλες τις Ηπείρους. Η καλλιέργεια των εσπεριδοειδών παρατηρείται στην τροπική και υποτροπική ζώνη όπου οι συνθήκες σε κλίμα και έδαφος είναι ευνοϊκές (Βασιλακάκης-Θεριός 2019).

Η πορτοκαλιά (*Citrus sinensis* L.), που είναι το πιο γνωστό είδος των εσπεριδοειδών, από την Κίνα και οι Πορτογάλοι τη μετέφεραν στην Ευρώπη κατά τον δέκατο αιώνα. Αξίζει να αναφερθεί, ότι η καλλιέργεια της πορτοκαλιάς υπήρχε στην Ευρώπη πριν τη φέρουν οι Πορτογάλοι, αλλά η χρήση των καρπών της δεν ήταν πολύ διαδεδομένη. Η ποικιλία των Πορτογάλων γνωστή και με την ονομασία «Πορτογαλικό πορτοκάλι» διαδόθηκε ταχύτατα σε άλλες παραμεσόγειες χώρες, λόγω του υψηλού ποσοστού κέρδους (Ποντίκης 2003).

Το δεύτερο είδος που είναι αρκετά γνωστό είναι η μανταρινιά (*Citrus reticulate* Blanco), η οποία καλλιεργούνταν στην Κίνα και την Ιαπωνία κατά την αρχαιότητα. Στην Ευρώπη η καλλιέργεια της μανταρινιάς διαδόθηκε τους νεότερους χρόνους και πιο συγκεκριμένα το πρώτο δέντρο έφτασε την Αγγλία το 1805 μ.Χ. και έπειτα εξαπλώθηκε στις μεσογειακές χώρες (Ποντίκης 2003).

Τα εσπεριδοειδή που καλλιεργούνται σε όλο τον κόσμο καλύπτουν παραγωγή που εκτιμάται σε 157.979.260 τόνους. Η πρώτη σε παραγωγή χώρα είναι η Κίνα, με την παραγωγή να ξεπερνά τους 44.000.000 τόνους και δεύτερη η Βραζιλία με 9.000.000 τόνους. (FAO 2019).

1.1 Εσπεριδοειδή

1.1.1 Είδη εσπεριδοειδών

Τα εσπεριδοειδή ανήκουν στην οικογένεια Rutaceae και στην υποοικογένεια Aurantioideae. Στην οικογένεια Rutaceae υπάρχουν κυρίως αειθαλή φυτά, δέντρα ή θάμνοι με κλαδιά αγκαθωτά. Η υποοικογένεια Aurantioideae περιλαμβάνει το γένος *Citrus* και άλλα 32 συγγενή προς αυτό γένη. Τα περισσότερα είδη που ανήκουν στα Aurantioideae είναι δέντρα ή αειθαλή θάμνοι.

Υπάρχουν δυο συστήματα ταξινόμησης των εσπεριδοειδών (*Citrus*), κατά Tanaka και κατά Swingle. Κατά το σύστημα ταξινόμησης Tanaka το γένος *Citrus* χωρίζεται σε δυο υπογένη *Archicitrus* που έχει 109 είδη και *Metacitrus* που έχει 48 είδη. Το σύστημα αυτό δεν χρησιμοποιείται λόγω της πολυπλοκότητάς του.

Για το λόγο αυτό υπάρχει το σύστημα ταξινόμησης κατά Swingle, το οποίο χωρίζει το γένος *Citrus* σε δυο υπογένη *Citrus* ή *Eucitrus* και *Papeda*. Το υπογένος *Citrus* ή *Eucitrus* περιλαμβάνει όλα τα καλλιεργούμενα είδη των εσπεριδοειδών τα οποία έχουν χαρακτηριστικό εδώδιμο καρπό ή χυμό με γλυκιά ή υπόξινη αρωματική γεύση και με χαρακτηριστική πικράδα ή μη.

Το υπογένος *Papeda* χαρακτηρίζεται από καρπούς μη εδώδιμους, ενώ τα άνθη και οι καρποί είναι πολύ μικρού μεγέθους (Βασιλακάκης-Θερίος, 2019).

1.1.2 Οικονομική σημασία

Η καλλιέργεια των εσπεριδοειδών είναι πολύ σημαντική για την παγκόσμια οικονομία αλλά και για την χώρα μας. Το 2019, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο οργανισμό τροφίμων και γεωργίας (FAO) 157.979.260 τόνοι εσπεριδοειδών παράχθηκαν σε όλο τον πλανήτη, με τους 78.699.604 εξ αυτών, να αφορούν τα πορτοκάλια. Η πρώτη σε παραγωγή χώρα είναι η Κίνα, με την παραγωγή να ξεπερνά τους 44.000.000 τόνους και δεύτερη η Βραζιλία με 9.000.000 τόνους. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο η παραγωγή των εσπεριδοειδών, με στοιχεία της Eurostat το 2019 ανερχόταν στους 11.000.000 τόνους, με την πλειοψηφία (6.000.000 τόνοι) να παράγονται στην Ισπανία, η οποία και αποτελεί την πρώτη παραγωγική χώρα σε εσπεριδοειδή, δεύτερη έρχεται η Ιταλία με 3.000.000 τόνους και τρίτη η Ελλάδα με 1.100.000 τόνους (Ζήνωνος, 2021).

Οι κυριότερες περιοχές που καλλιεργούνται σήμερα τα εσπεριδοειδή καταλαμβάνουν μία ζώνη που ακολουθεί τον Ισημερινό και επεκτείνεται 35° περίπου προς Βορρά ή προς το Νότο (Λάζου Ε., 2020). Εξετάζοντας όμως ακόμα καλύτερα τη ζώνη αυτή παρατηρούμε ότι είναι δυνατό να ευδοκιμήσουν και σε περιοχές πέρα των 35°. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περιοχή της Μεσογείου (Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία, Πορτογαλία κ.λπ.) και η Καλιφόρνια, περιοχές στις οποίες αναπτύσσονται και ευδοκιμούν όλα σχεδόν τα είδη των εσπεριδοειδών (Βασιλακάκης Θερίος, 2016).

Περιφέρειες και περιφερειακές ενότητες	Πορτοκαλιές (στρέμματα)
Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου	3.580
Ήπειρος	31.591
Άρτας	26.842
Θεσπρωτίας	2.963
Πρέβεζα	1.780
Περιφέρεια Θεσσαλίας	89
Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	1012
Περιφέρεια Ιονίων νήσων	816
Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	55.683
Αιτωλοακαρνανίας	29.309
Περιφέρεια Πελοποννήσου	169.101
Αργολίδας	92.655
Λακωνίας	69.927
Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	2.887
Ρόδου	2.110
Περιφέρεια Κρήτης	29.312
Χανίων	26.231

Πίνακας 1. Εκτάσεις κατά περιφέρεια και περιφερειακή ενότητα, σε στρέμματα (ΕΛΣΤΑΤ, 2019)

Οι κυριότερες περιοχές καλλιέργειας της πορτοκαλιάς στην Ελλάδα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, είναι η Αργολίδα με 92.655 στρέμματα, η Λακωνία με 69.927 στρέμματα, η Αιτωλοακαρνανία με 29.309 και η Άρτα με 26.842 στρέμματα.

1.1.3 Πορτοκαλιά

1.1.3.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η πορτοκαλιά (*Citrus sinensis*) είναι δέντρο που το ύψος του μπορεί να φτάσει τα 12 μέτρα με συμπαγή και κωνική κόμη. Ο φλοιός των βλαστών έχει γκρίζο-καφετί χρώμα, φέρει αγκάθια. Τα φύλλα είναι στιλπνά, με σχήμα ωοειδές, μήκους 7,5 μέχρι 10 εκατοστά και έχουν μίσχο μήκους 1,5 μέχρι 2,5 εκατοστά και μικρό πτερύγιο. Οι καρποί έχουν χρώμα πορτοκαλί στις περισσότερες ποικιλίες αλλά και κοκκινωπό, στο σαγκουίνι. Έτσι, η σάρκα τους θα είναι ίδια ανάλογα με τον καρπό, δηλαδή πορτοκαλί ή κοκκινωπό. Η πορτοκαλιά είναι μονόκορμο δέντρο ενώ ο κορμός της είναι σχετικά λείος και κυλινδρικός, χρώματος γκρίζο καφέ. Το ύψος του κορμού κυμαίνεται από 0,20m μέχρι 1m περίπου. Ο βλαστός όταν είναι νεαρός έχει ανοιχτό πράσινο χρώμα και τριγωνικό σχήμα, όμως με την πάροδο του χρόνου γίνεται κυλινδρικός και αποκτά σκούρο πράσινο χρώμα.

Τα φύλλα της πορτοκαλιάς είναι απλά, μετρίου μεγέθους ελλειψοειδούς σχήματος με ή χωρίς πτερύγια, είναι πράσινα και γυαλιστερά. Αποτελούνται από το έλασμα και τον μίσχο. Διατηρούνται συνήθως πάνω στο δέντρο για δυο ή περισσότερες βλαστικές περιόδους και στην συνέχεια πέφτουν (Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου,2016). Τα φύλλα της πορτοκαλιάς παρόλο που αυτά χαρακτηρίζονται ως αείφυλλα, πέφτουν αφού παραμείνουν πάνω στο δέντρο περίπου 17-24 μήνες. Τα φύλλα πέφτουν σταδιακά και όχι όλα μαζί ανάλογα με την ηλικία τους, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ορισμένες όμως περιόδους πέφτουν περισσότερα (Βασιλακάκης-Θερίος 2019).

Το άνθος της πορτοκαλιάς είναι υπόγυνο και φέρει 20-40 στήμονες ενώ μένουν στη βάση. Το κάθε άνθος περιλαμβάνει τον ποδίσκο, τον κάλυκα που αποτελείται από πέντε σέπαλα, την στεφάνη που αποτελείται από πέντε πέταλα, τους στήμονες που φέρουν τους ανθήρες, όπου σχηματίζεται η γύρη, και τον ύπερο, που αποτελείται από το στίγμα, τον στύλο και την ωοθήκη, η οποία είναι πολύχρωμη και φέρει 8-14 καρπόφυλλα. Στην βάση της στεφάνης υπάρχει το νεκτάριο όπου παράγεται το νέκταρ. Τα άνθη της πορτοκαλιάς είναι κατά κανόνα ερμαφρόδιτα, όταν όμως παρατηρείται έλλειψη Zp τότε παράγονται ατελή άνθη (Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου 2016,Βασιλακάκης-Θερίος 2019).

Ο καρπός της πορτοκαλιάς είναι ράγα-εσπερίδιον. Αποτελείται από το φλοιό και τη σάρκα. Ο φλοιός χωρίζεται σε δυο ζώνες το έγχρωμο τμήμα του φλοιού (flavedo), περιέχει και το λευκό τμήμα του φλοιού (albedo). Οι ιστοί του είναι χαλαρά συνδεδεμένοι και όταν αποφλοιώνεται ο καρπός μέρος αυτού παραμένει πάνω στο εδώδιμο τμήμα (Βασιλακάκης-Θερίος 2019).

Η ρίζα της πορτοκαλιάς είναι ξυλώδης και αποτελείται από πλάγιες ρίζες με αρκετές διακλαδώσεις, θεωρείται δέντρο επιπολαιόριζο. Το ριζικό της σύστημα αναπτύσσεται σε μικρό βάθος από την επιφάνεια του εδάφους (Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου, 2016).

1.1.3.2 Εδαφοκλιματικές συνθήκες

Η πορτοκαλιά ευδοκیمی σε ευρεία ποικιλία εδαφών, από τα πιο αμμώδη μέχρι τα αργιλώδη. Όμως για την καλλιέργεια της πορτοκαλιάς το κατάλληλο έδαφος είναι το αμμοαργιλώδες ή αργιλοαμμώδες, διαπερατό, καλώς αποστραγγιζόμενο βαθύ, μη αλατούχο, και να μην έχουν καλλιεργηθεί σε αυτό το έδαφος εσπεριδοειδή την τελευταία δεκαετία (Ποντίκης 2006). Ο πιο σημαντικός παράγοντας για την καλλιέργεια της πορτοκαλιάς είναι το κλίμα. Το κλίμα είναι εκείνο που καθορίζει την ύπαρξη της πορτοκαλοφυτείας και την ποιότητα των πορτοκαλιών, ενώ το έδαφος και το νερό καθορίζουν την παραγωγικότητα της πορτοκαλοφυτείας (Ποντίκης 2006).

Οι θερμοκρασίες κάτω από το 0° C θεωρούνται επικίνδυνες για τη πορτοκαλιά, κυρίως όταν διατηρούνται για μεγάλα χρονικά διαστήματα, γιατί προκαλούν σοβαρές ζημιές στην παραγωγή και μερικές φορές και στα ίδια τα δέντρα. Επίσης και οι υψηλές θερμοκρασίες, για τη πορτοκαλιά, μπορεί να αποβούν επιζήμιες για την παραγωγικότητα της φυτείας και υπάρχει περίπτωση και για την καρποπαραγωγή που φέρει (Ποντίκης 2006).

Στις ξερικές και ημιξηρικές περιοχές το νερό είναι απαραίτητο για την καλλιέργεια της πορτοκαλιάς. Η επαρκής ποσότητα αυτού και η αποδεκτή ποιότητά του καθορίζουν το ύψος της παραγωγικής ικανότητας μιας πορτοκαλοφυτείας. Αντίθετα στις πιο νοτιότερες περιοχές, το πολύ νερό μπορεί να προκαλέσει ζημιά στην παραγωγικότητα μιας πορτοκαλοφυτείας, για το λόγο αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται εγκαίρως μέτρα, για να αντιμετωπίζονται τέτοιου είδους προβλήματα (Ποντίκης 2006).

Τα περισσότερα είδη των εσπεριδοειδών του γένους Citrus μπορούν να προσαρμοσθούν σε μια μεγάλη κλίμακα θερμοκρασιών μεταξύ 13° C και 37° C. Η αντοχή στο κρύο ποικίλλει ανάλογα με το είδος και τα περισσότερα ανθεκτικά, κατά φθίνουσα σειρά, είδη είναι: μανταρινιές, πορτοκαλιές, γρέιπ-φρουτ, λεμονιές, λιμεττιές, κιτριές και φράπες. Τα ώριμα

δέντρα, και ιδιαίτερα αυτά που παρουσιάζουν το φαινόμενο του λήθαργου, μπορούν να αντέξουν το κρύο περισσότερο από τα νεαρά και δραστηριοποιημένα (Πρωτοπαπαδάκης 2016).

1.1.3.3 Ποικιλίες

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται πολλές ποικιλίες πορτοκαλιάς, θα μπορούσαμε να τις διαχωρίσουμε ως εξής:

- Κοινές ποικιλίες
- Ομφαλοφόρες ποικιλίες
- Αιματοφόρες ποικιλίες
- Γλυκόχυμες ποικιλίες

Κοινές ποικιλίες

Οι κυριότερες κοινές ποικιλίες είναι:

- **Κοινό Άρτας**

Ο καρπός αυτής της ποικιλίας έχει μέσο μέγεθος και το σχήμα του είναι ελαφρώς πλακέ ή σφαιρικό. Ο φλοιός είναι λείος και έχει μέτριο πάχος. Σπόροι 5-10. Η καλλιέργειά της είναι σε μεγάλη έκταση στην Άρτα και με τους τύπους στρογγυλά Άρτας και πλακέ Άρτας. Τα στρογγυλά καλύπτουν το 75% περίπου του κοινού και είναι ποικιλία μεσοπρώιμη. Τα πλακέ Άρτας καλύπτουν το υπόλοιπο 25% περίπου του κοινού και αυτή είναι μεσοπρώιμη ποικιλία ενώ παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στους παγετούς. Ο φλοιός αποσπάται δύσκολα (Ποντίκης 2003).

- **Μποτσάτο Άρτας**

Η ποικιλία Μποτσάτο Άρτας είναι φυσική επιλογή της περιοχής της Άρτας. Ο καρπός είναι μεγαλύτερος και έχει σχήμα ωοειδές ενώ ο φλοιός αποσπάται εύκολα. Ο καρπός προσαρτάται πολύ ισχυρά με τον ποδίσκο. Φέρει λίγους σπόρους και αρκετό χυμό. Είναι ποικιλία που εμφανίζει σταθερότητα στην παραγωγή και ωριμάζει τέλος Νοεμβρίου και δεν παρουσιάζει παρενιαυτοφορία. Ως δέντρο είναι ζωνητής αναπτύξεως και ωριμάζει νωρίτερα από το Κοινό Άρτας. Ακόμα καρποφορεί κάθε χρόνο και δίνει ικανοποιητικές σοδειές. Η

ποικιλία Μποτσάτο Άρτας είναι φυσική επιλογή της περιοχής της Άρτας. Τέλος, αντιπροσωπεύει το 50% περίπου της έκτασης της Άρτας, και χρησιμοποιείται μόνο για χυμοποίηση (Ζιώγας 2023, Ποντίκης 2003).

- **Salustiana**

Ο καρπός της έχει μέσο έως μεγάλο μέγεθος, το σχήμα του είναι σφαιρικό είναι πολύ καλά χρωματισμένος κατά την ωρίμανση. Επίσης, ο καρπός διατηρείται πολύ καλά πάνω στο δέντρο, χωρίς να χάσει καθόλου την ποιότητα του. Ο φλοιός έχει μέτριο πάχος και η σάρκα είναι τρυφερή, χυμώδης και με γλυκιά γεύση. Ως δέντρο έχει ζωνρή ανάπτυξη, κάπως ορθόκλαδη, μετρίου ή μεγάλου μεγέθους παραγωγική, είναι άσπερμη και πρώιμη. Η ποικιλία αυτή προέκυψε από μεταλλαγή κοινής πορτοκαλιάς στον κήπο ενός μοναστηριού κοντά στην Επονα της Βαλέντιας της Ισπανίας (Ποντίκης 2003).

- **Valencia**

Ο καρπός αυτής της ποικιλίας είναι μετρίως μεγάλος και το σχήμα της επίμηκες σφαιρικό και είναι πολύ καλά χρωματισμένος κατά την ωρίμανση. Ο καρπός διατηρείται πάρα πολύ καλά πάνω στο δέντρο, αλλά χάνει λίγο σε ποιότητα, όμως μπορεί να συντηρηθεί καλά και είναι ανθεκτικός στις μεταφορές. Ο φλοιός έχει μέτριο πάχος, είναι αρκετά σκληρός, δερματώδης και λείος. Η σάρκα είναι αρκετά χυμώδης και με καλή γεύση αν και λίγο ξινή συνήθως. Η ποικιλία αυτή είναι άσπερμη και oligósperμη και κατάλληλη για χυμό. Ως δέντρο είναι ζωνρό και κάπως ορθόκλαδο, μεγάλου μεγέθους, με τάση παρενιαυτοφορίας και ευρείας προσαρμογής. Η ποικιλία αυτή για την ωρίμανση χρειάζεται αρκετά ζεστές περιοχές. Σε ευνοϊκές συνθήκες ωριμάζει τον Ιανουάριο ή Φεβρουάριο και οι καρποί μπορούν να μείνουν στο δέντρο αρκετούς μήνες. Αντίθετα σε περιοχές που δεν είναι κατάλληλες η ωρίμανση καθυστερεί και έτσι καλύπτεται από την ανθοφορία και πολλές φορές για αρκετούς μήνες.

Για αυτό το λόγο στις πιο πολλές περιοχές, που καλλιεργείται η ποικιλία αυτή, στα δέντρα υπάρχουν δυο σοδειές, την παλιά, η οποία φέρει καρπούς που κοντεύουν να ωριμάσουν ή έχουν ωριμάσει και τη νέα, που είναι στο στάδιο της ανθοφορίας ή του αναπτυσσόμενου καρπού. Σε περιοχές όπου οι χειμώνες είναι ήπιοι και με χαμηλή συνολική θερμότητα την

περίοδο της βλάστησης, η Βαλένσια ωριμάζει το καλοκαίρι. Για αυτό το λόγο δίνει καρπούς μικρότερου μεγέθους.

Στην Ελλάδα ήρθε το 1924 από τον τότε Καθηγητή της Δενδροκομίας της ΑΓΣΑ Πάνο Αναγνωστόπουλο και σήμερα καλλιεργείται σε όλες τις περιοχές της Χώρας που ευδοκιμούν εσπεριδοειδή (Ποντίκης 2003).

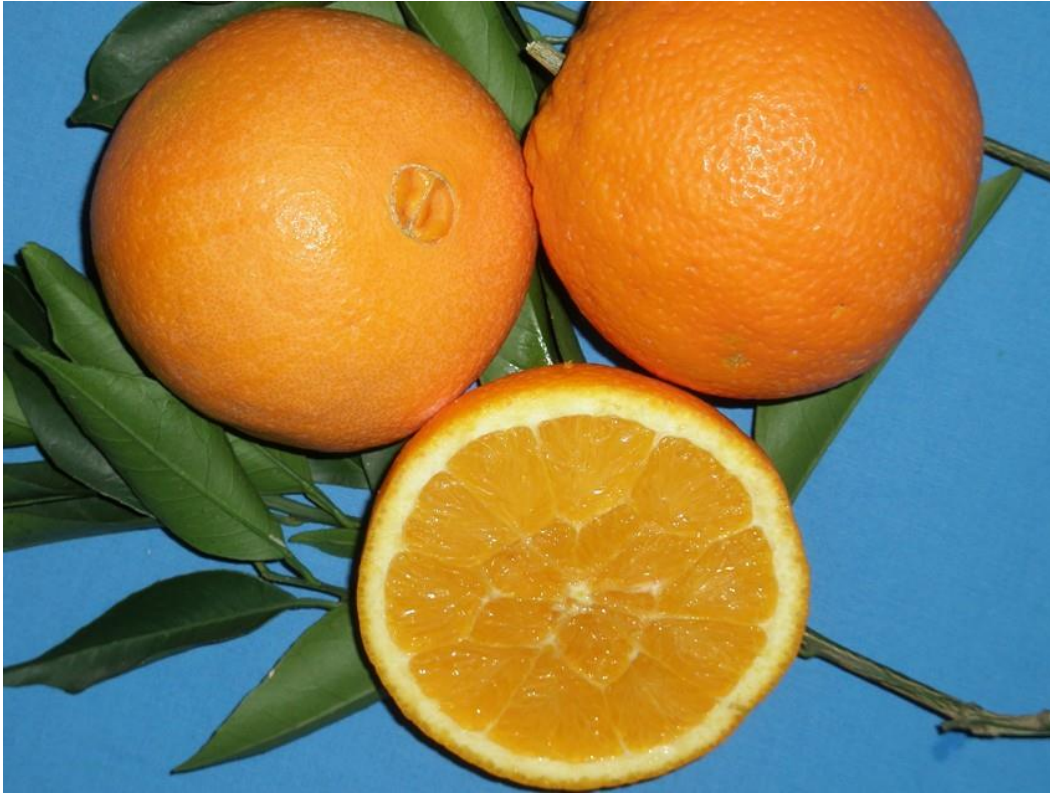
Ομφαλοφόρες ποικιλίες

Οι ομφαλοφόρες ποικιλίες είναι διαφορετικές από τις υπόλοιπες γιατί τα πορτοκάλια φέρουν ομφαλό. Ο ομφαλός είναι ένας πολύ μικρός καρπός τοποθετημένος μέσα στο επάκριο τμήμα, απέναντι του ποδίσκου, του κανονικού καρπού. Επίσης τα ομφαλοφόρα πορτοκάλια χαρακτηρίζονται από την ασπερμία των καρπών, τη σάρκα τους που είναι τραγανή, τη λεπτότητα των καρπόφυλλων μεμβρανών, τον φλοιό ο οποίος αποσπάται εύκολα από το δέντρο και την αρκετά καλή γεύση τους. Τα ομφαλοφόρα πορτοκάλια καταναλώνονται κυρίως σαν φρέσκος καρπός, ενώ δεν προσφέρονται για χυμοποίηση (Ποντίκης 2003).

Οι πιο σημαντικές ομφαλοφόρες ποικιλίες είναι οι εξής:

- **Washington Navel ή Ομφαλοφόρος της Ουάσιγκτον ή Bahia ή Μέρλιν**

Η ποικιλία Washington Navel είναι οφθαλμική μετάλλαξη της ποικιλίας Selecta orange. Ο καρπός της είναι μεγάλος και το σχήμα του είναι σφαιρικοειδές ή ελλειψοειδές. Οι καρποί ωριμάζουν από τα μέσα Νοεμβρίου και ολοκληρώνεται η συγκομιδή τους τον Μάιο. Ο ομφαλός είναι μέτριος έως μεγάλος και μερικές φορές προεξέχει του καρπού. Το πάχος του φλοιού είναι μέτριο έως παχύ και ελαφρώς κοκκώδες. Η σάρκα είναι τραγανή, τρυφερή πλούσια σε άρωμα, γευστική και μετρίως χυμώδης. Οι μεμβράνες των καρπόφυλλων είναι πολύ λεπτές. Τα φύλλα είναι μεγάλα, και εμφανίζουν μικρό μισχικό πτερύγιο. Η ποικιλία αυτή είναι άσπερμη, πρώιμου ωριμάνσεως και αντέχει τις μεταφορές. Η ποικιλία εισήχθη στην Ελλάδα από την Καλιφόρνια των ΗΠΑ το 1824 από τον τότε καθηγητή της Δενδροκομίας της ΑΣΓΑ Πάνο Αναγνωστόπουλο. Η πρώτη καλλιέργεια σε εμπορικό επίπεδο έγινε στην Κέρκυρα στο κτήμα του Μ.ΜΕΡΛΙΝ. Για αυτό το λόγο στην Ελλάδα έγινε γνωστή με το όνομα Μέρλιν, το οποίο και πήρε από τον κτηματία Μ.Μελριν (Ζιώγας 2023, Ποντίκης 2003).



Εικόνα 1. Πορτοκάλια Μέρλιν.

- **Navelina**

Στην περιοχή της Άρτας καλλιεργείται η ποικιλία Navelina Άρτας, που αποτελεί οφθαλμική μετάλλαξη της Navelina. Ο καρπός της είναι μέσου έως μετρίως μεγάλου μεγέθους, με σχήμα σφαιρικό έως ωοειδές και χρώμα, κατά την ωρίμανση, ερυθροπορτοκαλί. Ο ομφαλός είναι μικρός και δεν προεξέχει του καρπού. Ο φλοιός είναι λεπτός έως μετρίου πάχους και λείος. Η σάρκα είναι βαθύχρωμη και μάλλον χυμώδης, η δε γεύση γλυκιά αλλά λιγότερο από την ποικιλία Μέρλιν. Είναι ποικιλία άσπερμη και πολύ πρώιμη. Ως δέντρο είναι μικρής ζωηρότητας και ημινάνος. Τα φύλλα της είναι μικρά σε μέγεθος και βαθυπράσινου χρωματισμού. Χαρακτηρίζεται από μεγάλη παραγωγικότητα. Η φλούδα είναι στις περισσότερες περιπτώσεις μέσου πάχους. Ο καρπός της, συγκριτικά με την Μέρλιν, είναι λίγο μικρότερος και φέρει ομφαλό που προεξέχει λιγότερο, ο δε φλοιός είναι λειότερος και πιο έντονα χρωματισμένος. Οι καρποί της υπολείπονται σε γεύση και ωριμάζουν 10 με 15 μέρες νωρίτερα από την Μέρλιν. Ως δέντρο είναι λιγότερο ζωηρή και μικρότερη σε μέγεθος. Ανήκει στις πρώιμες ποικιλίες καθώς ωριμάζει στα τέλη Οκτωβρίου (Ζιώγας 2023, Ποντίκης 2003).



Εικόνα 2.Πορτοκάλια Navelina

- **Navelate**

Ο καρπός της μοιάζει με το Μέρλιν, αλλά είναι ανοιχτότερου χρωματισμού. Ο φλοιός είναι λειότερος και πιο δερματώδης. Η σάρκα είναι λιγότερο τραγανή και πιο χυμώδης, η γεύση λιγότερο δροσιστική. Ωριμάζει δυο έως τρεις εβδομάδες μετά την Μέρλιν και διατηρείται καλύτερα πάνω στο δέντρο και για μικρότερο χρονικό διάστημα, χωρίς να χάσει τη ποιότητα. Θεωρείται πολύ καλή ποιοτικά (Ποντίκης 2003).

- **Newhall**

Ο καρπός της είναι λίγο μικρότερος από την Μέρλιν σε μέγεθος και έχει σχήμα επίμηκες. Το χρώμα των καρπών είναι πορτοκαλερυθρό και πιο έντονο από την Μέρλιν και η γεύση εκλεκτή. Η ωρίμανση της ποικιλίας αυτής γίνεται πριν από την Μέρλιν. Ως δέντρο είναι λιγότερο ζωνηρή από την Μέρλιν και τα φύλλα της είναι ελαφρώς πιο πράσινα. Λόγω της καλής ωρίμανσης του καρπού και της πρώιμης ωρίμανσης αυτής της ποικιλίας δοκιμάζεται σήμερα σε πολλές περιοχές της Καλιφόρνιας (Ποντίκης 2003).



Εικόνα 3.Πορτοκαλιά Newhall

Αιματόχρωμες ποικιλίες

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι ποικιλίες που έχουν σαν κύριο χαρακτηριστικό την παρουσία ερυθρού χρώματος ή ρόδινου χρώματος στο φλοιό, στη σάρκα και στο χυμό. Οι αιματόχρωμες ποικιλίες χαρακτηρίζονται από μια διακριτική γεύση, που εκτιμάται ιδιαίτερα από το καταναλωτικό κοινό που τις κατατάσσει μεταξύ των πιο νόστιμων ποικιλιών πορτοκαλιάς. Το χρώμα των ποικιλιών αυτών συνδέεται με την ανάπτυξη των ανθοκυανών, ενώ ο ρόδινος ή κόκκινος χρωματισμός των γκρέιπ φρούτ οφείλεται κυρίως στην χρωστική λυκοπίνη των καροτινοειδών. Στην Ελλάδα τις αιματόχρωμες ποικιλίες τις ονομάζουμε σαγκουίνια (Ποντίκης 2003).

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι εξής:

- **Moro**

Η ποικιλία Moro προέρχεται από μετάλλαξη της ποικιλίας Sanquinello Moschato. Η ποικιλία γνώρισε ιδιαίτερη άνθηση την δεκαετία του 1950 και 1960 καθώς φυτευόταν συστηματικά στην Ιταλία και ιδιαίτερα στην Σικελία, όπου αποτελεί τώρα την κυρίαρχη ποικιλία. Ο καρπός της έχει μέσο έως μεγάλο μέγεθος, στρογγυλός ή επιμήκης σε σχήμα και χρώμα πορτοκάκι κατά την ωρίμανση, με ελαφρά ρόδινη απόχρωση ή κόκκινες ραβδώσεις. Ο φλοιός έχει μέτριο πάχος. Η σάρκα είναι βαθύχρωμη, χυμώδης και με ευχάριστη γεύση.

Είναι ποικιλία άσπερμη ή λιγόσπερμη. Ωριμάζει πολύ πρώιμα, διατηρείται καλά πάνω στο δέντρο, συντηρείται καλά και είναι ανθεκτική στις μεταφορές.

Καθώς ωριμάζει αποκτά ένα διακριτικό άρωμα, αλλά η γεύση υποβαθμίζεται, αν συντηρηθεί μεγάλο διάστημα και γίνεται κάπως δυσάρεστη. Ως δέντρο είναι μέσης ζωηρότητας και μεγέθους, πλαγιόκλαδη και πολύ παραγωγική. Το χρώμα της σάρκας αναπτύσσεται νωρίς και είναι μέτρια έως ισχυρά έντονο.

- **Tomango**

Ο καρπός της έχει μικρό έως μεγάλο μέγεθος και σχήμα επίμηκες έως ωοειδές. Συνήθως φέρει μικρό ομφαλό. Ο φλοιός είναι μάλλον λεπτός, λείος και με χρώμα κιτρινοπορτοκαλί. Η σάρκα είναι τρυφερή, πολύ γευστική και πλούσια σε χυμό. Είναι ποικιλία άσπερμη ή λιγόσπερμη και μεσοπρώιμη.

Ως δέντρο είναι βραδείας ανάπτυξης, μάλλον μικρού μεγέθους, ορθόκλαδη, με μεγάλα πλατιά φύλλα. Είναι παραγωγική, αλλά καθυστερεί κάπως να εισέλθει σε καρποφορία.



Εικόνα 4.Πορτοκάλια Tomango

- **Γουρίτσας**

Πολύ αξιόλογη ποικιλία που δημιουργήθηκε στην περιοχή της Γουρίτσας (Μυρτιά) (λίμνη Τριγωνίδας). Ο καρπός της έχει μέτριο μέγεθος και σχήμα ωοειδές έως σφαιρικό. Ο φλοιός είναι λεπτός, χρώματος πορτοκαλί, με ρόδινες κατά τόπους αποχρώσεις. Η σάρκα είναι εύχυμη, γευστική, γλυκιά και με ρόδινες αποχρώσεις. Είναι ποικιλία άσπερμη ή λιγόσπερμη και μεσοπρώιμη. Διατηρείται καλά πάνω στο δέντρο. Εκτιμάται ιδιαίτερα στην Ελληνική αγορά.

Επίσης στη χώρα μας απαντούν διάφοροι τύποι αιματόχρωμων ποικιλιών (πρώιμες, μεσοπρώιμες, όψιμες) άσπερμες ή λιγόσπερμες ή πολύσπερμες, λεπτόφλοιες, παχύφλοιες, με σχήμα σφαιρικό έως ωοειδές και έγχρωμες εσωτερικά ή εξωτερικά μόνο (μονοσαγκουίνια) και εξωτερικά-εσωτερικά (διπλοσαγκουίνια). Φέρονται με τις ονομασίες σαγκουίνια και γιαφροσαγκουίνια(Ζιώγας 2023, Ποντίκης 2003).

Γλυκόχυμες ποικιλίες

Οι γλυκόχυμες ποικιλίες χαρακτηρίζονται από χαμηλή οξύτητα, άνοστη γλυκιά γεύση, σκληρές και πικρίζουσες μεμβράνες καρπόφυλλων, μικρή περιεκτικότητα του χυμού σε βιταμίνη C και το λευκοκίτρινο χαλαζικό σημείο των σπόρων, το οποίο στις οξύχυμες ποικιλίες πορτοκαλιάς είναι καστανό.

Οι σπουδαιότερες από τις ποικιλίες αυτές είναι:

- **Lima**

Ο καρπός της έχει μικρό μέγεθος και σχήμα μάλλον σφαιρικό. Ο φλοιός έχει μέτριο πάχος και είναι ελαφρώς τραχύς. Η σάρκα είναι ελαφρώς κίτρινη, τρυφερή, χυμώδης, με άνοστη γεύση, λόγω της χαμηλής περιεκτικότητάς του σε οξύτητα. Είναι ποικιλία λιγόσπερμη και πολύ πρώιμη. Ως δέντρο είναι ζωνηρή, έχει μεγάλο μέγεθος, πυκνό φύλλωμα και είναι πολύ παραγωγική

- **Sucrena**

Ο καρπός της έχει μάλλον μικρό μέγεθος και σχήμα μάλλον σφαιρικό. Ο φλοιός έχει μέτριο πάχος. Η σάρκα έχει καλό χρώμα κατά την πλήρη ωρίμανση, πλούσια σε χυμό, κατά το στάδιο αυτό της ωρίμανσης και άνοστη, λόγω χαμηλής οξύτητας. Είναι ποικιλία με μέτριο αριθμό σπόρων, λευκοκίτρινο χαλαζικό σημείο και πολύ πρώιμη. Ως δέντρο είναι ζωνηρή, κάπως ορθόκλαδη, μέσου έως μεγάλου μεγέθους και παραγωγική.

1.2 Βιοδιεγέρτες

Η χρήση των βιοδιεργετών αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια, χωρίς όμως να υπάρχει ένας σαφής ορισμός των βιοδιεργετών. Η χρήση του όρου «βιοδιεγέρτης» περιλαμβάνει προϊόντα με διάφορες περιγραφές, όπως μεταβολικούς ενισχυτές, θετικούς ρυθμιστές ανάπτυξης φυτών, βελτιωτικά φυτών, φυτοδιεγέρτες, βιολιπάσματα ή βιολίπασμα/βιοδιεγέρτης. Οι ορισμοί για το τι μπορεί τελικά να θεωρηθεί βιοδιεγέρτης έχουν εξελιχθεί από τη δεκαετία του 1950, ξεκινώντας από το «κάθε ζωντανός ιστός (άνθρωπος, ζώο και φυτό), όταν εκτίθεται σε δυσμενείς, αλλά μη θανατηφόρες συνθήκες, υφίσταται βιοχημική αναδιάταξη με το σχηματισμό σε αυτόν ειδικές ουσίες που είναι βιογενείς διεγέρτες μη ειδικής φύσης, διεγείροντας τις αντιδράσεις της ζωής του οργανισμού, στον οποίο εισήχθησαν με τον ένα ή τον άλλο τρόπο» (Afonso et al. 2022).

Η βιομηχανία έχει τον δικό της ορισμό, που υιοθετήθηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Βιομηχανίας Βιοδιεγέρτη, μαζί με τους Συνασπισμούς Biostimulant στις Ηνωμένες Πολιτείες. Αυτό το συμβούλιο προτείνει ότι «Βιοδιεγερτικό φυτών σημαίνει ένα υλικό που περιέχει ουσία(ιες) ή και μικροοργανισμούς των οποίων η λειτουργία όταν εφαρμόζεται στα φυτά ή στη ριζόσφαιρα είναι να διεγείρουν φυσικές διεργασίες προς όφελος της πρόσληψης θρεπτικών ουσιών, της αποτελεσματικότητας των θρεπτικών ουσιών, της αντοχής στο αβιοτικό στρες ή/και την ποιότητα της καλλιέργειας, ανεξάρτητα από την περιεκτικότητά του σε θρεπτικά συστατικά» (Afonso et al. 2022).

Ο πιο πρόσφατος ορισμός, στο πλαίσιο της αναθεώρησης της νομοθεσίας της ΕΕ για τα λιπάσματα αναφέρει ότι «Βιοδιεγερτικό φυτών είναι κάθε μικροοργανισμός ή ουσία που βασίζεται σε φυσικούς πόρους, με τη μορφή με την οποία παρέχεται στον χρήστη, που εφαρμόζεται σε φυτά, σπόρους ή έδαφος και σε οποιοδήποτε άλλο υπόστρωμα με σκοπό να διεγείρει τις φυσικές διεργασίες φυτών ώστε να ωφεληθεί η αποτελεσματικότητα της χρήσης θρεπτικών ουσιών ή/και την αντοχή τους στο στρες, ανεξάρτητα από την περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά συστατικά ή οποιονδήποτε συνδυασμό τέτοιων ουσιών ή/και μικροοργανισμών που προορίζονται για αυτή τη χρήση» (Afonso et al. 2022).

Στη γεωργία σημαντικό ρόλο παίζει η ενίσχυση της απόδοσης και της παραγωγικότητας των καλλιεργειών σε ευνοϊκές και μη συνθήκες. Στις μέρες μας υπάρχουν διάφορες καινοτομίες για τη μείωση των λιπασμάτων και των φυτοφαρμάκων και την ενίσχυση της βιώσιμης γεωργικής παραγωγής. Μια φιλική προς το περιβάλλον επιλογή είναι η χρήση των βιοδιεργετών. Οι βιοδιεγέρτες προκαλούν την ανάπτυξη του φυτού καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής μιας καλλιέργειας, αυξάνουν τον μεταβολισμό των φυτών για υψηλότερη απόδοση

και ποιότητα καλλιέργειας, αυξάνουν την αντοχή στις καταπονήσεις όπως είναι το στρες, διευκολύνουν την αποτελεσματικότητα χρήσης και απορρόφησης των θρεπτικών στοιχείων, βελτιώνουν την ποιότητα των προϊόντων και βελτιώνουν τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους (Bhardwaj et al. 2022). Οι βιοδιεγέρτες φυτικής προέλευσης περιλαμβάνουν τις ουσίες που εφαρμόζονται στο έδαφος, στα φυτά ή στους σπόρους σε ακριβείς συνθέσεις για να αλλάξουν τις φυσιολογικές διεργασίες, που με τη σειρά τους, ενισχύουν την ανάπτυξη, την καρπόδεση, την πρόσληψη θρεπτικών ουσιών και τις αντιδράσεις στο στρες στα φυτά. Επίσης τα φυτά που δέχονται την επίδραση ενός βιοδιεγέρτη, γίνονται ανθεκτικότερα σε ακραίες περιβαλλοντικές (αβιοτικές) συνθήκες όπως η ξηρασία, ο καύσωνας, ο παγετός και η υψηλή αλατότητα (Bhardwaj et al. 2022). Όπως ο ορισμός των βιοδιεγερτών έχει εξελιχθεί, έτσι και οι κατηγορίες των βιοδιεγερτών με τα χρόνια άλλαξαν. Ο Filatov πρώτος δημιούργησε τέσσερις ομάδες βιοδιεγερτών. Στη συνέχεια, οι Ikrina και Kolbin με βάση τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοδιεγερτών δημιούργησαν εννέα κατηγορίες. Και τέλος, σήμερα η ευρέως αποδεκτή ταξινόμηση βιοδιεγερτών έγινε από τον du Jardin και έχει ως εξής (Afonso et al. 2022) :

1. Χουμικά και φουλβικά οξέα

Τα χουμικά και φουλβικά οξέα αποτελούν μέρος των χουμικών ενώσεων στο έδαφος, με την προσθήκη των χουμινών και προέρχονται από την οργανική ύλη του εδάφους που αποσυντίθεται από φυτά, ζώα και μικροοργανισμούς, καθώς και από τη δραστηριότητα της εδαφικής πανίδας. Διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, με βάση τη συμπεριφορά τους σε ανόργανους όξινους και αλκαλικούς διαλύτες: τα χουμικά οξέα είναι διαλυτά σε βασικά μέσα, τα φουλβικά οξέα είναι διαλυτά τόσο σε αλκαλικά όσο και σε όξινα μέσα και οι χουμίνες. Κατά τους Berbara και García ο ρόλος τους στις λειτουργίες των φυτών περιλαμβάνει τον έλεγχο της διαθεσιμότητας θρεπτικών στοιχείων, την ανταλλαγή άνθρακα και οξυγόνου μεταξύ εδάφους και ατμόσφαιρας και τη μετατροπή και μεταφορά τοξικών χημικών ουσιών (Afonso et al. 2022).

2. Υδρολύματα πρωτεϊνών και άλλες ενώσεις που περιέχουν N

Σε αυτή την κατηγορία βιοδιεγερτικών ανήκουν τα προϊόντα με βάση τις πρωτεΐνες, τα οποία μπορούν να χωριστούν σε πρωτεϊνικά υδρολύματα (PHs) (δηλαδή ένα μείγμα πεπτιδίων και αμινοξέων ζωικής ή φυτικής προέλευσης), μεμονωμένα αμινοξέα (γλουταμινικό, γλουταμίνη, προλίνη) και γλυκίνη-βεταΐνη. Τα PHs παρασκευάζονται με διάφορες μεθόδους, δηλαδή ενζυματική, χημική ή θερμική υδρόλυση από ζωικά και φυτικά

υπολείμματα. Τα άλλα δυο περιλαμβάνουν τα γνωστά δομικά είκοσι αμινοξέα που συμμετέχουν στη σύνθεση πρωτεϊνών, αλλά και τα μη πρωτεϊνικά αμινοξέα που βρίσκονται σε αφθονία σε ορισμένα φυτά. Η εφαρμογή των PHs είναι κυρίως διαφυλλική, αν και εφαρμόζεται επίσης σε υποστρώματα και σπόρους. Τα PHs έχουν δείξει, τόσο στο πεδίο όσο και σε θερμοκήπια, την ικανότητα να αυξάνουν την απορρόφηση θρεπτικών συστατικών, καθώς και την πυκνότητα, το μήκος και τον αριθμό των πλευρικών ριζών. Επίσης, συμβάλλουν σε βελτιωμένη ενζυματική δραστηριότητα, αυξημένο φωτοσυνθετικό ρυθμό και στοματική αγωγιμότητα και στην ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγικότητα, ιδιαίτερα υπό συνθήκες περιβαλλοντικού στρες (Afonso et al. 2022).

3. Εκχύλισμα φυκιών

Τα φύκια έχουν χρησιμοποιηθεί σε παράκτιες περιοχές ως λιπάσματα εδάφους ή ως βελτιωτικά εδάφους και αιώνες. Τα υγρά εκχύλισμα από φύκια είναι διαθέσιμα από τη δεκαετία του 1950, ενώ τα εμπορικά προϊόντα τους είναι πλέον κοινά σε γεωργικές και κηπευτικές καλλιέργειες. Πράγματι, η χρήση των θαλάσσιων φυκιών ως προϊόντα ενίσχυσης της ανάπτυξης και της ευρωστίας των φυτών τέθηκε σε εφαρμογή για αρκετές δεκαετίες, έως ότου τα συνθετικά λιπάσματα πήραν τη θέση τους ως κύρια επιλογή. Το εκχύλισμα φυκιών (SWE) περιέχει μια μεγάλη ποικιλία συστατικών που συνδέονται με τη συγκεκριμένη πηγή των φυκιών, τον χρόνο συλλογής και τη διαδικασία εκχύλισης. Στη σύνθεση τους υπάρχουν τόσο οργανικές όσο και ανόργανες ενώσεις, όπως μοναδικοί και σύνθετοι πολυσακχαρίτες, που βρίσκονται μόνο στα φύκια, φυτικές ορμόνες (δηλαδή κυτοκινίνες, αυξίνες, αμπισισικό οξύ, γιββερελλίνες, και άλλες κατηγορίες ενώσεων που μοιάζουν με ορμόνες, όπως στερόλες και πολυαμίνες. Υπάρχουν πολυάριθμες αναφορές για ευεργετικές επιδράσεις της εφαρμογής των εκχυλισμάτων φυκιών, όπως αύξηση στην ανάπτυξη και την απόδοση των φυτών καθώς και αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες και σε θρεπτικά συστατικά. Επίσης, κατά την εφαρμογή των SWE έχουν αναφερθεί θετικά αποτελέσματα, όπως υψηλή συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων, αντιοξειδωτική δράση και μείωση του στρες των φυτών (Afonso et al. 2022).

4. Ευεργητικοί μύκητες και βακτήρια

Σε αυτή την κατηγορία, υπάρχουν ωφέλιμοι μύκητες και βακτήρια. Οι βιοδιεγέρτες με βάση μύκητες και βακτήρια έχουν ιδιαίτερη σημασία, καθώς επηρεάζουν θετικά τη βιοποικιλότητα του εδάφους, παίζοντας σημαντικό ρόλο στη μείωση των επιπτώσεων της γεωργικής δραστηριότητας στο περιβάλλον και ωφελούν τα φυτά, όσον αφορά τη θρέψη,

την παραγωγικότητα και την αντοχή στο στρες (βιοτικό και αβιοτικό). Από τους ωφέλιμους μύκητες, οι πιο γνωστοί είναι οι μυκόρριζες (AMF). Αυτά τα συμβιώματα μυκήτων-ρίζας σχετίζονται με πάνω από το 90% όλων των φυτικών ειδών και μπορούν να τροποποιήσουν τις αλληλεπιδράσεις φυτού-εδάφους, ενισχύοντας έτσι την ανάπτυξη των φυτών όταν βρίσκονται κάτω από στρεσογόνες εδαφικές συνθήκες. Από τις πιο γνωστές επιδράσεις που σχετίζονται με τον εμπλουτισμό των φυτών με AMF είναι η αύξηση της προσρόφησης νερού, η βελτίωση της ανοχής στην ξηρασία και η προσρόφηση θρεπτικών ουσιών (N, P και K). Επίσης είναι σε θέση να μειώσουν τις αρνητικές επιπτώσεις της αλατότητας και των συνθηκών αλκαλικότητας. Αυτές οι επιδράσεις αποδίδονται στο γεγονός ότι οι μυκόρριζες αυξάνουν την επιφάνεια της ρίζας, τη διεύθυνση αυτών στο υπόστρωμα, αλλά και με την ενεργοποίηση και την έκκριση διαφόρων ενζύμων. Άλλα βιοδιεγερτικά με βάση τα μικρόβια είναι αυτά που περιέχουν βακτήρια, είτε ριζοβακτήρια που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών (PGPRs) είτε βακτήρια που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών (PGPBs), τα οποία περιλαμβάνουν ελεύθερα βακτήρια που απομονώνονται κυρίως από τη ριζόσφαιρα. Τα PGPRs θεωρούνται αποτελεσματικά για την ανάπτυξη των φυτών (Ruzzi et al. 2015, Afonso et al. 2022).

1.2.1. Αμινοξέα

Τα αμινοξέα είναι δομικά στοιχεία που επηρεάζουν τη συνολική παραγωγή των φυτών καθώς έχουν άμεση επίδραση στην ενίσχυση των φυτικών κυττάρων στις ασθένειες, στη διάσπαση των θρεπτικών συστατικών στο έδαφος για την ενίσχυση του ριζικού συστήματος. Τα αμινοξέα μπορεί να είναι από τα πιο σημαντικά συμπληρώματα τα οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε στα φυτά. Τα αμινοξέα είναι τα θεμέλια ζωής ειδικά για τα φυτά. Για την διαμόρφωση κάθε είδους φυτών και ζώων χρειάζονται οι πρωτεΐνες και τα αμινοξέα είναι τα δομικά στοιχεία αυτών των πρωτεϊνών. Ο ρόλος των αμινοξέων είναι πολύ σημαντικός, είτε ο στόχος είναι τα περισσότερα άνθη, οι μεγαλύτεροι καρποί, η περισσότερη βλαστική ανάπτυξη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι πρωτεΐνες αποτελούνται από αμινοξέα και οι πρωτεΐνες είναι τα δομικά συστατικά των φυτικών κυττάρων. Τα φυτά για να συνθέσουν τα απαραίτητα αμινοξέα χρειάζονται ενέργεια. Εάν ένα φυτό μπορεί να χρησιμοποιήσει συμπληρωματικά αμινοξέα χωρίς να καταναλώσει ενέργεια αυτό έχει ως αποτέλεσμα περισσότερη διαθέσιμη ενέργεια. Αυτό βοηθάει στη διατήρηση όχι μόνο της έντονης φυτικής ανάπτυξης αλλά και την αντοχή του φυτού σε εχθρούς και ασθένειες. Τα αμινοξέα βελτιώνουν την ευεργετική μικροχλωρίδα, με την ενίσχυση των εξωτερικών

τοιχωμάτων και με τον τρόπο αυτό επιτρέπουν στα φυτά να αντέχουν σε δυσκολότερες περιβαλλοντικές συνθήκες. Αν και τα αμινοξέα έχουν πολλά θετικά οφέλη στο έδαφος, αρκετά αμινοξέα μπορούν να απορροφηθούν μόνο μέσω των στομάτων του φυτού μέσω των διαφυλλικών ψεκασμών. Όταν τα αμινοξέα εφαρμόζονται σωστά, τα οφέλη είναι εμφανή (Διβανές, 2020).

Τα αμινοξέα επηρεάζουν τη λειτουργία του φυτού σε όλα τα βλαστικά στάδια, όπως:

1. Ενίσχυση βλαστικής ανάπτυξης μέσω σύνθεσης ενδογενών φυτικών ορμονών (αυξίνη, γιββερελλίνη, κυτοκινίνες).
2. Μείωση καταπονήσεων εξαιτίας βιοτικού και αβιοτικού stress (θερμικό και υδατικό stress κ.α.).
3. Εξοικονόμηση ενέργειας από το φυτό.
4. Ενίσχυση φωτοσυνθετικής ικανότητας φυτού.
5. Αύξηση καρπόδεσης και συνολικής παραγωγής.
6. Βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του καρπού.

Αμινοξέα και αντοχή των φυτών στο στρες

Οι στρεσογόνοι παράγοντες όπως οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες, οι παγετοί, η χαμηλή υγρασία, οι ασθένειες ή οι πλημμύρες έχουν αρνητικές επιπτώσεις στον μεταβολισμό των φυτών, ως συνέπεια την μείωση της ποιότητας και της ποσότητας της παραγωγής. Η εφαρμογή των αμινοξέων πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από τις συνθήκες στρες, παρέχει στα φυτά συστατικά που σχετίζονται άμεσα με τη φυσιολογία του στρες και συνεπώς έχει τόσο προληπτικό αποτέλεσμα όσο και αποτέλεσμα αποκατάστασης (Παππάς 2022).

Αμινοξέα και βελτιωμένη φωτοσύνθεση

Τα αμινοξέα είναι αναγκαία για την παραγωγή χλωροφύλλης η οποία είναι η κινητήρια δύναμη πίσω από τη φωτοσύνθεση. Τα αμινοξέα συμβάλλουν στην αύξηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης στο φυτό, οδηγώντας σε υψηλότερο βαθμό φωτοσύνθεσης, που με τη σειρά του οδηγεί σε ακόμη περισσότερη διαθέσιμη ενέργεια για το φυτό (Παππάς 2022).

Αμινοξέα και στόματα φύλλων

Εκτός από τους εξωτερικούς παράγοντες, όπως το φως, η υγρασία και η θερμοκρασία, τα στόματα των φύλλων των φυτών ανοίγουν και κλείνουν με τη βοήθεια εσωτερικών παραγόντων. Ένας από αυτούς τους παράγοντες είναι τα αμινοξέα. Τα στόματα συμβάλλουν στον έλεγχο της ισορροπίας της υγρασίας μέσα στο φυτό, αλλά ίσως το πιο σημαντικό,

βοηθούν επίσης στην διευκόλυνση της εισόδου-εξόδου των αερίων όπως το διοξείδιο του άνθρακα, που απαιτείται για τη συνεχή ανάπτυξη του φυτού (Παππάς 2022).

Αμινοξέα, επικονίαση και σχηματισμός καρπών

Τα αμινοξέα βοηθούν στη γονιμότητα της γύρης και επομένως είναι απαραίτητα για την επικονίαση. Αυξάνουν τη βλάστηση της γύρης και το μήκος του γυρεοσωλήνα, ο οποίος βελτιώνει το σύνολο των σχηματισθέντων καρπών, ενισχύει τα κυτταρικά τοιχώματα για μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και συμβάλλει στη βελτίωση του σταδίου ωρίμανσης των φρούτων, επιτυγχάνοντας την καλύτερη γεύση μέσω του σχηματισμού τερπενοειδών (Παππάς 2022).

1.3 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Σε πείραμα τους οι Roussos et al. (2011), μελέτησαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και τις φυσικοχημικές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες της ποικιλίας Salustiana, από καλλιέργειες βιολογικής και ολοκληρωμένης διαχείρισης. Από τα αποτελέσματα προέκυψε πως το βάρος των καρπών και της σάρκας κυμάνθηκε από 170,25 g έως 197,33g και από 104,31 g έως 131,31 g αντίστοιχα, ενώ η διάμετρος των καρπών κυμάνθηκε από 70,64 mm έως 74,43 mm, αντίστοιχα. Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του χυμού των καρπών, ο όγκος υπολογίστηκε στα 80,7 ml στη βιολογική καλλιέργεια και 67,2 ml στην ολοκληρωμένη, το pH στο 3,5, η τιτλοδοτούμενη οξύτητα στο 0,7 g 100ml⁻¹ και τα ολικά διαλυτά στερεά στα 11 Brix. Σχετικά με την αντιοξειδωτική ικανότητα, υπολογιζόμενη με τη μέθοδο DPPH, αυτή ήταν 36,6% κατά μέσο όρο, ενώ με τη μέθοδο FRAP, 83 μ moles TE ml⁻¹. Αναφορικά με το σύνολο των οργανικών οξέων, η συγκέντρωση του μηλικού οξέος βρέθηκε στα 0,55 mg ml⁻¹, του ασκορβικού οξέος στα 0,45 mg ml⁻¹, και του κιτρικού οξέος στα 3,9 mg ml⁻¹. Το σύνολο των οργανικών οξέων βρέθηκε στα 4,9 mg ml⁻¹ στη βιολογική καλλιέργεια και στην ολοκληρωμένη στα 5,1 mg ml⁻¹. Τέλος, προσδιορίστηκε η συγκέντρωση των συνολικών σακχάρων στα 91,5 mg ml⁻¹ και ορισμένων μεμονωμένων σακχάρων, όπως για τη σακχαρόζη στα 38,3 mg ml⁻¹ χυμού, της γλυκόζης στα 24,6 mg ml⁻¹, της φρουκτόζης στα 28,5 mg ml⁻¹.

Σε μελέτη της η Ζήνωνος (2021) κατέγραψε τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά σε καρπούς διαφόρων ποικιλιών πορτοκαλιάς, μανταρινιάς και γκρέιπφρουτ. Έγιναν μετρήσεις στο βάρος, τη διάμετρο, το μήκος του καρπού, το βάρος της σάρκας, το νωπό και ξηρό βάρος του φλοιού, τον όγκο του χυμού και τον αριθμό των σπερμάτων. Επίσης έγινε προσδιορισμός της συγκέντρωσης ολικών φαινολικών, ολικών ο-διφαινολών, ολικών φλαβονοειδών και ολικών ο-διφαινολών, ολικών φλαβονοειδών και ολικών φλαβονολών, προσδιορισμός της συγκέντρωσης των μεμονωμένων σακχάρων, προσδιορισμός της συγκέντρωσης οργανικών οξέων, προσδιορισμός pH, της τιτλοδοτούμενης οξύτητας και των ολικών διαλυτών στερεών και προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας μετρούμενης με τις μεθόδους FRAP και DPPH. Τα αποτελέσματα για τα πορτοκάλια έδειξαν ότι το βάρος κυμάνθηκε από 143,50 g έως 332,47 g, η διάμετρος του καρπού 67,02 mm έως 81,60 mm και το μήκος του καρπού από 65,34 mm έως 88,76 mm. Τα ολικά διαλυτά στερεά (TSS) από 9,40-16,5° Brix και το pH από 3,22-3,70.

Οι Samra et al. (2017) μελέτησαν δένδρα πορτοκαλιάς ποικιλίας Washington Navel (Citrus sinensis L. Osbeck) σε δυο διαδοχικά έτη το 2014 και το 2015 που καλλιεργήθηκαν στην

Αίγυπτο. Σκοπός της έρευνας ήταν να μελετήσει την επίδραση της οργανικής λίπανσης όπως το χουμικό οξύ και το φουλβικό οξύ ως εφαρμογή εδάφους στην καρπόδεση, την καρπόπτωση και την καρποφορία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη χουμικού οξέος ή φουλβικού οξέος το καθένα μόνο του ή μαζί αύξησε σημαντικά το ποσοστό καρπόδεσης και μείωσε την καρπόπτωση πριν από τη συγκομιδή σε σχέση με τον μάρτυρα. Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης ότι η προσθήκη χουμικού οξέος στα 30ml και φουλβικού οξέος στα 100ml αύξησε σημαντικά τον αριθμό των καρπών ανά δέντρο από άλλες εφαρμογές ή τον μάρτυρα. Επιπλέον, και οι δυο εφαρμογές χουμικού οξέος ή φουλβικού οξέος δεν επηρέασαν τον χυμό των πορτοκαλιών σε σχέση με το μάρτυρα αλλά έδωσε μια αύξηση στο μέσο όρο της βιταμίνης C στο χυμό των πορτοκαλιάς.

Οι Rodrigues et al. (2020) σε άρθρο ανασκόπησης αναφέρουν πως οι Atawia et al. (1997) μελέτησαν την εφαρμογή εκχυλίσματος ζυμομύκητα με επακόλουθη εφαρμογή γιβερελλικού οξέος σε συνδυασμό με κυτοκινίνη (βενζυλαμινοπυρίνη) σε πορτοκαλιές (*Citrus sinensis*) και διαπίστωσαν αύξηση της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ και θρεπτικών συστατικών στους καρπούς. Επίσης αναφέρουν αποτελέσματα του πειράματος των Fornes et al. (1995, 2002) σε πορτοκαλιές, σύμφωνα με τα οποία η συγκομιδή των καρπών συνέβη έως και επτά μέρες νωρίτερα με την εφαρμογή *Ascophyllum nodosum* και επιπλέον αυξήθηκαν τα ολικά διαλυτά στερεά και μειώθηκε η οξύτητα στο χυμό των πορτοκαλιών. Επίσης, η παραγωγικότητα αυξήθηκε κατά 15% όταν το εφαρμοζόμενο ποσοστό ήταν 0,30%. Ακόμη αναφέρουν πως σε πείραμά τους οι Koo et al. (1994, 1998) διαπίστωσαν πως η εφαρμογή ΑΕ (*Ascophyllum nodosum*) οδήγησε σε αύξηση της απόδοσης σε μανταρινιές (*Citrus reticulata* cv. Sunburst) και σε πορτοκαλιές (*Citrus sinensis* cv. Velance) κατά 11%. Επίσης, η εφαρμογή, με διαφυλλικό ψεκασμό, για τρία συνεχόμενα χρόνια του ίδιου βιοδιεγέρτη σε δένδρα πορτοκαλιάς ποικιλίας Washington Navel και σε γκρέιπφρουτ ποικιλίας Ruby Red οδήγησε σε αύξηση της παραγωγικότητάς τους, κατά 10% και 25%, αντίστοιχα. Παρόλο που η απόδοση των δένδρων αυξήθηκε, το μέγεθος και το βάρος των καρπών παρέμειναν ίδια, κάτι που θεωρήθηκε θετικό, καθώς ένα υψηλό φορτίο μειώνει το μέγεθος των καρπών.

Οι Boray et al. (2015) μελέτησαν την επίδραση δύο βιοδιεγερτών στην ποικιλία πορτοκαλιάς Washington Navel (*Citrus sinensis*, L), που ήταν εμβολιασμένη σε υποκείμενο νεραντζιάς (*Citrus aurantium*, L), κατά τη διάρκεια δυο διαδοχικών ετών του 2012 και του 2013 σε ένα εμπορικό οπωρώνα που βρίσκεται στην κοιλάδα Shiwah (Αίγυπτος). Πιο συγκεκριμένα, μελέτησαν την επίδραση δυο φυσικών βιοδιεγερτών, δηλαδή Milagrow στα 10, 15 και 20 ppm και εκχύλισμα ζυμομύκητα σε 1000, 1500 και 2000 ppm, στην καρπόδεση, την

καρπόπτωση, την απόδοση και την ποιότητα καρπού των πορτοκαλιών ποικιλίας Washington Navel. Τα φυσικά βιοδιεγερτικά εφαρμόστηκαν ως διαφυλλικοί ψεκασμοί στο στάδιο της πλήρους άνθισης και ένα μήνα αργότερα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλες οι επεμβάσεις με βιοδιεγερτικά αύξησαν την καρπόδεση, την απόδοση και την ποιότητα των καρπών και μείωσαν την πτώση των καρπών σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Ειδικότερα, οι διαφυλλικοί ψεκασμοί δέντρων με το Milagrow στα 15 και 20 ppm έδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα σε ότι αφορά την καρπόδεση και την απόδοση, ενώ και το εκχύλισμα ζυμομύκητα στα 2000 ppm έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα, σε σύγκριση με της υπόλοιπες συγκεντρώσεις. Επιπλέον, σημειώθηκε ότι τα δέντρα που ψεκάστηκαν με τους δύο βιοδιεγέρτες έδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα για τη μείωση της πτώσης των καρπών. Εν κατακλείδι, η καλύτερη επέμβαση για την αύξηση της απόδοσης και τη βελτίωση της ποιότητας των καρπών ήταν ο ψεκασμός της ποικιλίας πορτοκαλιού Washington Navel με Milagrow στα 20 ppm και εκχύλισμα ζυμομύκητα στα 2000 ppm κατά τη διάρκεια του σταδίου πλήρους άνθισης και ένα μήνα αργότερα.

Οι Shazly et al. (2013) μελέτησαν την επίδραση ορισμένων βιοδιεγερτών χουμικού καλίου, εκχύλισμα ζυμομύκητα και amino green II (μίγμα αμινοξέων) στην απόδοση, την ποιότητα των καρπών και τη θρεπτική κατάσταση των πορτοκαλιών ποικιλίας Washington Navel. Το χουμικό κάλιο εφαρμόστηκε στα 10 και 20 g/δέντρο ως εφαρμογή εδάφους. Επιπλέον, εκχύλισμα ζυμομύκητα σε 0,2 και 0,4% και amino green II σε 0,25 και 0,5% εφαρμόστηκαν ως διαφυλλική εφαρμογή. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλοι οι βιοδιεγέρτες αύξησαν τη συνολική απόδοση. Το βάρος του καρπού, ο χυμός των καρπών επί τοις %, τα ολικά διαλυτά στερεά (TSS), τα ολικά σάκχαρα και οι περιεκτικότητα σε Vitamin C αυξήθηκαν σημαντικά με τις εφαρμογές βιοδιεγέρτη σε σύγκριση με το μάρτυρα. Επιπλέον, καλά αποτελέσματα προέκυψαν σε δέντρα που εφαρμόστηκε χουμικό κάλιο στα 20 g/δέντρο και εκχύλισμα ζυμομύκητα σε 0,4%. Οι εφαρμογές με βιοδιεγέρτες αύξησαν την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των φύλλων και την περιεκτικότητα των φύλλων σε N, P, K, Ca, Mg. Συμπερασματικά, οι εφαρμογές με βιοδιεγέρτες είχαν σημαντική επίδραση στην απόδοση, την ποιότητα των καρπών και τη θρεπτική κατάσταση των πορτοκαλιών Washington Navel. Τέλος, το χουμικό κάλιο σε 20g/δέντρο και το εκχύλισμα ζυμομύκητα σε 0,4% είναι αυτά που έδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα.

Οι Zaghloul et al. (2015) μελέτησαν, σε δέντρα πορτοκαλιάς ποικιλίας Washington (*Citrus sinensis* Osbeck), ηλικίας 10 ετών, που αναπτύσσονταν σε υποκείμενο νεραντζιάς (*Citrus aurantium* L.), κατά τη διάρκεια των ετών 2013-2014 σε ιδιωτικό οπωρώνα που βρίσκεται στο Motobus, στο Κυβερνείο Kafr EL Sheikh, την επίδραση ενός συνθετικού βιοδιεγέρτη

(Furdose) και ενός μικροβιακού βιοδιεγέρτη (*Azospirillum lipoferum*) στην καρπόδεση, την καρπόπτωση, την απόδοση και την ποιότητα των καρπών. Το Furdose και η μικροβιακή βιοδιεγερτική ουσία *Azospirillum lipoferum* χρησιμοποιήθηκαν ως διαφυλλική εφαρμογή το καθένα ξεχωριστά ή σε συνδυασμό και των δυο μαζί, καθώς και σε δυο χρονικές περιόδους πριν την ανθοφορία ή μετά την καρπόδεση ή πριν την ανθοφορία και μετά την καρπόδεση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, η καρπόδεση, η απόδοση η ποιότητα και τα ποσοστά πτώσης των καρπών επηρεάστηκαν σημαντικά από τις εφαρμογές Furdose και *Azospirillum lipoferum* μόνα τους ή σε συνδυασμό και στις δυο χρονικές περιόδους. Ακόμα τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δυο βιοδιεγέρτες ενίσχυσαν το ποσοστό καρπόδεσης, την απόδοση και την ποιότητα των καρπών της ποικιλίας Washington. Το *Azospirillum lipoferum* μόνο του ή σε συνδυασμό με το Furdose ήταν πιο αποτελεσματικό στη βελτίωση της παραγωγικότητας και της ποιότητας των καρπών. Ο διαφυλλικός ψεκασμός του *A. lipoferum* μετά την καρπόδεση, ο διαφυλλικός ψεκασμός του *A. lipoferum* πριν την ανθοφορία και μετά την καρπόδεση και ο διαφυλλικός ψεκασμός με Furdose μαζί με το *A. lipoferum* πριν την ανθοφορία και μετά την καρπόδεση ήταν οι πιο αποτελεσματικές εφαρμογές για την απόδοση και την ποιότητα των καρπών. Πιο συγκεκριμένα, αύξησαν την καρπόδεση, την απόδοση, και την ποιότητα των καρπών, τα διαλυτά στερεά, τα ολικά σάκχαρα και τη βιταμίνη C.

Οι Darwish et al. (2015) μελέτησαν σε δέντρα ηλικίας 20 χρονών ποικιλίας πορτοκαλιού Washington Navel (*Citrus sinensis* L. Osbeck) που ήταν εμβολιασμένα σε υποκείμενο νεραντζιάς (*Citrus aurantium* L.), σε δυο διαδοχικά έτη το 2013 και το 2014, την εφαρμογή διαφόρων ουσιών για τη βελτίωση της περιεκτικότητας σε ανόργανα άλατα, της απόδοσης και της ποιότητας των καρπών. Έγιναν διαφυλλικές εφαρμογές πριν από τη συγκομιδή με πουτρεσίνη στα 2,4 και 6mM, σπερμίνη στα 2,4 και 6 mM, έλαιο γιασεμιού σε 0,04, 0,06 και 0,08 %, έλαιο θυμαριού σε 0,04, 0,06 και 0,08 %, έλαιο σκόρδου σε 1, 1,5 και 2 %, εκχύλισμα γιασεμιού σε 1, 1,5 και 2 %, εκχύλισμα φυκιών σε 1, 1,5 και 2 %, και με εκχύλισμα Jisamar σε 1, 1,5 και 2 %, ενώ υπήρχε και μάρτυρας (δένδρα χωρίς καμία εφαρμογή). Πραγματοποιήθηκαν τέσσερις ψεκασμοί φυλλώματος από κάθε μεταχείριση ως εξής, η πρώτη εφαρμογή ήταν στην πλήρη άνθιση για τις πορτοκαλιές Washington Navel. Η δεύτερη εφαρμογή έγινε μετά από 30 μέρες από την πρώτη, η τρίτη εφαρμογή μετά από 30 μέρες από την δεύτερη και η τέταρτη εφαρμογή 45 μέρες πριν από την ημερομηνία συγκομιδής. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν έδειξαν ότι όλες οι διαφυλλικές εφαρμογές βελτίωσαν την περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία των φύλλων και αύξησαν την απόδοση ως προς τον αριθμό καρπών και το μέσο βάρος καρπού σε σύγκριση με τον

μάρτυρα, ενώ μείωσε σαφώς την πτώση των καρπών πριν τη συγκομιδή και τα δυο έτη. Επιπλέον, βελτίωσε τα TSS, την οξύτητα, τη βιταμίνη C, την αναλογία TSS/TA, τα συνολικά σάκχαρα, τα αναγωγικά σάκχαρα και τα μη αναγωγικά σάκχαρα σε σύγκριση με το μάρτυρα. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι, και τα δύο έτη, όλες οι διαφυλλικές εφαρμογές προκάλεσαν σημαντική αύξηση στα μακροστοιχεία των φύλλων N, P, K, Ca και Mg σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Επιπλέον, το εκχύλισμα φυκιών στο 1,5 και 2 % και το εκχύλισμα Jisamar στο 1,5 και 2 % ήταν πιο αποτελεσματικά στην αύξηση των μακροστοιχείων των φύλλων από ότι στις άλλες εφαρμογές. Επιπλέον, όσον αφορά, την περιεκτικότητα των μικροστοιχείων στα φύλλα όπως σίδηρο, χαλκό, ψευδάργυρο και μαγγάνιο τα αποτελέσματα και για τα δυο έτη έδειξαν σημαντική αύξηση σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Και πιο συγκεκριμένα η πουτρεσκίνη (6 mM), η σπερμίνη (6 mM), το εκχύλισμα σκόρδου (2 %), το εκχύλισμα γαρυφάλλου (2 %), το εκχύλισμα φυκιών (2 %) και το εκχύλισμα Jasamar (2 %) έδωσαν υψηλότερα αποτελέσματα στην αύξηση των μικροστοιχείων των φύλλων σε σχέση με τις άλλες εφαρμογές.

Οι Zayat et al. (2017) μελέτησαν δέντρα πορτοκαλιάς ποικιλίας 'Valencia', ηλικίας 15 χρόνων σε δυο διαδοχικά έτη το 2012 και το 2013 στην Αίγυπτο. Εφαρμόστηκαν δυο φυτικά βιοδιεγερτικά (Lena tonik, εκχύλισμα γλυκόριζας) και GA₃ κατά τη διάρκεια διαφορετικών σταδίων ανάπτυξης των καρπών. Εφαρμόστηκαν πέντε ξεχωριστές εφαρμογές, GA₃ στα 100 ppm, Lena tonik στα 0,5 και 0,75 cm/L και εκχύλισμα γλυκόριζας στα 0,2 και 0,4 % και απεσταγμένο νερό σαν μάρτυρας κάθε μήνα από τον Ιούνιο μέχρι τον Σεπτέμβριο. Οι καρποί μαζεύτηκαν στο στάδιο της ωρίμανσης και προσδιορίστηκαν οι ποιοτικές παράμετροι των καρπών δυο εβδομάδες μετά τη συγκομιδή και μετά την αποθήκευση για 6 εβδομάδες στους 4° C και σχετική υγρασία 90-95%. Οι παράμετροι ποιότητας που μετρήθηκαν στους καρπούς περιλάμβαναν το ποσοστό απώλειας βάρους, τη σκληρότητα, το χρώμα του φλοιού, την περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά (TSS), την ογκομετρούμενη οξύτητα και την περιεκτικότητα σε βιταμίνη C. Η επεξεργασία με GA₃ προκάλεσε εμφανή καθυστέρηση στη διαδικασία ωρίμανσης των καρπών σε σχέση με τις άλλες εφαρμογές και το μάρτυρα. Οι καρποί που ψεκάστηκαν με GA₃ είχαν την υψηλότερη τιμή σκληρότητας και περιεκτικότητας σε TSS και μικρότερες τιμές χρώματος κατά τη συγκομιδή. Όλες οι εφαρμογές βιοδιεγερτών απέδειξαν τη χρησιμότητά τους στη διατήρηση της ποιότητας των φρούτων πορτοκαλιού Valencia κατά την αποθήκευση στο ψυγείο. Το εκχύλισμα γλυκόριζας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποτελεσματικότητά του στη διατήρηση της ποιότητας των καρπών.

Οι Fornes et al. (1995) μελέτησαν την επίδραση μιας εφαρμογής εκχυλίσματος φυκιών στην ωρίμανση του καρπού, σε δυο πρώιμα μανταρινία ('Clauselina' και 'Marisol') και στο πρώιμο πορτοκάλι 'Navelina'. Χρησιμοποιήθηκε ένα υδατικό εκχύλισμα που είχε ως βάση το *Ascophyllum nodosum* και το οποίο διατίθενται στο εμπόριο με το όνομα Goemar. Στις τρεις ποικιλίες που μελετήθηκαν, η εφαρμογή του εκχυλίσματος φυκιών ενίσχυσε την πρωιμότητα των καρπών όπως μετρήθηκε με τον δείκτη ωριμότητας (MI), που υπολογίζεται ως η αναλογία των συνολικών διαλυτών στερεών (TSS) προς την τιτλοδοτούμενη οξύτητα (TA). Εφαρμόστηκαν τρεις ψεκάσμοι με πλήρη κάλυψη στην αρχή της ανάπτυξης των ανθέων, στην πλήρη άνθηση και στο τέλος της περιόδου της πτώσης των καρπών (πτώση Ιουνίου), με συγκέντρωση 0,15%. Η αύξηση της συγκέντρωσης των φυκιών ή του αριθμού των εφαρμογών δεν βελτίωσε τα αποτελέσματα. Οι καρποί από τα δένδρα που ψεκάστηκαν μπόρεσαν να συγκομιστούν 5 έως 7 μέρες νωρίτερα από τους μάρτυρες. Αυτή η εφαρμογή έχει ως αποτέλεσμα ένα οικονομικό πλεονέκτημα για τις πρώιμες ποικιλίες καλλιέργειας, στις οποίες η πρώιμη καλλιέργεια έχει ως αποτέλεσμα μια εξαιρετική τιμή στην αγορά.

Οι Fornes et al. (2005) μελέτησαν την εφαρμογή ενός εκχυλίσματος φυκιών (Goemar Spring Citricosr) από *Ascophyllum nodosum* σε δέντρα μανταρινιού κλημεντίνης 'De Nules' και πορτοκαλιού 'Navelina' κατά την έναρξη της άνθησης, στην πλήρη άνθηση και στο τέλος της καρπώπωσης (Ιούνιο), σε συγκέντρωση 0,15% και 0,30%. Το εκχύλισμα φυκιών αύξησε την απόδοση των μανταρινιού κλημεντίνης 'De Nules' κατά 11%. Στο πορτοκάλι 'Navelina', το εκχύλισμα φυκιών σε συγκέντρωση 0,15% αύξησε την απόδοση κατά 8%, ενώ στη συγκέντρωση του 0,30% αύξησε την απόδοση κατά 15%.

Οι Canterino et al. (2012) μελέτησαν τρεις ομάδες γονοτύπων πορτοκαλιάς της βορειοδυτικής Ιταλίας, 5 ομφαλοφόρων, 5 κοινών και 5 αιματόχρωμων. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν πως το βάρος των καρπών πορτοκαλιάς δύναται να κυμανθεί από 75 g έως 320 g. Σε ότι αφορά το ποσοστό χυμού των καρπών, αυτό κυμάνθηκε από 37% έως 40,37%, χωρίς να σημειώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων. Από τις μετρήσεις των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών φάνηκε πως το εύρος των τιμών των ολικών διαλυτών στερεών (TSS) κυμάνθηκε από 9,7 °Brix έως 11,4 °Brix, της τιτλοδοτούμενης οξύτητας (TA) από 0,59% έως 1,20%, ενώ του λόγου TSS/TA από 9,24 έως 19,00.

Σύγκριση μεταξύ τεσσάρων ποικιλιών πορτοκαλιάς έκαναν οι Torpuz et al. (2005). Στο πείραμά τους μελέτησαν τις εμπορικές ποικιλίες 'W. Navel', 'Shamouti' και δύο εγχώριες τούρκικες ποικιλίες, τις 'Alanya' και 'Finike'. Από τα αποτελέσματα φάνηκε πως το pH στο χυμό των καρπών των ποικιλιών κυμάνθηκε από 3,19 έως 3,84, χωρίς να σημειώνονται

στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ η τιτλοδοτούμενη οξύτητα μετρήθηκε από 0,687% (W. Navel) έως 1,375% (Alanya), με στατιστικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Σε ότι αφορά τα χαρακτηριστικά των καρπών, το βάρος κυμάνθηκε από 271,40 g έως 175,71 g, το μήκος από 69,21 mm έως 82,60 mm και η διάμετρος από 71,57 mm έως 80,14 mm, με την ποικιλία W. Navel να σημειώνει τις υψηλότερες τιμές και την ποικιλία Alanya τις χαμηλότερες. Σχετικά με το χρώμα του φλοιού, το εύρος των τιμών των παραμέτρων του χρώματος L, a και b κυμάνθηκε από 60,38 - 66,59, 29,84 - 37,33 και 60,33 - 70,43 αντίστοιχα, με τις ποικιλίες Alanya και Shamouti να είναι φωτεινότερες και χρωματικά πιο κίτρινες των άλλων δύο, ενώ στον άξονα a, η ποικιλία W. Navel ήταν πιο κόκκινη από τις υπόλοιπες που μελετήθηκαν.

Οι Zhang et al. (2022) μελέτησαν τη χημική σύνθεση και την αντιοξειδωτική ικανότητα του χυμού από πορτοκάλια ποικιλίας 'Newhall', ο οποίος συλλέχθηκε ανά διαστήματα μιας έως δύο εβδομάδων κατά τη διάρκεια της περιόδου ωρίμανσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τα ολικά διαλυτά στερεά (TSS), οι πολυφαινόλες (TPC), τα φλαβονοειδή (TFC), η περιεκτικότητα σε σακχαρόζη και εσπεριδίνη αυξάνονται σταδιακά με την ωρίμανση του καρπού, ακολουθούμενη από ελαφρά μείωση στο στάδιο της όψιμης ωρίμανσης. Σε αντίθεση, η τιτλοδοτούμενη οξύτητα (TA), η βιταμίνη C (Vc) και η λιμονίνη έχουν πτωτική τάση καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου ωρίμανσης.

Οι Alhassan et al. (2014) μελέτησαν τις φυσικοχημικές ιδιότητες πορτοκαλιάς (*Citrus sinensis* var. Valencia), που καλλιεργούνται στην περιοχή Ashanti της Γκάνας, αν επηρεάζονται από το στάδιο ωρίμανσης και από τη διάρκεια αποθήκευσης. Συνολικά 450 ώριμα φρούτα συγκομίστηκαν από το ίδιο χωράφι για τρεις διαφορετικούς μήνες, 150 φρούτα κάθε μήνα. Σε κάθε συγκομιδή οι καρποί κατηγοριοποιήθηκαν με βάση την ωριμότητα ως εξής ώριμο πράσινο (MG), ημιώριμο (HR), και πλήρως ώριμο (FR). Έγινε ανάλυση σε τυχαίο δείγμα 50 φρούτων και από τις τρεις κατηγορίες την πρώτη μέρα της συγκομιδής στις φυσικοχημικές τους ιδιότητες, ενώ τα υπόλοιπα 100 φρούτα αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (μεταξύ 25°C έως 30°C) για 5 και 10 μέρες πριν γίνει η ανάλυση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων. Οι φυσικοχημικές ιδιότητες που μετρήθηκαν ήταν το βάρος, η περιεκτικότητα σε χυμό, η συνεκτικότητα, το pH, η βιταμίνη C και τα TSS, TDS, TTA, EC. Κάποια από τα αποτελέσματα της μελέτης ήταν ότι το TTA στα φρούτα FR ήταν χαμηλότερο από αυτό των φρούτων MG και HR την πέμπτη και δέκατη μέρα αποθήκευσης. Η περιεκτικότητα της βιταμίνης C στα φρούτα MG, HG, και FR αυξήθηκε κατά τη διάρκεια αποθήκευσης της πέμπτης και δέκατης μέρας σε θερμοκρασία δωματίου. Η αποθήκευση των φρούτων MG και HR για έως και δέκα μέρες

αύξησαν την απόδοση του χυμού κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας σε σύγκριση με τα φρούτα FR.

Οι Najwa et al. (2017) μελέτησαν τη συγκέντρωση της βιταμίνης C στους καρπούς διαφόρων εσπεριδοειδών. Η βιταμίνη C είναι μια από τις απαραίτητες βιταμίνες για τον άνθρωπο και τα ζώα. Πολλές μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της βιταμίνης C, όπως φασματοφωτομετρία, ηλεκτροφόρηση, τιτλοδότηση και υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC). Η μελέτη αυτή πραγματοποίησε σύγκριση της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C σε εσπεριδοειδή (πορτοκάλι, γκρέιπφρουτ, λεμόνι, lime, kaffir lime και musk lime) χρησιμοποιώντας μεθόδους τιτλοδότησης ινδοφαινόλης και HPLC-PDA. Στη μέθοδο τιτλοδότησης με ινδοφαινόλη, το πορτοκάλι είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C (58,30 mg/100g) και μετά ήταν το γκρέιπφρουτ (49,15mg/100g), λεμόνι (43,96mg/100g), kaffir lime (37,24mg/100g), lime (27,78mg/100g) και musk lime (18,62mg/100g). Με τη μέθοδο HPLC επίσης το πορτοκάλι είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C (43,61mg/100g) και ακολουθούσαν το λεμόνι (31,33mg/100g), το γκρέιπφρουτ (26,40mg/100g), lime (22,36mg/100g), kaffir lime (21,58mg/100g) και musk lime (16,78mg/100g).

Οι Lee et al. (2000) μελέτησαν την περιεκτικότητα της βιταμίνης C σε φρούτα και λαχανικά. Η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C στα φρούτα και τα λαχανικά μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες όπως τις γονοτυπικές διαφορές, τις κλιματικές συνθήκες πριν τη συγκομιδή, τις μεθόδους ωριμότητας και συγκομιδής και τις διαδικασίες χειρισμού μετά τη συγκομιδή. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση τους φωτός κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, τόσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C στους φυτικούς ιστούς. Αζωτούχα λιπάσματα σε υψηλά ποσοστά τείνουν να μειώσουν τη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C σε πολλά φρούτα και λαχανικά. Η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C σε πολλές καλλιέργειες μπορεί να αυξηθεί με λιγότερο πότισμα. Η διαχείριση της θερμοκρασίας μετά τη συγκομιδή είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας διατήρησης της βιταμίνης C των φρούτων και των λαχανικών. Οι απώλειες της βιταμίνης C επιταχύνονται σε υψηλότερες θερμοκρασίες και με μεγαλύτερη διάρκεια αποθήκευσης. Ωστόσο, ορισμένες καλλιέργειες που είναι ευαίσθητες στην ψύξη παρουσιάζουν περισσότερες απώλειες σε βιταμίνη C σε χαμηλότερες θερμοκρασίες. Όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές στην απώλεια νερού μετά τη συγκομιδή έχουν ως αποτέλεσμα ταχεία απώλεια βιταμίνης C, ειδικά στα φυλλώδη λαχανικά.

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Φυτικό υλικό

Ο οπωρώνας, που έχει έκταση 10 στρέμματα και βρίσκεται στην Ανέζα Άρτας, αποτελείται από δένδρα πορτοκαλιάς ποικιλίας ‘Navelina’, τα οποία είναι εμβολιασμένα σε υποκείμενο νεραντζιά. Τα δένδρα είναι ηλικίας 20-25 χρονών, είναι με διαμόρφωση κόμης τύπου κύπελλου- σφαίρας και έχουν αποστάσεις φύτευσης 4,5m x 4m. Για την καλύτερη αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, όλες οι καλλιεργητικές φροντίδες ήταν ίδιες (λιπάσματα, πότισμα, ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα) μεταξύ των δένδρων που επιλέχθηκαν για την διεξαγωγή του πειράματος.



Εικόνα 5. Απεικόνιση από δορυφόρο της τοποθεσίας του πειραματικού αγρού.

2.2. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών που μελετήθηκαν

2.2.1. Δειγματοληψία καρπών

Χρησιμοποιήθηκαν καρποί από δέντρα που εφαρμόστηκε βιοδιεγέρτης (πειραματικά) και από δένδρα που δεν εφαρμόστηκε (μάρτυρες). Οι καρποί, που λαμβάνονταν από όλες τις κατευθύνσεις, συγκομίστηκαν σε δυο χρονικές περιόδους.

1^η συγκομιδή: Η πρώτη συγκομιδή πορτοκαλιών έγινε στις 13-12-22 από 3 πειραματικά δένδρα και 3 δένδρα μάρτυρες και στις 16-12-22 από ακόμη 1 μάρτυρα και 1 πειραματικό δένδρο. Συνολικά συγκομίστηκαν 48 καρποί.

2^η συγκομιδή: Η δεύτερη συγκομιδή έγινε στις 9-1-23 από 2 μάρτυρες και 2 πειραματικά δένδρα και στις 11-1-23 έγινε από ακόμη 1 πειραματικό δένδρο και 1 μάρτυρα. Συνολικά συγκομίστηκαν 36 καρποί.

Από κάθε δένδρο λαμβάνονταν 3 καρποί από κάθε προσανατολισμό (Ανατολή, Δύση, Βορρά και Νότο).



Εικόνα 6.Αρίθμηση καρπών πορτοκαλιάς.

2.2.2. Βάρος καρπού

Αφού βαθμονομήθηκαν όλα τα όργανα που θα χρησιμοποιούνταν ξεκίνησαν οι μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων του πειράματος. Η πρώτη μέτρηση που υπολογίστηκε ήταν το βάρος των καρπών. Σε ζυγό ακριβείας τοποθετούνταν ξεχωριστά ένα-ένα τα πορτοκάλια και ύστερα γινόταν η καταγραφή των αποτελεσμάτων. Το βάρος όλων των καρπών μετρήθηκε σε γραμμάρια (g).



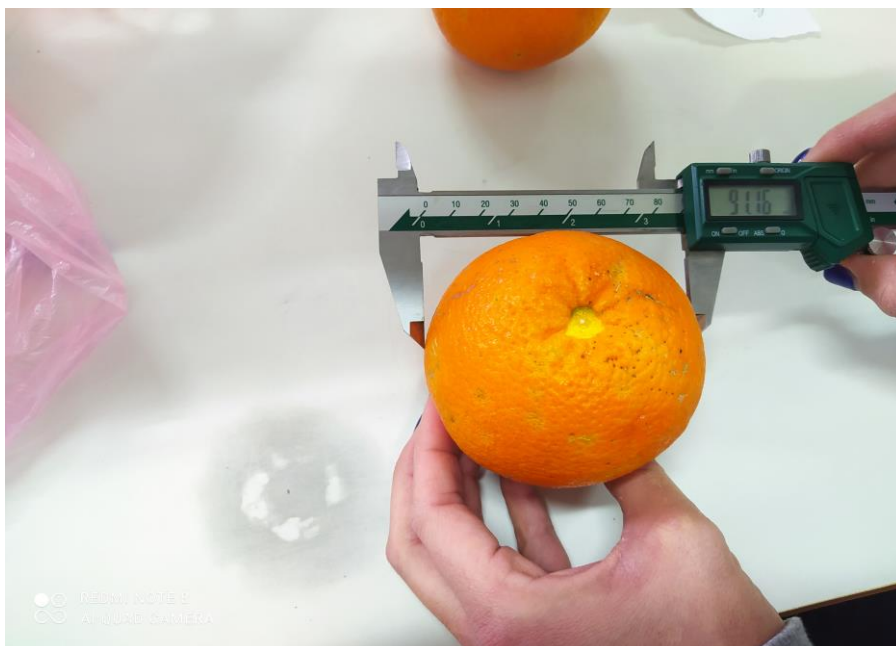
Εικόνα 7. Ζυγός ακριβείας

2.2.3. Διαστάσεις καρπού

Επόμενο βήμα είναι η καταμέτρηση του μήκους και του πλάτους ολόκληρου του καρπού. Για τον συγκεκριμένο υπολογισμό χρησιμοποιήθηκε παχύμετρο. Εδώ να σημειωθεί ότι η μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιήθηκε στα αποτελέσματα είναι τα εκατοστά (cm).



Εικόνα 8. Μέτρηση μήκους του καρπού με παχύμετρο.



Εικόνα 9. Μέτρηση πλάτους του καρπού με παχύμετρο.

2.2.4. Πάχος φλοιού

Το πάχος του φλοιού προσδιορίστηκε λαμβάνοντας τιμές του φλοιού από δυο απέναντι πλευρές του καρπού. Εάν υπήρχε απόκλιση μεγαλύτερη του ενός εκατοστού μεταξύ των δυο τιμών παίρναμε και τρίτη τιμή. Από αυτές τις τρεις τιμές υπολογίστηκε ο μέσος όρος τους και χρησιμοποιήθηκε ως τελικό πάχος φλοιού (σε mm).



Εικόνα 10. Εγκάρσια τομή του πορτοκαλιού.



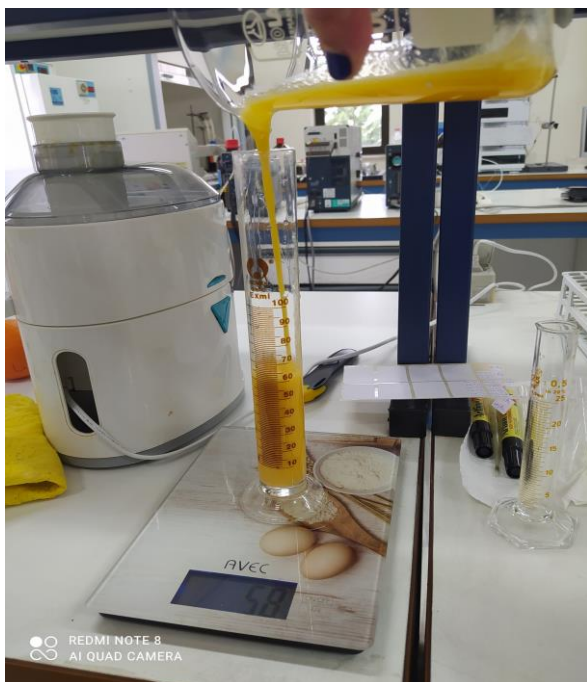
Εικόνα 11. Μέτρηση του πάχους του φλοιού με παχύμετρο.

2.2.5. Περιεκτικότητα χυμού

Η περιεκτικότητα του χυμού μετρήθηκε σε ml με τη βοήθεια ογκομετρικού σωλήνα, αφού πρώτα με την χρησιμοποίηση αυτόματου οικιακού αποχυμωτή αφαιρέθηκε όλος ο χυμός από κάθε καρπό πορτοκαλιού.



Εικόνα 12. Οικιακός αποχυμωτής.



Εικόνα 13. Μέτρηση ml χυμού.

2.2.6. pH χυμού

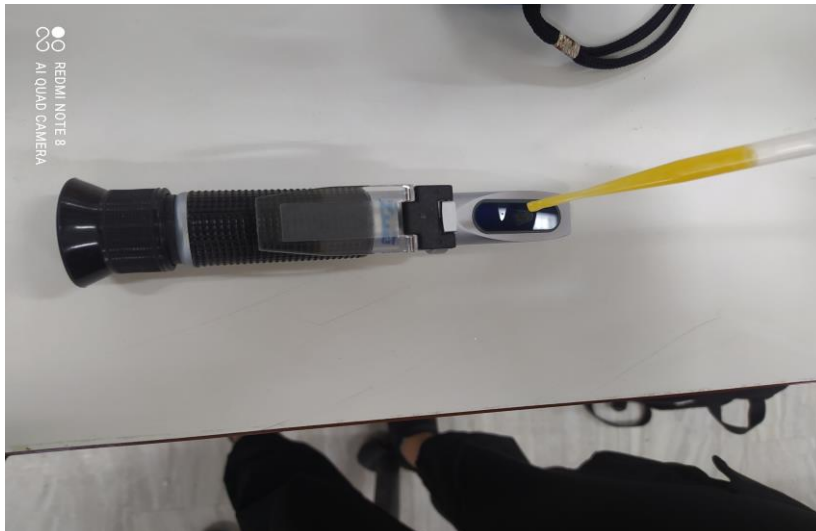
Με την χρησιμοποίηση φορητού πεχάμετρου προσδιορίστηκε το pH του χυμού σε κάθε καρπό πορτοκαλιού.



Εικόνα 14. Μέτρηση pH χυμού με πεχάμετρο

2.2.7. Ολικά Διαλυτά Στερεά Συστατικά

Τα Ολικά Διαλυτά Στερεά Συστατικά (Δ.Σ.Σ.) μετρήθηκαν με τη βοήθεια οπτικού διαθλασίμετρου. Πιο συγκεκριμένα, τοποθετούνταν στην ειδική υποδοχή του διαθλασίμετρου με μια πιπέτα και λαμβάνονταν οι τιμές που προέκυπταν.



Εικόνα 15. Μέτρηση των brix του χυμού.

2.2.8. Τιτλοδοτούμενη οξύτητα

Η τιτλοδοτούμενη οξύτητα των χυμών των εσπεριδοειδών και του πορτοκαλοχυμού εκφράζεται σε g κιτρικού οξέος ανά 100ml χυμού και κυμαίνεται από 0,7-2%.

Αντιδραστήρια- σκεύη

- Δείγμα χυμού πορτοκαλιού
- Προχοΐδα όγκου 50ml
- Κωνική φιάλη 250ml
- Σιφόνιο ή πιπέτα των 10ml
- Διάλυμα καυστικού νατρίου NaOH συγκέντρωσης 0.1N
- Διάλυμα δείκτη φαινολοφθαλεΐνης 1% βάρος κατ' όγκο (παρασκευάζεται με διάλυση 1g στερεάς ουσίας φαινολοφθαλεΐνης σε 100 ml αιθανόλης).

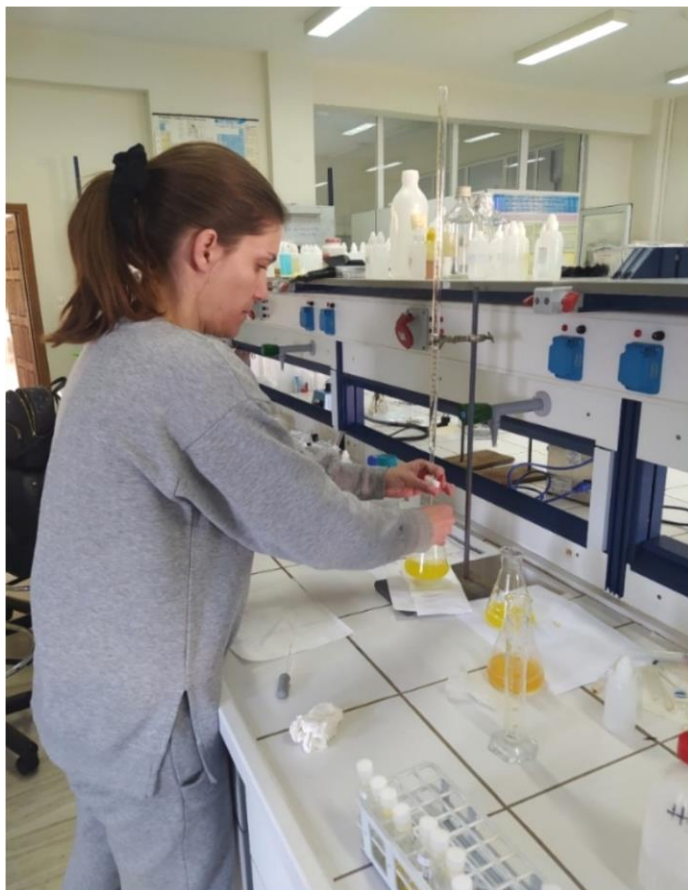
Πειραματικό στάδιο

1. Γεμίζουμε την προχοΐδα με διάλυμα NaOH. Σημειώνουμε την αρχική ένδειξη (Varchική ml)
2. Ξεπλένουμε το σιφόνιο με λίγο πορτοκαλοχυμό και μεταφέρουμε 10 ml από αυτό σε κωνική φιάλη.
3. Προσθέτουμε 40-50 ml απεσταγμένο νερό.
4. Προσθέτουμε 3-4 σταγόνες διαλύματος φαινολοφθαλεΐνης.
5. Κρατάμε με το ένα χέρι την κωνική φιάλη κάτω από το στόμιο της προχοΐδας και πάνω από λευκό φύλλο χαρτιού. Ανοίγουμε την στρόφιγγα και προσθέτουμε το διάλυμα καυστικού νατρίου στο διάλυμα του χυμού πορτοκαλιού. Συνεχίζουμε την προσθήκη διαλύματος καυστικού νατρίου μέχρι το τελικό σημείο της ογκομέτρησης, όπου η προσθήκη γίνεται στάγδην μέχρι την σταθεροποίηση (για 15-20 δευτερόλεπτα) μια ρόδινης απόχρωσης σε όλο τον όγκο του χυμού πορτοκαλιού.
6. Σημειώνουμε την τελική αυτή ένδειξη της προχοΐδας (Vτελική ml).
7. Υπολογίζουμε τον όγκο Vml που καταναλώθηκαν μέχρι την εξουδετέρωση του κιτρικού οξέος από τη διαφορά Vτελική ένδειξη –Varchική ένδειξη.



Εικόνα 16. Τελικό σημείο ογκομέτρησης εξουδετέρωσης κιτρικού οξέος.

Στη συνέχεια χρησιμοποιείται ο εξής τύπος: καταναλωθέντα ml NaOH στην προχοΐδα $\times 0,1 \times 0,064 \times 100 / V_{\text{ml}}$ χυμού πορτοκαλιού, όπου 0,1 η κανονικότητα του διαλύματος NaOH, 0,064 το χημικό ισοδύναμο του κιτρικού οξέος σε g και V χυμού πορτοκαλιού ίσο με 10 ml. Τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας σε κιτρικό οξύ εκφράστηκαν ως g κιτρικού οξέος /100ml χυμού.

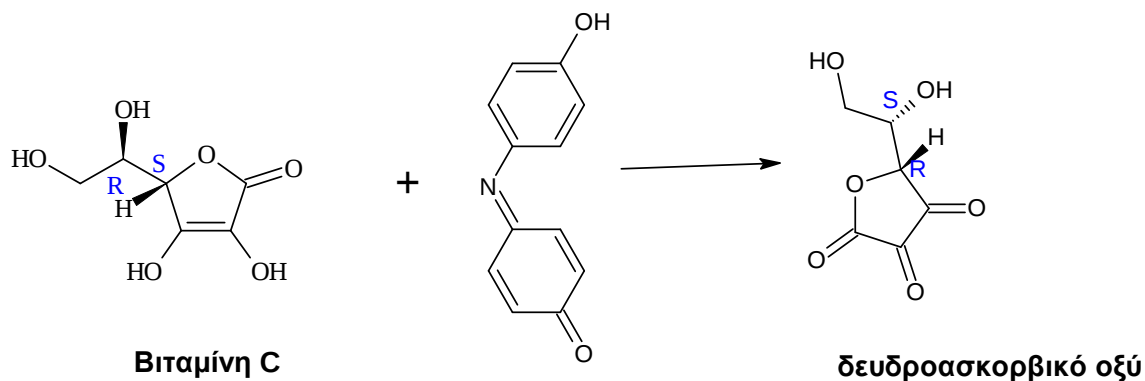


Εικόνα 17. Μέτρηση του κιτρικού οξέος στο χυμό των πορτοκαλιών.

2.2.9. Προσδιορισμός ασκορβικού οξέος με τη μέθοδο της ινδοφαινόλης

Αρχή μεθόδου

Η ογκομέτρηση προσδιορισμού είναι μια οξειδοαναγωγική ογκομέτρηση η οποία βασίζεται στην αναγωγή της μπλε χρωστικής 2,6 διχλωροφαινοληνδοφαινόλη (2,6 dichlorophenolindophenol, DCPI) σε άχρωμο προϊόν από το ασκορβικό οξύ σε διαλύματα αυτού ή τρόφιμα που περιέχουν ασκορβικό οξύ (Nielsen, 2010).



2,6 διχλωροφαινοληνδοφαινόλη

Σχήμα 1. Αντίδραση οξειδοαναγωγής L- ασκορβικού οξέος (βιταμίνης C) με τη χρωστική 2,6 DCPI (2,6 διχλωροφαινοληνδοφαινόλη).

Το ασκορβικό οξύ είναι ισχυρός αναγωγικός παράγοντας επειδή ανάγει την χρωστική DCPI και τη μετατρέπεται σε δεϋδροασκορβικό οξύ (dehydroascorbic acid, DHA). Ύστερα από το ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης η προσθήκη μιας πλεονάζουσας σταγόνας δίνει μια ροζ χροιά στο διάλυμα. Η χρωστική στην οξειδωμένη μορφή είναι μπλε, ενώ στην ανηγμένη μορφή είναι άχρωμη. Επίσης η χρωστική είναι ροδέρυθρη σε όξινο διάλυμα και μπλε στην αλκαλική μορφή.

Αντιδραστήρια

- Βιταμίνη C. Διάλυμα περιεκτικότητας 500 mg/L προετοιμάζεται την ημέρα του πειράματος.
- Διάλυμα οξαλικού οξέος περιεκτικότητας 0,4%.
- Χρωστική της ινδοφαινόλης. Σε 50 ml απιονισμένο νερό διαλύονται 42 mg NaHCO₃ και στη συνέχεια προστίθεται 50 mg 2,6-dichloroindophenol sodium salt. Το διάλυμα ανακινείται για να επιτευχθεί διαλυτοποίηση. Στη συνέχεια αραιώνεται μέχρι όγκου 200 mL με απιονισμένο νερό. Το διάλυμα διηθείται με διηθητικό χαρτί και μεταφέρεται σε σκουρόχρωμη φιάλη.

Προετοιμασία του δείγματος χυμού:

10ml χυμού πορτοκαλιού μεταφέρονται σε ογκομετρική φιάλη των 100ml και συμπληρώνεται ο όγκος μέχρι τη χαραγή με διάλυμα οξαλικού οξέος 0.4% W/V. Το διάλυμα ανακινείται και διηθείται με πτυχωτό ηθμό. Μεταφέρονται ακριβώς 10ml του

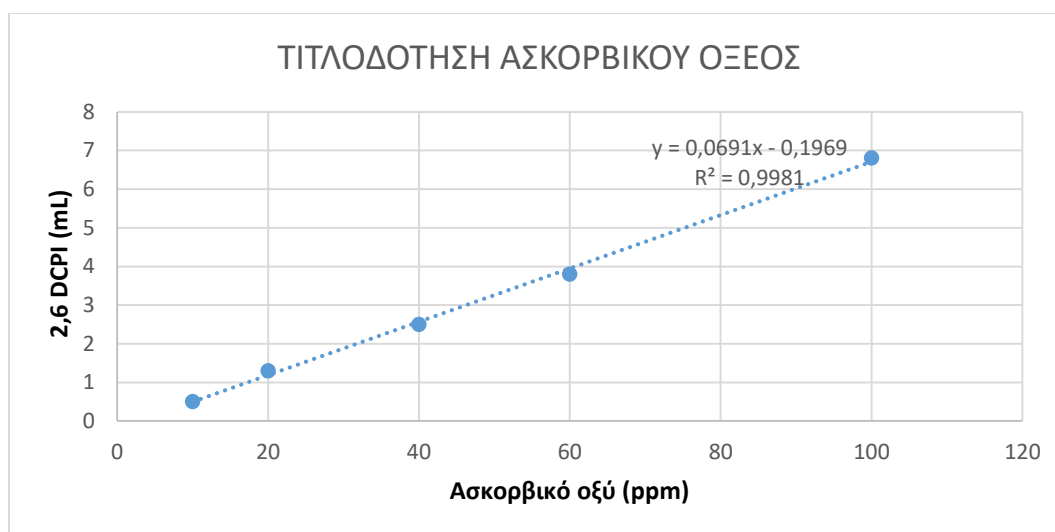
διηθήματος με σιφόνιο σε κωνική φιάλη και προστίθενται 15 ml διαλύματος οξαλικού οξέος 0.4%.

Ογκομέτρηση του ασκορβικού οξέος του δείγματος χυμού πορτοκαλιού:

Το διάλυμα στην κωνική φιάλη ογκομετρείται με προσθήκη του διαλύματος 2,6 DCIP. Ο τιτλοδότης 2,6 DCIP προστίθεται από προχοΐδα μέχρις ότου εμφανιστεί και παραμένει μια ελαφρά ρόδινη χροιά. Η ογκομέτρηση γίνεται παρουσία οξαλικού οξέος, το οποίο σταθεροποιεί και προστατεύει το ασκορβικό οξύ (οξειδώνεται πιο εύκολα από αυτό και επιπλέον δημιουργεί όξινο περιβάλλον). Όταν τελειώσει η ογκομέτρηση (δηλαδή έχει αντιδράσει όλη η ποσότητα του ασκορβικού οξέος) τότε με μια σταγόνα περίσσειας της 2,6 DCIP –από την προχοΐδα- χρωματίζεται το διάλυμα στην κωνική με ελαφρά ρόδινο χρώμα, το οποίο μένει σταθερό για 10 sec. Σημειώνεται η κατανάλωση σε ml 2,6 DCIP μέχρι να αποκτήσει το διάλυμα ελαφρά ρόδινο χρώμα (β ml DCPI) (Nielsen, 2010).

Παρασκευή καμπύλης αναφοράς.

Για την παρασκευή της καμπύλης αναφοράς πραγματοποιήθηκε τιτλοδότηση αραιωμένων πρότυπων διαλυμάτων ασκορβικού οξέος περιεκτικότητας 10 mg/L, 20 mg/L, 40 mg/L, 60 mg/L και 100 mg/L με διάλυμα 2,6 DCIP. Τα πρότυπα παρασκευάζονται με κατάλληλες αραιώσεις μέχρι όγκου 100 ml με διάλυμα οξαλικού οξέος 0,4% βάρος κατά όγκο από ένα πυκνό πρότυπο διάλυμα βιταμίνης C περιεκτικότητας 500 ppm. Τα πρότυπα διαλύματα υπόκεινται τις ίδιες αραιώσεις όπως αυτές που περιγράφονται παραπάνω για τα δείγματα. Ο καταναλωθείς όγκος του δείκτη 2,6 DCPI συσχετίζεται γραμμικά συναρτήσει της συγκέντρωσης ασκορβικού οξέος (συντελεστής $R^2=0,9981$).



Γράφημα 1. Καμπύλη αναφοράς δείκτη 2,6 DCPI συναρτήσει της συγκέντρωσης βιταμίνης C.

Υπολογισμός ασκορβικού οξέος σε χυμό πορτοκαλιού.

Με βάση τη ληφθείσα καμπύλη αναφοράς με εξίσωση $y=0,0691x-0,1969$ υπολογίζεται η συγκέντρωση του ασκορβικού οξέος (σε ppm) στα αραιωμένα δείγματα του χυμού πορτοκαλιού. Στη συνέχεια υπολογίζονται τα mg ασκορβικού οξέος ανά ml αραιωμένου χυμού C1 (αραίωση 1:10). Πολλαπλασιάζουμε την τιμή $C1=mg$ ασκορβικού οξέος / ml $\times$ 10 (συντελεστής αραίωσης) και βρίσκουμε την περιεκτικότητα στο χυμό πορτοκαλιού σε mg ασκορβικού οξέος / ml χυμού πορτοκαλιού. Τα αποτελέσματα μετατρέπονται πολλαπλασιάζοντας με συντελεστή 100 σε mg ασκορβικού οξέος / 100 ml πορτοκαλοχυμού.



Εικόνα 18. Αλλαγή χρώματος σε ελαφρά ρόδινο.

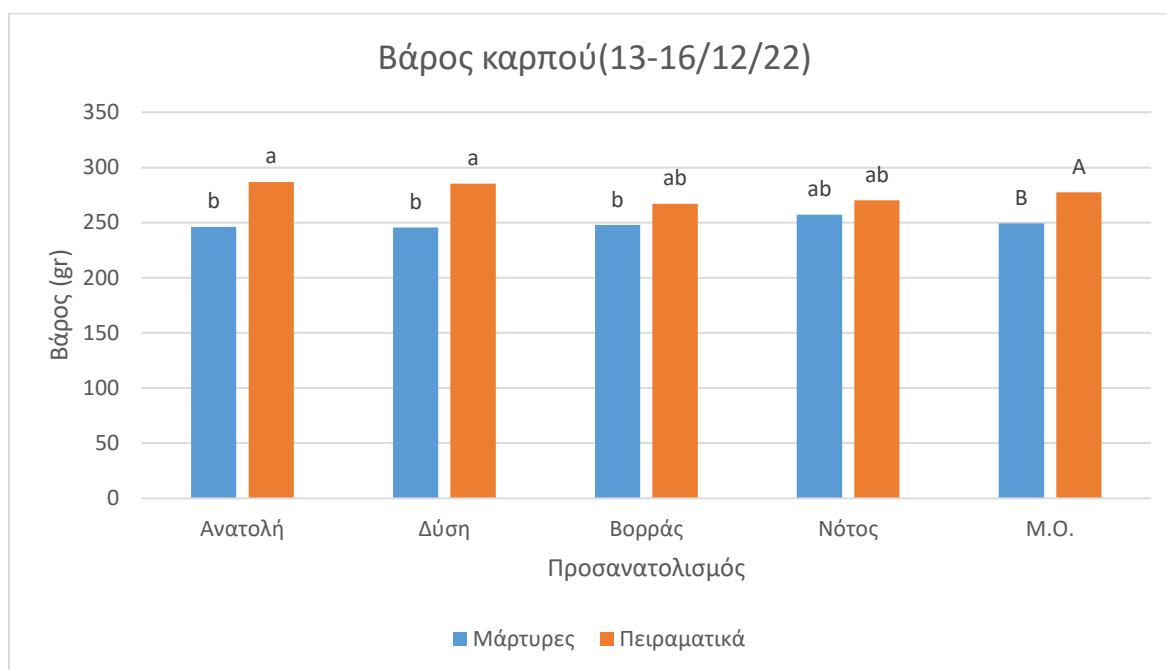
2.3 Πειραματικό σχέδιο και στατιστική ανάλυση

Για την πραγματοποίηση των συγκρίσεων όλων των μετρήσεων μεταξύ των δύο επεμβάσεων (βιοδιεγέρτης, μάρτυρας), καθώς και μεταξύ του διαφορετικού προσανατολισμού (Ανατολή, Δύση, Βορράς, Νότος) έγινε, σε κάθε συγκομιδή χωριστά, ανάλυση της διασποράς (ANOVA) με το λογισμικό JMP 7.0.1 (SAS Institute, Cary, NC, USA). Οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με βάση τη μέθοδο Student's test για επίπεδο σημαντικότητας 95% ($p \leq 0,05$).

3. Αποτελέσματα

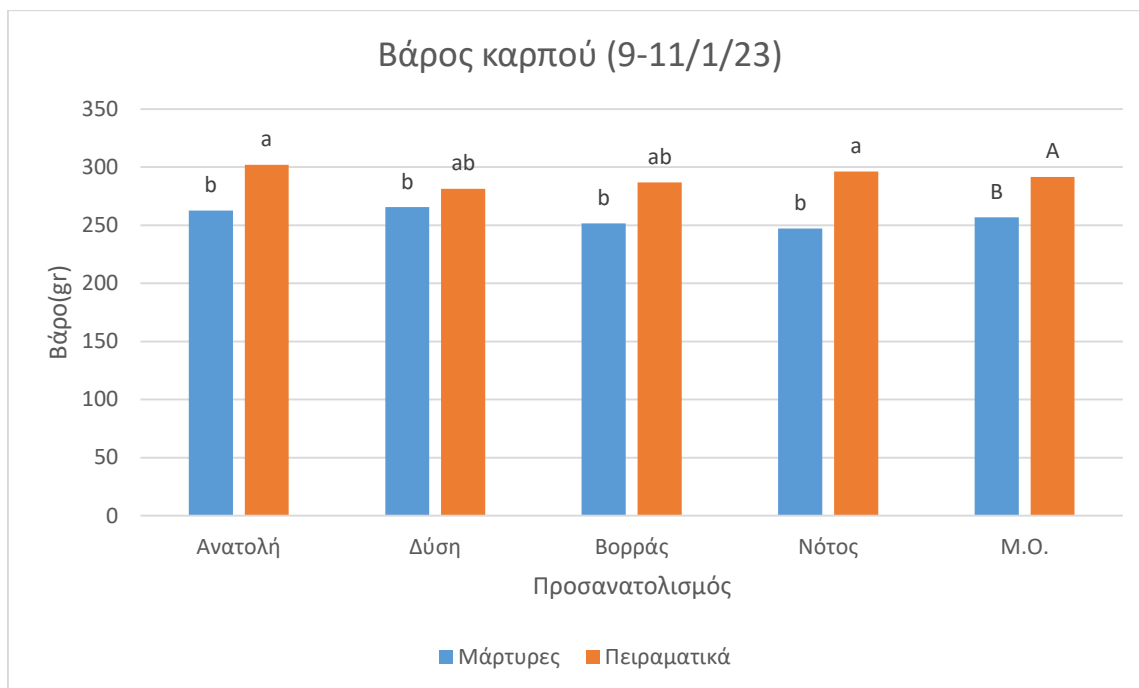
3.1 Βάρος καρπού

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 1), παρατηρείται πως κατά την 1^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο βάρος καρπών, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, το βάρος των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 277 gr στα πειραματικά δένδρα και 249 gr σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά το βάρος τους τόσο στα πειραματικά δένδρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 1. Απεικόνιση βάρους καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

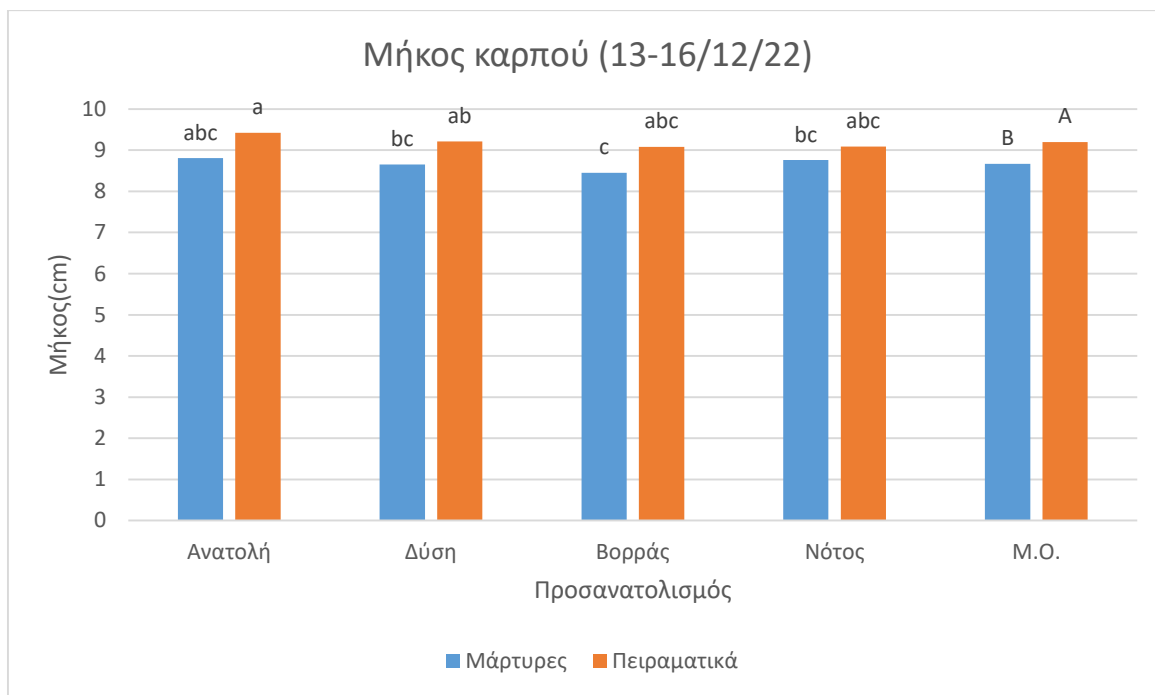
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 2) παρατηρείται πως κατά την 2^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο βάρος καρπών, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, το βάρος των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 291 gr στα πειραματικά δένδρα και 256 gr σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά το βάρος τους τόσο στα πειραματικά δένδρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 2. Απεικόνιση βάρους καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

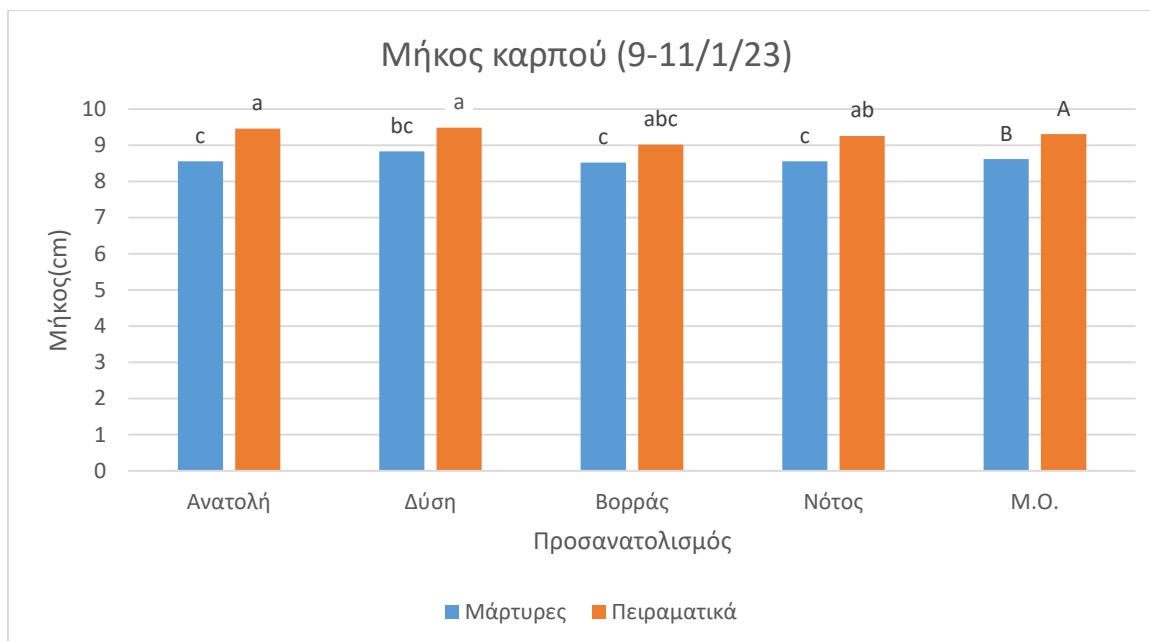
3.2.Διαστάσεις καρπού

Συμφώνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 3), παρατηρούμε πως κατά την 1^η συγκομιδή τα πειραματικά δέντρα εμφάνισαν κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο μήκος καρπού, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, το μήκος του καρπού κατά Μ.Ο. 9,2cm στα πειραματικά δέντρα και 8,6cm σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά το μήκος του καρπού τόσο στα πειραματικά δέντρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



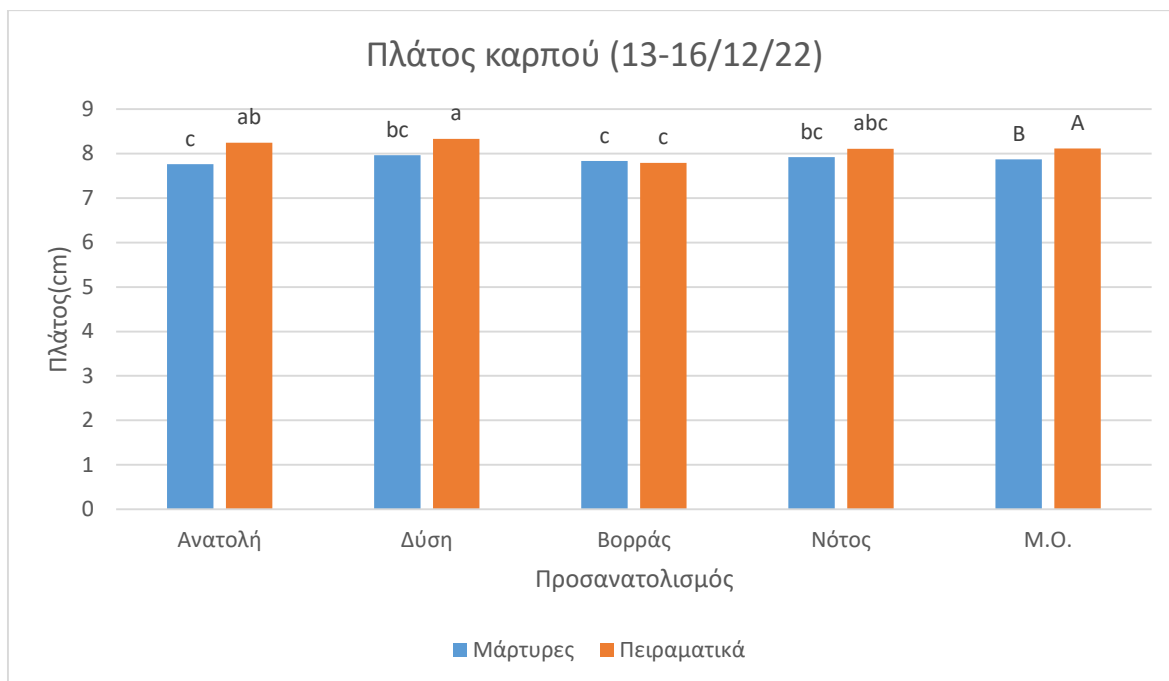
Διάγραμμα 3. Απεικόνιση μήκους καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 4), παρατηρείται πως κατά την 2^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά μέσο Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο μήκος καρπού, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, το μήκος του καρπού ήταν κατά Μ.Ο 9,3cm στα πειραματικά δέντρα και 8,6cm σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά το μήκος τους τόσο στα πειραματικά δέντρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



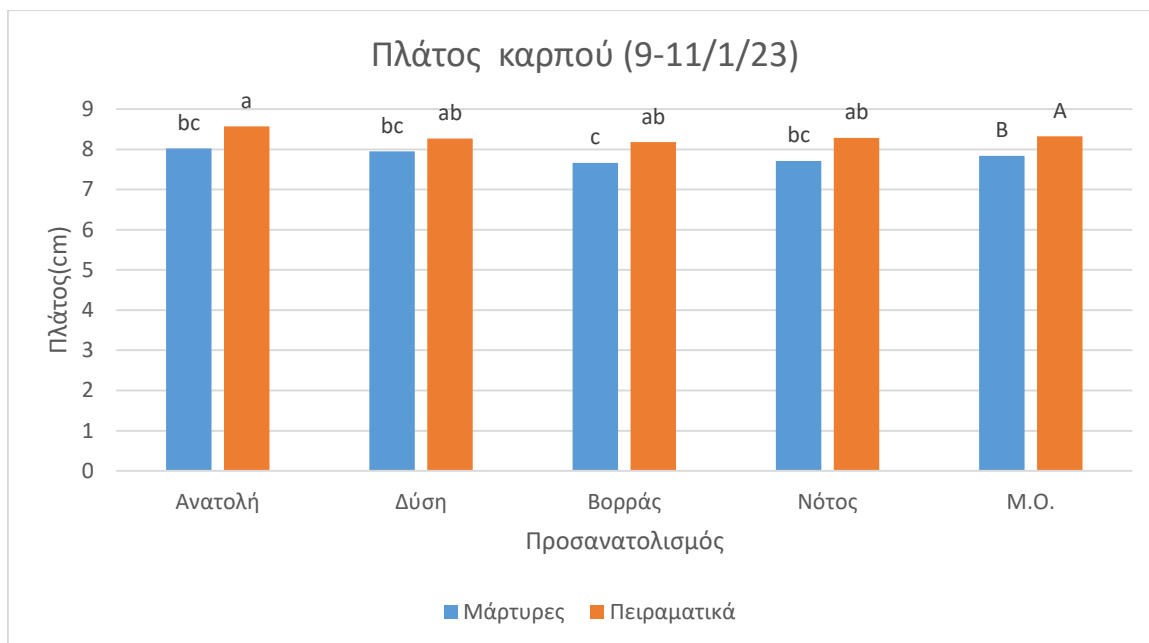
Διάγραμμα 4. Απεικόνιση μήκους καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 5), παρατηρείται πως κατά την 1^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο.(από όλες τις κατευθύνσεις), στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο πλάτος καρπών, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, το πλάτος των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 8,1cm στα πειραματικά και 7,8cm σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά το πλάτος τους τόσο στα πειραματικά δένδρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 5. Απεικόνιση πλάτους καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

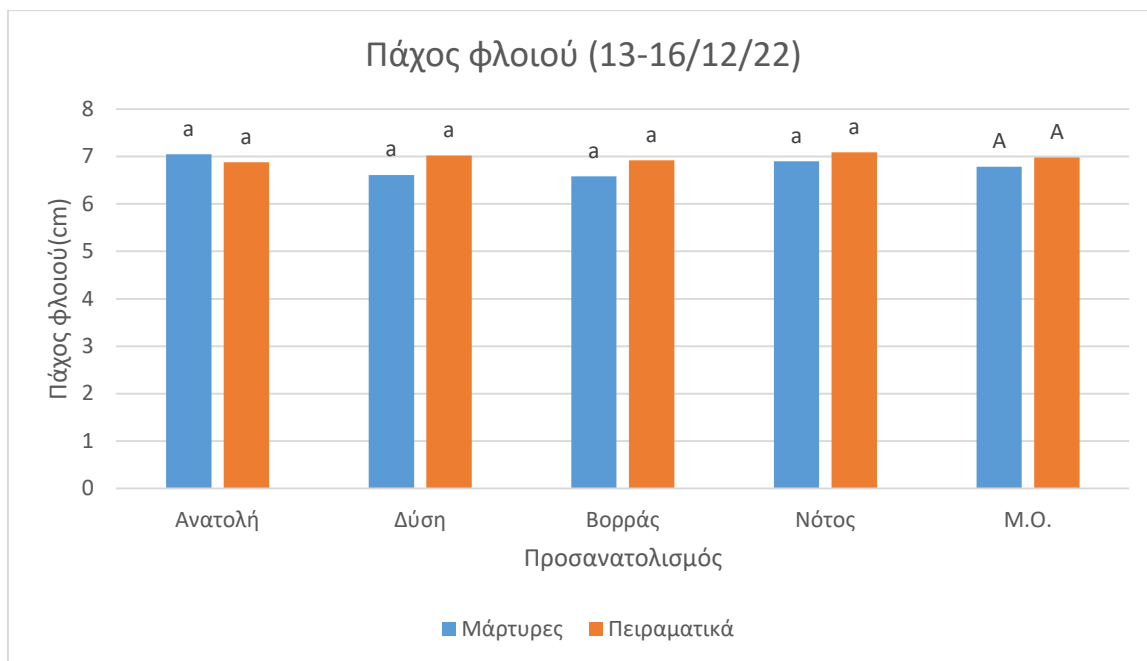
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 6), παρατηρείται πως κατά την 2^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο πλάτος καρπών, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, το πλάτος των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 8,3cm στα πειραματικά δένδρα και 7,8cm σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά το πλάτος τους τόσο στα πειραματικά δένδρα όσο και σε εκείνα του μαρτυρά.



Διάγραμμα 6. Απεικόνιση πλάτους καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

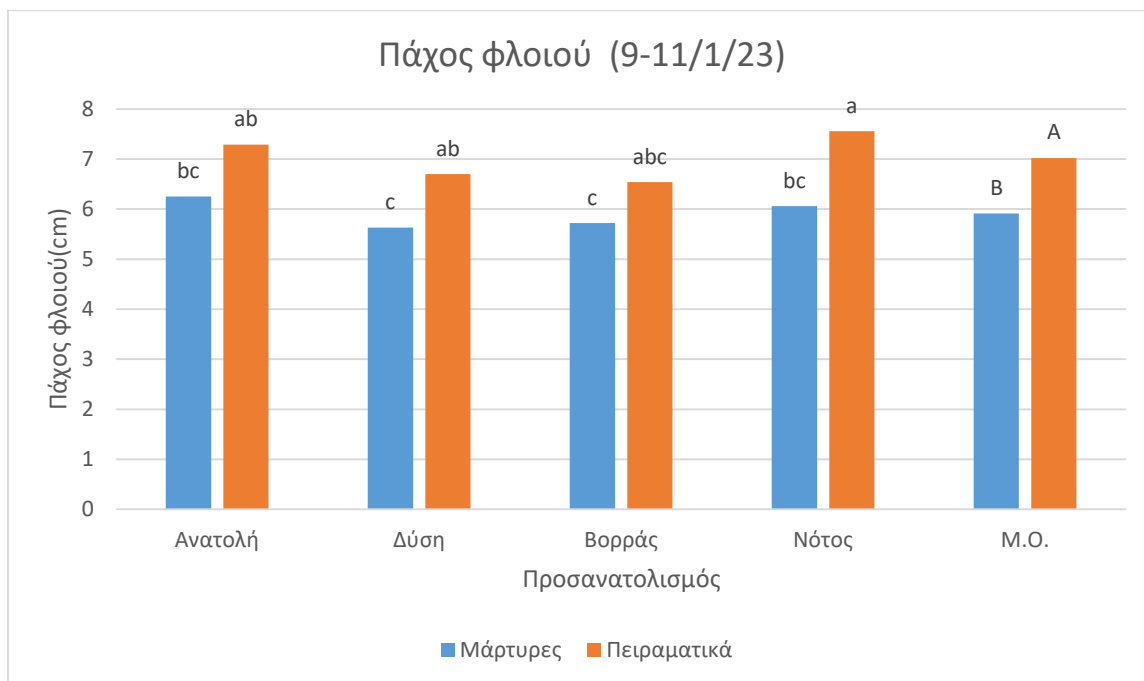
3.3 Πάχος φλοιού

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 7) παρατηρείται πως κατά την 1^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), παρόμοιο (μη στατιστικά σημαντικό) πάχος φλοιού καρπών, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, το πάχος φλοιού των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 6,9 mm στα πειραματικά δένδρα και 6,7 mm σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά το πάχος φλοιού τους τόσο στα πειραματικά δένδρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 7. Απεικόνιση πάχος φλοιού καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

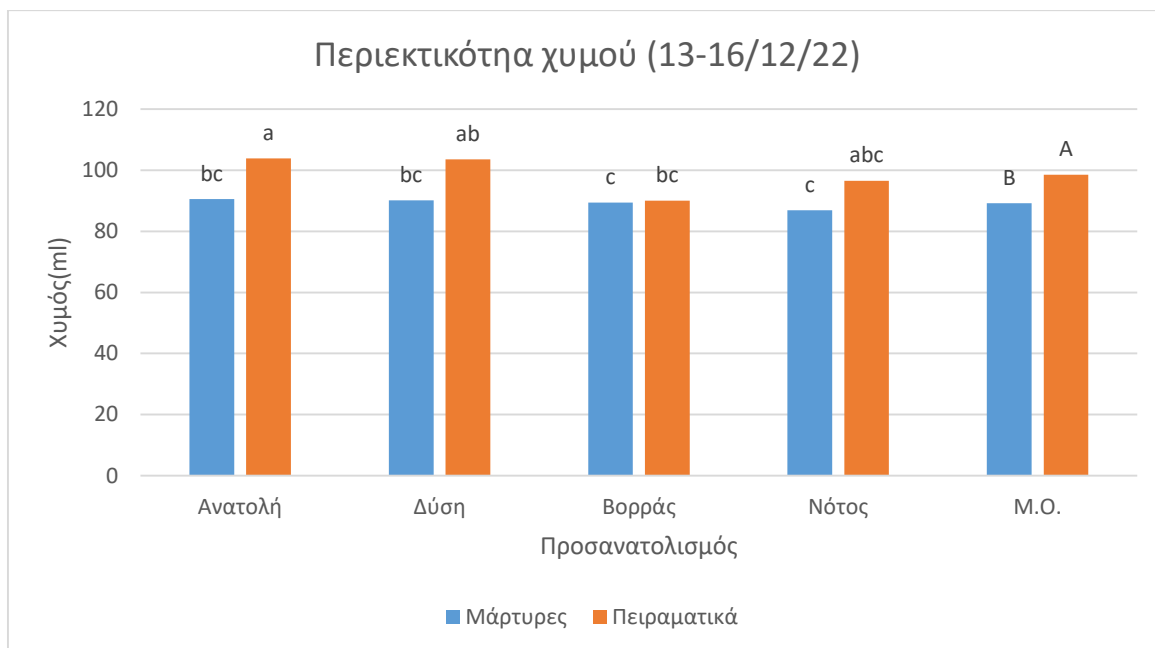
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 8), παρατηρείται πως κατά την 2^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο πάχος φλοιού καρπών, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, το πάχος φλοιού των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 7 mm στα πειραματικά δένδρα και 5,9 mm σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά το πάχος του φλοιού τους τόσο στα πειραματικά δένδρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 8. Απεικόνιση πάχους φλοιού καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

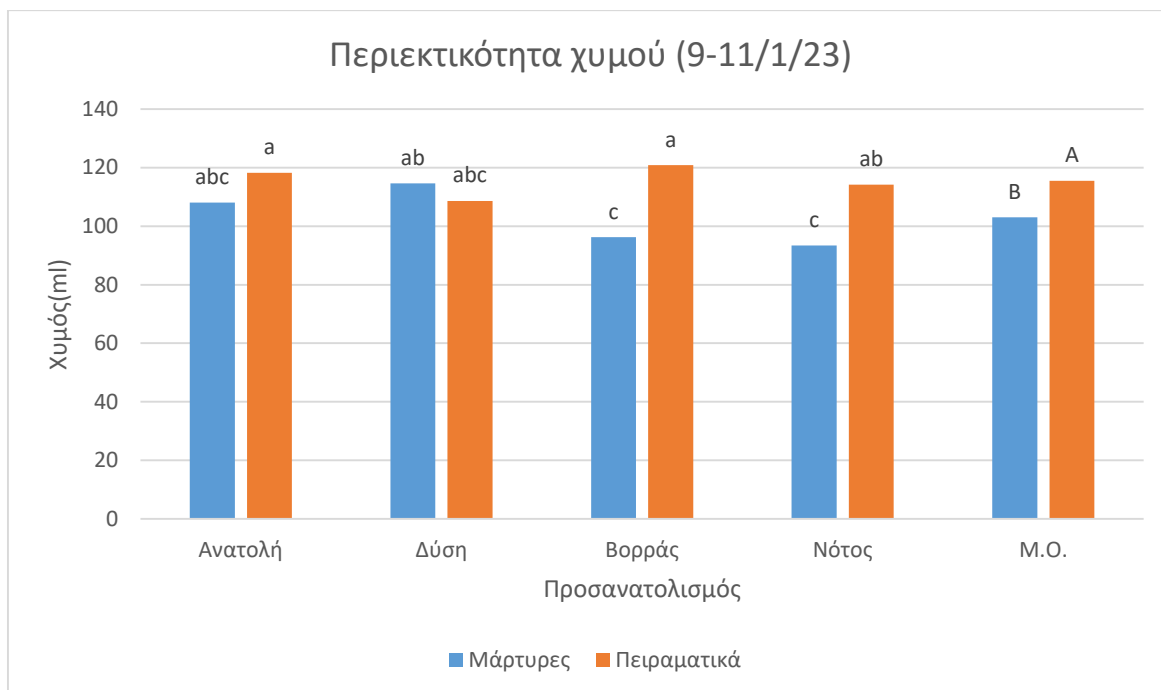
3.4 Περιεκτικότητα χυμού

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 9), παρατηρείται πως κατά τη 1^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), στατιστικά σημαντική μεγαλύτερη περιεκτικότητα χυμού των καρπών, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα χυμού των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 98ml στα πειραματικά δένδρα και 89ml σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά την περιεκτικότητα του χυμού τους τόσο στα πειραματικά δένδρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 9. Απεικόνιση περιεκτικότητας χυμού καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

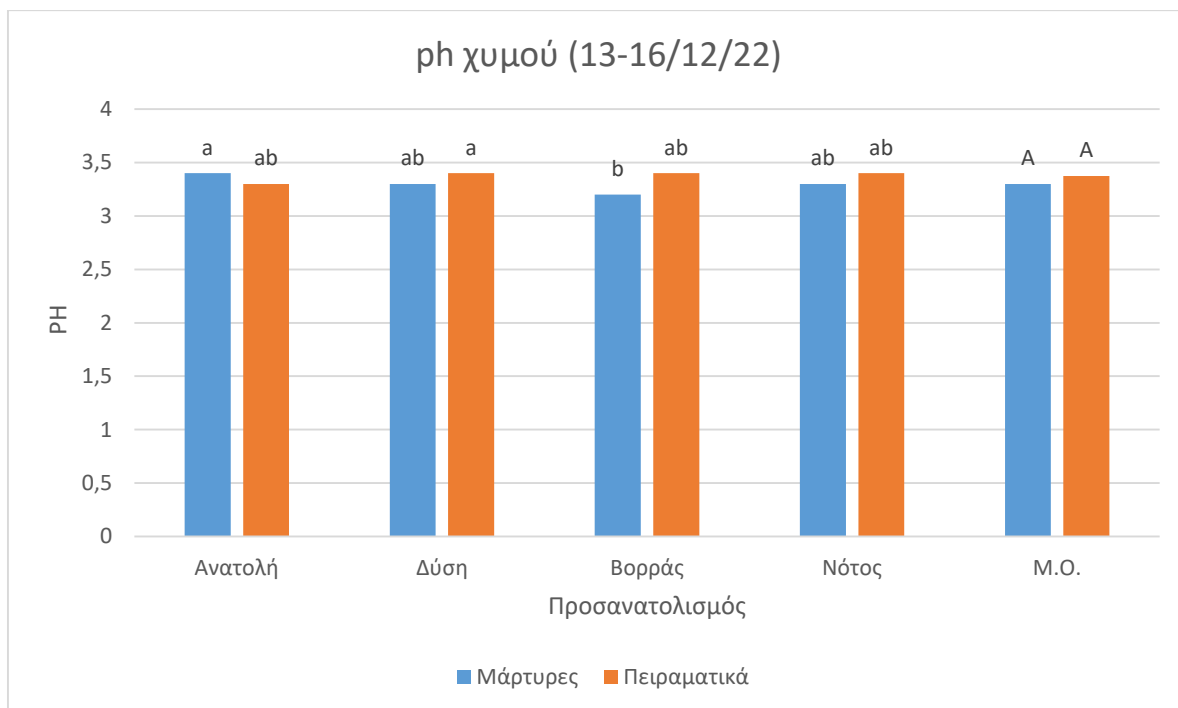
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 10), παρατηρείται πως κατά την 1^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), στατιστικά σημαντική μεγαλύτερη περιεκτικότητα χυμού καρπών, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 115ml στα πειραματικά δένδρα και 103ml σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά τη περιεκτικότητα του χυμού τους τόσο στα πειραματικά δένδρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 10. Απεικόνιση περιεκτικότητας χυμού καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

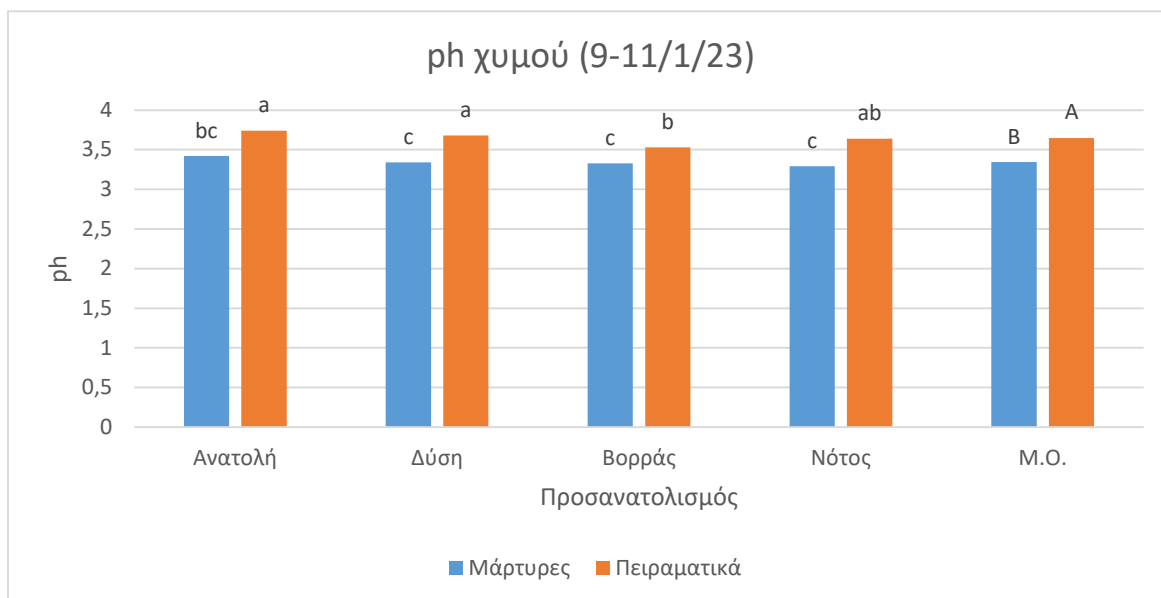
3.5 pH χυμού

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 11), παρατηρείται πως κατά την 1^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), παραπλήσιες τιμές (μη στατιστικά σημαντικές) pH χυμού καρπών, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, το pH χυμού των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 3,37 στα πειραματικά καθώς και 3,3 σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά το pH χυμού τους τόσο στα πειραματικά όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 11. Απεικόνιση pH χυμού καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

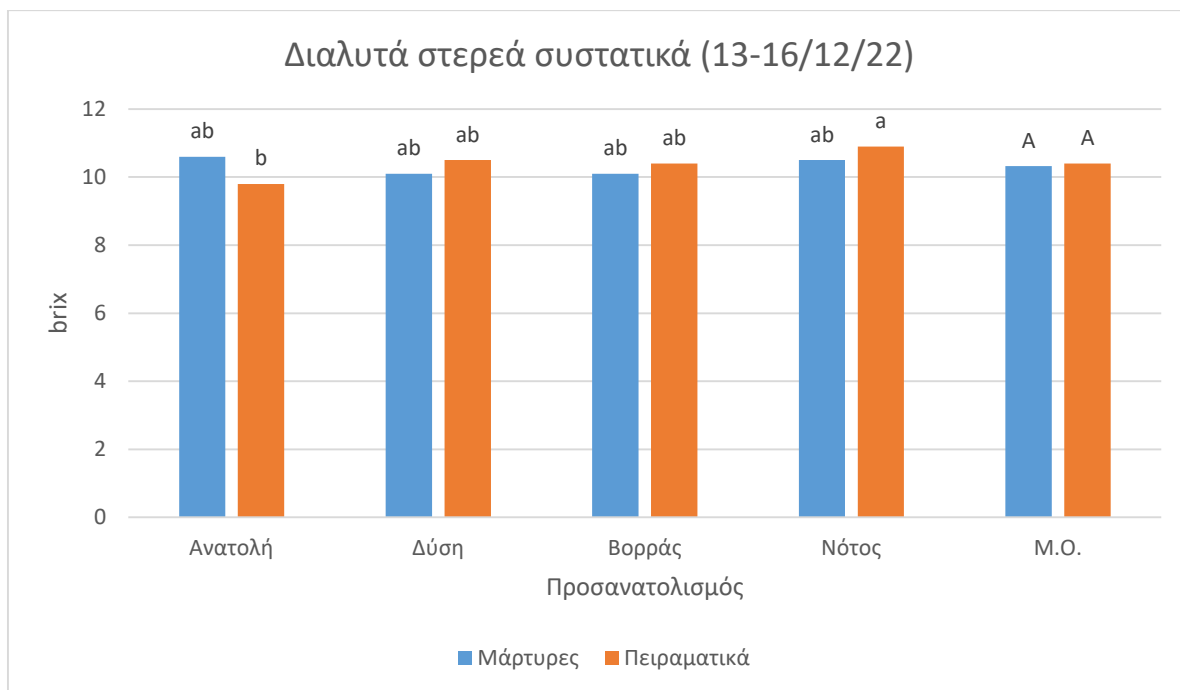
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 12), παρατηρείται πως κατά την 2^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο pH χυμού καρπών, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, το pH χυμού των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 3,6 στα πειραματικά δένδρα και 3,34 σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά το pH χυμού τους τόσο στα πειραματικά δένδρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 12. Απεικόνιση pH χυμού καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

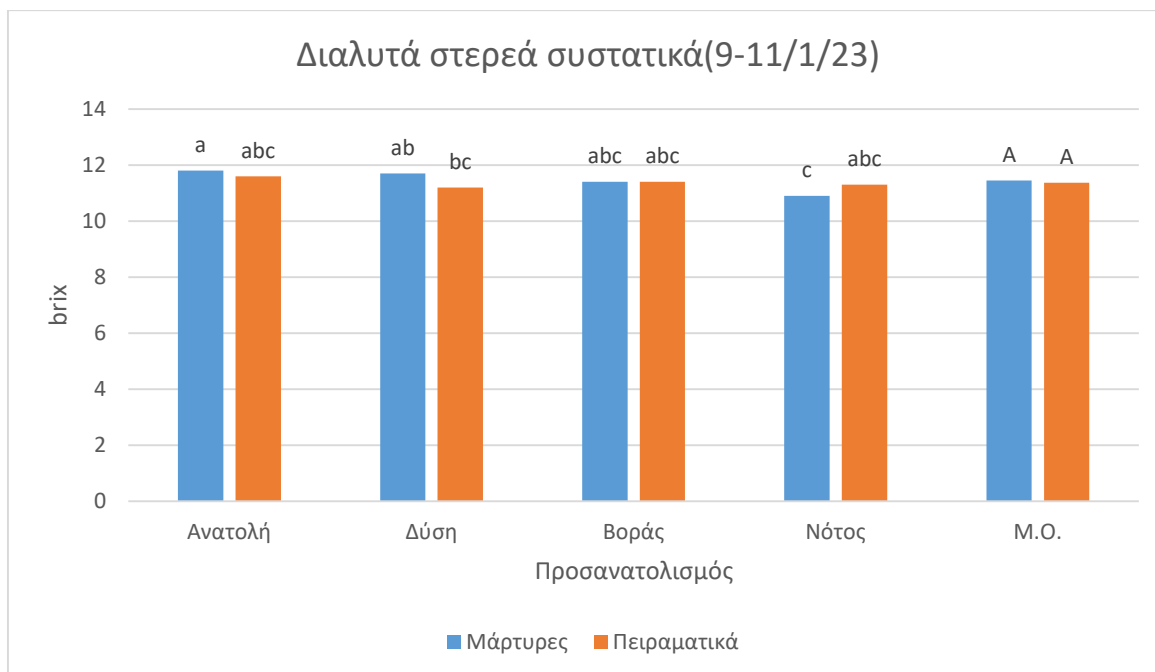
3.6 Ολικά Διαλυτά Στερεά Συστατικά

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 13), παρατηρείται πως κατά την 1^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), παραπλήσιες τιμές (μη στατιστικά σημαντικές) σε διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού των καρπών, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, τα διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 10,4 brix στα πειραματικά δένδρα και 10,3 brix σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά τα διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού τους τόσο στα πειραματικά δένδρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 13. Απεικόνιση διαλυτών στερεών συστατικών χυμού καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

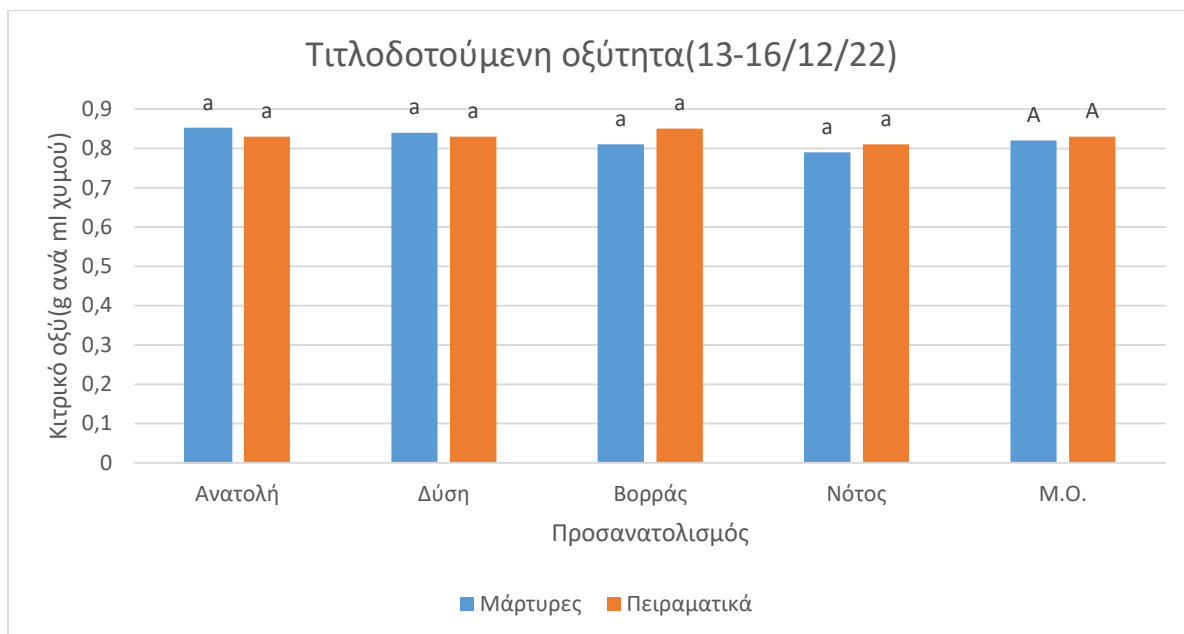
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 14) παρατηρείται πως κατά την 2^η συγκομιδή τα πειραματικά δέντρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), παραπλήσιες τιμές (μη στατιστικά σημαντικές) σε διαλυτά στερεά συστατικά σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, τα διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού των καρπών κατά Μ.Ο. 11,3 στα πειραματικά δέντρα και 11,4 σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά τα διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού τους τόσο στα πειραματικά όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 14. Απεικόνιση διαλυτών στερεών συστατικών του χυμού καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

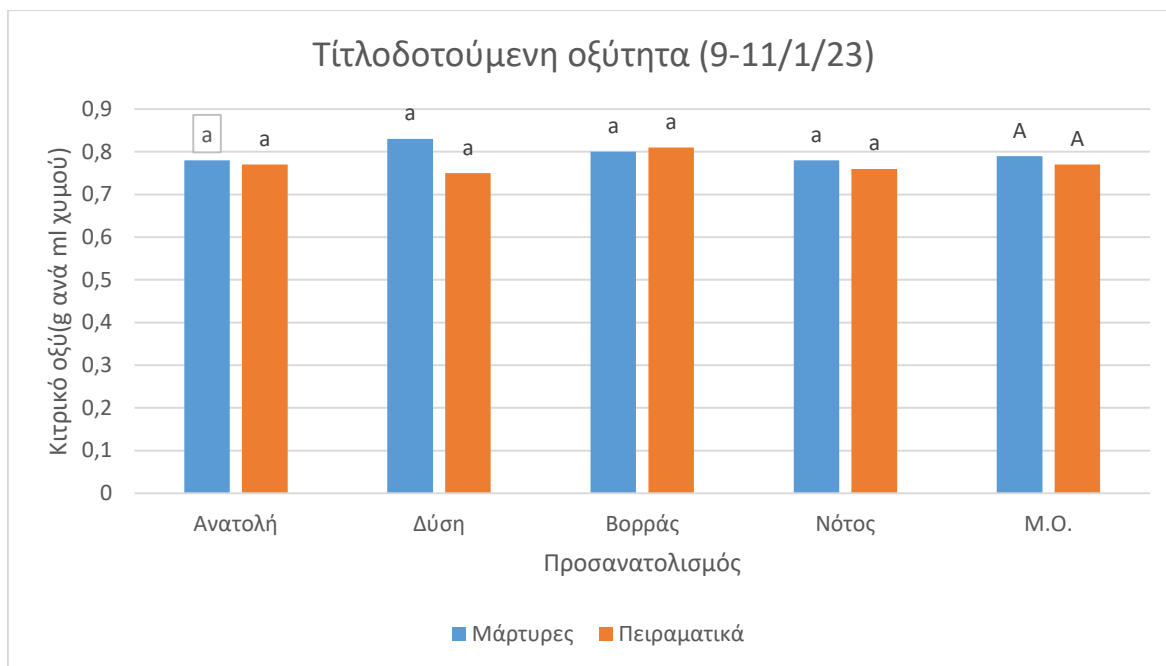
3.7 Τιτλοδοτούμενη οξύτητα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 15), παρατηρείται πως κατά την 1^η συγκομιδή τα πειραματικά δέντρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), παραπλήσιες τιμές (μη στατιστικά σημαντικές) στην τιτλοδοτούμενη οξύτητα των καρπών, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, η τιτλοδοτούμενη οξύτητα των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 0,83 g κιτρικού οξέος ανά 100ml χυμού στα πειραματικά δέντρα και 0,82 g κιτρικού οξέος ανά 100ml χυμού σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά την τιτλοδοτούμενη οξύτητά τους τόσο στα πειραματικά δέντρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 15. Απεικόνιση τιτλοδοτούμενης οξύτητας καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

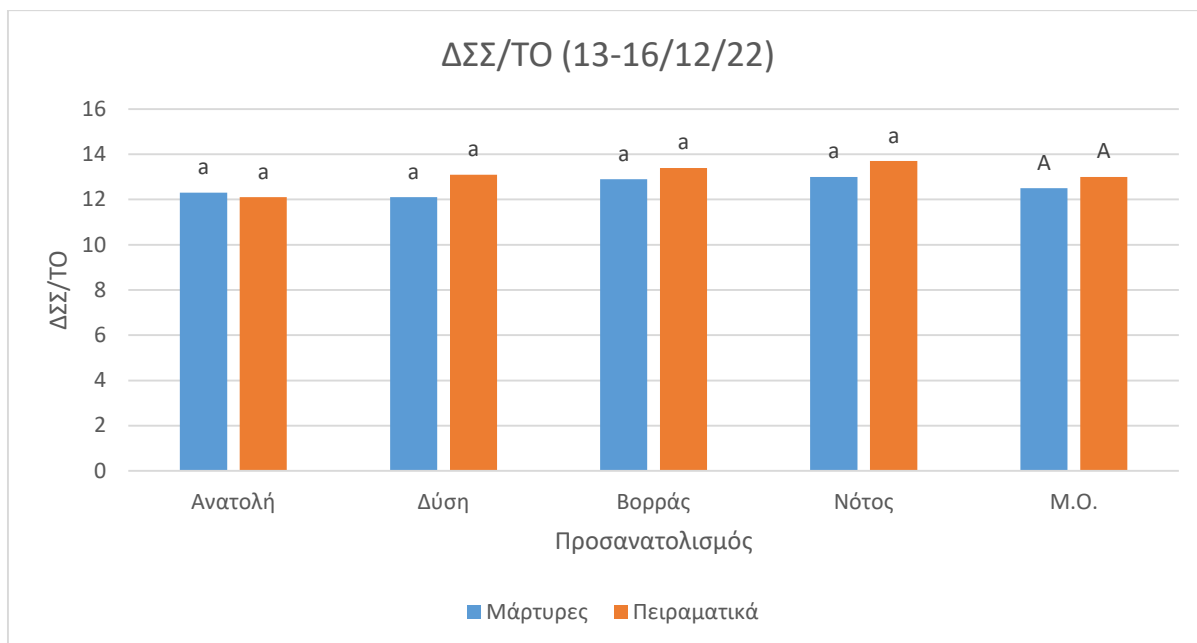
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 16), παρατηρείται πως κατά την 2^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), παραπλήσιες τιμές (μη στατιστικά σημαντικές) στην τιτλοδοτούμενη οξύτητα καρπών, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, η τιτλοδοτούμενη οξύτητα των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 0,77 g κιτρικού οξέος ανά 100ml χυμού στα πειραματικά δένδρα 0,79 g κιτρικού οξέος ανά 100ml χυμού σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά την τιτλοδοτούμενη οξύτητά τους τόσο στα πειραματικά δένδρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 16. Απεικόνιση τιτλοδοτούμενης οξύτητας καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

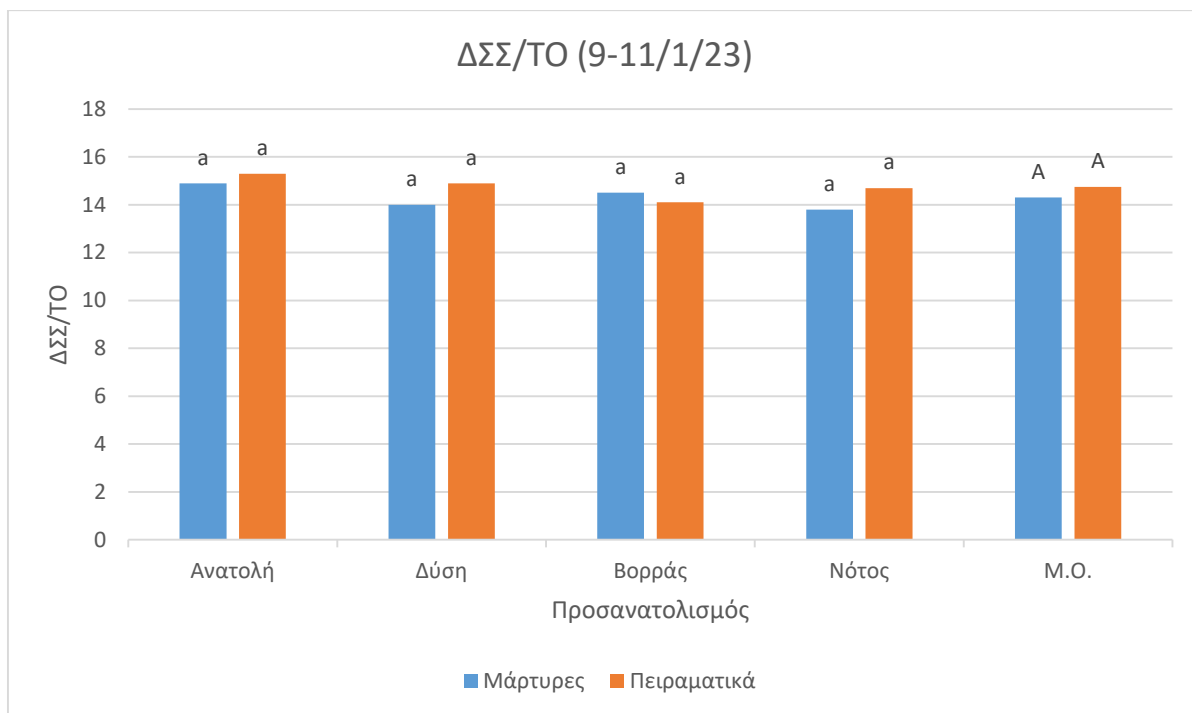
3.8. Ολικά Διαλυτά Στερεά Συστατικά προς Τιτλοδοτούμενη Οξύτητα (Δ.Σ.Σ./Τ.Ο.)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 17), παρατηρείται πως κατά την 1^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), στατιστικά παραπλήσιες τιμές (μη στατιστικά σημαντικές) στη σχέση (ΔΣΣ/ΤΟ) στα πειραματικά δένδρα σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, η σχέση (ΔΣΣ/ΤΟ) των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 13 στα πειραματικά δένδρα και 12,5 σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά τη περιεκτικότητα του χυμού τους τόσο στα πειραματικά δένδρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 17. Απεικόνιση ΔΣΣ/ΤΟ καρπών κατά την πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

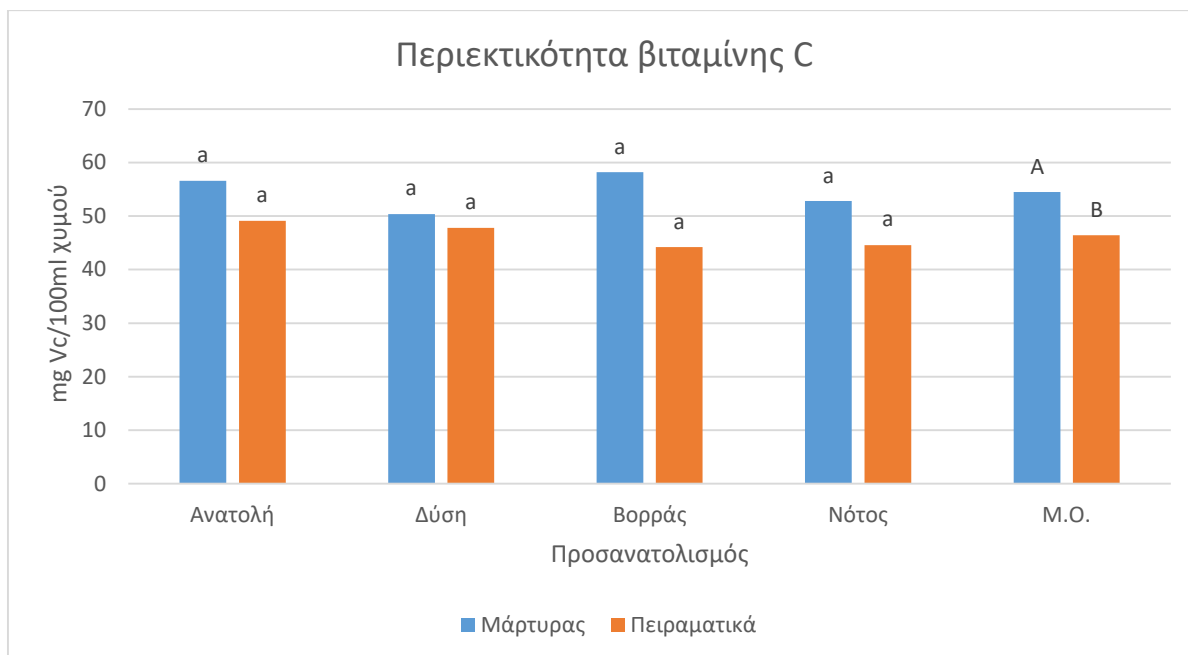
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 18), παρατηρείται πως κατά την 2^η συγκομιδή τα πειραματικά δένδρα εμφάνισαν, κατά Μ.Ο. (από όλες τις κατευθύνσεις), στατιστικά παραπλήσιες τιμές (μη στατιστικά σημαντικές) στη σχέση (ΔΣΣ/ΤΟ) στα πειραματικά δένδρα σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Πιο συγκεκριμένα, η σχέση (ΔΣΣ/ΤΟ) των καρπών ήταν κατά Μ.Ο. 14,7 στα πειραματικά δένδρα και 14,3 σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά τη περιεκτικότητα του χυμού τους τόσο στα πειραματικά δένδρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 18. Απεικόνιση ΔΣΣ/ΤΟ καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

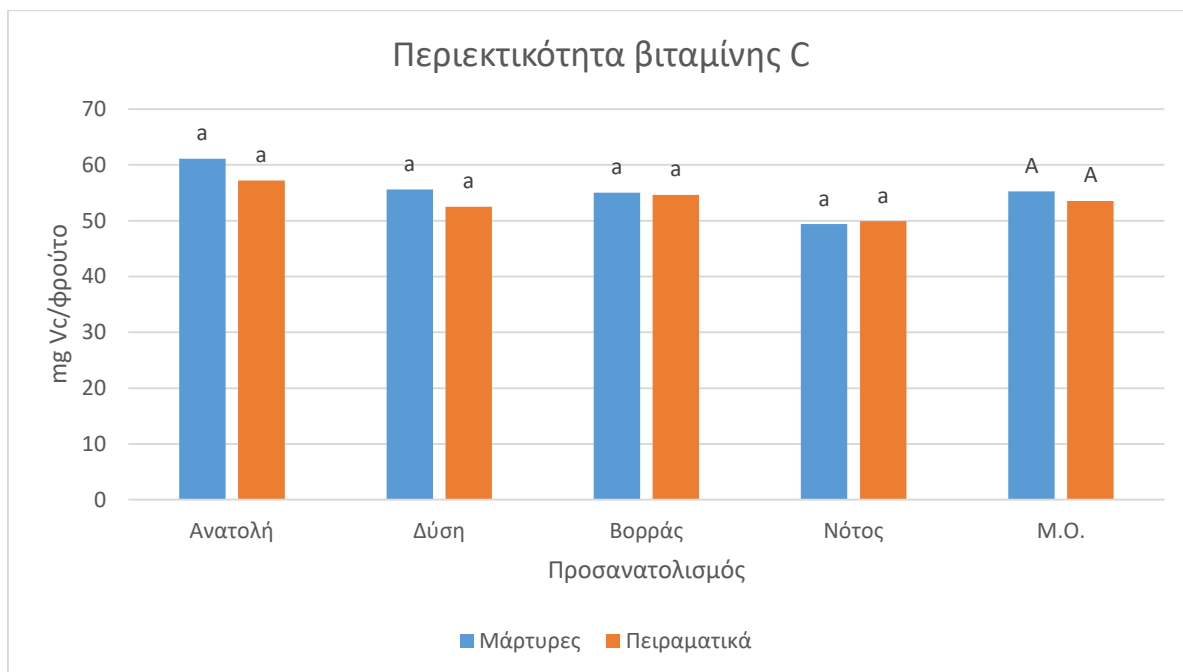
3.9 Συγκέντρωση ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 19), παρατηρείται πως κατά την 2^η συγκομιδή η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C, όταν εκφράζεται σε mg Vit C /100 ml χυμού ήταν στατιστικά σημαντικά, υψηλότερη στους καρπούς των μαρτύρων από ότι στα πειραματικά δένδρα. Πιο συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα βιταμίνης C όταν εκφράζεται σε mg Vit C/100ml χυμού ήταν κατά Μ.Ο. 46,4 mg/100ml χυμού στα πειραματικά δένδρα και 54,5 mg/100ml χυμού σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά την περιεκτικότητα βιταμίνης C στα δένδρα των μαρτύρων σε όλες τις κατευθύνσεις.



Διάγραμμα 19. Απεικόνιση περιεκτικότητας βιταμίνης C σε mg ανά 100 ml χυμού καρπών κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, Μ.Ο.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 20), παρατηρείται πως κατά την 2^η συγκομιδή η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C, όταν εκφράζεται σε mg Vit C/ καρπό πορτοκαλιού προκύπτει πως δεν υπάρχουν στατιστικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών δέντρων και εκείνων του μάρτυρα. Πιο συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα βιταμίνης C, όταν εκφράζεται σε mg Vit C ανά καρπό πορτοκαλιού ήταν κατά Μ.Ο. 53,5mg /καρπό πορτοκαλιού στα πειραματικά δέντρα και 55,2 mg/καρπό πορτοκαλιού σε εκείνα του μάρτυρα. Επίσης, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η κατεύθυνση από όπου λήφθηκαν οι καρποί δεν επηρέασε σημαντικά την περιεκτικότητα βιταμίνης C τόσο στα πειραματικά δέντρα όσο και σε εκείνα του μάρτυρα.



Διάγραμμα 20. Απεικόνιση περιεκτικότητας βιταμίνης C σε mg ανά καρπό πορτοκαλιού κατά την δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) στα πειραματικά δένδρα και τους μάρτυρες αναλυτικά ανά προσανατολισμό και συγκεντρωτικά (Μέσος Όρος, M.O.). Τα διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφαβήτου υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0.05$.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Με βάση τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε, στατιστικά σημαντική, αύξηση του βάρους των καρπών στα πειραματικά δέντρα σε σύγκριση με τους μάρτυρες και στις δυο συγκομιδές. Πιο συγκεκριμένα το βάρος των καρπών ήταν, κατά Μ.Ο. 277 gr στα πειραματικά δέντρα και 249 gr στους μάρτυρες στην πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22), και 291 gr στα πειραματικά δέντρα και 256 gr τους μάρτυρες στη δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23). Κατά συνέπεια προκύπτει πως ο ψεκασμός με το βιοδιεγέρτη οδήγησε σε αύξηση του βάρους των καρπών κατά περίπου 11%. Παρόμοια αύξηση στο βάρος των καρπών πορτοκαλιάς, έπειτα από διάφορες μεταχειρίσεις, αναφέρουν και άλλοι ερευνητές. Πιο συγκεκριμένα, οι Fornes et al. (2005) σε πείραμα τους, όπου εφάρμοσαν βιοδιεγέρτη με *Ascophyllum nodosum* σε πορτοκαλιές, αναφέρουν αύξηση της απόδοσης της παραγωγικότητά τους κατά 15% και οι Koo et al. (1994, 1998), που εφάρμοσαν το βιοδιεγέρτη *Ascophyllum nodosum* σε μανταρινιές (*Citrus reticulata* cv. Sunburst) και σε πορτοκαλιές (*Citrus sinensis* cv. Velance) αναφέρουν αύξηση της παραγωγικότητας κατά 11%.

Με βάση τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε, στατιστικά σημαντική, αύξηση του μήκους των καρπών στα δέντρα που εφαρμόστηκε ο βιοδιεγέρτης, σε σύγκριση με τους μάρτυρες και στις δυο συγκομιδές. Πιο συγκεκριμένα το μήκος των καρπών ήταν, κατά Μ.Ο., στα πειραματικά δέντρα 9,2 cm και στους μάρτυρες 8,6 cm στην πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22), και 9,3 cm στα πειραματικά δέντρα και 8,6 cm τους μάρτυρες στη δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23). Κατά συνέπεια, προκύπτει ότι ο βιοδιεγέρτης που χρησιμοποιήθηκε βοήθησε στην αύξηση του μήκους των καρπών. Η Ζήνωνος (2021) για την ίδια ποικιλία ('Navelina') αναφέρει μέσο μήκος καρπών τα 8,45 cm, που είναι παραπλήσιο με το μήκος καρπών που καταγράφηκε (8,6 cm) στην παρούσα μελέτη στα δένδρα του μάρτυρα.

Με βάση τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε, στατιστικά σημαντική, αύξηση του πλάτους των καρπών στα πειραματικά δέντρα σε σύγκριση με τους μάρτυρες και στις δυο συγκομιδές. Πιο συγκεκριμένα το πλάτος των καρπών κατά Μ.Ο. στα πειραματικά δέντρα ήταν 8,1 cm και στους μάρτυρες 7,8 cm στην πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22), και 8,3 cm στα πειραματικά δέντρα και 7,8 cm τους μάρτυρες στη δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23). Η Ζήνωνος (2021) για την ίδια ποικιλία ('Navelina') αναφέρει μέσο πλάτος καρπών τα 8 cm, που είναι παραπλήσιο με το πλάτος καρπών που καταγράφηκε (7,8 cm) στην παρούσα μελέτη στα δένδρα του μάρτυρα.

Με βάση τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε, στατιστικά σημαντική, αύξηση του πάχους φλοιού στους καρπούς στα πειραματικά δέντρα σε σύγκριση με τους μάρτυρες μόνο κατά τη δεύτερη συγκομιδή. Πιο συγκεκριμένα το πάχος φλοιού των καρπών κατά Μ.Ο. στα

πειραματικά δέντρα ήταν 6,9 mm και στους μάρτυρες 6,7 mm στην πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22), και 7 mm στα πειραματικά δέντρα και 5,9 mm τους μάρτυρες στη δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23).). Η Ζήνωνος (2021) για την ίδια ποικιλία ('Navelina') αναφέρει μέσο πάχος φλοιού τα 4,6 mm, που είναι μικρότερο από το πάχος φλοιού που καταγράφηκε στους καρπούς των δένδρων του μάρτυρα (5,9 mm) στην παρούσα μελέτη.

Με βάση τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε, στατιστικά σημαντική, αύξηση στην περιεκτικότητα του χυμού των καρπών στα πειραματικά δέντρα σε σύγκριση με τους μάρτυρες και στις δυο συγκομιδές. Πιο συγκεκριμένα η περιεκτικότητα του χυμού ήταν κατά Μ.Ο. στα πειραματικά δέντρα 98 ml και στους μάρτυρες 89 ml στην πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22), και 115 ml στα πειραματικά δέντρα και 103 ml τους μάρτυρες στη δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23). Επομένως, προκύπτει πως ο βιοδιεγέρτης που χρησιμοποιήθηκε βοήθησε στην αύξηση της περιεκτικότητας του χυμού στους καρπούς. Η Ζήνωνος (2021) για την ίδια ποικιλία ('Navelina') αναφέρει μέση περιεκτικότητα χυμού στους καρπούς τα 136,67 ml, που είναι μεγαλύτερο από αυτό που καταγράφηκε στους καρπούς των δένδρων στην παρούσα μελέτη. Οι Alhassan et al. (2014) σε πείραμα τους αναφέρουν κατά Μ.Ο. περιεκτικότητα σε χυμό σε ώριμους καρπούς ποικιλίας 'Valencia' τα 80 ml, ενώ οι Roussos et al. (2011) σε καρπούς ποικιλίας 'Salustiana' αναφέρουν τα 80,7 ml (βιολογική καλλιέργεια) και τα 67,2 ml (ολοκληρωμένη διαχείριση).

Με βάση τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε παραπλήσιο pH στο χυμό των καρπών μεταξύ των πειραματικών δένδρων και εκείνων του μάρτυρα και στις δυο συγκομιδές. Πιο συγκεκριμένα το pH των καρπών κατά Μ.Ο. μετρήθηκε στα πειραματικά δέντρα 3,37 και στους μάρτυρες 3,3 στην πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22), και 3,6 στα πειραματικά δέντρα και 3,34 τους μάρτυρες στη δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23). Η Ζήνωνος (2021) για την ίδια ποικιλία ('Navelina') αναφέρει παραπλήσιο pH χυμού (3,38) στους καρπούς με εκείνο που καταγράφηκε στην παρούσα μελέτη στα δένδρα του μάρτυρα. Οι Alhassan et al. (2014) σε πείραμα τους αναφέρουν 3,75 pH στο χυμό από καρπούς ποικιλίας 'Valencia', ενώ οι Roussos et al. (2011) σε καρπούς ποικιλίας 'Salustiana' αναφέρουν 3,5 pH.

Με βάση τα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν παραπλήσιες τιμές των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (Δ.Σ.Σ.) των καρπών στα πειραματικά δέντρα σε σύγκριση με τους μάρτυρες και στις δυο συγκομιδές. Πιο συγκεκριμένα τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά κατά Μ.Ο. στα πειραματικά δέντρα ήταν 10,4 Brix και στους μάρτυρες 10,3 Brix στην πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22), και 11,3 Brix στα πειραματικά δέντρα και 11,4 Brix τους μάρτυρες στη δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23). Κατά συνέπεια, προκύπτει πως ο βιοδιεγέρτης που χρησιμοποιήθηκε δεν επηρέασε τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά. Η

Ζήνωνος (2021) για την ίδια ποικιλία ('Navelina') αναφέρει παραπλήσιες τιμές Δ.Σ.Σ. στους καρπούς (11,37 Brix) με εκείνες που καταγράφηκαν στην παρούσα μελέτη, ιδιαίτερα κατά τη δεύτερη συγκομιδή. Επίσης, παραπλήσιες τιμές Δ.Σ.Σ. αναφέρουν οι Zhang et al. (2022) σε πείραμα τους σε καρπούς πορτοκαλιάς ποικιλίας 'Newhall' (11,41 Brix για συγκομιδή στις 25/10) και οι Roussos et al. (2011) σε καρπούς πορτοκαλιάς ποικιλίας 'Salustiana' (11 Brix).

Με βάση τα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν παραπλήσιες τιμές στην τιτλοδοτούμενη οξύτητα (ΤΟ) των καρπών στα πειραματικά δέντρα σε σύγκριση με τους μάρτυρες και στις δυο συγκομιδές. Πιο συγκεκριμένα η τιτλοδοτούμενη οξύτητα κατά Μ.Ο. στα πειραματικά δέντρα ήταν 0,83 και στους μάρτυρες 0,82 g κιτρικού οξέος ανά 100ml χυμού στην πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22), και 0,77 στα πειραματικά δέντρα και 0,79 g κιτρικού οξέος ανά 100ml χυμού στους μάρτυρες στη δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23). Κατά συνέπεια, προκύπτει πως ο βιοδιεγέρτης που χρησιμοποιήθηκε δεν επηρέασε την τιτλοδοτούμενη οξύτητα στους καρπούς. Η Ζήνωνος (2021) για την ίδια ποικιλία ('Navelina') αναφέρει υψηλότερες τιμές τιτλοδοτούμενης οξύτητας στους καρπούς (1,47 g κιτρικού οξέος ανά 100ml χυμού) με εκείνες που καταγράφηκαν στην παρούσα μελέτη, ενώ οι Zhang et al. (2022) σε πείραμα τους σε καρπούς πορτοκαλιάς ποικιλίας 'Newhall' αναφέρουν χαμηλότερες τιμές (0,69 g κιτρικού οξέος ανά 100 g χυμού για συγκομιδή στις 25/10).

Με βάση τα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν παραπλήσιες τιμές στη σχέση ΔΣΣ/ΤΟ των καρπών στα πειραματικά δέντρα σε σύγκριση με τους μάρτυρες και στις δυο συγκομιδές. Πιο συγκεκριμένα η σχέση ΔΣΣ/ΤΟ κατά Μ.Ο. στα πειραματικά δέντρα ήταν 13 και στους μάρτυρες 12,5 στην πρώτη συγκομιδή (13-16/12/22), και 14,7 στα πειραματικά δέντρα και 14,3 τους μάρτυρες στην δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23). Η Ζήνωνος (2021) για την ίδια ποικιλία ('Navelina') αναφέρει χαμηλότερες τιμές στη σχέση ΔΣΣ/ΤΟ στους καρπούς (7,74) με εκείνες που καταγράφηκαν στην παρούσα μελέτη, ενώ οι Zhang et al. (2022) σε πείραμα τους σε καρπούς πορτοκαλιάς ποικιλίας 'Newhall' αναφέρουν υψηλότερες τιμές (16,53 για συγκομιδή στις 25/10).

Με βάση τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε, στατιστικά σημαντική, μείωση της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), όταν εκφράζεται σε mg Vit C/100 ml χυμού, στα πειραματικά δέντρα στη δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) σε σύγκριση με εκείνα του μάρτυρα. Πιο συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C κατά Μ.Ο. στα πειραματικά δέντρα ήταν 46,4 mg /100 ml χυμού, ενώ στους μάρτυρες 54,5 mg / 100 ml χυμού. Παραπλήσιες τιμές στην περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ αναφέρουν και άλλοι ερευνητές, όπως η Ζήνωνος (2021) (56 mg /100 ml χυμού στην ποικιλία 'Navelina'), οι

Zhang et al. (2022) (50,75 mg /100 g χυμού στην ποικιλία 'Newhall' για συγκομιδή στις 26/12) και οι Lee et al. (2000) (54,7 mg/ 100 ml χυμού).

Με βάση τα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν παρόμοιες τιμές στην περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), όταν εκφράστηκαν σε mg Vit C/καρπό πορτοκαλιού, στα πειραματικά δέντρα στη δεύτερη συγκομιδή (9-11/1/23) σε σύγκριση με εκείνα του μάρτυρα. Πιο συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C κατά Μ.Ο. στα πειραματικά δέντρα ήταν 53,5 mg /καρπό πορτοκαλιού, ενώ στους μάρτυρες 55,2 mg / καρπό πορτοκαλιού. Κατά συνέπεια, προκύπτει πως ο βιοδιεγέρτης δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συνολική περιεκτικότητα σε βιταμίνη C ανά καρπό πορτοκαλιού.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

- Βασιλακάκης, Μ και Θερίος, Ι., 2006. Μαθήματα Ειδικής Δενδροκομίας-Εσπεριδοειδή. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
- Διβανές Ιωάννης (2020). Ο ρόλος των αμινοξέων στα φυτά. Εκδόσεις novagreen.
- Ζήνωνος Κ. (2021). Μεταπτυχιακή διατριβή με τίτλο ‘Περιγραφή κατά UPOV και ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού δυο τοπικών ποικιλιών και δυο νέων γονοτύπων εσπεριδοειδών του Νομού Άρτας και σύγκριση τους με καλλιεργούμενες ποικιλίες’. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Ζιώγας Β. (2023). Μονογραφία ποικιλιών εσπεριδοειδών. Ελληνικός γεωργικός οργανισμός-Δήμητρα. Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών φυτών και αμπέλου, Χανιά.
- Παππάς Θρ. (2022). Πτυχιακή εργασία με τίτλο ‘ Η επίδραση της εφαρμογής αμινοξέων στην ανθοφορία και την καρπόδεση πορτοκαλιάς ποικιλίας <Navelina>’. Πανεπιστήμια Ιωαννίνων, Τμήμα Γεωπονίας.
- Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου, Σ., 2016. Σημειώσεις Εσπεριδοειδών για τη θεωρία και το εργαστήριο, ΤΕΙ Πελοποννήσου, Καλαμάτα.
- Ποντίκης Κ., 2003. Εσπεριδοειδή, Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα.
- Πρωτοπαπαδάκης Ε., 2010. Τα Εσπεριδοειδή, Εκδόσεις Ψύχαλος, Αθήνα.

Ξένη βιβλιογραφία

- Afonso S., Oliveira I., Meyer A.S., Concalves B., (2022). Biostimulants to Improved Tree Physiology and Fruit Quality: A Review with Special Focus on Sweet Cherry. *Agronomy*, 12(3), 659. <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/3/659>
- Alhassan Abdul-Fatawu , MPhil P.Y. Adjei, MSc, Sadick Mohameed, MPhil. (2014). *European Scientific Journal*. Effect of maturity stage and storage duration on physico-chemical properties of citrus (Citrus sinensis var. Late Valencia), December 2014, Pages 1857-7881. <https://core.ac.uk/download/pdf/236409002.pdf>
- Boray M.S., Mostafa M.F.M., Slem S.E., El Sammah O.A.O., (2015). *Journal of plant production*. Improving yield and fruit quality of Washington Navel orange using foliar applications of some natural biostimulants. Article 4, Volume 6, Issue 8, August, Page 1317-1332. https://jpp.journals.ekb.eg/article_51753.html
- Canterino, S., Donno, D., Mellano, M. G., Beccaro, G. L., & Bounous, G., 2012.

Nutritional and sensory survey of *Citrus sinensis* (L.) cultivars grown at the most Northern limit of the Mediterranean latitude. *Journal of Food Quality*, 35(2), 108-118.

Darwish T.M., Ali M.A., Ahmed E.Z.A., Awad R.M.A., EL-Gawad M.G.A., (2015). *Journal of the advances in agricultural researches*. Improving Washington Navel orange fruits by same natural pre-harvest foliar applications A-mineral content, yield and fruit quality. Article 6, Volume 20, Issue 1, March, Pages 66-85.
https://jalexu.journals.ekb.eg/article_161143.html

El Shazly SM, Mustafa N.S.(2013). *Journal of applied sciences research*. Enhancement yield, fruit quality and nutritional status of Washington Navel orange trees by application of biostimulants Vol.9 No.8 5030-5034 ref.36
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20143043488>

Fornes, F., Sánchez-Perales, M. and Guardiola, J.L. (1995). Effect of a seaweed extract on citrus fruit maturation. *Acta Hortic.* 379, 75-82 DOI:10.17660/ActaHortic.1995.379.6
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.379.6>

Fornes, F., Sánchez-Perales, M. and Guardiola, J.L. (2005). *Botanica Mrina*. Effect of a seaweed extract on the productivity of <<de Nules>> clementine Madarin and Navelina orange. Volume 45.Issue 5 <https://doi.org/10.1515/BOT.2002.051>

Hamdy A.E., (2017). *Egyptian Journal of Horticulture* – Effect of GA3 and NAA on growth, yield and fruit quality of Washington Navel orange, Volume 44, Issue 1-Serial Number 1, June, Pages 33-34. https://ejoh.journals.ekb.eg/article_3668.html

Lafuente M.T., Sala J.M., (2002). Postharvest biology and technology - Absciscic acid levels and the influence of ethylene, humidity and storage temperature on the incidence of postharvest rindstaining of ‘Navelina’ orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) fruit, Volume 25, Issue1, May, Pages 49-57.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521401001624>

Nielsen, S.S. (2010). Vitamin C Determination by Indophenol Method. In: Nielsen, S.S. (eds) *Food Analysis Laboratory Manual*. Food Science Texts Series. Springer, Boston, MA.
https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1463-7_7

Roussos, P. A., Paziodimou, C., Kafkaletou, M., 2011. Assessment of Twenty-Two Citrus Cultivars (Oranges, Mandarins And Lemons) For Quality Characteristics And Phytochemicals Concentration. In II Balkan Symposium on Fruit Growing 981 (pp.657-663).

Ruzzi, M.; Aroca, R. Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture. *Sci. Hort.* **2015**, *196*, 124–134.

Topuz, A., Topakci, M., Canakci, M., Akinci, I., & Ozdemir, F., 2005. Physical and nutritional properties of four orange varieties. *Journal of Food Engineering*, 66(4), 519-523.

Zaghloul A.E. , Ennab H.A. , (2015). *Journal of plant production*. Comparative effect of one synthetic biostimulants and microbial biostimulant (*Azospirillum lipoferum*) on yield and quality of Washington Navel. Article 8, Volume 6, Issue 11, November, Pages 1861-1876. https://jpp.journals.ekb.eg/article_52114.html

Zhang Jun, Zhang Jing-yi, Shan You-xia, Guo Can, He Lian, Zhang Lin-yan, Ling Wei, Liang Yan, Zhong Ba-lian (2022). *Journal of Integrative Agriculture*. Effect of harvest time on the chemical composition and antioxidant capacity of Gannan navel orange (*Citrus sinensis* L.Osbeck ‘Newhall’) juice. Pages 261-272. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311920633950>.