



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

## Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού  
Περιβάλλοντος

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΕΙΦΟΡΟΥ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΑΦΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

«Επίδραση της βιώσιμης ορθολογικής λίπανσης στα επίπεδα των μακροθρεπτικών  
και την ποιότητα των καρπών ραδακινιάς στο Ρήγαιο Φαρσάλων»



ΚΙΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2022

«Επίδραση της βιώσιμης ορθολογικής λίπανσης στα επίπεδα των μακροθρεπτικών  
και την ποιότητα των καρπών ραδακινιάς στο Ρήγαιο Φαρσάλων»

**ΚΙΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ**

**Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή**

**Αντωνιάδης Βασίλειος (Επιβλέπων)**

Αναπληρωτής Καθηγητής Εδαφολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

**Νάνος Γεώργιος (Μέλος)**

Καθηγητής Δενδροκομίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

**Δαναλάτος Νικόλαος (Μέλος)**

Καθηγητής Γεωργίας – Οικολογίας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας, Πανεπιστήμιο  
Θεσσαλίας, Βόλος

Copyright © *ΚΙΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ*, 2022.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας ερευνητικής διατριβής, τμήματος αυτής ή εξ' ολοκλήρου για εμπορικούς σκοπούς. Επιτρέπεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή μόνο για μη κερδοσκοπικό σκοπό εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσεως, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

## Πρόλογος – Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή με θέμα την επίδραση της βιώσιμης ορθολογικής λίπανσης στα επίπεδα των μακροθρεπτικών και την ποιότητα των καρπών ραδακινιάς, έλαβε χώρα στο προσωπικό μου αγρόκτημα που βρίσκεται στο Ρήγαιο Φαρσάλων κατά το ακαδημαϊκό έτος 2020-2021.

Νιώθω την εσωτερική ανάγκη να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην υλοποίηση του συγκεκριμένου πειράματος τόσο για τη συνδρομή τους όσο και για τη πολύτιμη βοήθειά τους στην ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διατριβής μου, κ. Αντωνιάδη Βασίλειο, αναπληρωτή καθηγητή Εδαφολογίας για την επιλογή του συγκεκριμένου θέματος, τη καθοδήγηση που μου προσέφερε κατά τη διεξαγωγή του πειράματος αλλά και κατά τη συγγραφή της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Νάνο Γεώργιο, καθηγητή Δενδροκομίας και μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, για τη συμμετοχή του σε αυτή καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές κατά τη διενέργεια της πειραματικής μεθόδου. Ακολούθως, ευχαριστώ τον κ. Δαναλάτο Νικόλαο, καθηγητή Γεωργίας – Οικολογίας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας για τη συμμετοχή του στη τριμελή συμβουλευτική επιτροπή, αλλά και τις χρήσιμες πληροφορίες που μου παρείχε στον τομέα της λίπανσης μέσω του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών.

Ακόμη, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλο το προσωπικό του Εργαστηρίου Εδαφολογίας και Εργαστηρίου Δενδροκομίας για τη βοήθεια που παρείχαν στην πραγματοποίηση του πειράματος.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου, για τη στήριξη και την συνεχή βοήθεια που μου προσφέρουν τόσο στα φοιτητικά μου χρόνια όσο και σε κάθε επόμενο βήμα της ζωής μου.

*Στην Οικογένεια μου...*

v

## Περίληψη

Η ροδακινιά αποτελεί μία σημαντική καλλιέργεια καθώς αποτελεί μία σημαντική μονάδα εξαγωγής προϊόντων συμβάλλοντας τόσο στην οικονομία της χώρας όσο και στην αύξηση του ατομικού εισοδήματος των παραγωγών. Οι συνεχόμενες, όμως, ανατιμήσεις των αγαθών, η αύξηση του κόστους των ενεργειακών πόρων και η έλλειψη των εργατικών χεριών είναι οι σημαντικότερες αιτίες αύξησης του κόστους της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα, η συνεχής αύξηση του κόστους πετρελαίου οδηγεί στην αύξηση του κόστους θρέψης. Η χρήση λιπασμάτων προκειμένου να επιτευχθεί μεγάλη παραγωγή ήταν και θα είναι απαραίτητη για την βιωσιμότητα της καλλιέργειας. Ωστόσο, οι υπερβολικές λιπάνσεις που παρατηρούνται τα τελευταία χρόνια, δρουν αρνητικά τόσο στην οικονομική πρόσοδο των παραγωγών όσο και στην περιβαλλοντική υγεία. Στην παρούσα εργασία, εξετάζεται η υπόθεση αντικατάστασης του συμβατικού τρόπου λίπανσης της ροδακινιάς, με έναν ορθολογικό τρόπο λίπανσης συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στη μείωση του κόστους παραγωγής αλλά και της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να εξεταστεί αν ο ορθολογικός τρόπος λίπανσης μπορεί να ανταγωνιστεί τον συμβατικό τρόπο αλλά και να αποτελέσει έναν μελλοντικό οδηγό λίπανσης τόσο για τους σημερινούς καλλιεργητές ροδάκινων όσο και για τις επόμενες γενεές.

Το πείραμα έλαβε μέρος στο Ρήγαιο Φαρσάλων, όπου καλλιεργούνται συμπύρηνα ροδάκινα ποικιλίας Venus Late Gold και έκτασης 22 στρεμμάτων. Στον αγρό εφαρμόστηκαν τρεις τύποι λίπανσης, η μηδενική λίπανση, η ετήσια λίπανση που ακολουθεί ο παραγωγός και τέλος η ορθολογική λίπανση που αναλύεται στη συγκεκριμένη εργασία. Οι λιπάνσεις διαφοροποιήθηκαν ως προς τις ποσότητες και τον τρόπο εφαρμογής των θρεπτικών.

Εν κατακλείδι, βρέθηκε ότι, η χορήγηση μισής δόσης αζώτου σε σχέση με την ετήσια χορήγηση αζώτου του παραγωγού αύξησε τη παραγωγή στη καλλιέργεια της ροδακινιάς. Η διαφυλλική εφαρμογή φωσφόρου αξιοποιείται σε μεγαλύτερο βαθμό από τη ροδακινιά σε σχέση με την προσθήκη διά εδάφους και η χορήγηση καλίου στην έναρξη διόγκωσης και πριν τη συγκομιδή των καρπών της ροδακινιάς συμβάλλει στην αύξηση του βάρους των καρπών.

## Summary

Peach is an important crop as it is an important unit for exporting products, contributing to both the country's economy and the increase of the individual income of the producers. However, the continuous appreciation of goods, the increase in the cost of energy resources and the lack of labor are the main reasons for the increase in the cost of cultivation. In particular, the constant increase in oil costs leads to an increase in feeding costs. The use of fertilizers in order to achieve high production was and will be necessary for the viability of the crop. However, the excessive fertilization observed in recent years, has a negative effect on both the economic income of producers and environmental health. In the present work, the hypothesis of replacing the conventional way of lubrication of peach with a rational way of lubrication is examined, thus contributing to the reduction of production costs but also to the pollution of the environment. The purpose of this paper is to examine whether the rational way of fertilization can compete with the conventional way but also be a future fertilization guide for both current peach growers and future generations.

The experiment took place in Rigaio Farsala, where cultivated peaches of the Venus Late Gold variety and an area of 22 acres are grown. Three types of fertilization were applied in the field, the zero fertilization, the annual fertilization followed by the producer and finally the rational fertilization that is analyzed in the specific work. Fertilizers varied in terms of amounts and how nutrients were applied.

In conclusion, it was found that the administration of half a dose of nitrogen in relation to the annual nitrogen administration of the producer increased the production in the cultivation of peach. The foliar application of phosphorus is utilized to a greater extent by the peach in relation to the soil addition and the administration of potassium at the beginning of the swelling and before the harvest of the peach fruit contributes to the increase of the fruit weight.

«Εγώ, ο Χρήστος Κικής, είμαι ο συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.»

ΥΠΟΓΡΑΦΗ



«Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από τον κο Χρήστο Κική».

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος – Ευχαριστίες.....	iv
Περίληψη.....	vi
Summary.....	vii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	viii
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Τα θρεπτικά στοιχεία.....	1
1.2 Ροδακινιά.....	9
1.3 Ερευνητικές ανάγκες.....	16
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>19</b>
2.1 Πειραματικός σχεδιασμός.....	19
2.2 Μέθοδοι ανάλυσης.....	25
2.2.1 Καρποί.....	25
2.2.2 Φύλλα.....	27
2.2.3 Έδαφος.....	28
2.3 Στατιστική επεξεργασία.....	31
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>32</b>
3.1.1 Καρποί.....	32
3.1.2 Έδαφος.....	50
3.1.3 Φύλλα.....	63
<b>3.2 ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>71</b>
<b>4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>73</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>74</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>	<b>77</b>

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Τα θρεπτικά στοιχεία

Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί που απαντώνται στον πλανήτη, είναι σε θέση να προσλαμβάνουν σύνθετες ή απλές χημικές ουσίες οι οποίες είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη αυτών. Οι ουσίες αυτές μετατρέπονται σε κυτταρικά συστατικά δια μέσου του μεταβολισμού των οργανισμών για την παραγωγή ενέργειας. Αυτές οι χημικές ενώσεις λοιπόν, που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη ενός οργανισμού, καλούνται θρεπτικά, ενώ ο εφοδιασμός και ο μεταβολισμός των θρεπτικών καλείται διατροφή των οργανισμών.

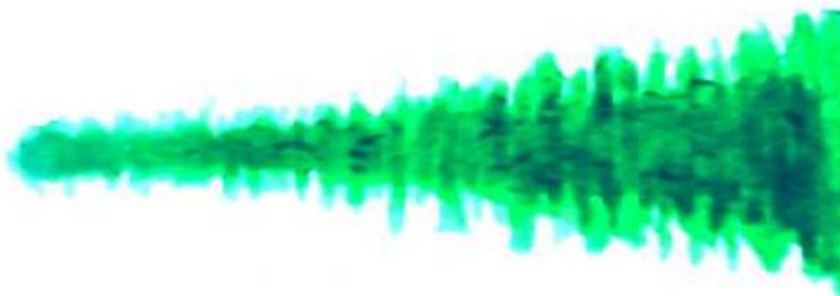
Στα φυτά, τα θρεπτικά στοιχεία μπορούν να διαχωρισθούν σε μακροστοιχεία και σε ιχνοστοιχεία. Ο διαχωρισμός έγινε με βάση την άντληση των στοιχείων από το έδαφος αλλά και τη συγκέντρωση αυτών εντός των φυτικών ιστών. Έτσι, παρατηρήθηκε ότι τα θρεπτικά στοιχεία N, P, K, Ca, Mg και S απορροφούνται από τα φυτά σε μεγαλύτερες ποσότητες και καλούνται μακροστοιχεία ενώ αντίθετα τα στοιχεία Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B και Cl απαντώνται σε πολύ μικρότερες ποσότητες και λέγονται ιχνοστοιχεία.

Παρ' όλα αυτά η διάκριση των θρεπτικών σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία, από άποψη φυσιολογίας φυτού, μπορεί να θεωρηθεί αυθαίρετος καθώς υπάρχουν περιπτώσεις ελάχιστης διαφοράς αυτών εντός των φυτών.

### Άζωτο

Το άζωτο ως βασικό μακροστοιχείο για τα φυτά, απαντάται σε μεγάλες ποσότητες εντός των ιστών ενός φυτού καθώς απαρτίζει τη κύρια πηγή σύνθεσης πρωτεϊνών (συντίθενται από αμινοξέα μετά από κατάλυση χημικών αντιδράσεων και μεταφορά ηλεκτρονίων) και χλωροφύλλης (μόριο απαραίτητο για τη φωτοσύνθεση των φυτών). Έχει τον πιο σημαντικό ρόλο στις φυσιολογικές διεργασίες των φυτών αφού προσδίδει το σκούρο πράσινο χρώμα στα φυτά, διεγείρει την αύξηση και ανάπτυξη των φύλλων, των στελεχών και της ρίζας. Ακόμη, προάγει τη πρόιμη ανάπτυξη, βελτιώνει την ποιότητα των παραγόμενων φρούτων και αυξάνει την περιεκτικότητα των πρωτεϊνών στις ζωοτροφές. Επίσης, ενθαρρύνει τη πρόσληψη και τον μεταβολισμό άλλων στοιχείων όπως το κάλιο και ο φώσφορος. Η έλλειψη αυτού του μακροστοιχείου προκαλεί μειωμένη ανάπτυξη, εμφάνιση χλωρώσεων (μεταβολή του πράσινου χρώματος σε κίτρινο στα φύλλα) και υποβάθμιση των παραγόμενων προϊόντων. Τα

συμπτώματα έλλειψης αζώτου εμφανίζονται πρώτα στα ώριμα φύλλα. Η υπερβολική συγκέντρωση αζώτου έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών, καθώς προάγει το επιπλέον σκούρο πράσινο χρώμα στα φύλλα, προκαλείται υπερβολική βλαστική ανάπτυξη που λειτουργεί εις βάρος των παραγόμενων προϊόντων αλλά και της ποιότητας αυτών. Η σωστή αύξηση και ανάπτυξη των φυτών απαιτεί τη βέλτιστη παροχή αζώτου. Οι ρίζες των φυτών απορροφούν το άζωτο είτε με τη νιτρική είτε με την αμμωνιακή μορφή μέσω του εδάφους. Στη παρακάτω εικόνα φαίνεται η αύξηση της σύνθεσης της χλωροφύλλης με την αύξηση της συγκέντρωσης του αζώτου στα φύλλα.



Εικόνα 1.1: Ο ρυθμός σχηματισμού χλωροφύλλης αυξάνεται με την αύξηση της παροχής του αζώτου. Τα φύλλα χρησιμοποιούν το άζωτο για τη σύνθεση χλωροφύλλης.

(Πηγή:

<https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA472372583&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=19950756&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon%7Ee8442b40>).

Οι εδαφικές και περιβαλλοντικές συνθήκες παίζουν σημαντικό ρόλο στην αξιοποίηση του αζώτου από τα φυτά. Είναι, συνεπώς, υποχρεωτικό να λαμβάνονται υπόψιν οι εδαφοκλιματικές συνθήκες μιας περιοχής πριν από οποιαδήποτε επέμβαση αζωτούχας λίπανσης.

## Κάλιο

Το κάλιο, απαιτείται επίσης σε μεγάλες ποσότητες προκειμένου να αυξηθεί η απόδοση μίας καλλιέργειας ή μιας φυτικής μονάδας. Παίζει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της ποιότητας των καλλιεργειών καθώς, υψηλά επίπεδα  $K^+$  βελτιώνουν τη φυσική ποιότητα φρούτων και λαχανικών, αυξάνουν την αντοχή σε ασθένειες και τη διατροφική αξία των σιτηρών και ζωοτροφών. Ενεργοποιεί τουλάχιστον 60 ένζυμα που εμπλέκονται στην φυτική ανάπτυξη. Επίσης, εξουδετερώνει διάφορα οργανικά ανιόντα βοηθώντας με αυτόν τον τρόπο στη σταθεροποίηση του pH μεταξύ 7 και 8 δημιουργώντας, με αυτόν τον τρόπο, ικανοποιητικό περιβάλλον για τις ενζυμικές αντιδράσεις. Ακόμη, ρυθμίζει το άνοιγμα και κλείσιμο των στομάτων, δηλαδή εμπλέκεται στη διαδικασία ανταλλαγής  $CO_2$  και  $O_2$  στο σύστημα φυτό – ατμόσφαιρα. Όταν τα κατιόντα καλίου βρίσκονται στα καταφρακτικά κύτταρα έλκουν το νερό, προκαλώντας το άνοιγμα των στομάτων, ενώ αντίθετα όταν το φυτό εκτοπίζει το κάλιο από τα καταφρακτικά κύτταρα, λόγω έλλειψης νερού, τα στόματα κλείνουν και εμποδίζεται η ανταλλαγή αερίων (Thomas & Thomas, 2009). Αξίζει να σημειωθεί, ο ρόλος του καλίου και στη φωτοσύνθεση καθώς το ηλεκτρικό φορτίου του παραγόμενου ATP, από τη φωτοσύνθεση, διατηρείται με ιόντα καλίου. Σε περιπτώσεις έλλειψης καλίου έχει παρατηρηθεί μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης αλλά και του ρυθμού παραγωγής ATP. Τα σάκχαρα τα οποία παράγονται από τη φωτοσύνθεση πρέπει να μεταφέρονται δια μέσου του φλοιού στα υπόλοιπα μέρη του φυτού για αξιοποίηση ή αποθήκευση. Εάν, το κάλιο είναι ανεπαρκές, λιγότερη ενέργεια (ATP) είναι διαθέσιμη και έτσι το σύστημα μεταφοράς υπολειτουργεί. Επομένως, ο επαρκής εφοδιασμός με  $K^+$  βοηθά στη διατήρηση όλων αυτών των διαδικασιών σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας. Επίσης, το κάλιο απαιτείται σε σημαντικά βιοχημικά στάδια πρωτεϊνοσύνθεσης. Η ανάγνωση του γενετικού κώδικα στο φυτικό κύτταρο προκειμένου να παραχθούν οι πρωτεΐνες θα ήταν αδύνατη χωρίς επαρκές κάλιο. Σε περίπτωση έλλειψης καλίου οι πρωτεΐνες δεν συντίθεται ακόμη και αν ικανοποιούνται οι ανάγκες σε άζωτο. Αντ' αυτού συσσωρεύονται αμινοξέα, αμίδια και νιτρικά. Αυτό γιατί η θενζυμενιτρική αναγωγή καταλύει τον σχηματισμό των πρωτεϊνών, και το κάλιο είναι απαραίτητο για τη ενεργοποίηση του ενζύμου αυτού και την έναρξη του σχηματισμού πρωτεϊνών.

Το κάλιο στο έδαφος βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες στα ορυκτά τις αργίλου. Με την αποδέσμευση των  $K^+$  από τα ορυκτά καθίσταται ανταλλάξιμο στο εδαφικό διάλυμα και διαθέσιμο για την απορρόφηση αυτών από τις ρίζες των φυτών.

### Φώσφορος

Ο φώσφορος, όπως το άζωτο και το κάλιο, αποτελεί επίσης ένα κύριο θρεπτικό μακροστοιχείο. Δεσμεύεται από τα ορυκτά του εδάφους, αλλά και τα φωσφορικά ορυκτά παρουσιάζουν χαμηλή διαλυτότητα. Συνεπώς, τα φωσφορικά ανιόντα  $H_2PO_4^{2-}$  και  $HPO_4^{2-}$  βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις στο εδαφικό διάλυμα.

Ο φώσφορος αποτελεί συστατικό των νουκλεϊκών οξέων (DNA και RNA) τα οποία ευθύνονται για τη μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας από γενιά σε γενιά. Τα νουκλεϊκά οξέα σχηματίζουν τη μεγαλύτερη ποσότητα οργανικού φωσφόρου που κυμαίνεται μεταξύ 0,3 και 2,0 mg P g<sup>-1</sup> ξηρού βάρους σε πολλές καλλιέργειες. Αυξημένη συγκέντρωση RNA, συνεπώς και αυξημένης πρωτεϊνοσύνθεσης, οδηγεί σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις φωσφόρου στο φυτό. Επίσης, τα φωσφολιπίδια είναι το βασικό συστατικό των κυτταρικών μεμβρανών, ενώ αντίθετα σε κύτταρα όπου η συγκέντρωση φωσφόρου είναι χαμηλή τα φωσφολιπίδια αντικαθίστανται από σουλφολιπίδια ή γαλακτολιπίδια με αποτέλεσμα τη διαρροή ηλεκτρολυτών που υποβοηθούν την ανοχή του φυτού στο παγετό. Επίσης, ο φώσφορος χρησιμοποιείται στις κυτταρικές διαιρέσεις αλλά και στη διόγκωση των κυττάρων. Έτσι, σε φύλλα μικρότερου μεγέθους, έχει βρεθεί ότι έχουν χαμηλότερη συγκέντρωση φωσφόρου. Γενικότερα, η συνολική ανάπτυξη του φυτού είναι πιο ευαίσθητη στη διαθεσιμότητα φωσφόρου απ' ό τι στη φωτοσύνθεση. Η μεταφορά των θρεπτικών συστατικών δια μέσου του φλοιού είναι μια ενεργειακή διαδικασία. Αυτό σημαίνει, την αξιοποίηση του παραγόμενου ATP ή άλλες φωσφορυλιωμένες ενώσεις υψηλής ενέργειας προκειμένου τα θρεπτικά να διαπεράσουν τη πλασματική μεμβράνη των κυττάρων. Μόλις εισέλθει η ουσία στο κύτταρο κινείται εύκολα είτε μέσω του αποπλάστη είτε μέσω του συμπλάστη. Επίσης, η φωτοσυνθετική διαδικασία βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη διαθεσιμότητα φωσφόρου. Τα αρχικά στάδια της φωτοσύνθεσης, προϋποθέτουν την ύπαρξη φωσφονικών, νερού, CO<sub>2</sub>, ηλιακής ακτινοβολίας και χλωροφύλλης προκειμένου να σχηματισθούν σάκχαρα και ATP, το οποίο αποτελεί τη κινητήρια δύναμη των μεταβολικών αντιδράσεων. Τέλος, η ύπαρξη του φωσφόρου επηρεάζει τη διαθεσιμότητα ενός ή περισσοτέρων θρεπτικών στο έδαφος. Η αλληλεπίδραση, αυτή, μπορεί να είναι είτε ανταγωνιστική είτε συνεργιστική. Η ανάλυση του εδάφους πριν

από την εγκατάσταση μίας καλλιέργειας στον αγρό μπορεί να βοηθήσει στην εκτίμηση των αναγκών σε φώσφορο και άρα στην διαθεσιμότητα των υπόλοιπων θρεπτικών, βελτιώνοντας με αυτόν τον τρόπο την απόδοση των φυτών. Για παράδειγμα, έχει βρεθεί συνεργιστική δράση του φωσφόρου με το άζωτο (Schlegel & Bond, 2017), το κάλιο και το βόριο ενώ ανταγωνιστική με το θείο και το σίδηρο.

### Σίδηρος

Ο σίδηρος είναι ένα απαραίτητο ιχνοστοιχείο για την ανάπτυξη των φυτικών οργανισμών καθώς συμμετέχει σε πλήθος βιοχημικών αντιδράσεων. Στα εδάφη, αποτελεί ένα κύριο συστατικό στη λιθόσφαιρα σε ποσοστό 5%. Παρ' όλα αυτά, στο εδαφικό διάλυμα η συγκέντρωση είναι πολύ μικρή σε σχέση με αυτή του εδάφους. Στα φυτά, συμμετέχει στη σύνθεση της χλωροφύλλης και στη διατήρηση της λειτουργίας και της δομής του χλωροπλάστη. Αποτελεί συστατικό πρωτεϊνών και ενζύμων και παίζει σημαντικό ρόλο σε βιολογικές διεργασίες όπως είναι η φωτοσύνθεση, η σύνθεση χλωροφύλλης, ο μηχανισμός απορρόφησης στοιχείων και η σύνθεση του DNA μέσω της ριβονουκλεοτιδικής αναγωγής. Επίσης, ενεργοποιεί πολλά ένζυμα που σχετίζονται με τη σύνθεση των φυτοορμονών, όπως το αιθυλένιο, η λιποξυγενάση, 1-αμινοκυκλοπροπανικό οξύ-1-καρβοξυλική οξυδάση και το αμισικό οξύ. Ακόμη, αποτελεί συστατικό όλων των οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων, με πιο γνωστά τα ενζυμικά συστήματα. Έχει δομικό ρόλο στα ενζυμικά συστήματα με πιο σημαντική τη δομή των κυτοχρωμάτων, μια ομάδα ενζύμων που δρα ως φορέας ηλεκτρονίων στην αναπνευστική αλυσίδα. Η έλλειψη σιδήρου, είναι μια συχνή διατροφική διαταραχή με αποτέλεσμα την χλόρωση των νεαρών φύλλων και την καθυστερημένη ανάπτυξη της ρίζας. Ωστόσο, σε υπερέαρκεια του ιχνοστοιχείου, εύκολα ο σίδηρος καθίσταται τοξικός για τα φυτά. Σε περιπτώσεις τοξικότητας σιδήρου, αναφέρεται ότι μπορεί να δράσει καταλυτικά μέσω της αντίδρασης κατά Fenton, δημιουργώντας κατά αυτόν τον τρόπο ελεύθερες ρίζες υδροξυλίου οι οποίες μπορεί να βλάψουν λιπίδια, πρωτεΐνες και DNA. Επίσης, σε υπερέαρκεια σιδήρου προκαλούνται ελλείψεις άλλων θρεπτικών στοιχείων όπως Mn, P, K, Ca και Mg.

## Μαγγάνιο

Το μαγγάνιο αποτελεί βασικό ιχνοστοιχείο για τα ανώτερα φυτά τους μικροοργανισμούς και τα ζώα. Στα ορυκτά του εδάφους μπορεί να βρίσκεται σε αριθμούς οξειδωσης από +2 μέχρι και +7, ενώ η μέση ποσότητα του Mn στο έδαφος υπολογίζεται περίπου στα 437 mg kg<sup>-1</sup> ξηρού εδάφους. Στο εδαφικό διάλυμα, η συγκέντρωση του μαγγανίου υπολογίζεται από 25 μg Mn L<sup>-1</sup> έως 8000 μg Mn L<sup>-1</sup>, ενώ αντίθετα σε όξινα εδάφη πολύ μικρότερη. Το μαγγάνιο παίζει σημαντικό ρόλο σε διάφορα στάδια της ζωής ενός φυτού, όπως η φωτοσύνθεση, η αναπνοή, η απομάκρυνση ενεργού οξυγόνου (ROS), στην άμυνα έναντι των παθογόνων και την έκκριση ορμονών. Η πιο καλά μελετημένη λειτουργία του Mn αφορά την αντίδραση διάσπασης του νερού στο PSII, δηλαδή το πρώτο βήμα της φωτοσύνθεσης. Ακόμη, το Mn αποτελεί συστατικό ενζύμων που σχετίζονται με τη βιοσύνθεση ισοπρενοειδών και μαζί με το Mg ως συστατικά ενζύμων για τη σύνθεση τερπενίων. Στο κριθάρι, έχει αποδειχθεί ότι η ανεπάρκεια Mn μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του στρώματος κήρων της επιδερμίδας, το οποίο οδηγεί σε υψηλότερο ποσοστό διαπνοής (Hebbern *et al.*, 2009). Η έλλειψη μαγγανίου στα φυτά, εντοπίζεται κυρίως ως λανθάνουσα διαταραχή αφού δεν εμφανίζονται οπτικά συμπτώματα. Αυτός είναι και ο λόγος που δεν μπορεί να γίνει ποσοτικοποίηση της ζημίας, λόγω ανεπάρκειας, στην απόδοση μιας καλλιέργειας. Γενικότερα, κρίσιμη συγκέντρωση θεωρείται χαμηλότερη του 10-20 mg kg<sup>-1</sup> ξηρού βάρους, οδηγώντας με αυτόν τον τρόπο και σε μείωση βιομάζας. Ακόμη, ανεπάρκεια Mn μπορεί να προκαλέσει μείωση του αριθμού μορίων που ενώνονται με το μαγγάνιο στο PSII. Με αυτόν τον τρόπο, το καθαρό ποσοστό φωτοσύνθεσης μειώνεται, προάγεται η αποικοδόμηση της χλωροφύλλης και τα νεαρά φύλλα αποκτούν χαρακτηριστική χλώρωση στο μεσόφυλλο. Σε περιπτώσεις σοβαρής ανεπάρκειας μαγγανίου, τα φύλλα αποκτούν γκριζες ή νεκρωτικές κηλίδες. Απώλειες λόγω τοξικότητας μαγγανίου, εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό, από το φυτικό είδος και τον γονότυπο του είδους. Συνήθως, περίσσεια Mn, αποθηκεύεται σε κυτταρικά τοιχώματα ή ενώνεται με τον φώσφορο και δημιουργούν σύμπλοκα με οργανικά οξέα στο φύλλο. Σε μοριακό επίπεδο, η υπερεπάρκεια μαγγανίου, επηρεάζει την απορρόφηση άλλων στοιχείων όπως Ca, Mg, Fe και P, αναστέλλει τη βιοσύνθεση της χλωροφύλλης, μειώνει τον ρυθμό φωτοσύνθεσης και τη μεριστοματική διαίρεση στις ρίζες.



## Ψευδάργυρος

Ο ψευδάργυρος είναι, επίσης, ένα στοιχείο που η παρουσία του σε μικρές ποσότητες στον άνθρωπο, τα ζώα και τα φυτά είναι αναγκαία. Στη λιθόσφαιρα, η συγκέντρωση του υπολογίζεται περί τα 80 mg Zn kg<sup>-1</sup> πετρώματος, ενώ στον γρανίτη υπολογίζεται περί τα 40 mg Zn kg<sup>-1</sup> πετρώματος. Στα ασβεστολιθικά πετρώματα, η συγκέντρωση του ψευδαργύρου είναι μικρότερη και εκτιμάται περίπου στα 10-30 mg Zn kg<sup>-1</sup> πετρώματος, ενώ στο έδαφος η μέση συγκέντρωση εκτιμάται από 10 έως 300 mg Zn kg<sup>-1</sup> εδάφους. Στο εδαφικό διάλυμα βρίσκεται με τη μορφή δισθενούς κατιόντος σε συγκέντρωση 2-70 μg L<sup>-1</sup>. Ο κύριος ρόλος του ψευδαργύρου στα φυτά αφορά τη παρουσία του στοιχείου στο μηχανισμό της φωτοσύνθεσης, καθώς έλλειψη ψευδαργύρου έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της καθαρής φωτοσύνθεσης σε ποσοστό 50%-70%. Αυτό γιατί, ο ψευδάργυρος είναι συστατικό του ενζύμου ανθρακική ανυδράση, το οποίο εμπλέκεται με την αφομοίωση του διοξειδίου του άνθρακα και την εκμετάλλευση του στο μηχανισμό της φωτοσύνθεσης. Ακόμη, ο ψευδάργυρος αποτελεί συστατικό και άλλων ενζύμων που εμπλέκονται στη φωτοσύνθεση. Επίσης, ο ψευδάργυρος χρησιμοποιείται για τον μεταβολισμό του αμύλου, καθώς έχει παρατηρηθεί παραμόρφωση του μεγέθους των κόκκων αμύλου σε φυτά με χαμηλή συγκέντρωση ψευδαργύρου. Όσον αφορά τις πρωτεΐνες, ο ψευδάργυρος είναι απαραίτητος για τη λειτουργία του ενζύμου RNA πολυμεράση, το οποίο προστατεύει το ριβοσωμικό RNA από το ένζυμο RNA ριβονουκλεάση. Σε φύλλα φασολιού βρέθηκε ότι η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες μετά από χορήγηση ψευδαργύρου, ήταν 6,5 φορές μεγαλύτερη μετά από 48-72 ώρες. Ένας, ακόμη, σημαντικός ρόλος του ιχνοστοιχείου είναι η διατήρηση της ακεραιότητας της μεμβράνης των κυττάρων (μαζί με το ασβέστιο, το φώσφορο, το μαγγάνιο και το βόριο). Θεωρείται υπεύθυνο για τον δομικό προσανατολισμό των μακρομορίων της μεμβράνης αλλά και τη συντήρηση των συστημάτων μεταφοράς ιόντων. Η απώλεια της ακαιρεότητας της μεμβράνης, θεωρείται ένα από τα αρχικά στάδια βιοχημικών αλλαγών σε φυτά με έλλειψη ψευδαργύρου. Η έλλειψη ψευδαργύρου, στα φυτά, οφείλεται όταν αυτά δεν μπορούν να προσροφήσουν τις απαραίτητες ποσότητες μέσω του εδάφους. Σχεδόν η μισή παραγωγή δημητριακών στο κόσμο καλλιεργείται σε εδάφη με χαμηλή συγκέντρωση ψευδαργύρου. Τα συμπτώματα έλλειψης, στα φυτά, πολλές φορές συγχέονται με συμπτώματα άλλων μικροθρεπτικών ή μπορεί να συνυπάρχουν ταυτόχρονα πολλαπλές ελλείψεις. Ένα από τα κύρια συμπτώματα έλλειψης ψευδαργύρου είναι η χλόρωση των

φύλλων, δηλαδή η αλλαγή του χρώματος της χλωροφύλλης από πράσινο σε ανοιχτό πράσινο ή κίτρινο ακόμη και λευκό. Στις περιοχές χλωρώσεως, λόγω του θανάτου των ιστών μπορεί να εμφανισθούν νεκρωτικές κηλίδες ή μπορεί να αποκτήσουν χάλκινο χρώμα. Στα νεαρά φυτά παρατηρείται καθυστερημένη ανάπτυξη αυτών, μικροφυλλία ή φύλλα στενά με κυματοειδή περιφέρεια. Σε άλλες περιπτώσεις παρατηρείται και νανισμός των φυτών. Τέλος, έλλειψη ψευδαργύρου μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα βορίου ή και έλλειψη σιδήρου.

### **Βόριο**

Το βόριο και το χλώριο είναι τα μόνα αμέταλλα μικροθρεπτικά στοιχεία που απαντώνται στα φυτά. Στο έδαφος, το βόριο βρίσκεται ενσωματωμένο σε ορυκτά και πετρώματα, ως σύμπλοκο με στοιχεία των ορυκτών και ως προσροφημένο στις επιφάνειες της αργίλου. Στο εδαφικό διάλυμα βρίσκεται με την αδιάστατη μορφή  $H_3BO_3$ . Στο έδαφος βρίσκεται κυρίως σε ορυκτά του γρανίτη. Ωστόσο, το μεγαλύτερο ποσοστό βορίου στο έδαφος δεν είναι διαθέσιμο για τα φυτά και αυτό γιατί στο εδαφικό διάλυμα βρίσκεται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις από  $0,4-5 \text{ mg L}^{-1}$  διότι συγκρατείται από τα ορυκτά της αργίλου. Ο κύριος ρόλος του βορίου στα φυτά αφορά τη δόμηση του κυτταρικού τοιχώματος, καθώς εκτιμάται από ερευνητές ότι το 90% του βορίου στα φυτά απαντάται στα κυτταρικά τοιχώματα αυτών. Το βόριο μαζί με το ασβέστιο είναι ικανά να σχηματίσουν σύμπλοκα με πολλά συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος όπως πηκτίνες, πολυόλες και άλλα πολυμερή μόρια. Ακόμη, το βόριο, σχηματίζει εστέρες με άλλα μόρια που υπάρχουν στο τοίχωμα προσφέροντας ακαμψία, σταθερότητα και σχήμα στο κύτταρο. Σε φυτά με ανεπάρκεια βορίου, οι πλασματικές μεμβράνες έχουν υψηλή διαρροή ιόντων και χάνουν τη λειτουργική τους ακαιρεότητα. Μία ομάδα ερευνητών παρατήρησε υπερβολική διαρροή  $K^+$  σε φυτά με ανεπάρκεια βορίου. Μία άλλη σημαντική λειτουργία στην οποία εμπλέκεται το βόριο είναι και η κυτταρική διαίρεση. Το βόριο, είναι απαραίτητο στις αναπτυσσόμενες περιοχές των φυτών όπως οι άκρες της ρίζας, η ανάπτυξη των νέων φύλλων και οφθαλμών και γενικότερα σε μεριστωματικούς ιστούς. Η αυξημένη, αυτή, απαίτηση σε βόριο οφείλεται στο γεγονός ότι η μεταφορά του στοιχείου μέσω του φλοιώματος από τους κλάδους στα άλλα μέρη του φυτού είναι αργή με αποτέλεσμα το περισσότερο βόριο να συσσωρεύεται στα φύλλα. Γενικότερα, οι νεαροί ιστοί έχουν μεγαλύτερες ανάγκες σε βόριο σε σχέση με τους ώριμους. Μια ακόμη σημαντική λειτουργία του βορίου είναι αυτή της αναπαραγωγικής ανάπτυξης. Στο σιτάρι, η έλλειψη βορίου προκαλεί κακή

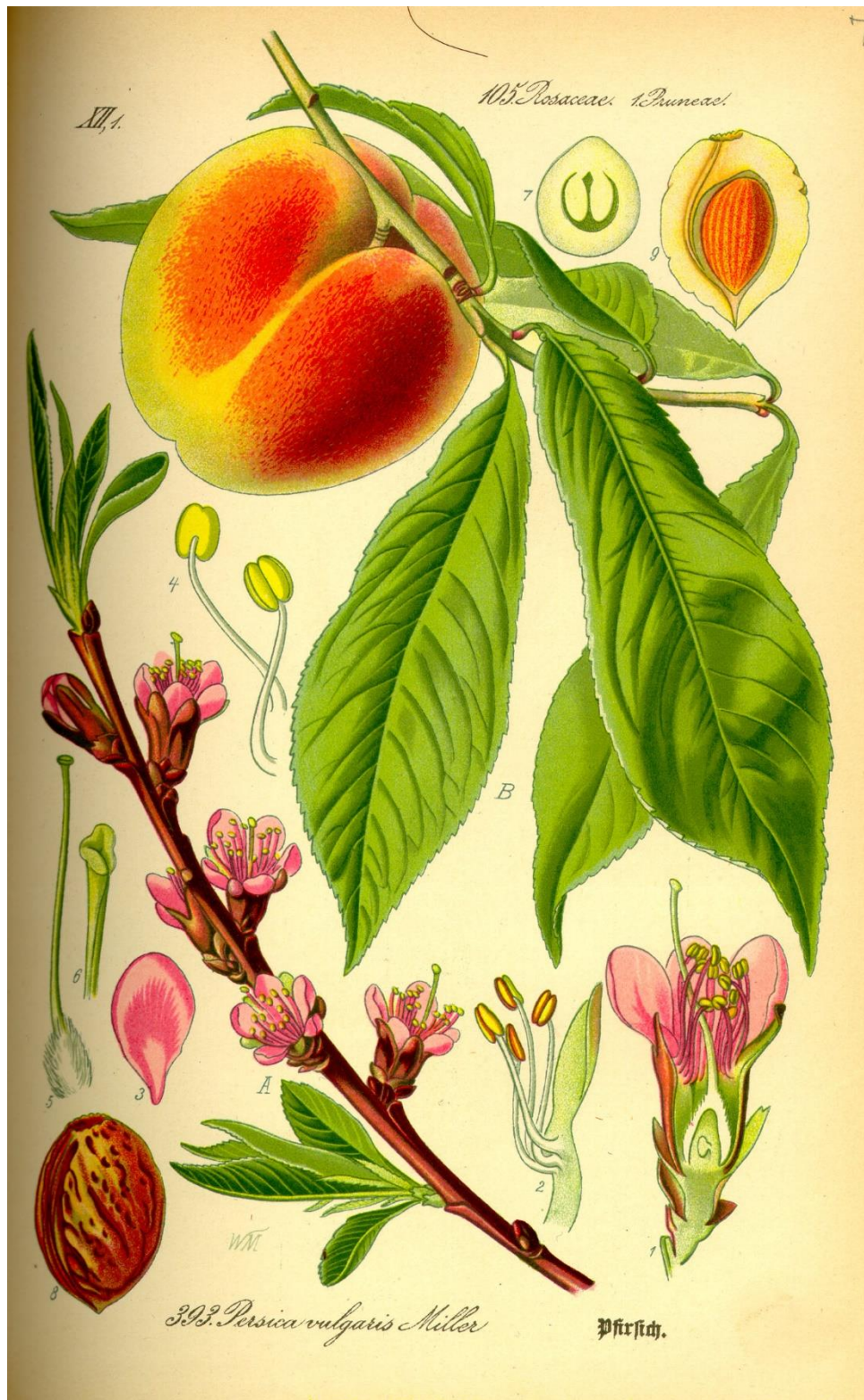
ανάπτυξη του ανθήρα, της γύρης και καθυστερημένη ανάπτυξη του φυτού. Ακόμη, δοκιμές σε *in vitro* ανάπτυξη έδειξαν ότι το βόριο απαιτείται για τη βλάστηση της γύρης και την ανάπτυξη των γυρεοσωλήνων στο σιτάρι. Επίσης, έχει βρεθεί καλύτερη επικονίαση και ανάπτυξη σπόρου, χαμηλό ποσοστό στειρότητας και μεγαλύτερο αριθμό κόκκων ανά φυτό σε διάφορες ποικιλίες ρυζιού μετά από βοριούχο λίπανση. Στη ροδακινιά, έχει αναφερθεί, αποβολή ανθοφόρων οφθαλμών με αποτέλεσμα τη μείωση της άνθισης.

## 1.2 Ροδακινιά

### Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η οικογένεια *Rosaceae* είναι η 19η μεγαλύτερη οικογένεια στο φυτικό βασίλειο. Είναι μία μεγάλη οικογένεια που περιλαμβάνει 90-125 γένη και 3370 – 3500 είδη, και αποτελείται από δένδρα (Potter *et al.*, 2007), θάμνους και βότανα. Η μέγιστη ανάπτυξη των φυτών της οικογένειας, εντοπίζεται κυρίως στις βόρειες εύκρατες περιοχές ή στο βόρειο ημισφαίριο. Τα φυτά της συγκεκριμένης οικογένειας εμφανίζουν εξαιρετική φαινοτυπική ποικιλομορφία και αριθμό χρωμοσωμάτων με οικονομική και επιστημονική αξία. Η βοτανική ταξινόμηση σύμφωνα με το Υπουργείο Γεωργίας των Η.Π.Α είναι η εξής:

- Βασίλειο: Φυτά
- Υποβασίλειο: Τραχεοβίοντα
- Υπέρταξη: Σπερματοφύτα
- Συνομοταξία: Αγγειόσπερμα
- Ομοταξία: Δικοτυλήδονα
- Υπόταξη: *Rosidea*
- Τάξη: *Rosales*
- Οικογένεια: *Rosaceae*
- Γένος: *Prunus*
- Είδος: *Prunus persica*, (USDA, 2021)



Εικόνα 1.2: Μορφολογικά χαρακτηριστικά της ροδακινιάς

(Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Peach>)

Η ροδακινιά (*Prunus persica* L.) κατάγεται από τη Κίνα, και είναι συγγενικό είδος με την αμυγδαλιά (*Prunus dulcis*). Λίγα είναι γνωστά για τον άγριο πρόγονο του φυτού και τον τρόπο εξημέρωσής του. Είναι διπλοειδές ( $2n=16$ ) είδος δένδρου με μέσο ύψος

τα 8 m. Ο κορμός είναι ευθύς με μαλακή υφή κοκκινωπού χρώματος κατά το πρώτο έτος ανάπτυξης ενώ μετατρέπεται σε καφέ ή σκούρο γκρι με το πέρασμα των ετών. Το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται σε βάθος 50-60 cm, αναλόγως και τον τύπο του εδάφους. Οι ρίζες είναι χρώματος πορτοκαλί στη νεαρή ηλικία και μεταχρωματίζονται σε σκούρο πορτοκαλί όταν ωριμάζουν. Το δένδρο ζει για 20 έως 30 έτη ενώ οι καλλιεργούμενες ποικιλίες από 12 μέχρι 15 έτη. Η παραγωγή καρπών ξεκινά από το 2<sup>ο</sup> ή 3<sup>ο</sup> έτος καλλιέργειας. Οι ετήσιοι βλαστοί είναι χρώματος κόκκινου ή πράσινου στα νεαρά στάδια ανάπτυξης ενώ αποκτούν σκούρο καφέ στα επόμενα έτη. Οι οφθαλμοί εντοπίζονται στη βάση των φύλλων και αποτελούνται από 3 μέρη: 2 πλάγιους ανθοφόρους οφθαλμούς και στο μέσο έναν βλαστοφόρο. Παρόλα αυτά υπάρχουν περιπτώσεις όπου μόνο 3 βλαστοφόροι μπορεί να υπάρχουν στη βάση των φύλλων ή ένας ανθοφόρος και ένας βλαστοφόρος. Επάνω στο δένδρο της ροδακινιάς μπορεί να υπάρχουν πολλοί τύποι βλαστών με διαφορετική συμβολή στην απόδοση και τη ποιότητα των φρούτων, όπως περιγράφεται παρακάτω.

- Ετήσιοι βλαστοί, είναι ο βλαστοί που προκύπτουν από οφθαλμό της ίδιας χρονιάς. Φέρουν ανθοφόρους και βλαστοφόρους οφθαλμούς. Καταλήγουν σε βλαστοφόρο. Είναι οι σημαντικότεροι βλαστοί για τη σταθερή παραγωγή του δένδρου.
- Μεικτοί βλαστοί, είναι οι βλαστοί που αναπτύχθηκαν τη προηγούμενη χρονιά και φέρουν τη τρέχουσα παραγωγή. Είναι μήκους 50-100cm, φέρουν ανθοφόρους οφθαλμούς και βλαστοφόρους ενώ καταλήγουν σε βλαστοφόρο.
- Λεπτοκλάδια, πρόκειται για βλαστούς μήκους 10-15cm, μικρής ζωηρότητας με κορυφαίο βλαστοφόρο οφθαλμό.
- Λαίμαργοι βλαστοί, οι οποίοι δε φέρουν οφθαλμούς και είναι υψηλής ζωηρότητας.
- Ροζέττες (Spur), πρόκειται για βλαστό μήκους 1-5 cm που καταλήγει σε βλαστοφόρο και φέρει ανθοφόρους πλάγια.
- Βραχίονες, πρόκειται για βλαστό άνω των 4-5 ετών.

Τα άνθη της ροδακινιάς είναι ερμαφρόδιτα, με κόκκινο-πράσινο κάλυκα ο οποίος αποχωρεί μετά την καρπόδεση. Συνήθως τα πέταλα είναι 5 με χρώμα που ποικίλλει από λευκό μέχρι κόκκινο, αν και οι περισσότερες ποικιλίες έχουν άνθη χρώματος ροζ. Ο ύπερος έχει 2 ωοθήκες αλλά στη πραγματικότητα μόνο η μία γονιμοποιείται. Η διάρκεια της γονιμοποίησης διαρκεί από 1-12 μέρες (Herrero & Arbeloa, 1989). Το έμβρυο αποκτά κυτταρικές μορφές (μεμβράνες κτλ.) 5-6 εβδομάδες μετά τη γονιμοποίηση. Ο πυρήνας θα εμφανισθεί 100-110 ημέρες μετά την πλήρη άνθιση στο

ενδοσπέρμιο και εν συνεχεία ο καρπός ολοκληρώνει την ανάπτυξη του με απλή προσθήκη ξηράς ουσίας (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια). Ο καρπός είναι δρύπη με μέσο βάρος 180 – 230 g για τις εμπορικές ποικιλίες. Γενικότερα, ο καρπός ακολουθεί 4 βασικά στάδια ανάπτυξης. Το πρώτο στάδιο αφορά το στάδιο της κυτταρικής διαίρεσεως και η διάρκεια της φάσης αυτής δεν εξαρτάται από την εποχή ωρίμανσης του καρπού. Το δεύτερο στάδιο αφορά τη σκλήρυνση του πυρήνα και όλη η ξηρά ουσία οδηγείται για αυτό το σκοπό. Είναι αργό στάδιο στις όψιμες ποικιλίες και πολύ σύντομο στις πρώιμες. Στο τρίτο στάδιο λαμβάνει μέρος η κυτταρική διόγκωση των κυττάρων και η διάρκεια της φάσης εξαρτάται από την εποχή ωρίμανσης. Τέλος, λαμβάνει η χώρα η ωρίμανση του καρπού.

### Γεωγραφική Εξάπλωση

Το βοτανικό όνομα της ροδακινιάς (*Prunus persica var. persica*) αναφέρεται στην υποθετικά χώρα καταγωγής τη Περσία, και πιο συγκεκριμένα το σημερινό Ιράν, το οποίο και δόθηκε από τον Λινναίο το 1758. Τον 19ο αιώνα, στη Κίνα βρέθηκαν αρχαιολογικά κείμενα που αποδεικνύουν την ύπαρξη της εξημερωμένης ροδακινιάς το λιγότερο 3000 χρόνια π.Χ αλλά και απολιθωμένοι σπόροι ροδακινιάς που χρονολογούνται περί το 8000-7000 π.Χ στη περιοχή του Κουακιάο στη Κίνα. Πιστεύεται ότι η δυτική κίνηση κατά τον 2ο – 1ο αιώνα π.Χ έφερε τη ροδακινιά στο σημερινό Ιράν, λίγο πριν την άφιξη της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας. Ακόμη, Λατίνοι σπουδαστές αναφέρουν τη καλλιέργεια της ροδακινιάς στην Ιταλία κατά τον 1ο αιώνα π.Χ και την ίδια περίοδο θεωρείται ότι μεταφέρθηκε και στη Γαλλία μέσω της Βαλκανικής οδού, παράλληλα του ποταμού Δούναβη και μέσω της Περιοχής της Μαύρης Θάλασσας. Στην Αμερική, η ροδακινιά μεταφέρθηκε από Ισπανούς τον 16ο αιώνα. Καλλιεργήθηκε, στη Β. Αμερική και πολλαπλασιάστηκε με σπόρο από τους ντόπιους της εποχής. Αυτό έδωσε την ευκαιρία στη δημιουργία νέων ποικιλιών, όπως αυτές των συμύρηνων ροδάκινων. Σήμερα, η καλλιέργεια των συμύρηνων ροδάκινων εντοπίζεται κυρίως στη Μεσόγειο και συγκεκριμένα στην Ελλάδα, την Ισπανία και την Ιταλία.

## Κύριες ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα

Όλες οι καλλιεργούμενες ποικιλίες ροδακινιάς προήλθαν από το είδος *Prunus persica*. Στις ποικιλίες, αυτές, τα επιθυμητά χαρακτηριστικά των καρπών προκειμένου να καταστούν εμπορεύσιμοι αφορούν το μέγεθος, το χρώμα της σάρκας, ευκολία απόσπασης του πυρήνα από τη σάρκα, ο χρόνος ωρίμανσης, η ύπαρξη ή όχι χνουδιού και το ειδικό βάρος του καρπού. Οι βασικές κατηγορίες ροδάκινων είναι οι εξής: α) Επιτραπέζια ροδάκινα β) Νεκταρίνια γ) Συμπύρηνα ροδάκινα. Επίσης, ο χρωματισμός της σάρκας αποτελεί κριτήριο ποιότητας. Το υποκείμενο που χρησιμοποιείται κατά κόρον σήμερα για τον εμβολιασμό των ποικιλιών είναι το GF677 το οποίο είναι υβρίδιο αμυγδαλιάς – ροδακινιάς. Είναι ανθεκτικό στο ανθρακικό ασβέστιο ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για επαναφυτεύσεις.

Οι κύριες ποικιλίες επιτραπέζιων ροδάκινων που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι οι Early May Crest, May Crest, Spring Crest, Early Crest, Spring Belle, Red Haven, Royal Glory, June Gold, Maria Bianca, Sun Crest, July Lady, Sun Cloud, Fayette, O' Henry, Fransoua, Queen Crest, Royal Gem, Elegant Lady, Gladys, Symphonie, Spring Bell, Ruby Rich.

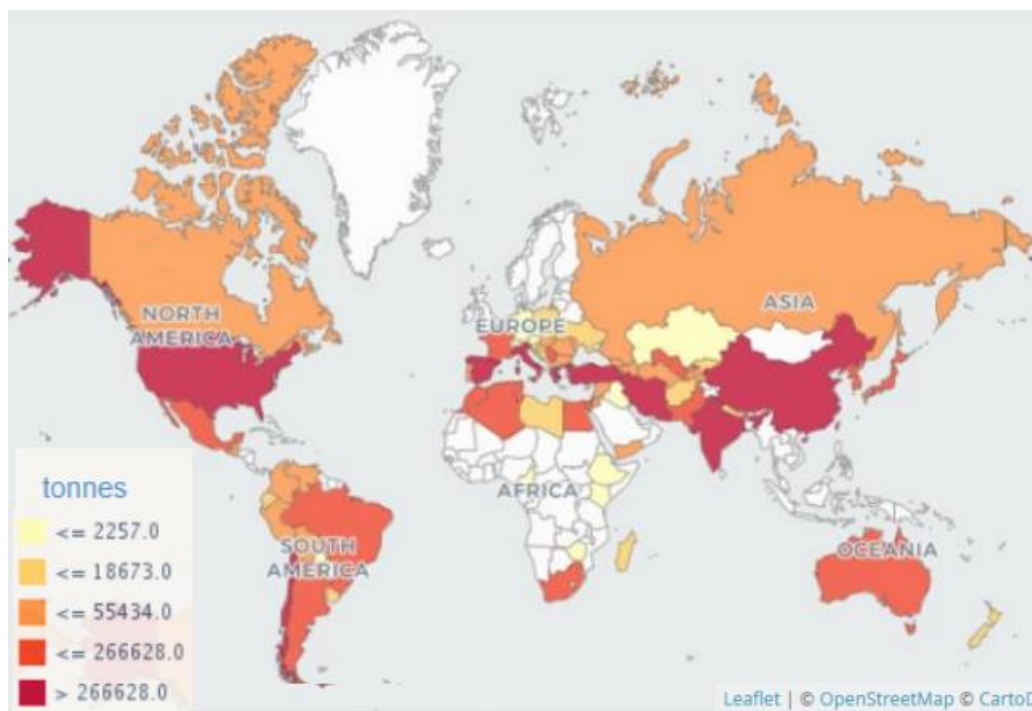
Για τα νεκταρίνια οι κύριες ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι οι Adriana, Rita Star, May Grand, Sun Free, Aurelio Grand, Caltese 2000, Spring Red, Big Top, Stark Red Gold, Venus, Firebright, Fantasia, Tasty Free.

Τα ροδάκινα που πρόκειται να κονσερβοποιηθούν έχει επικρατήσει να λέγονται συμπύρηνα ροδάκινα. Μερικά από τα χαρακτηριστικά των συμπύρηνων ροδάκινων διαφοροποιούνται από αυτά των επιτραπέζιων, όπως το κίτρινο – χρυσό χρώμα, η σκληρή σάρκα ακόμη και στην ωρίμανση του καρπού και το μεγαλύτερο ειδικό βάρος. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες συμπύρηνων ροδάκινων στην Ελλάδα είναι οι Romea, Catherina, Fergold, Feracluse, A39, Andross, Ferlot, Late Andross, Everts, Venus Aroma, Venus Late Gold ενώ τελευταία φυτεύονται οι νέες ισπανικές ποικιλίες Mirel, Farbel, Mirabel, Marlen και Harbel.

## Παραγωγικότητα

Η καλλιέργεια της ροδακινιάς είναι η τρίτη πιο σημαντική καλλιέργεια σε παγκόσμια κλίμακα, βάσει οικονομικής σημασίας, της οικογένειας *Rosaceae* μετά από αυτή των μήλων (*Malus spp.*) και των αχλαδιών (*Pyrus spp.*). Η Κίνα είναι η μεγαλύτερη χώρα παραγωγής και ακολουθεί η Ισπανία, η Ιταλία, οι Η.Π.Α και η Ελλάδα.

Το 2018 η Κίνα ήταν η κύρια χώρα παραγωγής με 14,47 εκατομμύρια τόνους, ακολουθούμενη από την Ισπανία (1,53), την Ιταλία (1,43), τις Η.Π.Α (0,93) και την Ελλάδα (0,85). Στη Κίνα καλλιεργήθηκαν 8,387,680 στρέμματα ακολουθούμενη από την Ισπανία (868,960), την Ιταλία (690,050) και την Ελλάδα (442,710). Στη παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η παγκόσμια παραγωγή επιτραπέζιων και συμπύρηνων ροδάκινων.



Εικόνα 1.3: Παγκόσμιος χάρτης παραγωγής ροδάκινων και νεκταρινιών.

(Πηγή: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>).

Στην Ε.Ε η καλλιέργεια της ροδακινιάς συγκεντρώνεται κυρίως στις Μεσογειακές χώρες, δηλαδή σε Ισπανία, Ιταλία, Ελλάδα και Γαλλία αν και ο κίνδυνος απώλειας παραγωγής λόγω παγετού είναι μεγαλύτερος σε σχέση με τις βόρειες χώρες. Αν και η Ισπανία είναι η μεγαλύτερη χώρα παραγωγής και εξαγωγής επιτραπέζιων ροδάκινων και νεκταρινιών, αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα είναι η κύρια χώρα εξαγωγής



συμπύρηνων ροδάκινων που προορίζονται για συσκευασία. Στην Ελλάδα, η ροδακινιά καλλιεργείται από τα μέσα του 1950 κυρίως στο βόρειο κομμάτι της χώρας. Το 2016 καλλιεργήθηκαν περίπου 480,000 στρέμματα για παραγωγή ροδάκινων και νεκταρινιών με τη περισσότερη παραγωγή να είναι τον Ιούνιο – Ιούλιο. Εξήγαγε 169,264 εκατομμύρια τόνους κυρίως στη Σερβία, τη Ρουμανία, τη Βουλγαρία, τη Γερμανία, την Ουκρανία και τη Ρωσία (μόνο τα συμπύρηνα). Σημειώνεται ότι στον τομέα επεξεργασίας φρούτων, το κονσερβοποιημένο ροδάκινο αποτελεί μεγάλο ποσοστό της συνολικής παραγωγής και εξαγωγής. Το 2019 καλλιεργήθηκαν 394,000 στρέμματα κα παρήχθησαν 630,000 t από 18,900,897 δένδρα (ΕΛΣΤΑΤ). Στη παραγωγή συμμετέχουν σε ποσοστό τα επιτραπέζια ροδάκινα κατά 35% ενώ τα βιομηχανικά ροδάκινα σε ποσοστό 65%. Από τα επιτραπέζια ροδάκινα το 15% αποτελούν τα νεκταρίνια. Γενικότερα, η απόδοση μιας ποικιλίας επηρεάζεται πάρα πολύ από την ημερομηνία ωρίμανσης των καρπών, ενώ η ημερομηνία συγκομιδής εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες και για το λόγο αυτόν διαφέρει από χρονιά σε χρονιά.

### Λίπανση

Οι ανάγκες της ροδακινιάς σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία είναι υψηλές διότι παράγει πολλούς καρπούς κάθε έτος αλλά και αποτελεί ένα είδος με υψηλή βλαστική ικανότητα. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η περιεκτικότητα των φύλλων σε ανόργανα θρεπτικά μετά από εργαστηριακές αναλύσεις φύλλων:

Πίνακας 1.1: Περιεκτικότητα φύλλων ροδακινιάς σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία.

N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	Mn	B	Zn	Cu
%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
2,67-3,36	0,15-0,30	2,14-3,0	1,44-0,54	1,9-2,5	100-150	124-152	119-142	28-34	17-30	7,1-11,9

### Ανάγκες σε λίπανση

Το γεγονός ότι η ροδακινιά είναι ένα δένδρο με υψηλή ικανότητα βλαστικής ανάπτυξης καθιστά το είδος ιδιαίτερα απαιτητικό σε νερό και θρεπτικά. Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι το άζωτο και το κάλιο είναι σε υψηλά επίπεδα που σημαίνει την συχνή εφαρμογή κατάλληλων λιπασμάτων κάθε χρόνο. Συνήθως, τα υπόλοιπα στοιχεία

εφαρμόζονται όταν παρατηρηθεί έλλειψη αυτών. Στη ροδακινιά, εύκολα εντοπίζεται έλλειψη σιδήρου ιδιαίτερα στα ασβεστούχα εδάφη τα οποία και κυριαρχούν στον ελληνικό χώρο. Πέρα από το σίδηρο, ο ψευδάργυρος είναι ένα από τα ιχνοστοιχεία που εύκολα παρατηρείται έλλειψη αυτού, ιδίως σε αμμώδη εδάφη. Το άζωτο θα πρέπει να εφαρμόζεται στη ροδακινιά σε ποσότητες που να συμβαδίζουν με την ηλικία των δένδρων, την ζωηρότητα της βλάστησης, τον τύπο του εδάφους κ.α. Μια τυπική ποσότητα αζώτου που θα πρέπει να χορηγείται σε δένδρα πλήρους καρποφορίας είναι περί τα 15 – 21 μονάδες αζώτου σε δύο δόσεις την Άνοιξη και το Καλοκαίρι. Το κάλιο εφαρμόζεται σε 7 – 10 μονάδες  $K_2O$  μία φορά την Άνοιξη. Όσον αφορά το σίδηρο, σε εδάφη με υψηλό pH ή ασβεστούχα εδάφη η χορήγηση χηλικού σιδήρου διορθώνει την έλλειψη, ενώ οι διαφυλλικοί ψεκασμοί διορθώνουν την έλλειψη ψευδαργύρου.

### Ρόλος του εδάφους

Η ροδακινιά αναπτύσσεται άριστα σε αμμοπηλώδη εδάφη (ελαφρά), ενώ δεν ισχύει το ίδιο για βαριά και συνεκτικά εδάφη λόγω έλλειψης αερισμού και μειωμένη στράγγιση. Αυτό έχει επιπτώσεις στην παραγωγικότητα του δένδρου αλλά και στη ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Φαίνεται ότι η στράγγιση αλλά και ο αερισμός του εδάφους θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν πριν την εγκατάσταση ενός ροδακινεώνα, καθώς η αυξημένη υγρασία και ο ανεπαρκής αερισμός οδηγούν σε μια γενικευμένη χλώρωση των φύλλων λόγω της μετατροπής των αμμωνιακών σε νιτρικό άζωτο και άρα την έλλειψη του στοιχείου. Ασβεστούχα εδάφη είναι επιθυμητό να αποφεύγονται λόγω της συχνής έλλειψης σιδήρου και συνεπώς την συχνή επέμβαση με τα κατάλληλα λιπάσματα, πράγμα που σηματοδοτεί την αύξηση του κόστους.

### **1.3 Ερευνητικές ανάγκες**

#### Ορθολογική λίπανση

Η ορθολογική λίπανση, δηλαδή η συνεχής, απρόσκοπτη και ισοζυγισμένη προμήθεια όλων των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων στα φυτά, στις ποσότητες που χρειάζονται, κρίνεται το λιγότερο αναγκαία τη σημερινή εποχή. Η κλιματική αλλαγή αποτελεί αδιαμφισβήτητο παράδειγμα της συνεχούς μόλυνσης του περιβάλλοντος στις μέρες μας. Οι αυξημένες εκπομπές ρύπων από τις βιομηχανίες για την παραγωγή των αγροχημικών, τα βιομηχανικά απόβλητα, τα αστικά λύματα και οι γεωργικές δραστηριότητες του ανθρώπου αποτελεί το κύριο πρόβλημα μόλυνσης του περιβάλλοντος τη σημερινή εποχή. Επίσης, η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων οδηγεί σε

περιβαλλοντικές καταστροφές όπως αυτή του ευτροφισμού των νερών. Η υψηλή συγκέντρωση φωσφορικών σε λίμνες και ποτάμια ευθύνονται για τον θάνατο υδρόβιων ειδών αλλά και για την αύξηση του φυτοπλαγκτού με αυτό να σημαίνει δυσμενείς επιπτώσεις για τους ζωικούς οργανισμούς. Ακόμη, η υπερβολική αζωτούχος λίπανση πέρα από τη ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, οδηγεί σε υψηλή συσσώρευση των νιτρικών όχι μόνο στο νερό άρδευσης αλλά και στο πόσιμο νερό. Επίσης, η ενεργειακή κρίση που πρόκειται να μας απασχολήσει τα επόμενα χρόνια, συνεπάγει την αύξηση του κόστους ενέργειας στους αγρούς όπως για παράδειγμα του κόστους άρδευσης κ.α. Ο πληθωρισμός σήμανε την αύξηση του κόστους των πρώτων υλών και άρα την αύξηση της τιμής όχι μόνο των παραγομένων λιπασμάτων για τη θρέψη των φυτών, αλλά και των προϊόντων θρέψης (και άλλων χρήσεων) για τον άνθρωπο. Συνεπώς, η ορθολογική λίπανση αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για τη σωστή θρέψη των φυτών, την παραγωγή και τη διάθεση υψηλής ποιότητας προϊόντων με τη χαμηλότερη χρήση και εκμετάλλευση πόρων αλλά και στο χαμηλότερο κόστος παραγωγής. Παράλληλα, ελαχιστοποιείται η μόλυνση του περιβάλλοντος, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην αειφορία των γεωργικών οικοσυστημάτων.

### Στόχος εργασίας

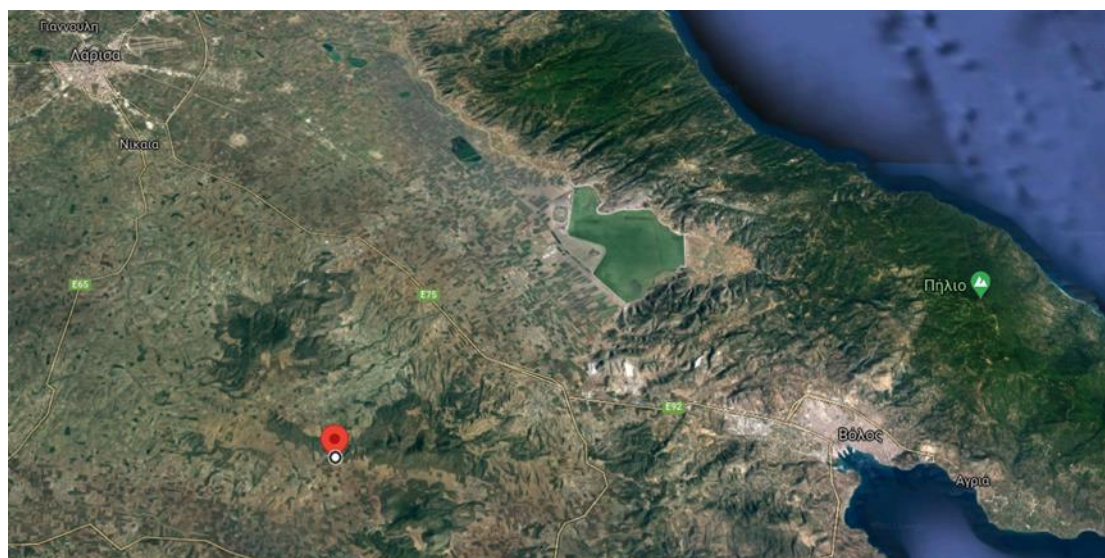
Η ροδακινιά συνιστά μία σημαντική καλλιέργεια, καθώς συμβάλλει όχι μόνο στις εξαγωγές τον βιομηχανιών της χώρας αλλά και ως μια σημαντική πρόσοδο για τον παραγωγό. Στην Ελλάδα καλλιεργείται κυρίως στο βόρειο τμήμα αλλά τα τελευταία χρόνια η καλλιέργεια επεκτάθηκε και στην ευρύτερη Θεσσαλία. Επομένως, αποτελεί και θα εξακολουθεί να αποτελεί μία δυναμική καλλιέργεια για τη χώρα. Ωστόσο, ο συμβατικός τρόπος καλλιέργειας και η αλόγιστη χρήση νερού και λιπασμάτων όχι μόνο αυξάνει το κόστος παραγωγής, αλλά έχουν φέρει πλέον δυσμενείς επιπτώσεις στο ευρύτερο οικοσύστημα της χώρας με τα αποτελέσματα αυτών να είναι ορατά. Αρκετές έρευνες έχουν επισημάνει τη μεταστροφή από τον συμβατικό τρόπο καλλιέργειας και τη μέχρι τώρα προτεινόμενη λίπανση, σε μία πιο ακριβή λίπανση, πιο ορθολογική με συγκεκριμένες ποσότητες στοιχείων που επαρκούν για τη παραγωγή καρπών υψηλής ποιότητας και την κάλυψη των αναγκών των δένδρων. Η μείωση του αζώτου από 20 kg σε 10 kg ανά στρέμμα, κρίνεται αναγκαία λόγω της αυξημένης βλαστικής ανάπτυξης και της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος (Tagliavini & Marangoni, 2002). Επίσης, η αυξημένη συγκέντρωση καλίου λόγω υπερλιπάνσεων με το στοιχείο αυτό, συχνά οδηγεί σε ελλείψεις άλλων στοιχείων όπως αυτή του μαγνησίου στη ροδακινιά.

Ακόμη, η υπερβολική χρήση των φωσφορικών δια εδάφους, πέραν της μόλυνσης των υδάτων, λόγω της δέσμευσης αυτού καθιστά το στοιχείο συχνά ανεπαρκές στους ιστούς των φυτών. Αντίθετα, η διαφυλλική εφαρμογή φωσφόρου έδειξε αυξημένο αριθμό ανθών. Συνεπώς, κρίνεται αναγκαίο η δημιουργία ενός ορθολογικού οδηγού λίπανσης της ροδακινιάς που θα καλύπτει με ακρίβεια τις ανάγκες της καλλιέργειας, ενώ θα είναι σε θέση να παράγει αξιόπιστα προϊόντα που θα είναι ανταγωνιστικά και βιώσιμα σε μία απαιτητική αγορά. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να εξεταστεί αν ο ορθολογικός τρόπος λίπανσης μπορεί να ανταγωνιστεί τον συμβατικό τρόπο αλλά και να αποτελέσει έναν μελλοντικό οδηγό λίπανσης τόσο για τους σημερινούς καλλιεργητές ροδάκινων όσο και για τις επόμενες γενεές. Για να συμβεί αυτό, ο ορθολογικός τρόπος λίπανσης πρέπει να είναι σε θέση να διασφαλίσει υψηλής ποιότητας καρπούς, οι οποίοι θα μπορούν να ανταπεξέλθουν στις σύγχρονες απαιτήσεις της αγοράς, να είναι σε θέση να διατηρήσει ή και να αυξήσει την απόδοση του αγρού αποφεύγοντας κατά το μέγιστον την περιβαλλοντική επιβάρυνση.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Πειραματικός σχεδιασμός

Το πείραμα διεξήχθη στη Κεντρική Θεσσαλία και συγκεκριμένα στο Ρήγαιο, ένα χωριό που απέχει 20,63 χλμ. από τη κοινότητα των Φαρσάλων και υπάγεται στον ευρύτερο νομό Λάρισας. Βρίσκεται ενδιάμεσα των δύο μεγάλων πόλεων της Λάρισας και του Βόλου. Απέχει 49,9 χλμ. από τη Λάρισα, ενώ από τον Βόλο 55 χλμ. και η ακριβής θέση του, δίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.1: Στη φωτογραφία φαίνεται με κόκκινη σήμανση η ακριβής θέση του αγρού. Φωτογραφία από Google Maps.

Η ακριβής θέση του αγρού όπου έλαβε μέρος το πείραμα είναι  $39^{\circ} 20' 44.96''$  Β για το γεωγραφικό πλάτος και  $22^{\circ} 36' 45.73''$  Α για το γεωγραφικό μήκος, ενώ το υψόμετρο ανέρχεται στα 319 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Η κάτοψη του αγρού στο χάρτη φαίνεται στην Φωτογραφία 1 στο Παράρτημα. Το κλίμα είναι μεσογειακό με θερμή εαρινή εποχή και ψυχρούς χειμώνες με κίνδυνο παγετών. Το έδαφος του αγρού χαρακτηρίζεται ως αργιλώδης πηλός με οργανική ουσία 2,5%, pH ίσο με 7,4 και αγωγιμότητα  $619 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Η έκταση του αγρού είναι 22 στρέμματα με τις διαστάσεις να είναι 110 m για το πλάτος και 200 m για το μήκος (Φωτογραφία 2 στο Παράρτημα). Στον συγκεκριμένο αγρό καλλιεργούνται συμπύρηνια ροδάκινα, ποικιλίας Venus Late Gold (VLG), μία όψιμη ποικιλία με πρώτη ημερομηνία συγκομιδής περί της 7ης Σεπτεμβρίου και τελευταία περί 30ης Σεπτεμβρίου. Το σύνολο των δένδρων είναι 1150, ηλικίας 6 ετών και η άρδευσή τους έγινε με τη μέθοδο της στάγδην άρδευσης. Το νερό άρδευσης, χαρακτηρίζεται από pH ίσο με 7,2, ηλεκτρική αγωγιμότητα 830,9

$\mu\text{S cm}^{-1}$  ενώ η συγκέντρωση των νιτρικών ανέρχεται στα  $0,19 \text{ mg L}^{-1}$ . Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό πρόγραμμα εργασίας του παραγωγού, με όλες τις καλλιεργητικές πρακτικές που ακολουθούνται στον αγρό:

Πίνακας 2.1 : Ημερολογιακό πρόγραμμα εργασιών παραγωγού

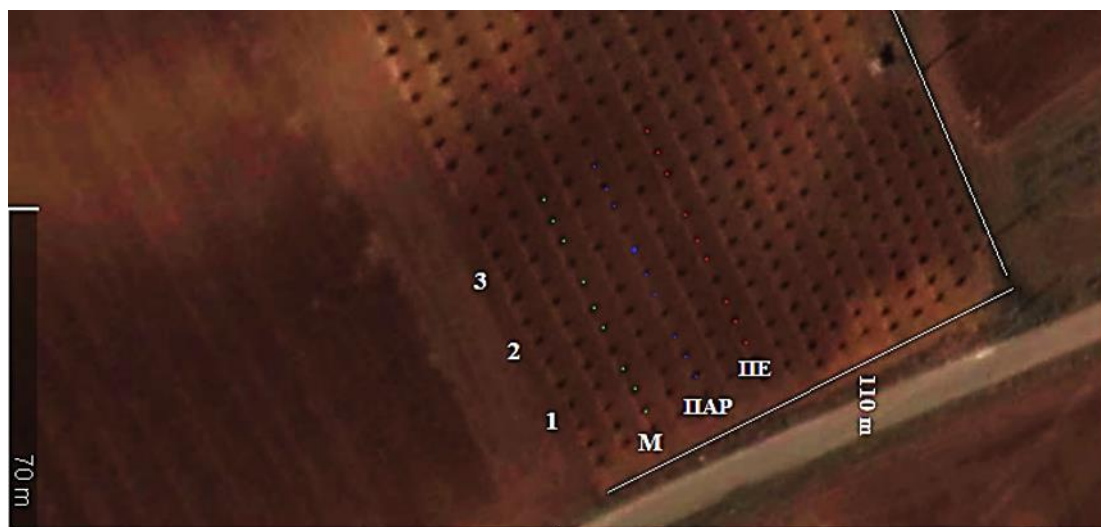
Ημερομηνία	Εργασία
1-30 Ιανουαρίου	Χειμερινό κλάδεμα, ψεκασμός με χαλκούχα σκευάσματα, ενσωμάτωση κλαδευτικών στο έδαφος με χρήση καταστροφέα.
10-20 Φεβρουαρίου	Βασική λίπανση με μεικτό λίπασμα πριν από βροχή.
1-5 Μαρτίου	Διόγκωση ανθοφόρων οφθαλμών, ψεκασμός για αντιμετώπιση εξώασκου ( <i>Taphrina derfomans</i> ) με δραστική ουσία ziram, διαφυλλική λίπανση (Zn,B).
8-20 Μαρτίου	Άνθιση, αντιμετώπιση ζιζανίων με ψεκασμό (glyphosate) και μηχανική κοπή.
1-10 Απριλίου	Αζωτούχος λίπανση, αντιμετώπιση ζιζανίων.
Μάιος	Αντιμετώπιση λεπιδοπτέρων ( <i>Anarsia lineatella</i> , <i>Grapholita molesta</i> ) με χρήση κομπούζιου, προληπτικά μέτρα έναντι του ωιδίου της ροδακινιάς ( <i>Spaerotheca pannosa</i> ).
25 Μαΐου – 5 Ιουνίου	Έναρξη σκλήρυνσης του πυρήνα, αραίωμα καρπών, απομάκρυνση λαίμαργων βλαστών.

1-30 Αυγούστου	Προληπτικοί ψεκασμοί με πυρεθρίνες έναντι της Μύγας Μεσογείου ( <i>Ceratitis capitata</i> ).  Καλιούχος λίπανση, αντιμετώπιση ζιζανίων και προετοιμασία για συγκομιδή.
1-10, 10-20, 20-30 Σεπτεμβρίου	Συγκομιδή καρπών
10-20 Οκτωβρίου	Μετασυλλεκτικοί διαφυλλικοί ψεκασμοί, ουρίας και ιχνοστοιχείων(Zn,B).

### Στήσιμο πειράματος

Για την διερεύνηση του σκοπού της εργασίας και την εξέταση της αποτελεσματικότητας της ορθολογικής λίπανσης έναντι της συμβατικής, το πείραμα διεξήχθη ως εξής. Επιλέχθηκαν 3 γραμμές φύτευσης δένδρων τυχαίες εντός του αγρού, μη συνεχόμενες, αλλά με παρεμβολή μίας σειράς τυπικών γραμμών δένδρων ροδακινιάς ανάμεσα στις τρεις. Αυτές, οι 3 σειρές αντιπροσωπεύουν και μία μεταχείριση του πειράματος όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, δηλαδή τη μεταχείριση του μάρτυρα (Μ), του παραγωγού (ΠΑΡ), και του πειράματος (ΠΕ) που εξετάζεται. Στις τρεις σειρές αυτές, οι μεταχειρίσεις δεν εφαρμόστηκαν σε όλα τα δένδρα της κάθε σειράς αλλά σε 9 δένδρα χωρισμένα σε τριάδες για κάθε επανάληψη της μεταχείρισης. Ανάμεσα στα 3 δένδρα κάθε επανάληψης αφέθηκε ένα τυπικό δένδρο της καλλιέργειας. Συνολικά, είχαμε 3 επαναλήψεις των τριών δένδρων για κάθε μεταχείριση. Δηλαδή, συνολικά μεταχειρίστηκαν 9 δένδρα μαρτύρων, 9 δένδρα στα οποία εφαρμόστηκε η τυπική λίπανση του παραγωγού και 9 δένδρα στα οποία εφαρμόστηκε η πρόταση της ορθολογικής λίπανσης. Στη παρακάτω εικόνα, φαίνεται

η σχηματική απεικόνιση του πειράματος.



Εικόνα 2.2 : Απεικόνιση αγρού και πειραματικού σχεδίου όπου: Μ: Η μεταχείριση του μάρτυρα, ΠΑΡ: Η μεταχείριση του παραγωγού, ΠΕ: Η μεταχείριση του πειράματος. Με πράσινο χρώμα απεικονίζονται τα 9 δέντρα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μεταχείριση του μάρτυρα, αντίστοιχα με μπλε του παραγωγού και με κόκκινο του πειράματος. Οι αριθμοί 1,2,3 εκφράζουν την επανάληψη κάθε μεταχείρισης. Κάθε επανάληψη περιέχει 3 δένδρα, ενώ παρεμβάλλεται ένα τυπικό δένδρο ανά επανάληψη.

### Περιποίηση φυτών

Στον συγκεκριμένο αγρό τέθηκε σε λειτουργία το θέμα που εξετάζεται στη παρούσα εργασία. Δηλαδή, κατά πόσο η πρόταση ενός συγκεκριμένου τρόπου λίπανσης (ορθολογική), μπορεί να ανταγωνιστεί ή και να αντικαταστήσει τον συμβατικό τρόπο λίπανσης που ακολουθείται επί σειράς ετών από μεγάλο αριθμό παραγωγών. Για το λόγο αυτό, εφαρμόστηκαν τρεις διαφορετικοί τρόποι λίπανσης, δηλαδή τρεις μεταχειρίσεις. Η πρώτη μεταχείριση αφορά αυτή του μάρτυρα, κατά την οποία δεν εφαρμόστηκε καμία λίπανση παρά μόνο οι μετασυλλεκτικοί διαφυλλικοί ψεκασμοί. Ο δεύτερος τρόπος λίπανσης αφορά αυτή του παραγωγού, δηλαδή την ετήσια λίπανση που εφαρμόζει ο παραγωγός. Η τρίτη μεταχείριση αφορά το πειραματικό μέρος της έρευνας και άρα την υλοποίηση της πρότασης ορθολογικής λιπάνσεως, στην οποία εφαρμόστηκε συγκεκριμένες ποσότητες λιπάσματος σε επιλεγμένα χρονικά σημεία της καλλιέργειας. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι τρεις μεταχειρίσεις.

**Μεταχείριση του μάρτυρα (Μ):** Για τη μεταχείριση του μάρτυρα δεν εφαρμόστηκε βασική λίπανση (Φωτογραφία 3 στο Παράρτημα) αλλά και καμία επιπλέον λιπαντική



αγωγή, παρά μόνο ένας διαφυλλικός ψεκασμός μετά την συγκομιδή των καρπών, με υδατοδιαλυτή ουρία σε δόση 1% σε συνδυασμό με υδατοδιαλυτό σκεύασμα βορίου  $400 \text{ g t}^{-1}$  ψεκαστικού υγρού.

### **Μεταχείριση του παραγωγού (ΠΑΡ):**

Η λιπαντική αγωγή που ακολούθησε ο παραγωγός έχει ως εξής:

1. Εφαρμόστηκε βασική λίπανση με κοκκώδες λίπασμα τύπου 11-10-16 σε ποσότητα  $78 \text{ kg/στρέμμα}$ . Το λίπασμα εφαρμόστηκε στις 11 Φεβρουαρίου 2021 και ακολούθησε βροχόπτωση. Η εφαρμογή του λιπάσματος έγινε γραμμικά επάνω στη γραμμή άρδευσης του οπωρώνα (Φωτογραφία 4 στο Παράρτημα).
2. Στο στάδιο διόγκωσης των ανθοφόρων οφθαλμών, εφαρμόστηκε μείγμα ιχνοστοιχείων βορίου και ψευδαργύρου σε δοσολογία  $163 \text{ mg}$  ανά δένδρο και  $250 \text{ mg}$  ανά δένδρο αντίστοιχα ( $500 \text{ mL}$  σκευάσματος/στρέμμα). Η εφαρμογή έγινε με διαφυλλικό ψεκασμό.
3. Στο στάδιο έκπτυξης των φύλλων, 4 Απριλίου 2021, εφαρμόστηκε λίπασμα 34,5-0-0 (νιτρική αμμωνία) με υδρολίπανση σε δοσολογία  $9 \text{ kg/στρέμμα}$  (Φωτογραφία 5 στο Παράρτημα).
4. Τέλη Ιουλίου, εφαρμόστηκε μικτό λίπασμα τύπου 20-20-20 σε ποσότητα  $5 \text{ kg t}^{-1}$ .

**Μεταχείριση του πειραματικού σχεδίου (ΠΕ):** Στα δένδρα στα οποία εφαρμόστηκε η πρόταση της ορθολογικής λιπάνσεως, η λιπαντική αγωγή είχε ως εξής:

1. Εφαρμογή βασικού λιπάσματος τύπου 0-0-50 (θειικό κάλιο) σε δοσολογία  $12 \text{ kg/στρέμμα}$  επάνω στη γραμμή άρδευση (Φωτογραφία 6 στο Παράρτημα). Η εφαρμογή έγινε στις 8 Φεβρουαρίου 2021.
2. Στο στάδιο διόγκωσης των ανθοφόρων οφθαλμών, εφαρμόστηκε μείγμα ιχνοστοιχείων βορίου και ψευδαργύρου σε δοσολογία  $49 \text{ mg}$  ανά δένδρο και  $75 \text{ mg}$  ανά δένδρο αντίστοιχα ( $150 \text{ mL}$  σκευάσματος/στρέμμα). Επίσης, προστέθηκε λίπασμα τύπου 12-61-0 (φωσφορικό μονοαμμώνιο) (MAP) σε ποσότητα  $5 \text{ g L}^{-1}$  ( $0,5 \text{ kg/στρέμμα}$ ) ψεκαστικού υγρού. Οι εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν με διαφυλλικό ψεκασμό με τη χρήση ψεκαστήρα πλάτης χωρητικότητας  $15 \text{ L}$ .

3. Στο στάδιο πτώσης των πετάλων (Φωτογραφία 7 στο Παράρτημα), 4 Απριλίου 2021, εφαρμόστηκε λίπασμα μορφής 34,5-0-0 (νιτρική αμμωνία) με υδρολίπανση σε ποσότητα 12 kg/στρέμμα. Επίσης, μόνο για τα πειραματικά δένδρα πραγματοποιήθηκαν δύο ακόμη ψεκασμοί με φωσφορικό μονοαμμώνιο (12-61-0), σε ποσότητα 15 g L<sup>-1</sup> (1,5 kg ανά 100 L). Ο πρώτος ψεκασμός έγινε στις 4 Απριλίου 2021 ενώ ο δεύτερος στις 19 Απριλίου 2021.
4. Τέλος, προστέθηκε λίπασμα τύπου 13-0-46 (νιτρικό κάλιο), ποσότητας 7,4 kg/στρέμμα με υδρολίπανση στις 13 Μαΐου, και πραγματοποιήθηκε μία ακόμη πανομοιότυπη λίπανση στις 14 Ιουνίου αφού προηγήθηκε θερινό κλάδεμα (Φωτογραφία 8 στο Παράρτημα).

### Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν

**Έδαφος:** Πριν την εφαρμογή του βασικού λιπάσματος, στις αρχές Φλεβάρη, αλλά και μετά το πέρας της συγκομιδής, τέλη Σεπτέμβρη, πραγματοποιήθηκε εδαφολογική ανάλυση για κάθε μεταχείριση. Τα εδαφικά δείγματα συλλέχθηκαν σε βάθος 30 cm από την γραμμή ξεχωριστά για κάθε επανάληψη μεταχείρισης. Στη συνέχεια ενώθηκαν τα δείγματα της κάθε επανάληψης και προέκυψαν 3 εδαφικά δείγματα αντιπροσωπευτικά, ένα για κάθε μεταχείριση (Μ,ΠΑΡ,ΠΕ). Στα δείγματα, αυτά, μετρήθηκε το pH, η αγωγιμότητα, το νιτρικό άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο και το ασβέστιο.

**Φύλλα:** Πραγματοποιήθηκε φυλλοδιαγνωστική ανάλυση από φύλλα που συλλέχθηκαν τέλη Ιουλίου. Επιλέχθηκαν μέσης ωριμότητας φύλλα, μέσου ύψους 1,70 m περιμετρικά των δέντρων των μεταχειρίσεων. Στα φύλλα μετρήθηκε το ολικό άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο και το ασβέστιο.

**Καρποί:** Οι καρποί που συγκομίστηκαν επιλέχθηκαν τυχαία. Για κάθε μεταχείριση μετρήθηκαν συνολικά 25 καρποί χωρισμένοι σε πέντε επαναλήψεις. Στους καρπούς κάθε μεταχείρισης, μετρήθηκε το βάρος των καρπών, το χρώμα του φλοιού και της σάρκας του καρπού, το βάρος των πυρήνων, το ποσοστό ξηρού βάρους, η περιεκτικότητα σε σάκχαρα και οξύτητα του χυμού, η διάμετρο των καρπών, το πλάτος της σάρκας, η σκληρότητα των καρπών και η διάμετρος των πυρήνων.

## 2.2 Μέθοδοι ανάλυσης

### 2.2.1 Καρποί

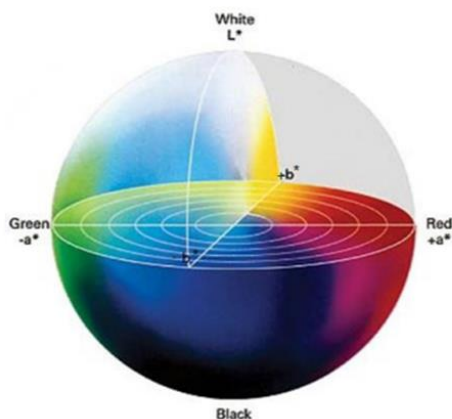
Μετρήσεις καρπών: Για τις απαραίτητες μετρήσεις, οι καρποί χωρίστηκαν σε πέντε επαναλήψεις των πέντε καρπών για κάθε μεταχείριση όπως φαίνεται στη Φωτογραφία 9 στο παράρτημα.

Μέτρηση βάρους καρπών: Για τη μέτρηση του βάρους των καρπών χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά δύο δεκαδικών (Φωτογραφία 10 στο παράρτημα). Οι καρποί μετρήθηκαν ανά πέντε.

Μέτρηση χρώματος φλοιού: Για τη μέτρηση του χρώματος του φλοιού και της σάρκας χρησιμοποιήθηκε χρωματόμετρο με τη μέτρηση να πραγματοποιείται βάσει του συστήματος CIELAB (CIE 1976, L\*, a\*, b\*). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στο μέσο του καρπού μεταξύ κορυφής και ποδίσκου σε σημεία αντιδιαμετρικά. Οι παράμετροι L\*, a\* και b\* είναι χρωματικοί παράμετροι και μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα ανάλογο τρισδιάστατο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων με τη παράμετρο a\* να τοποθετείται στον οριζόντιο άξονα, την b\* στον κάθετο άξονα και την L\* στη κάθετο των δύο προηγούμενων (Εικόνα 2.2). Η παράμετρος L\* παίρνει τιμές από 0 (μαύρο) έως και 100 (λευκό) και αποτελεί την φωτεινότητα. Το a\* παίρνει τιμές 0 (άχρωμο), μεγαλύτερες του 0 (κόκκινο-μωβ απόχρωση) και μικρότερες του 0 (μπλε-πράσινη απόχρωση). Το b\* παίρνει τιμές 0 (άχρωμο), μεγαλύτερες του 0 (κίτρινη απόχρωση) και μικρότερες του 0 (μπλε απόχρωση). Εφόσον γίνει η μέτρηση ακολουθεί η μέτρηση της καθαρότητας C\* και της απόχρωσης Hue από τους τύπους:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad \text{και} \quad \text{Hue} = \tan^{-1} \left( \frac{a}{b} \right)$$

Όσο αυξάνεται η παράμετρος C\* τόσο πιο έντονο και καθαρό χρώμα αποκτά ο καρπός, ενώ η γωνία Hue για  $\varphi^0=0^0$  η απόχρωση είναι κόκκινη-μωβ, για  $\varphi^0=90^0$  η απόχρωση είναι κίτρινη, για  $\varphi^0=180^0$  είναι μπλε – πράσινο και  $\varphi^0=270^0$  μπλε.



Εικόνα 2.2: Τρισδιάστατη απεικόνιση των παραμέτρων χρώματος  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$ . (Πηγή: [https://www.researchgate.net/figure/The-ellipsoid-shape-for-Lab-color-space-Source-46\\_fig2\\_332834212](https://www.researchgate.net/figure/The-ellipsoid-shape-for-Lab-color-space-Source-46_fig2_332834212))

Μέτρηση βάρους πυρήνων: Οι πυρήνες αφαιρέθηκαν προσεκτικά από το ενδοκάρπιο και στη συνέχεια μετρήθηκαν ανά 5 με ζυγαριά δύο δεκαδικών.

Μέτρηση ξηράς ουσίας: Για τη μέτρηση της ξηράς ουσίας πραγματοποιήθηκε μέτρηση του βάρους (νωπό) 5 καρπών κάθε επανάληψης και τοποθετήθηκαν στον φούρνο για ξήρανση στους  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Εν συνεχεία, ζυγίστηκε το ξηρό βάρος.

Μέτρηση της περιεκτικότητας του χυμού σε διαλυτά στερεά συστατικά,  $\Delta\Sigma$  (%): Για τη μέτρηση λήφθηκαν δύο αντιδιαμετρικά τμήματα του καρπού ξεκινώντας από τον ποδίσκο μέχρι και τη κορυφή. Μετά την αφαίρεση τους συμπιέστηκαν για την εξαγωγή του χυμού με εργαλείο συμπίεσης (Φωτογραφία 11 στο παράρτημα) και η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονικό διαθλασίμετρο (Φωτογραφία 12 στο παράρτημα).

Μέτρηση οξύτητας χυμού: Για τη μέτρηση της οξύτητας, ο χυμός αραιώθηκε 10 φορές με  $0,1\text{ M NaOH}$  μέχρι pH ίσο με 8,2 και μετατράπηκε σε ποσοστό (%) περιεκτικότητας μηλικού οξέος.

Μέτρηση σκληρότητας καρπών: Για τη μέτρηση της σκληρότητας της σάρκας των καρπών χρησιμοποιήθηκε πενετρόμετρο (Φωτογραφία 13 στο παράρτημα). Η είσοδος του πενετρόμετρου στον καρπό γίνεται αφού αφαιρεθούν από τον καρπό δύο κομμάτια αντιδιαμετρικά του φλοιού. Η είσοδος του εμβόλου έγινε εντός αυτών των σημείων.

Μέτρηση διαμέτρου καρπών και πυρήνων: Μετρήθηκε η διάμετρος των καρπών με τα δύο άκρα στον ισημερινό κάθε καρπού. Επίσης, οι πυρήνες απομονώθηκαν από τον

υπόλοιπο καρπό και η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονικό παχύμετρο χειρός (Φωτογραφία 14 στο παράρτημα). Η μέτρηση αναφέρεται σε mm.

Θρυμματισμένοι ή μη πυρήνες: Μετρήθηκε για κάθε καρπό μεταχείρισης αν υπήρξαν σπασμένοι πυρήνες ή μη. Η μέτρηση έγινε μακροσκοπικά.

### 2.2.2 Φύλλα

Τα φύλλα που συλλέχθηκαν πλύθηκαν με απιονισμένο νερό, τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και έπειτα σε φούρνο στους 70 °C μέχρι τη μη περαιτέρω απώλεια βάρους. Στη συνέχεια, κονιορτοποιήθηκαν σε μύλο άλεσης και το φυτικό δείγμα αποθηκεύτηκε σε πλαστικές σακούλες. Τέλος, ακολούθησε η αποτέφρωση των φυτικών ιστών.

Αποτέφρωση: Στόχος της αποτέφρωσης είναι να καταστραφεί η περιεχόμενη οργανική ουσία ή άλλων βιολογικών παραγόντων σε υψηλή θερμοκρασία.

Παρασκευάστηκε αντιδραστήριο HCl 20% v/v. Από το πυκνό HCl λήφθηκαν 20 mL τα οποία και διαλύθηκαν ανά 100 mL τελικού διαλύματος. Για τη καύση των φυτικών ιστών, ζυγίστηκαν 0,5 g από το κονιορτοποιημένο δείγμα, τοποθετήθηκε σε χωνευτήρι πορσελάνης και στην συνέχεια σε φούρνο στους 500 °C για 4 h. Οι κάψες αποτέφρωσης αφέθηκαν να κρυσώσουν και έπειτα πραγματοποιήθηκε λήψη της τέφρας του φυτικού ιστού με 20 mL 20% HCl. Ακολούθησε διήθηση σε ογκομετρικές φιάλες των 50 mL. Το εκχύλισμα αυτό χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση φωσφόρου, ενώ για τη μέτρηση K και Ca το εκχύλισμα αραιώθηκε 20 φορές.

Μέτρηση ολικού αζώτου στα φυτικά εκχυλίσματα: Για τη μέτρηση του ολικού αζώτου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Kjeldahl, η οποία μπορεί να χωριστεί σε τρία διαφορετικά στάδια α)πέψη, β)απόσταξη και γ) ογκομέτρηση.

Παρακάτω αναγράφονται τα αντιδραστήρια και τα υλικά κάθε σταδίου.

Πέψη: Σωλήνες πέψης των 300 mL, πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ταμπλέτες Kjeltab σεληνίου. Οι ταμπλέτες από σεληνίο περιέχουν 200 mg CuSO<sub>4</sub> και 10 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Για την αποφυγή αφρισμού των δειγμάτων στη πέψη χρησιμοποιήθηκαν ταμπλέτες antifoam.

Απόσταξη: Κωνικές φιάλες 250 mL, βορικό οξύ 4% (40 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> σε 1 L νερό) και διάλυμα καυστικού νατρίου alkali (400 g NaOH σε 1 L νερό). Ακόμη, χρησιμοποιήθηκε μικτός δείκτης bromocresol green και methyl red.

Ογκομέτρηση: Αραιώθηκαν 30 mL πυκνού H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> σε 1000 mL νερό. Το ληφθέν διάλυμα έχει 0,055 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, το οποίο και αραιώνεται 10 φορές.

Διαδικασία πέψης: Με τη βοήθεια ζυγού, ζυγίστηκαν 1 g κονιορτοποιημένου φυτικού δείγματος σε σωλήνα πέψης και προστέθηκε 20 mL πυκνού H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, δύο ταμπλέτες Kjeltab και μία ταμπλέτα antifoam. Για κάθε ένα block πέψης είναι αναγκαίο να συνυπάρχει και ένας σωλήνας λευκού προσδιορισμού. Πάνω από τις στήλες προσαρμόζεται ένα σύστημα συλλογής και υγροποίησης των αναθυμιάσεων. Το σύστημα αυτό απαιτεί την συνεχή λειτουργία της βρύσης του απαγωγού. Η πέψη γίνεται στο block του εργαστηρίου ή αλλιώς με προθέρμανση στους 150 °C για 15 min, ακολουθεί πέψη στους 290 °C για 10 min και τέλος πέψη στους 420 °C για 45 min. Μετά το πέρας της διαδικασίας οι σωλήνες ανασηκώθηκαν ώστε να κρυσώσουν ταχύτερα.

Διαδικασία απόσταξης: Εφόσον τα φυτικά δείγματα κρυσώσουν, πραγματοποιήθηκε η απόσταξη αυτών σε σύστημα αυτόματης απόσταξης.

Διαδικασία Ογκομέτρησης: Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της απόσταξης, παραλαμβάνεται η κωνική φιάλη με άχρωμο περιεχόμενο. Σε αυτό, ρίχνονται 5 σταγόνες δείκτη πράσινου bromocresol – κόκκινου methyl και το περιεχόμενο αποκτά χρώμα πράσινο. Κατόπιν, ξεκινά η ογκομέτρηση 0,055 M (0,1103 N) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> και μετά το πέρας της διαδικασίας το περιεχόμενο αποκτά χρώμα ροζ. Τέλος επαναλαμβάνεται το ίδιο για όλα τα δείγματα του πειράματος με την τιμή του λευκού να αφαιρείται από αυτή των ζητούμενων δειγμάτων.

Μέτρηση φωσφόρου στα φυτικά εκχυλίσματα: Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε όπως στο εκχύλισμα εδάφους, με την ανάπτυξη του κυανού χρώματος. Τα φυτικά εκχυλίσματα αραιώθηκαν 20 φορές και ακολούθησε μέτρηση σε φασματοφωτόμετρο.

Μέτρηση κατιόντων K, Ca στα φυτικά εκχυλίσματα: Για τη μέτρηση του K τα εκχυλίσματα αραιώθηκαν κατά 20 φορές και ακολούθησε μέτρηση σε φλογοφωτόμετρο. Για τη μέτρηση του Ca τα εκχυλίσματα αραιώθηκαν κατά 20 φορές και ακολούθησε μέτρηση σε ατομική απορρόφηση.

### 2.2.3 Έδαφος

Προετοιμασία εδάφους: Μετά την συλλογή των εδαφικών δειγμάτων, απλώθηκαν και αφέθηκαν να αεροξηρανθούν για 2-3 ημέρες. Στη συνέχεια, χτυπήθηκαν με γουδί για την απομάκρυνση των συσσωματωμάτων και κοσκινίστηκαν με κόσκινο που είχε ανοίγματα 2 mm. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε χάρτινα δοχεία και αποθηκεύτηκαν. Τέλος, ακολούθησε η ανάλυση αυτών.

Μέτρηση pH: Προκειμένου να μετρηθεί το pH, ζυγίστηκαν 10 g εδάφους και τοποθετήθηκαν σε πλαστικά μπουκαλάκια falcon χωρητικότητας 50 mL. Στη συνέχεια, προστέθηκαν 25 mL απιονισμένου νερού, ακολούθησε ανακίνηση αυτών για 10 min και μετά το πέρας αφέθηκαν σε ηρεμία για 30 min. Για τη μέτρηση του pH χρησιμοποιείται ηλεκτρονικό πεχάμετρο (Φωτογραφία 15 στο παράρτημα) αφού πρώτα γίνει καλυμπράρισμα του οργάνου σε διαλύματα με pH 7 και pH 4. Η μέτρηση επιτυγχάνεται εμβαπτίζοντας το ηλεκτρόδιο που διαθέτει το πεχάμετρο στο εδαφικό διάλυμα.

Μέτρηση Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας: Για τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC), ζυγίστηκαν 10 g εδάφους και τοποθετήθηκαν σε πλαστικά μπουκαλάκια falcon χωρητικότητας 50 mL. Στη συνέχεια, προστέθηκαν 25 mL απιονισμένου νερού, ακολούθησε ανακίνηση αυτών για 10 min και μετά το πέρας αφέθηκαν σε ηρεμία για 30 min. Για τη μέτρηση της αγωγιμότητας, χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικό αγωγιμόμετρο (Φωτογραφία 16 στο παράρτημα) αφού πρώτα έγινε καλυμπράρισμα του οργάνου σε απιονισμένο νερό. Η μέτρηση επιτυγχάνεται εμβαπτίζοντας το ηλεκτρόδιο του αγωγιμόμετρου στο εδαφικό διάλυμα.

Μέτρηση Φωσφόρου κατά Olsen: Η μέθοδος κατά Olsen απαιτεί την χρήση του όξινου ανθρακικού νατρίου ώστε να αναπτυχθεί το κυανό χρώμα. Πραγματοποιείται σε δύο στάδια α) εκχύλιση και β) η ανάπτυξη του κυανού χρώματος μετά τη μέτρηση του εκχυλίσματος.

Παρασκευή Αντιδραστηρίου A: Για τη Παρασκευή του Αντιδραστηρίου A διαλύονται 12 g μολυβδαινικού αμμώνιου σε 25 mL απιονισμένο νερό. Επίσης, διαλύονται 0,2908 g τρυγικό καλιο-αντιμονύλιο σε 100 mL απιονισμένο νερό. Στη συνέχεια, προστίθενται 140 mL πυκνό θειικό οξύ σε μία ογκομετρική φιάλη του 1 L και συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή. Τέλος, τα παραπάνω διαλύματα μεταφέρονται σε μία ογκομετρική φιάλη των 2 L και συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή. Το διάλυμα ανακινείται καλά και τοποθετείται σε πλαστικές φιάλες.

Παρασκευή Αντιδραστηρίου B: Σε 200 mL του παραπάνω διαλύματος (Αντιδραστήριο A) προστίθενται 1,056 g ασκορβικού οξέος και το χρώμα γίνεται κίτρινο. Το διάλυμα αυτό λέγεται Αντιδραστήριο B.

Παρασκευή διαλύματος 5 ppm: Σε 100 mL απιονισμένου νερού διαλύονται 0,387 g ευδιάλυτο φωσφορικό άλας εντός ογκομετρικής φιάλης 1 L. Το διάλυμα αυτό θεωρείται ότι περιέχει 1000 mg P L<sup>-1</sup>. Από το διάλυμα αυτό λαμβάνεται 10 mL και

μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL οπότε και πληρώνεται μέχρι τη χαραγή. Στη φιάλη αυτή περιέχεται  $5 \text{ mg P L}^{-1}$ .

Εκχύλιση: Ζυγίζεται 1 g εδάφους και προστίθεται σε μπουκαλάκι τύπου falcon. Ακόμη, προστίθεται 20 mL όξινο ανθρακικό νάτριο συγκέντρωσης 0,5 M  $\text{pH} = 8,5$ . Το περιεχόμενο τοποθετείται για ανακίνηση για 30 min. Στη συνέχεια, το εκχύλισμα διηθείται με διηθητικό χαρτί σε μπουκαλάκι falcon.

Ανάπτυξη κυανού χρώματος: Μεταφέρονται 5 mL του διηθήματος σε ογκομετρική φιάλη των 25 mL με βοήθεια πιπέτας. Προστίθεται 2,5 mL Αντιδραστηρίου B. Το διάλυμα αναδεύεται μέχρι να απομακρυνθούν οι αφροί. Το διάλυμα πληρώνεται μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό. Οι φιάλες που έχουν δημιουργηθεί των 25 mL πωματίζονται και ανακινούνται. Αφήνονται σε ηρεμία για 1 h και αναπτύσσεται το κυανό χρώμα. Ακολουθεί μέτρηση σε φασματοφωτόμετρο.

Μέτρηση σε φασματοφωτόμετρο: Η μέτρηση πραγματοποιείται σε φασματοφωτόμετρο σε 882 nm στο οπτικό φάσμα. Αρχικά, γίνεται μέτρηση των αρχικών δειγμάτων γνωστής συγκέντρωσης 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6 και  $0.8 \text{ mg P L}^{-1}$  προκειμένου να σχεδιαστεί η καμπύλη βαθμονόμησης. Ακολούθως μετρήθηκαν τα εδαφικά δείγματα του πειράματος.

Μέτρηση νιτρικού αζώτου: Για τη μέτρηση παρασκευάζεται αρχικά διάλυμα χλωριούχου καλίου (KCl) συγκέντρωσης 2 M. Με βοήθεια ζυγού, μετριέται 296 g KCl το οποίο διαλύεται σε 800 mL απιονισμένο νερό σε ογκομετρική φιάλη 1 L. Κατά τη διάλυση αναδεύεται συνεχώς το μίγμα. Το διάλυμα μεταφέρεται σε ογκομετρική των 2 L και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.

Εκχύλιση: Λήφθηκαν 2 g εδάφους τα οποία τοποθετήθηκαν σε μπουκαλάκια τύπου falcon. Έπειτα, προστίθεται 20 mL διαλύματος από το διάλυμα KCl 2 M και ακολούθησε ανακίνηση για 2 h. Τέλος, το εκχύλισμα διηθήθηκε σε νέα μπουκαλάκια falcon και μετρήθηκε το νιτρικό άζωτο.

Η μέτρηση γίνεται σε φασματοφωτόμετρο 210 nm και 270 nm UV ακτινοβολίας με κυψελίδα χαλαζία. Αρχικά, μετρούνται τα διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης 0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.6, 1, 1.5 και  $2 \text{ mg NO}_3\text{-N L}^{-1}$  προκειμένου να κατασκευαστεί η καμπύλη βαθμονόμησης. Στη συνέχεια μετρούνται τα εδαφικά εκχυλίσματα. Πριν τη κάθε μέτρηση το όργανο μηδενίζεται ενώ η κυψελίδα ξεπλένεται με απιονισμένο νερό.

Μέτρηση Ανταλλάξιμων κατιόντων καλίου ( $\text{K}^+$ ) και ασβεστίου ( $\text{Ca}^{2+}$ ): Ζυγίστηκαν 3 g εδάφους σε μπουκαλάκια τύπου falcon. Στην συνέχεια, προστέθηκε 30 mL οξικού αμμωνίου ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) συγκεντρώσεως 1 M με  $\text{pH}$  ίσο με 7 και το διάλυμα



ανακινείται για 1 h. Ακολούθησε διήθηση σε νέα φιαλίδια falcon και αραιώση κατά 10 φορές. Στο αραιωμένο διήθημα μετρήθηκε το K σε φλογοφωτόμετρο ενώ το Ca μετρήθηκε σε ατομική απορρόφηση.

### **2.3 Στατιστική επεξεργασία**

Η στατιστική επεξεργασία της συγκεκριμένης εργασίας πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος SPSS 26.0 προκειμένου να αναλυθεί η διακύμανση (ANOVA). Οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των δεδομένων εκτιμήθηκε με ΕΣΔ<sub>0.05</sub> ως όριο τιμής. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται σε διαγράμματα που δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια του προγράμματος Microsoft Excel.

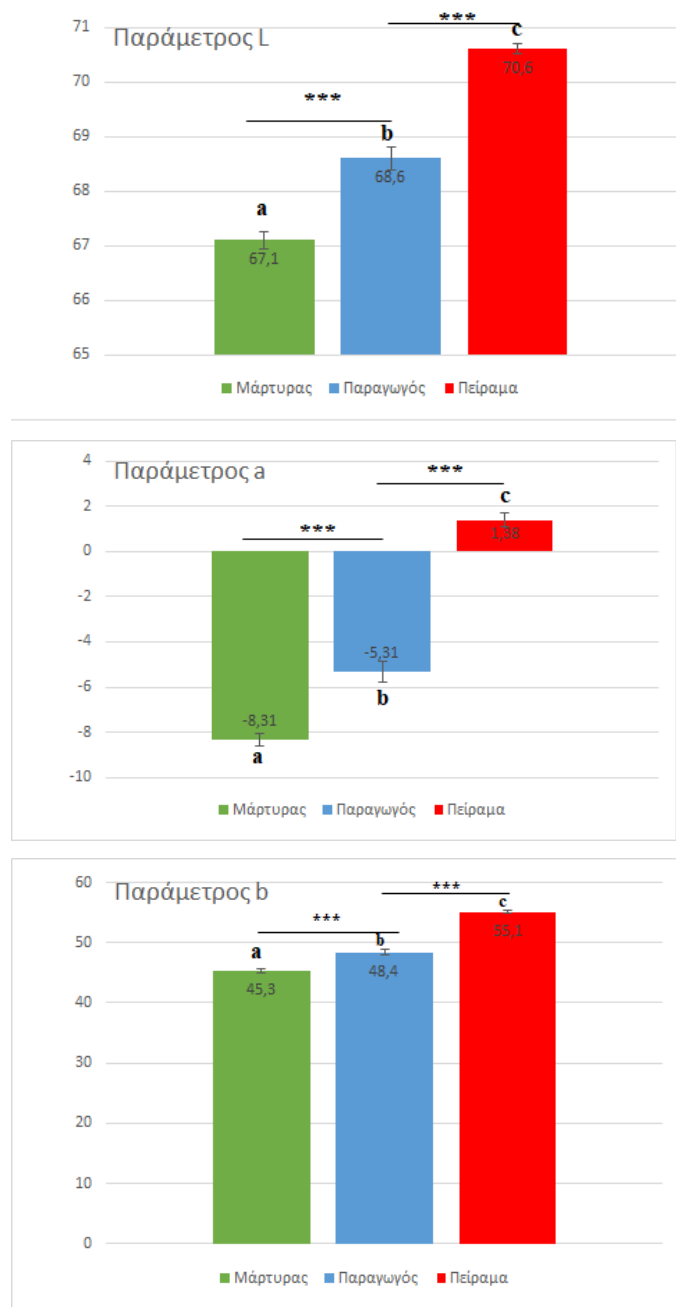
### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

##### 3.1.1 Καρποί

Μετά τη συγκομιδή, επιλέχθηκαν 25 καρποί τυχαία από κάθε μεταχείριση. Στη συνέχεια χωρίστηκαν σε 5 επαναλήψεις των 5 καρπών και τα αποτελέσματα των μετρήσεων απεικονίζονται στα παρακάτω διαγράμματα.

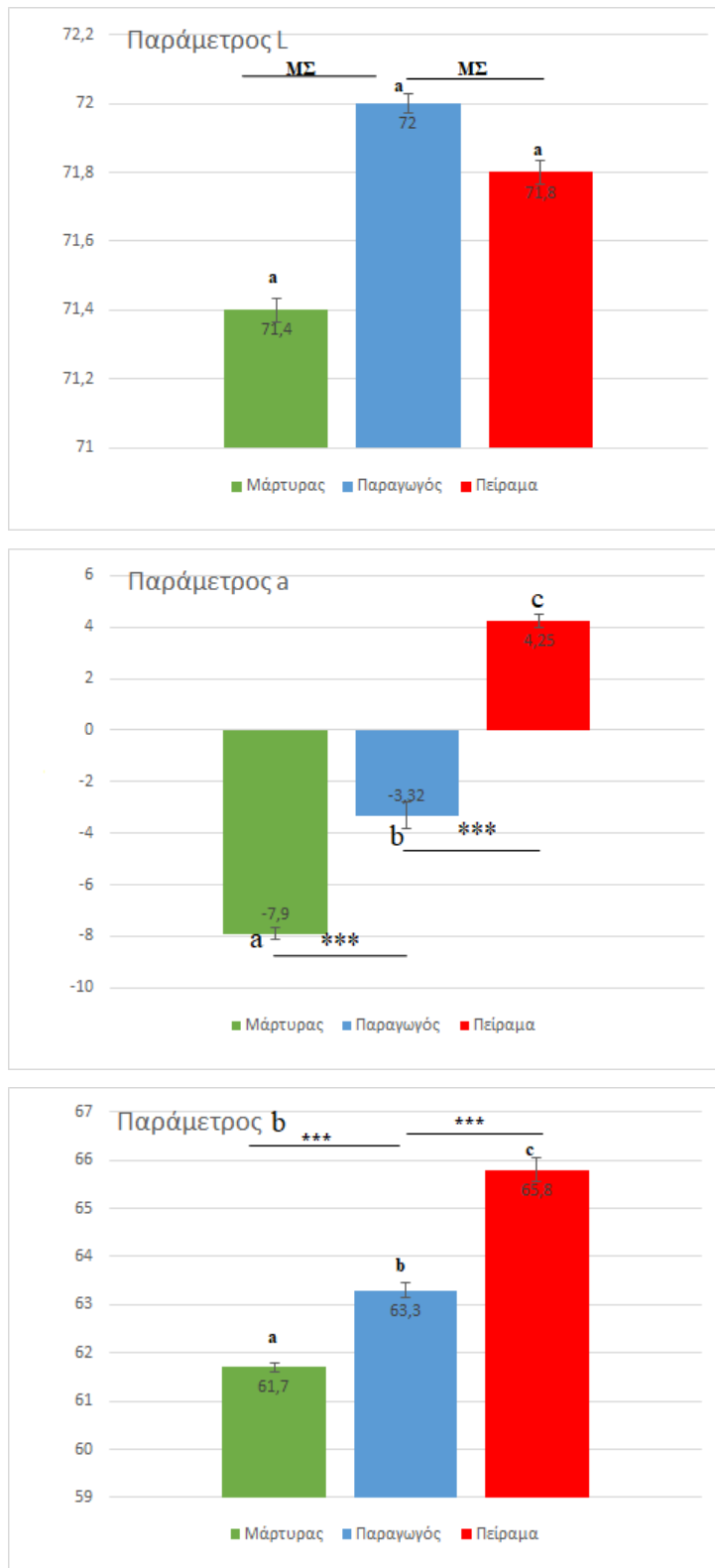
Διάγραμμα 3.1: Μέτρηση χρώματος επιδερμίδας, μέσω των παραμέτρων L, a και b των τριών μεταχειρίσεων λίπανσης του μάρτυρα, παραγωγού και του πειράματος.



\*\*\*Σημαντικότητα σε επίπεδο  $p < 0.001$ .

Στα παραπάνω διαγράμματα απεικονίζεται η μέτρηση του χρώματος επιδερμίδας των καρπών με τη χρήση χρωματομέτρου. Ο κάθετος άξονας απεικονίζει την ένδειξη του οργάνου. Οι τρεις μεταχειρίσεις παρουσίασαν σημαντική στατιστική διαφορά και στα τρία επίπεδα L, a και b. Το χρώμα επιδερμίδας των καρπών της πειραματικής μεταχείρισης εμφάνισαν χρώμα πορτοκαλί-πράσινο (Φωτογραφία 17 στο Παράρτημα) σε αντίθεση με αυτή του παραγωγού (Φωτογραφία 18 στο Παράρτημα) και του μάρτυρα (Φωτογραφία 9 στο Παράρτημα) οι οποίοι εμφάνισαν χρώμα κίτρινο-πράσινο και πράσινο αντίστοιχα. Αυτό, φαίνεται εύκολα από την παράμετρο a, όπου η τιμή της πειραματικής λίπανσης είναι άνω του μηδενός πράγμα που σημαίνει την επικράτηση του κόκκινου-μωβ χρώματος αντί του μπλε-πράσινου (κάτω του μηδενός) όπως συνέβη στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα και του παραγωγού. Επίσης, τιμή της παραμέτρου b είναι σημαντικά διαφορετική ανάμεσα στις μεταχειρίσεις που σημαίνει την πιο έντονη απόχρωση του κίτρινου στην πειραματική μεταχείριση.

Διάγραμμα 3.2: Μέτρηση χρώματος σάρκας, μέσω των παραμέτρων L, a και b των τριών μεταχειρίσεων λίπανσης του μάρτυρα, παραγωγού και του πειράματος.

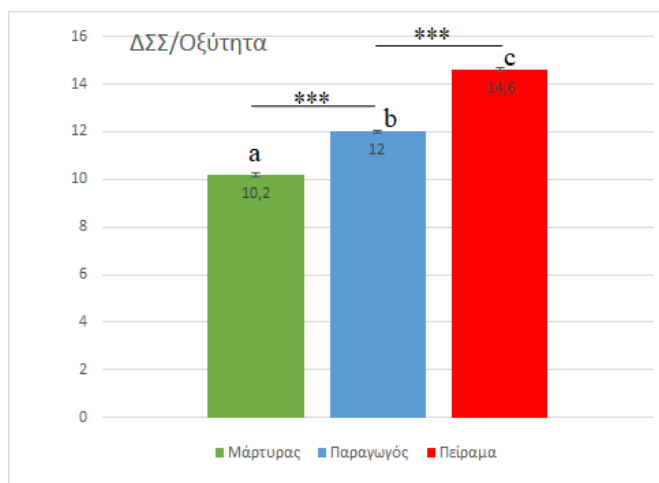
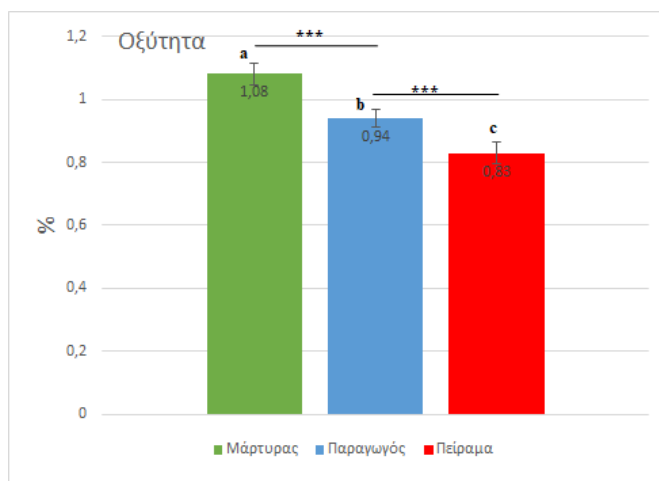
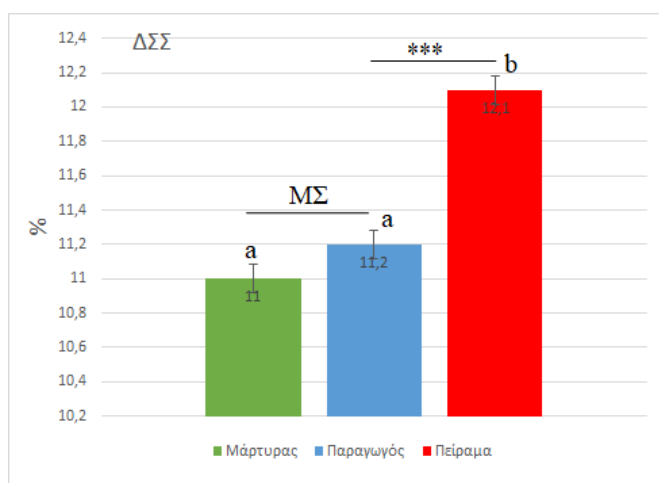


\*\*\*Σημαντικότητα σε επίπεδο  $p < 0.001$ .

ΜΣ: Μη σημαντική στατιστική διαφορά.

Στα παραπάνω διαγράμματα απεικονίζεται η μέτρηση του χρώματος της σάρκας των καρπών με τη χρήση χρωματομέτρου. Ο κάθετος άξονας απεικονίζει την ένδειξη του οργάνου. Η παράμετρος L που αφορά την φωτεινότητα της σάρκας δεν έδειξε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Οι παράμετροι a και b είχαν σημαντική διαφορά μεταξύ τους ανάμεσα στις 3 μεταχειρίσεις. Το χρώμα της σάρκας στη περίπτωση της πειραματικής μεταχείρισης ήταν πορτοκαλί-κίτρινο σε αντίθεση με αυτή του παραγωγού και του μάρτυρα όπου επικράτησε το κίτρινο-πράσινο χρώμα. Το γεγονός αυτό εξηγείται, στο Διάγραμμα 3.3 όπου η συγκέντρωση διαλυτών στερεών συστατικών ήταν μεγαλύτερη στη μεταχείριση του πειράματος ενώ στη περίπτωση του μάρτυρα και του παραγωγού η συγκέντρωση οξέων ήταν μεγαλύτερη. Ακόμη, και στη μακροσκοπική εξέταση, οι καρποί του μάρτυρα και της μεταχείρισης του παραγωγού, ήταν σε ανώριμο στάδιο σε σχέση με αυτή του πειραματικού, όπου οι καρποί ήταν στο επιθυμητό στάδιο συγκομιδής.

Διάγραμμα 3.3: Συγκέντρωση Διαλυτών Στερεών Συστατικών (ΔΣΣ) (%), οξύτητας (%) και σχέση μεταξύ των δύο (ΔΣΣ/Οξύτητα) ανάμεσα των τριών μεταχειρίσεων λίπανσης.

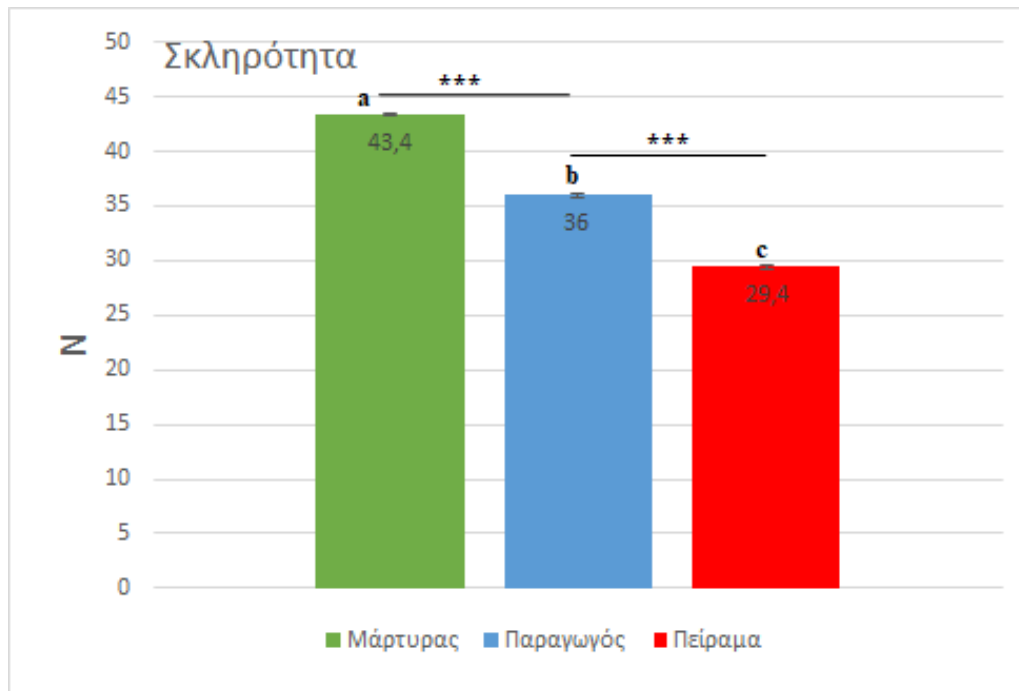


\*\*\*Σημαντικότητα σε επίπεδο  $p < 0.001$ .

ΜΣ: Μη σημαντική στατιστική διαφορά.

Στα παραπάνω διαγράμματα απεικονίζεται η συγκέντρωση των διάφορων μορίων σακχάρων και οργανικών οξέων του μεταβολισμού εντός των καρπών. Η μεταχείριση της πειραματικής λίπανσης άγγιξε τα 12.1 °Brix όπου θεωρείται μία καλή τιμή για τη γλυκιά γεύση των φρούτων του γένους των *Prunus* (Bae *et al.*, 2012). Αντίθετα, οι μεταχειρίσεις του παραγωγού και του μάρτυρα δεν έδειξαν σημαντική διαφορά παραμένοντας στα 11 και 11.2 °Brix αντίστοιχα. Η μέτρηση επιβεβαιώνεται από αυτή της οξύτητας των καρπών με σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Ο μάρτυρας είχε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση οξέων δικαιολογώντας με αυτόν τον τρόπο και το χρώμα του καρπού ανωτέρω. Η πειραματική λίπανση είχε το μικρότερο ποσοστό οξύτητας με σημαντική διαφορά από αυτή του παραγωγού και του μάρτυρα.

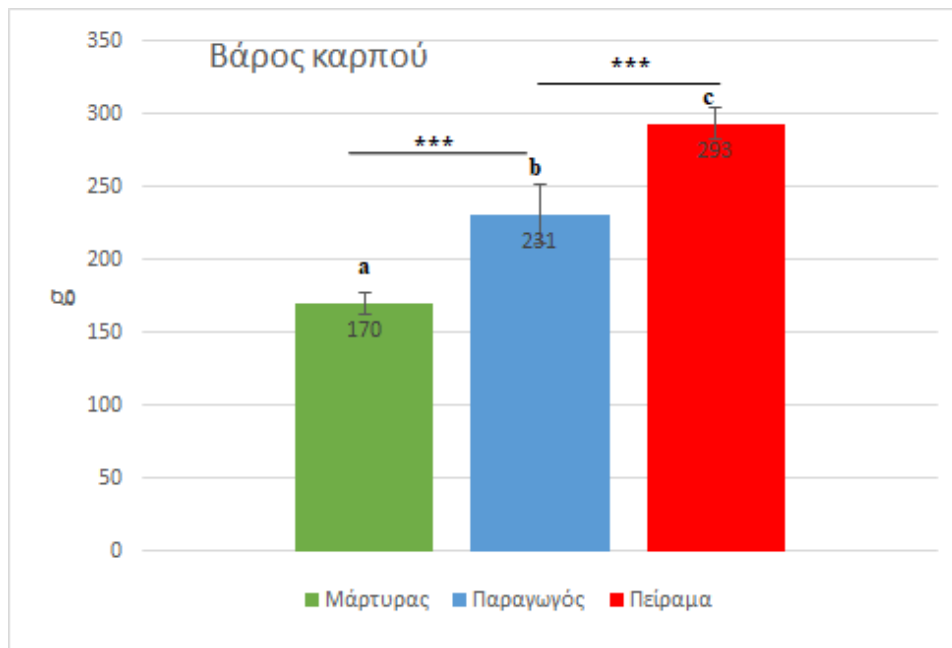
Διάγραμμα 3.4: Μέτρηση σκληρότητας καρπού ανάμεσα των καρπών των τριών μεταχειρίσεων. Η σκληρότητα μετρήθηκε σε μονάδες Newton.





Η μεταχείριση του μάρτυρα εμφάνιση τη μεγαλύτερη σκληρότητα, με σημαντική στατιστική διαφορά σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Οι καρποί της πειραματικής λίπανσης είχαν τη μικρότερη σκληρότητα με σημαντική διαφορά έναντι αυτής του παραγωγού και της μη λίπανσης. Γενικότερα, η λίπανση με θρεπτικά στοιχεία ευνοεί την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών επιταχύνοντας τις μεταβολικές διεργασίες, προωθώντας τη πρόιμη ανάπτυξη. Η μηδενική λίπανση, όπως στη περίπτωση της μεταχείρισης του μάρτυρα, είχε ως αποτέλεσμα τη μη ωρίμανση των καρπών και σαφώς τη μεγαλύτερη σκληρότητα αυτών. Η έρευνα των Jia *et al.* (2006), έδειξε ότι η γενικότερη χρήση υδατοδιαλυτών λιπασμάτων στη καλλιέργεια της ροδακινιάς έχει ως αποτέλεσμα τη γενικότερη μείωση του ποσοστού των συστατικών των κυτταρικών τοιχωμάτων (κυτταρίνης, ημικυτταρίνης) κατά το στάδιο ωρίμανσης των καρπών.

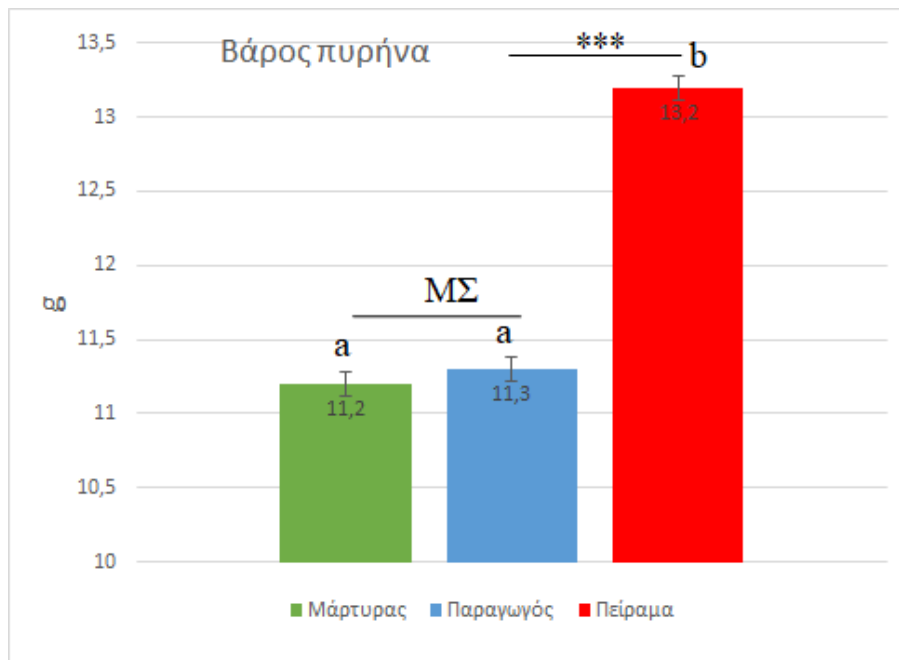
Διάγραμμα 3.5: Μέσο βάρος καρπού (g) των τριών μεταχειρίσεων λίπανσης.



\*\*\*Σημαντικότητα σε επίπεδο  $p < 0.001$ .

Η πειραματική μεταχείριση είχε σημαντική διαφορά έναντι αυτής του παραγωγού και του μάρτυρα όπως και στη περίπτωση της λιπαντικής αγωγής που ακολουθεί ο παραγωγός σε σύγκριση με τις άλλες δύο. Η σωστή θρέψη και η ακριβής κάλυψη των αναγκών της καλλιέργειας έχει ως αποτέλεσμα τη μέγιστη δυνατή παραγωγή και τη μεγαλύτερη πρόσοδο για τον παραγωγό. Γενικότερα, οι εισροές των θρεπτικών θα πρέπει να γίνονται με τέτοιο τρόπο ώστε η βλαστική ανάπτυξη να μην ανταγωνίζεται την αναπαραγωγική. Μία τέτοια περίπτωση είναι αυτή του αζώτου. Στο συγκεκριμένο πείραμα οι εισροές του αζώτου για τη μεταχείριση του παραγωγού ήταν περί τα 700 g N ανά δένδρο. Αντίθετα, στη πειραματική λίπανση προστέθηκαν 400 g N ανά δένδρο. Φαίνεται, πως η λίπανση του παραγωγού δρα εις βάρος την αναπαραγωγικής δραστηριότητας του δένδρου οδηγώντας με αυτόν τον τρόπο στην υπερβολική βλάστηση του δένδρου, στη μείωση του βάρους των καρπών και άρα της παραγωγής.

Διάγραμμα 3.6: Μέσο βάρος πυρήνα καρπών (g) των τριών μεταχειρίσεων λίπανσης.

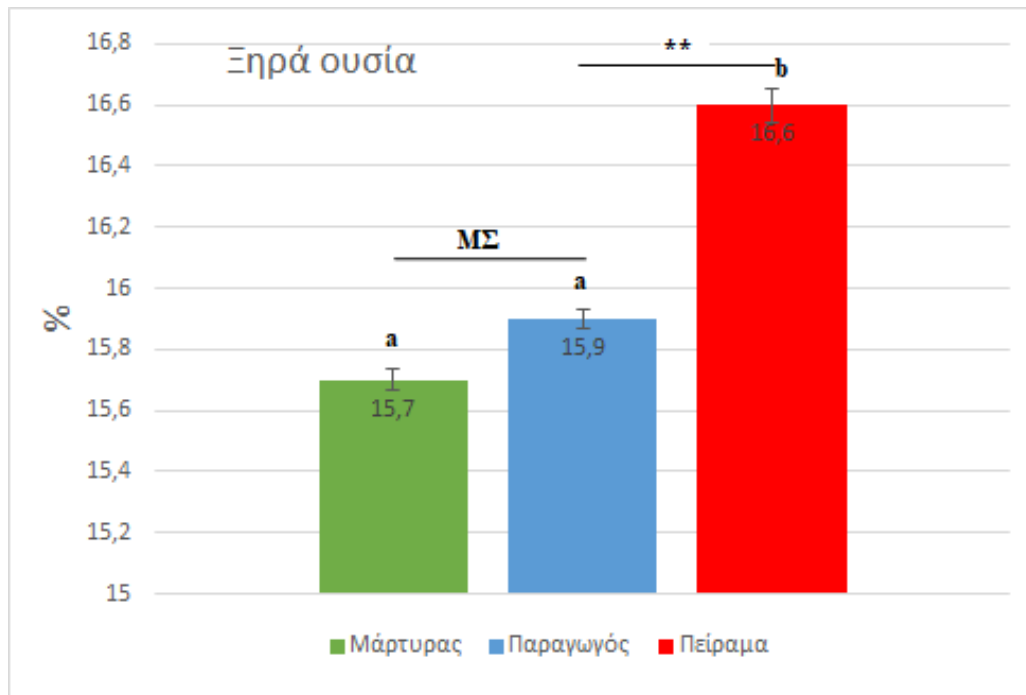


\*\*\*Σημαντικότητα σε επίπεδο  $p < 0.001$ .

MΣ: Μη σημαντική στατιστική διαφορά

Το βάρος του πυρήνα των καρπών της πειραματικής λίπανσης είχε σημαντική στατιστική διαφορά έναντι των μεταχειρίσεων του παραγωγού και του μάρτυρα. Οι μεταχειρίσεις το μάρτυρα και της λίπανσης του παραγωγού δεν έδειξαν σημαντική στατιστική διαφορά. Όπως αναφέρθηκε και στα ανωτέρω διαγράμματα, οι καρποί της πειραματικής λίπανση ήταν ώριμοι στο επιθυμητό στάδιο συγκομιδής, με καλό χρώμα και μέγεθος καρπού. Όπως είναι γνωστό, η συγκέντρωση αιθυλενίου στους ώριμους καρπούς είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τους μη ώριμους καρπούς. Οι Piagessi *et al* (1991), έδειξαν ότι το βάρος των πυρήνων αυξήθηκε με την αύξηση της συγκέντρωσης αιθυλενίου στους καρπούς της ροδακινιάς κατά τα τελευταία στάδια ωρίμανσης αυτών, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνεται και από αυτή την εργασία.

Διάγραμμα 3.7: Ποσοστό ξηράς ουσίας (%) των καρπών των τριών μεταχειρίσεων λίπανσης.

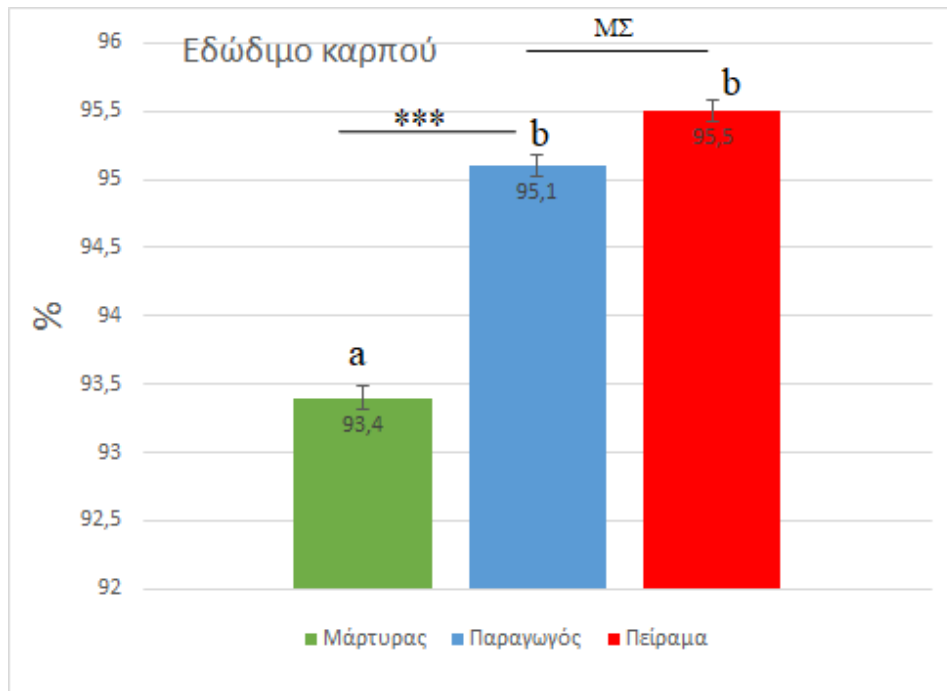


\*\*Σημαντικότητα σε επίπεδο  $p < 0.01$ .

ΜΣ: Μη σημαντική στατιστική διαφορά.

Το ποσοστό ξηράς ουσίας ήταν μεγαλύτερο σημαντικά για τους καρπούς της πειραματικής λίπανσης σε σχέση με τις υπόλοιπες δύο. Οι μεταχειρίσεις του μάρτυρα και του παραγωγού δεν εμφάνισαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η ξηρά ουσία των καρπών έχει άμεση σχέση με την άρδευση (Casamali *et al.*, 2021). Όπως είναι γνωστό, η λίπανση με Κ, ιδίως στα στάδια ωρίμανση των καρπών, οδηγούν στη διόγκωση των καρπών καθώς το κάλιο δρα ως ωσμωτικός παράγοντας δημιουργώντας μεγαλύτερα χυμοτόπια στα κύτταρα των καρπών. Στην πειραματική μεταχείριση πραγματοποιήθηκαν τρεις προσθήκες καλίου, κατά τη βασική λίπανση, τον Μάιο και τον Ιούλιο, δηλαδή στα στάδια προετοιμασίας της κυτταροδιαίρεσης και της διόγκωσης που επρόκειτο να ακολουθήσει. Η προσθήκη καλίου γίνεται πάντα νωρίτερα προκειμένου να κορεσθούν τα κολλοειδή των ορυκτών της αργίλου και να καταστούν διαθέσιμα στο εδαφικό διάλυμα τα κατιόντα καλίου.

Διάγραμμα 3.8: Ποσοστό εδώδιμου μέρους καρπού (%) για τους καρπούς του μάρτυρα, της μεταχείρισης του παραγωγού και της πειραματικής λίπανσης.



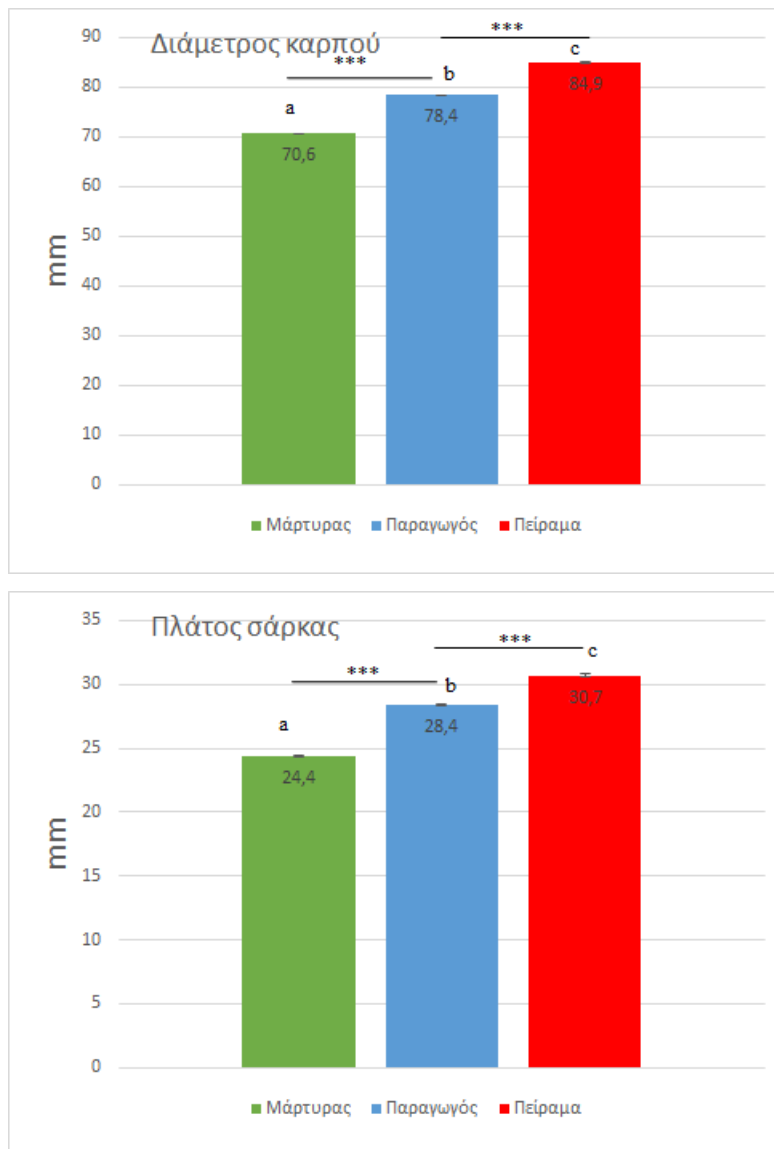
\*\*\*Σημαντικότητα σε επίπεδο  $p < 0.001$ .

ΜΣ: Μη σημαντική στατιστική διαφορά.



Το εδώδιμο μέρος βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερο για τις μεταχειρίσεις του παραγωγού και του πειράματος σε σχέση με τον μάρτυρα. Ωστόσο, η μεταξύ τους διαφορά, μεταχείρισης παραγωγού και πειράματος, ήταν μη σημαντική. Αυτό, φαίνεται και από το μικρό βάρος των καρπών του μάρτυρα (Διάγραμμα 3.5) αλλά και το μέγεθος αυτών όπως απεικονίζεται στα κατώτερα διαγράμματα που αφορούν τη διάμετρο και πλάτος της σάρκας των καρπών (Διάγραμμα 3.9).

Διάγραμμα 3.9: Διάμετρος και πλάτος σάρκας καρπού (mm) των τριών μεταχειρίσεων.



\*\*\*Σημαντικότητα σε επίπεδο  $p < 0.001$ .

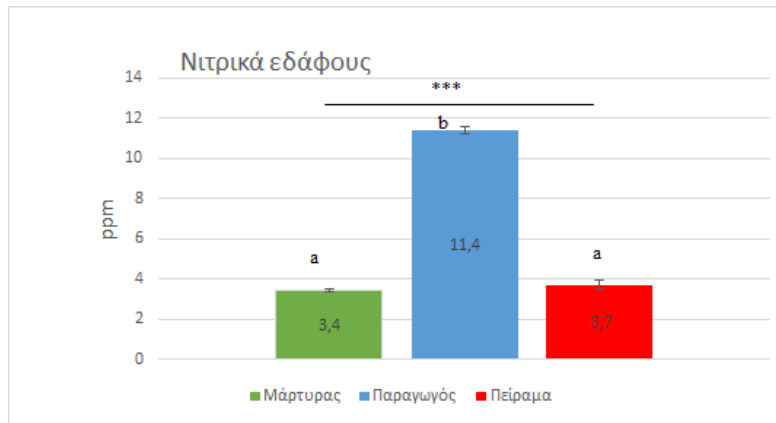
Η διάμετρος και το πλάτος της σάρκας των καρπών βρέθηκε στατιστικά σημαντικά διαφορετική ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Οι καρποί της πειραματικής λίπανσης έδειξαν τη μεγαλύτερη διάμετρο σε σχέση με αυτή του παραγωγού αλλά και οι καρποί της μεταχείρισης του παραγωγού ήταν σημαντικά μεγαλύτερη σε σχέση με τη μηδενική λίπανση. Τα ίδια αποτελέσματα βρέθηκαν και όσον αφορά τη μέτρηση του πλάτους της σάρκας. Το μέγεθος των καρπών της ροδακινιάς εξαρτάται κυρίως από τη περίοδο της Άνοιξης. Η περίοδος αυτή σημάνει και την κυτταροδιαίρεση των κυττάρων με τις απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά να είναι ιδιαίτερα αυξημένες εκείνη την εποχή. Οποιαδήποτε, έλλειψη στοιχείου ή άλλη καταπόνηση (παθογένεση από μύκητες, βακτήρια κ.α) έχει ως επίπτωση την τελική μείωση του μεγέθους των καρπών στη συγκομιδή. Ιδιαίτερα στην άνθιση η προσθήκη βορίου και ψευδαργύρου είναι άκρως σημαντική για την ικανοποιητική καρπόδεση και γρήγορη κυτταροδιαίρεση καθώς το βόριο αυξάνει τον χρόνο υποδεκτικότητας της γύρης από το στύλου ενώ ο ψευδάργυρος χρησιμοποιείται ως ένζυμο για τις μεταβολικές διεργασίες αύξησης εκείνη τη περίοδο. Η προσθήκη των δύο αυτών ιχνοστοιχείων θα έχει ως αποτέλεσμα το μεγαλύτερο τελικό μέγεθος των καρπών όπως επιβεβαιώνεται και από την έρευνα των Yadav *et al* (2013) οι οποίοι κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο διαφυλλικός ψεκασμός με τα δύο ιχνοστοιχεία είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του μεγέθους στη συγκομιδή των καρπών ροδακινιάς. Στη συγκεκριμένη εργασία, εφαρμόστηκε διαφυλλικός ψεκασμός στη λίπανση τόσο του παραγωγού όσο και του πειραματικού σχεδίου αλλά όχι για τον μάρτυρα. Ωστόσο, το υπερβολικό άζωτο στη περίπτωση της λίπανσης του παραγωγού, όπως προ ειπώθηκε, φαίνεται να λειτούργησε ανταγωνιστικά για την αναπαραγωγική φάση του δένδρου.

### 3.1.2 Έδαφος

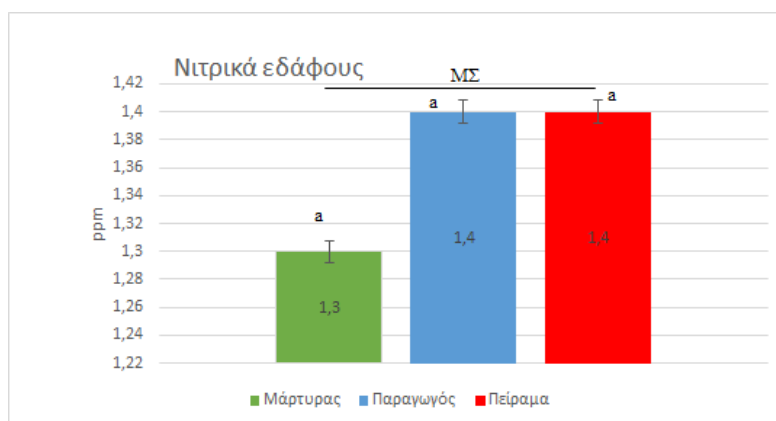
Στη συγκεκριμένη έρευνα πραγματοποιήθηκαν δύο εδαφολογικές αναλύσεις. Η πρώτη πραγματοποιήθηκε πριν την έναρξη των λιπαντικών εφαρμογών και συγκεκριμένα πριν τη βασική λίπανση. Η δεύτερη πραγματοποιήθηκε μετά τη συγκομιδή των καρπών. Για κάθε μεταχείριση υπήρξαν 3 επαναλήψεις μέσω των οποίων πραγματοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση. Τα εδαφικά δείγματα των τριών μεταχειρίσεων συγκρίθηκαν μεταξύ τόσο κατά τη πρώτη εδαφολογική ανάλυση (στα διαγράμματα αναγράφεται ως «πριν») τόσο και κατά τη δεύτερη ανάλυση (στα διαγράμματα αναγράφεται ως «μετά») αλλά και μεταξύ τους συνολικά. Τα αποτελέσματα αυτών απεικονίζονται στα παρακάτω διαγράμματα.

Διάγραμμα 3.10: Συγκέντρωση νιτρικών (NO<sub>3</sub>-N) εδάφους (ppm) των τριών εδαφικών δειγμάτων των τριών μεταχειρίσεων. Με i, ii και iii αναφέρεται η τελική (μετά), η αρχική (πριν) και η μεταξύ τους εδαφολογική σύγκριση.

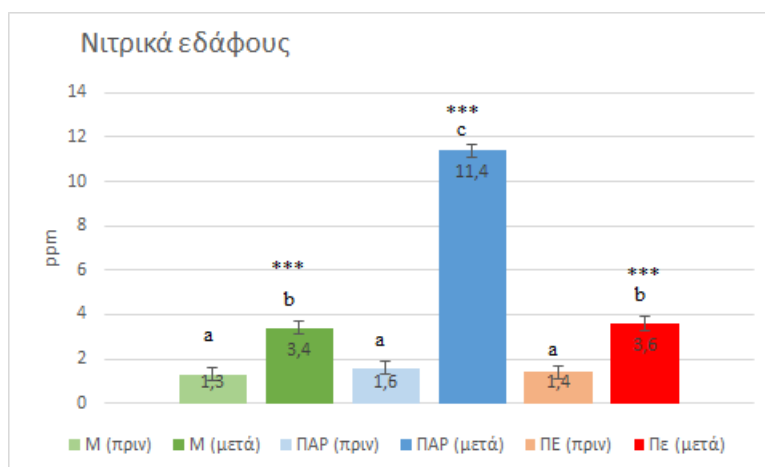
i) Τελική ανάλυση μετά τη συγκομιδή των καρπών.



ii) Αρχική ανάλυση πριν τη βασική λίπανση.



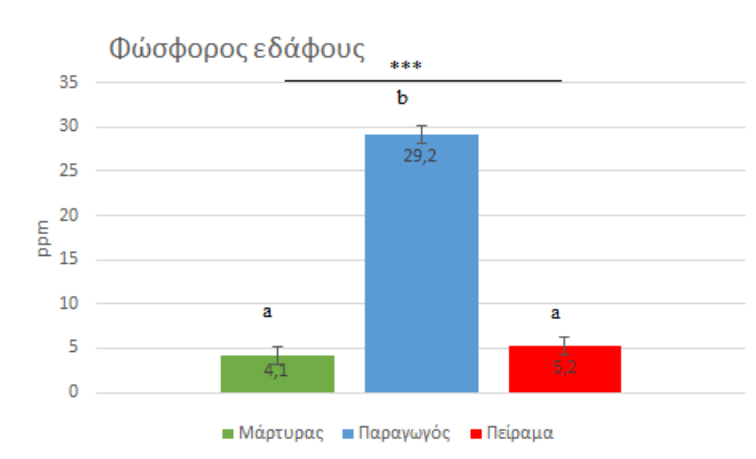
iii) Συνολική ανάλυση



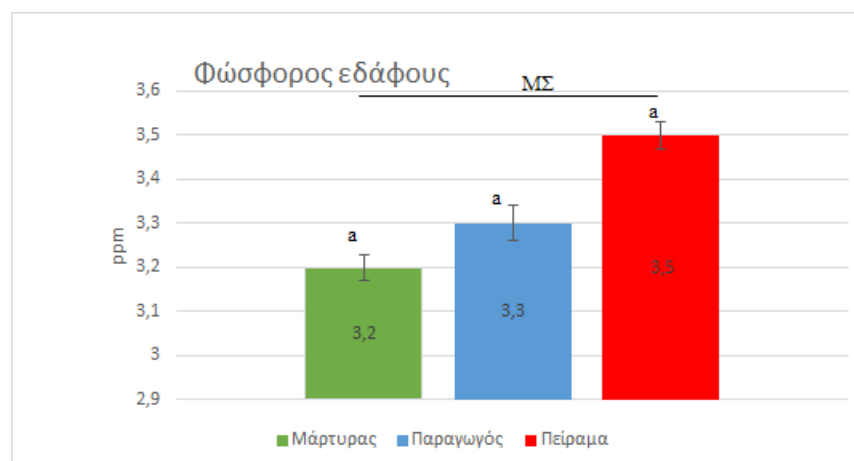
Η εδαφολογική ανάλυση πριν την έναρξη του πειράματος δεν έδειξε σημαντικές διαφορές για εδάφη των τριών μεταχειρίσεων λίπανσης. Οι τιμές παρέμειναν στο 1,3, 1,6 και 1,4 mg NO<sub>3</sub>-N kg<sup>-1</sup> εδάφους για τις μεταχειρίσεις του μάρτυρα, του παραγωγού και του πειράματος αντίστοιχα. Μετά το πέρας της συγκομιδής, και τις εφαρμογές των προϊόντων θρέψης, φαίνεται με σημαντική στατιστική διαφορά η περίσσεια των νιτρικών του εδάφους όσον αφορά τη μεταχείριση του παραγωγού με τιμή 11,4 mg NO<sub>3</sub>-N kg<sup>-1</sup> εδάφους. Αντίθετα, οι μεταχειρίσεις του μάρτυρα και της πειραματικής λίπανσης δεν έδειξαν σημαντική στατιστική διαφορά. Οι εισροές αζώτου αξιοποιήθηκαν πλήρως από τη πειραματική λίπανση ενώ αντίθετα δεν συνέβη το ίδιο με τη λίπανση που εφάρμοσε ο παραγωγός. Υπενθυμίζεται οι εισροές για το άζωτο ήταν 0,7 kg ανά δένδρο στη περίπτωση της πειραματικής λίπανσης ενώ 2 kg ανά δένδρο για αυτή του παραγωγού. Αυτό επιβεβαιώνει και το γεγονός ότι οι ρίζες των φυτών απορροφούν συγκεκριμένες ποσότητες θρεπτικών από το εδαφικό διάλυμα που έχουν τη δεδομένη στιγμή ανάγκη, και όχι οποιαδήποτε ποσότητα υπάρχει διαθέσιμη ή έχει εφαρμοσθεί. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το περίσσιο άζωτο υποδεικνύει την υπερβολική λίπανση με άζωτο, που έχει μόνο ανταγωνίζεται την παραγωγή του οπωρώνα αλλά αυξάνει και το κόστος παραγωγής.

Διάγραμμα 3.11: Συγκέντρωση ολικού φωσφόρου εδάφους (ppm) των τριών εδαφικών δειγμάτων των τριών μεταχειρίσεων. Με i, ii και iii αναφέρεται η τελική (μετά), η αρχική (πριν) και η μεταξύ τους εδαφολογική σύγκριση.

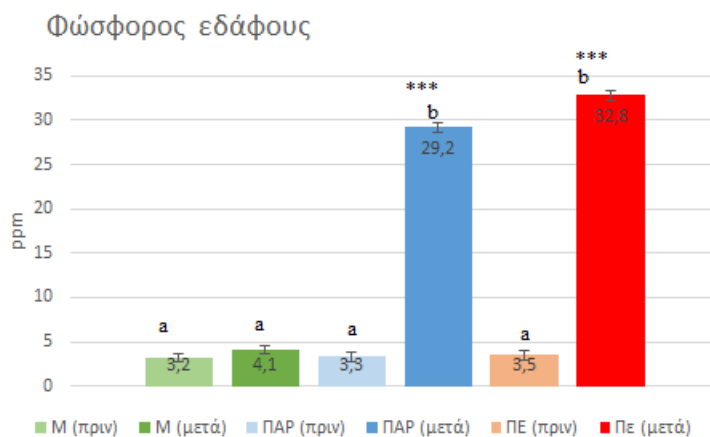
i) Τελική ανάλυση μετά τη συγκομιδή των καρπών.



ii) Αρχική ανάλυση πριν τη βασική λίπανση.



iii) Συνολική ανάλυση

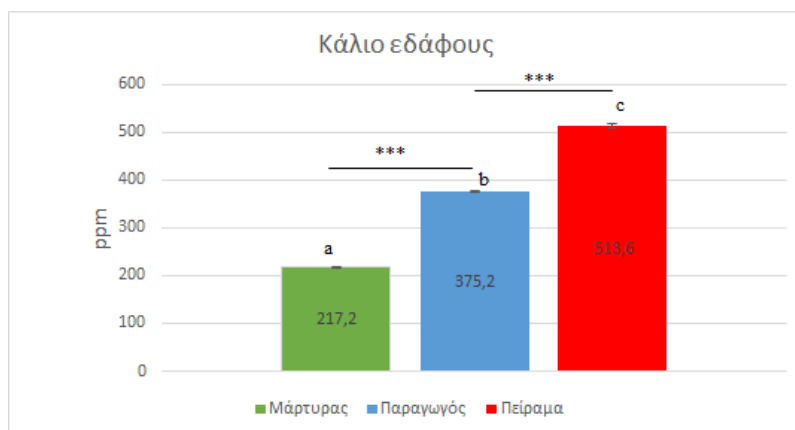


Η εδαφολογική ανάλυση πριν τη διεξαγωγή του πειράματος δεν έδειξε σημαντικές στατιστικές διαφορές όσον αφορά τη συγκέντρωση του φωσφόρου στο έδαφος. Μετά το πέρας της συγκομιδής και της δεύτερης εδαφολογικής ανάλυσης βρέθηκε ότι η πειραματική μεταχείριση και η μεταχείριση του μάρτυρα είχαν σημαντική στατιστική διαφορά με τη μεταχείριση του παραγωγού. Ωστόσο η μεταξύ τους διαφορά δεν ήταν σημαντική. Οι εισροές φωσφόρου, διά εδάφους, ήταν 4,5 kg P ανά στρέμμα (8,5 μονάδες P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) για τη λίπανση του παραγωγού ενώ μηδενικές για τις μεταχειρίσεις του πειράματος και του μάρτυρα. Ωστόσο, όπως αναφέρεται και στα διαγράμματα των φυλλοδιαγνωστικών αναλύσεων φαίνεται πως ο φώσφορος που εφαρμόζεται με ψεκασμό και όχι μέσω του εδάφους είχε καλύτερα αποτελέσματα. Αυτό γιατί ο φώσφορος στο έδαφος αδρανοποιείται αφού δημιουργεί σύμπλοκα με ιόντα Ca, Fe και Al. Αντίθετα, με τη διαφυλλική εφαρμογή, ο φώσφορος αξιοποιείται σε μεγαλύτερο βαθμό, συμβάλλοντας άμεσα στη μιτοχονδριακή παραγωγή ATP και άρα στην επιτάχυνση των διαδικασιών αύξησης και ανάπτυξης. Αν και η συγκέντρωση του φωσφόρου στο έδαφος ήταν μεγαλύτερη στη περίπτωση της λίπανσης του παραγωγού, οι καρποί είχαν μεγαλύτερο μέγεθος στη πειραματική λίπανση όπως προαναφέρθηκε (Διάγραμμα 3.9).

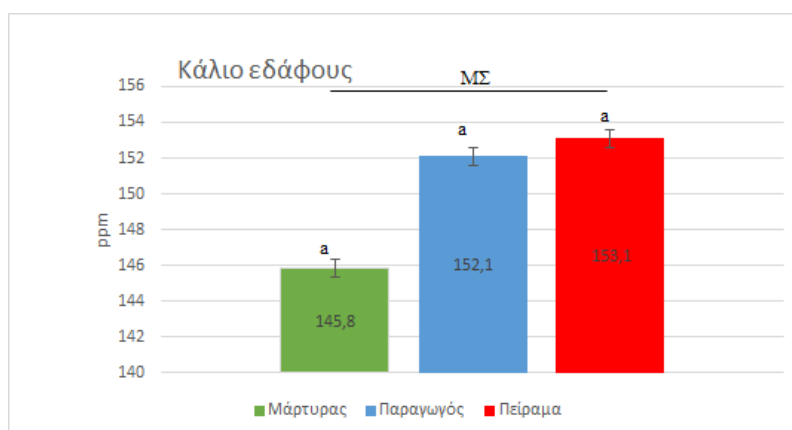


Διάγραμμα 3.12: Συγκέντρωση καλίου εδάφους (ppm) των τριών εδαφικών δειγμάτων των τριών μεταχειρίσεων. Με i, ii και iii αναφέρεται η τελική (μετά), η αρχική (πριν) και η μεταξύ τους εδαφολογική σύγκριση.

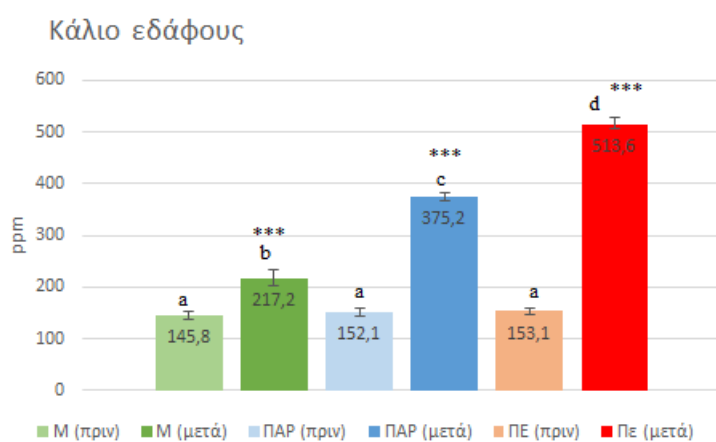
i) Τελική ανάλυση μετά τη συγκομιδή των καρπών.



ii) Αρχική ανάλυση πριν τη βασική λίπανση.



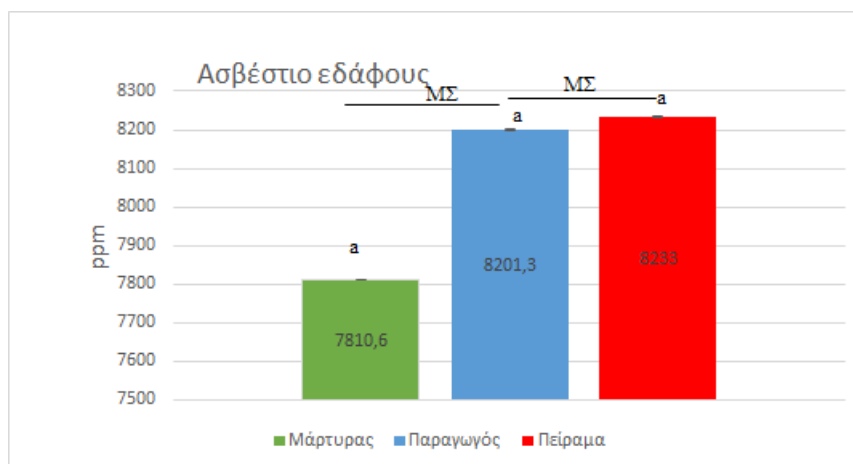
iii) Συνολική ανάλυση



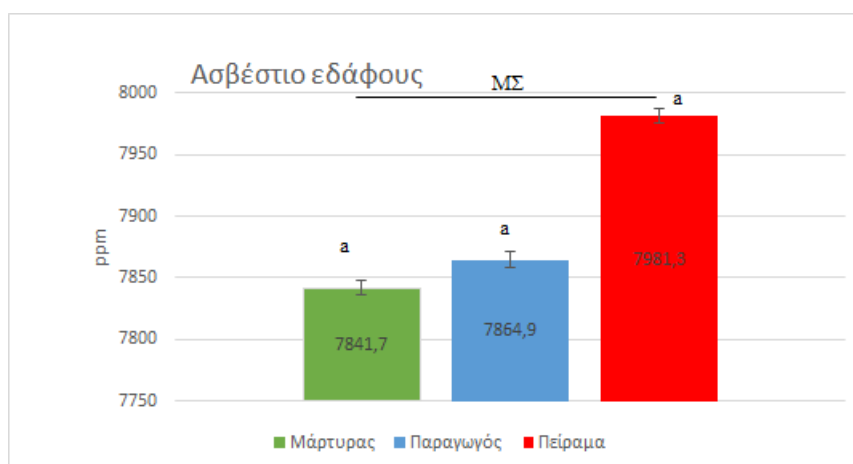
Η εδαφολογική ανάλυση πριν την έναρξη διεξαγωγής του πειράματος δεν έδειξε σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση καλίου στο έδαφος μεταξύ των μεταχειρίσεων. Μετά τη συγκομιδή των καρπών οι τρεις μεταχειρίσεις είχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, οι εισροές καλίου ήταν 10,8 kg K ανά στρέμμα (13 μονάδες K<sub>2</sub>O) στη μεταχείριση του παραγωγού και 20 kg K ανά στρέμμα (26 μονάδες K<sub>2</sub>O) για τη πειραματική λίπανση. Η αύξηση χορήγησης του καλίου οδηγεί και σε αύξηση του βάρους των καρπών όπως επιβεβαιώνεται και από την έρευνα των Awasthi *et al* (1998), στην ποσότητα των 500 g ανά δένδρο (στη περίπτωση της πειραματικής λίπανσης) έναντι των 200 g ανά δένδρο (στη περίπτωση της λίπανσης του παραγωγού). Αυτό, γιατί το κάλιο δρα ως παράγοντας ώσμωσης σε συνεργασία με τα προϊόντα φωτοσύνθεσης (σάκχαρα) εντός των χυμοτοπίων, διογκώνοντας με αυτόν τον τρόπο περαιτέρω τους καρπούς.

Διάγραμμα 3.13: Συγκέντρωση ασβεστίου εδάφους (ppm) των τριών εδαφικών δειγμάτων των τριών μεταχειρίσεων. Με i, ii και iii αναφέρεται η τελική (μετά), η αρχική (πριν) και η μεταξύ τους εδαφολογική σύγκριση.

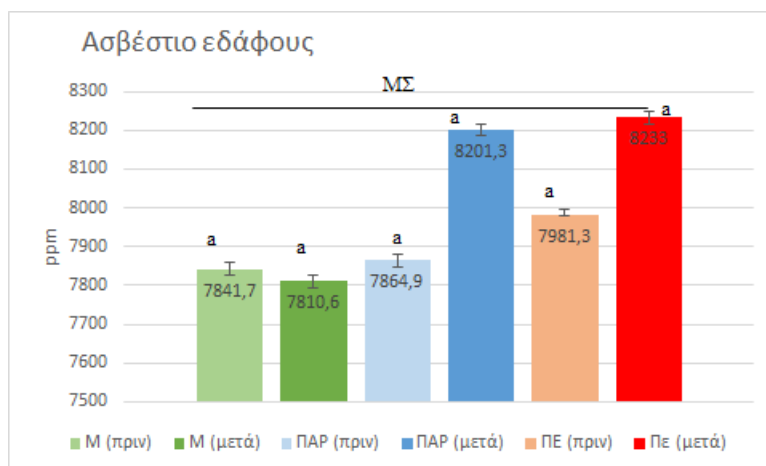
i) Τελική ανάλυση μετά τη συγκομιδή των καρπών.



ii) Αρχική ανάλυση πριν τη βασική λίπανση.



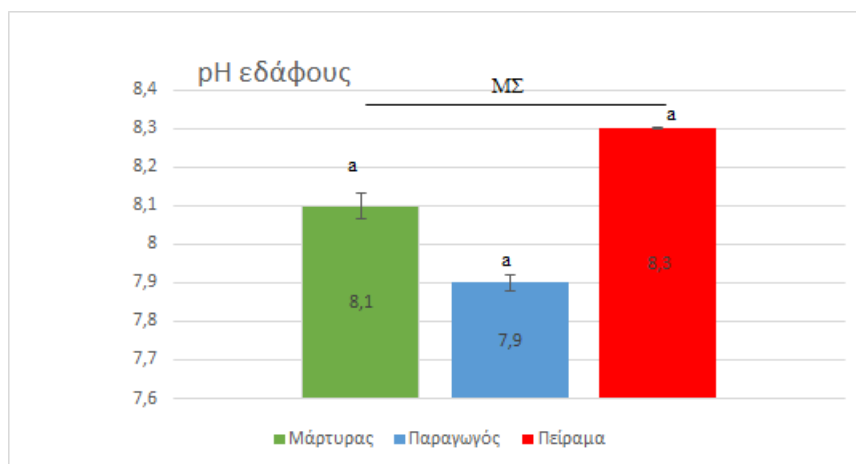
iii) Συνολική ανάλυση



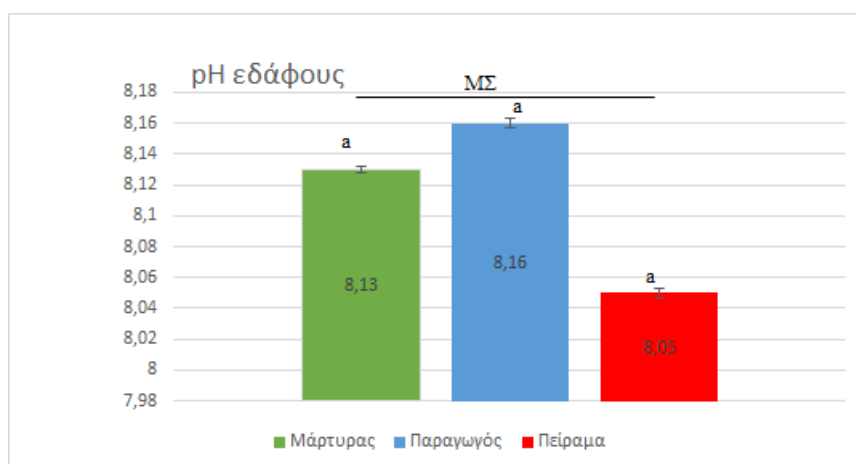
Οι εδαφολογικές αναλύσεις τόσο στην αρχική όσο και στην τελική εδαφική ανάλυση δεν έδειξε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων. Στη συγκεκριμένη έρευνα, δεν υπήρξε χορήγηση ασβεστίου καθώς το έδαφος βρίσκεται σε κατάσταση υπερεπάρκειας του συγκεκριμένου στοιχείου, πλούσιο σε  $\text{CaCO}_3$ . Επίσης, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 3.14, που αφορά το pH του εδάφους, πρόκειται για ένα έδαφος αλκαλικό. Το γεγονός αυτός δικαιολογεί και την συχνή έλλειψη σιδήρου στη ροδακινιά που παρατηρείται στην Θεσσαλία αλλά και στον ευρύτερο ελληνικό χώρο όπου τα ασβεστόχρα εδάφη και τα μητρικά πετρώματα ασβεστόλιθου κυριαρχούν.

Διάγραμμα 3.14: Σύγκριση τιμής pH για τα εδαφικά δείγματα των τριών μεταχειρίσεων. Με i, ii και iii αναφέρεται η τελική (μετά), η αρχική (πριν) και η μεταξύ τους εδαφολογική σύγκριση.

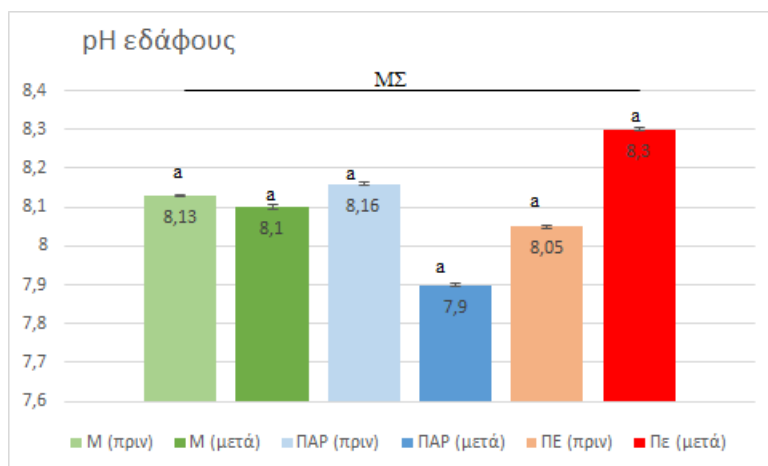
i) Τελική ανάλυση μετά τη συγκομιδή των καρπών.



ii) Αρχική ανάλυση πριν τη βασική λίπανση.



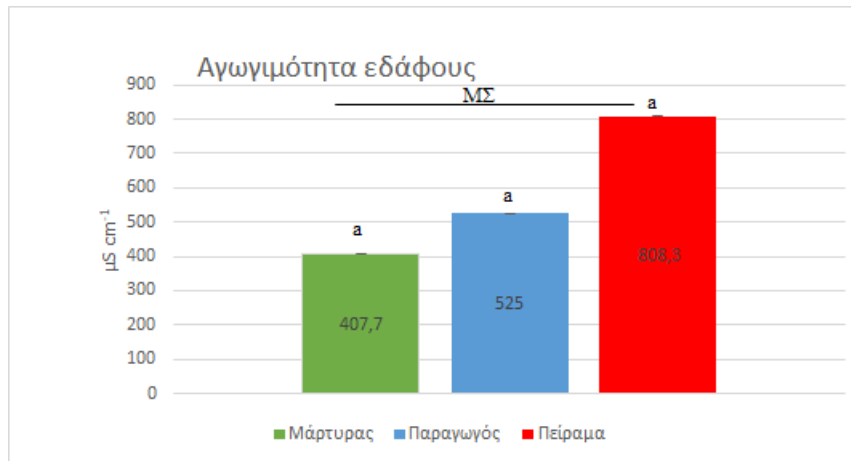
iii) Συνολική ανάλυση



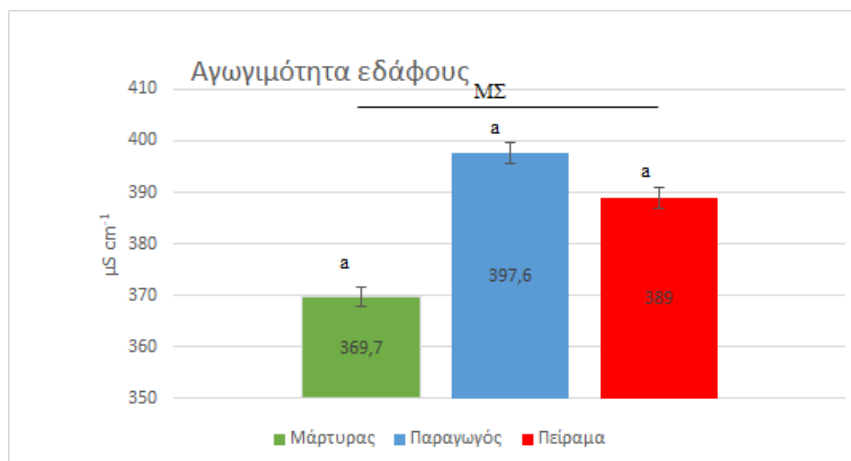
Η μέτρηση της τιμής του pH του εδάφους τόσο κατά την έναρξη όσο και κατά τη λήξη του πειράματος δεν έδειξε σημαντική στατιστική διαφορά. Η τιμή κυμάνθηκε από 7,9 (χαμηλότερη) έως και 8,3 (υψηλότερη) καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Ωστόσο, στη περίπτωση της λίπανσης του παραγωγού, όπου η χορήγηση λιπασμάτων δια εδάφους ήταν αυξημένη, παρατηρείται μία πτώση της τιμής του pH του εδάφους κατά 0,26 μονάδες. Αν και η διαφορά είναι μη σημαντική, η μακροχρόνια χρήση όξινων λιπασμάτων θα μπορούσε να μειώσει σημαντικά τη τιμή του pH στο έδαφος όπως και στη περίπτωση των Zhang *et al* (2016) οι οποίοι παρατήρησαν σημαντική πτώση του pH του εδάφους μετά από 22 χρόνια σε ασβεστούχα εδάφη. Αυτό γιατί η προσθήκη οξύτητας οδηγεί σε διάλυση του  $\text{CaCO}_3$  μέσω κατανάλωσης  $\text{H}^+$ .

Διάγραμμα 3.15: Σύγκριση αγωγιμότητας εδάφους ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) μεταξύ των εδαφικών δειγμάτων των τριών μεταχειρίσεων. Με i, ii και iii αναφέρεται η τελική (μετά), η αρχική (πριν) και η μεταξύ τους εδαφολογική σύγκριση.

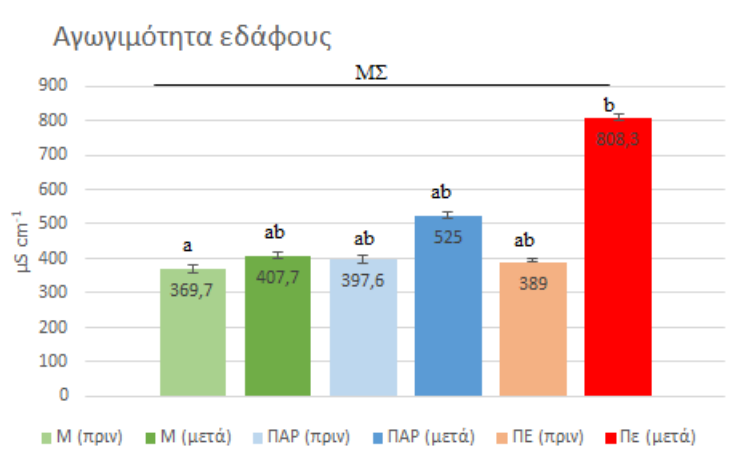
i) Τελική ανάλυση μετά τη συγκομιδή των καρπών.



ii) Αρχική ανάλυση πριν τη βασική λίπανση.



iii) Συνολική ανάλυση

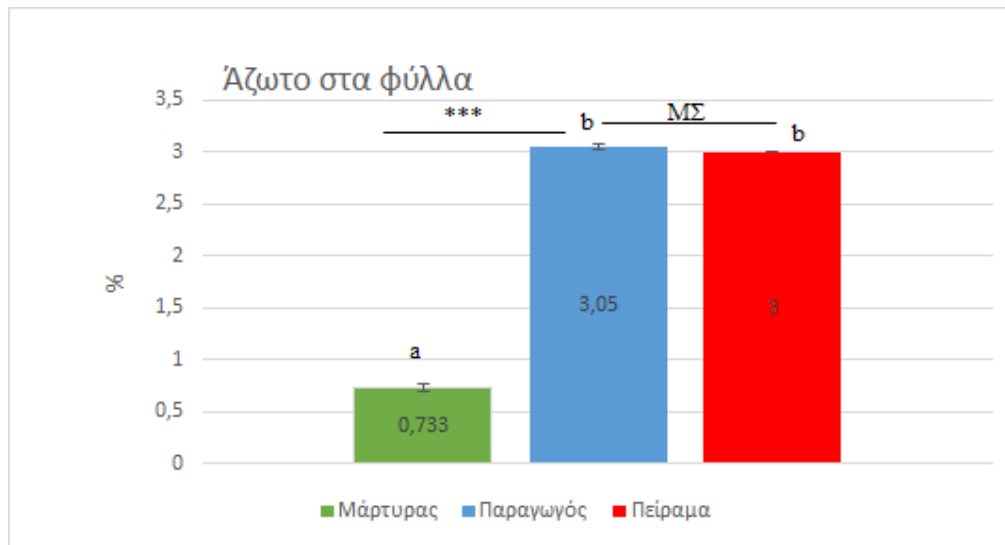


Οι εδαφικές αναλύσεις δεν έδειξαν σημαντική στατιστική διαφορά ανάμεσα στις μεταχειρίσεις των τριών τύπων λίπανσης. Η αγωγιμότητα του εδάφους δεν επηρεάστηκε τόσο πριν όσο και μετά τη διεξαγωγή του πειράματος. Τα ίδια αποτελέσματα είχαν και οι Ozlu & Kumar (2018) οι οποίοι σε χαμηλές και υψηλές δόσεις συνθετικών λιπασμάτων δεν παρατήρησαν στατιστική διαφορά της αγωγιμότητας του εδάφους.



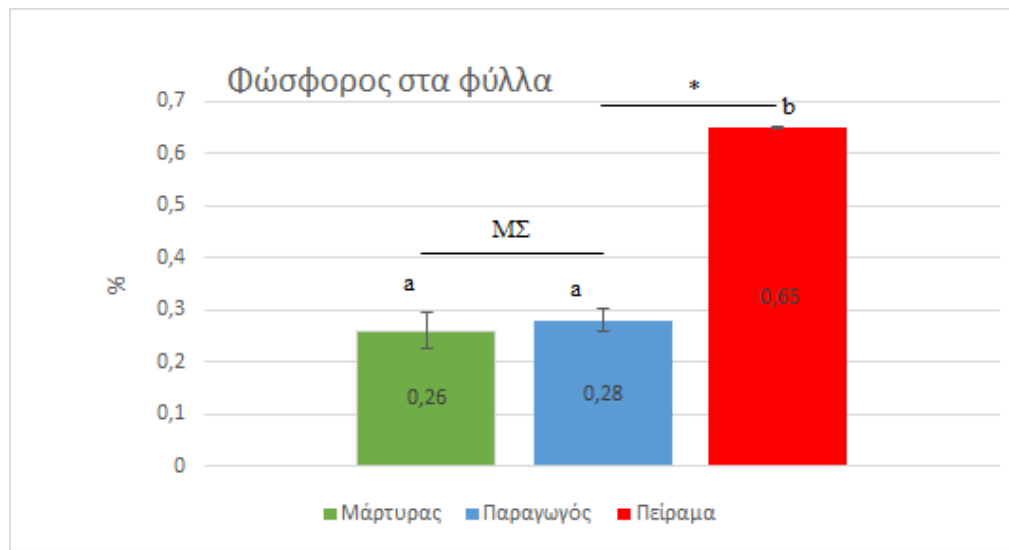
### 3.1.3 Φύλλα

Διάγραμμα 3.16: Ποσοστό (%) ολικού αζώτου στα φύλλα



Η φυλλοδιαγνωστική ανάλυση, έδειξε σημαντική στατιστική διαφορά των δύο μεταχειρίσεων σε σχέση με τον μάρτυρα. Ωστόσο, η πειραματική λίπανση και η λίπανση του παραγωγού δεν είχαν σημαντική διαφορά με τις τιμές των συγκεντρώσεων του αζώτου να είναι 3 και 3,05 % N αντίστοιχα. Αν και οι εισροές δια εδάφους ήταν πολύ χαμηλότερες για τη πειραματική λίπανση, τα δένδρα της πειραματικής λίπανσης δέχθηκαν δύο δόσεις αζώτου (MAP) με διαφυλλικό ψεκάσμο τον Μάρτιο και Απρίλιο ποσότητας 1,5 kg ανά στρέμμα. Η συγκέντρωση του στοιχείου στα φύλλα ήταν ίδια με αυτή της λίπανσης του παραγωγού όπου οι εφαρμογές του στοιχείου ήταν αποκλειστικά διά εδάφους. Τα ίδια ευρήματα είχαν και οι Nielsen & Yorston (1991) σε καλλιέργειες μηλιάς οι οποίοι παρατηρήσαν σημαντικές διαφορές στις συγκεντρώσεις N, P στα φύλλα σε σχέση με τον μάρτυρα μετά από διαφυλλική εφαρμογή (MAP).

Διάγραμμα 3.17: Ποσοστό (%) φωσφόρου στα φύλλα.

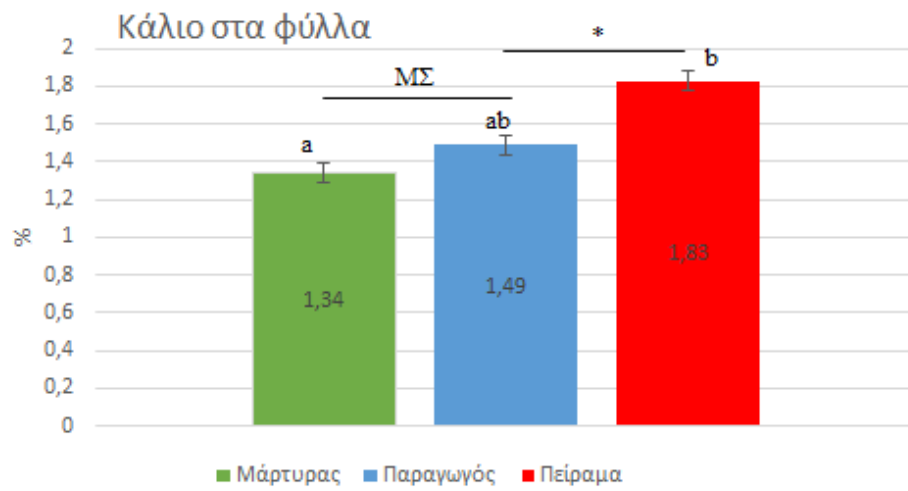


\*Σημαντικότητα σε επίπεδο  $p < 0.05$ .

ΜΣ: Μη σημαντική στατιστική διαφορά.

Ο φώσφορος στη περίπτωση της πειραματικής λίπανσης ήταν υψηλότερος σημαντικά (0,65 %) σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις οι οποίες δεν έδειξαν διαφορά μεταξύ τους. Φαίνεται, πως η διαφυλλική εφαρμογή του φωσφόρου στη πειραματική λίπανση αύξησε σημαντικά το ποσοστό του στοιχείου στα φύλλα. Η συμβολή του φωσφόρου στη σύνθεση του ATP είναι καθοριστική, γεγονός που συμβάλλει στην αύξηση και κυτταροδιαίρεση των καρπιδίων την Άνοιξη. Στην έρευνα των Nielsen & Yorston (1991) οι διαφυλλικές εφαρμογές φωσφόρου αύξησαν επίσης τη συγκέντρωση του στοιχείου στα φύλλα.

Διάγραμμα 3.18: Ποσοστό (%) καλίου στα φύλλα.

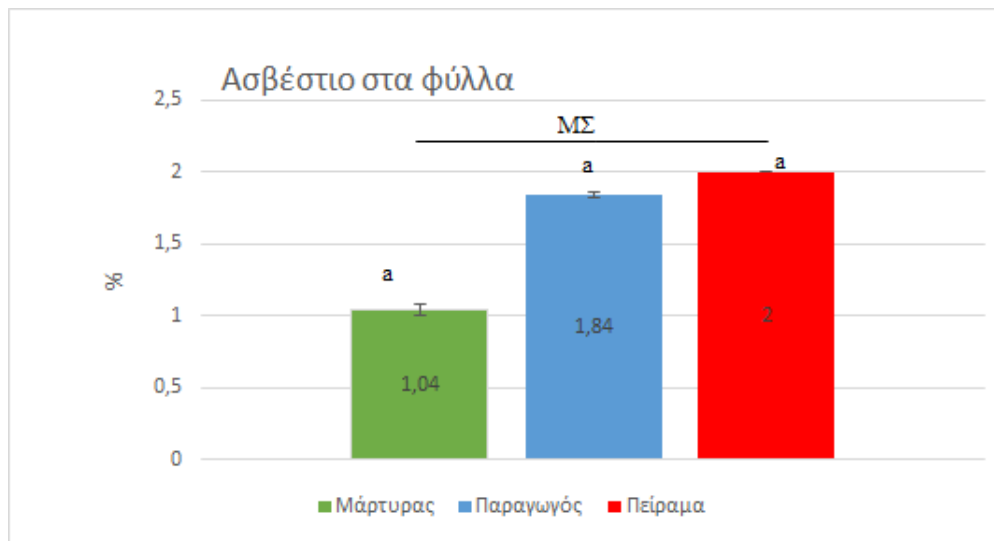


\*Σημαντικότητα σε επίπεδο  $p < 0.05$ .

ΜΣ: Μη σημαντική στατιστική διαφορά.

Οι μεταχειρίσεις του μάρτυρα και του παραγωγού δεν έδειξαν σημαντική στατιστική διαφορά όσον αφορά τη συγκέντρωση του στοιχείου στα φύλλα. Ωστόσο η τιμή του καλίου στα φύλλα της πειραματικής λίπανσης (1,83 %) ήταν σημαντικά μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή της λίπανσης του παραγωγού (1,49 %) και της μη λίπανσης (1,34 %). Οι εισροές καλίου έγιναν μόνο δια εδάφους με μεγαλύτερη ποσότητα στη περίπτωση της πειραματικής λίπανσης (500 g ανά δένδρο) με τη τελευταία εφαρμογή να είναι κοντά στη συγκομιδή. Αντίθετα ο παραγωγός χορήγησε το περισσότερο κάλιο τον Ιούλιο στο στάδιο σκλήρυνσης του πυρήνα. Η χρονολογική αυτή διαφορά ίσως να είναι σε θέση να βοηθήσει στην ερμηνεία του ανωτέρω διαγράμματος καθώς το κάλιο, όταν εφαρμόζεται κοντά στο τελικό στάδιο διόγκωσης των καρπών, είναι γνωστό ότι συμβάλλει στην αύξηση του μεγέθους των φρούτων και το καλύτερο χρωματισμό των φρούτων.

Διάγραμμα 3.19: Ποσοστό (%) ασβεστίου στα φύλλα.



ΜΣ: Μη σημαντική στατιστική διαφορά.

Η συγκέντρωση του ασβεστίου στα φύλλα δεν είχε σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις τρεις μεταχειρίσεις. Στη συγκεκριμένη έρευνα δεν πραγματοποιήθηκε χορήγηση ασβεστίου διά εδάφους η με διαφυλλικό ψεκασμό. Ακόμη, το ασβέστιο αποτελεί ένα δυσκίνητο στοιχείο για την μεταφορά του μέσω της ρίζας και των ξυλώδων αγγείων στα ανώτερα τμήματα του φυτού. Συνήθως, το ασβέστιο εφαρμόζεται με διαφυλλικό ψεκασμό ή δια εδάφους σε συνδυασμό με άζωτο στο στάδιο αύξηση μεγέθους των καρπών πριν τη συγκομιδή των καρπών της ροδακινιάς. Η μη χορήγηση στη παρούσα εργασία δικαιολογεί και τα ευρήματα αυτής.



### 3.2 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα έρευνα είχε ως στόχο την ανάδειξη της ορθολογικής λίπανσης έναντι της συμβατικής, στη καλλιέργεια της ροδακινιάς. Τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά, με την παραγωγή ανά δένδρο της πειραματικής λίπανσης να είναι αυξημένη σε σύγκριση με αυτή που ακολούθησε ο παραγωγός. Συγκεκριμένα, το μέσο βάρος των καρπών αυξήθηκε χάρη στη μείωση της ποσότητας χορήγησης αζώτου, όπως το ίδιο συνέβη και στην έρευνα των Casamali *et al* (2021) αλλά και των Tagliavini & Marangoni (2002) οι οποίοι κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μισή δόση αζώτου (από 20 kg N ανά στρέμμα σε 10 kg N ανά στρέμμα) είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής στη ροδακινιά. Ακόμη, η προσθήκη καλίου στο τελικό στάδιο ανάπτυξης των καρπών, ώθησε περαιτέρω τη διόγκωση των καρπών και την αύξηση της ξηράς ουσίας (Casamali *et al.*, 2021) με τα ίδια αποτελέσματα να επιβεβαιώνουν και οι Awasthi *et al* (1998). Το χρώμα των καρπών της πειραματικής λίπανσης ήταν όμοιο με αυτό των ώριμων καρπών της ροδακινιάς (πορτοκαλί-κίτρινο) σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, με τα διαλυτά στερεά συστατικά να είναι σημαντικά μεγαλύτερα και η οξύτητα μικρότερη για τους καρπούς της πειραματικής μεταχείρισης. Η ορθολογική λίπανση που ακολουθήθηκε οδήγησε σε πρωίμηση της παραγωγής, οδηγώντας τους καρπούς ταχύτερα στην ωρίμανση. Το χρώμα οφείλεται στη δράση του αιθυλενίου που ευθύνεται για την ωρίμανση των καρπών. Τα ίδια ευρήματα παρατήρησαν και οι Bartolome *et al* (1994) σε πειράματα στον ανανά με τη δράση του αιθυλενίου να βελτιώνει το χρώμα των καρπών αλλά και των Bae *et al* (2012) με τα σάκχαρα να είναι σε υψηλότερη συγκέντρωση όταν το χρώμα των καρπών ροδακινιάς ήταν παρόμοιο με αυτό της παρούσας εργασίας. Ακόμη η δράση του αιθυλενίου φάνηκε να ευθύνεται και για την αύξηση του βάρους του πυρήνα στη πειραματική μεταχείριση όπως και στην περίπτωση των Piaggese *et al.*, (1991). Η διάμετρος του καρπού και το πλάτος του ενδοκαρπίου ήταν μεγαλύτερο για τους καρπούς της ορθολογικής λίπανσης χάρη της σωστής εφαρμογής θρεπτικών στη κρίσιμη περίοδο της Άνοιξης. Ιδίως το βόριο και ο ψευδάργυρος είχαν καίρια συμβολή στην αυξημένη κυτταροδιαίρεση που έφερε μεγαλύτερο μέγεθος καρπών στο τέλος της συγκομιδής. Τα ίδια αποτελέσματα είχαν και οι Yadav *et al* (2013) επίσης σε καλλιέργεια ροδακινιάς. Όσον αφορά τη σκληρότητα των καρπών, η μεταχείριση του μάρτυρα είχε τους σκληρότερους καρπούς με σημαντική διαφορά. Η μηδενική λίπανση είχε ως αποτέλεσμα τη μη ωρίμανση των καρπών και σαφώς τη μεγαλύτερη σκληρότητα αυτών. Η έρευνα των Jia *et al.* (2006), έδειξε ότι η γενικότερη χρήση υδατοδιαλυτών λιπασμάτων στη καλλιέργεια της

ροδακινιάς έχει ως αποτέλεσμα τη γενικότερη μείωση του ποσοστού των συστατικών των κυτταρικών τοιχωμάτων (κυτταρίνης, ημικυτταρίνης) κατά το στάδιο ωρίμανσης των καρπών και άρα τη μειωμένη σκληρότητα.

Στα φύλλα βρέθηκε ότι η διαφυλλική εφαρμογή του φωσφόρου σε μορφή (MAP) αύξησε σημαντικά τη περιεκτικότητα του στοιχείου σε σχέση με τις υπόλοιπες εφαρμογές, με τα ίδια αποτελέσματα να επισημαίνουν και οι Nielsen & Yorston (1991). Η διά εδάφους προσθήκη φωσφόρου φαίνεται να μην επηρέασε τη παραγωγή του οπωρώνα. Τέλος, η χορήγηση αζώτου με διαφυλλική εφαρμογή σε μορφή (MAP) στη πειραματική μεταχείριση δεν έδειξε σημαντική διαφορά με τη λίπανση του παραγωγού όπου εκεί εφαρμόστηκε σε διπλάσια συνολικά ποσότητα και δια εδάφους. Τα ίδια συμπεράσματα εξήγαγαν επίσης οι Nielsen & Yorston (1991).

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η χορήγηση μισής δόσης αζώτου σε σχέση με την ετήσια χορήγηση αζώτου του παραγωγού (700 g ανά δέντρο) αύξησε τη παραγωγή στη καλλιέργεια της ροδακινιάς.
- Η διαφυλλική εφαρμογή φωσφόρου αξιολογείται σε μεγαλύτερο βαθμό από τη ροδακινιά σε σχέση με την προσθήκη διά εδάφους.
- Η χορήγηση καλίου στην έναρξη διόγκωσης και πριν τη συγκομιδή των καρπών της ροδακινιάς συμβάλλει στην αύξηση του βάρους των καρπών.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Διεθνής βιβλιογραφία

- Ahmad, W., Niaz, A., Kanwai, S., Rasheed, M.K., 2009. Role of Boron in Plant Growth – A Review, p. 3-6.
- Alejandro, S., Holler, S., Meier, B., Peiter, E., 2020. Manganese in Plants: From Acquisition to Subcellular Allocation. Plant Nutrition Laboratory, Institute of Agricultural and Nutritional Sciences, Martin Luther University Halle-Wittenberg, Halle (Salle), Germany, p. 2: 6-7.
- Awasthi, R.P., Bhutani, V.P., Mankotia, M.S., Kaith, N.S., Dev, G., 1998. Potash Improves the Yield and Quality of July Elberta Peach, p. 1-2.
- Bae, H., Yun, S.K., Jun, J.H., Yoon, I.K., Nam, E.Y., Kwon, J.H., 2012. Assessment of organic acid and sugar composition in apricot, plumcot, plum, and peach during fruit development. Fruit Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon, Korea, p. 2.
- Bartolome, A.R., Ruperez, P., Fuster, C., 1994. Pineapple fruit: morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis of Red Spanish and Smooth Cayenne cultivars. Department of Plant Food Science and Technology, Instituto de l Frio (C.S.I. C.), Ciuabd Universitaria s/n, 28040-Madrid, Spain, p. 3-4.
- Casamali, B., Iersel, M.W., Chavez, D.J., 2021. Nitrogen Partitioning in Young “Julyprince” Peach Trees Grown with Different Irrigation and Fertilization Practices in the Southeastern United States. Department of Horticulture, University of Georgia, 1109 Experiment Street, Griffin, GA 30223, USA, p. 1:3-4:8:16.
- Chatzitheodorou, I.T., Sotiropoulos, T.E., Mouhtaridou, G.I., 2004. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium fertilisation and manure on fruit yield and fruit quality of the peach cultivars ‘Spring Time’ and ‘Red Haven’. N.AG.RE.F., Pomology Institute, P.O. Box 122, 59200 Naoussa, Greece, p. 1-10.
- Herrero, M., Arbeloa, A., 1989. Influence of the Pistil Tube Kinetics in Peach (*Prunus Persica*). UnidaddeFruticultura,SIA-DGA(INIA),Campusde Aula Dei,Apartado727, 50080Zaragoza,Spain, p. 2.
- Jia, H.J., Mizuguchi, K., Hirano, K., Okamoto, G., 2006. Effect of Fertilizer Application Level on Pectin Composition of HakuhoPeach (*Prunus persica*Batsch)During Maturation. Department of Horticulture, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China, p. 2.

- Kant, R., Shukla, R.K., Shukla, A., 2018. A Review on Peach (*Prunus persica*): An Asset of Medicinal Phytochemicals. Department of Chemistry, Gurukula Kangri Vishwavidyalaya, Haridwar, Uttarakhand, India, p. 2.
- Leghari, S.J., Wahocho, N.A., Laghari, G.M., HafeezLaghari, A., MustafaBhabhan, G., Bhutto, T.A., Wahocho, S.A., Lashari, A.A., 2016. Role of Nitrogen for Plant Growth and Development: A Review, p.2-3.
- Malhotra, H., Sharma, V.S., Pandey, R., 2018. Phosphorus Nutrition: Plant Growth in Response to Deficiency and Excess, p. 7-15.
- Nanaki, E.A., Koroneos, C.J., 2018. Sustainable Peach Compote Production: A Life Cycle Thinking Approach. Department of Mechanical Engineering, University of Western Macedonia, Bakola and Salviera, 50100 Kozani, Greece, p. 1-2.
- Nielsen, G.H., Yorston, J., 1991. Soil Disinfection and Monoammonium Phosphate Fertilization Increase Precocity of Apples on Replant Problem Soils. Agriculture Canada Research Station, Summerland, BC V0H 1Z0, Canada, 116: 652-653.
- Norton, M., Duncan, R., Hasey, J., 2007. Growing Processing Cling Peaches in California, p. 3.
- Obi, V.I., Bariuso, J.J., Gogorcena, Y., 2018. Peach Brown Rot: Still in Search of an Ideal Management Option. Experimental Station of Aula Dei-CSIC, Avda de Montañana 1005, 50059 Zaragoza, Spain, p. 2-3.
- Ozlu, E., Kumar, S., 2018. Response of Soil Organic Carbon, pH, Electrical Conductivity, and Water Stable Aggregates to Long-Term Annual Manure and Inorganic Fertilizer, p. 4:8.
- Piaggese, A., Perata, P., Vitagliano, C., Amedeo, A., 1991. Level of Abscisic Acid in Integuments, Nucellus, Endosperm, and Embryo of Peach Seeds (*Prunus persica* L. cv Springcrest) during Development, p. 1-3.
- Potter, D., Eriksson, T., Evans, R.C., Oh, S.H., 2007. Phylogeny and Classification of *Rosaceae*, p. 2-3.
- Prajapati, K., Modi, H.A., 2012. The Importance of Potassium in Plant Growth, p. 4-5.
- Rout, G.R., Sahoo, S., 2015. Role of Iron in Plant Growth and Metabolism. Department of Agricultural Biotechnology, College of Agriculture, Orissa University of Agriculture & Technology, Bhubaneswar 751 003, Odisha, India, p. 3-4, 9.

- Rudani, K., Patel, V., Prajapati, K., 2018. The Importance of Zinc in Plant Growth – A Review. Department of Microbiology, HVHP Institute of Post Graduate Studies and research, Kadi, p. 6-12.
- Schlegel, A.J., Bond, H.D., 2017. Long-Term Nitrogen and Phosphorus Fertilization of Irrigated Corn, p. 3-6.
- Taggliavini, M., Marangoni, B., 1999. Major Nutritional Issues in Deciduous Fruit Orchards of Northern Italy, p. 4, 7.
- Thomas, C., Thomas, A.C., 2009. The vital role of potassium in the osmotic mechanism of stomata aperture modulation and its link with potassium deficiency, p. 2.
- Zhang, Y., Zhang, S., Wang, R., Cai, J., Zhang, Y., Li, H., 2016. Impacts of fertilization practices on pH and the pH buffering capacity of calcareous soil, p. 6:8.

#### **Ελληνική Βιβλιογραφία**

- Βασιλακάκης, Μ., Γενική και Ειδική Δενδροκομία, σελ. 126, 358-368, 378.
- Δραγούδη, Π, Τσιπουρίδης, Κ., Πανταζής, Σ., 2007. Ποικιλίες Ροδακινιάς και Νεκταρινιάς. Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων, ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Νάουσα.
- Μήτσιοι, Ι.Κ., 2004. Γονιμότητα Εδαφών, σελ. 9-12, 32, 123-124, 317-318, 332, 334, 346, 349, 356, 358-359.

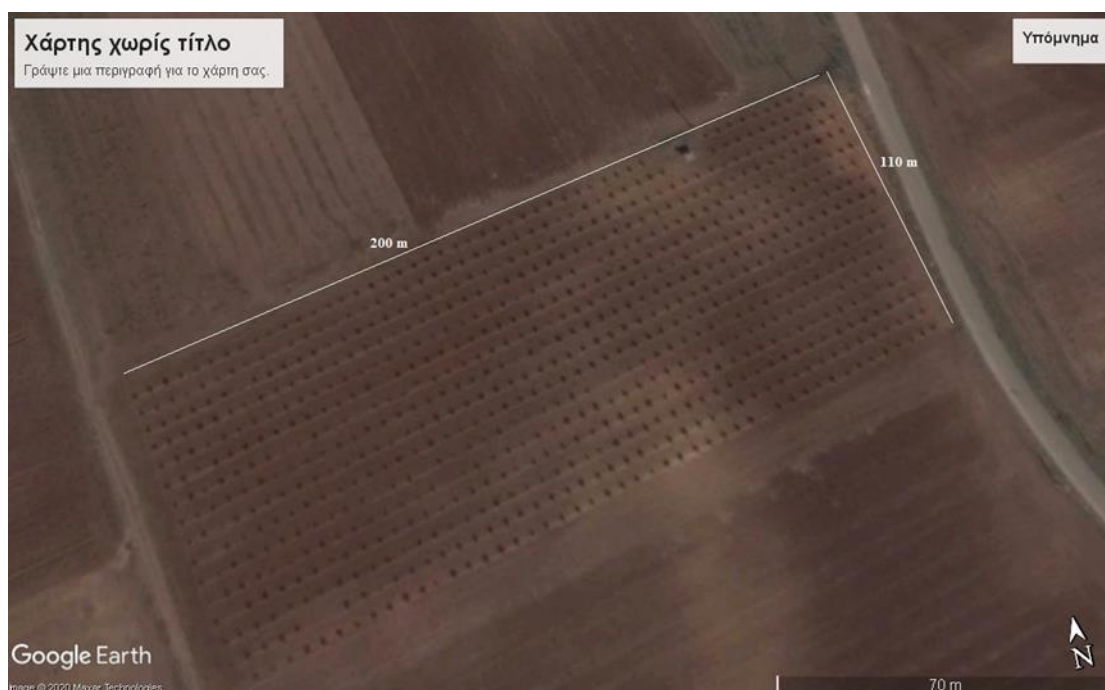
#### **Ιστοσελίδες**

- <https://plants.sc.egov.usda.gov/home/plantProfile?symbol=PRPEP2>
- <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/->
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Peach>
- [https://www.researchgate.net/figure/The-ellipsoid-shape-for-Lab-color-space-Source-46\\_fig2\\_332834212](https://www.researchgate.net/figure/The-ellipsoid-shape-for-Lab-color-space-Source-46_fig2_332834212)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Φωτογραφία 1: Κάτοψη αγρού. Φωτογραφία από δορυφόρο στο Google Earth.



Φωτογραφία 2: Αποστάσεις αγρού, φωτογραφία από δορυφόρο στο Google Earth.



Φωτογραφία 3: Με Μ δεικνύεται η γραμμή μεταχείρισης των μαρτύρων οι οποίοι δεν έχουν λιπανθεί, Ρήγαιο Φαρσάλων.



Φωτογραφία 4: Λίπανση δένδρων της μεταχείρισης του παραγωγού. Προσθήκη λιπάσματος πάνω στη γραμμή άρδευσης, Ρήγαιο Φαρσάλων.





Φωτογραφία 5: Στάδιο έκπτυξης φύλλων, Ρήγαιο Φαρσάλων.



Φωτογραφία 6: Βασική λίπανση πειραματικών δένδρων με θειικό κάλιο. Η λίπανση γίνεται πάνω στη γραμμή άρδευσης, Ρήγαιο Φαρσάλων.



Φωτογραφία 7: Στάδιο πτώσης ανθέων, Ρήγαιο Φαρσάλων.



Φωτογραφία 8: Θερινό κλάδεμα, αφαίρεση λαιμάργων βλαστών για τον καλό φωτισμό της κόμης του δένδρου, Ρήγαιο Φαρσάλων.



Φωτογραφία 9: Η μέτρηση γίνεται σε 5 επαναλήψεις των 5 καρπών. Εδώ φαίνεται η μέτρηση της μεταχείρισης του μάρτυρα, Εργαστήριο Δενδροκομίας, Βόλος.



Φωτογραφία 10: Ζυγαριά δύο δεκαδικών, Εργαστήριο Δενδροκομίας, Βόλος.



Φωτογραφία 11: Εξαγωγή χυμού καρπών ροδακινιάς, Εργαστήριο Δενδροκομίας, Βόλος.



Φωτογραφία 12: Διαθλασίμετρο, μέτρηση διαλυτών στερεών συστατικών χυμού, Εργαστήριο Δενδροκομίας, Βόλος.





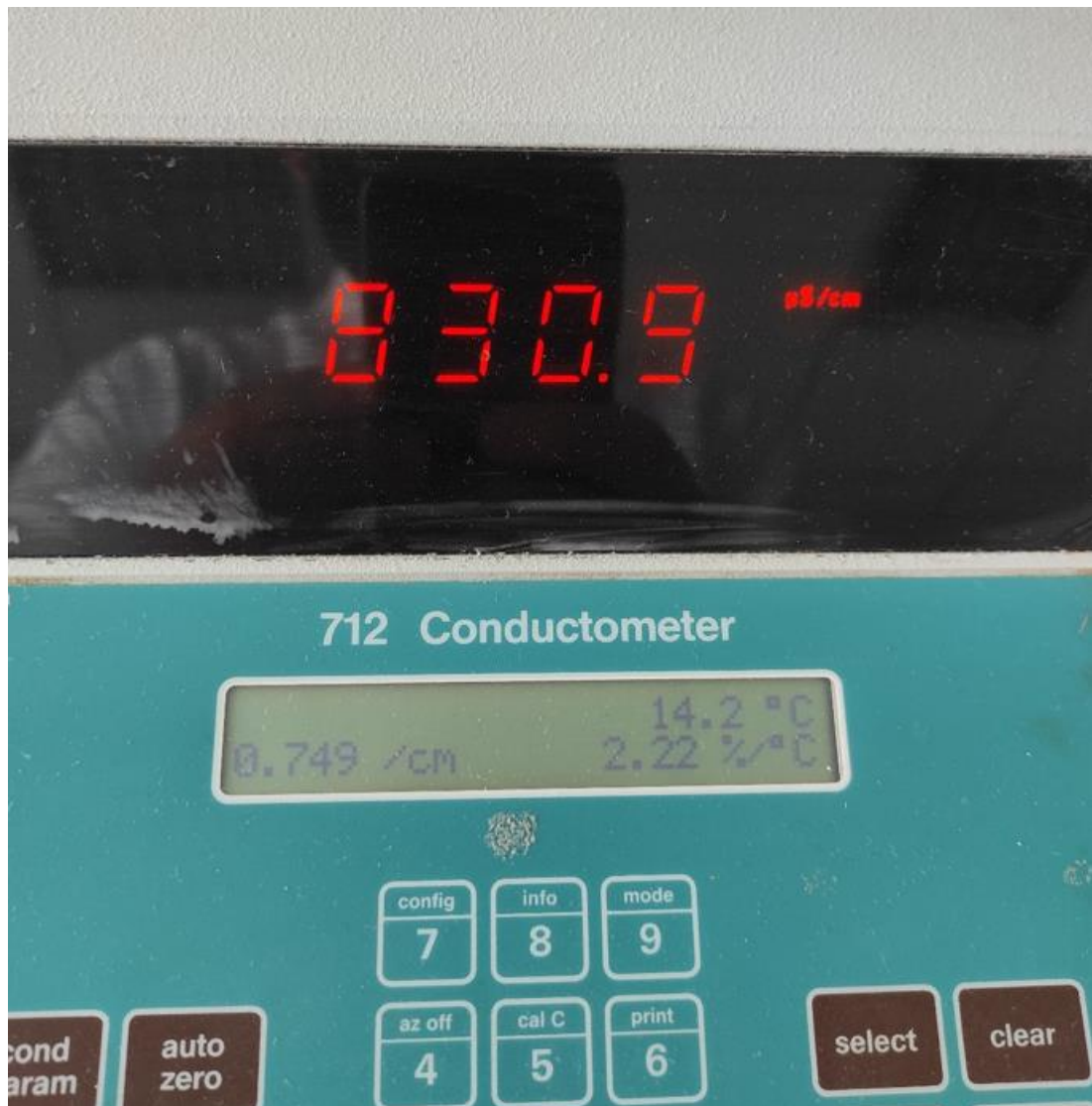
Φωτογραφία 13: Μέτρηση σκληρότητας σάρκας, πενετρόμετρο, Εργαστήριο Δενδροκομίας, Βόλος.



Φωτογραφία 14: Ηλεκτρονικό παχύμετρο, μέτρηση διαμέτρου πυρήνων, Εργαστήριο Δενδροκομίας, Βόλος.



Φωτογραφία 15: Ηλεκτρονικό πεχάμετρο, Εργαστήριο εδαφολογίας, Βόλος.



Φωτογραφία 16: Ηλεκτρονικό αγωγιμόμετρο, Εργαστήριο εδαφολογίας, Βόλος.



Φωτογραφία 17: Μεταχείριση πειράματος, εμφανές το πορτοκαλί-πράσινο χρώμα.  
Εργαστήριο Δενδροκομίας, Βόλος.



Φωτογραφία 18: Μεταχείριση παραγωγού, εμφανές το πράσινο-κίτρινο χρώμα.  
Εργαστήριο Δενδροκομίας, Βόλος.