



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Εργαστήριο Δενδροκομίας

**Διαφυλλική λίπανση για βελτίωση της βλαστικής ανάπτυξης νεαρών δέντρων
ελιάς**

Κωφίδης Ρωμανός-Σπύρος

Επιβλέπων Καθηγητής: Νάνος Δ.Γεώργιος, M.Sc., Ph.D.

ΒΟΛΟΣ 2019

‘Διαφυλλική λίπανση για βελτίωση της βλαστικής ανάπτυξης νεαρών δέντρων ελιάς’

‘Foliar nutrient application to improve young olive tree growth’

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- Νάνος Δ. Γεώργιος, Καθηγητής Δενδροκομίας, Εργαστήριο Δενδροκομίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος (ως επιβλέπων μέλος ΔΕΠ)
- Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής Γεωργίας και Οικολογίας Φυτών, Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος
- Αντωνιάδης Βασίλειος, Αναπληρωτής Καθηγητής Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας, Εργαστήριο Εδαφολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ.

Ευχαριστίες:

Σε αυτό το σημείο, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον διευθυντή του Εργαστηρίου Δενδροκομίας και επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Νάνο Γεώργιο για την υπομονή του απέναντι στις συνεχείς ερωτήσεις μου αλλά και για τις συμβουλές του καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου αλλά και κατά τη διάρκεια των πειραμάτων. Η επικοινωνία και η συνεργασία που είχαμε ήταν άψογη και άκρως πολύτιμη.

Επίσης, ευχαριστώ τον καθηγητή Δαναάτο Νικόλαο, διευθυντή του τμήματος Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών και τον αναπληρωτή καθηγητή Αντωνιάδη Βασίλειο από το εργαστήριο Εδαφολογίας, για τον χρόνο που διέθεσαν με σκοπό την διόρθωση και εξέταση της πτυχιακής μου εργασίας.

Είμαι ευγνώμων για τη βοήθεια των Μαλέτσικα Περσεφόνη και Γεωργουδάκη Τριανταφυλλιά, μέλη του Εργαστηρίου Δενδροκομίας, που μου προσέφεραν στις μετρήσεις φύλλων και καρπών.

Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω την εταιρεία ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ, για την παραχώρηση των σκευασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στο πειραματικό κομμάτι.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον κ. Τσιρόπουλο Νικόλαο, διευθυντή του Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας και Γεωργικής Φαρμακολογίας, για την παραχώρηση των οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν.

Ακόμη, θέλω να ευχαριστήσω το Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ, για την εκπόνηση των φυλλοδιαγνωστικών μετρήσεων.

Τέλος, νιώθω την ανάγκη να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου, για την στήριξη που μου παρείχε σε όλο το διάστημα των σπουδών μου και μια ξεχωριστή αναφορά στον πατέρα μου Κυριάκο, χωρίς τη βοήθεια του οποίου δεν θα ήταν εφικτή η υλοποίηση των πειραμάτων.

Περιεχόμενα:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	Ιστορική Αναδρομή	1
1.2	Η καλλιέργεια της ελιάς στις Ευρωπαϊκές Χώρες	1
1.3	Ελαιόλαδο	4
1.3.1	Χαρακτηριστικά Ελαιολάδου	4
1.3.2	Πλεονεκτήματα Ελαιολάδου	5
1.4	Ταξινόμηση και Μορφολογία της Ελιάς	5
1.5	Φωτοσύνθεση στην Ελιά	6
1.6	Σχέση Ελιάς-Φωτός	7
1.7	Φυσιολογία Ανάπτυξης Κόμης	7
1.8	Φυσιολογία Ανάπτυξης Ριζών	8
1.9	Αύξηση Κορμού	8
1.10	Έδαφος	9
1.10.1	Εδάφη που καλλιεργείται η Ελιά	9
1.10.2	Μέσης Σύστασης Εδάφη	9
1.10.3	Επικλινή Εδάφη	10
1.11	Λίπανση-Θρέψη Ελιάς	11
1.11.1	Αζωτο	11
1.11.2	Φώσφορος	11
1.11.3	Κάλιο	12
1.11.4	Βόριο	12
1.11.5	Ψευδάργυρος, Χαλκός, Ασβέστιο	13
1.12	Ποιότητα Καρπών	14
1.13	Σκοπός Πτυχιακής Εργασίας	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	15
2.1	Χωροθέτηση	15
2.2	Μεταχειρίσεις	15
2.3	Μετρήσεις	19
2.3.1	Μετρήσεις σε επίπεδο δέντρου	19
2.3.2	Μετρήσεις σε επίπεδο φύλλων	20
2.3.2.1	Μετρήσεις για τον προσδιορισμό του ποσοστού % Ξηράς Ουσίας και Ειδικού Βάρους Φύλλων	20

2.3.2.2 Μετρήσεις για τον προσδιορισμό της Χλωροφύλλης a, Χλωροφύλλης b, Συνολικής Χλωροφύλλης και του λόγου Χλωροφύλλη a/Χλωροφύλλη b	20
2.3.2.3 Μετρήσεις για φυλλοδιαγνωστική	21
2.3.3 Μετρήσεις σε επίπεδο βλαστού	23
2.3.4 Μετρήσεις σε επίπεδο καρπού	23
2.4 Στατιστική Ανάλυση	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	26
3.1 Αποτελέσματα μετρήσεων σε επίπεδο δέντρου	26
3.2 Αποτελέσματα μετρήσεων σε επίπεδο φύλλου	28
3.2.1 Αποτελέσματα για το έτος 2017	28
3.2.2 Αποτελέσματα για το έτος 2018	29
3.3 Αποτελέσματα μετρήσεων σε επίπεδο βλαστού	31
3.4 Αποτελέσματα μετρήσεων σε επίπεδο καρπού	31
3.5 Αποτελέσματα φυλλοδιαγνωστικής	32
3.5.1 Φυλλοδιαγνωστική – Μακροστοιχεία	32
3.5.2 Φυλλοδιαγνωστική – Ιχνοστοιχεία	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	34
4.1 Παραλλακτικότητα αποτελεσμάτων	34
4.2 Αποτελέσματα Φυλλοδιαγνωστικής	34
4.2.1 Μακροστοιχεία	35
4.2.2 Ιχνοστοιχεία	35
4.3 Ανάπτυξη ελαιόδεντρων	36
4.4 Ανάπτυξη βλαστών	37
4.5 Ποιότητα καρπών	38
4.6 Ανάπτυξη φύλλων	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	42
6.1 Ελληνική Βιβλιογραφία	42
6.2 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	43

Κατάλογος Πινάκων:

Πίνακας 1.1 Έκταση ελαιώνων στην Ελλάδα ανά τα χρόνια.

Πίνακας 1.2 Εύρος τιμών επάρκειας θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα ελιάς (Mills & Benton-Jones, 1996).

Πίνακας 2.1 Αναλυτική χρονική περιγραφή όλων των παρεμβάσεων που έγιναν τα έτη 2017 και 2018.

Πίνακας 2.2 Μετρήσεις που έγιναν τα έτη 2017 και 2018.

Πίνακας 3.1 Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στην επιφάνεια διατομής του κορμού, στον όγκο της κόμης του δέντρου και στον όγκο της κόμης ανά μονάδα επιφάνειας του κορμού σε δέντρο ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη στις 15 Οκτωβρίου 2017.

Πίνακας 3.2 Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στην επιφάνεια διατομής του κορμού, στον όγκο της κόμης του δέντρου και στον όγκο της κόμης ανά μονάδα επιφάνειας του κορμού σε δέντρο ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη στις 15 Οκτωβρίου 2017.

Πίνακας 3.3. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στην επιφάνεια διατομής του κορμού, στον όγκο της κόμης του δέντρου και στον όγκο της κόμης ανά μονάδα επιφάνειας του κορμού σε δέντρο ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη στις 28 Οκτωβρίου 2018.

Πίνακας 3.4. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στην αλλαγή της επιφάνειας διατομής του κορμού και του όγκου της κόμης του δέντρου σε δέντρα ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη από το 2017 στο 2018.

Πίνακας 3.5. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στο ποσοστό % ξηρού βάρους και στο ειδικό βάρος φύλλου ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη το έτος 2017.

Πίνακας 3.6. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στη συγκέντρωση χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b, συνολικής χλωροφύλλης ανά g Ξηράς Ουσίας και η σχέση χλωροφύλλης a/b φύλλου ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη το έτος 2017.

Πίνακας 3.7. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στη συγκέντρωση χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b και συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη το έτος 2017.

Πίνακας 3.8. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στο ποσοστό % ξηρού βάρους και στο ειδικό βάρος φύλλου ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη το έτος 2018.

Πίνακας 3.9. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στη συγκέντρωση χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b, συνολικής χλωροφύλλης ανά g Ξηράς Ουσίας και η σχέση χλωροφύλλη a/b φύλλου ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη το έτος 2018.

Πίνακας 3.10. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στη συγκέντρωση χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b και συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη το έτος 2018.

Πίνακας 3.11. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στο μήκος μεσογονατίων και στο ποσοστό % ξηρού βάρους βλαστού ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη τον Οκτώβριο 2017.

Πίνακας 3.12. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στην ποιότητα καρπού, που περιλαμβάνεται η φωτεινότητα (παράμετρος L*) και το χρώμα φλοιού (παράμετρος a*), το συνολικό βάρος, το βάρος του πυρήνα, και στο βάρος της σάρκας ανά καρπό, στο ποσοστό % νωπής σάρκας στο σύνολο του καρπού και στο ποσοστό % ξηρού βάρους στη σάρκα καρπού ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη το έτος 2018.

Πίνακας 3.13. Αποτελέσματα φυλλοδιαγνωστικής Ιανουαρίου 2018, που δείχνουν την επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στις συγκεντρώσεις μακροστοιχείων στα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων.

Πίνακας 3.14. Αποτελέσματα φυλλοδιαγνωστικής Ιανουαρίου 2018, που δείχνουν την επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στις συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων στα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων.

Κατάλογος Διαγραμμάτων:

Διάγραμμα 1.1. Οικονομική αξία παραγόμενου ελαιολάδου στην Ελλάδα ανά τα χρόνια

Διάγραμμα 1.2. Οικονομική αξία παραγόμενων επιτραπέζιων ελιών στην Ελλάδα ανά τα χρόνια.

Κατάλογος Εικόνων:

Εικόνα 1.1 Καλλιεργούμενη έκταση με ελιές στην Ευρώπη. Συνολική έκταση 4,6 εκατομμύρια εκτάρια ($\times 10 =$ στρέμματα).

Εικόνα 2.1 Ελαιώνας που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα της εργασίας.

Εικόνα 2.2 Δειγματοληψία φύλλων για τη φυλλοδιαγνωστική.

Εικόνα 2.3 Φασματοφωτόμετρο υπεριώδους-ορατού.

Εικόνα 2.4 Χρωματόμετρο Minolta.

Κατάλογος Συντομογραφιών:

- ΕΛΣΤΑΤ → Ελληνική Στατιστική Αρχή
- Eurostat → Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία
- Mg → Mega gram
- TCSA → Επιφάνεια Διατομής του Κορμού
- L → Όγκος Κόμης
- SLW → Ειδικό Βάρος Φύλλου
- FrMass → Βάρος Καρπού
- EndoMass → Βάρος πυρήνα ανά Καρπό
- FlMass → Βάρος Σάρκας ανά Καρπό
- pcFIWet → Ποσοστό % Νωπής Σάρκας
- pcFIDry → Ποσοστό % Ξηράς Ουσίας στη Σάρκα
- ΝΒΔ → Νωπό Βάρος Δίσκων 9 mm για προσδιορισμό ποσοστού % Ξηράς Ουσίας και Ειδικού Βάρους Φύλλων
- ΞΒΔ → Ξηρό Βάρος Δίσκων 9 mm για προσδιορισμό ποσοστού % Ξηράς Ουσίας και Ειδικού Βάρους Φύλλων
- ΞΒΔχλ → Ξηρό Βάρος Δίσκων 6 mm για προσδιορισμό Χλωροφυλλών.
- ΝΒΒ → Νωπό Βάρος Βλαστών
- ΞΒΒ → Ξηρό Βάρος Βλαστών
- FIDry → Ξηρό Βάρος Καρπών

Περίληψη:

Στη παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στην ανάπτυξη της κόμης και του κορμού, των καρπών αλλά και σε διάφορα χαρακτηριστικά των φύλλων και βλαστών σε νεαρά δέντρα ελιάς ποικιλίας Μεγαρίτικη. Σκοπός της μελέτης ήταν η ενδυνάμωση των ελαιόδεντρων με περαιτέρω ανάπτυξη της κόμης τους και η προετοιμασία τους για την επόμενη χρονιά με στόχο τη μεγαλύτερη παραγωγή. Ο ελαιώνας βρίσκεται στην περιοχή του Κιλκίς και τα δέντρα του μάρτυρα δεν δέχθηκαν λίπανση, ενώ τα πειραματικά ψεκάστηκαν διαφυλλικά με συγκεκριμένα σκευάσματα (σε συγκεκριμένες ημερομηνίες) που περιείχαν σε οργανική μορφή άζωτο (N), κάλιο (K), ασβέστιο (Ca), βόριο (B), ψευδάργυρο (Zn) και χαλκό (Cu). Βρέθηκε πως οι εφαρμογές στα πειραματικά δέντρα αύξησαν τον όγκο της κόμης την πρώτη περίοδο βλαστικής ανάπτυξης, ενώ η αποτελεσματικότητα χρήσης των διαφυλλικών σκευασμάτων δεν ήταν ικανοποιητική τη 2^η χρονιά. Δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στην επιφάνεια διατομής του κορμού, ενώ παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα για τους καρπούς, με το ποσοστό % ξηράς ουσίας στη σάρκα των καρπών να αυξάνεται χωρίς όμως να επηρεάζεται η ωριμότητα αυτών. Στα φύλλα, τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων, εκτός των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου που αυξήθηκαν στα πειραματικά δέντρα. Τέλος, στους βλαστούς παρατηρήθηκε μείωση του μήκους μεσογονατίων στα πειραματικά δέντρα. Συνοπτικά, η εφαρμογή των διαφυλλικών σκευασμάτων δεν είχε τα αναμενόμενα αποτελέσματα, πέραν της ανάπτυξης της κόμης, και κάτω από τις ίδιες συνθήκες κλίματος και χωραφιού η χρήση τους δεν θα συνέφερε οικονομικά έναν παραγωγό.

Λέξεις κλειδιά: *Olea europaea*, Άζωτο, Κάλιο, Ασβέστιο, Βόριο, Ψευδάργυρος, Χαλκός.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορική Αναδρομή

Η ελιά είναι ένα από τα σπουδαιότερα και αρχαιότερα καλλιεργούμενα δέντρα ανά τον κόσμο, καθώς πολλές είναι οι αναφορές και τα ευρήματα πάνω σε αυτήν, από την αρχαιότητα. Η καταγωγή του δέντρου δεν είναι εξακριβωμένη: η μία υπόθεση είναι πως ξεκίνησε από τη Κρήτη τη νεολιθική εποχή, ενώ άλλη υποστηρίζει πως η ελιά προέρχεται από την ανατολική Μεσόγειο. Οι Ψιλάκης κ.ά. (1999), όπως αναφέρεται στον Θεριό (2005), ισχυρίζονται, βασιζόμενοι σε αρχαιολογικά ευρήματα, πως στην Κρήτη, 'η καλλιέργεια της ελιάς ήταν γνωστή από τους Μινωικούς χρόνους και χρησιμοποιούσαν τον καρπό και το λάδι για βρώση'. Σύμφωνα με την ελληνική παράδοση, η πρώτη ήμερη ελιά φυτεύτηκε στην Αθήνα στο λόφο της Ακρόπολης από την θεά Αθηνά, ενώ άλλοι υποστηρίζουν ότι την έφερε ο Κρέοντας από την Αίγυπτο. Το δέντρο της ελιάς εκτός από τη διατροφική και εμπορική του σημασία, κατείχε ανά τους αιώνες και ποικίλους συμβολισμούς. Αρχικά, ως σύμβολο ευημερίας και πλούτου, εμφανιζόταν σε αυλές ανακτόρων αλλά και σε ναούς, καθώς τοποθετούνταν, επίσης, και σε όψεις νομισμάτων διαφόρων λαών ανά τους αιώνες. Στη πορεία, η ελιά έγινε σύμβολο γαλήνης και ειρήνης με χαρακτηριστικότερο το «πρόσφατο» παράδειγμα των Ολυμπιακών Αγώνων και το στεφάνι από κλαδί ελιάς. Τέλος, στο κλάδο της θρησκείας, για τους χριστιανούς συμβολίζει την πίστη των δικαίων και είναι το σύμβολο που κάνει τον άνθρωπο να ελπίζει.

Πέρα από τους συμβολισμούς, το δέντρο της ελιάς και τα παράγωγά του, κυρίως το ελαιόλαδο, είχε και αρκετές χρήσεις στη καθημερινότητα των κατοίκων. Έτσι, το λάδι της ελιάς χρησιμοποιούταν είτε ως βάση αρωμάτων είτε σαν αλοιφή για το σώμα, εξαιτίας των θεραπευτικών του ιδιοτήτων. Αναφέρεται επίσης, πως το λάδι της 'αποτελούσε απαραίτητη καύσιμη ύλη για φωτισμό, αφού με λάδι έκαιγαν οι λύχνοι' (Θεριός 2005).

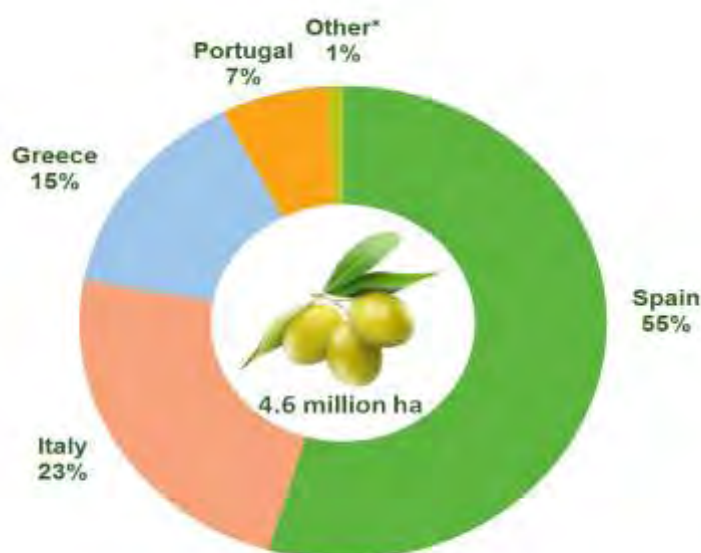
1.2 Η καλλιέργεια της ελιάς στις Ευρωπαϊκές χώρες

Η ελιά είναι ένα από τα σημαντικότερα καλλιεργούμενα δέντρα στον κόσμο καθώς κατέχει τη πρώτη θέση σε καλλιεργούμενη έκταση με δέντρα σε πολλές παραμεσόγειες χώρες, αλλά και στην Ελλάδα (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017). Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) και την Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία (Eurostat) η έκταση των ελαιώνων στην

Ελλάδα έχει μειωθεί σημαντικά σε βάθος 17 χρόνων, με περίπου 600 χιλιάδες στρέμματα καλλιεργήσιμης γης λιγότερα (Πίν. 1.1). Το γεγονός αυτό όμως δεν ήταν αρκετό για να ελαττώσει την ισχυρή ελληνική παρουσία στα προϊόντα ελιάς της Ευρώπης. Η Ελλάδα, μαζί με την Ισπανία, την Ιταλία και την Πορτογαλία, κατέχουν παραπάνω από το 98% της συνολικής έκτασης της ελαιοκαλλιέργειας στην Ευρώπη. Πιο συγκεκριμένα, η Ελλάδα έρχεται 3^η στη σειρά με ποσοστό 15%, ακολουθώντας την Ισπανία και την Ιταλία με ποσοστά 55% και 23%, αντίστοιχα, της έκτασης που καλλιεργείται με ελιά στην Ευρώπη (Εικ. 1.1). Ένα ακόμα ενδιαφέρον στατιστικό που παρουσιάζεται από την Eurostat (2019) είναι πως το 99,5% του συνολικού εργατικού δυναμικού της χώρας που απασχολείται στην καλλιέργεια της ελιάς είναι μέλη των οικογενειών που κατέχουν τη γη. Προκύπτει δηλαδή, πως στην Ελλάδα η ελαιοκαλλιέργεια είναι μια κατεξοχήν οικογενειακή επιχείρηση.

Πίνακας 1.1. Έκταση ελαιώνων στην Ελλάδα ανά τα χρόνια.

Έτος	Στρέμματα	Πηγή
2000	7371558	ΕΛΣΤΑΤ
2009	7060000	ΕΛΣΤΑΤ
2013	6876600	Eurostat
2017	6706794	Eurostat



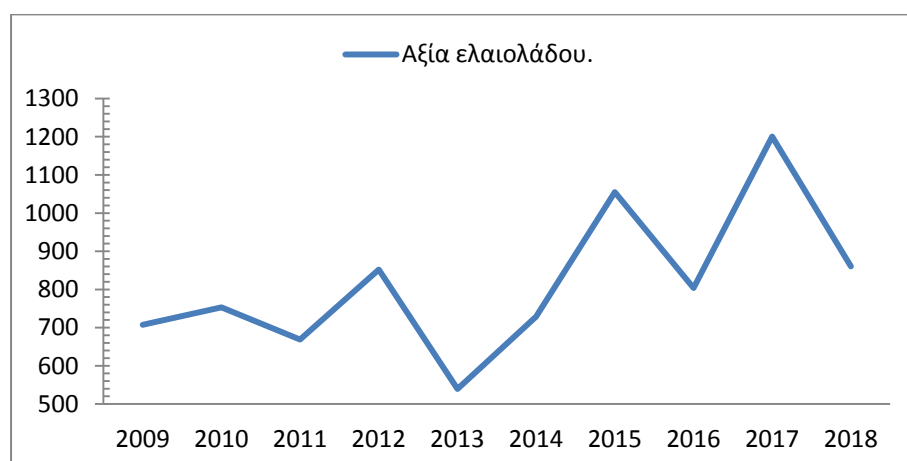
*France, Croatia, Cyprus and Slovenia
Note: shares do not sum to 100% due to rounding

ec.europa.eu/eurostat

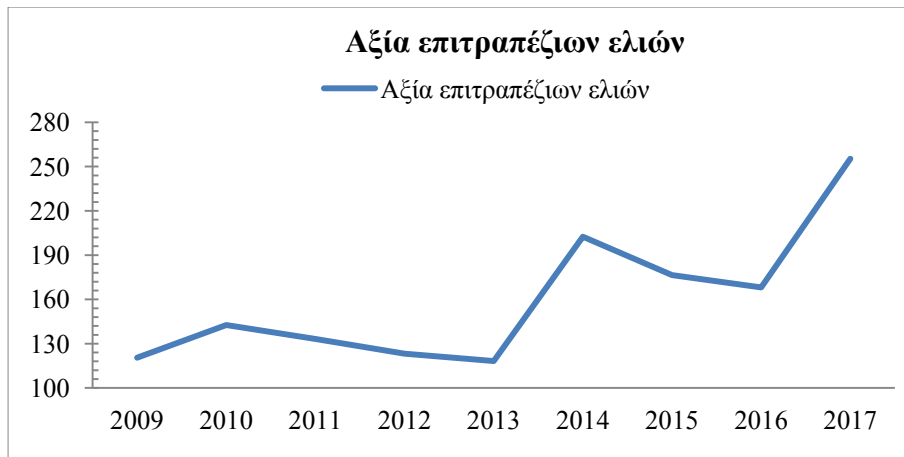
Εικόνα 1.1. Καλλιεργούμενη έκταση με ελιές στην Ευρώπη. Συνολική έκταση 4,6 εκατομμύρια εκτάρια (x10 = στρέμματα). (Πηγή: Eurostat 2017)

Η αξία των παραγόμενων προϊόντων της ελιάς είναι πολύ μεγάλη. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το 2018, η συνολική αξία του ελαιολάδου στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 28 χωρών άγγιξε τα 4,3 δισεκατομμύρια ευρώ. Σπουδαίο ποσοστό αυτού του ποσού κατείχε και η Ελλάδα, αφού η αξία του ελληνικού ελαιολάδου έφτασε τα 860 εκατομμύρια ευρώ, ποσοστό δηλαδή της τάξεως του 19,95% από το σύνολο (Διάγραμμα 1.1). Την ίδια χρονιά, για την παραγωγή της προαναφερθείσας αξίας ελαιολάδου, οι έλληνες παραγωγοί παρήγαγαν παραπάνω από 700000 Mg ελιάς (μερικές πρόσφατες χρονιές η παραγωγή ελαιοποιήσιμου ελαιόκαρπου άγγιξε τα 2000000 Mg) για ελαιοποίηση και 150600 Mg βρώσιμης ελιάς (Eurostat 2018).

Συγκριτικά με τις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες, η Ελλάδα κατέχει μια αρκετά σημαντική θέση, αν αναλογιστεί κανείς την έκταση της χώρας. Ξεκινώντας από την αξία του παραγόμενου ελαιολάδου το 2018, η Ισπανία πούλησε το ελαιόλαδό της για 2,2 δισεκατομμύρια ευρώ (σχεδόν δηλαδή τριπλάσια συνολική αξία από το ελληνικό προϊόν) και η Ιταλία για 1,07 δισεκατομμύρια ευρώ. Η παραγωγή τόσο της Ισπανίας όσο και της Ιταλίας σε ελιές για λάδι, ήταν 8300000 Mg και 2500000 Mg, αντίστοιχα, ενώ η παραγωγή σε βρώσιμες ελιές ήταν 540000 Mg και 72000 Mg, αντίστοιχα. Επομένως, δεν θα ήταν υπερβολή να ειπωθεί πως η Ελλάδα είναι από τις μεγαλύτερες χώρες παραγωγής, τόσο λαδιού όσο και επιτραπέζιων ελιών, στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Eurostat 2018).



Διάγραμμα 1.1. Οικονομική αξία παραγόμενου ελαιολάδου στην Ελλάδα (σε εκατομμύρια €) ανά τα χρόνια (Πηγή: Eurostat).



Διάγραμμα 1.2. Οικονομική αξία παραγόμενων επιτραπέζιων ελιών στην Ελλάδα (σε εκατομμύρια €) ανά τα χρόνια. (Πηγή: Eurostat)

1.3 Ελαιόλαδο

1.3.1 Χαρακτηριστικά Ελαιολάδου:

Το σημαντικότερο ίσως από τα προϊόντα της ελιάς είναι το ελαιόλαδο, του οποίου η υψηλή διατροφική αξία, είναι ένας από τους λόγους που έχει γίνει αντικείμενο προς έρευνα σε αρκετές μελέτες. Το Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών (United States Department of Agriculture – USDA), όπως αναφέρεται στους Foscolou et al. (2018), δημοσίευσε κάποια στοιχεία κατά τα οποία η διατροφική ενέργεια ενός κουταλιού σούπας ελαιολάδου ισούταν με 119 kcal, ενώ ταυτόχρονα περιείχε 13,5 g λίπους και 0 g υδατανθράκων, ινών και πρωτεϊνών. Εκτός αυτών, βρέθηκαν επίσης 1,9 mg βιταμίνης E και 8,1 μg βιταμίνης K. Οι Servili et al. (2009) αναφέρουν ότι το 98% του βάρους του ελαιολάδου αποτελείται από γλυκερίδια και 'το υπόλοιπο 2% περιέχει περισσότερες από 230 χημικές ενώσεις, όπως αλειφατικές και τριτερπενικές αλκοόλες, στερόλες, υδρογονάνθρακες, πτητικές ενώσεις και αντιοξειδωτικά.

Τα αντιοξειδωτικά είναι επί το πλείστον υδρόφιλες και λιπόφιλες φαινόλες (Boskou et al. 2006). Στις υδρόφιλες φαινόλες (μαζί με τις λιγνάνες, τα σεκοϊροειδή και τις φαινολικές αλκοόλες και οξέα) ανήκουν και τα φλαβονοειδή, οι οποίες αποτελούν κατά κύριο λόγο τα φυσικά αντιοξειδωτικά στο παρθένο ελαιόλαδο (Servili et al. 2009). Οι Steinegger και Hänsel (1988), όπως αναφέρεται στους Seitz et al. (1991), ισχυρίζονται πως τα φλαβονοειδή διαθέτουν αντιαλλεργικές, διουρητικές και σπασμολυτικές ιδιότητες για τον ανθρώπινο οργανισμό.

1.3.2 Πλεονεκτήματα Ελαιολάδου:

Οι ευεργετικές ιδιότητες και τα πλεονεκτήματα του ελαιολάδου δεν περιορίζονται μόνο στα προαναφερθέντα. Αρκετές είναι οι έρευνες που έχουν ασχοληθεί με τα πλεονεκτήματά του. Αρχικά, οι Buckland και Gonzalez (2015) αναφέρουν πως η αντιυπερτασική, αντιθρομβωτική, αντιφλεγμονώδης και αντικαρκινογόνος δράση του ελαιολάδου έχει αποδειχθεί. Μάλιστα, συνδέουν την κατανάλωσή του με τη μακροζωία και τον μειωμένο κατά 25% κίνδυνο για θάνατο. Σχετικά με την αντικαρκινογόνο δράση του, το ελαιόλαδο μπορεί να αποτελέσει προστατευτικό παράγοντα για την εμφάνιση καρκίνου, ενώ αναφέρεται επίσης πως η πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου του μαστού στις γυναίκες είναι μικρότερη (κατά 37%) με την υψηλή πρόσληψη ελαιολάδου (Psaltopoulou et al. 2011, Xin et al. 2015). Επιπρόσθετα, έχει γίνει λόγος για μείωση των πιθανοτήτων δημιουργίας νεοπλασμάτων στο ανώτερο πεπτικό και αναπνευστικό σύστημα, καθώς και στη δημιουργία καρκίνου του παχέος εντέρου (Pelucchi et al. 2011). Οι Psaltopoulou et al. (2013) σύνδεσαν την κατανάλωσή του με την ψυχολογία του ανθρώπου, αναφέροντας πως μέσω της Μεσογειακής διατροφής, κύριο συστατικό της οποίας είναι το ελαιόλαδο, προκύπτει χαμηλότερος κίνδυνος κατάθλιψης αλλά και νοητικής βλάβης. Τέλος, σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε ποντίκια, βρέθηκαν προστατευτικά αποτελέσματα αυτού έναντι της νόσου του Alzheimer και της εγκεφαλικής αμυλοειδικής αγγειοπάθειας (Qosa et al. 2015).

1.4 Ταξινόμηση και Μορφολογία της Ελιάς

Το δέντρο της ελιάς που καλλιεργείται περισσότερο στη χώρα μας, είναι το *Olea europaea*. Το γένος *Olea* ανήκει στην οικογένεια *Oleaceae* (Ελαιοειδή) και πρόκειται για ένα αείφυλλο δέντρο που μπορεί να φτάσει τα 20 μέτρα ύψος, ενώ σε εντατικές-παραγωγικές καλλιέργειες, το ύψος του δέντρου περιορίζεται στα τέσσερα με πέντε μέτρα ή και χαμηλότερα.

Ο κορμός στα νεαρά δέντρα της ελιάς είναι λείος, πράσινου χρώματος, ενώ με τα χρόνια σκουραίνει, γίνεται ανώμαλος, ριτιδιάζει και φέρει πολλά εξογκώματα (ρόζους). Τα φύλλα είναι λογχοειδή, λειόχειλα, διαθέτουν πράσινο χρώμα στην πάνω και σταχτί-γκρι στη κάτω επιφάνεια. Η κάτω επιφάνεια των φύλλων είναι και αυτή στην οποία κατά πλειοψηφία βρίσκονται τα στόματά των. Οι οφθαλμοί είναι πολύ μικροί και διακρίνονται σε ανθοφόρους, βλαστοφόρους και λανθάνοντες. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί είναι σφαιρικοί, ενώ οι βλαστοφόροι έχουν κωνικό σχήμα. Τα

άνθη εμφανίζονται σε ταξιανθία βότρυος, 10-60 ανά ταξιανθία, ανάλογα την ποικιλία (Θερίος 2005). Αποτελούνται συνήθως από 4 πέταλα, 4 σέπαλα και 2 ανθήρες. Τέλος, ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη και το μέγεθός του διαφοροποιείται ανάλογα την ποικιλία, την πυκνότητα καρποφορίας και τις καλλιεργητικές φροντίδες.

1.5 Φωτοσύνθεση στην Ελιά

Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, η διαθεσιμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας και η έντασή της, το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και το νερό είναι τα απαραίτητα στοιχεία για την διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

Ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Όμως, αναστέλλεται από μια κρίσιμη τιμή θερμοκρασίας και μετά, που συγκεκριμένα για την ελιά είναι οι 35 °C. Ο Θερίος (2005) αναφέρει πως ‘υψηλές θερμοκρασίες συχνά συνδέονται με υψηλό έλλειμμα υδρατμών μεταξύ φύλλων και αέρα’ που έχει ως συνέπεια το κλείσιμο των στομάτων για εξοικονόμηση νερού. Αποτέλεσμα αυτού είναι η μείωση της ίδιας της φωτοσύνθεσης.

Τόσο η διάρκεια της φωτεινής ακτινοβολίας, όσο και η ένταση του φωτός παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία αυτή. Ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης αυξάνεται με την αύξηση της έντασης του φωτός μέχρι το “σημείο φωτοκορεσμού”, μία κρίσιμη τιμή όπου από εκεί και μετά η ένταση της ακτινοβολίας έχει καταστροφικά αποτελέσματα για τη χλωροφύλλη των φύλλων. Ο προσανατολισμός των χωραφιών, επίσης, είναι ένας σπουδαίος παράγοντας που συμβάλει και αυτός στη φωτοσύνθεση. Έτσι, όταν οι σειρές των δέντρων έχουν κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο επιτυγχάνεται μεγαλύτερη πρόσληψη ηλιακής ακτινοβολίας στη διάρκεια της ημέρας που συνεπάγεται και αυτό σε αύξηση της συνολικής φωτοσύνθεσης.

Το CO₂ αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για το σχηματισμό οργανικών ενώσεων κατά τη φωτοσύνθεση. Η συγκέντρωσή του στην ατμόσφαιρα είναι 0,03% και είναι σταθερή, όμως αν αυξηθεί με οποιοδήποτε τρόπο, ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης μεγαλώνει.

Σε κάθε φυτικό οργανισμό, το νερό είναι απαραίτητο για τις φυσιολογικές του λειτουργίες. Έλλειψη νερού ή μικρή διαθεσιμότητα αυτού ελαττώνει την επιφάνεια των φύλλων και περιορίζει το άνοιγμα των στομάτων, με αποτέλεσμα τη μικρότερη πρόσληψη CO₂ και ακολούθως τη μείωση της φωτοσύνθεσης. Η ελιά, αν και δέντρο με μεγάλη ανθεκτικότητα στην υδατική καταπόνηση, πρέπει να αρδεύεται για τη

δημιουργία παραγωγικού ελαιώνα. Αξίζει να σημειωθεί πως με την εντατική άρδευση επιτυγχάνεται και καλύτερη ποιότητα ελαιολάδου.

1.6 Σχέση Ελιάς-Φωτός

Η ελιά είναι ένα δέντρο που χρειάζεται αρκετό φως για την ανάπτυξη και την καρποφορία του. Το φως αποτελεί περισσότερο περιοριστικό παράγοντα για την καρποφορία του δέντρου, παρά για την ανάπτυξή του. Είναι αναγκαίο στοιχείο για τη διαφοροποίηση των ανθέων, καθώς έχει παρατηρηθεί μειωμένη διαφοροποίηση αυτών υπό σκιά. Επίσης, τα σκιαζόμενα φύλλα παρουσιάζουν γρηγορότερα και σε μικρότερες ποσότητες κορεσμό στο φως (Θεριός 2005), με αποτέλεσμα τη μικρότερη φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων αυτών. Ανάλογα λοιπόν με την πυκνότητα της κόμης και το κατά πόσο έχει γίνει σωστό κλάδεμα επηρεάζεται και η συνολική παραγωγή φωτοσυνθετικών προϊόντων (όσο πιο πυκνή η κόμη, τόσο περισσότερα τα σκιαζόμενα φύλλα). Παρατεταμένη έκθεση των φύλλων γύρω από τον ελαιόκαρπο στο φως του ηλίου συνεπάγεται μεγαλύτερη φωτοσύνθεση (όπως αναφέρθηκε προηγουμένως) και έτσι σε έναν σωστά προσανατολισμένο ελαιώνα, μπορεί να επιτευχθεί πρωίμηση της ωρίμανσης των καρπών με αυτόν τον τρόπο. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως το φως κατέχει σημαντικό ρόλο και στη σκληραγώγηση της ελιάς. Ο Θεριός (2005) αναφέρει ότι η μεταβολή της φωτοπεριόδου (μαζί με μεταβολές άλλων παραγόντων) ενεργοποιεί ορισμένα γονίδια στο γενετικό υλικό του δέντρου, τα οποία προάγουν τη λειτουργία ενός μηχανισμού σκληραγώγησης, με τον οποίο επιτυγχάνεται αύξηση της αντοχής στους παγετούς το φθινόπωρο και μείωση αυτής την άνοιξη.

1.7 Φυσιολογία Ανάπτυξης Κόμης

Το δέντρο της ελιάς συνήθως χαρακτηρίζεται από αργή ανάπτυξη, γνώρισμα που του προσδίδει όμως την 'ιδιότητα' της μακροζωίας. Χρειάζεται αρκετά χρόνια για να μπει σε πλήρη παραγωγή και αυτό διαφέρει ανάλογα την ποικιλία, τον τύπο του εδάφους, τις καλλιεργητικές πρακτικές, κ.ά. Ο κορμός διακλαδίζεται συνήθως στα 120 cm, ή στα 20-40 cm στους πυκνής φύτευσης ελαιώνες (Θεριός 2005). Η ανάπτυξη της κόμης του δέντρου ξεκινάει την Άνοιξη, μόλις αρχίσει η θερμοκρασία να ανεβαίνει, με την επιμήκυνση των βλαστών. Γίνεται σε δύο φάσεις, με την πρώτη και κυριότερη να διαδραματίζεται από την Άνοιξη μέχρι και τον Ιούλιο, ενώ η δεύτερη λαμβάνει χώρα τον Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο. Όπως και στα περισσότερα οπωροφόρα

δέντρα, η αύξηση και η βλαστική ανάπτυξη του δέντρου λειτουργεί ανταγωνιστικά με την καρποφορία αυτού και την παραγωγή ελαιοκάρπων. Η βλαστική αύξηση τείνει να μειώνεται μετά την άνθηση (τέλη Μαΐου με αρχές Ιουνίου για το γεωγραφικό διαμέρισμα της Μακεδονίας) και κατόπιν προηγείται η ανάπτυξη του ελαιοκάρπου.

1.8 Φυσιολογία Ανάπτυξης Ριζών

Η ελιά είναι ένα ανθεκτικό δέντρο απέναντι στην ξηρασία και αναφέρεται πως η αντοχή αυτή σχετίζεται θετικά με την πυκνότητα του ριζικού της συστήματος (Θερίος 2005). Το ριζικό σύστημα της ελιάς είναι θυσανώδους τύπου, όπου οι περισσότερες ρίζες βρίσκονται σε βάθος 50-70cm. Η κατανομή των ριζών διαφοροποιείται ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και τη διαθεσιμότητα νερού. Έτσι, προκύπτουν τα εξής:

- Σε αργιλώδη (βαριά) εδάφη, το ριζικό σύστημα της ελιάς αναπτύσσεται επιφανειακά.
- Σε αμμώδη (ελαφριά) εδάφη, οι ρίζες της ελιάς αναπτύσσονται σε βάθος και πλάτος σε μεγάλη έκταση.
- Σε πηλώδη (μέσης σύστασης) εδάφη, οι ρίζες αυξάνονται σε κανονικό μέγεθος (50-70 cm βάθος).

Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί πως σε περιοχές με μικρή διαθεσιμότητα νερού και χωρίς ανταγωνισμό από τα γειτονικά δέντρα, το ριζικό σύστημα καταλάμβανε επτά φορές μεγαλύτερη επιφάνεια απ' ό τι αυτή του φυλλώματος. Σε σύγκριση που έγινε με αρδευόμενες περιοχές, οι ρίζες της ελιάς σε ξερικές περιοχές βρέθηκαν δυόμισι φορές μεγαλύτερες σε μήκος, με σκοπό την εύρεση νερού (Θερίος 2005). Σε περιπτώσεις ξερών περιοχών, είναι αναμενόμενο τα ελαιόδεντρα να μην έχουν ικανοποιητική ανάπτυξη, μιας και σπαταλούν πολλά αποθέματα ενέργειας για την αύξηση των ριζών τους. Αντίθετα, υπό κανονικές συνθήκες, το 50% των προϊόντων της φωτοσύνθεσης μεταφέρεται στο ριζικό σύστημα, από όπου η μισή ενέργεια χρησιμοποιείται για την αύξηση της ρίζας και η υπόλοιπη αποθησαυρίζεται.

1.9 Αύξηση Κορμού

Ο κορμός της ελιάς δέχεται αλλαγές στο μέγεθός του κατά τη διάρκεια του χρόνου αλλά και κατά τη διάρκεια της ημέρας. Μελέτες σχετικά με το πάχος και τη διάμετρο του κορμού της ελιάς, έδειξαν πως κατά τη διάρκεια της ημέρας ο κορμός αλλάζει, αυξομειώνοντας το πάχος του. Πιο συγκεκριμένα, σε ξερικά δέντρα ελιάς βρέθηκε

πως από τις πρώτες ώρες της ημέρας μέχρι και το απόγευμα ο κορμός συρρικνώνεται, από το απόγευμα μέχρι και τα ξημερώματα επανέρχεται στα αρχικά του επίπεδα, και τις τελευταίες δύο ώρες του 24ώρου αυξάνει το «τελικό» του πάχος συγκριτικά με την αρχική του κατάσταση (Τζαγκαράκης 2012). Σύμφωνα με τον Τζαγκαράκη (2012) το γεγονός αυτό χρεώνεται στην αλλαγή της υδατικής κατάστασης του κορμού της ελιάς, όπως αναφέρουν οι Drew και Downes (2009) και Fernandez και Cuevas (2010).

Σε ετήσιο επίπεδο, βρέθηκαν διαφορές στο ρυθμό αύξησης της διαμέτρου του κορμού της ελιάς ανάμεσα στις εποχές του χρόνου (Τζαγκαράκης 2012). Ειδικότερα, διαπιστώθηκε μείωση του ρυθμού αύξησης της διαμέτρου του κορμού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του χειμώνα και αύξηση αυτού τους υπόλοιπους μήνες. Αντιθέτως, σε παρόμοια πειράματα ο Michelakis (1997) σημείωσε αύξηση του ρυθμού αύξησης της διαμέτρου του κορμού και κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, με μόνη διαφορά πως τα δέντρα που χρησιμοποίησε στα πειράματά του αρδεύονταν κανονικά.

1.10 Έδαφος

1.10.1 Εδάφη που καλλιεργείται η Ελιά:

Τα εδάφη στα οποία καλλιεργείται η ελιά ποικίλουν. Ποικίλουν επίσης και οι εδαφοκλιματικές συνθήκες στις οποίες αναπτύσσεται. Όπως έχει ειπωθεί και παραπάνω, η ελιά έχει πολύ μεγάλη αντοχή στην υδατική καταπόνηση και χαρακτηρίζεται από ανθεκτικότητα απέναντι στην αλατότητα, αποτρέποντας ουσιαστικά τη μεταφορά των αλάτων προς τα φύλλα και τους βλαστούς (Θεριός 2005). Τα στοιχεία αυτά την καθιστούν ικανή για να αναπτυχθεί ακόμα και σε άγονα και ξηρά περιβάλλοντα. Σύμφωνα με τον Θεριό (2005), τα ιδανικότερα εδάφη για την επίτευξη μεγάλης και σταθερής παραγωγής ελαιοκάρπου/ελαιολάδου είναι τα βαθιά εδάφη μέσης σύστασης.

1.10.2 Μέσης Σύστασης Εδάφη:

Τα μέσης σύστασης εδάφη είναι τα καταλληλότερα για τη καλλιέργεια της ελιάς, έχοντας αρκετά πλεονεκτήματα απέναντι στους υπόλοιπους τύπους εδαφών. Πιο συγκεκριμένα, τα εδάφη αυτά συγκρατούν σε καλό βαθμό το νερό στο έδαφος και στραγγίζουν εύκολα το περισσευούμενο, σε αντίθεση με τα βαριά εδάφη τα οποία και νεροκρατούν αρκετά. Είναι επαρκώς εφοδιασμένα με τα απαραίτητα θρεπτικά

στοιχεία (N, K, P) (Μήτσιος 2001), γεγονός που επιταχύνει και αυξάνει την ανάπτυξη των δέντρων. Επίσης, η κατεργασία των εδαφών αυτών είναι πολύ πιο εύκολη και επομένως λιγότερο δαπανηρή συγκριτικά με τις άλλες κατηγορίες εδαφών.

Σε όλα τα παραγωγικά δέντρα, έτσι και στην ελιά, ο παράγοντας της γονιμότητας του εδάφους είναι καθοριστικός. Είναι το κλειδί για τη θρέψη και την ανάπτυξη όλων των φυτών, καθώς έχει άμεση σχέση με την πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους από τα φυτά. Η γονιμότητα των εδαφών επηρεάζεται κυρίως από τη μηχανική σύσταση του εδάφους (και πιο συγκεκριμένα από την περιεκτικότητα σε άργιλο), ενώ σε δεύτερη φάση, μερικοί από τους παράγοντες που την επηρεάζουν είναι η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, η δομή, η υδατοχωρητικότητα και η στράγγιση του εδάφους. Σύμφωνα με τον Βασιλακάκη (2016), η γονιμότητα του εδάφους 'επηρεάζεται θετικά από ωφέλιμους μικροοργανισμούς (αζωτοβακτήρια, σαπρόφυτα)', ενώ υπάρχουν και οι περιπτώσεις παθογόνων μυκήτων με αρνητικά αποτελέσματα για τις ρίζες του φυτού. Τέλος, η κλίση του εδάφους είναι ένας παράγοντας που επιδρά έμμεσα στη γονιμότητα, προκαλώντας αλλαγές στη διήθηση του νερού και στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων.

1.10.3 Επικλινή Εδάφη:

Όπως προαναφέρθηκε, η υψομετρική κλίση-διαφορά σε έναν ελαιώνα (αλλά και γενικότερα σε κάποιον οπωρώνα) προκαλεί διαφορές στην ανάπτυξη των δέντρων. Αρχικά, τα επικλινή εδάφη κατά πλειοψηφία διακρίνονται για την καλή τους στράγγιση και τη μικρή περιεκτικότητά τους σε άλατα (Βασιλακάκης 2016). Η κλίση του εδάφους τα κάνει λιγότερο ευπαθή σε παγετούς, σε αντίθεση με πεδινές περιοχές. Όμως, με την άρδευση/βροχή σε αυτές τις περιοχές η διήθηση του νερού είναι τέτοια που παρασέρνει αρκετά μεγάλο ποσοστό των συστατικών του εδάφους προς τα κάτω. Έτσι, η γονιμότητα του εδάφους στην κορυφή του χωραφιού μειώνεται κυρίως λόγω της μεταφοράς της αργίλου στα κατώτερα στρώματα. Αποτέλεσμα αυτού είναι η ανομοιόμορφη ανάπτυξη των δέντρων, με τα κατώτερα δέντρα να έχουν διαθέσιμα περισσότερα θρεπτικά στοιχεία. Πολλές φορές λοιπόν, δημιουργείται η ανάγκη για λίπανση-θρέψη των περιοχών αυτών με τα κατάλληλα σκευάσματα, με σκοπό την εξισορρόπηση της ανάπτυξης των δέντρων και την περαιτέρω αύξηση αυτής.

1.11 Λίπανση-Θρέψη Ελιάς

Η λίπανση της καλλιέργειας της ελιάς θεωρείται αναγκαία, αν γίνεται λόγος για παραγωγικούς ελαιώνες. Έτσι, υπάρχει ένα εύρος τιμών για κάθε στοιχείο, σύμφωνα με το οποίο, το δέντρο της ελιάς αποδίδει στα μέγιστα. Οι Mills και Benton-Jones (1996) συγκέντρωσαν αυτές τις τιμές όπου και προέκυψε ο Πίνακας 1.2.

Πίνακας 1.2. Εύρος τιμών επάρκειας θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα ελιάς (Mills & Benton-Jones, 1996).

Μακροθρεπτικά στοιχεία (g Kg ⁻¹)		Μικροθρεπτικά στοιχεία (mg Kg ⁻¹)	
Άζωτο (N)	15-25	Χαλκός (Cu)	No data
Φώσφορος (P)	1-3	Ψευδάργυρος (Zn)	25-100
Κάλιο (K)	9-12	Σίδηρος (Fe)	No data
Ασβέστιο (Ca)	10-20	Μαγγάνιο (Mn)	25-200
Μαγνήσιο (Mg)	2-6	Βόριο (B)	20-75

1.11.1 Άζωτο:

Το άζωτο (N) είναι ένα από τα βασικά μακροστοιχεία για τη καλλιέργεια της ελιάς. Στα φύλλα βρίσκεται σε συγκεντρώσεις 1,6-1,8% υπό κανονικές συνθήκες και όταν η συγκέντρωση αυτή μειωθεί στο 1% ή χαμηλότερα, δημιουργούνται περισσότερα ατελή άνθη τόσο ποσοστιαία όσο και ποσοτικά (Θερίος 2005). Όπως είναι γνωστό το άζωτο προωθεί τη βλαστική ανάπτυξη των δέντρων, η οποία είναι απαραίτητη για το σχηματισμό των αναπαραγωγικών οργάνων και την αύξηση των καρπών. Η αζωτούχος λίπανση, σε συνδυασμό με το ορθολογικό κλάδεμα και την άρδευση του ελαιώνα, μειώνει την παρενυαυτοφορία (Κούντριας 2014) και αυξάνει τον αριθμό και το βάρος των καρπών αυξάνοντας έτσι τη συνολική παραγωγή. Το περιεχόμενο άζωτο στα φύλλα έχει βρεθεί να μειώνεται κατά την άνθηση και τη σκλήρυνση του ενδοκαρπίου (Θερίος 2005), επομένως μπορεί να ειπωθεί πως οι ανάγκες της ελιάς σε άζωτο είναι ιδιαίτερα αυξημένες στα στάδια διαφοροποίησης των οφθαλμών και καρπόδεσης.

1.11.2 Φώσφορος:

Ο Φώσφορος (P) ανήκει και αυτός στα βασικά μακροστοιχεία για την ελαιοκαλλιέργεια. Υφίσταται στο φυτό σε πολλές ενώσεις, με κυριότερη αυτή του ATP (‘Τριφωσφορικήαδενοσίνη’) και εμπλέκεται σε διεργασίες που έχουν σχέση με την αναπαραγωγή και τη μεταφορά ενέργειας. Είναι δύσκολο να βρεθεί σε έλλειψη

στην καλλιέργεια της ελιάς, γεγονός όμως που δεν αναιρεί τις ανάγκες του δέντρου για το στοιχείο αυτό. Η βέλτιστη συγκέντρωση φωσφόρου στα φύλλα της ελιάς είναι 0,09-0,11% (Θερίος 2005) και συγκεντρώσεις κάτω από αυτή την τιμή επιφέρουν κυρίως χλωρώσεις με πολλά στίγματα στη βάση των φύλλων και λιγότερο ανεπτυγμένους ετήσιους βλαστούς. Τα συμπτώματα αυτά πολλές φορές οφείλονται και στη μεγάλη συγκέντρωση αζώτου στα φύλλα (Κούντριας 2014). Τέλος, σύμφωνα με το Θερίο (2005), υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων του φωσφόρου και του καλίου, σύμφωνα με την οποία η αύξηση του φωσφόρου προκαλεί μείωση του καλίου στα φύλλα.

1.11.3 Κάλιο:

Οι περισσότερες τροφοπενίες στα δέντρα της ελιάς είναι λόγω έλλειψης καλίου (στοιχεία από το Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο). Το Κάλιο (K) είναι ένα αναντικατάστατο στοιχείο για την ελαιοκαλλιέργεια, καθώς συμβάλει σε αρκετές λειτουργίες του φυτού, μερικές από τις οποίες είναι η διατήρηση της σπαργής, η φωτοσύνθεση και η μεταφορά των προϊόντων της, η ενεργοποίηση διαφόρων ενζύμων, η σύνθεση του αμύλου, το άνοιγμα των στομάτων των φύλλων και η μεταφορά πρωτεϊνών και σακχάρων (Ανώνυμος 2002, Θερίος 2005). Η επιθυμητή συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα είναι 0,7-0,9%. Σε αυτή την περίπτωση το κάλιο σχετίζεται θετικά με την αύξηση του μεγέθους και της ποιότητας των καρπών και την αντοχή των δέντρων σε αντίξοες συνθήκες. Κάτω από τις τιμές αυτές όμως, η έλλειψή του προκαλεί χαρακτηριστική χλώρωση και μετέπειτα νέκρωση της κορυφής των φύλλων. Σε ακραίες καταστάσεις τροφοπενίας καλίου παρατηρείται και πρόωμη φυλλόπτωση. Οι ανάγκες των δέντρων σε κάλιο φαίνεται να αυξάνονται κατά την περίοδο της συγκομιδής (υψηλή περιεκτικότητα του καρπού σε κάλιο) και του κλαδέματος. Έτσι, οι επεμβάσεις για την αναπλήρωσή του θα πρέπει να γίνονται το φθινόπωρο/χειμώνα ανάλογα τη γεωγραφική περιοχή, ενώ στα αρδευόμενα ελαιόδεντρα η χορήγηση K το καλοκαίρι βοηθά στην ανάπτυξη του καρπού και βελτίωση της φωτοσύνθεσης.

1.11.4 Βόριο:

Το Βόριο (B) ανήκει στην κατηγορία των ιχνοστοιχείων και είναι ίσως το σημαντικότερο από αυτά για την καλλιέργεια της ελιάς. Συμμετέχει στη μεταφορά των υδατανθράκων/σακχάρων, παίζοντας καταλυτικό ρόλο στον έλεγχο του

οσμωτικού νερού στο εσωτερικό των ιστών των φυτών (Μανωλαράκης 2001), καθώς και στη δομή των κυτταρικών τοιχωμάτων (Hu and Brown 1994). Ευνοεί επίσης την άνθηση, αυξάνοντας τη βιωσιμότητα της γύρης και βοηθάει στην αύξηση των καρπών. Η μέση περιεκτικότητα των φύλλων σε βόριο, σύμφωνα με τον Θεριό (2005), είναι 0,002-0,005% (20-50 ppm). Αποτελεί όμως ένα δυσκίνητο στοιχείο και για αυτό το λόγο, συγκεντρώσεις κάτω από τις προαναφερθείσες προκαλούν τροφοπενίες κυρίως σε νεαρά τμήματα της βλάστησης του δέντρου. Στις περιπτώσεις αυτές, παρατηρείται διαπλάτυνση (Θεριός 2005), χλώρωση και νέκρωση των φύλλων ξεκινώντας από τη κορυφή αυτών, νέκρωση των κορυφαίων οφθαλμών και ξήρανση μεγάλου μέρους των βλαστών. Η πρόσληψή του από τα φυτά φαίνεται να επηρεάζεται από τις συγκεντρώσεις του ασβεστίου, έχοντας αρνητική συσχέτιση μεταξύ τους, ενώ αυξάνεται με την πρόσληψη του καλίου.

1.11.5 Ασβέστιο, Ψευδάργυρος, Χαλκός:

Το Ασβέστιο (Ca) βοηθάει στη δομή των κυττάρων, ισχυροποιώντας τα τοιχώματα αυτών, προσδίδοντας στα φυτά μια επιπλέον αντοχή απέναντι σε εχθρούς, ασθένειες και αβιοτικές καταπονήσεις. Η συγκέντρωσή του στα φύλλα κυμαίνεται στο 1,0-2,5% (Θεριός 2005).

Ο Ψευδάργυρος (Zn) συμμετέχει σε πολλές ενζυμικές διεργασίες και σύμφωνα με τον Θεριό (2005) 'είναι απαραίτητος για τη σύνθεση της τρυπτοφάνης', βασικό συστατικό πολλών πρωτεϊνών. Ανήκει στα ιχνοστοιχεία και επομένως το ποσοστό με το οποίο συναντάται στα φύλλα δεν ξεπερνάει το 0,001-0,003% (10-30 ppm).

Ο Χαλκός (Cu) στο εσωτερικό των κυττάρων περιορίζεται κυρίως στους χλωροπλάστες και σύμφωνα με τον Θεριό (2005) επιδρά στη φωτοσύνθεση αναστέλλοντας τη διαδικασία της παραγωγής ATP ('φωτοφωσφορυλίωση'). Είναι επίσης αναγκαίος για τη σύνθεση της λιγνίνης στα φυτικά κύτταρα, ουσία από την οποία αποτελείται το δευτερεύον τοίχωμα κάθε κυττάρου. Ανήκει και αυτός στα ιχνοστοιχεία και η επιθυμητή συγκέντρωσή του στα φύλλα ανέρχεται στο 0,0005-0,002% (5-20 ppm) (Θεριός 2005).

1.12 Ποιότητα Καρπών

Η ποιότητα των παραγόμενων καρπών είναι πολύ κρίσιμος παράγοντας που επηρεάζει τόσο την ποιότητα του ελαιολάδου (αν γίνεται λόγος για ελαιοποιήσιμες ελιές) όσο και την ποσότητα αυτού. Το μέγεθος του καρπού, το βάρος του, το χρώμα αυτού, καθώς και το ποσοστό % ξηρού βάρους είναι κάποια από τα μετρήσιμα χαρακτηριστικά στους καρπούς της ελιάς. Πέρα από τα οργανοληπτικά αυτά χαρακτηριστικά, η διατροφική αξία τους είναι εξίσου σημαντική όπως αναφέρθηκε προηγουμένως (1.3.1 Χαρακτηριστικά Ελαιολάδου).

1.13 Σκοπός Πτυχιακής Εργασίας

Στη συγκεκριμένη εργασία έγινε μελέτη της διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά συστατικά και εξετάστηκε η επίδρασή της στη βλαστική ανάπτυξη των δέντρων. Σκοπός της εργασίας ήταν η ενδυνάμωση των ελαιόδεντρων με περαιτέρω ανάπτυξη της κόμης τους και η προετοιμασία τους για την επόμενη χρονιά με στόχο τη μεγαλύτερη παραγωγή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Χωροθέτηση

Η εργασία και το πειραματικό της κομμάτι διήρκησε δύο χρόνια και έγινε τα έτη 2017 και 2018. Τα πειράματα έγιναν στο Κιλκίς, στη περιοχή των Άνω Αποστόλων, σε αρδευόμενο, επικλινή ελαιώνα εντατικής καλλιέργειας, με γεωγραφικό πλάτος 40° 55' 01'' Β και γεωγραφικό μήκος 22° 47' 43'' Ε. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ανερχόταν στα 6,2 m και επί της γραμμής στα 3,2 m. Ο ελαιώνας αποτελούταν από δέντρα ελιάς ποικιλίας Μεγαρίτικη, ηλικίας 4 χρόνων, τα οποία ποτίζονταν με τη μέθοδο της στάγδην άρδευσης. Τέλος, πρέπει να ειπωθεί πως δεν έγινε καμία εφαρμογή εδαφικού λιπάσματος κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, τόσο στα δέντρα του μάρτυρα όσο και στα πειραματικά.

2.2 Μεταχειρίσεις

Χρησιμοποιήθηκαν 48 δέντρα συνολικά σε δύο μεταχειρίσεις, 24 ήταν τα δέντρα που ανήκαν στον μάρτυρα και 24 τα πειραματικά. Οι μεταχειρίσεις έγιναν σε έξι επαναλήψεις (μπλοκ) η κάθε μία, των τεσσάρων δέντρων έκαστη. Οι επαναλήψεις προέκυψαν με τυχαία κατανομή και τα δέντρα που αντιστοιχούν στη καθεμιά φαίνονται στην εικόνα 2.1. Σημειώνεται πως η 6^η επανάληψη τόσο του μάρτυρα όσο και των πειραματικών δέντρων αποτελείται από διασκορπισμένα δέντρα. Πιο συγκεκριμένα, η 6^η επανάληψη του μάρτυρα αποτελείται από:

- 1) το 10^ο δέντρο στην 1^η γραμμή
- 2) το 19^ο δέντρο στη 3^η γραμμή
- 3) το 6^ο δέντρο στην 6^η γραμμή και
- 4) το 20^ο δέντρο στην 8^η γραμμή.

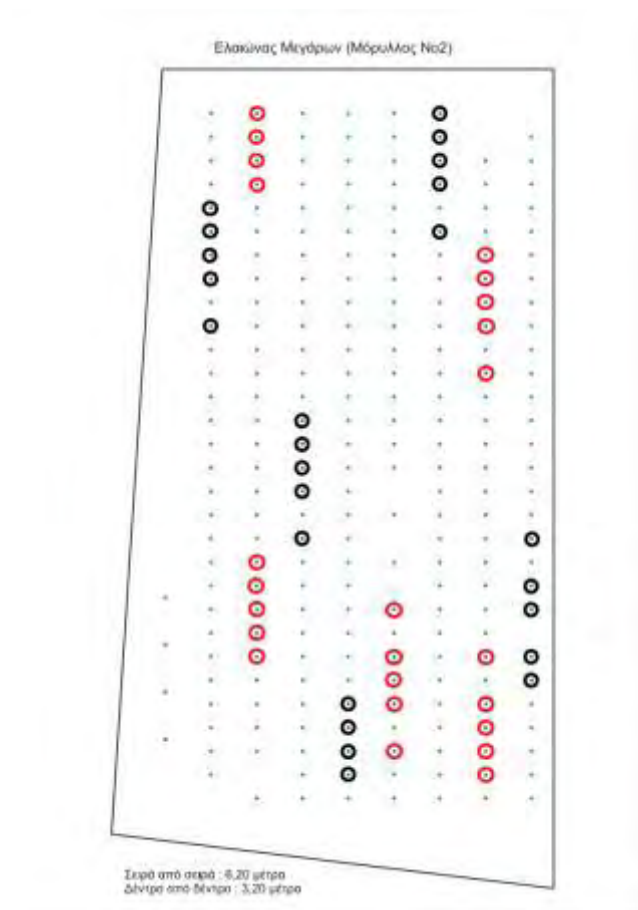
Αντίστοιχα, η 6^η επανάληψη των πειραματικών δέντρων αποτελούταν από:

- 1) το 24^ο δέντρο στη 2^η γραμμή
- 2) το 28^ο δέντρο στη 5^η γραμμή
- 3) το 12^ο δέντρο στην 7^η γραμμή και
- 4) το 24^ο δέντρο στην 7^η γραμμή.

Τα σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα της εργασίας είναι της εταιρείας ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ (ΒΙ. ΠΕ. Κορινθίας) και είναι τα ακόλουθα:

- THEOBORO: Οργανικό υγρό λίπασμα Βορίου (B) με συγκέντρωση 8% βορίου και 2,9% οργανικής ουσίας.

- THEOZINC: Οργανικό υγρό λίπασμα Ψευδαργύρου (Zn) με συγκέντρωση 10,5% ψευδαργύρου και 0,16% οργανικής ουσίας.
- THEORUN: Οργανικό υγρό λίπασμα Αζώτου (N) με συγκέντρωση 17% αζώτου και 3,2% οργανική ουσία.
- THEOCOPPER: Οργανικό υγρό λίπασμα Χαλκού (Cu) με συγκέντρωση 1,4% χαλκού, 3,5% οργανικής ουσίας, 12% αζώτου και 2,5% καλίου.
- THEOCAL: οργανικό λίπασμα Ασβεστίου (Ca) σε στερεή μορφή με συγκέντρωση 30% οργανικού ασβεστίου και 35% οργανικής ουσίας.
- THEOFAST: Οργανικό υγρό λίπασμα/βοηθητικό ανάπτυξης με εκχυλίσματα φυτών και συγκέντρωση 4,4% σε οργανική ουσία.



Εικόνα 2.1.Ελαιώνας που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα της εργασίας. Κάθε πράσινη βούλα αποτελεί και ένα δέντρο ελιάς, ενώ με μαύρο χρώμα φαίνονται τα δέντρα του μάρτυρα και με κόκκινο τα πειραματικά δέντρα.

Οι δύο μεταχειρίσεις περιγράφονται ως εξής:

- Μάρτυρας: Στα δέντρα που αντιστοιχούν στη μεταχείριση αυτή δεν έγινε καμία απολύτως εφαρμογή διαφυλλικού λιπάσματος.
- Πειραματικά: Στα δέντρα αυτά έγιναν συνολικά 6 επιπλέον εφαρμογές ανά έτος από αυτές του μάρτυρα. Ειδικότερα:
 - 1^η και 2^η εφαρμογή: Στο φούσκωμα των ανθέων έγιναν 2 εφαρμογές. Η πρώτη έγινε στις 30-04-2017 και περιείχε THEOBORO (100 mL ανά 100 L), THEOZINC (100 mL ανά 100 L), THEOCOPPER (1 L ανά 100 L), Complisal 20-20-20 (300 g ανά 100 L) και οξυχλωριούχο χαλκό BORDO 20WP (800 g ανά 100 L). Η δεύτερη έγινε στις 14-05-2017 και περιείχε THEOBORO (100 mL ανά 100 L), THEOZINC (100 mL ανά 100 L), Complisal 20-20-20 (300 g ανά 100 L) και εντομοκτόνο για πυρηνοτρήτη: Phantom 2,5EC (100 mL ανά 100 L). Οι ίδιες εφαρμογές έγιναν και στο έτος 2018, στις 24-04-2018 και 13-05-2018, αντίστοιχα.
 - 3^η εφαρμογή: Κατά την πτώση των ανθέων και μέχρι τα καρπίδια να φτάσουν στα 2-3 mm μέγεθος έγινε εφαρμογή με THEORUN (500 mL ανά 100 L), THEOBORO (100 mL ανά 100 L), THEOCAL (100 g ανά 100 L), THEOFAST (500 mL ανά 100 L), Complisal 20-20-20 (300 g ανά 100 L) και εντομοκτόνο για πυρηνοτρήτη: Phantom 2,5EC (100 mL ανά 100 L). Για τη πρώτη χρονιά η εφαρμογή έγινε στις 10-06-2017 και για το επόμενο έτος στις 02-06-2018.
 - 4^η εφαρμογή: Περίπου ένα μήνα αργότερα, στις 15-07-2017 και 14-07-2018 έγινε εφαρμογή με THEORUN (500 mL ανά 100 L), THEOCAL (100 g ανά 100 L), THEOFAST (500 mL ανά 100 L) και Complisal 20-20-20 (300 g ανά 100 L).
 - 5^η εφαρμογή: Στις 30-09-2017 και στις 23-09-2018 αντίστοιχα, έγινε εφαρμογή με THEORUN (1 L ανά 100 L), THEOCAL (100 g ανά 100 L), THEOFAST (500 mL ανά 100 L) και Complisal 20-20-20 (300 g ανά 100 L).
 - 6^η εφαρμογή: Στις 17-11-2017 έγινε εφαρμογή με THEOCOPPER (500 mL ανά 100 L), THEOBORO (100 mL ανά 100 L), THEOZINC (100 mL ανά 100 L) και οξυχλωριούχο χαλκό BORDO 20WP (800 g

ανά 100 L). Για το δεύτερο έτος πειραμάτων, η συγκομιδή καθυστέρησε λόγω καιρού και η εφαρμογή έγινε στις 24-11-2018.

Χρειάζεται να αναφερθεί επίσης πως και στις δύο μεταχειρίσεις έγινε αντιμετώπιση για κυκλοκόνιο και δακοκτονία.

Το έτος 2017 παρατηρήθηκε από νωρίς, μέσω παγίδων, η ανάπτυξη πληθυσμών του δάκου (*Dacus oleae*) και έτσι έγιναν δύο ψεκασμοί, στις 23-07-2017 και 02-09-2017. Για το δεύτερο έτος πειραμάτων ο ψεκασμός έγινε στις 25-08-2018. Και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα Proteus 110OD σε συγκέντρωση 67 mL ανά 100 L.

Για την αντιμετώπιση του κυκλοκονίου χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα Strobry 50WG σε συγκέντρωση 30 mL ανά 100 L και έγιναν δύο εφαρμογές κάθε έτος: 23-04-2017, 17-06-2017 και 18-04-2018, 09-06-2018. Όλες οι εφαρμογές που έγιναν στα δέντρα τις δύο πειραματικές χρονιές φαίνονται στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1. Αναλυτική χρονική περιγραφή όλων των παρεμβάσεων που έγιναν τα έτη 2017 και 2018. Οι εφαρμογές ‘Κυκλοκόνιο’ και ‘Δακοκτονία’ έγιναν τόσο στους μάρτυρες όσο και στα πειραματικά δέντρα. Οι υπόλοιπες εφαρμογές (#1, #2,...,#6) έγιναν μόνο στα πειραματικά δέντρα και αντιστοιχούν στη 1^η, 2^η,..., 6^η εφαρμογή που περιγράφηκε προηγουμένως (2.2 Μεταχειρίσεις).

Ημερομηνία 2017	Εφαρμογή		Ημερομηνία 2018	Εφαρμογή
23-04-2017	Κυκλοκόνιο		18-04-2018	Κυκλοκόνιο
30-04-2017	#1		24-04-2018	#1
14-05-2017	#2		13-05-2018	#2
10-06-2017	#3		02-06-2018	#3
17-06-2017	Κυκλοκόνιο		09-06-2018	Κυκλοκόνιο
15-07-2017	#4		14-07-2018	#4
23-07-2017	Δακοκτονία		25-08-2018	Δακοκτονία
02-09-2017	Δακοκτονία		23-09-2018	#5
30-09-2017	#5		24-11-2018	#6
17-11-2017	#6			

2.3 Μετρήσεις

Στην παρούσα εργασία μετρήθηκαν ποικίλοι παράγοντες που σχετίζονται με την αύξηση του δέντρου, τα χαρακτηριστικά των βλαστών και φύλλων, αλλά και την ποιότητα καρπού τη 2^η χρονιά (Πίν. 2.2). Αναλυτικότερα, έγιναν μετρήσεις:

- Σε επίπεδο δέντρου: μετρήθηκε ο Όγκος Κόμης (L), Επιφάνεια Διατομής του Κορμού (TCSA) και ο λόγος αυτών: όγκος κόμης ανά μονάδα επιφάνειας διατομής του κορμού (Lcm^{-2}).
- Σε επίπεδο φύλλου: μετρήθηκε το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας, Ειδικό Βάρος (SLW, ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου), η συγκέντρωση Χλωροφύλλης a, Χλωροφύλλης b και Συνολικής χλωροφύλλης καθώς και ο λόγος Χλωροφύλλη a προς Χλωροφύλλη b. Οι μετρήσεις των χλωροφυλλών εκφράστηκαν τόσο ανά g Ξηράς Ουσίας φύλλου, όσο και ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου. Επίσης, τη πρώτη χρονιά, έγιναν μετρήσεις για φυλλοδιαγνωστική.
- Σε επίπεδο βλαστού, όπου μετρήθηκε το μήκος των μεσογονατίων και το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας.
- Στους καρπούς, όπου μετρήθηκε η Φωτεινότητα, το χρώμα, το βάρος του καρπού (FrMass), το βάρος του πυρήνα ανά καρπό (EndoMass), το βάρος της σάρκας ανά καρπό (FI_{Mass}), το ποσοστό % νωπής σάρκας (pcFI_{Wet}) και το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας στη σάρκα (pcFI_{Dry}).

Πίνακας 2.2. Μετρήσεις που έγιναν τα έτη 2017 και 2018.

	Μετρήσεις Δέντρων	Μετρήσεις Φύλλων	Μετρήσεις Βλαστών	Μετρήσεις Καρπών
2017	√	√	√	
2018	√	√		√

2.3.1 Μετρήσεις σε επίπεδο δέντρου:

Όπως ειπώθηκε πιο πάνω, μετρήθηκε ο όγκος της κόμης (L), η επιφάνεια διατομής του κορμού (TCSA) και ο λόγος αυτών: όγκος κόμης ανά επιφάνεια διατομής του κορμού (Lcm^{-2}). Οι μετρήσεις έγιναν στα δέντρα και των δύο μεταχειρίσεων και πραγματοποιήθηκαν στις 26-07-2017 και 15-10-2017 για το πρώτο έτος πειραμάτων και στις 28-10-2017 για το δεύτερο. Υπολογίστηκε επίσης η ανάπτυξη του όγκου της κόμης και της TCSA από τη μια χρονιά στην άλλη.

2.3.2 Μετρήσεις σε επίπεδο φύλλου:

Για τις μετρήσεις των φύλλων έγινε δειγματοληψία με 12 φύλλα ανά επανάληψη (3 φύλλα ανά δέντρο) από το μέσο ετήσιων βλαστών. Οι δειγματοληψίες για το πρώτο έτος έγιναν στις 15-10-2017, με τα φύλλα να διατηρούνται σε κλειστές σακούλες και ψυγείο, και τις μετρήσεις να γίνονται μια μέρα μετά, στις 16-10-2017. Για το δεύτερο έτος τα φύλλα συλλέχθηκαν στις 28-10-2018 και οι μετρήσεις έγιναν στις 31-10-2018.

2.3.2.1 Μετρήσεις για τον προσδιορισμό ποσοστού % Ξηράς Ουσίας και Ειδικό Βάρος Φύλλου

Χρειάστηκαν 12 τριβλία (6 για τους μάρτυρες και 6 για τα πειραματικά), ένα για κάθε επανάληψη. Τα τριβλία σημαδεύτηκαν ως εξής: M1,...,M6 για την 1^η, ...,6^η επανάληψη του μάρτυρα και Ψ1,...,Ψ6 για την 1^η,...,6^η επανάληψη των ψεκασμένων-πειραματικών. Σε κάθε τριβλίο μετρήθηκε (σε ζυγό ακριβείας) και καταγράφηκε το καθαρό του βάρος (g). Έπειτα για κάθε επανάληψη κόπηκαν 12 δίσκοι των 9 mm (ένας από κάθε φύλλο) με διακορευτή των 9 mm. Στη συνέχεια μετρήθηκε το βάρος του τριβλίου μαζί με τους 12 νωπούς προαναφερθέντες δίσκους. Αφαιρώντας τις δύο αυτές τιμές, προκύπτει το καθαρό Νωπό Βάρος των Δίσκων (NBD). Τα τριβλία μπήκαν σε ξηραντήριο Memmert για 48 ώρες στους 80 °C. Μετά τη διαδικασία αυτή, μετρήθηκε και καταγράφηκε εκ νέου το βάρος του τριβλίου σε g, αυτή τη φορά μαζί με τους ξηρούς δίσκους φύλλων και τέλος ζυγίστηκε σε κάθε τριβλίο το καθαρό του βάρος (σε g), για τυχόν αλλαγές με την επίδραση του ξηραντήρα. Αφαιρώντας τις δύο αυτές τιμές, προκύπτει το καθαρό Ξηρό Βάρος των Δίσκων (ΞΒΔ). Έτσι, με τον τύπο: $100 * (\Xi \text{ΒΔ} / \text{NBD})$, προέκυψε το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας στα φύλλα.

Για τη μέτρηση του Ειδικού Βάρους των Φύλλων σε mg cm^{-2} , χρησιμοποιήθηκε ο τύπος : $1000 * \Xi \text{ΒΔ} / 8,1516$. Όπου το 8,1516 είναι η επιφάνεια των 12 δίσκων διαμέτρου 9 mm.

2.3.2.2 Μετρήσεις για τον προσδιορισμό των Χλωροφυλλών

Από τα ίδια φύλλα που χρησιμοποιήθηκαν για τις προηγούμενες μετρήσεις, πάρθηκαν για κάθε επανάληψη 6 δίσκοι με τον διακορευτή των 6 mm. Ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία, μετρώντας το καθαρό νωπό βάρος αυτών και πολλαπλασιάζοντάς το με το ποσοστό ξηράς ουσίας της κάθε επανάληψης, βρέθηκε το καθαρό ξηρό βάρος

(ΞΒΔχλ) των δίσκων αυτών. Έπειτα, κόπηκαν σε μικρά κομματάκια και τοποθετήθηκαν μέσα σε δοκιμαστικούς σωλήνες που περιείχαν 15 mL αιθανόλης. Αναδεύτηκαν με τον αναδευτήρα και τοποθετήθηκαν για 2 ώρες ή έως τον αποχρωματισμό των δίσκων σε υδατόλουτρο στους 80°C. Στη συνέχεια, το διάλυμα τοποθετήθηκε σε γυάλινες κυψελίδες και έγινε μέτρηση της απορρόφησης του φωτός σε φασματοφωτόμετρο, σε μήκη κύματος A649 και A665. Για τα τελικά αποτελέσματα των χλωροφυλλών χρησιμοποιήθηκαν οι εξής τύποι.

Χλωροφύλλη a:

$$Xa1 = (13,7 * A665) - (5,76 * A649) \text{ (σε } \mu\text{gmL}^{-1}\text{)}$$

$$Xa2 = 15 * Xa1 / \Xi\text{B}\Delta\chi\lambda * 1000 \text{ (σε } \text{mgg}^{-1}\text{)}$$

$$Xa3 = 10000 * Xa2 * \Xi\text{B}\Delta\chi\lambda / 1,585 \text{ (σε } \text{mgm}^{-2}\text{)}$$

Χλωροφύλλη b:

$$Xb1 = (25,8 * A649) - (7,6 * A665) \text{ (σε } \mu\text{gmL}^{-1}\text{)}$$

$$Xb2 = 15 * Xb1 / \Xi\text{B}\Delta\chi\lambda * 1000 \text{ (σε } \text{mgg}^{-1}\text{)}$$

$$Xb3 = 10000 * Xb2 * \Xi\text{B}\Delta\chi\lambda / 1,585 \text{ (σε } \text{mgm}^{-2}\text{)}$$

Συνολική Χλωροφύλλη:

$$\Sigma X1 = Xa2 + Xb2 \text{ (σε } \text{mgg}^{-1}\text{)}$$

$$\Sigma X2 = 10000 * \Sigma X1 * \Xi\text{B}\Delta\chi\lambda / 1,585 \text{ (σε } \text{mgm}^{-2}\text{)}$$

Χλωροφύλλη a/Χλωροφύλλη b:

$${}^a/b1 = Xa2 / Xb2$$

Όπου το 1,585 είναι η επιφάνεια των δίσκων φύλλων που χρησιμοποιήθηκε.

2.3.2.3 Μετρήσεις για φυλλοδιαγνωστική

Για τις ανάγκες της φυλλοδιαγνωστικής διαδικασίας, για κάθε μεταχείριση έγιναν 2 επαναλήψεις, για τις οποίες πάρθηκαν 40 φύλλα ανά επανάληψη από τα κάτωθι δέντρα:

Για τους μάρτυρες:

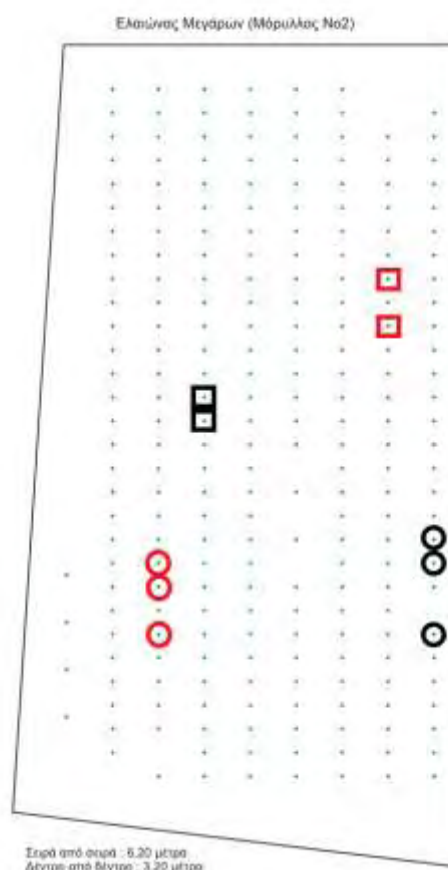
-1^η Επανάληψη: 3^η σειρά, 14^ο και 15^ο δέντρο

-2^η Επανάληψη: 8^η σειρά, 20^ο, 21^ο και 24^ο δέντρο

Για τα πειραματικά:

-1^η Επανάληψη: 7^η σειρά, 9^ο και 10^ο δέντρο

-2^η Επανάληψη: 2^η σειρά, 21^ο, 22^ο και 24^ο δέντρο



Εικόνα 2.2. Δειγματοληψία φύλλων για τη φυλλοδιαγνωστική. Με μαύρο χρώμα είναι τα δέντρα του μάρτυρα και με κόκκινο χρώμα τα πειραματικά δέντρα, από τα οποία πάρθηκαν φύλλα για τη φυλλοδιαγνωστική. Με τετράγωνο σχήμα είναι τα δέντρα που χρησιμοποιήθηκαν για τις πρώτες επαναλήψεις και με στρόγγυλο, αυτά που χρησιμοποιήθηκαν για τις δεύτερες επαναλήψεις.

Οι φυλλοδιαγνωστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο πρώην Ινστιτούτο Εδαφολογίας του ΚΓΕΒΕ, νυν Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ. Για τη μέτρηση των στοιχείων των φύλλων, το φυτικό υλικό έπρεπε να ξεραθεί στους 70 °C μέχρι να σταθεροποιηθεί το βάρος του και έπειτα να περαστεί από μύλο άλεσης.

- Για να μετρηθεί το περιεχόμενο άζωτο (N) στα φύλλα, ζυγίστηκε επακριβώς 0,5-1 ± 0,001 g αλεσμένο φυτικό δείγμα και χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση αυτού, με τη μέθοδο Kjeldahl (Bremner, 1996).

- Ποσότητα αλεσμένου φυτικού δείγματος $0,5-1 \pm 0,001$ g ζυγίσθηκε επακριβώς και τοποθετήθηκε σε πορσελάνινο χωνευτήρι. Το χωνευτήρι τοποθετήθηκε σε κλίβανο στους $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, για 6 ώρες τουλάχιστον. Μετά την καύση και τη ψύξη του χωνευτηριού, η τέφρα διαλυτοποιήθηκε με διάλυμα 2 M υδροχλωρίου (HCl) (Mills & Bentron-Jones, 1996). Στη διαλυτοποιημένη τέφρα προσδιορίστηκαν τα στοιχεία: κάλιο (K) με φλογοφωτομετρία, ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg), χαλκός (Cu), ψευδάργυρος (Zn), σίδηρος (Fe) και μαγγάνιο (Mn) με φασματοφωτομετρία ατομικής απορρόφησης και ο φώσφορος (P) με την χρωματομετρική μέθοδο του ασκορβικού οξέος (και με την χρήση φασματοφωτομετρίας υπεριώδους-ορατού) (Kuo, 1996).
- Ποσότητα αλεσμένου φυτικού δείγματος $0,5-1 \pm 0,001$ g ζυγίσθηκε επακριβώς και τοποθετήθηκε σε πορσελάνινο χωνευτήρι. Το χωνευτήρι τοποθετήθηκε σε κλίβανο στους $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, για 6 ώρες τουλάχιστον. Μετά την καύση και την ψύξη του χωνευτηριού, η τέφρα διαλυτοποιήθηκε με διάλυμα 0,1 M υδροχλωρίου (HCl). Στην διαλυτοποιημένη τέφρα προσδιορίστηκε το βόριο (B) με την χρωματομετρική μέθοδο της αζωμεθίνης (και με τη χρήση φασματοφωτομετρίας υπεριώδους-ορατού) (Keren, 1996).

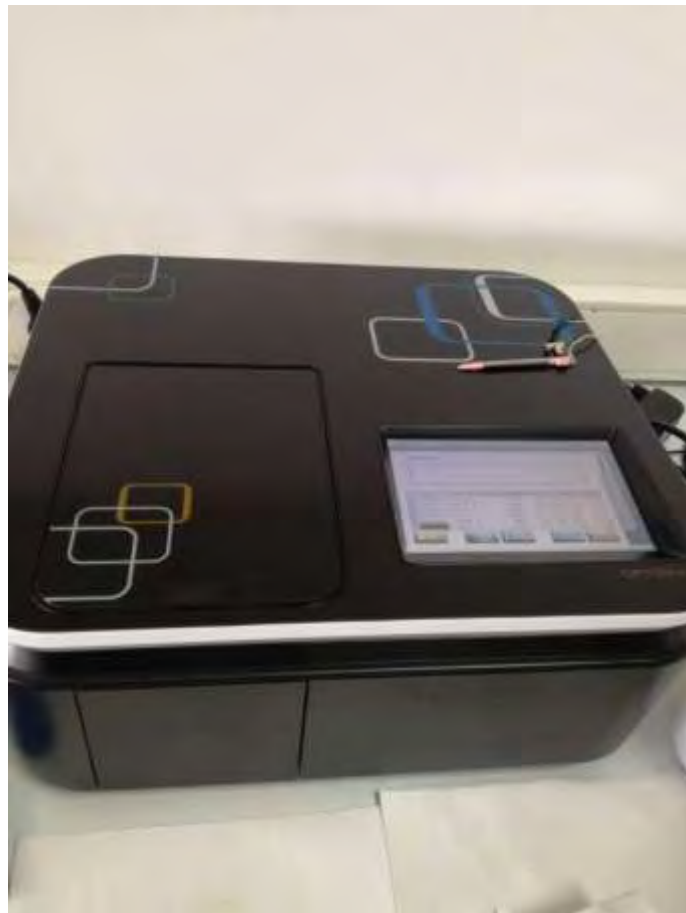
2.3.3 Μετρήσεις σε επίπεδο βλαστού:

Για τις μετρήσεις στους βλαστούς, πάρθηκαν 12 ετήσιοι βλαστοί για κάθε επανάληψη (3 από κάθε δέντρο). Η δειγματοληψία έγινε στις 15-10-2017 και οι μετρήσεις στις 16-10-2017. Μετρήθηκε το μήκος των μεσογονατίων των βλαστών καθώς και το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας αυτών. Για τον προσδιορισμό του ποσοστού % ξηράς ουσίας, οι βλαστοί τεμαχίστηκαν με τη βοήθεια κλαδευτηριού και μετρήθηκε το καθαρό νωπό τους βάρος (NBB). Έπειτα μπήκαν στον ξηραντήρα για 72 ώρες στους $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ και ζυγίστηκαν εκ νέου, καταγράφοντας το ξηρό βάρος αυτών (EBB). Το ποσοστό % ξηράς ουσίας των βλαστών προέκυψε από τον τύπο: $\text{EBB}/\text{NBB} \cdot 100$

2.3.4 Μετρήσεις σε επίπεδο καρπού:

Οι καρποί συλλέχθηκαν στις 28-10-2018 και επεξεργάστηκαν στις 01-11-2018. Με χρωματόμετρο Minolta μετρήθηκε η φωτεινότητα (παράμετρος L^*) και το χρώμα (παράμετρος a^*) του καρπού. Έπειτα για κάθε επανάληψη χρησιμοποιήθηκαν 5 καρποί και προσδιορίστηκε ο μέσος όρος τους σχετικά με το βάρος καρπού (Frmass). Μετρήθηκε επίσης το βάρος των πυρήνων (EndoMass) των 5 καρπών ανά

επανάληψη, δημιουργώντας επίσης έναν μέσο όρο ανά επανάληψη. Με τον ίδιο τρόπο, έγινε και η καταγραφή του βάρους σάρκας ανά καρπό (FIMass). Επίσης, προσδιορίστηκε το ποσοστό % Νωπής Σάρκας (pcFIWet) με τον τύπο: $pcFIWet = 100 * FIMass / FrMass$ και το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας της Σάρκας (pcFIDry), με τον τύπο: $pcFIDry = 100 * FIDry / FIMass$, μετά από ζύγιση του νωπού βάρους τμημάτων σάρκας και του ξηρού τους βάρους (FIDry) μετά από ξήρανση όπως και στους βλαστούς (δες παράγραφος 2.3.3).



Εικόνα 2.3 Φασματοφωτόμετρο υπεριώδους-ορατού που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της απορρόφησης του φωτός σε μήκη κύματος A649 και A665, για τον προσδιορισμό των χλωροφυλλών στα φύλλα.



Εικόνα 2.4 Χρωματόμετρο Minolta που χρησιμοποιήθηκε στις μετρήσεις της φωτεινότητας και του χρώματος των καρπών.

2.4 Στατιστική Ανάλυση

Οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα που συλλέχθηκαν επεξεργάστηκαν σε αρχεία Excel και ακολούθησε στατιστική ανάλυσή τους στο πρόγραμμα SPSS (SPSS 24.0). Πιο συγκεκριμένα, έγινε Ανάλυση Παραλλακτικότητας με παράγοντα την εφαρμογή ή μη διαφυλλικής λίπανσης για κάθε μία παράμετρο ξεχωριστά αλλά και συγκριτικά μεταξύ τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Αποτελέσματα μετρήσεων σε επίπεδο δέντρου

Κατά το πρώτο έτος της πειραματικής διαδικασίας, στις 26 Ιουλίου 2017, η επιφάνεια διατομής του κορμού των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοια με την επιφάνεια διατομής του κορμού των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.1). Επίσης, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.1, τα δέντρα που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοιο όγκο κόμης με τα δέντρα του μάρτυρα. Τέλος, ο όγκος κόμης ανά μονάδα επιφάνειας διατομής κορμού στα δέντρα που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοιος με τον όγκο κόμης ανά μονάδα επιφάνειας διατομής κορμού στα δέντρα του μάρτυρα (Πίν. 3.1).

Πίνακας 3.1. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στην επιφάνεια διατομής του κορμού, στον όγκο της κόμης του δέντρου και στον όγκο της κόμης ανά μονάδα επιφάνειας του κορμού σε δέντρο ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη στις 26 Ιουλίου 2017. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση έξι επαναλήψεων-ομάδων των 4 δέντρων έκαστη.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική Θρέψη
Επιφάνεια Διατομής Κορμού (cm ²)	31,9 ± 3,2	33,0 ± 3,3
Όγκος Κόμης Δέντρου (L)	540,4 ± 78,0	508,0 ± 73,7
Όγκος Κόμης ανά Μονάδα Επιφάνειας Διατομής Κορμού (Lcm ⁻²)	17,1 ± 2,9	15,3 ± 1,2

Τρεις μήνες αργότερα, τον Οκτώβριο του 2017, η επιφάνεια διατομής του κορμού στα δέντρα που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοια με την επιφάνεια διατομής του κορμού των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.2). Όμως, ο όγκος κόμης των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν μεγαλύτερος από τον όγκο κόμης των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.2). Επίσης, τα πειραματικά δέντρα είχαν μεγαλύτερο όγκο κόμης ανά μονάδα επιφάνειας διατομής κορμού από τα δέντρα του μάρτυρα (Πίν. 3.2).

Πίνακας 3.2. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στην επιφάνεια διατομής του κορμού, στον όγκο της κόμης του δέντρου και στον όγκο της κόμης ανά μονάδα επιφάνειας του κορμού σε δέντρο ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη στις 15 Οκτωβρίου 2017. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση έξι επαναλήψεων-ομάδων των 4 δέντρων έκαστη.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική Θρέψη
Επιφάνεια Διατομής Κορμού (cm ²)	32,4 ± 3,2	33,4 ± 2,4
Όγκος Κόμης Δέντρου (L)	942,9 ± 125,0	1188,8 ± 146,0
Όγκος Κόμης ανά Μονάδα Επιφάνειας Διατομής Κορμού (Lcm ⁻²)	29,0 ± 3,2	35,6 ± 3,9

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 3.3, κατά το δεύτερο έτος δοκιμών (2018), τα δέντρα που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοια επιφάνεια διατομής του κορμού τους με τα δέντρα του μάρτυρα. Επίσης, ο όγκος κόμης των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν και αυτός παρόμοιος με τον όγκο κόμης των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.3). Αντίθετα, ο όγκος κόμης ανά μονάδα επιφάνειας διατομής κορμού των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν μεγαλύτερος από τον όγκο κόμης ανά μονάδα επιφάνειας διατομής κορμού των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.3).

Πίνακας 3.3. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στην επιφάνεια διατομής του κορμού, στον όγκο της κόμης του δέντρου και στον όγκο της κόμης ανά μονάδα επιφάνειας του κορμού σε δέντρο ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη στις 28 Οκτωβρίου 2018. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση έξι επαναλήψεων-ομάδων των 4 δέντρων έκαστη.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική Θρέψη
Επιφάνεια Διατομής Κορμού (cm ²)	38,8 ± 2,5	39,2 ± 5,0
Όγκος Κόμης Δέντρου (L)	1590,7 ± 196,9	1897,4 ± 377,5
Όγκος Κόμης ανά Μονάδα Επιφάνειας Κορμού (Lcm ⁻²)	40,9 ± 4,1	48,0 ± 4,3

Όταν τα δεδομένα των δύο ετών συνδυάστηκαν για να βρεθεί η αλλαγή από το 2017 στο 2018 στα χαρακτηριστικά μεγέθους του δέντρου, βρέθηκε πως η αύξηση της επιφάνειας διατομής του κορμού τα έτη 2017 και 2018 στα πειραματικά δέντρα ήταν παρόμοια με την αύξηση της επιφάνειας διατομής του κορμού τα έτη 2017 και 2018 των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.4). Επίσης, η αύξηση του όγκου κόμης των δέντρων που ψεκάστηκαν τα έτη 2017-2018 ήταν παρόμοια με την αύξηση του όγκου κόμης των δέντρων του μάρτυρα τα έτη 2017-2018 (Πίν. 3.4).

Πίνακας 3.4. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στην αύξηση της επιφάνειας διατομής του κορμού και του όγκου της κόμης του δέντρου σε δέντρα ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη από το 2017 στο 2018. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση έξι επαναλήψεων-ομάδων των 4 δέντρων έκαστη.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική Θρέψη
Αύξηση της επιφάνειας διατομής του κορμού (%)	20,5 ± 6,6	17,3 ± 7,9
Αύξηση του όγκου της κόμης του δέντρου (%)	70,5 ± 13,3	58,8 ± 17,2

3.2 Αποτελέσματα μετρήσεων σε επίπεδο φύλλου

3.2.1 Αποτελέσματα για το έτος 2017:

Για το έτος 2017 μετρήθηκε αρχικά το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας και το Ειδικό Βάρος στα φύλλα. Η στατιστική ανάλυση έδειξε πως τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοιο ποσοστό % Ξηράς Ουσίας με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.5). Έδειξε ακόμα πως το Ειδικό Βάρος των φύλλων των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοιο με το Ειδικό Βάρος των φύλλων των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.5).

Πίνακας 3.5. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στο ποσοστό % ξηρού βάρους και στο ειδικό βάρος φύλλου ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη το έτος 2017. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση έξι επαναλήψεων-ομάδων των 4 δέντρων έκαστη.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική Θρέψη
Ξηρά Ουσία φύλλου (%)	53,7 ± 1,1	54,0 ± 1,0
Ειδ. Βάρος φύλλου (mgcm ⁻²)	23,3 ± 0,7	23,8 ± 1,4

Σχετικά με την καταγραφή και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων των χλωροφυλλών, το έτος 2017, προέκυψαν οι παρακάτω πίνακες (Πίν. 3.6 και Πίν. 3.7).

Πίνακας 3.6. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στη συγκέντρωση χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b, συνολικής χλωροφύλλης ανά g Ξηράς Ουσίας και η σχέση χλωροφύλλης a/χλωροφύλλης b φύλλου ελιάς ποικ.Μεγαρίτικη το έτος 2017. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση έξι επαναλήψεων- ομάδων των 4 δέντρων έκαστη.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική Θρέψη
Χλωροφύλλη a φύλλου (mgg ⁻¹)	1,88 ± 0,16	2,02 ± 0,16
Χλωροφύλλη b φύλλου (mgg ⁻¹)	0,54 ± 0,05	0,60 ± 0,06
Συνολική χλωροφύλλη φύλλου (mgg ⁻¹)	2,42 ± 0,20	2,62 ± 0,22
Χλωροφύλλη a/Χλωροφύλλη b	3,48 ± 0,16	3,38 ± 0,12

Σύμφωνα με τον πίνακα 3.6, τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά g Ξηράς Ουσίας με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά g Ξηράς Ουσίας στα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοια με τη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά g Ξηράς Ουσίας στα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.6). Με βάση τον ίδιο πίνακα προκύπτει πως τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά g Ξηράς Ουσίας με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν

παρόμοια σχέση χλωροφύλλης a/χλωροφύλλης b με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.6).

Πίνακας 3.7. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στη συγκέντρωση χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b και συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη το έτος 2017. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση έξι επαναλήψεων-ομάδων των 4 δέντρων έκαστη.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική Θρέψη
Χλωροφύλλη a φύλλου (mgm^{-2})	$457,1 \pm 27,7$	$511,4 \pm 22,3$
Χλωροφύλλη b φύλλου (mgm^{-2})	$131,5 \pm 6,3$	$151,6 \pm 8,3$
Συνολική χλωροφύλλη (mg m^{-2})	$588,6 \pm 32,3$	$663,0 \pm 28,9$

Όπως προκύπτει από τον πίνακα 3.7, τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα. Ομοίως, η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν υψηλότερη από τη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.7). Βρέθηκε επίσης πως τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν υψηλότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα.

3.2.2 Αποτελέσματα για το έτος 2018:

Όπως και το προηγούμενο έτος, έτσι και σε αυτό, μετρήθηκαν οι ίδιες παράμετροι την ίδια χρονική περίοδο. Ξεκινώντας από το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας στα φύλλα βρέθηκε πως τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν υψηλότερο ποσοστό % Ξηράς Ουσίας από τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.8). Σύμφωνα πάλι με τον Πίνακα 3.8, το Ειδικό Βάρος των φύλλων των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοιο με το Ειδικό Βάρος των φύλλων των δέντρων του μάρτυρα.

Πίνακας 3.8. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στο ποσοστό % ξηρού βάρους και στο ειδικό βάρος φύλλου ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη το έτος 2018. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση έξι επαναλήψεων-ομάδων των 4 δέντρων έκαστη.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική θρέψη
Ξηρά Ουσία φύλλου (%)	$60,3 \pm 2,3$	$64,0 \pm 2,4$
Ειδικό Βάρος φύλλου (mgcm^{-2})	$24,0 \pm 1,8$	$23,5 \pm 1,3$

Σχετικά με την καταγραφή και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων των χλωροφυλλών, το έτος 2018, προέκυψαν οι παρακάτω πίνακες (Πίν. 3.9 και Πίν. 3.10).

Πίνακας 3.9. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στη συγκέντρωση χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b, συνολικής χλωροφύλλης ανά g Ξηράς Ουσίας και χλωροφύλλης a/χλωροφύλλη b φύλλου ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη το έτος 2018. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση έξι επαναλήψεων-ομάδων των 4 δέντρων έκαστη.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική Θρέψη
Χλωροφύλλη a φύλλου (mgg^{-1})	$1,94 \pm 0,47$	$2,19 \pm 0,25$
Χλωροφύλλη b φύλλου (mgg^{-1})	$0,59 \pm 0,15$	$0,63 \pm 0,07$
Συνολική χλωροφύλλη φύλλου (mgg^{-1})	$2,53 \pm 0,62$	$2,82 \pm 0,32$
Χλωροφύλλη a/Χλωροφύλλη b	$3,27 \pm 0,11$	$3,46 \pm 0,11$

Βάση του Πίνακα 3.9 προκύπτει πως τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά g Ξηράς Ουσίας με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα. Ομοίως, η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά g Ξηράς Ουσίας στα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοια με τη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά g Ξηράς Ουσίας στα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.9). Σχετικά με τη συνολική χλωροφύλλη βρέθηκε πως τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά g Ξηράς Ουσίας με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.9). Αντίθετα, τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν υψηλότερη σχέση χλωροφύλλης a/χλωροφύλλη b από τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.9).

Πίνακας 3.10. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στη συγκέντρωση χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b και συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη το έτος 2018. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση έξι επαναλήψεων-ομάδων των 4 δέντρων έκαστη.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική Θρέψη
Χλωροφύλλη a φύλλου (mgm^{-2})	$612,0 \pm 115,1$	$618,5 \pm 53,6$
Χλωροφύλλη b φύλλου (mgm^{-2})	$187,8 \pm 38,7$	$178,8 \pm 14,5$
Συνολική χλωροφύλλη φύλλου (mgm^{-2})	$799,8 \pm 153,5$	$797,4 \pm 67,3$

Σχετικά με τις συγκεντρώσεις χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου, τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης φαίνονται στον Πίνακα 3.10. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.10, τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα. Επίσης, η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας των φύλλων των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοια με τη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα επιφάνειας των φύλλων των δέντρων του

μάρτυρα (Πίν. 3.10). Τέλος, τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.10).

3.3 Αποτελέσματα μετρήσεων σε επίπεδο βλαστού

Οι μετρήσεις στους βλαστούς έγιναν το 2017 και τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης αυτών φαίνονται στον Πίνακα 3.11. Ως συμπέρασμα αυτών αναφέρεται πως το μήκος μεσογονατίων των βλαστών των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν μικρότερο από το μήκος μεσογονατίων των βλαστών των δέντρων του μάρτυρα και πως οι βλαστοί των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοιο ποσοστό % Ξηράς Ουσίας με τους βλαστούς των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.11).

Πίνακας 3.11. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στο μήκος μεσογονατίων και στο ποσοστό % ξηρού βάρους βλαστού ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη τον Οκτώβριο 2017. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση έξι επαναλήψεων-ομάδων των 4 δέντρων έκαστη.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική Θρέψη
Μήκος Μεσογονατίων βλαστού (cm)	1,42 ± 0,08	1,32 ± 0,05
Ξηρά Ουσία βλαστού (%)	57,0 ± 2,5	57,7 ± 2,0

3.4 Αποτελέσματα μετρήσεων σε επίπεδο καρπού

Για την ποιότητα των καρπών, οι μετρήσεις πάρθηκαν το 2018 και η επεξεργασία τους φαίνεται στον Πίνακα 3.12. Στις περισσότερες παραμέτρους δεν βρέθηκαν διαφορές. Συγκεκριμένα, η φωτεινότητα (παράμετρος L*) των καρπών των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν χαμηλότερη από τη φωτεινότητα των καρπών των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.12). Οι καρποί των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοιο χρώμα (παράμετρος a*) με τους καρπούς των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.12). Το βάρος καρπού των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοιο με το βάρος καρπού των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.12). Οι καρποί των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοιο βάρος πυρήνα με τους καρπούς των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.12). Το βάρος της σάρκας των καρπών των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοιο με το βάρος της σάρκας των καρπών των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.12). Οι καρποί των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοιο ποσοστό % Νωπής Σάρκας ανά καρπό με τους καρπούς των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.12). Τέλος, το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας στη σάρκα των καρπών των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν υψηλότερο από

το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας στη σάρκα των καρπών των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.12).

Πίνακας 3.12. Επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στην ποιότητα καρπού, που περιλαμβάνεται η φωτεινότητα (παράμετρος L*) και το χρώμα φλοιού (παράμετρος a*), στο συνολικό βάρος, βάρος του πυρήνα, και στο βάρος της σάρκας ανά καρπό, στο ποσοστό % νωπής σάρκας στο σύνολο του καρπού και στο ποσοστό % ξηρού βάρους στη σάρκα καρπού ελιάς ποικ. Μεγαρίτικη το έτος 2018. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση από έξι επαναλήψεις των 5 καρπών έκαστη.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική Θρέψη
Φωτεινότητα καρπού (0=μαύρο, 100=άσπρο)	24,1 ± 3,5	20,2 ± 2,1
Χρώμα καρπού (>0=κόκκινο, <0=πράσινο)	3,87 ± 1,31	4,72 ± 1,32
Βάρος καρπού (g)	1,88 ± 0,33	1,65 ± 0,15
Βάρος πυρήνα ανά καρπό (g)	0,38 ± 0,05	0,36 ± 0,03
Βάρος σάρκας ανά καρπό (g)	1,34 ± 0,27	1,17 ± 0,15
Νωπή σάρκα καρπού (% του καρπού)	70,9 ± 2,4	69,3 ± 3,5
Ξηρά ουσία σάρκας (%)	56,0 ± 2,1	59,6 ± 3,3

3.5 Αποτελέσματα φυλλοδιαγνωστικής

Η φυλλοδιαγνωστική έγινε τον Ιανουάριο του 2018 και τα αποτελέσματά της αναλύονται/χωρίζονται σε δύο σκέλη. Το πρώτο σκέλος αφορά τις συγκεντρώσεις των μακροστοιχείων στα φύλλα, ενώ το δεύτερο αφορά τις συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων.

3.5.1 Φυλλοδιαγνωστική-Μακροστοιχεία:

Στον Πίνακα 3.13 φαίνονται τα αποτελέσματα της φυλλοδιαγνωστικής, σύμφωνα με τον οποίο, η συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοια με τη συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα. Επίσης, τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοια συγκέντρωση φωσφόρου με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.13). Ομοίως, η συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοια με τη συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.13). Τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοια συγκέντρωση ασβεστίου με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα. Τέλος, η συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοια με τη συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα.

Πίνακας 3.13. Αποτελέσματα φυλλοδιαγνωστικής Ιανουαρίου 2018, που δείχνουν την επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στις συγκεντρώσεις μακροστοιχείων στα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση δύο επαναλήψεων των δύο και τριών δέντρων αντίστοιχα. Οι συγκεντρώσεις δίνονται σε $g\ Kg^{-1}$.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική Θρέψη
Άζωτο (N)	17,35 ± 0,91	16,40 ± 1,06
Φώσφορο (P)	2,21 ± 0,71	1,93 ± 0,48
Κάλιο (K)	12,70 ± 1,41	11,90 ± 0,63
Ασβέστιο (Ca)	3,95 ± 0,21	3,60 ± 1,34
Μαγνήσιο (Mg)	1,50 ± 0,00	1,40 ± 0,21

3.5.2 Φυλλοδιαγνωστική-Ιχνοστοιχεία:

Οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων που προέκυψαν από την φυλλοδιαγνωστική φαίνονται στον Πίνακα 3.14. Τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοια συγκέντρωση χαλκού με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.14). Η συγκέντρωση ψευδαργύρου στα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν παρόμοια με τη συγκέντρωση ψευδαργύρου στα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.14). Τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοια συγκέντρωση σιδήρου με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.14). Όμως, η συγκέντρωση του μαγγανίου στα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν βρέθηκε μικρότερη από τη συγκέντρωση μαγγανίου στα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.14). Τέλος, τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοια συγκέντρωση βορίου με τα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.14).

Πίνακας 3.14. Αποτελέσματα φυλλοδιαγνωστικής Ιανουαρίου 2018, που δείχνουν την επίδραση της εντατικής διαφυλλικής λίπανσης με οργανικά προϊόντα στις συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων στα φύλλα και των δύο μεταχειρίσεων. Φαίνεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση δύο επαναλήψεων των δύο και τριών δέντρων αντίστοιχα. Οι συγκεντρώσεις δίνονται σε $mg\ Kg^{-1}$.

	Μάρτυρας	Διαφυλλική Θρέψη
Χαλκός (Cu)	5,90 ± 2,12	6,80 ± 0,84
Ψευδάργυρος (Zn)	20,00 ± 2,26	20,40 ± 1,13
Σίδηρος (Fe)	52,95 ± 1,48	52,60 ± 4,24
Μαγγάνιο (Mn)	16,65 ± 1,06	14,00 ± 0,56
Βόριο (B)	12,25 ± 1,48	12,55 ± 1,20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Παραλλακτικότητα αποτελεσμάτων

Ξεκινώντας με τη χωροθέτηση του πειράματος (παράγραφος 2.1), πρέπει να ειπωθεί πως η τυχαία κατανομή των επαναλήψεων (μπλοκ) δημιούργησε μία έντονη παραλλακτικότητα μεταξύ των δέντρων. Η παραλλακτικότητα αυτή προκάλεσε υψηλή τυπική απόκλιση στις μετρήσεις που πάρθηκαν και στα αποτελέσματα που προέκυψαν, παρά το γεγονός πως χρησιμοποιήθηκε μεγάλος αριθμός επαναλήψεων σε ομάδες (blocks) και έγινε διασπορά αυτών σε ολόκληρο τον ελαιώνα. Όμως, η τυχαιοποίηση των επαναλήψεων βοήθησε στην εντονότερη παραλλακτικότητα των αποτελεσμάτων.

Η παραλλακτικότητα που βρέθηκε οφείλονταν στην κλίση του εδάφους, που, κατά πάσα πιθανότητα, είχε σαν αποτέλεσμα παραλλακτικότητα στις εδαφικές ιδιότητες, που πιθανότατα επηρέασαν έντονα την ανάπτυξη των δέντρων κάθε ομάδας-επανάληψης. Έτσι, παρόλο ότι ελήφθη μεγάλος αριθμός επαναλήψεων, αυτές ήταν κατανεμημένες σε διαφορετικό έδαφος, που αυτό, σαν ένας δεύτερος μη ελεγχμένος παράγοντας, επηρέασε σημαντικά την ανάπτυξη κάθε ομάδας δέντρων.

4.2 Αποτελέσματα Φυλλοδιαγνωστικής

Η αποτελεσματικότητα της πρόσληψης θρεπτικών ουσιών είναι υψηλότερη όταν εφαρμόζονται θρεπτικά συστατικά στα φύλλα (διαφυλλική λίπανση) από την εφαρμογή θρεπτικών ουσιών στο έδαφος (Başar and Gürel 2016). Με τη διαφυλλική λίπανση, αυξάνεται η απορρόφηση ανόργανων συστατικών και η κυτταρική δραστηριότητα, ακόμα και όταν οι ρίζες υπολειτουργούν όπως στα δέντρα μας που είχαν δεχθεί λίπασμα από έδαφος και η άρδευση ήταν τοπική, δηλ. οι ρίζες εκμεταλλεύονταν ένα μικρό όγκο μόνο του εδάφους. Η καλύτερη κυτταρική δραστηριότητα είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της κυτταρικής σύνθεσης χλωροφυλλών, την αυξημένη αναπνοή των φύλλων και την εντονότερη πρόσληψη νερού από το αγγειακό σύστημα των φυτών ως απάντηση στις αυξημένες ανάγκες των φύλλων σε νερό.

Η διαφυλλική λίπανση γίνεται σε ώρες με χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες, έτσι ώστε τα στόματα των φύλλων να είναι ανοιχτά και το ψεκαστικό υγρό να παραμείνει στην επιφάνεια των φύλλων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Με αυτές τις συνθήκες έχουμε μια εντονότερη λειτουργία των στομάτων και μεγαλύτερη απορρόφηση

στοιχείων του σκευάσματος (που ψεκάζεται) στο φυτό. Η αποτελεσματικότητα της διαφυλλικής λίπανσης εξαρτάται από την ταχύτητα εισόδου και μετακίνησης (κινητικότητας) των ιόντων των στοιχείων στο φλοίομα. Τα ιόντα εισέρχονται μέσω των φύλλων στους φυτικούς ιστούς και μετακινούνται μέσω αυτών ανάλογα τη κινητικότητά τους:

- Ευκίνητα: N, K
- Κινητά: P
- Ελαφρώς κινητά: Zn, Cu, Mn
- Δυσκίνητα: B, Mg, Ca

4.2.1 Μακροστοιχεία:

Η φυλλοδιαγνωστική που έγινε τον Ιανουάριο του 2018, σύμφωνα με τον Πίνακα 1.2, έδειξε πως το άζωτο (N) και ο φώσφορος (P) βρίσκονταν σε επάρκεια, ενώ το κάλιο (K) πλησίαζε την υπερέπάρκεια, τόσο στα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα όσο και στα πειραματικά (Πίν. 3.13). Όμως, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ αυτών λόγω των διαφυλλικών εφαρμογών, με τις συγκεντρώσεις αζώτου, φωσφόρου και καλίου και στις δύο μεταχειρίσεις να είναι παρόμοιες. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στην πιθανή ακαταλληλότητα των διαφυλλικών σκευασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για αυτό το είδος καλλιέργειας ή την ποικιλία Μεγαρίτικη.

Κλείνοντας με τα μακροστοιχεία των φύλλων και τις συγκεντρώσεις τους, σύμφωνα με τον Πίνακα 1.2, το ασβέστιο (Ca) και το μαγνήσιο (Mg) βρέθηκαν σε έλλειψη, τόσο στα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα όσο και στα φύλλα των πειραματικών δέντρων (Πίν. 3.13). Την ίδια στιγμή, δε βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων. Το φτωχό έδαφος και η ακαταλληλότητα των σκευασμάτων ίσως είναι η αιτία αυτού του αποτελέσματος, ενώ σίγουρα είχε σημαντικό ρόλο και η φύση των ιόντων των συγκεκριμένων μακροστοιχείων: ασβέστιο και μαγνήσιο είναι αρκετά δυσκίνητα στοιχεία, κινούνται μόνο με τη διαπνοή και παραμένουν στα φύλλα.

4.2.2 Ιχνοστοιχεία:

Για τα ιχνοστοιχεία, η φυλλοδιαγνωστική έδειξε πως ο ψευδάργυρος (Zn), το μαγγάνιο (Mn) και το βόριο (B) βρίσκονταν σε έλλειψη και στις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 1.2, Πίν. 3.14). Για το χαλκό (Cu) και το σίδηρο (Fe) δεν υπάρχουν όρια επάρκειας για την ελιά, αλλά αυτά δεν αυξήθηκαν σημαντικά με τους ψεκασμούς. Οι

συγκεντρώσεις του ψευδαργύρου και του βορίου δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, ενώ η συγκέντρωση του μαγγανίου επιδεινώθηκε ελαφρά με τους ψεκασμούς. Σύμφωνα με τους Fernandez-Escobar et al. (2016), το βόριο και το μαγγάνιο βρίσκονται περισσότερο στις ρίζες των νεαρών δέντρων ελιάς (41% και 65%, αντίστοιχα), όμως αυτό δεν εξηγεί τη μη αύξηση των συγκεντρώσεών τους στα φύλλα. Αντίθετα με τα αποτελέσματα της εργασίας, οι Başar και Gürel (2016) έδειξαν πως η χρησιμοποίηση διαφυλλικού σκευάσματος ψευδαργύρου συνοδευόμενου με τα στοιχεία σιδήρου και βορίου στο ψεκαστικό διάλυμα είχε καλύτερα αποτελέσματα από την εφαρμογή σκέτου ψευδαργύρου στις συγκεντρώσεις αυτών σε φύλλα ελιάς. Βρέθηκε επίσης πως η εφαρμογή αυτή αύξησε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση αυτών στα ελαιόδεντρα συγκριτικά με τη λίπανση εδάφους.

4.3 Ανάπτυξη ελαιόδεντρων

Αρκετές είναι οι μελέτες οι οποίες έχουν ασχοληθεί με την διαφυλλική λίπανση ελαιόδεντρων και τα αποτελέσματά της στην ανάπτυξη αυτών. Οι Ferreira et al. (2018) κατέληξαν στο συμπέρασμα πως οι ανάγκες για φώσφορο (P) πρέπει να βασίζονται σε αναλύσεις των φύλλων και όχι του εδάφους, καθώς και ότι δεν βρέθηκαν κάποια θετικά αποτελέσματα από τη λίπανση με φώσφορο (χωρίς αυτό να σημαίνει πως είχε αρνητικές επιδράσεις) στην ανάπτυξη της ελιάς. Επομένως, φαίνεται ότι δεν είναι αναγκαία η εφαρμογή αυτού του στοιχείου, αν δεν υπάρχει έλλειψη.

Για το στοιχείο του αζώτου (N) αναφέρεται πως, αν σε νεαρά δέντρα ελιάς η συγκέντρωση αυτού στα φύλλα είναι στα επιθυμητά επίπεδα, δε χρειάζεται λίπανση με αυτό. Στη πραγματικότητα εφαρμογές με υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου σε νεαρά δέντρα μπορεί να προκαλέσουν αρνητικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη των ριζών και των βλαστών, μειώνοντας το μήκος τους (Othman and Leskovar 2019).

Η εφαρμογή των σκευασμάτων ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ βοήθησε την ανάπτυξη των δέντρων και βελτίωσε αρκετά χαρακτηριστικά.

Από τις μετρήσεις του πρώτου έτους, στις 26-07-2017 και 15-10-2017, προέκυψε πως η επιφάνεια διατομής του κορμού, και ο όγκος κόμης των δέντρων των 2 μεταχειρίσεων ήταν παρόμοια για κάθε ημερομηνία μέτρησης ξεχωριστά. Αλλά στις 15-10-2017 ο όγκος κόμης ανά μονάδα επιφάνειας διατομής κορμού των δέντρων που ψεκάστηκαν ήταν μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο των δέντρων του μάρτυρα. Οι δύο

αυτές μετρήσεις ήταν απαραίτητες για να υπολογιστεί η αλλαγή στον όγκο της κόμης από το μέσο μέχρι και το τέλος της βλαστικής τους ανάπτυξης. Πιο συγκεκριμένα, η ανάπτυξη της κόμης αυξήθηκε σημαντικά όταν αυτή υπολογίστηκε ως η διαφορά του όγκου από τα τέλη Ιουλίου έως τα μέσα Οκτωβρίου. Στα δέντρα του μάρτυρα από τον Ιούλιο έως και τον Οκτώβριο ο όγκος της κόμης αυξήθηκε κατά 82%, ενώ στα ψεκασμένα δέντρα παρατηρήθηκε σχεδόν διπλάσια αύξηση, με τον όγκο της κόμης των δέντρων να αυξάνεται κατά 138%. Συναφή αποτελέσματα με τα παραπάνω βρέθηκαν από τους Marouani et al. (2014) και τους Mezghani et al. (2018), σύμφωνα με τους οποίους η χρήση καλίου (K) στο έδαφος συνδυαζόμενη με άρδευση, βελτίωσε το μήκος των βλαστών και επομένως αύξησε τον όγκο της κόμης των δέντρων. Επίσης, σε πειράματα που έγιναν στη Βραζιλία, αποδείχθηκε πως η έλλειψη κυρίως: αζώτου (N), ασβεστίου (Ca) και βορίου (B) περιόρισαν την ανάπτυξη των ελαιόδεντρων (de Souza et al. 2019).

Οι μετρήσεις στις 28-10-2018 έδειξαν πως τα δέντρα που ψεκάστηκαν είχαν παρόμοια επιφάνεια διατομής κορμού και όγκο κόμης με τα δέντρα του μάρτυρα, ενώ ο όγκος κόμης ανά μονάδα επιφάνειας κορμού ήταν μεγαλύτερος στα πειραματικά. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω αλλά και τις μετρήσεις σε βάθος δύο ετών (στα δέντρα του μάρτυρα και στα πειραματικά η αύξηση τόσο της επιφάνειας διατομής όσο και του όγκου της κόμης ήταν παρόμοια), προκύπτει πως με τη χρήση των σκευασμάτων, εντονότερα αποτελέσματα γίνονται αντιληπτά εντός της πρώτης περιόδου βλαστικής ανάπτυξης κατά την οποία γίνονται διαφυλλικοί ψεκασμοί. Η αποτελεσματικότητα χρήσης των διαφυλλικών σκευασμάτων δεν είναι ικανοποιητική τη 2^η χρονιά.

4.4 Ανάπτυξη βλαστών

Οι μετρήσεις που έγιναν σε επίπεδο βλαστού αφορούσαν το μήκος των μεσογονατίων του ετήσιου βλαστού, καθώς και το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας αυτού. Παρατηρήθηκε μείωση του μήκους μεσογονατίων στους βλαστούς των πειραματικών δέντρων συγκριτικά με τους βλαστούς του μάρτυρα. Απόρροια αυτού είναι πως τα δέντρα που δέχτηκαν τη διαφυλλική θρέψη διαχειρίστηκαν τα θρεπτικά στοιχεία με τέτοιο τρόπο ώστε να αυξήσουν τις διεργασίες γύρω από τα φύλλα, ξοδεύοντας λιγότερη ενέργεια για τη δημιουργία βλαστών. Και παρόλα αυτά, ο όγκος κόμης ανά μονάδα επιφάνειας διατομής κορμού αυξήθηκε με τους ψεκασμούς, που σημαίνει πολύ

μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη ή ανάπτυξη φυλλικής επιφάνειας σε μικρότερο μήκος βλαστών.

Για το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας στους βλαστούς δεν βρέθηκε κάποια αλλαγή ανάμεσα σε δέντρα του μάρτυρα και πειραματικά. Οι de Souza et al. (2019) αναφέρουν πως η έλλειψη συγκεκριμένων στοιχείων μειώνει την παραγωγή ξηράς ουσίας στους βλαστούς, δίνοντάς τα με σειρά σπουδαιότητας ως εξής: Βόριο (B), Άζωτο (N), Ασβέστιο (Ca), Φώσφορος (P), Σίδηρος (Fe), Κάλιο (K) και Μαγνήσιο (Mn). Με βάση αυτά τα αποτελέσματα θα ήταν δικαιολογημένη μια αύξηση του ποσοστού % Ξηράς Ουσίας στους βλαστούς των δέντρων που ψεκάστηκαν, γεγονός όμως το οποίο δεν παρατηρήθηκε καθώς δεν αυξήθηκαν και τα σημαντικά θρεπτικά συστατικά.

4.5 Ποιότητα καρπών

Οι μελέτες γύρω από την επίδραση της λίπανσης στα χαρακτηριστικά των καρπών της ελιάς είναι αρκετές και ποικίλουν. Αρχικά, οι Mezghani et al. (2018) βρήκαν στα αποτελέσματα των πειραμάτων τους πως το βάρος των καρπών επηρεάστηκε περισσότερο από τη λίπανση παρά από την άρδευση. Επίσης έδειξαν πως η διαθεσιμότητα νερού και η λίπανση δεν επηρέασαν τη σύσταση του ελαιολάδου, παρά μόνο μείωσαν τις συνολικές πολυφαινόλες. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και στην Τυνησία, όπου πειράματα με διαφυλλική λίπανση αζώτου (N), βορίου (B), μαγνησίου (Mg), θείου (S) και μαγγανίου (Mn) μείωσε σημαντικά το σύνολο των φαινολών και των περιεχόμενων τοκοφερόλων σε καρπούς ελιάς (Tekaya et al. 2014). Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τις μετρήσεις στους καρπούς στην παρούσα εργασία έδειξαν πως η φωτεινότητα (παράμετρος L*) των καρπών των πειραματικών δέντρων ήταν χαμηλότερη από αυτή των καρπών του μάρτυρα. Όμως, το χρώμα (παράμετρος a*) των καρπών ήταν παρόμοιο και στις δύο μεταχειρίσεις. Επομένως, δεν επηρεάστηκε η ωριμότητα των καρπών. Οι Rosati et al. (2015) αναφέρουν πως μετά από χορήγηση αζώτου (N) και καλίου (K) με λίπανση εδάφους, παρατηρήθηκε αύξηση του νωπού και ξηρού βάρους των καρπών ελιάς, αποτελέσματα τα οποία δεν συμφωνούν με την παρούσα εργασία, καθώς σε αυτή το βάρος των καρπών ήταν παρόμοιο στα δέντρα του μάρτυρα και στα πειραματικά.

Στις μετρήσεις που έγιναν στους καρπούς, βρέθηκε επίσης πως το βάρος του πυρήνα και το βάρος της σάρκας των καρπών ήταν παρόμοιο και για τις δύο μεταχειρίσεις. Σε συνέχεια των αποτελεσμάτων των Rosati et al. (2015), βρέθηκε πως ο λόγος βάρους

σάρκας προς βάρος πυρήνα και το ποσοστό περιεχόμενου νερού αυξήθηκαν σημαντικά.

Το ποσοστό % νωπής σάρκας ανά καρπό ήταν παρόμοιο ανάμεσα στους μάρτυρες και στα πειραματικά, ενώ στους καρπούς των δέντρων που δέχτηκαν τη διαφυλλική θρέψη παρουσιάστηκε αύξηση του ποσοστού % Ξηράς Ουσίας στη σάρκα σε σύγκριση με τους καρπούς του μάρτυρα. Η αύξηση αυτή του ποσοστού % Ξηράς Ουσίας στη σάρκα των καρπών σχετίζεται άμεσα με τη μεγαλύτερη παραγωγή ελαιολάδου. Όμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και από τους Rosati et al. (2015), οι οποίοι παρατήρησαν αύξηση της περιεκτικότητας σε λάδι επί ξηράς ουσίας στους καρπούς δέντρων που δέχθηκαν λίπανση με άζωτο (N) και κάλιο (K). Ο παράγοντας της περιεκτικότητας σε λάδι επί ξηράς ουσίας καρπού αποτελεί σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό των ελαιοκάρπων προς ελαιοποίηση. Τέλος, οι Morales-Sillero et al. (2008), σε πειράματα που έγιναν στη Σεβίλλη, αναφέρουν πως το νωπό και το ξηρό βάρος της σάρκας των καρπών σε δέντρα που δέχτηκαν άρδευση και υδρολίπανση με άζωτο (N), φώσφορο (P) και κάλιο (K) ήταν μεγαλύτερο από την αποκλειστικά αρδευόμενη μεταχείριση (χωρίς λίπανση), ενώ το νωπό και ξηρό βάρος του πυρήνα δεν δέχτηκε μεταβολές.

4.6 Ανάπτυξη φύλλων

Κατά το πρώτος έτος πειραμάτων, το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας και το ειδικό βάρος φύλλων ήταν παρόμοιο για όλα τα δέντρα του πειράματος. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική αλλαγή στις συγκεντρώσεις χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b και συνολικής χλωροφύλλης ανά g Ξηράς Ουσίας, που ήταν παρόμοιες μεταξύ των μεταχειρίσεων. Παρόμοια ήταν και η σχέση χλωροφύλλη a/χλωροφύλλη b ανάμεσα στα δέντρα του μάρτυρα και τα πειραματικά.

Όταν όμως η χλωροφύλλη εκφράστηκε ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου, τότε βρέθηκε να αυξάνεται σημαντικά λόγω των ψεκασμών. Πιο συγκεκριμένα, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b και η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ήταν υψηλότερες στα δέντρα που ψεκάστηκαν από τα δέντρα του μάρτυρα.

Στο δεύτερο έτος πειραμάτων, το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας στα φύλλα βρέθηκε υψηλότερο στα δέντρα που ψεκάστηκαν από τα δέντρα του μάρτυρα, με το ειδικό βάρος φύλλων να παραμένει στα ίδια επίπεδα και για τις δύο μεταχειρίσεις. Παρόμοιες ήταν και οι συγκεντρώσεις χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b και

συνολικής χλωροφύλλης ανά g Ξηράς Ουσίας φύλλων και στις δύο μεταχειρίσεις, ενώ η σχέση χλωροφύλλη a/χλωροφύλλη b βρέθηκε υψηλότερη στα πειραματικά δέντρα.

Αντίθετα αποτελέσματα με αυτά της πρώτης χρονιάς παρατηρήθηκαν όταν η χλωροφύλλη εκφράστηκε ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου. Αναλυτικότερα, οι συγκεντρώσεις χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b και συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ήταν παρόμοιες και για τις δύο μεταχειρίσεις.

Οι Χατζησαββίδης και Θεριός (1998) παρουσίασαν μελέτη κατά την οποία σε δέντρα ελιάς ποικιλίας Μεγαρίτικη, βρέθηκε μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης λόγω λίπανσης από εδάφους με βόριο, ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις (1 mgL^{-1}). Η μείωση αυτή δε ξεκαθαρίζεται πως ακριβώς προήλθε, αλλά έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα των μετρήσεων του πρώτου έτους, όπου βρέθηκε αύξηση της χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου με το σύνολο όμως των θρεπτικών συστατικών.

Συνοπτικά, διαφυλλικά σκευάσματα ανόργανων θρεπτικών σε φέρον υπόστρωμα οργανικής ύλης για βελτίωση της απορροφητικότητας των ανόργανων συστατικών δεν έδωσε ουσιαστική εμφανή βελτίωση πλην της μερικώς καλύτερης ανάπτυξης της κόμης που δεν δικαιολογεί το επιπλέον κόστος της διαφυλλικής λίπανσης. Φυσικά, αν ο παράγοντας παραλλακτικότητα στο έδαφος και την ανάπτυξη των δέντρων λόγω του εδάφους είχε αφαιρεθεί με την επιλογή δέντρων σε ομοιόμορφης σύστασης και γονιμότητας έδαφος, ίσως τα αποτελέσματα να ήταν καλύτερα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα κυριότερα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία, είναι τα εξής:

1. Σχετικά με την ανάπτυξη των ελαιόδεντρων, η χρήση των διαφυλλικών σκευασμάτων είχε εντονότερα αποτελέσματα την πρώτη περίοδο βλαστικής ανάπτυξης και η αποτελεσματικότητα αυτής κατά το 2^ο έτος πειραμάτων δεν ήταν ικανοποιητική.
2. Όσο αναφορά την ανάπτυξη των βλαστών, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη ή/και ανάπτυξη φυλλικής επιφάνειας σε μικρότερο μήκος βλαστών, μιας και το μήκος μεσογονατίων βρέθηκε μειωμένο στα πειραματικά δέντρα.
3. Σχετικά με την ανάπτυξη των φύλλων, βρέθηκε πως η διαφυλλική λίπανση απέδωσε περισσότερο τη 1^η χρονιά, με τις συγκεντρώσεις χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου να είναι υψηλότερες στα δέντρα που ψεκάστηκαν.
4. Οι συγκεντρώσεις μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων στα φύλλα των δέντρων των δύο μεταχειρίσεων δεν διέφεραν μεταξύ τους, το οποίο οδηγεί σε αμφισβήτηση της αποτελεσματικότητας των εφαρμογών ή της ποιότητας του εδάφους (δες παράγραφος 4.2). Άζωτο, φώσφορος και κάλιο βρίσκονταν σε επάρκεια ενώ των υπολοίπων στοιχείων οι συγκεντρώσεις ήταν κάτω από τα όρια επάρκειας.
5. Για την ποιότητα των καρπών, βρέθηκε πως οι ψεκασμοί δεν την διαφοροποίησαν σημαντικά, μειώνοντας τη φωτεινότητα αυτών –δεν επηρεάστηκε η ωριμότητά τους- και αυξάνοντας το ποσοστό % Ξηράς Ουσίας στη σάρκα των καρπών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

6.1 Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ανώνυμος, 2002. Χρήση Διαφυλλικού Καλίου στην Ελιά, Γεωργία – Κτηνοτροφία, Τεύχος 7, σελ. 52.
- Βασιλακάκης Μ.Δ., 2016. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
- Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2000. ELSTAT database.
- Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2009. ELSTAT database.
- Θεριός Ι.Ν., 2005. Ανόργανη Θρέψη και Λιπάσματα. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
- Θεριός Ι.Ν., 2005. Ελαιοκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
- Κούντριας Γ., 2014. Διαχείριση Αζώτου, Φωσφόρου, Καλίου και Ιχνοστοιχείων σε Καλλιέργεια Ελιάς. Μεταπτυχιακή Εργασία Ειδίκευσης. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών.
- Μανωλαράκης Ε., 2001. Επίδραση της εφαρμογής Βορίου στη φυσιολογία, καρπόδεση και παραγωγικότητα της Ελιάς ποικ. «Κονσερβολιά». Πτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών.
- Μήτσιος Ι.Κ., 2001. Εδαφολογία. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα.
- Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό ινστιτούτο
- Τζαγκαράκης Γ.Σ., 2012. Η ημερήσια διακύμανση της διαμέτρου του κορμού της ελιάς κατά τη διάρκεια του έτους. Μεταπτυχιακή διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Χατζησαββίδης Κ. και Θεριός Ι., 1998. Η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων βορίου στην αύξηση, χημική σύσταση και Φωτοσύνθεση τεσσάρων ποικιλιών ελιάς. Πρακτικά 18ου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών, 7:185-188.
- Ψιλάκης Ν., Ψιλάκης Μ. και Καστάνας Η., 1999. Ο Πολιτισμός της Ελιάς-Το Ελαιόλαδο. Εκδόσεις Καρμάνωρ, Ηράκλειο.

6.2 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Başar H. and Gürel S., 2016. The influence of Zn, Fe and B applications on leaf and fruit absorption of table olive “Gemlik” based on phonological stages. *Scientia Horticulturae*, 198:336-343.
- Boskou D., Blekas G. and Tsimidou M., 2006. Olive Oil Composition. Olive oil (Second Edition) Chemistry and Technology, 41-72.
- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-Total. In D.L. Sparks (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods*, pp. 1085-1121. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Buckland G. and Gonzalez C.A., 2015. The role of olive oil in disease prevention: a focus on the recent epidemiological evidence from cohort studies and dietary intervention trials. *British Journal of Nutrition*, 113:94-101.
- de Souza F.B.M., Coelho V.A.T., Pio R., Rodas C.L., da Silva I.P., de Melo E.T., and da Hora Farias D., 2019. Visual symptoms and nutritional deficiencies in olive plants subjected to nutrient deprivation. *Acta Scientiarum-Agronomy*, 41:39582.
- Drew D.M. and Downes G.M., 2009. The use of precision dendrometers in research on daily stem size and wood property variation: A review. *Dendrochronologia*, 27:159-172.
- Fernandez J.E. and Cuevas M.V., 2010. Irrigation scheduling from stem diameter variations: A review. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150:135-151.
- Ferreira I.Q., Rodrigues M.A., Moutinho-Pereira J.M., Correia C.M. and Arrobas M., 2018. Olive tree response to applied phosphorus in field and pot experiments. *Scientia Horticulturae*, 234:236-244.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. FAOSTAT database.
- Foscolou A., Critselis E. and Panagiotakos D., 2018. Olive oil consumption and human health: A narrative review. *Maturitas*, 118:60-66
- Hellenic Statistical Authority, 2015. *Greece in Figures*. Piraeus, pp.68.

- Hu H. and Brown P.H., 1994. Localization of boron in the cell wall and its association with pectin. Evidence of a structural role of boron in the cell wall. *Plant Physiol*, 105:681-689.
- Keren, R. 1996. Boron. In D.L. Sparks (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods*, pp. 603-626. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Kuo, S. 1996. Phosphorus. In D.L. Sparks (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods*, pp. 869-919. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Marouani A., Arquero Quilez O. and Parra Rincon M.A., 2014. Potassium effect on growth and water status of olive tree (*Olea europaea* L.) in calcareous soil. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 30:117-126.
- Mezghani M.A., Ayadi M., Attia F., Zouari I., Labidi F. and Attia L., 2018. Effects of irrigation and fertigation on tree growth, yield and oil quality of olive cultivars in south Tunisia. *Acta Horticulturae*, 1119:255-260.
- Michelakis N., 1997. Daily stem radius variations as indicators to optimize olive tree irrigation scheduling. *Acta Horticulture*, 449:297-304.
- Mills H.A. and J. Benton-Jones Jr. 1996. *Plant Analysis Handbook II*. Micro-Macro Publishing Inc., Athens, Georgia.
- Morrales-Sillero A., Rapoport H., Fernandez J.E. and Troncoso A., 2008. Olive fruit pulp and pit growth under differing nutrient supply. *Scientia Horticulturae*, 117:182-184.
- Othman Y.A. and Leskovar D., 2019. Nitrogen management influenced root length intensity of young olive trees. *Scientia Horticulturae*, 246:726-733.
- Pelucchi C., Bosetti C., Negri E., Lipworth L. and la Vecchia C., 2011. Olive oil and cancer risk: An update of epidemiological findings through 2010. *Current Pharmaceutical Design*, 17:805-812.
- Psaltopoulou T., Kosti R.I., Haidopoulos D., Dimopoulos M. and Panagiotakos D.B., 2011. Olive oil intake is inversely related to cancer prevalence: a systematic review and a meta-analysis of 13800 patients and 23340 controls in 19 observational studies. *Lipids Health Dis*, 10:127.

- Psaltopoulou T., Sergentanis T.N., Panagiotakos D.B., Sergentanis I.N., Kostis R. and Scarmeas N., 2013. Mediterranean diet, stroke, cognitive impairment, and depression: A meta-analysis. *Annals of Neurology*, 74:580-591.
- Qosa H., Mohamed L.A., Batarseh Y.S., Alqahtani S., Ibrahim B., LeVine H., Keller J.N. and Kaddoumi A., 2015. Extra-virgin olive oil attenuates amyloid- β and tau pathologies in the brains of TgSwDI mice. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 16:1479-1490.
- Rosati A., Caporali S. and Paoletti A., 2015. Fertilization with N and K increases oil and water content in olive (*Olea europaea* L.) fruit via increased proportion of pulp. *Scientia Horticulturae*, 192:381-386.
- Seitz U., Bonn G., Oefner P. and Popp M., 1991. Isotachophoretic analysis of flavonoids and phenolcarboxylic acids of relevance to phytopharmaceutical industry. *Journal of Chromatography A*, 559:499-504.
- Servili M., Esposto S., Fabiani R., Urbani S., Taticchi A., Mariucci F., Selvaggini R. and Montedoro G.F., 2009. Phenolic compounds in olive oil: antioxidant, health and organoleptic activities according to their structure. *Inflammopharmacology*, 17:76-84.
- Steinegger E. and Hänsel R., 1988. *Textbook of Pharmacognosy and Phytopharmacy*, Springer Publishers, Berlin, p. 394.
- Tekaya M., Mechri B., Cheheb H., Attia F., Chraief I., Ayachi M, Boujneh D. and Hammami M., 2014. Changes in the profiles of mineral elements, phenols, tocopherols and soluble carbohydrates of olive fruit following foliar nutrient fertilization. *LWT - Food Science and Technology*, 59:1047-1053.
- United States Department of Agriculture Agricultural Research Service, 2018. *USDA Branded Food Products Database*.
- Xin Y., Li X.-Y., Sun S.-R., Wang L.-X. and Huang T., 2015. Vegetable oil intake and breast cancer risk: A meta-analysis. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 16:5125-5135.