

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ
ΕΛΙΑΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΘΙΑΚΟ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
του
ΚΟΥΝΑ-ΜΑΧΑΙΡΑ ΘΕΟΔΩΡΟΥ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Σχολή Περιβάλλοντος

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



Αργοστόλι Κεφαλληνίας

Δεκέμβριος 2024

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ
ΕΛΙΑΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΘΙΑΚΟ

Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

Κατσαλήρου Ειρήνη
Εισηγήτρια

Γεράκης Αργύριος
Μέλος επιτροπής

Φράγκος Αθανάσιος
Μέλος επιτροπής

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στην επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κ. Κατσαλήρου Ειρήνη, που χάρη στη πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου πρόσφερε, καθώς και χάρη στις χρήσιμες πληροφορίες, γνώσεις και συμβουλές που μου μεταλαμπάδευσε για να καταφέρω να φέρω εις πέρας τη πτυχιακή μου εργασία. Η οποία όντας παρούσα καθ' όλη τη διάρκεια μέχρι την ολοκλήρωση της διατριβής μου και πάντα διαθέσιμη για την επίλυση οποιασδήποτε απορίας μου.

Στο κ. Γεράκη Άρη για τη βοήθεια που μου πρόσφερε τόσο στο εργαστηριακό αλλά και στο καθοδηγητικό κομμάτι στις εργασίες στον αγρό πλησίον της σχολής.

Στους γονείς μου Δημήτρη και Δήμητρα, που με στηρίζουν αδιάκοπα όλα αυτά τα χρόνια και πιστεύουν σε εμένα, καθώς και στη κοπέλα μου Σαββίνα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πολλές αναφορές έχουν γίνει για τη χρήση αμμωνιακών λιπασμάτων στη γεωργία. Έτσι, σκοπός της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και η σύγκριση των επιδράσεων της νιτρικής αμμωνίας στα θρεπτικά στοιχεία τόσο του εδάφους όσο και των φύλλων αλλά και την επίδραση της στις συγκεντρώσεις πολυφαινολών. Η εκπόνηση της εργασίας ξεκίνησε τον Ιούνιο του 2020 και έλαβε μέρος στο Εργαστήριο Εδαφολογίας του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Ιονίου Πανεπιστημίου στο Αργοστόλι Κεφαλληνίας. Αρχικά ξεκινήσαμε με 15 δέντρα ελιάς ποικιλίας Θιακό περίπου 2 ετών τα οποία δέχθηκαν τις εξής μεταχειρίσεις. Στη 1^η μεταχείριση, 5 δέντρα χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες (0g λίπανσης), στη 2^η μεταχείριση σε άλλα 5 δέντρα χρησιμοποιήθηκε η συνιστώμενη δόση λίπανσης νιτρικής αμμωνίας (40g ανά δέντρο) και στη 3^η μεταχείριση σε 5 ακόμη δέντρα χρησιμοποιήσαμε τη διπλάσια δόση λίπανσης από τη συνιστώμενη (80g ανά δέντρο). Πραγματοποιήθηκαν 2 δειγματοληψίες εδάφους και 3 δειγματοληψίες φυτικού ιστού. Η πρώτη δειγματοληψία εδάφους έγινε στις 7/6/2020 όπου παραλάβαμε έδαφος από το κτήμα της σχολής και το συμπληρώσαμε κατά τη μεταφύτευση των ελαιόδεντρων σε μεγαλύτερες γλάστρες. Η δεύτερη δειγματοληψία εδάφους πραγματοποιήθηκε στις 8/9/2020 όπου έγινε παραλαβή δειγμάτων εδάφους από το κάθε δέντρο ξεχωριστά. Για τα δείγματα φυτικών ιστών πραγματοποιήθηκαν 3 δειγματοληψίες. Η 1^η δειγματοληψία έγινε στις 10/6/2020, η 2^η στις 9/9/2020, ενώ η 3^η στις 26/10/2020. Η λίπανση με νιτρική αμμωνία έγινε στις 10/7/2020. Και στα 15 δέντρα υπήρξε ομοιομορφία τόσο στην άρδευση τους όσο και στην

έκθεση τους στον ήλιο. Για την διευκόλυνση της ερμηνείας των αποτελεσμάτων βγάλαμε τους Μ.Ο. των δειγμάτων για κάθε δειγματοληψία σε κάθε μεταχείριση τόσο στις αναλύσεις εδάφους όσο και στις αναλύσεις φυτικών ιστών τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε γραφήματα αναλυτικά για κάθε μεταχείριση και δειγματοληψία. Στις ακόλουθες εδαφικές μετρήσεις pH, Υγρασίας, Ηλεκτρικής αγωγιμότητας, Οργανικής ουσίας και Ανθρακικών Αλάτων δεν φάνηκε κάποια ιδιαίτερη διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων ανάμεσα στη 1^η και 2^η δειγματοληψία εδάφους. Στον εδαφικό φώσφορο υπήρξε αύξηση των συγκεντρώσεων σε όλες τις μεταχειρίσεις, ενώ αντίθετα στο εδαφικό βόριο υπήρξε μείωση στις συγκεντρώσεις των μεταχειρίσεων της συνιστώμενης και της διπλάσιας δόσης λίπανσης γεγονός το οποίο αποδόθηκε στην έκπλυση του βορίου (λόγω της εντατικής άρδευσης που εφαρμόστηκε όταν υποψιαστήκαμε πιθανή τοξικότητα λόγω υπερβολικής λίπανσης των δέντρων με νιτρική αμμωνία). Στα ακόλουθα θρεπτικά (στους φυτικούς ιστούς) σε P, B, Ca, Mg φάνηκε να υπήρξε μία αύξηση στις συγκεντρώσεις τους στις μεταχειρίσεις των 40g και 80g νιτρικής αμμωνίας συγκριτικά με τις συγκεντρώσεις των μαρτύρων για τα αντίστοιχα θρεπτικά στοιχεία. Τέλος όσον αφορά τα συνολικά φαινολικά φάνηκε ότι η αζωτούχος λίπανση είχε μια μικρή αλλά αυξητική επίδραση σε αυτά, περίπου 10-15% συγκριτικά με τα φαινολικά των μαρτύρων. Συμπερασματικά η εφαρμογή νιτρικής αμμωνίας σε δέντρα ελιάς μπορεί να ενισχύσει τη παραγωγή φαινολικών ενώσεων καθώς και να διευκολύνει τη μεταφορά P,B,Ca,Mg από το έδαφος στους φυτικούς ιστούς. Ωστόσο από υπερβολική λίπανση με νιτρική αμμωνία πιθανό είναι να προκληθεί τοξικότητα στις ρίζες των δέντρων και χλόρωση των φύλλων έως και ολοκληρωτική καταστροφή των δέντρων, για αυτό προτείνεται η συνιστώμενη δόση λίπανσης νιτρικής αμμωνίας.

ABSTRACT

Many reports have been made on the use of ammonium fertilizers in agriculture. Thus, the purpose of this thesis is to study and compare the effects of ammonia nitrate on both soil and leaf nutrients, as well as its effect on polyphenol concentrations. The preparation of the work started in June 2020 and took part in the Soil Science Laboratory of the Department of Food Science and Technology of the Ionian University in Argostoli, Kefalonia. Initially, we started with 15 olive trees of the Thiako variety, about 2 years old, which received the following treatments. In the 1st treatment, 5 trees were used as witnesses (0g of fertilization), in the 2nd treatment in another 5 trees the recommended dose of ammonium nitrate fertilization was used (40g per tree) and in the 3rd treatment in 5 more trees we used twice the recommended dose of fertilization (80g per tree). 2 soil samplings and 3 plant tissue samplings were carried out. The first soil sampling took place on 7/6/2020 where we received soil from the university's estate and supplemented it when transplanting the olive trees into larger pots. The second soil sampling took place on 8/9/20 where soil samples were taken from each tree separately. For the plant tissue samples, 3 samplings were carried out. The 1st sampling took place on 10/6/2020, the 2nd on 9/9/2020, while the 3rd on 26/10/2020. Ammonia nitrate fertilization was done on 10/7/2020. In all 15 trees there was uniformity both in their irrigation and in their exposure to the sun. To facilitate the interpretation of the results, we took the average of the samples for each sampling in each treatment in both soil analyzes and plant tissue analyses, the results are presented in graphs in detail for each treatment and sampling. In the following soil measurements of PH, Moisture, Electrical conductivity, Organic matter and Carbonates, no difference in results was seen between the 1st and 2nd soil sampling. In

soil phosphorus, an increase in concentrations was observed across all treatments. In contrast, a reduction in soil boron concentrations was noted in the treatments with the recommended and double fertilization doses, which was attributed to boron leaching (due to intensive irrigation applied when potential toxicity was suspected from excessive tree fertilization with ammonium nitrate). Regarding nutrient concentrations in plant tissues (P, B, Ca, Mg), an increase was observed in the treatments with 40g and 80g of ammonium nitrate compared to the control concentrations for these respective nutrients. Finally, concerning total phenolics, nitrogen fertilization showed a small but positive effect, increasing them by approximately 10-15% compared to the phenolic content of the control group. In conclusion, the application of ammonium nitrate to olive trees can enhance the production of phenolic compounds and facilitate the transfer of P, B, Ca, and Mg from the soil to plant tissues. However, excessive fertilization with ammonium nitrate may cause root toxicity, leaf chlorosis, and even complete tree destruction. Therefore, the recommended dose of ammonium nitrate fertilization is advised.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο	Σελίδα
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι- ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	
1. 1. Η ιστορία της ελιάς (<i>Olea europae</i>)	14
1. 2. Ζώνες καλλιέργειας ελιάς	14
1. 3. Οικονομικά στοιχεία	15
1. 4. Καταγωγή ελιάς	16
1. 5. Βιολογία ελιάς	16
1. 6. Ποικιλίες ελιάς	17
1. 7. Απαιτήσεις σε κλίμα και έδαφος	20
1. 8. Ανόργανη θρέψη ελιάς	21
1. 8. 1 Θρεπτικές απαιτήσεις	21
1. 8. 2. Το Άζωτο	22
1. 8. 3. Ο Φώσφορος	23
1. 8. 4. Το Κάλιο	24
1. 8. 5. Το Μαγνήσιο	25
1. 8. 6. Το Ασβέστιο	25
1. 8. 7. Το Βόριο	26
1. 8. 8. Άλλα ιχνοστοιχεία	26
1. 8. 9. Φαιλονικά συστατικά φύλλων ελιάς	26
1. 9. Εκτίμηση θρεπτικής κατάστασης ελαιόδεντρων	28
1. 9. 1 Αναλύσεις εδάφους	28
1. 9. 2 Φυλλοδιαγνωστική στην ελιά	29
1. 9. 3 Επιλογή φύλλων	29
1. 9. 4 Εποχή συλλογής φύλλων	30
1. 9. 5 Η εφαρμογή της αζωτούχου λιπάνσεως στην ελιά	30
1. 9. 6 Αλληλεπίδραση αζώτου με άλλα θρεπτικά στοιχεία	32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2. 1 Πειραματικός σχεδιασμός και σκοπός του πειράματος	34
2. 2 Δειγματοληψίες εδάφους	37
2. 2. 1. Εδαφικές αναλύσεις	38
2. 2. 2 Μέτρηση pH εδάφους	38
2. 2. 3 Προσδιορισμός υγρασίας εδάφους	40
2. 2. 4 Μηχανική σύσταση εδάφους	40
2. 2. 5 Ηλεκτρική αγωγιμότητα εδάφους (EC)	43
2. 2. 6 Προσδιορισμός οργανικής ουσίας	44
2. 2. 7 Προσδιορισμός CaCO_3	46
2. 2. 8 Προσδιορισμός διαθέσιμου εδαφικού φωσφόρου	48
2. 2. 9 Προσδιορισμός διαθέσιμου εδαφικού βορίου	50
3. Δειγματοληψίες και αναλύσεις φυτικών ιστών	53
3. 1 Προετοιμασία και εκχύλιση φυτικών ιστών	53
3. 2 Προσδιορισμός φωσφόρου στους φυτικούς ιστούς	54
3. 3 Προσδιορισμός καλίου στους φυτικούς ιστούς	57
3. 4 Προσδιορισμός βορίου στους φυτικούς ιστούς	59
3. 5 Προσδιορισμός ασβεστίου και μαγνησίου στους φυτικούς ιστούς	61
3. 6 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών στους φυτικούς ιστούς	65
3. 7 Παρουσίαση συσχετίσεων των θρεπτικών στοιχείων σε γραφήματα	69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ III - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

1. Εδαφικές Αναλύσεις	73
2. Αναλύσεις φυτικών ιστών	75
3. Συμπεράσματα	78
4. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	78

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV -ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

4. 1 Βιβλιογραφία Ελληνική	79
4. 2 Βιβλιογραφία Ξενόγλωσση	79

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Σελίδα
Πίνακας 1. Μεταχειρίσεις ελαιόδεντρων ανάλογα με τη λίπανση που δέχτηκαν	36
Πίνακας 2. Χαρακτηρισμός pH	39
Πίνακας 3. Χαρακτηρισμός Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας	44
Πίνακας 4. Χαρακτηρισμός Οργανικής Ουσίας	46
Πίνακας 5. Χαρακτηρισμός εδαφών βάση περιεκτικότητας σε ανθρακικά άλατα	48

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα	Σελίδα
Γράφημα 1 Μ. Ο. ΡΗ εδαφικών δειγμάτων	39
Γράφημα 2 Μ. Ο. Υγρασίας εδαφικών δειγμάτων	40
Γράφημα 3 Μ. Ο. Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας εδαφικών δειγμάτων	44
Γράφημα 4 Μ. Ο. Οργανικής Ουσίας εδαφικών δειγμάτων	46
Γράφημα 5 Μ. Ο. Ανθρακικών Αλάτων εδαφικών δειγμάτων	47
Γράφημα 6 Μ. Ο. Δειγμάτων Εδαφικού Φωσφόρου	50
Γράφημα 7 Μ. Ο. Δειγμάτων Εδαφικού Βορίου	53
Γράφημα 8 Μ. Ο. Δειγμάτων Φωσφόρου φυτικού ιστού	56
Γράφημα 9 Μ. Ο. Δειγμάτων Καλίου φυτικού ιστού	59
Γράφημα 10 Μ. Ο. Δειγμάτων Βορίου φυτικού ιστού	61
Γράφημα 11 Μ. Ο. Δειγμάτων Ασβεστίου φυτικού ιστού	63
Γράφημα 12 Μ. Ο. Δειγμάτων Μαγνησίου φυτικού ιστού	65
Γράφημα 13 Μ. Ο. Δειγμάτων Ολικών Φαινολικών	68
Γράφημα 14 Συσχέτιση εδαφικού φωσφόρου με το φώσφορο των φυτικών ιστών	69
Γράφημα 15 Συσχέτιση εδαφικού βορίου με το βόριο των φυτικών ιστών	69
Γράφημα 16 Συσχέτιση εδαφικού φωσφόρου με το βόριο των φυτικών ιστών	70
Γράφημα 17 Συσχέτιση εδαφικού φωσφόρου με το κάλιο των φυτικών ιστών	70
Γράφημα 18 Συσχέτιση φαινολικών με το φώσφορο φυτικών ιστών	71
Γράφημα 19 Συσχέτιση φαινολικών με το βόριο φυτικών ιστών	71
Γράφημα 20 Συσχέτιση φαινολικών με το κάλιο φυτικών ιστών	72

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα	Σελίδα
Εικόνα 1 Προετοιμασία κατά την μεταφύτευση των ελαιόδεντρων	35
Εικόνα 2 Τα ελαιόδεντρα περίπου 2 ετών μετά τη μεταφύτευση	35
Εικόνα 3 Λίπασμα νιτρικής αμμωνίας που χρησιμοποιήθηκε ως μέσο λίπανσης	36
Εικόνα 4 Προετοιμασία δειγμάτων εδάφους προς αποξήρανση	37
Εικόνα 5 Μέτρηση pH των εδαφικών δειγμάτων με τη χρήση ειδικού πεχαμέτρου	38
Εικόνα 6 Προσδιορισμός μηχανικής σύστασης εδάφους με τη μέθοδο BOUYOUCOS	41
Εικόνα 7 Προετοιμασία δειγμάτων εδάφους για το προσδιορισμό της οργανικής ουσίας με τη μέθοδο υγρής οξείδωσης	45
Εικόνα 8 Μύλος Willey που χρησιμοποιήθηκε για κονιορτοποίηση φυτικών ιστών	54

ΜΕΡΟΣ Ι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι – ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Η ιστορία της ελιάς (*Olea europaea*)

Η καλλιεργούμενη ελιά (*Olea europaea* L.) είναι αείφυλλο δένδρο που προέρχεται από τροπικά και υποτροπικά είδη και καλλιεργείται κύρια στις Μεσογειακές χώρες. Προήλθε από την ανατολική λεκάνη της Μεσογείου και είναι μία από τις αρχαιότερες καλλιέργειες. Ανήκει στην οικογένεια Oleaceae, που διαθέτει 30 γένη, ενώ οι περισσότερες καλλιέργειες ελιάς ανήκουν στο είδος *Olea europaea* L. Τα ελαιόδενδρα καλλιεργούνται εδώ και χρόνια και στις Η.Π.Α., Αργεντινή, Χιλή, Ιράν, Ιράκ, ενώ σε άλλες χώρες όπως Κίνα, Ν. Ζηλανδία, Βραζιλία η καλλιέργεια της άρχισε πιο πρόσφατα. Σε πειραματικό στάδιο φύτευσης βρίσκονται σε χώρες όπως η Ινδία, Ιαπωνία, Κορέα, Πακιστάν. Η Ευρώπη κατέχει περισσότερο από τα $\frac{3}{4}$ της παγκόσμιας παραγωγής με πάνω από 500 εκ. δένδρα και ακολουθεί η Ασία με 13%, η Αφρική με 8% και η μερική με 3%. Η Ελλάδα για το έτος 2022-2023 ήταν 2η ελαιοπαραγωγός χώρα στο Κόσμο με καλλιεργούμενη έκταση τα 6.700.000 στρ. και 100.000.000 δένδρα, η οποία αγγίζει τα 7.500.000 στρ. και 133.000.000 αν συνυπολογιστεί η έκταση στα διάσπαρτα δένδρα. Ενδεικτικό είναι ότι οι ελαιώνες αντιπροσωπεύουν το 13% της ακαθάριστης αξίας φυτικής παραγωγής της χώρας μας (Θερίος, 2005).

1.2. Ζώνες καλλιέργειας ελιάς

Οι περιοχές όπου καλλιεργείται η ελιά στον κόσμο εκτείνονται από γεωγραφικό πλάτος 30° έως 45° τόσο στο βόρειο όσο και στο νότιο ημισφαίριο. Η ελιά αναπτύσσεται σε εύκρατες περιοχές βόρεια και νότια του ισημερινού και απαιτεί συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες. Η Μεσογειακή λεκάνη, που αποτελεί την περιοχή καταγωγής της, προσφέρει τις ιδανικές συνθήκες καλλιέργειας της. Έτσι, περιοχές όπως η Ελλάδα, η Κύπρος, το Δέλτα του Νείλου, οι ακτές της Συρίας και του

Λιβάνου, η Τουρκία, η νότια Ιταλία, η Γαλλία, η Ισπανία και οι ακτές της Βόρειας Αφρικής είναι περιοχές όπου η ελιά ευδοκimeί. Σήμερα, καλλιεργείται επίσης στη Νότια Αφρική και σε ορισμένες περιοχές του Πακιστάν και της Ιαπωνίας. Στην Ελλάδα, η ελιά καλλιεργείται κυρίως στην Πελοπόννησο, στα νησιά και στα παράλια του Ιονίου, στην Κρήτη και στα νησιά του Αιγαίου. Στη Θεσσαλία, κυρίως στο Πήλιο, στη Μακεδονία στη Χαλκιδική και στα παράλια του Θερμαϊκού. Στις πιο ξηρές και θερμές περιοχές παράγεται κυρίως λάδι, ενώ στις πιο δροσερές περιοχές καλλιεργούνται επιτραπέζιες ελιές.

1.3. Οικονομικά στοιχεία

Η ελιά έχει πρωταγωνιστικό ρόλο στην οικονομία των Μεσογειακών χωρών. Οι πιο σημαντικές χώρες σε παγκόσμιο επίπεδο είναι η Ισπανία, η Ιταλία, η Ελλάδα, η Τουρκία, η Τυνησία, ενώ ακολουθούν η Πορτογαλία, το Μαρόκο, και η Συρία. Όσον αφορά την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών, η Ιταλία και η Ισπανία παράγουν από 25% της παγκόσμιας ποσότητας, ενώ η Ελλάδα το 17,5%. Στον τομέα του ελαιολάδου, η Ελλάδα καλύπτει το 16% της παγκόσμιας παραγωγής, η Ιταλία το 27%, και η Ισπανία επίσης το 27%. Αυτό τοποθετεί την Ελλάδα στην τρίτη θέση παγκοσμίως τόσο στην παραγωγή ελαιολάδου όσο και στην παραγωγή επιτραπέζιων ελιών. Η καλλιέργεια της ελιάς στην Ελλάδα καταλαμβάνει το 17% της καλλιεργούμενης γης, περίπου 6.000.000 στρέμματα, και απασχολεί 450.000 οικογένειες. Ο συνολικός αριθμός των ελαιόδεντρων έχει ξεπεράσει τα 120.000.000, με 95.000.000 από αυτά να προορίζονται για την παραγωγή ελαιολάδου, οδηγώντας σε ετήσια παραγωγή περίπου 250.000 τόνων. Η κατανομή της παραγωγής στην Ελλάδα δείχνει ότι η Κρήτη παράγει το 30%, η Πελοπόννησος το 26%, η Λέσβος το 10%, και τα Ιόνια Νησιά το 8%. Είναι επίσης ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι η ετήσια κατά κεφαλή κατανάλωση ελαιολάδου στην Ελλάδα είναι κατά μέσο όρο 18,5 κιλά, ενώ στην Ιταλία είναι 7,4 κιλά και στην Ισπανία 8,2 κιλά. Οι υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης καταναλώνουν πολύ λιγότερο ελαιόλαδο.

1.4. Καταγωγή ελιάς

Η ελιά είναι ένα αιωνόβιο και αιιθαλές δέντρο, το οποίο μπορεί να ζήσει πάρα πολλά χρόνια. Πιθανότατα προέρχεται από την Ασία, συγκεκριμένα από την περιοχή των σημερινών συνόρων Συρίας-Ιράν. Ωστόσο, υπάρχει και η άποψη ότι η Ελλάδα είναι η πατρίδα της ελιάς, καθώς θεωρούνταν το ιερό δέντρο της θεάς Αθηνάς. Στην ελληνική μυθολογία και την αρχαία ιστορία, υπάρχουν πολλές αναφορές στην ελιά. Το κλαδί της ελιάς ήταν γνωστό ως σύμβολο ειρήνης.

1.5. Βιολογία ελιάς

Η ελιά ως αιιθαλές δέντρο, φτάνει σε ύψος τα 15-20 μέτρα, ο κορμός του δέντρου είναι ομαλός στα νεαρά δένδρα, και στα μεγάλης ηλικίας ανώμαλος λόγω των εξογκωμάτων που εμφανίζονται άλλοτε, διαφορετικού μεγέθους. Σε ορισμένα ελαιόδενδρα και πιο πολύ στη ποικιλία «Λιανολιά», σχηματίζονται πάνω στο κορμό κάποια κοιλώματα από το σάπισμα του ξύλου. Αυτά τα εξογκώματα που βρίσκονται στο κορμό, στο λαιμό, ή στη ρίζα των δένδρων λέγονται σφαιροβλάστες ή γόγγροι. Είναι υπερπλασίες που περιέχουν φυτορμόνες και θρεπτικές ουσίες. Στα νεαρά δένδρα ο φλοιός είναι τεφροπράσινος και λείος, ενώ στα ενήλικα τεφρός και σκοτεινός, φελλοειδής ή ρυτιδωμένος. Το ξύλο του κορμού είναι χρώματος κιτρινωπού προς το εξωτερικό και σκοτεινού προς την εντεριώνη. Σε μία εγκάρσια τομή, παρουσιάζονται ακανόνιστοι δακτύλιοι, που δείχνουν ακανόνιστη βλάστηση. Αντίθετα τα φυλλοβόλα δένδρα διευκολύνουν στο να αναγνωριστεί η ηλικία τους. Το ξύλο των ελαιόδενδρων είναι ευάλωτο σε ασθένειες μυκήτων, ειδικά σε περιοχές με μεγάλη βροχόπτωση οι οποίες το καταστρέφουν δημιουργώντας κοιλότητες στους βραχίονες και στο κορμό του. Το ριζικό σύστημα στα ελαιόδενδρα μέρι τον τέταρτο χρόνο αναπτύσσεται κάθετα, ανεξάρτητα αν το δένδρο προέρχεται από μόσχευμα ή σπόρο. Αργότερα αυτό το αρχικό ριζικό σύστημα αντικαθίσταται από ένα διαφορετικό θυσσανώδες, το οποίο προκύπτει από γόγγρους ή σφαιροβλάστες, οι οποίοι υπάρχουν στη βάση του κορμού, αμέσως κάτω από την εδαφική επιφάνεια (λαιμός). Πιο παλιά αυτά τα εξογκώματα πίστευαν πως ήταν κάτι παθολογικό, όμως αργότερα διαπίστωσαν πως συμβάλουν στην επιβίωση του δέντρου και άρα έχουν φυσιολογική λειτουργία. Τον τρόπο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος τον καθορίζει κατά κύριο λόγο η φύση του εδάφους. Αν το έδαφος είναι κακοαεριζόμενο και βαρύ τότε έχουμε μεγάλη διασπορά

ριζιδίων επιφανειακά. Στα αμμώδη εδάφη υπάρχει μεγάλη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Στη Τυνησία π. χ. στη πόλη Σβαχ (με βροχόπτωση 200 mm, έδαφος αμμώδες) παρατηρήθηκαν ελαιόδενδρα με μήκος ριζών έως 12 μέτρα και βάθος έως 6 μέτρα. Αυτό αποδεικνύει ότι το ελαιόδενδρο σε εδάφη με μικρή βροχόπτωση και φτωχά σε ουσίες, αναπτύσσεται εκτεταμένο ριζικό σύστημα για να καλύψει τις ανάγκες του σε νερό και θρεπτικά στοιχεία. Σε κάποια πεδιάδα της Αλγερίας (Beni-Siimane) στην οποία η ετήσια βροχόπτωση είναι γύρω στα 400mm και το έδαφος αργιλώδες το βάθος του ριζικού συστήματος δεν ξεπερνάει τα 60 εκ.

Τώρα όσον αφορά τα φύλλα της ελιάς, αυτά είναι απλά βραχύμυχα, αντίθετα, λειόχειλα, λογχοειδή, δερματώδη και παχιά και παραμένουν στα δένδρα δύο με τρία χρόνια. Πέφτουν συνήθως κατά την άνοιξη. Η πάνω επιφάνεια του φύλλου καλύπτεται με χυτίνη, ενώ στη κάτω υπάρχει μεγάλος αριθμός από τρίχες σε σχήμα ομπρέλας, για να προστατεύονται από μεγάλες απώλειες νερού. Επιπλέον η κάτω κυρίως επιφάνεια φέρει στόματα, ο αριθμός των οποίων αλλάζει ανάλογα με την ποικιλία.

Οι οφθαλμοί της ελιάς διακρίνονται σε μεικτούς καρποφόρους και σε ξυλοφόρους. Οι μικτοί καρποφόροι αναπτύσσονται στις μασχάλες των φύλλων μόνο στα πλάγια. Οι ξυλοφόροι αναπτύσσονται επάκρια (γυμνοί) και στις μασχάλες των φύλλων. Όταν εκπτυχθούν οι ξυλοφόροι δίνουν βλάστηση, ενώ οι μικτοί καρποφόροι δίνουν άνθη σε βοτρυώδη ταξιανθία και μικρή βλάστηση.

Της ελιάς ο καρπός είναι δρύπη, όπως σε όλα τα πυρηνόκαρπα. Αυτό σημαίνει πως αποτελείται από επιδερμίδα (φλοιό), σάρκα και πυρήνα. Στο εσωτερικό του πυρήνα, ο οποίος έχει ξύλινο και σκληρό περίβλημα υπάρχει το σπέρμα.

Οι ποικιλίες διακρίνονται από το σχήμα, το μέγεθος και την επιφάνεια του πυρήνα (αν έχει αυλάκια και πόσα, αν είναι ανώμαλη ή λεία κ.λ.π.).

1.6. Οι ποικιλίες της ελιάς

Ο Αναγνωστόπουλος (1939), διακρίνει τις διάφορες ποικιλίες ελιάς που βρίσκονται στη χώρα μας, με κριτήριο το βάρος των καρπών τους, σε τρεις κατηγορίες:

1. Μικρόκαρπες (λαδολιές) βάρος καρπού 1,2-2,6 γρ.

2. Μεσόκαρπες (διπλής χρήσης) βάρος καρπού 2,7-4,2 γρ.
3. Μεγαλόκαρπες (επιτραπέζιες) βάρος καρπού > 4,3 γρ.

Οι μικρόκαρπες ή λαδολίες είναι :

1. Ποικιλία Κορωνέικη: Μια σημαντική ποικιλία που είναι αρκετά διαδεδομένη στην Ελλάδα. Είναι πολύ παραγωγική και παράγει λάδι εξαιρετικής ποιότητας με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο.

2. Ποικιλία Κουτσουρελιά (Πατρινή ή Πατρινιά): Εμφανίζεται κυρίως στην Πελοπόννησο, την Αιτωλοακαρνανία και σε άλλες περιοχές.

3. Ποικιλία Μαστοειδής (Τσουνάτη): Βρίσκεται στα Χανιά, στη Νότια Πελοπόννησο και αλλού. Ο καρπός της έχει χαρακτηριστική θηλή και αγκάθι στον πυρήνα. Παράγει λάδι εξαιρετικής ποιότητας και αντέχει στο κρύο και στους ανέμους σε υψόμετρο έως 650 μέτρα.

4. Ποικιλία Μαυρελιά: Καλλιεργείται στην Κρήτη και την Πελοπόννησο. Ο καρπός της είναι μικρός, αλλά μεγαλύτερος από τις προηγούμενες ποικιλίες, και μαυρίζει νωρίς. Παράγει λάδι εξαιρετικής ποιότητας, αλλά είναι αρκετά απαιτητική σε υγρασία.

5. Ποικιλία Θιακή ή Θιακό: Ηθιακή φέρει και τις συνωνυμίες: Ανωησάνα, Θιακό, Πλεξιδένια και Ντόπια. Καλλιεργείται κυρίως στο νομό Κερκύρας στη περιοχή της Ιθάκης και σποραδικά στο νομό Κεφαλληνίας. Αναπτύσσεται σε δένδρο ύψους 5–8 μέτρων. Ο καρπός της έχει σχήμα ωοειδές- κυλινδροκωνικό, με μέσο βάρος 1,6γρ. Χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή λαδιού εξαιρετικής ποιότητας. Θεωρείται ποικιλία παραγωγική και ανθεκτική στην ξηρασία και στη καρκίνωση.

Οι μεσόκαρπες ποικιλίες ελιάς είναι:

1. **Βαλανολιά (Μυτιληνιά, Κολοβή):** Καλλιεργείται στη Χίο και τη Μυτιλήνη. Ο καρπός της έχει το σχήμα βελανιδιού. Είναι απαιτητικό δέντρο που παράγει εξαιρετικής ποιότητας λάδι.
2. **Αγουρομανακολιά (Αγουρομανάκι):** Βρίσκεται στα παράλια της Αρκαδίας, Κορινθίας, Αργολίδας και άλλες περιοχές. Αντέχει σε μεγάλο υψόμετρο και κρύο. Ωριμάζει αργά και παράγει καλής ποιότητας λάδι.

3. **Θρουμπολιά:** Καλλιεργείται κυρίως στις Κυκλάδες, στην Αττική, στη Βοιωτία, στην Κρήτη και στη Θάσο. Το δέντρο είναι μεγάλο, με όρθια κλαδιά και απαιτητικό σε έδαφος, κρύο και υγρασία. Παράγει καλής ποιότητας λάδι, αλλά καλλιεργείται κυρίως για τις επιτραπέζιες ελιές, θρούμπες.
4. **Μεγαρείτικη:** Καλλιεργείται στην Αττική, Βοιωτία και Εύβοια. Ο καρπός της είναι αρκετά μεγάλος, με θηλή και πυρήνα που μοιάζει με ρόπαλο. Το δέντρο είναι γενικά σταχτί και αντέχει στην ξηρασία. Ο καρπός της χρησιμοποιείται για λάδι και επιτραπέζιες ελιές, είτε τσακιστές πράσινες είτε πατητές μαύρες.

Οι μεγαλόκαρπες ποικιλίες ελιάς είναι:

1. **Κονσερβολιά (Αμφίσης):** Καλλιεργείται στη Στερεά Ελλάδα. Είναι μεγάλο δέντρο με μικρά σχετικά φύλλα και πυκνή κόμη. Ο καρπός είναι σχεδόν σφαιρικός, με λευκά στίγματα στην επιδερμίδα και μεγάλο μέγεθος (7-8 γρ.). Έχει μικρό πυρήνα και είναι μια απαιτητική αλλά παραγωγική ποικιλία, θεωρούμενη από πολλούς η καλύτερη επιτραπέζια ποικιλία στον κόσμο.
2. **Ελιά Καλαμών:** Καλλιεργείται κυρίως στη Μεσσηνία και τη Λακωνία. Το δέντρο είναι μεγάλο και ζωηρό με μεγάλα φύλλα, απαιτώντας υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία. Ο καρπός έχει μικρή κάμψη και θηλή και παράγει εξαιρετικής ποιότητας ελαιόλαδο. Είναι ανθεκτική και εξαγωγήμη, συσκευάζεται σε μαύρες κονσέρβες.
3. **Καρυδολιά:** Καλλιεργείται στη Χαλκιδική και τη Στερεά Ελλάδα. Είναι ανθεκτική στο κρύο αλλά απαιτητική σε νερό και έδαφος. Συσκευάζεται σε μαύρες και πράσινες κονσέρβες.
4. **Κοθρέϊκη (Μανάκι, Γλυκομανάκι):** Καλλιεργείται στην Αργολίδα, την Κορινθία, τη Στερεά Ελλάδα και αλλού. Το δέντρο είναι μέτριο σε μέγεθος, με σφαιρικό και σχετικά μικρό καρπό για μεγαλόκαρπη ελιά. Είναι η μόνη μεγαλόκαρπη ποικιλία που αντέχει στους ανέμους και την ξηρασία. Συσκευάζεται σε μαύρη κονσέρβα.
5. Άλλες ποικιλίες για συσκευασία σε πράσινες κονσέρβες περιλαμβάνουν την **Αμυγδαλολιά** (μικρόσωμο δέντρο) και τη **Στρογγυλολιά** (Χαλκιδική).
6. **Γαιδουρελιά:** Χρησιμοποιείται για μαύρες και πράσινες κονσέρβες. Η ποικιλία **Βασιλικάδα** (Βόρεια Εύβοια, Κέρκυρα) είναι πολύ απαιτητική σε υγρασία και έδαφος.

1.7. Απαιτήσεις σε κλίμα και έδαφος

Κλίμα: Η ελιά ευδοκίμει σε ζεστά εύκρατα έως υποτροπικά κλίματα. Προτιμά τα παράλια, αλλά μπορεί να αναπτυχθεί και σε υψόμετρα από 600 έως 700 μέτρα (ανάλογα με τη ποικιλία). Από την περίοδο της άνθησης (Μάιο) μέχρι την ωρίμανση του καρπού (Νοέμβριο), το δέντρο χρειάζεται υψηλές θερμοκρασίες και ξηρή ατμόσφαιρα. Μπορεί να αντέξει θερμοκρασίες έως 40°C το καλοκαίρι και έως -7°C το χειμώνα, αν αυτές οι χαμηλές θερμοκρασίες διαρκέσουν μόνο λίγες ώρες. Για να διαφοροποιηθούν οι οφθαλμοί από ξυλοφόροι σε ανθοφόροι, το δέντρο χρειάζεται αρκετές χαμηλές θερμοκρασίες για ένα τρίμηνο, από τον Ιανουάριο έως τον Απρίλιο στο βόρειο ημισφαίριο και από τον Αύγουστο έως τον Οκτώβριο στο νότιο ημισφαίριο. Υπάρχουν ποικιλίες με διαφορετικές ανάγκες σε εδαφική ή ατμοσφαιρική υγρασία και αντοχή στους ανέμους και το υψόμετρο. Το δέντρο χρειάζεται άφθονο φως για να αναπτυχθεί και να καρποφορήσει.

Γενικά η ελιά είναι δέντρο που αντέχει στην ξηρασία. Η αντοχή στην ξηρασία κυμαίνεται από ποικιλία σε ποικιλία. Άλλες αντέχουν περισσότερο και άλλες λιγότερο. Το ιδανικό ετήσιο ύψος βροχής για την ελαιοκαλλιέργεια είναι 400-600 χιλιοστά. Σε δύο κυρίως περιόδους, οι βροχές ή συμπληρωματικές αρδεύσεις στην ελιά είναι περισσότερο ευεργετικές. Η μια είναι από τα τέλη Φεβρουαρίου μέχρι τις αρχές Απριλίου, τότε που οι οφθαλμοί διαφοροποιούνται σε ανθοφόρους και κατόπιν σχηματίζεται η νέα βλάστηση και πλησιάζει η ανθοφορία. Η δεύτερη είναι το φθινόπωρο, οπότε μεγαλώνουν και ελαιοποιούνται οι καρποί και δημιουργούνται αποθέματα στα όργανα του φυτού για την προπαρασκευή της προσεχούς εσοδείας. Οι καλοκαιρινές αρδεύσεις, ειδικά κατά τα πρώτα χρόνια ανάπτυξης του φυτού, είναι επίσης αρκετά σημαντικές.

Έδαφος: Η ελιά δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις σε σχέση με το έδαφος. Μπορεί να αναπτυχθεί σε ελαφρώς αλατούχα και ασβεστούχα εδάφη. Σε βαριά, καλά διαπερατά εδάφη, με βαθιές ρίζες, εκμεταλλεύεται την υγρασία του υπεδάφους στις ξηρές περιοχές. Ωστόσο, σε αργιλώδη εδάφη φτωχά σε θρεπτικά συστατικά, η ανάπτυξή της δεν είναι ικανοποιητική.

1.8. Ανόργανη θρέψη ελιάς

1.8.1. Θρεπτικές απαιτήσεις

Η ελιά μπορεί να αναπτυχθεί και να καρποφορήσει ακόμα και σε άγονα και ξηρά εδάφη. Ωστόσο, για να επιτευχθεί γρήγορη είσοδος στην παραγωγή, έντονη βλάστηση και υψηλής ποιότητας καρποφορία, το έδαφος πρέπει να είναι γόνιμο, βαθύ και καλά αποστραγγισμένο. Ιδανικά εδάφη για την ελιά είναι τα βαθιά αμμοπηλώδη εδάφη, που προσφέρουν καλή υγρασία και αποστράγγιση. Το pH του εδάφους είναι προτιμότερο να είναι ελαφρώς αλκαλικό (6-8) και, σε περίπτωση απόκλισης, να διορθώνεται με εδαφοβελτιωτικά όπως η ασβέστωση ή τα αντίστοιχα λιπάσματα. Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν τις απαιτούμενες ποσότητες και τον τρόπο εφαρμογής των λιπασμάτων. Οι σημαντικότεροι είναι η μηχανική και χημική σύσταση του εδάφους, η υγρασία, η ποικιλία της ελιάς, η πυκνότητα φύτευσης, η παραγωγικότητα των δέντρων και η ηλικία τους. Αυτό σημαίνει ότι οι ανάγκες κάθε ελαιώνα πρέπει να εξετάζονται ξεχωριστά.

Τα κύρια θρεπτικά στοιχεία για την ελιά είναι το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο. Αυτά τα στοιχεία απομακρύνονται σημαντικά από τον ελαιώνα λόγω των αναγκών του φυτού για βλάστηση και παραγωγή. Όταν οι ποσότητες που απομακρύνονται είναι μεγαλύτερες από αυτές που είναι διαθέσιμες, η παραγωγή μειώνεται, εκτός αν συμπληρωθούν τα απαραίτητα στοιχεία. Η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που πρέπει να προστεθεί εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους, την ετήσια παραγωγή, τα διαθέσιμα αποθέματα και την καλλιεργητική πρακτική (όπως το κλάδεμα και η άρδευση).

Η σωστή αναπλήρωση των θρεπτικών στοιχείων που απομακρύνθηκαν με τη συγκομιδή και το κλάδεμα είναι πρωταρχικής σημασίας. Κατά μέσο όρο, τα 100 κιλά ελαιόκαρπου αφαιρούν από το έδαφος: 0,9 κιλά άζωτο (N), 0,2 κιλά φώσφορο (P), 1,0 κιλό κάλιο (K) και 0,4 κιλά ασβέστιο (Ca). Πρέπει να ληφθεί υπόψη και μια ποσότητα θρεπτικών στοιχείων που δεσμεύονται στο έδαφος σε μη αφομοιώσιμη μορφή (κυρίως φώσφορος και κάλιο) ή που χάνεται στα κατώτερα στρώματα του εδάφους (κυρίως άζωτο). (Θερίος, 2005)

Σε υπερβολικά γόνιμα εδάφη, μπορεί να παρατηρηθεί το φαινόμενο της βλαστομανίας, όπου τα φυτά παρουσιάζουν έντονη βλαστική ανάπτυξη και ελάχιστη έως μηδαμινή καρποφορία.

Μέθοδοι Αναγνώρισης Θρεπτικών Προβλημάτων

- 1. Φυλλοδιαγνωστική**
- 2. Ανάλυση Εδάφους**
- 3. Μακροσκοπική Παρατήρηση Συμπτωμάτων**

Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι η φυλλοδιαγνωστική, η οποία βασίζεται σε κρίσιμες συγκεντρώσεις. Για αυτή τη μέθοδο, συλλέγονται ολόκληρα φύλλα με μίσχο από τους βλαστούς του έτους. Η ενδεδειγμένη περίοδος για δειγματοληψία είναι η χειμερινή, καθώς τότε οι συγκεντρώσεις των στοιχείων είναι σταθερές. Από την έναρξη της βλάστησης μέχρι τον Αύγουστο, οι συγκεντρώσεις των στοιχείων N, K, P και Mg στα φύλλα παραμένουν σταθερές. Ακολουθεί αύξηση των συγκεντρώσεων, οι οποίες σταθεροποιούνται μετά τον Οκτώβριο μέχρι τον επόμενο βλαστικό κύκλο. Η μέγιστη συκέντρωση του αζώτου στα φύλλα παρατηρείται τον Μάιο.

1.8.2. Το άζωτο

Το άζωτο είναι το πιο σημαντικό θρεπτικό στοιχείο για την παραγωγή και τη βλάστηση της ελιάς. Χωρίς επαρκή παροχή αζώτου, είτε σε οργανική είτε σε ανόργανη μορφή, δεν επιτυγχάνονται υψηλές αποδόσεις ελαιοσυγκομιδής. Όταν υπάρχει έντονη έλλειψη αζώτου, οι αποδόσεις είναι χαμηλές και η βλάστηση παρουσιάζει σαφή συμπτώματα έλλειψης του στοιχείου αυτού. Τα φύλλα της νέας βλάστησης είναι μικρότερα από το φυσιολογικό και δεν έχουν το βαθύ πράσινο χρώμα των υγιών φύλλων. Αντίθετα, εμφανίζονται ανοιχτοπράσινα ή κιτρινοπράσινα και η διάρκεια ζωής τους είναι περιορισμένη. Συνήθως, κιτρινίζουν και πέφτουν είτε το καλοκαίρι είτε το φθινόπωρο του επόμενου έτους από τον σχηματισμό τους.

Η χημική ανάλυση των φύλλων αποτελεί ασφαλές διαγνωστικό κριτήριο για την ένδειξη έλλειψης αζώτου. Σε εδάφη με χαμηλή γονιμότητα και υψηλές βροχοπτώσεις, η αντίδραση των ελαιόδεντρων σε ελαφρά αζωτούχα λίπανση είναι έντονη. Όταν η παραγωγή αυξάνεται λόγω μεγαλύτερης καρπόδεσης, παρατηρείται μείωση του μεγέθους των καρπών, γεγονός που δεν είναι επιθυμητό στις βρώσιμες ποικιλίες και μπορεί να καθιστά τη λίπανση οικονομικά ασύμφορη.

Γενικά, η ελιά αντιδρά θετικά στην αζωτούχα λίπανση, εκτός από σπάνιες περιπτώσεις όπου τα εδάφη είναι ήδη γόνιμα, βαθιά και πλούσια σε οργανική ουσία, όπου μπορεί να μην παρατηρηθεί άμεση αντίδραση στη χορήγηση αζώτου. (Θεριός, 2005)

1.8.3. Ο φώσφορος

Η σημαντικότητα του φωσφόρου ως στοιχείο λίπανσης είναι περιορισμένη στις δενδρώδεις καλλιέργειες σε σύγκριση με τις ετήσιες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το ριζικό σύστημα των δένδρων διασκορπίζεται σε μεγάλη έκταση εδάφους, επιτρέποντας την απορρόφηση αρκετών ποσοτήτων φωσφόρου από εδάφη όπου οι ετήσιες καλλιέργειες αντιμετωπίζουν έλλειψη αυτού του θρεπτικού στοιχείου.

Η τροφοπενία του φωσφόρου εμφανίζεται με τη χλώρωση των φύλλων της ελιάς, η οποία καλύπτει κυρίως την κορυφή του ελάσματος και επεκτείνεται κατά μήκος των δύο πλευρών του. Τα μικρά πράσινα τμήματα συνήθως παραμένουν μέσα στους χλωρωτικούς ιστούς. Η χλώρωση εμφανίζεται το καλοκαίρι στη νέα βλάστηση και γίνεται πιο έντονη κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Τα φύλλα των τροφοπενικών δένδρων παραμένουν συνήθως μικρά, ακόμα και χωρίς χλώρωση, ενώ τα χλωρωτικά φύλλα πέφτουν πρόωρα. Συχνά παρατηρούνται νεκρώσεις στην κορυφή και την περιφέρεια του φύλλου, με εντός ελάσματος νεκρωτικές κηλίδες να είναι πιο σπάνιες. Οι νεκρώσεις εμφανίζονται συνήθως το χειμώνα και την άνοιξη, ενώ παρατηρείται περιορισμένη ανάπτυξη των βλαστών των τροφοπενικών δένδρων λόγω της πρόωρης πτώσης των παλαιότερων φύλλων και της αραίωσης της κόμης.

Για να θεωρηθούν τα ελαιόδενδρα εφοδιασμένα επαρκώς με φωσφόρο στην Ελλάδα, η περιεκτικότητα σε φώσφορο σε φύλλα 6-12 μηνών πρέπει να υπερβαίνει το 0,09%, ενώ σε νεότερα φύλλα πρέπει να είναι πάνω από το 0,10%. Η σχέση N/P δεν πρέπει να υπερβαίνει το 20, καθώς αυτή είναι ένδειξη της αναλογικής παρουσίας του αζώτου και του φωσφόρου.

Συνοψίζοντας, η χημική ανάλυση αποτελεί το αξιόπιστο μέσο για τη διάγνωση της τροφοπενίας του φωσφόρου στην ελιά. Σε περιπτώσεις όπου η σχέση N/P κυμαίνεται μεταξύ 20-25, ανεξάρτητα από την παρουσία συμπτωμάτων τροφοπενίας, πρέπει να εξετάσουμε την πιθανή έλλειψη φωσφόρου. (Θεριός, 2005)

1. 8. 4. Το κάλιο

Το κάλιο κατέχει ιδιαίτερη θέση ως θρεπτικό στοιχείο για την ελιά, λόγω της υψηλής απορροφητικότητάς του από το έδαφος. Οι ποσότητες καλίου που εξαγάγονται είναι σημαντικά μεγαλύτερες σε σύγκριση με το άζωτο και το φώσφορο. Το ριζικό σύστημα της ελιάς εκτείνεται σε ευρύ εδαφικό όγκο, επιτρέποντας την απορρόφηση ικανοποιητικών ποσοτήτων καλίου, χωρίς σημαντική μείωση των αποθεμάτων του στο έδαφος.

Στην περίπτωση της τροφοπενίας καλίου, το φυτό εμφανίζει χλώρωση των φύλλων, συνοδευόμενη από ξήρανση της κορυφής τους. Η χλώρωση συνήθως εμφανίζεται στη νέα βλάστηση το φθινόπωρο ή το χειμώνα, κυρίως στα κατώτερα φύλλα, εξαπλώνοντας από την κορυφή του φύλλου προς τα κάτω. Στη συνέχεια, ακολουθεί η ξήρανση της κορυφής του φύλλου. Η χλώρωση έχει ορειχάλκινη απόχρωση και η μετάβαση από το χλωρωτικό προς το πράσινο χρώμα είναι βαθμιαία, χωρίς εμφανή διαχωριστική γραμμή.

Στις ελαφρές περιπτώσεις τροφοπενίας καλίου, τα συμπτώματα είναι εμφανή σε έναν ή δύο από τους κύριους βραχίονες του δένδρου, ενώ το υπόλοιπο τμήμα της κόμης φαίνεται φυσιολογικό. Στα κλαδιά και τους βλαστούς με τροφοπενία καλίου, παρατηρείται περιορισμός στο μήκος της βλάστησης και πρόωμη φυλλόπτωση, με συνοδευτική μείωση της συνολικής παραγωγής και της ελαιοπεριεκτικότητας των καρπών.

Η διάγνωση της έλλειψης καλίου μόνο από τα φυτά δεν είναι αξιόπιστη, καθώς άλλες τροφοπενίες ή ακόμα και η τοξικότητα από χλωριούχα άλατα μπορεί να παρουσιάσουν παρόμοια συμπτώματα. Η ασφαλέστερη μέθοδος διάγνωσης παραμένει η χημική ανάλυση των φύλλων.

Η περιεκτικότητα του καλίου στα φύλλα ελιάς εξαρτάται από τη διαθεσιμότητά του στο έδαφος, το φορτίο καρπού στο δένδρο και την ηλικία των φύλλων. Κατά τη συνηθισμένη περίοδο δειγματοληψίας φύλλων (Δεκέμβριος - Φεβρουάριος), η περιεκτικότητα καλίου κυμαίνεται μεταξύ 0,5% - 1,4% για τα φύλλα της τελευταίας βλάστησης.

Συνοψίζοντας, το επιθυμητό επίπεδο καλίου σε δένδρα ελιάς είναι μεταξύ 0,35% - 1,42% για φύλλα άνω των 6 μηνών. (Θερίος, 2005)

1.8.5. Το μαγνήσιο

Η έλλειψη μαγνησίου στην καλλιέργεια της ελιάς είναι σπάνια και δεν θεωρείται σοβαρό πρόβλημα, αλλά παρά ταύτα παρατηρείται σε διάφορες περιοχές της χώρας μας. Τα κύρια συμπτώματα της τροφοπενίας μαγνησίου περιλαμβάνουν χλώρωση στα φύλλα, περιορισμένη ανάπτυξη και πρόωρη φυλλόπτωση. Η χλώρωση εμφανίζεται αρχικά στα κάτω φύλλα των βλαστών και εξαπλώνεται στα φύλλα και την κορυφή των βλαστών κατά τη χειμερινή περίοδο.

Για την ασφαλή διάγνωση της τροφοπενίας μαγνησίου, απαιτείται χημική ανάλυση των φύλλων. Σε υγιή ελαιόδενδρα, η περιεκτικότητα μαγνησίου στα φύλλα κυμαίνεται από 0,1% έως 0,25%. Σε περιπτώσεις τροφοπενίας μαγνησίου, η περιεκτικότητα μπορεί να πέσει σε επίπεδα μεταξύ 0,026% και 0,073%. Τα ελαιόδενδρα με υψηλή περιεκτικότητα σε μαγνήσιο συχνά εμφανίζουν και τροφοπενία καλίου. Αντίθετα, στα δένδρα που έχουν τροφοπενία καλίου παρατηρείται υψηλή περιεκτικότητα μαγνησίου στα φύλλα τους. (Θεριός, 2005)

1.8.6. Το ασβέστιο

Το ασβέστιο αποτελεί αναγκαίο θρεπτικό στοιχείο για την ελιά, επηρεάζοντας θετικά την ανάπτυξη και την υγεία του δένδρου. Επιπλέον, αποτελεί τον κύριο ρυθμιστικό παράγοντα του pH του εδάφους και επηρεάζει τη δομή του, εμμέσως επηρεάζοντας την απορρόφηση των υπόλοιπων θρεπτικών στοιχείων από τα δένδρα ελιάς. Η υψηλή περιεκτικότητα ασβεστίου συνδέεται συχνά με υψηλό pH στο έδαφος (7-8), το οποίο οδηγεί σε έλλειψη σε σίδηρο, ψευδάργυρο, χαλκό και μαγγάνιο λόγω της αδιαλυτοποίησής τους. Γενικά, η ελιά θεωρείται ασβεστόφιλο δένδρο, με την ισορροπία των θρεπτικών (N:P:K) και (K:Ca:Mg) να είναι προς το όφελος της θρέψης των δένδρων σε ασβεστούχα εδάφη. Σε περίπτωση έλλειψης ασβεστίου, κύριο σύμπτωμα αποτελεί η έντονη χλώρωση στο άνω τμήμα των βλαστών και στα φύλλα της ελιάς. Η χλώρωση εμφανίζεται αρχικά σε κίτρινοπράσινο χρώμα στο χλωρωτικό τμήμα και μετατρέπεται σταδιακά σε πορτοκαλλόχρουν στα φύλλα μεγαλύτερης ηλικίας.

Η περιεκτικότητα ασβεστίου στα φύλλα της ελιάς κυμαίνεται συνήθως από 1% έως 4,5%. Τα όρια τροφοπενίας για την ελιά είναι περίπου 0,2-0,3% για φύλλα 2-4 μηνών, 0,3-0,4% για φύλλα 4-5 μηνών και 0,4-0,5% για φύλλα 5-7 μηνών. (Θεριός, 2005)

1.8.7. Το βόριο

Το βόριο θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα ιχνοστοιχεία για την ελιά. Η τροφοπενία σε βόριο έχει χαρακτηριστικά συμπτώματα όπως ξηροί κλαδίσκοι στην κορυφή του δένδρου και χλώρωση στα ανώτερα μέρη των βλαστών. Τα φύλλα εμφανίζουν παραμορφώσεις και μικροφυλλίες. Σε δένδρα με τροφοπενία βορίου, η άνθιση και η καρποφορία επηρεάζονται σημαντικά. Σε σοβαρές περιπτώσεις, οι ανθοφόροι βλαστοί δεν αναπτύσσονται, αποτρέποντας την ανάπτυξη ταξιανθιών την άνοιξη. Σε πιο μέτριες περιπτώσεις τροφοπενίας, τα δένδρα ανθίζουν και καρποφορούν, αλλά το καλοκαίρι παρατηρείται έντονη πτώση καρπών, με αποτέλεσμα σημαντική μείωση της παραγωγής. Για την ασφαλή διάγνωση της τροφοπενίας βορίου, απαιτείται και πάλι χημική ανάλυση των φύλλων.

Η συγκέντρωση του βορίου στην τροφοπενία κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 7 και 13 ppm, ενώ τα επιθυμητά επίπεδα θα έπρεπε να είναι μεταξύ 19 και 33 ppm. (Θεριός, 2005)

1. 8. 8. Άλλα ιχνοστοιχεία

Οι τροφοπενίες σε ιχνοστοιχεία όπως το σίδηρο (Fe), το μαγγάνιο (Mn), και το ψευδάργυρο (Zn) είναι συχνές σε πολλά καρποφόρα δένδρα, αλλά δεν παρατηρούνται με την ίδια συχνότητα στα ελαιόδένδρα που υπάρχουν στην ίδια περιοχή και με παρόμοιες κτηματολογικές συνθήκες. Όταν οι αναλύσεις των φύλλων δείχνουν χαμηλά επίπεδα αυτών των ιχνοστοιχείων, τότε απαιτείται να ερευνηθούν οι αιτίες που οδηγούν στη μειωμένη απορρόφησή τους από το έδαφος. Εάν τα επίπεδα παραμένουν χαμηλά, τότε θα απαιτηθεί είτε η ενίσχυση του εδάφους με την προσθήκη αυτών των ιχνοστοιχείων, είτε η εφαρμογή τους διαφυλλικά. (Θεριός, 2005)

1.8.9 Φαινολικά συστατικά φύλλων ελιάς

Τα φύλλα της ελιάς περιέχουν διάφορα φαινολικά συστατικά, τα οποία έχουν μελετηθεί για τις αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες τους. Ορισμένα από τα κύρια φαινολικά συστατικά των φύλλων ελιάς είναι:

1. **Ελευρωπαΐνη:** Το πιο άφθονο και γνωστό φαινολικό συστατικό στα φύλλα ελιάς. Έχει ισχυρή αντιοξειδωτική δράση και θεωρείται υπεύθυνη για πολλές από τις ευεργετικές ιδιότητες του εκχυλίσματος φύλλων ελιάς. Επίσης στο

παρθένο ελαιόλαδο η παρουσία ελευρωπαΐνης αποδίδει τη (πικρή) γεύση, το άρωμα και τις θετικές επιδράσεις του ελαιολάδου στην υγεία.

2. **Υδροξυτυροσόλη:** Ένας ισχυρός αντιοξειδωτικός παράγοντας που προέρχεται από την Ελαιοευρωπαϊνή. Έχει αντιμικροβιακές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες.
3. **Τυροσόλη:** Μια φαινολική ένωση που συμβάλει στη μείωση της οξειδωτικής βλάβης και προστατεύει τα κύτταρα από την καταστροφή.
4. **Φλαβονοειδή** (π. χ. ρουτίνη, καμφερόλη, απιγενίνη): Αυτές οι ενώσεις έχουν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση και συχνά συνδέονται με την προστασία αγγείων και τη βελτίωση της κυκλοφορίας του αίματος.
5. **Βερμπασκοζίτης:** Μια άλλη φαινολική ένωση με αντιφλεγμονώδη και αντιμικροβιακή δράση.
6. **Κατεχίνη:** Ένα φλαβονοειδές που βρίσκεται στα φύλλα ελιάς και προσφέρει αντιοξειδωτική προστασία. Επίσης συνδέεται με την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος.
7. **Λουτεολίνη:** Φλαβονοειδές με αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές ιδιότητες που μπορεί να συμβάλλει στη ρύθμιση του ανοσοποιητικού συστήματος.
8. **Γαλλικό οξύ:** Το γαλλικό οξύ είναι ένα από τα φαινολικά συστατικά που βρίσκονται στα φύλλα ελιάς, αν και σε γενικές γραμμές εμφανίζεται σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε σύγκριση με άλλα κύρια φαινολικά συστατικά όπως η ελευρωπαΐνη και η υδροξυτυροσόλη. Έχει αντιφλεγμονώδη και αντιοξειδωτική δράση.

Η πλούσια λοιπόν σύσταση των φύλλων ελιάς σε φαινολικά συστατικά, τα καθιστά ένα σημαντικό αντικείμενο μελέτης για τη χρήση τους στη φαρμακολογία και στη βιομηχανία συμπληρωμάτων διατροφής. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των φαινολικών συστατικών συμβάλλουν στη προστασία των κυττάρων από το οξειδωτικό στρες και την πρόωρη γήρανση, ενώ η αντιμικροβιακή και αντιφλεγμονώδης δράση τους τα καθιστούν χρήσιμα σε φυσικές θεραπείες. (Κυριτσάκης, 2021)

1.9. Εκτίμηση θρεπτικής κατάστασης ελαιόδεντρων

1.9.1. Αναλύσεις εδάφους

Για να καθορίσουμε το πρόγραμμα λίπανσης, είναι απαραίτητο να έχουμε γνώση των βασικών χαρακτηριστικών του εδάφους. Ο επιβλέπων γεωπόνος πρέπει να εστιάσει στο pH του εδάφους και στο ολικό ανθρακικό ασβέστιο, καθώς αυτά είναι κρίσιμοι παράγοντες για την επιλογή του κατάλληλου τύπου κυρίως αζωτούχων λιπασμάτων. Σε γενικές γραμμές, σε εδάφη με υψηλό αλκαλικό pH (πάνω από 7) και πλούσια σε CaCO_3 , συνίσταται η χρήση θειικής αμμωνίας. Σε εδάφη με χαμηλότερο pH και λιγότερο ασβέστιο, για να αποφευχθούν ανεπιθύμητες αλλαγές στο pH, συνιστάται η χρήση ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας. Η απορρόφηση των στοιχείων γίνεται διαφορετικά ανάλογα με την τιμή του pH του εδάφους. Έτσι, η γνώση του pH βοηθά στη διάγνωση των αιτιών έλλειψης στοιχείων και στον καθορισμό των καταλληλότερων μεθόδων αντιμετώπισης των προβλημάτων.

Όταν το CaCO_3 στο έδαφος είναι υψηλό, οι απώλειες αμμωνιακών λιπασμάτων είναι σημαντικές, γεγονός που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την επιλογή της κατάλληλης λίπανσης. Επίσης, σε όξινα εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο, απαιτείται ασβέστωση του εδάφους. Όταν παρουσιάζονται ακραίες τιμές pH στο έδαφος και εμφανίζονται προβλήματα θρέψης, είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα για τη βελτίωση της κατάστασης.

Ως προς την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους, αυτή σχετίζεται άμεσα με το αλατούχο νερό άρδευσης. Σε περιπτώσεις υψηλής αγωγιμότητας, πρέπει να αποφεύγονται λιπάσματα όπως το KCl που ενδέχεται να επιδεινώσουν το πρόβλημα της αλατότητας. Οι απώλειες λόγω έκπλυσης είναι αυξημένες σε ελαφρά εδάφη, και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την αζωτούχα λίπανση. Επιπλέον μέτρα, όπως η αύξηση των οργανικών ουσιών στο έδαφος, η προσαρμογή της ημερομηνίας εφαρμογής των λιπασμάτων στο τέλος της περιόδου βροχοπτώσεων, η χρήση υδρολίπανσης και η τμηματική εφαρμογή του N αποτελούν σημαντικά μέτρα για τη βελτίωση της αποδοτικότητας της λίπανσης σε δενδρώδεις καλλιέργειες. (Ποντίκης, 2000)

1.9.2. Φυλλοδιαγνωστική στην ελιά

Η κύρια μέθοδος για τον έλεγχο της θρεπτικής κατάστασης του δένδρου είναι η ανάλυση των φύλλων. Η σωστή δειγματοληψία είναι ουσιώδης για την ακριβή εφαρμογή αυτής της μεθόδου. Απαιτείται να επιλέγονται φύλλα ηλικίας 5-6 μηνών για τη διασφάλιση αντιπροσωπευτικών αποτελεσμάτων. Η επιλογή αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι νεότερα ή παλαιότερα φύλλα έχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων. Στην περίπτωση της ελιάς, το ιδανικό είναι να συλλέγονται το 4-5 ζεύγος φύλλων από τους βλαστούς της τρέχουσας περιόδου, λαμβάνοντας υπόψη το μήκος της βλάστησης. Η κατάλληλη εποχή για τη συλλογή είναι το τέλος Οκτωβρίου, καθώς τα επίπεδα των θρεπτικών στοιχείων έχουν σταθεροποιηθεί στην τρέχουσα βλάστηση. Για την εξασφάλιση αντιπροσωπευτικών δειγμάτων, συλλέγονται περίπου 200 φύλλα ανά ζεύγος από 10-20 δένδρα σε διάφορα σημεία του ελαιώνα. Αποφεύγονται τα δένδρα που παρουσιάζουν προβλήματα από ασθένειες ή ζημιές από έντομα, καθώς και όσα διαφοροποιούνται σημαντικά από την υπόλοιπη καλλιέργεια. Μετά τη συλλογή, τα δείγματα τοποθετούνται σε πλαστικές σακούλες και είναι σημαντικό να σταλούν στο εργαστήριο για ανάλυση εντός των επόμενων ημερών. Κατά τη διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος, τα δείγματα διατηρούνται συνήθως στο ψυγείο για να διασφαλιστεί η διατήρηση της ποιότητάς τους. (Θερίος, 2005)

1.9.3. Επιλογή φύλλων

Στην ελιά, υπάρχουν φύλλα διαφόρων ηλικιών και κλάδοι που διατείνονται σε διάφορες κατευθύνσεις. Κατά τη συλλογή δειγμάτων για ανάλυση, είναι σημαντικό να λαμβάνουμε υπόψη τα εξής:

- A) Αποφεύγουμε τα κατεστραμμένα και ανώριμα φύλλα, καθώς δεν αντιπροσωπεύουν την πραγματική θρεπτική κατάσταση του δέντρου.
- B) Συλλέγουμε τα φύλλα από ενδιάμεσες θέσεις στους κλάδους, καθώς είναι πιο αντιπροσωπευτικά της συνολικής θρεπτικής κατάστασης του δέντρου
- Γ) Ταξινομούμε τα φύλλα που επιλέγουμε για ανάλυση κατά ηλικία. Συνήθως, τα νεαρότερα φύλλα περιέχουν υψηλότερα επίπεδα θρεπτικών στοιχείων.
- Δ) Η κατεύθυνση του κλάδου που επιλέγουμε δεν έχει μεγάλη σημασία, καθώς οι διαφορές στις θρεπτικές συγκεντρώσεις λόγω αυτού του παράγοντα είναι αμελητέες.

1.9.4. Εποχή συλλογής φύλλων

Με την πάροδο του χρόνου, η σύνθεση των φύλλων αλλάζει ως προς την περιεκτικότητα τους σε θρεπτικά στοιχεία. Κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού, η περιεκτικότητα σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο στα φύλλα μειώνεται, φτάνοντας στο ελάχιστο της τιμής τους τον Αύγουστο. Στη συνέχεια, από τον Σεπτέμβριο έως τον Οκτώβριο, η περιεκτικότητα σε άζωτο και φώσφορο αυξάνεται, ενώ κατά τη χειμερινή περίοδο παραμένει σταθερή, μέχρι να ξεκινήσει η νέα ανάπτυξη των φύλλων. Η χαμηλότερη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων παρατηρείται όταν το ενδοκάρπιο του καρπού έχει πλήρως σκληρυνθεί. (Θεριός, 2005)

1.9.5. Η εφαρμογή της αζωτούχου λιπάνσεως στην ελιά

Η αζωτούχος λίπανση στην ελιά είναι μια σημαντική πρακτική που στοχεύει στην ενίσχυση της ανάπτυξης και της παραγωγής του δένδρου, καθώς το άζωτο (N) είναι απαραίτητο θρεπτικό συστατικό για τη σύνθεση των πρωτεϊνών, της χλωροφύλλης και άλλων ζωτικών ενώσεων. Παρόλα αυτά, η εφαρμογή της πρέπει να γίνεται με προσοχή, καθώς η υπερβολική χρήση μπορεί να προκαλέσει αρνητικές επιπτώσεις στη ποιότητα του εδάφους, στην υγεία του δέντρου, αλλά και στο περιβάλλον.

Οφέλη της Αζωτούχου λιπάνσεως:

Αύξηση της ανάπτυξης: Το άζωτο βοηθά στη δημιουργία νέας βλάστησης, με αποτέλεσμα την αύξηση της επιφάνειας των φύλλων και κατ'επέκταση, την ενίσχυση της φωτοσύνθεσης

Βελτίωση της καρποφορίας: Η επαρκής ποσότητα αζώτου μπορεί να αυξήσει τον αριθμό και το μέγεθος των καρπών, καθώς και την παραγωγή του ελαιολάδου.

Αντοχή σε καταπονήσεις: Ένα υγιές δέντρο με ορθή χρήση αζωτούχου λίπανσης είναι πιο ανθεκτικό σε περιβαλλοντικές καταπονήσεις και ασθένειες.

Περίοδοι εφαρμογής:

Άνοιξη: Η πρώτη εφαρμογή γίνεται συνήθως την άνοιξη, όταν η ελιά αρχίζει να αναπτύσσει νέα βλάστηση και απαιτεί υψηλά επίπεδα θρεπτικών ουσιών

Καλοκαίρι: Μια δεύτερη εφαρμογή μπορεί να γίνει κατά την περίοδο της αύξησης των καρπών, υπό προϋποθέσεις βέβαια μιας και οι υψηλές θερμοκρασίες του

καλοκαιριού σε συνδυασμό με την αζωτούχα λίπανση και τη πιθανή ξηρασία μπορούν να μας οδηγήσουν σε αντίθετα αποτελέσματα από τα επιθυμητά. Αφού το στρες που θα δημιουργηθεί στα δέντρα από τα παραπάνω, είναι πιθανό να τα «κάψει».

Φθινόπωρο: Σε ορισμένες περιπτώσεις, μια μικρή ποσότητα μπορεί να εφαρμοστεί το φθινόπωρο, ώστε να ενισχυθεί η αντοχή του δέντρου τον χειμώνα και να βελτιωθεί η άνθιση την επόμενη άνοιξη. (Fernandez R., 2010)

Ποσότητα και μέθοδοι εφαρμογής:

Ποσότητα: Η απαιτούμενη ποσότητα αζώτου ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία του δέντρου, τη γονιμότητα του εδάφους, τις κλιματικές συνθήκες και τις αποδόσεις της προηγούμενης χρονιάς. Συνήθως κυμαίνεται από 500 γραμμάρια έως 1 κιλό καθαρού αζώτου ανά δέντρο ετησίως. (για ενήλικα παραγωγικά δέντρα)

Μέθοδοι εφαρμογής: Το άζωτο μπορεί να εφαρμοστεί είτε με διάσπαρτα κοκκώδη λιπάσματα στην επιφάνεια του εδάφους είτε με διαφυλλικό ψεκασμό. Ο ψεκασμός βοηθά στην πιο άμεση απορρόφηση (προϋποθέτει να μην βρέχει τις ημέρες του ψεκασμού), αλλά συνήθως είναι συμπληρωματικός.

Κίνδυνοι υπερβολικής λίπανσης:

Υπερβολική βλάστηση: Η υπερβολική παροχή αζώτου μπορεί να προκαλέσει αύξηση της φυλλικής μάζας εις βάρος της καρποφορίας

Μείωση ποιότητας καρπών: Μεγάλη ποσότητα αζώτου μπορεί να μειώσει την ποιότητα ελαιολάδου και να προκαλέσει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις: Το πλεονάζον άζωτο μπορεί να καταλήξει στα υπόγεια ύδατα, οδηγώντας σε ρύπανση (νιτρορύπανση) και απώλεια βιοποικιλότητας στο οικοσύστημα.

Παράγοντες που επηρεάζουν την αζωτούχο λίπανση:

Εδαφικές συνθήκες: Τα φτωχά σε οργανική ύλη εδάφη συνήθως χρειάζονται περισσότερη λίπανση, ενώ τα γόνιμα απαιτούν μικρότερες ποσότητες.

Ηλικία του δέντρου: Νεαρά δέντρα χρειάζονται μικρότερες ποσότητες σε σχέση με τα ώριμα παραγωγικά δέντρα.

Κλιματικές συνθήκες: Οι θερμότερες περιοχές μπορεί να αυξήσουν τις ανάγκες του δέντρου σε άζωτο, ενώ οι ψυχρότερες περιοχές απαιτούν λιγότερη λίπανση.

Συμπεράσματα και Βέλτιστες πρακτικές:

Η εφαρμογή της αζωτούχου λίπανσης πρέπει να είναι ισορροπημένη και βασισμένη σε ανάλυση εδάφους και φυλλοδιαγνωστική. Επίσης, συνιστάται να συνδυάζεται με άλλες θρεπτικές ουσίες (π.χ. κάλιο, φώσφορο) για τη βέλτιστη ανάπτυξη και παραγωγή. Η ορθή δειχείριση της λίπανσης, που λαμβάνει υπόψη τη φυσική ανάπτυξη του δέντρου και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, μπορεί να συμβάλει στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και της παραγωγικότητας του ελαιώνα μακροπρόθεσμα.

1.9.6. Αλληλεπίδραση αζώτου με άλλα θρεπτικά στοιχεία

Η θρέψη της ελιάς είναι σύνθετη και εξαρτάται από τη σωστή ισορροπία και αλληλεπίδραση των βασικών θρεπτικών στοιχείων, όπου το άζωτο παίζει καθοριστικό ρόλο. Οι αλληλεπιδράσεις του αζώτου με άλλα θρεπτικά στοιχεία, όπως το φώσφορο (P), το κάλιο (K), το ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο (Mg), και τα ιχνοστοιχεία, είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τη βέλτιστη ανάπτυξη, την ανθοφορία και την παραγωγικότητα της ελιάς. (Fernandez R. , 2010)

Άζωτο και Φώσφορος (P): Το άζωτο και ο φώσφορος είναι και τα δύο απαραίτητα για την ανάπτυξη των ριζών και της φυλλικής επιφάνειας. Ο φώσφορος ενισχύει την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, γεγονός που επιτρέπει στο φυτό να απορροφά περισσότερο άζωτο. Μια καλή ισορροπία των δύο στοιχείων βοηθά στην ομαλή ανθοφορία και καρποφορία της ελιάς.

Άζωτο και Κάλιο (K): Το άζωτο και το κάλιο έχουν σημαντική αλληλεπίδραση στην ανάπτυξη των ελαιόδεντρων. Το άζωτο προάγει την ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας και την παραγωγή πρωτεϊνών, ενώ το κάλιο ρυθμίζει τη μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων και του νερού στα φυτά. Μια σωστή αναλογία αυτών των στοιχείων είναι σημαντική για τη βελτίωση της ποιότητας των καρπών και της αντοχής των φυτών στις περιβαλλοντικές πιέσεις.

Άζωτο και Ασβέστιο (Ca): Η υπερβολική παροχή αζώτου μπορεί να επηρεάσει την απορρόφηση του ασβεστίου, το οποίο είναι κρίσιμο για τη δομή των κυτταρικών τοιχωμάτων. Η έλλειψη ασβεστίου μπορεί να οδηγήσει σε αδύναμους ιστούς και ευπάθεια σε ασθένειες. Μια ισορροπημένη ποσότητα αζώτου και ασβεστίου βοηθά

στη διατήρηση της υγείας των δέντρων και στη μείωση των περιπτώσεων ξηράνσεως του φλοιού και της φυλλόπτωσης.

Άζωτο και Μαγνήσιο (Mg): Το μαγνήσιο είναι απαραίτητο για τη φωτοσύνθεση, καθώς αποτελεί βασικό συστατικό της χλωροφύλλης. Το υπερβολικό άζωτο μπορεί να μειώσει την πρόσληψη μαγνησίου, επηρεάζοντας αρνητικά την παραγωγή χλωροφύλλης και κατ' επέκταση την απόδοση του δέντρου.

Άζωτο και Ιχνοστοιχεία (B, Zn, Fe): Η παρουσία των ιχνοστοιχείων, όπως το βόριο (B), ο ψευδάργυρος (Zn) και ο σίδηρος (Fe), είναι επίσης σημαντική για τη λειτουργία του αζώτου στο φυτό. Το βόριο, για παράδειγμα, συμβάλλει στην παραγωγή καρπών και συνεργάζεται με το άζωτο στην αναπαραγωγική φάση.

Σύνοψη: Η ισορροπημένη λίπανση της ελιάς πρέπει να λαμβάνει υπόψη την αλληλεπίδραση του αζώτου με τα άλλα θρεπτικά στοιχεία για να εξασφαλίσει ισορροπημένη ανάπτυξη, ανθεκτικότητα και υψηλή παραγωγή καρπών. Η υπερβολική λίπανση ή η έλλειψη επαρκούς συγκέντρωσης ενός στοιχείου ή και παραπάνω μπορεί να μειώσει την απόδοση και να κάνει το δέντρο πιο ευάλωτο σε ασθένειες και περιβαλλοντικό στρες.

ΜΕΡΟΣ II

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1. Πειραματικός σχεδιασμός και σκοπός του πειράματος

Σκοπός του πειράματος

Λόγω των πολλών αναφορών που έχουν γίνει για τη χρήση αμμωνιακών λιπασμάτων στη γεωργία, σκοπός του πειράματος αυτού είναι η μελέτη και η σύγκριση των επιδράσεων της νιτρικής αμμωνίας ως μέσο λίπανσης, στα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους και των φυτικών ιστών καθώς και ο έλεγχος της επίδρασης της στις συγκεντρώσεις των πολυφαινολών σε νεαρά δέντρα ελιάς ποικιλίας Θιακό. Η αρχική μας υπόθεση ήταν ότι σε γενικές γραμμές το άζωτο ενισχύει την απόδοση των δέντρων καθώς και τη συγκέντρωση των φαινολικών, ωστόσο στις παρακάτω ενότητες παρουσιάζονται ενδιαφέρουσες πληροφορίες μετά από τη χορήγηση αμμωνιακού λιπάσματος στα δέντρα ελιάς.

Πειραματικός σχεδιασμός

Ξεκινήσαμε με 15 ελαιόδενδρα ποικιλίας Θιακό ηλικίας περίπου 2 ετών
Τα τοποθετήσαμε σε γλάστρες όγκου 9.9 L και συμπληρώσαμε με έδαφος από το αγρόκτημα του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων (Εικ. 1 και 2)
Τα αριθμήσαμε με ταμπελάκια 1-15 αντίστοιχα



Εικόνα 1. Προετοιμασία για την μεταφύτευση των ελαιοδέντρων σε γλάστρες με προσθήκη εδάφους από το αγρόκτημα πλησίον του Τμήματος



Εικόνα 2. Τα ελαιόδενδρα περίπου 2 ετών μετά τη μεταφύτευση αριθμημένα με ταμπελάκια 1-15 αντίστοιχα

Εφαρμόστηκαν οι εξής μεταχειρίσεις:

5 δείγματα δεν δέχθηκαν καθόλου λίπανση, μάρτυρες (1, 4, 8, 14, 15)

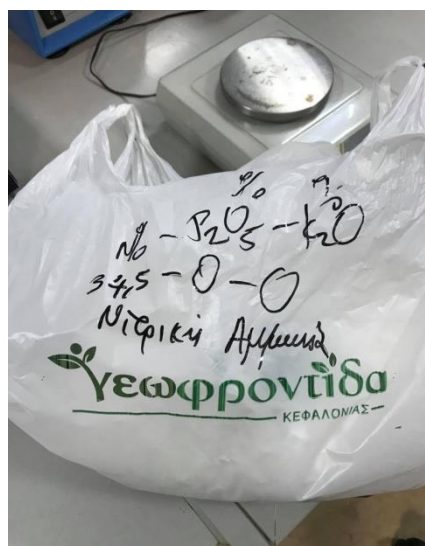
5 δείγματα δέχθηκαν τη συνιστώμενη δόση λίπανσης 40g (3, 5, 10, 11, 13)

5 δείγματα δέχθηκαν τη διπλάσια δόση λίπανσης 80g (2, 6, 7, 9, 12)

Η λίπανση εφαρμόστηκε ως 34, 5-0-0 στις 10/7/2020

Πίνακας 1. Μεταχειρίσεις ελαιοδέντρων ανάλογα με τη λίπανση που δέχτηκαν

Α/Α ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	0g N/Δ	40g N/Δ	80g N/Δ
1	+		
2			+
3		+	
4	+		
5		+	
6			+
7			+
8	+		
9			+
10		+	
11		+	
12			+
13		+	
14	+		
15	+		



Εικόνα 3. Λίπασμα νιτρικής αμμωνίας που χρησιμοποιήθηκε ως μέσο λίπανσης στα ελαιοδέντρα για την παρακολούθηση της επίδρασης του μέσω μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν σε έδαφος και φυτικό ιστό

2.2. Δειγματοληψίες εδάφους

Για την ανάλυση του εδάφους πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες:

1^η δειγματοληψία στις 7/6/2020 πριν τη λίπανση

2^η δειγματοληψία στις 8/9/2020 μετά τη λίπανση με νιτρική αμμωνία

Η δειγματοληψία εδάφους έγινε με τον εξής τρόπο:

Στη 1^η δειγματοληψία έγινε παραλαβή δείγματος εδάφους με ειδικό συλλέκτη από τον αγρό πλησίον της σχολής. (έδαφος το οποίο χρησιμοποιήθηκε για να συμπληρώσουμε στις γλάστρες των δειγμάτων)

Στη 2^η δειγματοληψία έγινε παραλαβή δείγματος εδάφους με ειδικό συλλέκτη από τα δείγματα 1-15 για το κάθε ένα ξεχωριστά.

Μετά την παραλαβή του δείγματος εδάφους με ειδικό συλλέκτη από το πειραματικό αγρό από τα δείγματα 1-15, το απλώνουμε και το αφήνουμε να αεροξηρανθεί. Τα ελαφρά εδάφη συνήθως χρειάζονται 2-3 μέρες ενώ τα αργιλώδη έως και 10 μέρες. Στη συνέχεια τα δείγματα λειοτριβούνται και περνάνε από κόσκινο των 2mm. Τέλος, τα αποθηκεύουμε στο ψυγείο και είναι έτοιμα για ανάλυση.



Εικόνα 4. Αεροξήρανση εδαφών πριν απαιτούμενες ενέργειες για τις εδαφικές αναλύσεις

2.2.1 Εδαφικές αναλύσεις

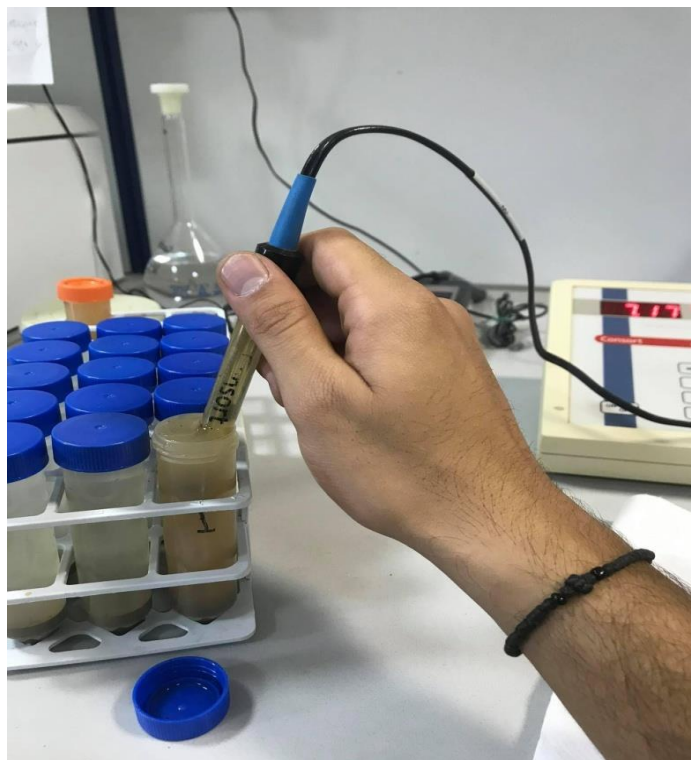
2.2.2 Μέτρηση pH εδάφους

Το pH του εδάφους είναι η χημική εδαφική ιδιότητα, η αντίδραση του εδάφους η οποία είναι όξινη, ουδέτερη ή αλκαλική. Το pH επηρεάζει:

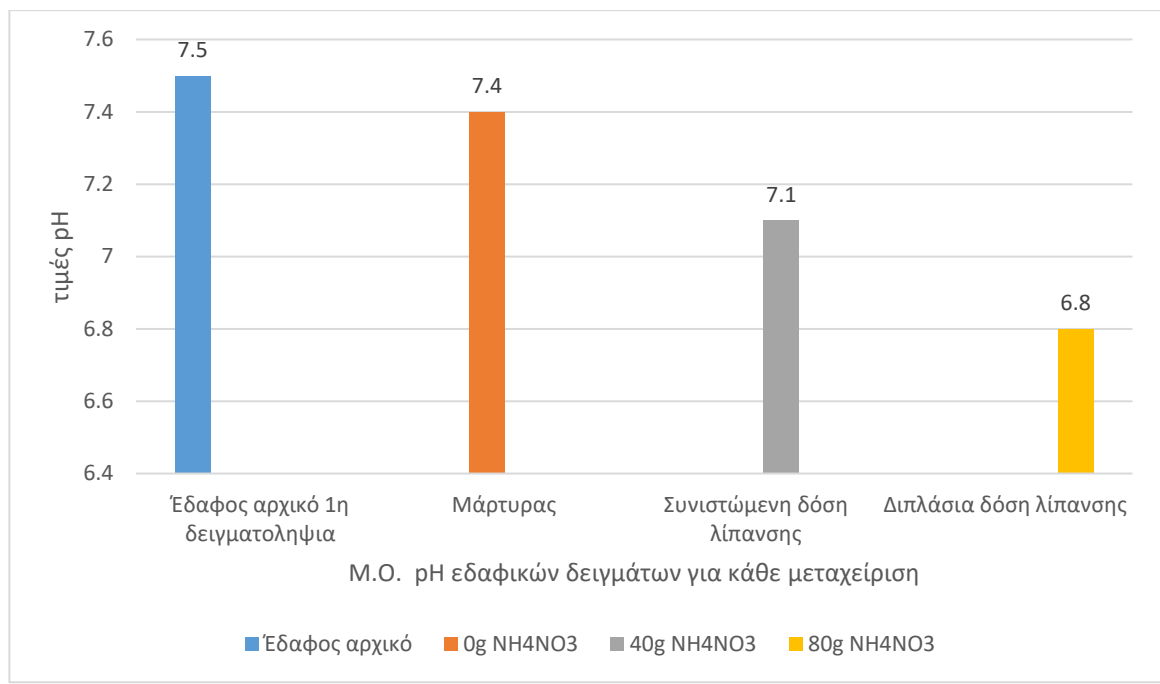
την διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά
την μικροβιακή δραστηριότητα
τον σχηματισμό και την εξέλιξη των εδαφών
το είδος της βλάστησης μιας περιοχής
τον τύπο και τον τρόπο εφαρμογής των λιπασμάτων

Πειραματική διαδικασία:

Για την μέτρηση pH χρειαζόμαστε 5 g εδαφικού δείγματος, 50 mL απιονισμένο H₂O και ανακίνηση για 30 λεπτά σε falcon. Στη συνέχεια παραμένει σε κατάσταση ηρεμίας για ½ της ώρας πριν τη μέτρηση με το πεχαμέτρο.



Εικόνα 5. Μέτρηση pH των εδαφικών δειγμάτων με τη χρήση πεχαμέτρου



Γράφημα 1. Μέσοι όροι των τιμών pH εδαφικών δειγμάτων

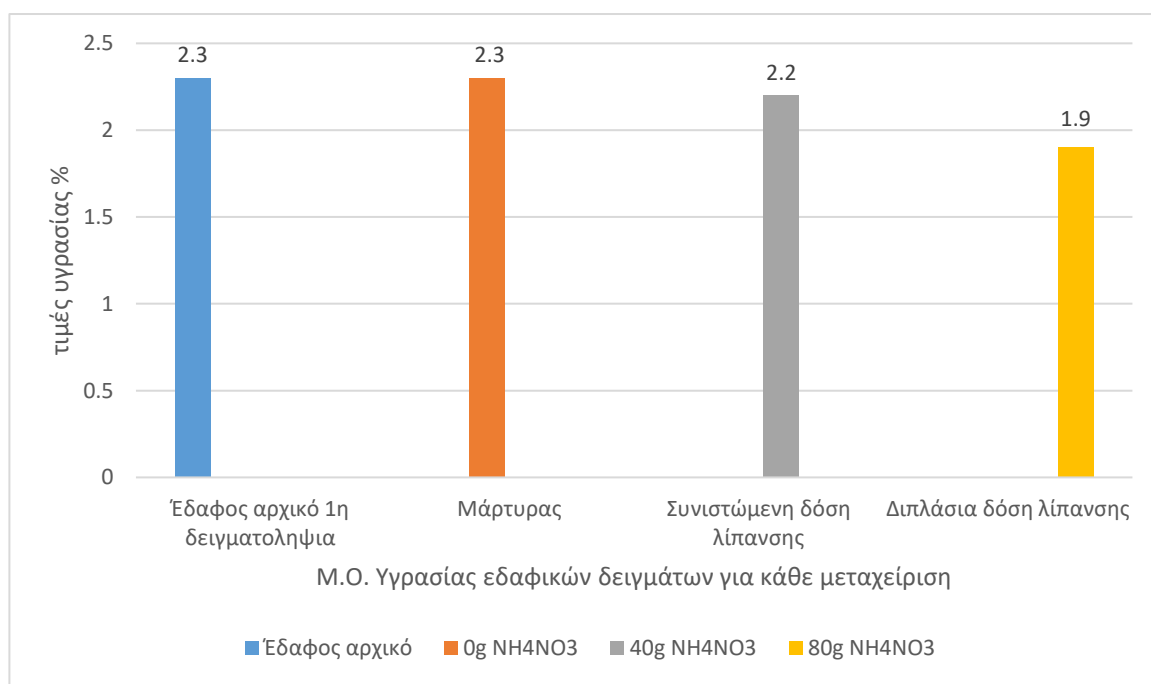
Πίνακας 2. Χαρακτηρισμός pH

pH	Χαρακτηρισμός
<4. 5	Υπερβολικά όξινο
4. 6-5. 0	Πολύ ισχυρά όξινο
5. 1-5. 5	Ισχυρά όξινο
5. 6-6. 0	Μέτρια όξινο
6. 1-6. 5	Ελαφρά όξινο
6. 6-7. 3	Ουδέτερο
7. 4-7. 8	Ελαφρά αλκαλικό
7. 9-8. 4	Μέτρια αλκαλικό
8. 5-9. 0	Ισχυρά αλκαλικό
>9	Πολύ ισχυρά αλκαλικό

2.2.3. Προσδιορισμός υγρασίας εδάφους

Πειραματική διαδικασία: Τα εδαφικά δείγματα ξηραίνονται για 48h στους 105 °C. Η διαφορά μάζας πριν και μετά τη ξήρανση, χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του % υγρασίας:

$$\%Y = (\text{Βάρος νερού} / \text{Βάρος ξηρού εδάφους}) \times 100$$



Γράφημα 2. Μέσοι όροι περιεκτικότητας των εδαφών σε υγρασία

2.2.4. Μηχανική σύσταση εδάφους

Η μέθοδος που χρησιμοποιήσαμε για μια λεπτομερή κοκκομετρική σύσταση του εδάφους ονομάζεται μέθοδος του υδρομέτρου ή αλλιώς μέθοδος Bouyoucos. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην καθίζηση των τεμαχιδίων όταν βρεθούν σε αιώρημα. Το αιώρημα δημιουργείται με τη βοήθεια διασπορικής ουσίας. Η μέθοδος Bouyoucos, η οποία πήρε το όνομα της από τον εδαφολόγο Βουγιούκο, είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως διεθνώς. Βασίζεται στο ότι σε συγκεκριμένο χρόνο το

αιώρημα που περιέχει τα εδαφικά τεμαχίδια έχει διαφορετική πυκνότητα εξαιτίας της καθίζησης. Η πυκνότητα μετράται με το υδρόμετρο (ή πυκνόμετρο) Bouyoucos. Από την ένδειξη του πυκνόμετρου υπολογίζονται τα κλάσματα του εδάφους.

(Gee and Or, 2002)



Εικόνα 6. Προσδιορισμός μηχανικής σύστασης εδάφους με τη μέθοδο BOUYOUCOS

Πειραματική διαδικασία μεθόδου Bouyoucos:

Αφού αεροξηράνουμε, λειοτριβήσουμε, κοσκινίσουμε και προσδιορίσουμε την εδαφική υγρασία των εδαφικών δειγμάτων

- Ζυγίζουμε 50gr εδαφικού δείγματος και τα τοποθετούμε σε ποτήρι ζέσεως των 500 mL
 - Προσθέτουμε 50mL διασπορικό εξαμεταφωσφορικό νάτριο 1%
 - Συμπληρώνουμε το ποτήρι ζέσεως με απιονισμένο νερό μέχρι τελικού όγκου 500mL
 - Μεταφέρουμε το διάλυμα στο μεταλλικό δοχείο του μίξερ ξεπλένοντας προσεκτικά το ποτήρι ζέσεως με τον υδροβολέα
 - Βάζουμε σε λειτουργία το μίξερ για 15 λεπτά
 - Μεταφέρουμε το διάλυμα στον κύλινδρο Bouyoucos ξεπλένοντας το μεταλλικό δοχείο του μίξερ με τον υδροβολέα
 - Τοποθετούμε το υδρόμετρο εντός του κυλίνδρου και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι τελικού όγκου 1000 mL
- Αφαιρούμε το υδρόμετρο και αναδεύουμε 20 φορές το αιώτημα με τον αναδευτήρα
- Τοποθετούμε ξανά το υδρόμετρο και σημειώνουμε την ένδειξη του οργάνου μετά από 40 δευτερόλεπτα
 - Ταυτόχρονα κάνουμε μέτρηση της θερμοκρασίας
 - Επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση πυκνότητας και θερμοκρασίας χωρίς ανάδευση μετά από 2 ώρες

Υπολογίζουμε την κοκκομετρική σύσταση του εδαφικού δείγματος.

Αν A= η ένδειξη μετά από 40 δευτερόλεπτα και B= η ένδειξη μετά από 2 ώρες, τότε:

Η πρώτη μέτρηση που πήραμε μετά από 40s A=30, θ = 24, 5 °C

Η δεύτερη μέτρηση που πήραμε μετά από 2h B= 13, θ = 25, 0°C

Συνεπώς:

Περιεκτικότητα σε ιλύ και άργιλο = A, $\rightarrow$ **Ιλύς και άργιλος = $2 \cdot 30 = 60\%$**

Περιεκτικότητα σε άργιλο = B, $\rightarrow$ **Άργιλος = $2 \cdot 13 = 26\%$**

Περιεκτικότητα σε ιλύ = A-B, $\rightarrow$ **Ιλύς = $60 - 26 = 34\%$**

Περιεκτικότητα σε άμμο = $100 - (\text{Ιλύς και άργιλος}) = 100 - 60 = 40\%$

Σύμφωνα με τις μετρήσεις και το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αμμοπηλώδες.

Πλεονεκτήματα του αμμοπηλώδους εδάφους για την ελιά:

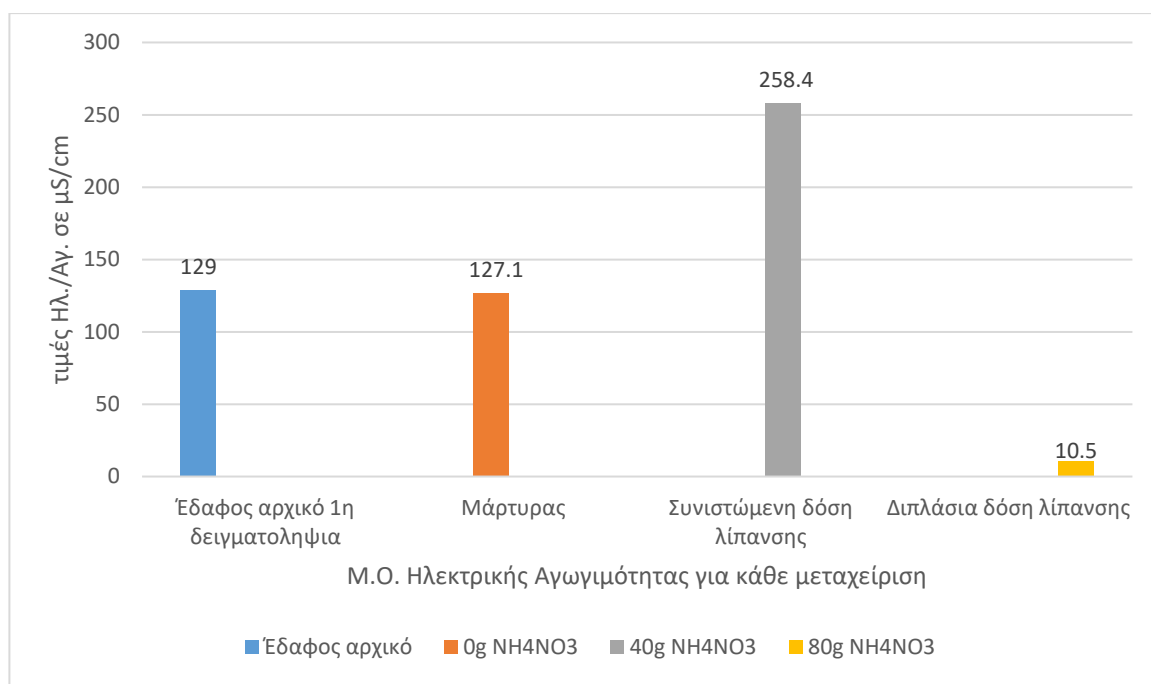
1. Καλή αποστράγγιση: Η ελιά είναι ανθεκτική στην ξηρασία αλλά ευαίσθητη στην υπερβολική υγρασία. Το αμμοπηλώδες έδαφος αποτρέπει τη συγκέντρωση μεγάλης ποσότητας νερού γύρω από τις ρίζες της.
2. Επαρκής υγρασία: Παρόλο που αποστραγγίζεται καλά το έδαφος συγκρατεί αρκετή υγρασία για να καλύψει τις ανάγκες της ελιάς, ειδικά σε περιόδους ξηρασίας
3. Κατάλληλο για ρίζες: Το ελαφρύτερο αυτό έδαφος διευκολύνει την ανάπτυξη του εκτεταμένου ριζικού συστήματος της ελιάς.

Μειονεκτήματα του αμμοπηλώδους εδάφους:

1. Απώλεια Θρεπτικών Στοιχείων: Επειδή η άμμος κυριαρχεί, το έδαφος μπορεί να έχει μειωμένη ικανότητα συγκράτησης θρεπτικών στοιχείων
2. Χαμηλή Οργανική Ουσία: Τα αμμοπηλώδη εδάφη έχουν συχνά χαμηλή-μέση περιεκτικότητα σε Οργανική Ουσία, κάτι που μπορεί να περιορίσει τη γονιμότητα τους.
3. Άρδευση: Αν και συγκρατεί αρκετή υγρασία, η ελαφριά του φύση μπορεί να οδηγήσει σε ταχύτερη απώλεια νερού σε ξηρές συνθήκες, ειδικά αν δεν υπάρχει επάρκεια οργανικής ουσίας.

2.2.5. Ηλεκτρική αγωγιμότητα εδάφους (EC)

Αλατότητα εδάφους είναι η περιεκτικότητα του εδάφους σε άλατα, είναι το σύνολο των υδατοδιαλυτών αλάτων του εδάφους τα οποία είναι τα ανθρακικά, διττανθρακικά, θειϊκά, χλωριούχα, νιτρικά, βορικά άλατα με το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το νάτριο, το κάλιο, το αμμώνιο. Από αυτά το CaCO_3 , $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3$ είναι δυσδιάλυτα. Επίσης η προσθήκη λιπασμάτων αυξάνει την αλατότητα του εδάφους. Τα υδατοδιαλυτά άλατα όταν υπερβούν μια κρίσιμη ποσότητα στο έδαφος, έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στις ιδιότητες του εδάφους και στην ανάπτυξη των φυτών. (Rhoades, 1986)



Γράφημα 3. Μέσοι όροι τιμών ηλεκτρικής αγωγιμότητας εδαφικών δειγμάτων

Πίνακας 3. Χαρακτηρισμός ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Ηλεκτρική Αγωγιμότητα εδάφους, EC (μS/cm)	Χαρακτηρισμός
0 – 500	Χαμηλή
500 – 1000	Οριακή
1000 – 2000	Μέση
2000 – 2500	Υψηλή

2.2.6. Προσδιορισμός οργανικής ουσίας

Πειραματική διαδικασία:

Σε κωνική φιάλη τοποθετούμε 0,5 g δείγματος περίπου και προσθέτουμε 10 mL διχρωμικό κάλιο 1N $K_2Cr_2O_7$, με σκοπό την οξείδωση-αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας. Στη συνέχεια προσθέτουμε 10 mL πυκνόθειικό οξύ με σκοπό την αύξηση της θερμοκρασίας του δείγματος καθώς προκαλεί εξώθερμη αντίδραση, για την

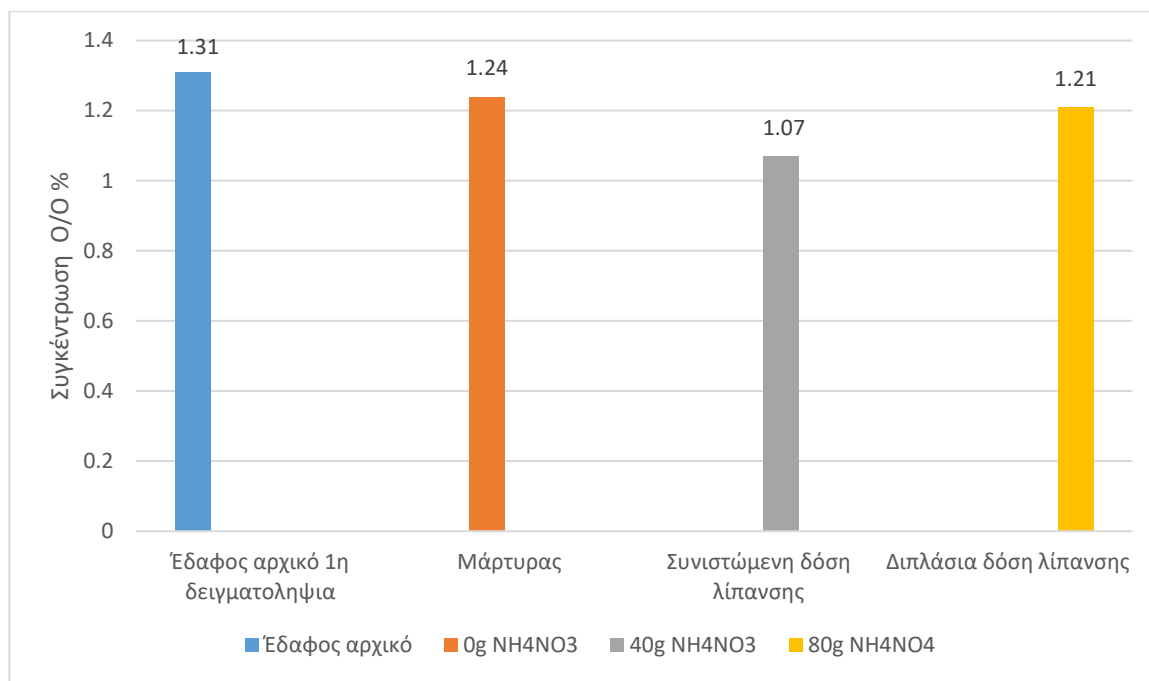
πληρέστερη κατά το δυνατόν δράση του οξειδωτικού μέσου. Αφήνουμε το διάλυμα για 30 λεπτά με μία ώρα ώστε να γίνει η οξείδωση της οργανικής ουσίας του εδάφους. Έπειτα προσθέτουμε 200 mL απιονισμένο νερό για την αραίωση του διαλύματος, 10 mL πυκνό φωσφορικό οξύ (H_3PO_4) και 5-6 σταγόνες διφαινυλαμίνης ώστε το δείγμα να χρωματιστεί καφέ. Κατόπιν ογκομετρούμε με επταένυδρο θειϊκό σίδηρο 0,5 N ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) μέχρι να παρατηρηθεί σκούρο πράσινο χρώμα. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται και για το λευκό δείγμα για την τιτλοδότηση του διαλύματος ογκομέτρησης. (Nelson and Sommers, 1982)



Εικόνα 7. Προετοιμασία δειγμάτων εδάφους για το προσδιορισμό της οργανικής ουσίας με τη μέθοδο υγρής οξείδωσης

Τύπος προσδιορισμού οργανικής ουσίας:

$$\text{Οργανική Ουσία (\%)} = \frac{(\text{ml μάρτυρα} - \text{ml δείγματος}) \times N \text{ FeSO}_4 \times 0,67}{\text{βάρος δείγματος σε (g)}}$$



Γράφημα 4. Μέσοι όροι περιεκτικότητας εδαφικών δειγμάτων σε οργανική ουσίας εδαφικών δειγμάτων

Σύμφωνα με τις μετρήσεις τα δείγματα χαρακτηρίζονται με πολύ χαμηλή οργανική ουσία

Πίνακας 4. Χαρακτηρισμός εδαφών βάσει της περιεκτικότητάς τους σε οργανικής ουσία

Οργανική Ουσία %	Χαρακτηρισμός
<2	Πολύ χαμηλή
2 – 4	Χαμηλή
4 – 10	Μέση
10 – 20	Υψηλή
>20	Πολύ υψηλή

2.2.7. Προσδιορισμός CaCO_3

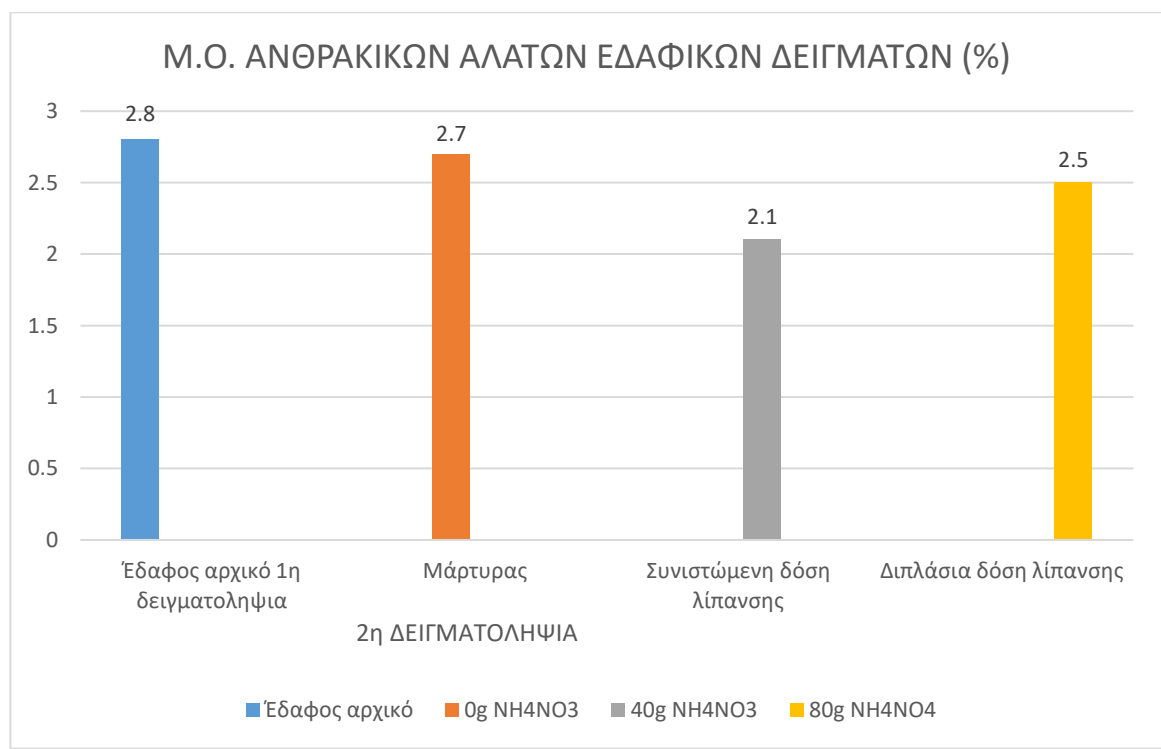
Πειραματική διαδικασία:

1. Ζυγίζονται 0.5g εδάφους και τοποθετούνται σε κωνική φιάλη
2. Στην κωνική φιάλη τοποθετείται επίσης και κυψελίδα γεμισμένη μέχρι τα $\frac{3}{4}$ με HCl 1M, χωρίς ακόμη να έρθει σε επαφή το εδαφικό δείγμα με το HCl , διότι θα χαθεί ποσότητα εκλυόμενου CO_2
3. Η φιάλη πωματίζεται και γίνεται ανάδευση, μέχρι η στάθμη του ογκομετρικού σωλήνα της συσκευής Bernard να σταματήσει να κατεβαίνει και λαμβάνεται η μέτρηση. Κατά την χρήση της συσκευής Bernard πριν την ανάδευση προσοχή η στάθμη του νερού στην χοάνη και τον ογκομετρικό σωλήνα να βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. (Nelson, R. E. 1986)

$$\text{Υπολογισμοί: } \text{CaCO}_3 (\%) = k * (V/G)$$

$$\text{CaCO}_3 (\%) = k * \text{όγκοσεκλυόμενουCO}_2 \text{ σε ml} / \text{βάροςδείγματος (g)}$$

$k = 0,40$ για καλοκαίρι, $k = 0,41$ για άνοιξη και φθινόπωρο, $k = 0,42$ για χειμώνα



Γράφημα 5. Μέσοι όροι περιεκτικότητας εδαφικών δειγμάτων σε CaCO_3

Σύμφωνα με τις μετρήσεις τα εδαφικά δείγματα χαρακτηρίζονται ανεπαρκώς εφοδιασμένα με ανθρακικά άλατα.

Πίνακας 5. Χαρακτηρισμού εδαφών βάση της περιεκτικότητας σε ανθρακικά άλατα

Περιεκτικότητα σε CaCO_3 (%)	Χαρακτηρισμός
3 – 5	Εφοδιασμένα
5 – 10	Επαρκώς εφοδιασμένα
10 – 20	Μαργώδη
20 – 40	Μάργες
>40	Ασβεστώδη

2.2.8. Προσδιορισμός διαθέσιμου εδαφικού φωσφόρου

Μέθοδος Olsen (1954). Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται ως εκχυλιστικό διάλυμα NaHCO_3 0,5 M με $\text{pH} = 8,5$ και προτάθηκε αρχικά για ασβεστούχα εδάφη. Αργότερα όμως διαπιστώθηκε ότι η μέθοδος δίδει αξιόπιστα αποτελέσματα και για ελαφρώς όξινα εδάφη, με αποτέλεσμα σήμερα να εφαρμόζεται ευρύτατα. Ακολουθεί λεπτομερής ανάπτυξη της μεθόδου στη συνέχεια. (Olsen and Sommers, 1982)

Πειραματική διαδικασία:

Ζυγίζονται 2, 5g εδάφους και τοποθετούνται σε πλαστικό φιαλίδιο 50ml το οποίο είναι κατάλληλο για φυγοκέντρωση

Προστίθενται 5ml όξινο ανθρακικό νάτριο, NaHCO_3 0,5M

Μηχανική ανακίνηση για 30 λεπτά

Φυγοκέντρωση για 3min σε 4000rpm

Διήθηση του αιωρήματος σε κωνική φιάλη

Για την ανάπτυξη χρώματος κατά Murphy-Riley:

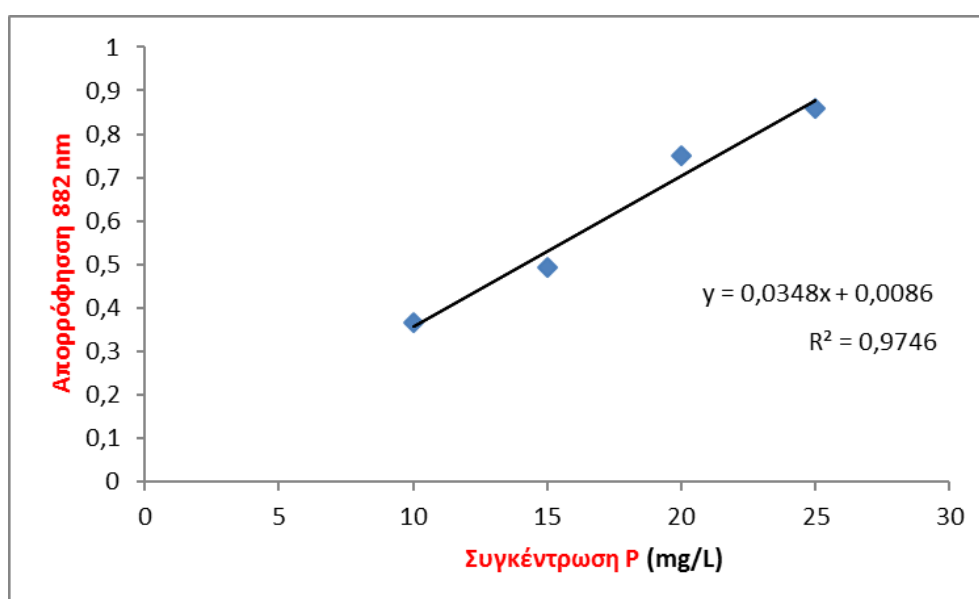
Σε ογκομετρική φιάλη των 25ml μεταφέρονται 5ml από το εκχύλισμα και προστίθενται ~10ml απιονισμένου νερού.

Προστίθενται 4ml διαλύματος ασκορβικού οξέος (το οποίο παρασκευάστηκε από 100ml διαλύματος A + 0, 528g ασκορβικό οξύ) και γίνεται συμπλήρωση του όγκου μέχρι την χαραγή με απιονισμένο νερό.

Επίσης παρασκευάζεται μάρτυρας μόνο με τα αντιδραστήρια, δηλαδή σε ογκομετρική φιάλη των 25ml προστίθενται 10ml απιονισμένου νερού και 4ml ασκορβικού οξέος και γίνεται συμπλήρωση του όγκου μέχρι την χαραγή με απιονισμένο νερό.

Αφήνεται 30min σε ηρεμία και αναπτύσσεται το μπλε χρώμα.

Μέτρηση στο φασματοφωτόμετρο στα 882 nm.



Γράφημα Α. Καμπύλη αναφοράς για προσδιορισμό συγκέντρωσης P

Η εξίσωση από τη καμπύλη αναφοράς φωσφόρου είναι :

$$y = 0,0348x + 0,0086 \Rightarrow x = (y - 0,0086) / 0,0348$$

Στην περίπτωση του 1^{ου} δείγματος 'εδ. ολ.' η απορρόφηση που λάβαμε ήταν 0,047.

Άρα, για y=0, 047 η εξίσωση γίνεται: $x = 1, 103 \text{ mg P/ L}$

Η συγκέντρωση του P στο έδαφος εκφράζεται συνήθως σε mg P/kg εδάφους.

Μπορεί να υπολογιστεί από τη καμπύλη αναφοράς χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$P \text{ (mg/kg)} = (P \text{ (mg/L)} \times \text{ml}) / (\text{g})$$

Άρα για το 1^ο δείγμα (εδ. ολ.)

$$P \text{ (mg/kg)} = (1,103 \times 25) / 2.53 \text{ και συνεπώς } P \text{ (mg/kg)} = 10,89 \text{ ppm}$$

Αντίστοιχα έγιναν και υπόλοιποι υπολογισμοί για τα εδαφικά δείγματα

Ο επαρκής φώσφορος στο έδαφος είναι κρίσιμος:

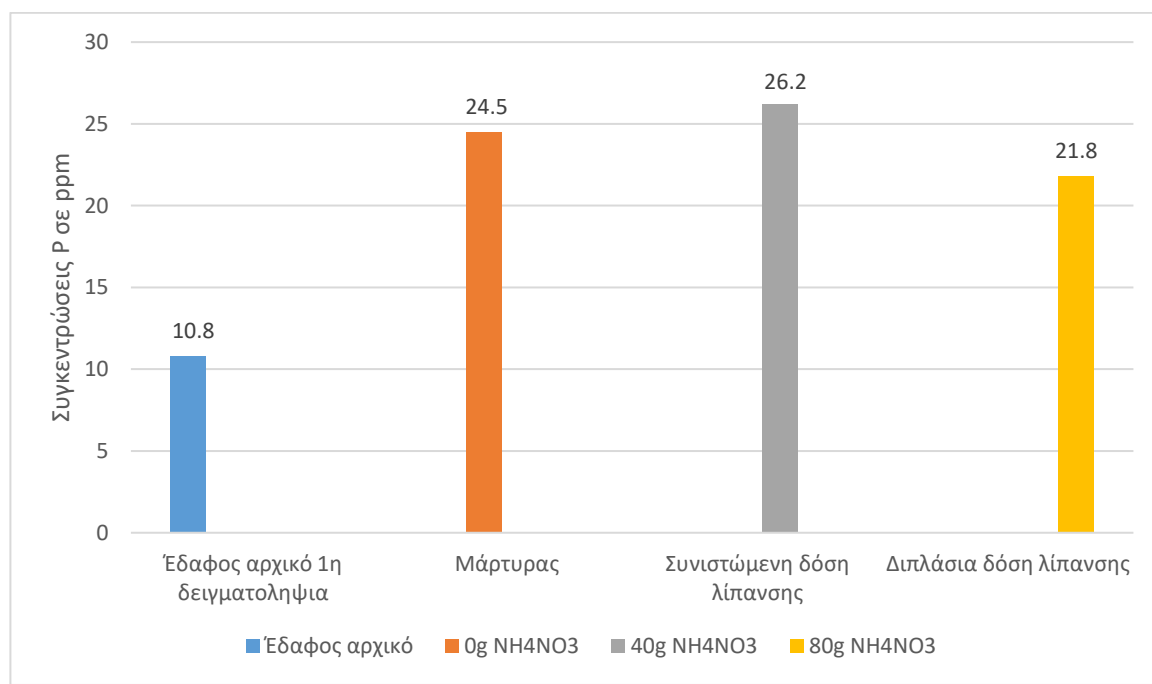
για την ισχυρή ριζική ανάπτυξη
την υψηλή παραγωγικότητα και
την αντοχή της ελιάς σε δυσμενείς συνθήκες

Όρια εδαφικού Φωσφόρου:

Ανεπάρκεια Φωσφόρου για συγκέντρωση < 15ppm

Επάρκεια Φωσφόρου για συγκέντρωση 16-45 ppm

Τοξικότητα Φωσφόρου για συγκέντρωση >45 ppm



Γράφημα 6. Μέσοι όροι διαθέσιμου Φωσφόρου των εδαφικών δειγμάτων

2.2.9. Προσδιορισμός διαθέσιμου εδαφικού βορίου

Πειραματική διαδικασία:

Ζυγίζονται 10g εδάφους και τοποθετούνται σε σφαιρική φιάλη 250ml

Προστίθενται 20ml διαλύματος CaCl_2 0, 01M

Η φιάλη τοποθετείται σε θερμαντική φωλιά

Βρασμός για 5min

Πωματίζουμε τη φιάλη και ψύχεται

Διηθείται από ηθμό Whatman 5893

Παράλληλα με τα δείγματα παρασκευάζεται και ο μάρτυρας (λευκό)

Ακολουθεί ο αναλυτικός προσδιορισμός του B ως εξής:

Σε πλαστικά φιαλίδια με α/α 1-15 προστέθηκε:

1.0 ml από το παραπάνω εκχύλισμα

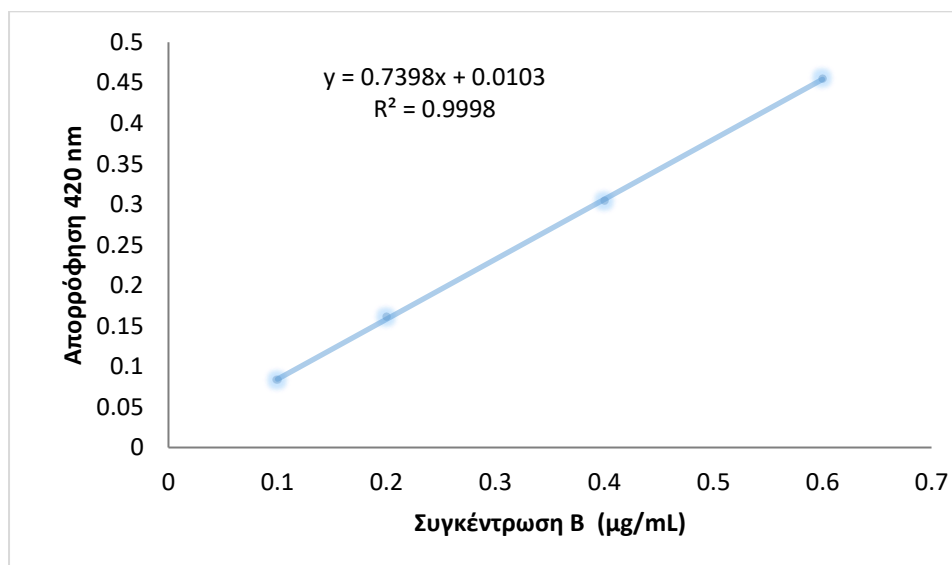
2ml ρυθμιστικό διάλυμα (Buffer)

2ml Azomethine-H

Ανάδευση και ηρεμία για 30min να αναπτυχθεί χρώμα

Μέτρηση απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο σε $\lambda=420\text{nm}$

(Johnson and Fixen, 1990)



Γράφημα Β. Καμπύλη αναφοράς για προσδιορισμό συγκέντρωσης B

Η εξίσωση από τη καμπύλη αναφοράς βορίου είναι :

$$y = 0,7398x + 0,0103 \Rightarrow x = (y - 0,0103) / 0,7398$$

Στη περίπτωση του 1^{ου} δείγματος ‘εδ. ολ.’ η απορρόφηση που λάβαμε ήταν 0,042

Άρα, για $y=0,042$ η εξίσωση γίνεται: $\chi=0.0428 \text{ mg B/ L}$

Η συγκέντρωση του B στο έδαφος εκφράζεται συνήθως σε mg B/kg εδάφους.

Οπότε :

Τα 0.0428 mg B υπάρχουν στα 1000 ml διαλύματος

χ ; στα 25ml

$$\chi=0.00107 \text{ mg B}$$

Όμως τα 0.001mg B υπήρχαν σε 1ml δείγματος

χ ; 20ml διαλύματος CaCl_2

$$\chi=0.022 \text{ mg B}$$

Όπου τα 0.022 mg B υπήρχαν στα 10.329g εδάφους

χ ; 1000g εδάφους

$$\chi=2.10 \text{ ppm B ή αλλιώς } 2.10 \text{ mg B/ kg εδάφους}$$

Αντίστοιχα έγιναν και οι υπόλοιπες μετρήσεις.

Το επαρκές Βόριο στο έδαφος είναι κρίσιμο:

για την γόνιμη ανθοφορία

την αποτελεσματική καρπόδεση και

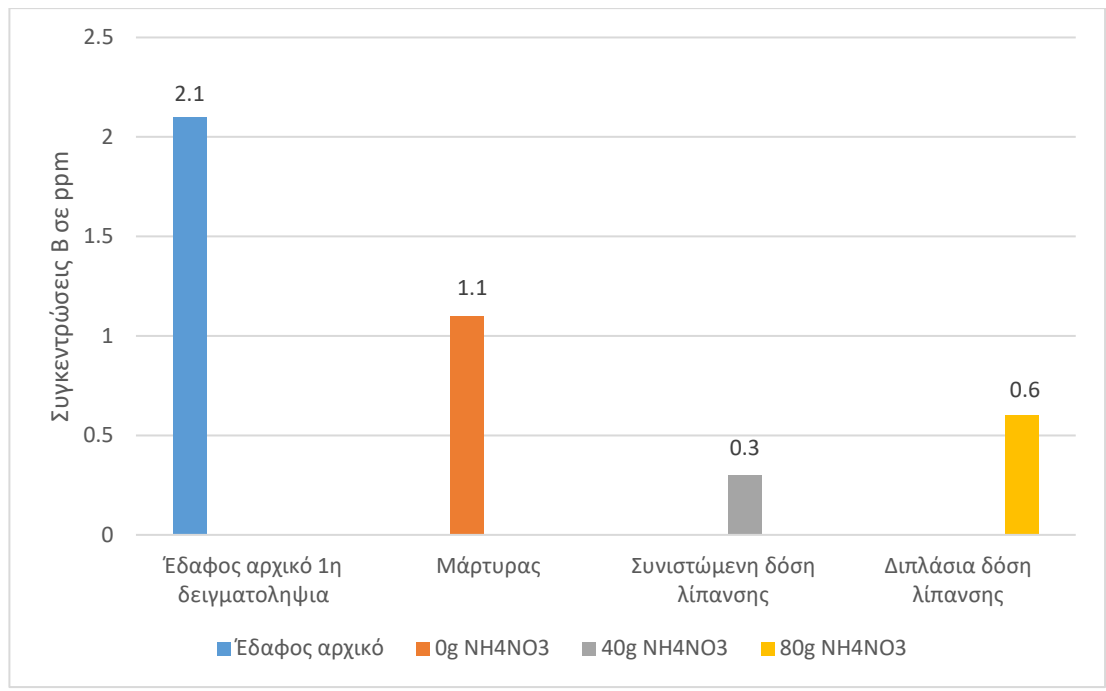
τη γενική ανάπτυξη της ελιάς

Όρια εδαφικού Βορίου:

Ανεπάρκεια Βορίου για συγκέντρωση 0–0, 3ppm

Επάρκεια Βορίου για συγκέντρωση 0, 4 –1, 8 ppm

Τοξικότητα Βορίου για συγκέντρωση >2ppm



Γράφημα 7. Μέσοι όροι περιεκτικότητας εδαφικών δειγμάτων σε Β.

3. Δειγματοληψίες και αναλύσεις φυτικών ιστών

3.1 Προετοιμασία και Εκχύλιση φυτικών ιστών

Πραγματοποιήθηκαν 3 δειγματοληψίες φυτικού ιστού για τα ελαιόδενδρα μας σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.

1^η δειγματοληψία 10/6/20

2^η δειγματοληψία 9/9/20

3^η δειγματοληψία 26/10/20

Και στις 3 δειγματοληψίες ακολουθήσαμε τις ίδιες εργαστηριακές διεργασίες που αναλύονται παρακάτω:

Το φυτικό υλικό (φύλλα) πλένεται με απιονισμένο νερό, τοποθετείται σε χάρτινες σακούλες σε φούρνο στους 70 °C μέχρι τη μη περαιτέρω απώλεια βάρους, και κονιορτοποιείται σε μύλο άλεσης. Το κονιορτοποιημένο δείγμα, τοποθετείται σε πλαστικά σακουλάκια και αποθηκεύεται για τις αναλύσεις. Η ανάλυση για τον προσδιορισμό όλων των μη πτητικών συστατικών (πτητικά είναι ο C, το N, και το Cl) ξεκινά με την ξηρή καύση (αποτέφρωση) του φυτικού υλικού. Σκοπό έχει την

καταστροφή της οργανικής ουσίας των φυτικών ιστών. Για την καύση χρειαζόμαστε περίπου 1 g από τον κονιορτοποιημένο φυτικό ιστό το οποίο τοποθετούμε σε χωνευτήρια πορσελάνης για να καεί σε ηλεκτρικό φούρνο σε θερμοκρασία 500 °C για 4 ώρες. Όταν κρυώσουν οι κάψες αποτέφρωσης, διαλυτοποιείται η τέφρα του φυτικού υλικού με 10 mL βασιλικό νερό (διάλυμα HCl και HNO₃) και διηθείται σε ογκομετρικές φιάλες των 100 mL οι οποίες συμπληρώνονται με απιονισμένο νερό. Το εκχύλισμα αυτό της τέφρας θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση P, B, K, Ca, Mg καθώς και για τη μέτρηση των φαινολικών (γαλλικού οξέος).



Εικόνα 8. Μύλος Willey που χρησιμοποιήθηκε για κονιορτοποίηση των φυτικών ιστών.

3.2 Προσδιορισμός φωσφόρου στους φυτικούς ιστούς

Πειραματική Διαδικασία:

Με αυτόματη πιπέτα μεταφέρουμε 5ml δείγματος (διαλυτοποιημένη τέφρα σε βασιλικό νερό) σε ογκομετρικές φιάλες 25ml

Προσθέτουμε 11 σταγόνες NaOH 4N ώστε το pH του διαλύματος να είναι ~4,2

Προστίθεται απιονισμένο H₂O ως το μέσο της ογκομετρικής φιάλης

Προστίθενται 4ml διαλύματος A+ ascorbic acid

Συμπληρώνουμε με απιονισμένο H₂O μέχρι τη χαραγή

30min παραμονή

Μέτρηση στο φασματοφωτόμετρο στα 882nm

(Jones and Case, 1990)

Ο επαρκής Φώσφορος στους φυτικούς ιστούς είναι κρίσιμος:

για την ισχυρή ριζική ανάπτυξη

για την υψηλή ανθοφορία και καρπόδεση

για τη φωτοσύνθεση

για την ανθεκτικότητα σε στρες

Όρια εδαφικού Φωσφόρου:

Τροφοπενία Φωσφόρου για συγκέντρωση < 0, 1%

Επάρκεια Φωσφόρου για συγκέντρωση 0, 1-0, 2%

Υπολογισμοί:

Για το προσδιορισμό του φωσφόρου στους Φ. Ι. χρησιμοποιήθηκε η ίδια καμπύλη αναφοράς με αυτή του προσδιορισμού του εδαφικού P από το Γράφημα Α.

Άρα η εξίσωση από τη καμπύλη αναφοράς φωσφόρου είναι :

$$y = 0,0348x + 0,0086 \Rightarrow x = (y - 0,0086) / 0,0348$$

Στη περίπτωση του πρώτου δείγματος, 1^{ης} δειγματοληψίας '1' η απορρόφηση που λάβαμε ήταν: 0,104

Άρα, για y=0,104 η εξίσωση γίνεται: $x = 2.741 \text{ mg P / L}$

Όμως επειδή αραιώσαμε τα δείγματα μας 10 φορές, θα πολλαπλασιάσουμε το αποτέλεσμα με το 10 για να μας δώσει τη πραγματική συγκέντρωση P

Οπότε $x = 27.41 \text{ mg P / L}$

Η συγκέντρωση φωσφόρου σε Φ. Ι. εκφράζεται συνήθως P % Φ. Ι.

Οπότε:

27.41 mg P 1000ml

χ : 25ml

$\chi=0.685$ mg P

Τα 0.685mg P βρίσκονται σε 5ml

χ ; 100 ml

$\chi= 13.705$ mg P

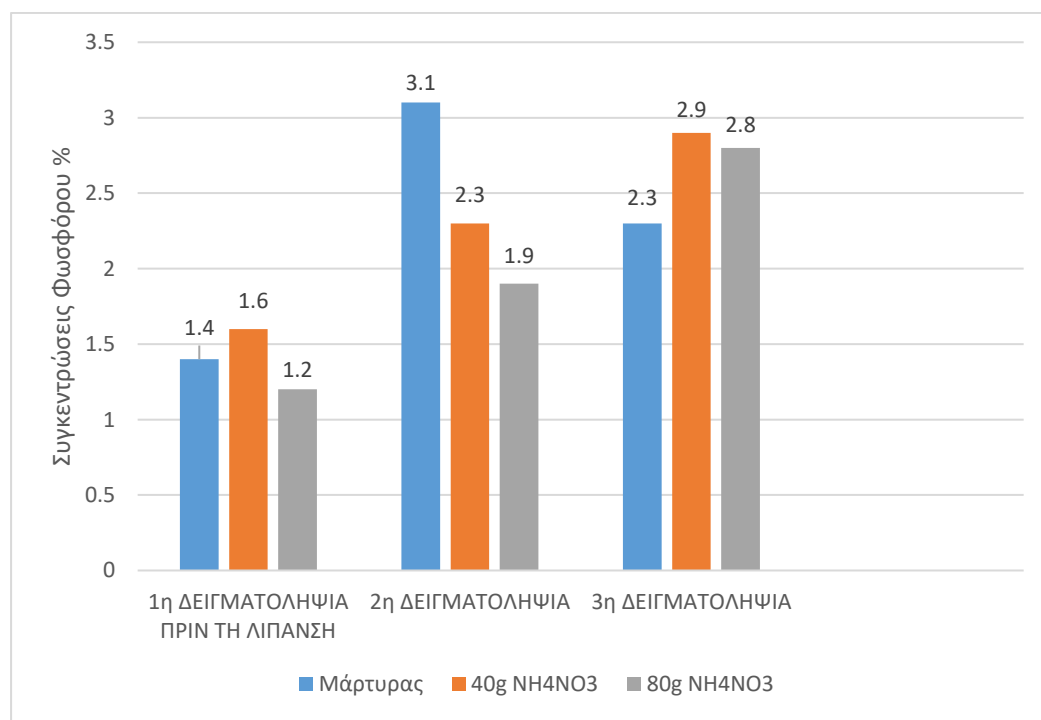
Τα 13.705 mg P υπήρχαν στα 1.03g Φ. Ι.

χ ; 1000g

$\chi=13369$ ppm P

Ή αλλιώς 1.33% P % Φ. Ι.

Αντίστοιχα έγιναν και οι υπόλοιπες πράξεις για το προσδιορισμό του φωσφόρου στις δειγματοληψίες: 1^η 2^η 3^η για τα δείγματα Φ. Ι.



Γράφημα 8. Μέσοι όροι περιεκτικότητας δειγμάτων φυτικού ιστού σε P ανά μεταχείριση

3.3 Προσδιορισμός K στους φυτικούς ιστούς

Ο προσδιορισμός του καλίου (K) σε φυτικούς ιστούς ελιάς με φλογοφωτόμετρο είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος λόγω της απλότητας, της ακρίβειας και της ταχύτητάς της. Η διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

Ρύθμιση και Βαθμονόμηση του Φλογοφωτόμετρου

Ετοιμάζουμε διαλύματα προτύπων καλίου με γνωστές συγκεντρώσεις (π. χ. , 1, 5, 10, και 20 ppm K).

Ακολουθούμε τις οδηγίες του κατασκευαστή για τη ρύθμιση του φλογοφωτόμετρου.

Καθαρίζουμε το φλογοφωτόμετρο και ρυθμίζουμε το μηδενικό σημείο με απεσταγμένο νερό.

Καταγράφουμε την ένταση της φλόγας για κάθε πρότυπο διάλυμα καλίου και κατασκευάζουμε την καμπύλη βαθμονόμησης (ένταση έναντι συγκέντρωσης).

Προσδιορισμός Συγκέντρωσης Καλίου στο Δείγμα:

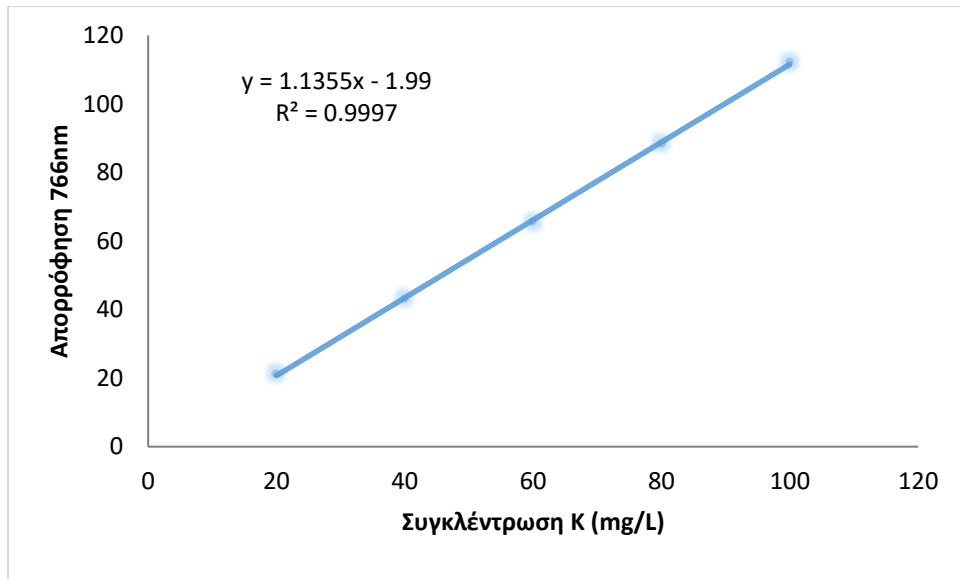
Μετράμε με το φλογοφωτόμετρο το διάλυμα του δείγματος και καταγράφουμε την ένταση της φλόγας.

Χρησιμοποιούμε την καμπύλη βαθμονόμησης για να μετατρέψουμε την ένταση σε συγκέντρωση καλίου (ppm) στο διάλυμα του δείγματος.

Υπολογισμός Περιεκτικότητας σε Κάλιο:

Χρησιμοποιούμε την τιμή που δίνει το φλογοφωτόμετρο και την μετατρέπουμε σε συγκέντρωση καλίου στον φυτικό ιστό με τη βοήθεια της καμπύλης αναφοράς (Γραφ. Γ) .

Ο υπολογισμός γίνεται με βάση τον αρχικό όγκο αραίωσης και την μάζα του ξηρού δείγματος. Το αποτέλεσμα εκφράζεται συνήθως σε mg K ανά γραμμάριο ξηρού δείγματος. (Jones and Case, 1990)



Γράφημα Γ. Καμπύλη αναφοράς για το προσδιορισμό συγκεντρώσεων Κ

Οπότε η εξίσωση από τη καμπύλη αναφοράς Κ είναι: $y = 1,1355x - 1,99$

Συνεπώς για $x = 102,5$ (η ένδειξη που λάβαμε από το φλογοφωτόμετρο για το πρώτο δείγμα)

$$y = 92,02 \text{ mgK/L}$$

$$\text{Άρα } 92,02 \cdot (100/1000) \cdot (1000/\text{Βάρος φ. ι.}) = 8908,14 \text{ mg/kg Φ. Ι.}$$

$$8908,14/10000 = 0,891\% \text{ Κ στους Φ. Ι.}$$

Η επάρκεια Καλίου στους φυτικούς ιστούς της ελιάς είναι ζωτικής σημασίας για:

Τη διατήρηση της υδατικής ισορροπίας

Τη βελτίωση της ποιότητας του καρπού

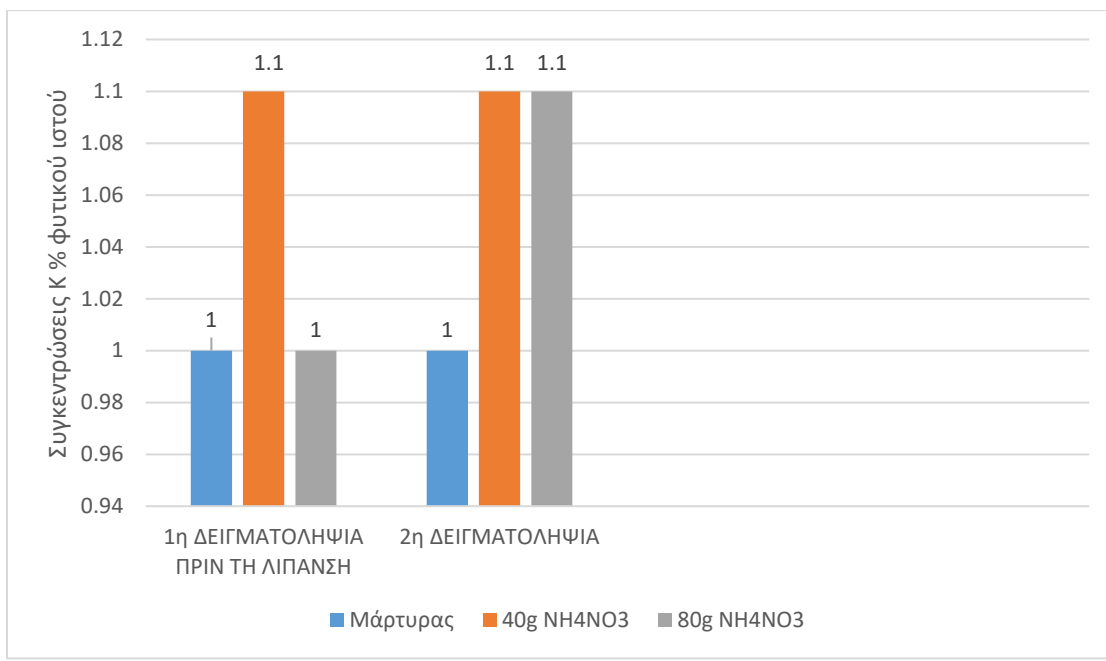
Την αύξηση της ποιότητας του καρπού και

Την αύξηση της ανθεκτικότητας του δέντρου σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες

Όρια επάρκειας-τροφοπενίας Καλίου Φ. Ι. :

Τροφοπενία Καλίου για συγκέντρωση $< 0,5\%$

Επάρκεια Καλίου για συγκέντρωση $0,7-1,2\%$



Γράφημα 9. Μέσοι όροι περιεκτικότητας σε Κ των δειγμάτων φυτικού ιστού ανά μεταχείριση.

3.4. Προσδιορισμός βορίου στους φυτικούς ιστούς

Πειραματική Διαδικασία:

Στα 2ml αρχικού εκχυλίσματος (aliquot) προστέθηκαν 4ml ρυθμιστικού διαλύματος οξέων (Buffer)

Προσθήκη 4ml διαλύματος αζωμεθίνης/ασκορβικού οξέος

Επώαση μείγματος για 30min ώστε να αναπτυχθεί χρώμα

Προσδιορισμός συγκέντρωσης στο φασματοφωτόμετρο στα 420nm
(Jones and Case, 1990)

Η καμπύλη αναφοράς που χρησιμοποιήθηκε για το προσδιορισμό της συγκέντρωσης Β στα δείγματα Φ. Ι. είναι ίδια με τη καμπύλη αναφοράς που χρησιμοποιήθηκε για το προσδιορισμό συγκεντρώσεων στα εδαφικά δείγματα. Από Γράφημα Β:

Οπότε η εξίσωση από τη καμπύλη αναφοράς βορίου είναι :

$$y = 0,7398x + 0,0103 \Rightarrow x = (y - 0,0103) / 0,7398$$

Στη περίπτωση του πρώτου δείγματος 1 της 1^{ης} δειγματοληψίας η απορρόφηση που λάβαμε ήταν 0,038

Άρα, για $y=0,038$ η εξίσωση γίνεται: $\chi=0.03744 \text{ mg B/ L}$

Η συγκέντρωση του B στους Φ. Ι. εκφράζεται συνήθως σε ppm B ή αλλιώς mg B / Kg Φ. Ι.

Οπότε τα 0.03744 mg B περιέχονται στα 1000ml

X;	10ml
----	------

$X=0.003744 \text{ mg B}$

Όμως αυτά τα 0.003744mg B υπήρχαν στα 2ml aliquot

X;	100ml
----	-------

$X=0.1872 \text{ mg B}$

Όπου αυτά τα 0.1872mg B υπήρχαν στα 1.033g Φ. Ι.

X;	1000g
----	-------

$X=18.12 \text{ ppm B ή αλλιώς } 18.12 \text{ mg B / kg Φ. Ι.}$

Το Βόριο (B) είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο για:

Την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα της ελιάς

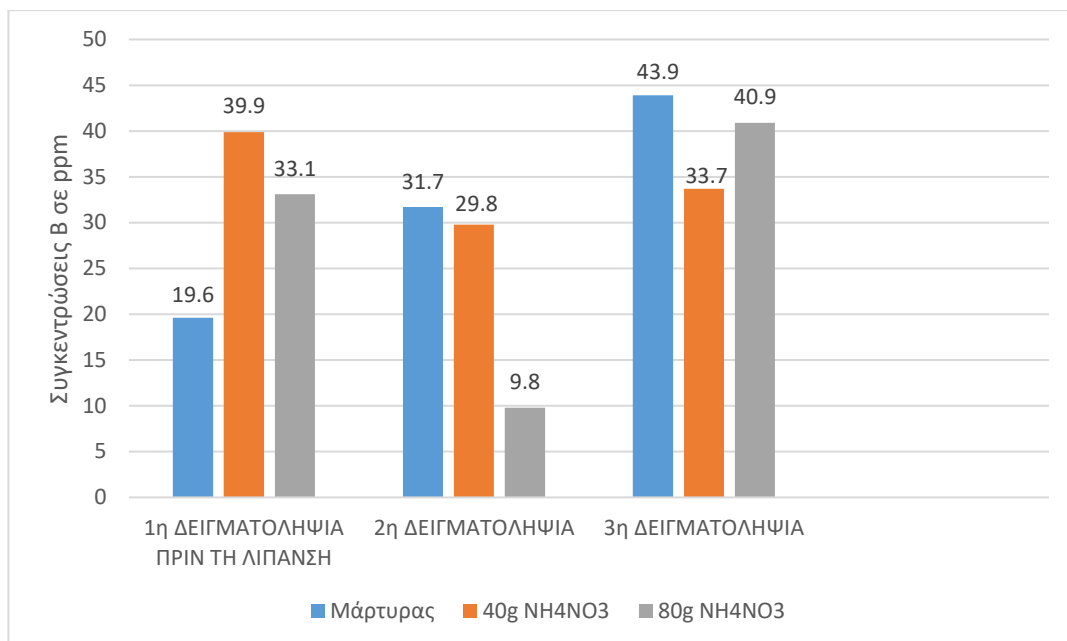
Την ανάπτυξη των καρπών και

Τη ποιότητα παραγωγής

Τα όρια επάρκειας και τροφοπενίας του Βορίου στους φυτικούς ιστούς:

Τροφοπενία: 7-13 ppm

Επάρκεια 19-33ppm



Γράφημα 10. Μέσοι όροι περιεκτικότητας Β στα δείγματα φυτικών ιστών ανά μεταχείριση.

3.5 Προσδιορισμός ασβεστίου και μαγνησίου στους φυτικούς ιστούς

Πειραματική διαδικασία:

2ml δείγμα (aliquot)

20ml dH₂O

10 σταγόνες KCN 1%

10 σταγόνες NH₂OH. HCL

10 σταγόνες K₄Fe(CN)₆ 1%

10 σταγόνες τριαιθανολαμίνη

Προσθήκη EBT δείκτη για χρωματισμό (κόκκινο-ιώδες)

Ογκομέτρηση με προσθήκη EDTA 0.002N

Μέχρι το χρώμα να γίνει μπλέ ανοικτό (όταν δηλαδή δεσμευθούν όλα τα ιόντα Ca+Mg)

Καταγραφή του όγκου EDTA που καταναλώθηκε (ο όγκος αυτός είναι ανάλογος της συγκέντρωσης των Ca+Mg στο δείγμα). (Jones and Case, 1990)

Πραγματοποιήθηκαν 2 ογκομετρήσεις για κάθε δείγμα τόσο στο προσδιορισμό Ca+Mg όσο και στο προσδιορισμό Ca για μεγαλύτερη ακρίβεια των αποτελεσμάτων.

Για τους συγκεκριμένους προσδιορισμούς λοιπόν θα βγει ένας μέσος όρος των ml που καταναλώθηκαν άρα και κατά συνέπεια της συγκέντρωσης σε κάθε δείγμα από τα δύο αποτελέσματα ογκομέτρησης που λάβαμε.

Ακολουθούν οι υπολογισμοί συγκεντρώσεων καθώς και οι πίνακες με τις αναλυτικές τιμές των μετρήσεων που κάναμε στο εργαστήριο για το προσδιορισμό συγκεντρώσεων Ca+Mg καθώς και Ca.

Υπολογισμοί:

Για τη μέτρηση Ca+Mg έγινε ογκομέτρηση με EDTA 0.002N

Για τη μέτρηση του Ca έγινε ογκομέτρηση με EDTA 0.002N

Aliquot= 2ml

Στο 1^ο δείγμα στη 1^η δειγματοληψία καταναλώθηκαν 11.85ml EDTA 0.002N για το προσδιορισμό Ca+Mg

Στο 1^ο δείγμα στη 1^η δειγματοληψία καταναλώθηκαν 2.7ml EDTA 0.005N για το προσδιορισμό Ca

Άρα από το νόμο της αραιώσης έχουμε:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \rightarrow V_2 = (2,7 \times 0.005) / 0.002 \rightarrow V_2 = 6.75 \text{ml EDTA } 0.002\text{N για το Ca}$$

Άρα για το Mg καταναλώθηκαν $11.85 - 6.75 = \underline{5.10 \text{ml EDTA } 0.002\text{N}}$

Συνεπώς για το Ca:

Στα 1000ml διαλύματος 0.002 eq Ca

Στα 6.75ml X;

$$X = 0.0000135 \text{ eq Ca}$$

Όμως, 0.0000135 eq Ca στα 2ml Aliquot

X; 100ml (δείγμα με βασιλικό νερό)

$$X = 0.000675 \text{ eq Ca}$$

Και τα 0.000675 eq Ca στα 1,033g Φ. Ι.

$$X = 0.6534 \text{ eq Ca/ Kg Φ. Ι.}$$

Όμως 1 eq Ca ανιστοιχεί σε 20g Ca (ΑΒ ασβεστίου = 40, σθένος=2)

Οπότε $X = 0,6534 \times 20 = 13.068 \text{ g Ca / kg Φ. Ι.}$

Εμείς θέλουμε να εκφράσουμε τη συγκέντρωση Ca σε ppm οπότε

$13,068 \times 1000 = \underline{13.068 \text{ mg Ca / kg Φ. Ι. ή } 1,30\% \text{ Ca}}$

Το Ασβέστιο (Ca) είναι ένα απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο για την ανάπτυξη και τη φυσιολογική λειτουργία της ελιάς γιατί παίζει ζωτικό ρόλο:

στην ανάπτυξη των κυττάρων

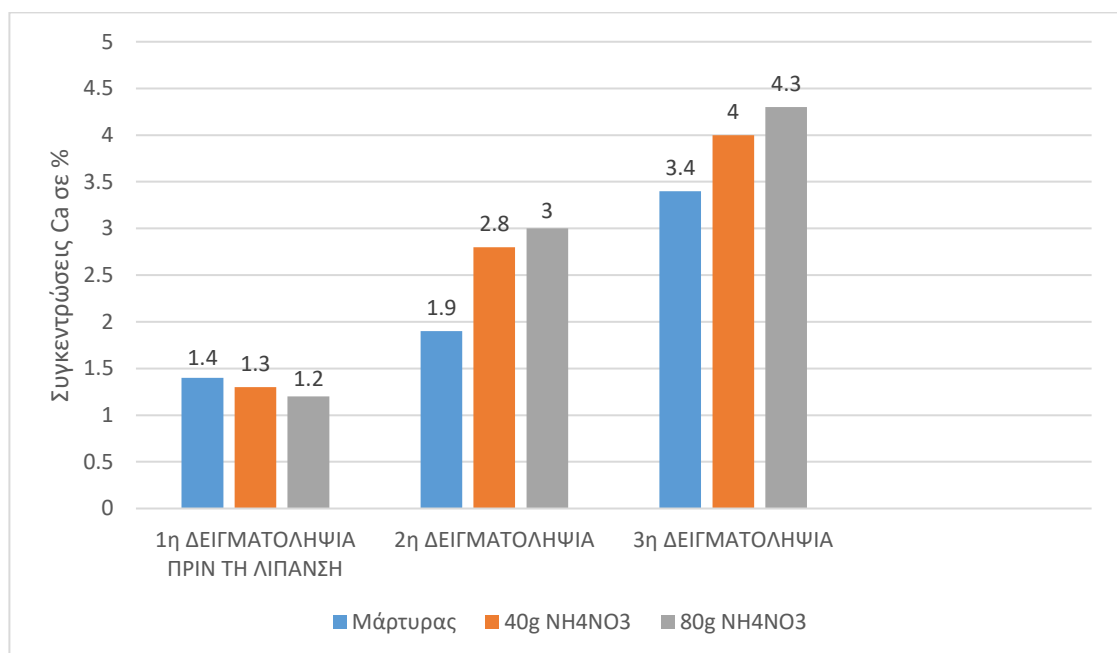
στη σταθερότητα των ιστών

στην ανθεκτικότητα του δέντρου σε περιβαλλοντικές συνθήκες

Όρια επάρκειας και τροφοπενίας Ασβεστίου (Ca)

Επάρκεια: 1-4, 5%

Τροφοπενία: 0, 2-0, 5%



Γράφημα 11. Μέσοι όροι περιεκτικότητας ασβεστίου φυτικών ιστών ανά μεταχείριση

Αντίστοιχα οι πράξεις για το Mg:

Στα 1000 ml διαλύματος 0.002eq Mg

1.10 X;

X= 0.0000102 eq Mg

Τα 0.0000102 eq Mg στα 2ml Aliquot

X; 100ml (δείγμα με βασιλικό νερό)

X= 0.00051 eq Mg

Τα 0.00051 eq Mg στα 1, 033g Φ. Ι.

X; 1000g

X= 0.4937 eq Mg /kg Φ. Ι.

Όμως 1eq Mg αντιστοιχεί σε 12g Mg (ΑΒ μαγνησίου=24, σθένος= 2)

Οπότε X= 0.4937x12 = 5,9244 g Mg / kg Φ. Ι.

Εμείς θέλουμε να εκφράσουμε τη συγκέντρωση Mg σε ppm οπότε:

5,9244x1000= 5924.4 mg Mg / kg Φ. Ι. ή 0.59% Mg

Το μαγνήσιο (Mg) είναι ένα απαραίτητο μακροθρεπτικό στοιχείο για:

Την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα της ελιάς

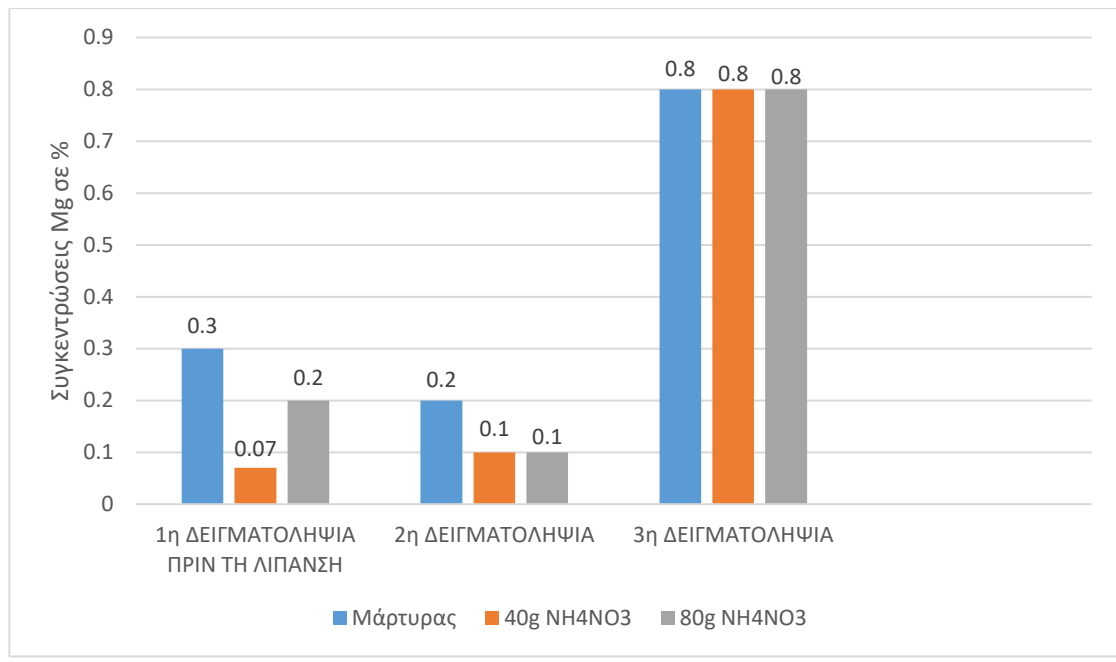
Συμμετέχει σε κρίσιμες φυσιολογικές και μεταβολικές διεργασίες

Επηρεάζοντας άμεσα την υγεία των δέντρων, την ποιότητα των φύλλων και τη συνολική απόδοση της ελιάς

Τα όρια επάρκειας και ανεπάρκειας του Μαγνησίου(Mg):

Επάρκεια μαγνησίου: 0, 1-0, 25%

Τροφοπενία μαγνησίου: 0, 026-0, 073%



Γράφημα 12. Μέσοι όροι περιεκτικότητας φυτικών ιστών σε μαγνήσιο ανά μεταχείριση.

3.6 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών στους φυτικούς ιστούς

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu είναι μια από τις πιο κοινές μεθόδους για το προσδιορισμό της συνολικής περιεκτικότητας φαινολικών ενώσεων σε φυτικά δείγματα, όπως τα φύλλα ελιάς ακολουθεί η πειραματική διαδικασία που ακολουθήσαμε για το προσδιορισμό των φαινολικών.

Πειραματική διαδικασία:

Ζύγιση 0.75 g σκόνης Φ. Ι.

Αρίθμηση δειγμάτων 1-15 αντίστοιχα

Παρασκευή διαλύματος Μεθανόλης-dH₂O(40-60)

Σε φιαλίδια των 50ml βάζουμε 0.75g σκόνης Φ. Ι.

Προσθέτουμε 25ml του παραπάνω διαλύματος που παρασκευάσαμε και ανακινούμε
Φυγοκέντρωση για 5min (4000rpm)

Διήθηση σε κωνικές φιάλες των 50ml (1-15) για τις 3 δειγματοληψίες

Κλείσιμο κωνικών με parafilm και τοποθέτηση στο ψυγείο για συντήρηση ως τον αναλυτικό προσδιορισμό των φαινολών:

(Yousefbeyk, 2018)

Προσδιορισμός Φαινολικών:

Βγάζουμε τις κωνικές από το ψυγείο και τις αφήνουμε να έρθουν σε θερμοκρασία δωματίου

Σε δοκιμαστικούς σωλήνες προσθέτουμε 0.25 ml από το εκχύλισμα φύλλων ελιάς/μεθανόλης

Προσθέτουμε 2ml απεσταγμένο νερό

Προσθέτουμε 0.25ml από το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu

Προσθήκη 0.5ml διαλύματος Ανθρακικού Νατρίου (Na_2CO_3) 35%

Αναδεύουμε και αφήνουμε το διάλυμα να αντιδράσει για 3min

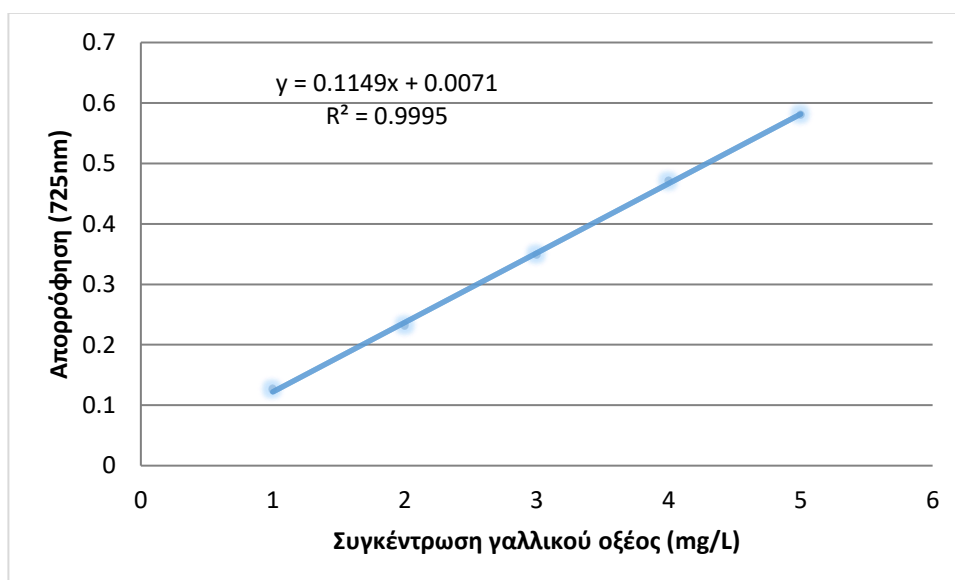
Αφού προσθέσουμε ακόμα 2ml απεσταγμένο νερό

Ανακατεύουμε καλά και αφήνουμε το διάλυμα να επωαστεί σε σκοτεινό μέρος για 30 min.

Μετά την επώαση μετράμε την απορρόφηση των δειγμάτων μας στα 725nm στο φασματοφωτόμετρο UV-VIS

Κατασκευή πρότυπης καμπύλης:

Χρησιμοποιώντας πρότυπα διαλύματα γαλλικού οξέος, κατασκευάζουμε την καμπύλη αναφοράς (Γραφ. Δ).



Γράφημα Δ. Καμπύλη αναφοράς για το προσδιορισμό της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών μας.

Με την εξίσωση ευθείας της καμπύλης αναφοράς, μπορούμε να υπολογίσουμε την πραγματική συγκέντρωση των φαινολικών στα δείγματα μας.

Υπολογισμός συγκέντρωσης Φαινολικών στα δείγματα:

Εξίσωση από τη καμπύλη αναφοράς

$$Y = 0,1149x + 0,0071 \Rightarrow x = (Y - 0,0071) / 0,1149$$

Όπου Y = απορρόφηση που λάβαμε για κάθε δείγμα

Στο 1^ο δείγμα στη 1^η δειγματοληψία η απορρόφηση που λάβαμε ήταν 0,212

Άρα για Y=0,212 η εξίσωση γίνεται:

X=1,783 mg/L όμως επειδή αραιώσαμε 20 φορές τα δείγματα μας για να βρούμε τη πραγματική συγκέντρωση πρέπει να πολλαπλασιάσουμε με το συντελεστή αραιώσης:
20. Άρα X=35,66 mgGAE/L

Άρα για το 1^ο δείγμα 1^{ης} δειγματοληψίας:

$$\text{mgGA/ kg φυτικού ιστού} = (35,66 * 5 * 25 * 1000) / 1000 * 0,25 * 0,75 = \underline{23.773,33 \text{mgGA/ kg φυτικού ιστού}}$$

Όπου

35,66 είναι η συγκέντρωση του δείγματος 1 που βρήκαμε από τη πρότυπη καμπύλη αναφοράς εκφρασμένη σε mg/L

5 είναι ο συνολικός όγκος των διαλυμάτων που προστέθηκαν για την ανάλυση σε ml

25 είναι ο όγκος του εκχυλίσματος σε ml

0,25 είναι το aliquot σε ml

Και 0,75 το βάρος του φυτικού ιστού σε g

Αντίστοιχα έγιναν και οι υπόλοιπες πράξεις για τα υπόλοιπα δείγματα φαινολικών

Τα φαινολικά λοιπόν, είναι μία μεγάλη ομάδα δευτερογενών μεταβολιτών που παράγονται στα φύλλα της ελιάς και παίζουν σημαντικό ρόλο στην άμυνα του δέντρου αλλά και στη φυσιολογία του.

Ρόλοι και χρησιμότητα των φαινολικών:

Προστατεύουν το δέντρο από οξειδωτικές βλάβες και παθογόνα

Βελτιώνουν την ανθεκτικότητα των δέντρων στις δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες

Συμβάλλουν στη διατήρηση της υγείας των φυτικών ιστών και στη συνολική παραγωγικότητα της ελιάς

Στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν σαφή καθορισμένα επιθυμητά όρια για τη ποικιλία Θιακό των ολικών φαινολικών σε φύλλα ελιάς, εκφρασμένα σε mgGA/kg φυτικού ιστού, τα οποία να είναι ευρέως αποδεκτά ή να αναφέρονται σε κάποια συγκεκριμένη νομοθεσία. Διότι η συγκέντρωση των φαινολικών επηρεάζεται από:

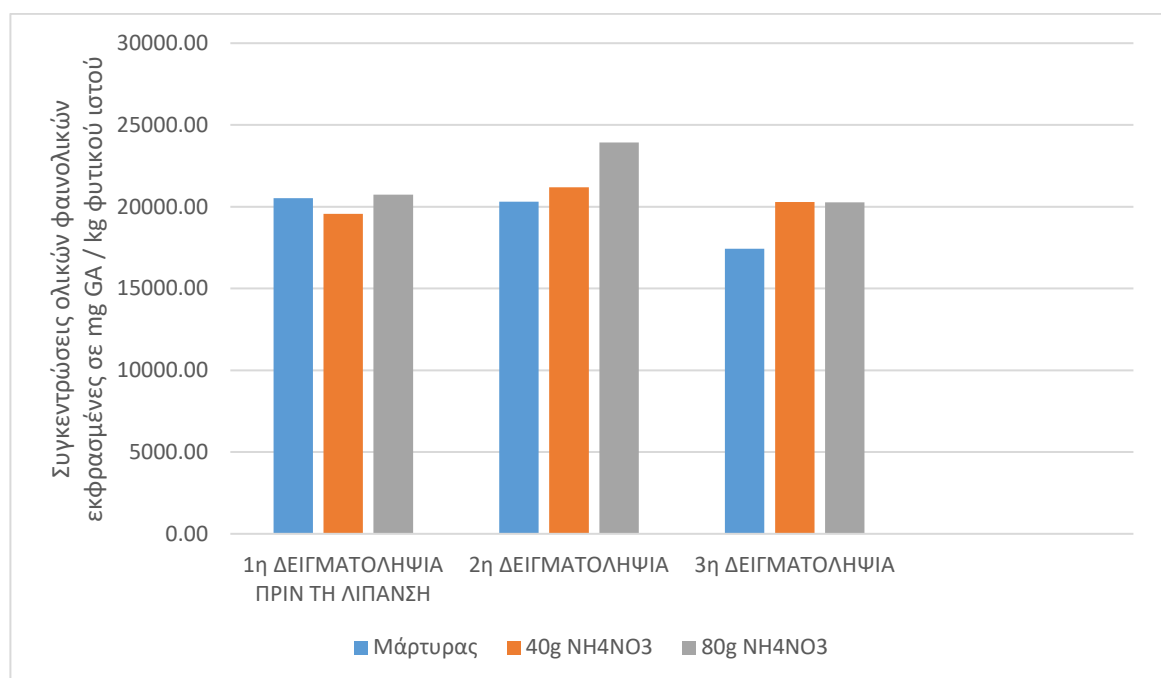
Φυτοχημικές διακυμάνσεις λόγω εποχιακών ή περιβαλλοντικών παραμέτρων

Καλλιεργητικές ανάγκες (όπως λιπάσματα και άρδευση)

Γενετική ποικιλία ελιάς

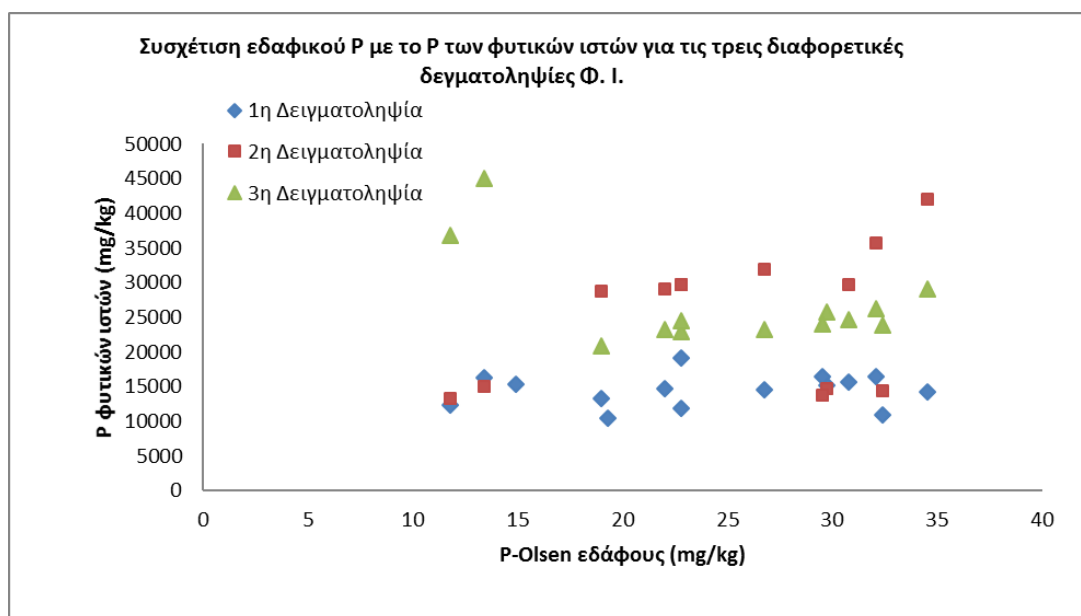
Ηλικία του φυτού

Ωστόσο σε διάφορες μελέτες οι συγκεντρώσεις των ολικών φαινολικών συστατικών σε φύλλα ελιάς κυμαίνονται από 2.000 mg/kg μέχρι 30.000mg/kg φυτικού ιστού (Özcan et al, 2019)

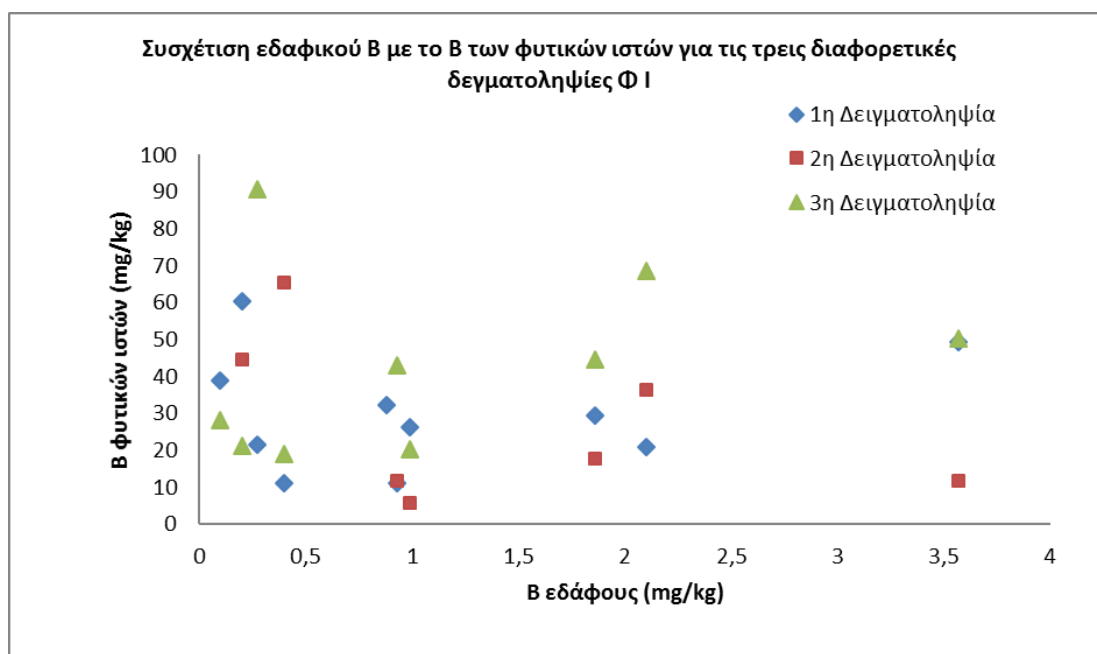


Γράφημα 13. Μέσοι όροι περιεκτικότητας των φυτικών ιστών σε ολικές φαινόλες ανά μεταχείριση.

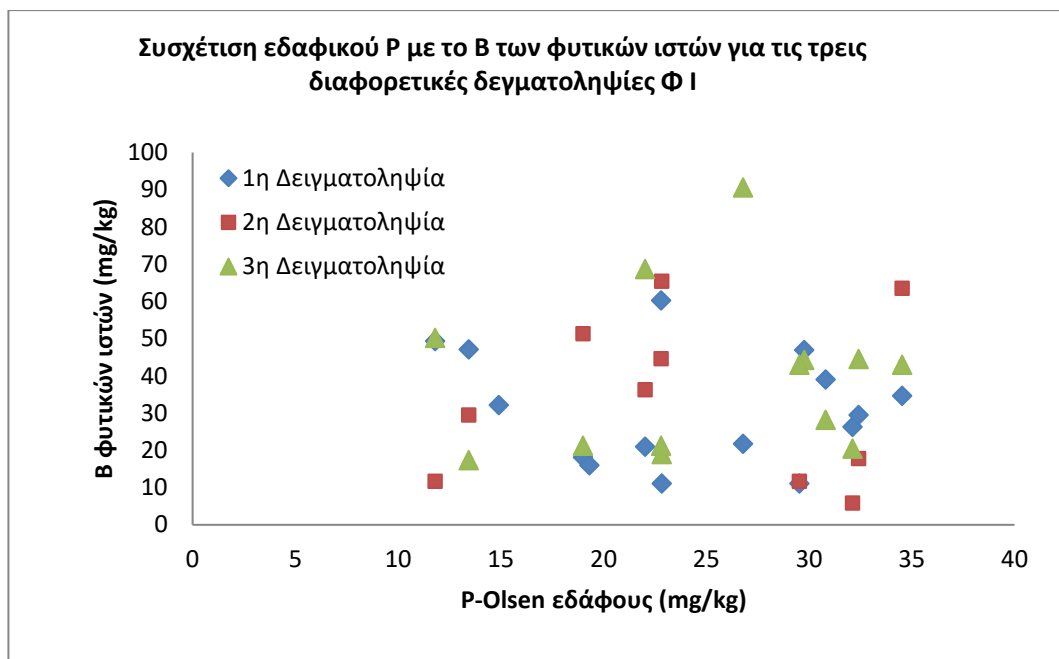
2.3.7 Παρουσίαση συσχετίσεων μεταξύ των θρεπτικών στοιχείων σε γραφήματα



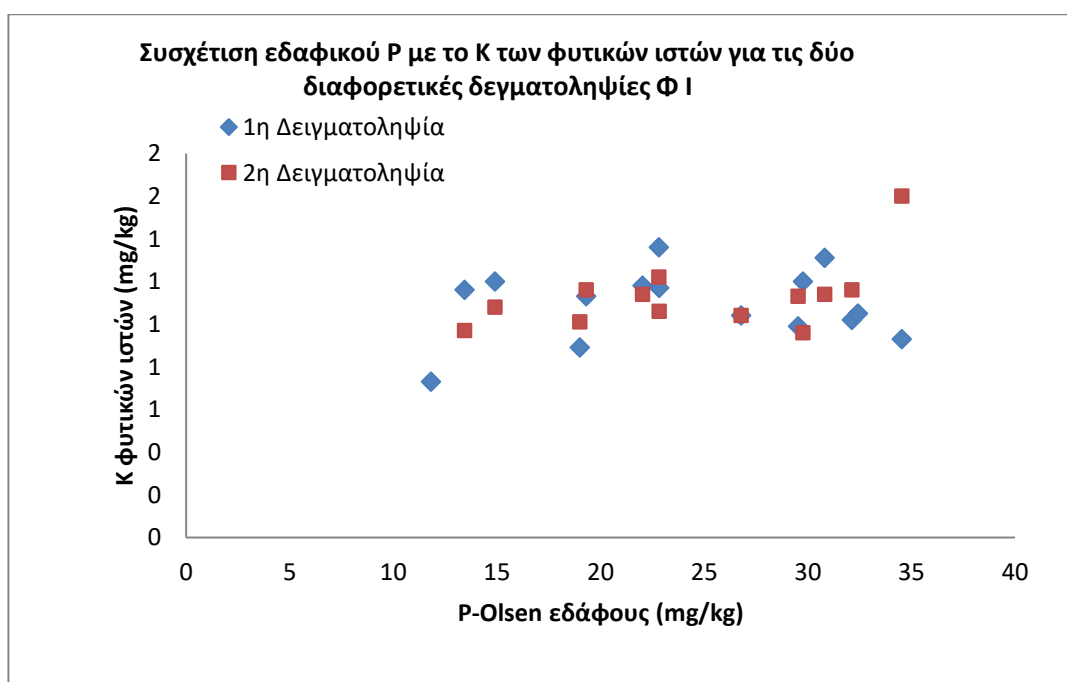
Γράφημα 14. Συσχέτιση εδαφικού φωσφόρου με το φώσφορο των φυτικών ιστών για τις τρεις διαφορετικές δειγματοληψίες



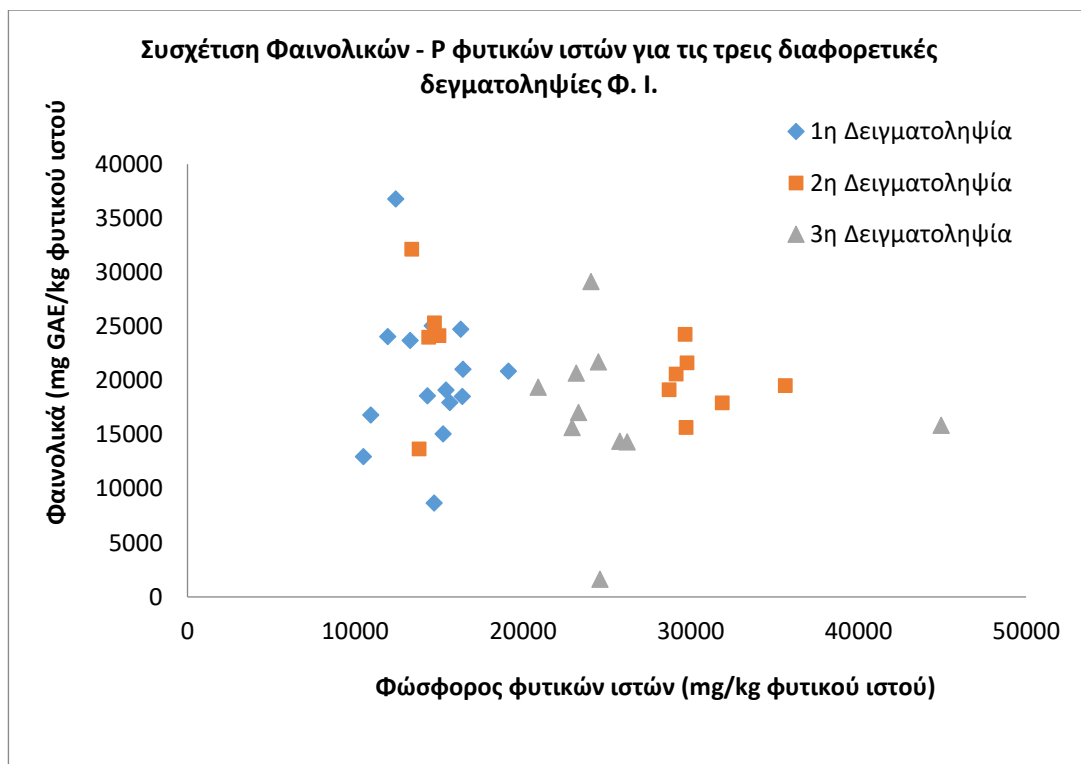
Γράφημα 15. Συσχέτιση εδαφικού βορίου με το βόριο των φυτικών ιστών για τις τρεις διαφορετικές δειγματοληψίες φυτικού ιστού



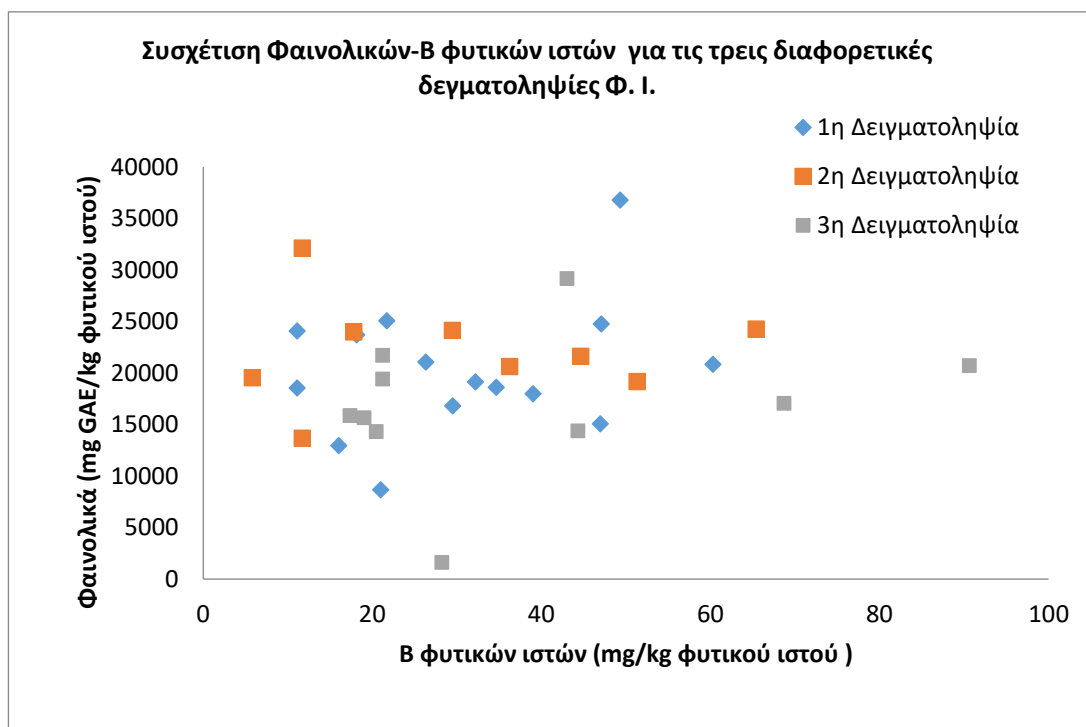
Γράφημα 16. Συσχέτιση εδαφικού φωσφόρου με το βόριο των φυτικών ιστών για τις τρεις διαφορετικές δειγματοληψίες φυτικού ιστού



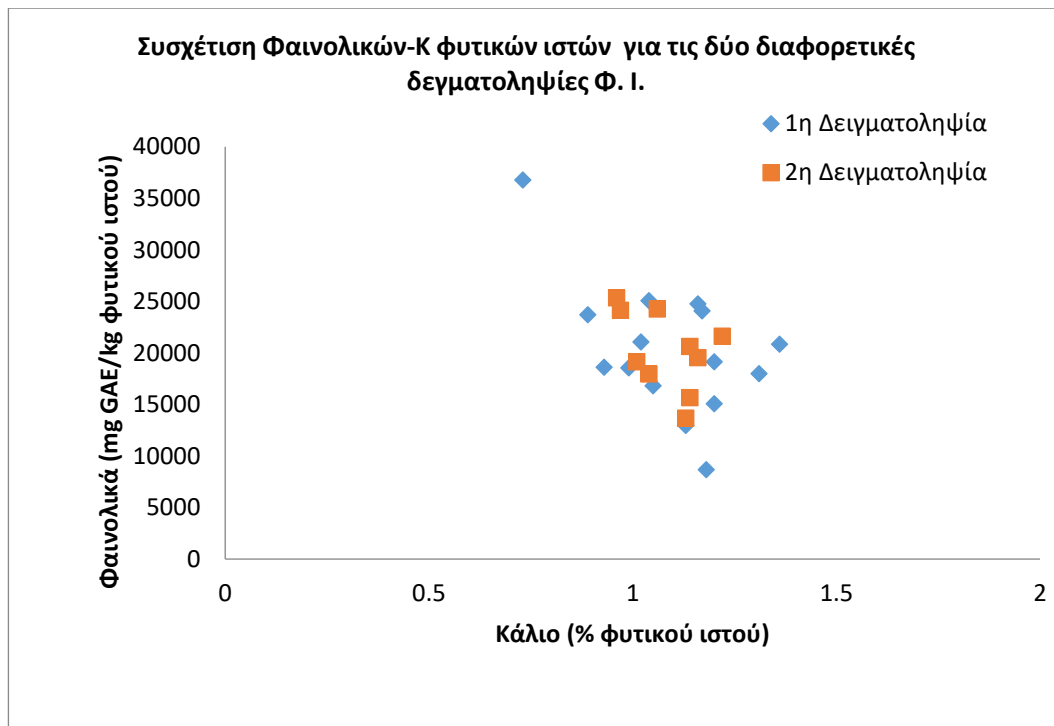
Γράφημα 17. Συσχέτιση εδαφικού φωσφόρου με το κάλιο των φυτικών ιστών για τις δύο διαφορετικές δειγματοληψίες φυτικού ιστού



Γράφημα 18. Συσχέτιση φαινολικών με το φώσφορο φυτικών ιστών για τις τρεις διαφορετικές δειγματοληψίες φυτικών ιστών



Γράφημα 19. Συσχέτιση φαινολικών με το βόριο φυτικών ιστών για τις τρεις διαφορετικές δειγματοληψίες φυτικού ιστού



Γράφημα 20. Συσχέτιση φαινολικών με το κάλιο φυτικών ιστών για τις δύο διαφορετικές δειγματοληψίες φυτικού ιστού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

1. Εδαφικές αναλύσεις

Στις μετρήσεις pH των τριών μεταχειρίσεων μεταξύ των δύο δειγματοληψιών εδάφους φάνηκε μια ελαφρά οξίνιση των δύο μεταχειρίσεων που χρησιμοποιήθηκε νιτρική αμμωνία ως μέσο λίπανσης και το pH από ελαφρώς αλκαλικό που ήταν στο αρχικό έδαφος έγινε ουδέτερο. Αυτό ευθύνεται στο γεγονός ότι η νιτρική αμμωνία έχει pH κοντά στο 5,5 – 6,5 όταν διαλύεται σε νερό, σχηματίζοντας ένα ελαφρώς όξινο διάλυμα.

Στις μετρήσεις της υγρασίας των εδαφικών δειγμάτων τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών για τις τρεις μεταχειρίσεις ήταν πανομοιότυπα (πολύ χαμηλά ποσοστά υγρασίας 2-3%), γεγονός το οποίο δικαιολογείται μιας και οι δύο δειγματοληψίες εδάφους έγιναν καλοκαιρινή περίοδο με υψηλές θερμοκρασίες.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων όσον αφορά την Ηλεκτρική Αγωγιμότητα κατά την έναρξη του πειράματος έδειξαν και στις τρεις μεταχειρίσεις πανομοιότυπα (Χαμηλή Ηλεκτρική Αγωγιμότητα). Παρόλα αυτά στη μεταχείριση της συνιστώμενης δόσης λίπανσης η ηλεκτρική αγωγιμότητα διπλασιάστηκε το οποίο δικαιολογείται διότι η προσθήκη νιτρικής αμμωνίας παρείχε νιτρικά και αμμωνιακά ιόντα στο έδαφος τα οποία αυξάνουν τη συγκέντρωση διαλυτών αλάτων σε έδαφος και οδηγούν σε αύξηση της αγωγιμότητας. Αντίθετα στη 3^η μεταχείριση που χρησιμοποιήσαμε 80g νιτρικής αμμωνίας παρατηρήθηκε σχεδόν μηδενική ηλεκτρική αγωγιμότητα, γεγονός το οποίο ερμηνεύτηκε ως εξής: Όταν έγινε εφαρμογή της λίπανσης με νιτρική αμμωνία διπλάσια δόση στα πέντε φυτά (3^η μεταχείριση) μετά από τέσσερις ημέρες παρατηρήθηκε κάψιμο στα φύλλα τους. Για να τα σώσουμε (διότι αντιληφθήκαμε πιθανή τοξικότητα λόγω της υψηλής δόσης λίπανσης) ξεκινήσαμε να εφαρμόζουμε εντατική άρδευση. Αποτέλεσμα ήταν το να εκπλυθεί το μεγαλύτερο μέρος των αλάτων ακόμα και των ωφέλιμων για το δέντρο. Ως εκ τούτου αποτέλεσμα ήταν η πολύ μικρή (σχεδόν μηδενική) μέση τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των φυτών που δέχτηκαν τη διπλάσια δόση λίπανσης.

Από τις μετρήσεις οργανικής ουσίας προκύπτει ότι το έδαφος ήταν φτωχό σε οργανική ουσία και όπως αναμένεται είναι ίδιο και για τις τρεις μεταχειρίσεις και για τις δύο δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν.

Από τις μετρήσεις ανθρακικών αλάτων (CaCO_3) στο έδαφος που χρησιμοποιήθηκε για την καλλιέργεια των φυτών ελιάς, προκύπτει ότι ανεξαρτήτως μεταχειρίσεων και δειγματοληψίας το έδαφος ήταν ανεπαρκώς εφοδιασμένο με ανθρακικά άλατα (περιεκτικότητα περίπου ίδια 2-3% CaCO_3).

Σχετικά με το αφομοιώσιμο Β στο έδαφος, παρατηρείται ότι παρότι ήταν σε επάρκεια στους μάρτυρες, στις μεταχειρίσεις με τη συνιστώμενη και τη διπλάσια δόση λίπανσης, οι συγκεντρώσεις βορίου παρουσίασαν διπλάσια έως και τριπλάσια μείωση. Είναι πιθανό η ενίσχυση της ανάπτυξης των δέντρων και του ριζικού συστήματός τους λόγω της προσθήκης νιτρικής αμμωνίας, να προκάλεσε αύξηση των αναγκών τους σε βόριο αλλά και διευκόλυνση της πρόσληψης του βορίου από τα φύλλα και συνεπώς μείωση βορίου στο έδαφος. Επίσης σε ελαφριά, αμμώδη εδάφη με χαμηλή-μέτρια οργανική ουσία, το βόριο είναι ευκίνητο και μπορεί να εκπλυθεί εύκολα από την άρδευση μειώνοντας τη συγκέντρωση του στο έδαφος (ειδικά για την μεταχείριση με τη διπλάσια δόση λίπανσης όπου έγινε εντατική άρδευση των δέντρων για την έκπλυση των αλάτων λόγω υπερβολικής λίπανσης). Ωστόσο ακόμα και υπό αυτές τις συνθήκες οι τιμές του Β στο έδαφος παρέμειναν σε εντός των ορίων φυσιολογικές τιμές.

Η συγκέντρωση του αφομοιώσιμου Ρ στο αρχικό έδαφος ήταν ανεπαρκής. Παρατηρείται όμως ότι μετά την εφαρμογή των μεταχειρίσεων αυξάνεται η διαθεσιμότητά του. Αυτό ίσως να οφείλεται στο ότι η νιτρική αμμωνία περιέχει αμμωνιακά (NH_4^+) και νιτρικά ιόντα (NO_3^-). Κατά τη διάρκεια της νιτροποίησης (μετατροπή της αμμωνίας σε νιτρικά ιόντα από βακτήρια εδάφους), απελευθερώνονται ιόντα υδρογόνου (H^+) στο έδαφος. Αυτά τα ιόντα μειώνουν το pH του εδάφους (το καθιστούν πιο όξινο). Σε αλκαλικά ή ουδέτερα εδάφη όπως το αρχικό μας έδαφος, η οξίνιση που προκαλεί η νιτρική αμμωνία μπορεί να οδηγήσει στην απελευθέρωση των δυσδιάλυτων φωσφορικών αλάτων. Η διαδικασία της νιτροποίησης μπορεί να διαρκέσει αρκετές βδομάδες ή και μήνες, ενώ είναι πιο

έντονη του καλοκαιρινούς μήνες λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας. Μετά από τρεις μήνες σχεδόν από την εγκατάσταση του πειράματος, που έγινε η 2^η δειγματοληψία εδάφους, λογικό είναι να είχε προκληθεί η σταδιακή αυτή απελευθέρωση φωσφόρου και η αύξηση της διαθεσιμότητας του στα ελαιόδεντρα.

2. Αναλύσεις φυτικών ιστών

Τέσσερις ημέρες μετά τη λίπανση των ελαιόδεντρων παρατηρήθηκε χλώρωση και «περιφερειακό κάψιμο» των φύλλων των δέντρων που βρίσκονταν στις θέσεις έξι και εννιά (είχαν δεχτεί την υψηλή (διπλάσια) δόση λίπανσης), και μέσα σε μια βδομάδα ξεράθηκαν εντελώς. Η ξήρανση των δύο δέντρων μετά από την υπερβολική δόση νιτρικής αμμωνίας το καλοκαίρι πιθανότατα προκλήθηκε από το συνδυασμό παραγόντων όπως: (1) Αυξημένη αλατότητα και ωσμωτικό στρες (2) Τοξικότητα από την υπερβολική δόση νιτρική αμμωνίας (3) Καύση ριζών λόγω υπερσυγκέντρωσης του λιπάσματος καθώς και (4) Αφυδάτωση λόγω καλοκαιρινών συνθηκών και (5) Συνδυασμός των παραπάνω.

Οι συγκεντρώσεις P στους φυτικούς ιστούς και για τις τρεις δειγματοληψίες υπερβαίνουν τα όρια P που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (0,1-0,3 είναι τα επιθυμητά επίπεδα βάσει το πίνακα (Beutel et al., 1978). Αυτές οι ακραίες τιμές πιθανόν να οφείλονται στις συνθήκες αποθήκευσης των νεαρών δέντρων στο φυτώριο απ' όπου τα προμηθευτήκαμε καθώς παρέμειναν για άγνωστο χρονικό διάστημα υπό σκιά. Σε περιβάλλοντα όπου τα δέντρα βρίσκονται υπό σκιά ή περιορισμένο φωτισμό, η φωτοσύνθεση μειώνεται και οι φυσιολογικές ανάγκες του δέντρου μπορεί να είναι χαμηλές. Αυτό πιθανό είναι να οδήγησε σε συσσώρευση φωσφόρου στους φυτικούς ιστούς. Αν και η χορήγηση νιτρικής αμμωνίας σε συνδυασμό με ορθολογική άρδευση, μπορούν να διευκολύνουν τη μετακίνηση του φωσφόρου από το έδαφος στα φύλλα μέσω των ριζών, οι ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου στα φύλλα δεν δικαιολογούνται μόνο από αυτό. Προτείνεται η επανάληψη του προσδιορισμού του P των φυτικών ιστών των δειγμάτων προς επιβεβαίωση των συγκεντρώσεων του στα φύλλα.

Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις καλίου στις δυο δειγματοληψίες και στις τρεις μεταχειρίσεις οι μετρήσεις μας έδειξαν ότι ήταν εντός των επιθυμητών φυσιολογικών

τιμών και αρκετά κοντά η διαφορά μεταξύ τους (συγκεντρώσεις από 1,1-1,2%). γεγονός το οποίο μας δείχνει ότι η χρήση νιτρικής αμμωνίας δεν επηρέασε τη συγκέντρωση του στοιχείου αυτού.

Οι συγκεντρώσεις Β στους φυτικούς ιστούς τόσο στην 1^η όσο και στην 3^η δειγματοληψία ήταν εντός φυσιολογικών τιμών επάρκειας για τη θρέψη των δέντρων. Παρατηρείται όμως ότι στους μάρτυρες από τη 1^η δειγματοληψία μέχρι τη 3^η δείχνουν μια αυξητική τάση στις τιμές του βορίου, σε αντίθεση με τα φυτά που δέχτηκαν τις μεταχειρίσεις των 40g και 80g λίπανσης νιτρικής αμμωνίας. Στη 2^η δειγματοληψία παρατηρείται μείωση των συγκεντρώσεων Β, σε επίπεδα ανεπάρκειας. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι: (1) Η αυξημένη πρόσληψη αζώτου πιθανόν να προκαλέσει ανισορροπία στις αναλογίες των θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς, μειώνοντας την αποτελεσματική απορρόφηση και μεταφορά του βορίου. (2) Η υπερβολική λίπανση με νιτρική αμμωνία περιορίζει την πρόσληψη άλλων ιχνοστοιχείων, όπως το βόριο, λόγω ανταγωνισμού στις ριζόσφαιρα. (3) Μεγάλες ποσότητες του βορίου εκπλύθηκαν με αποτέλεσμα την τροφοπενία στη 2^η δειγματοληψία στη 3^η μεταχείριση. Ωστόσο στην 3^η δειγματοληψία το βόριο βρίσκεται σε επάρκεια (για το Μ. Ο. της 3^{ης} μεταχείρισης).

Οι συγκεντρώσεις ασβεστίου και στις τρεις δειγματοληψίες και για τις τρεις μεταχειρίσεις ήταν στα επιθυμητά επίπεδα θρέψης. Και για τις τρεις μεταχειρίσεις παρατηρήθηκε αυξητική τάση στην πρόσληψη του Ca ως και την 3^η δειγματοληψία που ήταν και η τελευταία. Αξιοσημείωτο είναι το ότι για τις μεταχειρίσεις με την εφαρμογή νιτρικής αμμωνίας παρατηρήθηκε έως και τετραπλάσια αύξηση της συγκέντρωσης Ca κατά τη διάρκεια του πειράματος. Αυτό ίσως να οφείλεται στο ότι: (1) Το ασβέστιο, αν και δεν είναι ευκίνητο στο φυτό είναι ευκίνητο στο έδαφος. Η συχνή και επαρκής άρδευση μπορεί να διευκολύνει τη πρόσληψη του ασβεστίου από τις ρίζες του δέντρου, (2) Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος λόγω χρήσης νιτρικής αμμωνίας πιθανό να αυξήσει τη πρόσληψη ασβεστίου καθώς διευκολύνεται η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, (3) Τα νιτρικά ιόντα (λόγω προσθήκης NH_4NO_3) μπορούν να αυξήσουν τη πρόσληψη ασβεστίου, καθώς διευκολύνουν την απορρόφηση του. (Wallace and Mueller, 1980).

Τα αποτελέσματα του Μαγνησίου (Mg) τα οποία και αυτά και στις τρεις μεταχειρίσεις στις δυο πρώτες δειγματοληψίες κυμαίνονταν σε επιθυμητά επίπεδα για τη θρέψη των δέντρων παρουσίασαν και αυτά μια ομοιόμορφη αυξητική τάση με αποκορύφωμα την 3^η δειγματοληψία όπου σχεδόν τετραπλασιάστηκε η συγκέντρωση του στα φύλλα τόσο στους μάρτυρες όσο και στα δέντρα που δέχτηκαν τη συνιστώμενη αλλά και τη διπλάσια δόση λίπανσης. Γεγονός το οποίο μπορεί να ερμηνευτεί ως εξής: Η αύξηση του μαγνησίου μπορεί να είναι αποτέλεσμα των μεταβολικών διαδικασιών του δέντρου. Όταν το δέντρο βρίσκεται σε κατάσταση αυξημένης ανάπτυξης (όπως τα δύο ετών δεντράκια), αλλά και λόγω καλύτερων θρεπτικών συνθηκών (είτε λόγω νιτρικής αμμωνίας, είτε φυσικά), τότε μπορεί να απορροφήσει περισσότερα θρεπτικά στοιχεία, όπως το μαγνήσιο στη προκειμένη περίπτωση για να υποστηρίξει τις ανάγκες της φωτοσύνθεσης και άλλων βασικών διαδικασιών.

Τέλος τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των ολικών φαινολικών στα φύλλα ελιάς μας έδειξαν ότι στη 1^η δειγματοληψία (χωρίς λίπανση) οι τιμές των φαινολικών κυμαίνονταν -όπως αναμενόταν- στα ίδια περίπου επίπεδα για όλες τις μεταχειρίσεις. Στη 2^η δειγματοληψία φαίνεται πως υπήρξε μια ελαφρά μείωση των φαινολικών στους μάρτυρες ενώ στα δείγματα που δέχτηκαν τόσο τη συνιστώμενη όσο και τη διπλάσια δόση λίπανσης τα φαινολικά συστατικά αυξήθηκαν περίπου κατά 10% στη συνιστώμενη δόση λίπανσης και κατά 16,5% στη μεταχείριση με τη διπλάσια δόση νιτρικής αμμωνίας. Στη 3^η δειγματοληψία, τα φαινολικά στους μάρτυρες συνέχισαν να μειώνονται, ενώ στα δείγματα που δέχθηκαν τη λίπανση έμειναν σχεδόν σταθερά στις αρχικές τους τιμές. Βάσει των γραφημάτων 18, 19, 20 όπου έγιναν συσχετίσεις μεταξύ των φαινολικών και των φωσφόρου, βορίου και καλίου, τα γραφήματα δεν παρουσίασαν κάποια ουσιαστική θετική ή αρνητική συσχέτιση μεταξύ φαινολικών και φωσφόρου-βορίου-καλίου γεγονός το οποίο μας αποδεικνύει πως αφού όλα τα δείγματα δέχτηκαν τις ίδιες μεταχειρίσεις όσον αφορά την κατανομή στην ηλιακή ακτινοβολία αλλά και στην άρδευση ο μοναδικός διαφορετικός χειρισμός ήταν η χρήση νιτρικής αμμωνίας. Άρα η νιτρική αμμωνία ευθύνεται για αυτή την αύξηση των φαινολικών κατά 10% (στη μεταχείριση των 40g) και για την αύξηση κατά 16,5% (στη μεταχείριση με τα 80g λίπανσης).

3. Συμπεράσματα

Η εφαρμογή της νιτρικής αμμωνίας σε δέντρα ελιάς μπορεί να αυξήσει τη συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων στα φύλλα μέσω της ενίσχυσης του οξειδωτικού στρες και των αντιοξειδωτικών μηχανισμών του φυτού οι οποίοι προστατεύουν το φυτό από την οξείδωση. Ωστόσο, είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι η υπερβολική ποσότητα νιτρικής αμμωνίας μπορεί να προκαλέσει στρες και τοξικότητα, κάτι το οποίο σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να οδηγήσει σε εξασθένηση των δέντρων μέχρι και στην ολοκληρωτική καταστροφή τους και επομένως είναι απαραίτητος ο έλεγχος των δόσεων λίπανσης καθώς και των συνθηκών εφαρμογής. Συνεπώς, για τη ποικιλία Θιακό η επιλογή της κατάλληλης δόσης αζώτου είναι σημαντική για τη βελτιστοποίηση της περιεκτικότητας σε φαινολικά. Προτείνεται η συνιστώμενη δόση λίπανσης για την επίτευξη ισορροπίας μεταξύ ανάπτυξης και αύξησης των φαινολικών συστατικών.

4. Προεκτάσεις ερευνητικής μελέτης

- Εκτός από τη νιτρική αμμωνία η μελέτη της επίδρασης άλλων θρεπτικών στοιχείων, όπως το φώσφορο και το κάλιο, σε συνδυασμό με τη νιτρική αμμωνία, πιθανό είναι να επηρεάζουν την αλληλεπίδραση των θρεπτικών στοιχείων καθώς και τις διαδικασίες σύνθεσης των φαινολικών ενώσεων.
- Η αντίδραση της ελιάς στη νιτρική αμμωνία μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία. Επομένως, μια μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να εστιάσει στη γενετική ποικιλότητα των ελαιώνων και να αναλύει πως οι διαφορετικές ποικιλίες ελιάς ανταποκρίνονται στην εφαρμογή της νιτρικής αμμωνίας και στη παραγωγή φαινολικών συστατικών.
- Η αύξηση των φαινολικών συστατικών στην ελιά μέσω χορήγησης νιτρικής αμμωνίας, μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του ελαιολάδου. Επομένως, μια μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να επεκταθεί στην ανάλυση της σχέσης μεταξύ του φαινολικού δυναμικού και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του ελαιολάδου (όπως γεύση, άρωμα, πικρότητα), και φαινολικών συστατικών.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

4. 1 Βιβλιογραφία Ελληνική

- Ανδρουλάκης Ι. Ι και Λουπασάκη Μ. Η, 1999. Ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία της ελιάς (*Olea europaea* L.). Μέθοδοι και περίοδος εφαρμογής της λίπανσης. Θρέψη, Λίπανση, Περιβάλλον- Πρακτικά διημερίδας. Λάρισα, σελ. 151-160.
- Γαβαλάς Ν. Α. , 1978. Η Ανόργανος Θρέψη και η Λίπανση της ελιάς. Εκδόσεις Μπενάκειου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου, Αθήνα.
- Γιαννοπολίτης Κ. Ν. , 2009. Μια πρώτη γνωριμία με την ελιά. Τα βασικά στοιχεία για το φυτό και την καλλιέργεια. Γεωργία-Κτηνοτροφία, 6-10
- Γιαννοπολίτης Κ. Ν. , 2009. Στατιστικά στοιχεία. Η παραγωγή και εμπορία ελαιολάδου και επιτραπέζιας ελιάς στον κόσμο. Γεωργία-Κτηνοτροφία, 12-13
- Θεριός, Ι. , Ν. , Βιβλίο Ελαιοκομίας, Εκδόσεις Γαρταγάνης, 2005, 27-41, 225- 230, 257-263
- Κυριτσάκης Α. Κ. 2007 Ελαιόλαδο
- Κυριτσάκης Α. Κ. 2021. Η επιτραπέζια ελιά και ο βιολειτουργικός της ρόλος.
- Ποντικής Κ. Α. 2000. Ειδική Δενδροκομία.

4.2 Βιβλιογραφία ξενόγλωσση

- Benton Jones, J. Jr., and V.W. Case. 1990. Sampling, Handling, and Analyzing Plant Tissue Samples.p. 389-427. In R.L. Westerman (Ed.) Soil Testing and Plant Analysis, Vol. 3, Third Edition, SSSA Book Series Ghasemi, S., Koohi, D.E., Emmamzadehashemi, M.S.B., Khamas, S.S., Moazen, M., Hashemi, A.K., Amin, G., Golfakhrabadi, F., Yousefi, Z., Yousefbeyk, F. 2018. Investigation of phenolic compounds and antioxidant activity of leaves extracts from seventeen cultivars of Iranian olive (*Olea europaea* L.). J Food Sci Technol. 55(11):4600-4607
- Fernandez-Escobar, R. 2010. "Fertilization in olive cultivation. " International Olive Council Journal.

- Gee, G.W., Or, D., 2002. Particle size analysis. In: Dane, G.H., Topp, G.C. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 4. Physical Methods*. Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. 255-294
- Johnson, G.V., and P. E. Fixen. 1990. Testing Soils for Sulfur, Boron, Molybdenum, and Chlorine.p. 265-273 In R.L. Westerman (Ed.) *Soil Testing and Plant Analysis*, Vol. 3, Third Edition, SSSA Book Series
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd ed. Agronomy Monograph No. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, pp. 539-579.
- Nelson, R. E. 1986. Carbonate and Gypsum. p. 181-196. *In* A. L. Page (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Agronomy Monograph no. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Olsen, S.R., and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. p. 403–430. *In* A.L. Page (ed.) *Methods of soil analysis. Part 2*. 2nd Agronomy Monogr. 9 ASA and SSSA, Madison, WI.
- Özcan, M.M., Findık, S., AlJuhaimi, F. Kashif Ghafoor, ElFadıl E. Babiker & Oladipupu Q. Adiamo 2019. The effect of harvest time and varieties on total phenolics, antioxidant activity and phenolic compounds of olive fruit and leaves. *J Food Sci Technol* 56, 2373–2385
- Rhoades, J. D. 1986. Soluble Salts. p. 167-178. *In* A. L. Page (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Agronomy Monograph no. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Wallace, A., & Mueller, R. T. 1980. Calcium uptake and distribution in plants. *Journal of Plant Nutrition*, 2(1–2), 247–256.