



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Καλλιεργητικές πρακτικές που επιδρούν στην παραγωγικότητα των
ελαιώνων και την ποιότητα του ελαιολάδου»**

Ρήγας Αθανάσιος

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Μαλέτσικα Περσεφόνη

Βόλος, 2025

**Καλλιεργητικές πρακτικές που επιδρούν στην παραγωγικότητα των ελαιώνων
και την ποιότητα του ελαιολάδου**

Cultivation practices affecting olive grove productivity and olive oil quality

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

1. Μαλέτσικα Περσεφόνη, Επίκουρη Καθηγήτρια Δενδροκομίας, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Επιβλέπουσα)
2. Νάνος Γεώργιος, Καθηγητής Δενδροκομίας, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)
3. Τσιρόπουλος Νικόλαος, Καθηγητής Χημείας, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

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

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θέλω να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κ. Περσεφόνη Μαλέτσικα, για όλη την καθοδήγηση και τον χρόνο που μου προσέφερε δίνοντας μου χρήσιμες συμβουλές και οδηγίες για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό του εργαστηρίου Δενδροκομίας, για τη βοήθεια τους κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών μετρήσεων καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής για τον χρόνο που θα αφιερώσουν για τη μελέτη της διατριβής μου.

Θέλω να ευχαριστήσω επίσης τον Καθηγητή κ. Αντωνιάδη Βασίλειο, Διευθυντή του Εργαστηρίου Εδαφολογίας, καθώς και την υποψήφια διδάκτορά του και τον Καθηγητή κ. Τσιρόπουλο Νικόλαο, Διευθυντή του Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας και Γεωργικής Φαρμακολογίας για τον πολύτιμο χρόνο που μου διέθεσαν και για τις αναλυτικές μεθόδους που μου υπέδειξαν και την παραχώρηση των οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν.

Τέλος, επειδή ένα ευχαριστώ είναι λίγο, θέλω να εκφράσω την αγάπη και την ευγνωμοσύνη μου προς την οικογένειά μου για την οικονομική, ψυχολογική και ηθική υποστήριξη που μου προσφέρουν όλα αυτά τα χρόνια και που με στηρίζουν σε κάθε μου απόφαση.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	vi
1.Εισαγωγή.....	1
1.1 Ελιά.....	1
1.1.1 Η σημασία και η εξάπλωση της καλλιέργειας της ελιάς	1
1.1.2 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις της καλλιέργειας	1
1.3.1 Ο ρόλος των θρεπτικών στοιχείων για την Ελιά.....	12
1.3.2 Εισροές – Εκροές Θρεπτικών Στοιχείων από Έναν Ελαιώνα	13
1.3.3 Απαιτήσεις της Ελιάς σε Θρεπτικά Στοιχεία.....	14
1.5 Ορθολογική λίπανση ελιάς.....	16
1.6 Άρδευση της ελιάς.....	17
1.7 Η επίδραση της λίπανσης στη ποιότητα και διατροφική αξία του ελαιοκάρπου και του ελαιολάδου	19
Επίδραση στην ποιότητα του ελαιολάδου	19
1.8 Η επίδραση της άρδευσης στη ποιότητα και διατροφική αξία του ελαιοκάρπου και του ελαιολάδου	20
Επίδραση στην ποιότητα του ελαιοκάρπου	20
Επίδραση στη ποιότητα του ελαιολάδου	21
1.9 Σκοπός της εργασίας	21
2. Υλικά και μέθοδοι	23
2.1 Πειραματικός αγρός	23
2.2 Μεταχειρίσεις	24
2.2.1 Πείραμα 1.....	24
2.2.2 Πείραμα 2.....	26
2.3 Μετρήσεις εργαστηρίου	27
2.3.1 Πείραμα 1.....	27
2.3.2 Πείραμα 2.....	32
2.4 Στατιστική ανάλυση.....	35
3.Αποτελέσματα.....	36
3.1 Πείραμα 1	36
3.1.1 Ποσοστό % ξηράς ουσίας και ειδικό βάρος φύλλων.....	36
3.1.2 Συγκέντρωση των φύλλων σε χλωροφύλλη.....	37
3.1.3 Συγκέντρωση των φύλλων σε άζωτο	39
3.1.4 Πυκνότητα ανθοφορίας.....	40
3.1.5 Χαρακτηριστικά βλαστών τρέχουσας βλαστικής περιόδου	41
3.2 Πείραμα 2	42

3.2.1 Παραγωγικότητα των δέντρων ελιάς.....	42
3.2.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών	42
3.2.3 Δείκτης ωριμότητας καρπών.....	44
3.2.4 Ελαιοπεριεκτικότητα καρπών	44
3.2.5 Ποιοτικά χαρακτηριστικά ελαιολάδου.....	45
4. Συζήτηση	47
5. Συμπεράσματα	51
Βιβλιογραφία	53
Ελληνική βιβλιογραφία.....	53
Ξενόγλωσση βιβλιογραφία	53

Περίληψη

Η ελιά (*Olea europaea* L.) αποτελεί μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες της Μεσογείου, με ιδιαίτερη οικονομική, κοινωνική και πολιτιστική σημασία για την Ελλάδα. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης καλλιεργητικών πρακτικών, και συγκεκριμένα της λίπανσης και της άρδευσης, στην παραγωγικότητα των ελαιώνων και στην ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε ελαιώνες ποικιλιών Αμφίσσης και Κορωνέικη (υπό ξηρικές και αρδευόμενες συνθήκες). Στο πείραμα με τη διαχείριση της λίπανσης, οι μεταχειρίσεις περιλάμβαναν διαφυλλική εφαρμογή αζώτου, μετασυλλεκτικά στα τέλη Ιανουαρίου, με τη μορφή ουρίας ή αμινοξέων σε συνδυασμό με βόριο ή μόνο ουρία (ουρία 1% w/v και B 200 ppm, σκεύασμα αμινοξέων 5% v/v και B 200 ppm, ουρία 2% w/v), ενώ αξιολογήθηκαν παράμετροι όπως η ανθοφορία και η βλαστική ανάπτυξη. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι η διαφυλλική λίπανση με ουρία αποδείχθηκε η πιο αποτελεσματική για τη διατήρηση της επάρκειας των φύλλων σε άζωτο. Η διαφυλλική εφαρμογή συνδυασμού αμινοξέων και βορίου οδήγησε σε υψηλότερο αριθμό ταξιανθιών ανά βλαστό. Η διαφυλλική λίπανση με αμινοξέα και βόριο στα τέλη Ιανουαρίου, συνετέλεσε σε υψηλότερα επίπεδα φωτοσυνθετικών χρωστικών σε σχέση με τους άλλους συνδυασμούς διαφυλλικών εφαρμογών όπως ουρία, ουρία-βόριο και τον μάρτυρα την περίοδο πριν την ανθοφορία (Μάρτιο και Απρίλιο). Η διαφυλλική εφαρμογή ουρίας και ουρίας-βορίου οδήγησαν σε μεγαλύτερο μήκος μεσογονατίων διαστημάτων και γονάτων σε σχέση με το μάρτυρα και την εφαρμογή αμινοξέα-βόριο. Στο πείραμα με τη σύγκριση αρδευόμενου και ξηρικού ελαιώνα, εξετάστηκαν η παραγωγικότητα του ελαιώνα, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των καρπών, η ελαιοπεριεκτικότητα και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου. Όπως ήταν αναμενόμενο ο αρδευόμενος ελαιώνας είχε υψηλότερη παραγωγικότητα σε σχέση με τον ξηρικό. Οι καρποί του αρδευόμενου και του ξηρικού ελαιώνα είχαν παρόμοιο βάρος και ελαιοπεριεκτικότητα, αν και οι καρποί του ξηρικού ελαιώνα ήταν πιο ώριμοι στη συγκομιδή από αυτούς του αρδευόμενου. Το ελαιόλαδο που παράχθηκε από τον αρδευόμενο ελαιώνα είχε υψηλότερη οξύτητα, μικρότερο αριθμό υπεροξειδίων και υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες συγκριτικά με τον ξηρικό, ενώ οι τιμές K232, K270 και ΔK δεν επηρεάστηκαν από την άρδευση. Συμπερασματικά, η ορθολογική διαχείριση της λίπανσης και της άρδευσης είναι καθοριστικής σημασίας για την ισορροπία ανάμεσα στην ποσοτική

και ποιοτική βελτίωση της ελαιοπαραγωγής. Η επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής πρέπει να καθορίζεται από τους στόχους του παραγωγού, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις εδαφοκλιματικές συνθήκες όσο και την επιδιωκόμενη ποιότητα του ελαιολάδου.

Λέξεις κλειδιά: *Olea europaea* L., άζωτο, βόριο, αμινοξέα, άρδευση, ελαιόλαδο, φαινόλες.

1.Εισαγωγή

1.1 Ελιά

1.1.1 Η σημασία και η εξάπλωση της καλλιέργειας της ελιάς

Η καλλιέργεια της ελιάς (*Olea europaea* L.) ανήκει στο γένος *Olea* της οικογένειας *Oleaceae*, είναι μία από τις πιο σημαντικές και ιστορικές γεωργικές δραστηριότητες, ιδιαίτερα στις χώρες της Μεσογείου, και έχει τεράστια σημασία τόσο οικονομικά όσο και πολιτισμικά (Βασιλακάκης 2016). Αποτελεί πηγή εισοδήματος για χιλιάδες γεωργούς, ιδίως σε αγροτικές περιοχές. Παράγει πολύτιμα προϊόντα όπως το ελαιόλαδο που είναι το πιο γνωστό και εξαγωγίμο προϊόν, επιτραπέζιες ελιές και παράγωγα όπως σαπούνη και καλλυντικά. Η ελαιοκαλλιέργεια συμβάλλει στην εθνική οικονομία μέσω εξαγωγών, ιδιαίτερα για χώρες όπως η Ελλάδα, η Ισπανία και η Ιταλία (Κυριτσάκης 2023). Παράλληλα, έχει υψηλή διατροφική σημασία, καθώς το ελαιόλαδο είναι βασικό στοιχείο της Μεσογειακής διατροφής, γνωστό για τα οφέλη του στην υγεία της καρδιάς, έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες και είναι πλούσιο σε μονοακόρεστα λιπαρά και πολυφαινόλες (Κουργιαλάς 2024). Η ελιά παίζει και περιβαλλοντικό ρόλο, διότι είναι ένα δέντρο ανθεκτικό στην ξηρασία, βοηθάει στη διατήρηση του εδάφους και στην αντιμετώπιση της διάβρωσης (Βασιλακάκης 2016), ενισχύει τη βιοποικιλότητα και φιλοξενεί πολλά είδη φυτών και ζώων. Επίσης, έχει ισχυρή πολιτιστική και ιστορική σημασία, καθώς αποτελεί σύμβολο ειρήνης, σοφίας και γονιμότητας. Έχει ισχυρή παρουσία σε μυθολογία, θρησκεία, τέχνη και λογοτεχνία. Στην Ελλάδα, η ελιά καλλιεργείται από την αρχαιότητα, με αναφορές που φτάνουν μέχρι τη Μινωική και Μυκηναϊκή εποχή.

Οι Μεσογειακές χώρες είναι η κύρια περιοχή της καλλιέργειας λόγω του κατάλληλου κλίματος (ξηρά καλοκαίρια, ήπιοι χειμώνες). Κυριότερες χώρες είναι η Ισπανία (πρώτη σε παραγωγή ελαιολάδου παγκοσμίως), η Ελλάδα, η Ιταλία, η Τουρκία, η Πορτογαλία, η Τυνησία και το Μαρόκο. Η Ελλάδα και η Ιταλία είναι γνωστές για την ποιότητα του ελαιολάδου και την παραδοσιακή καλλιέργεια (Βασιλακάκης 2016). Η καλλιέργειά της έχει επεκταθεί και σε άλλες περιοχές του κόσμου όπως οι ΗΠΑ (κυρίως Καλιφόρνια), Νότια Αμερική (Χιλή, Αργεντινή), Αυστραλία και Νότια Αφρική (Connor 2014). Σε αυτές τις περιοχές επιλέγονται ποικιλίες που προσαρμόζονται σε τοπικά κλίματα.

1.1.2 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις της καλλιέργειας

Η ελιά είναι φυτό που ευδοκίμει σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα, προσαρμόζεται σε ξηρά και θερμά καλοκαίρια και ήπιους υγρούς χειμώνες. Ιδανικές θερμοκρασίες είναι οι $15^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$, αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες (έως 40°C), αλλά είναι ευαίσθητη στο παγετό (Therios, 2009). Θερμοκρασίες κάτω από -7°C έως -10°C μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές (Connor 2014). Για την καλύτερη ανάπτυξή της, απαιτεί άφθονη ηλιοφάνεια, ενώ οι σκιερές περιοχές δεν ευνοούν την καλή καρποφορία. Οι ισχυροί άνεμοι, ειδικά κατά την ανθοφορία, μπορεί να προκαλέσουν ζημιά στα άνθη και στους καρπούς (Therios 2009). Είναι ανθεκτική στην ξηρασία, αλλά η επάρκεια σε νερό βοηθά στην αύξηση της παραγωγής (Βασιλακάκης 2016). Ετήσιες βροχοπτώσεις 500 – 800 mm είναι ικανοποιητικές (Therios 2009), αλλά χρειάζεται καλή κατανομή της βροχής, κυρίως το φθινόπωρο και την άνοιξη.

Όσον αφορά το έδαφος, η ελιά μπορεί να καλλιεργηθεί σε διάφορους τύπους εδαφών, αλλά προτιμά τα μέσης σύστασης (αμμώδη – πηλώδη), καλά στραγγιζόμενα εδάφη (Βασιλακάκης 2016). Δεν ευδοκίμει σε πολύ βαριά, αργιλώδη και υγρά εδάφη που κρατούν νερό. Το ιδανικό pH του εδάφους είναι μεταξύ 6 και 8 (ουδέτερο έως ελαφρώς αλκαλικό) και μπορεί να αντέξει και σε ασβεστώδη ή ελαφρώς όξινα εδάφη. Εδάφη με υψηλή αλατότητα συνιστάται να αποφεύγονται, αν και κάποιες ποικιλίες είναι μέτρια ανθεκτικές. Η οργανική ουσία είναι χρήσιμη για την αύξηση της γονιμότητας του εδάφους, ειδικά σε φτωχά και ξηρά εδάφη. Η κοπριά, το κομπόστ και τα οργανικά λιπάσματα βοηθούν στην αύξηση της παραγωγής.

1.1.3 Φυσιολογία της ελιάς

Η φυσιολογία της ελιάς αναφέρεται στις βασικές λειτουργίες του φυτού, δηλαδή πώς αναπτύσσεται, πώς "αναπνέει", πώς φωτοσυνθέτει, και πώς παράγει καρπούς (Therios 2009). Είναι πολυετές, αειθαλές δέντρο και μπορεί να ζήσει εκατοντάδες χρόνια. Βασική λειτουργία της ελιάς είναι η απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος (Κυριτσάκης 2023). Έχει ισχυρό ριζικό σύστημα (επιφανειακό αλλά και βαθύ) και αντέχει στην ξηρασία λόγω της ικανότητάς της να εκμεταλλεύεται υγρασία από μεγάλο βάθος. Η βλαστική ανάπτυξη λαμβάνει χώρα κυρίως σε δύο κυρίως περιόδους, την άνοιξη (Μάρτιο – Μάιο) και το φθινόπωρο (Σεπτέμβριο – Οκτώβριο) (Βασιλακάκης 2016).

Τα φύλλα της ελιάς είναι μικρά, στενά, δερματώδη, με χνούδι στην κάτω επιφάνεια, προσαρμοσμένα για περιορισμό απώλειας νερού (Μετζιδάκης 2021). Όπως όλα τα πράσινα φυτά, χρησιμοποιεί το φως του ήλιου για να παράγει ενέργεια (γλυκόζη) και

παράγει οξυγόνο και καταναλώνει διοξείδιο του άνθρακα (φωτοσύνθεση)(Βασιλακάκης 2016). Η μεταφορά νερού και θρεπτικών γίνεται μέσω του ξύλου, όπου ανεβαίνει νερό και θρεπτικά από τις ρίζες στα φύλλα, και μέσω του ηθμού όπου μεταφέρονται σάκχαρα από τα φύλλα προς τους καρπούς και τις ρίζες(Κυριτσάκης 2023). Τα άνθη είναι τέλεια (ερμαφρόδιτα) με αρσενικά και θηλυκά όργανα (Βασιλακάκης 2016). Η ανθοφορία ξεκινάει την άνοιξη (Απρίλιο – Μάιο) και η επικονίαση γίνεται συνήθως μέσω του ανέμου (ανεμόφιλη). Κάποιες ποικιλίες είναι αυτογόνιμες, ενώ άλλες χρειάζονται επικονιαστή. Ο ελαιόκαρπος είναι δρύπη, μικρός, πράσινος που γίνεται μελανός όταν ωριμάσει.

Η ελιά εμφανίζει παρενιαυτοφορία, δηλαδή τη μια χρονιά δίνει αυξημένη παραγωγή και την άλλη μειωμένη(Βασιλακάκης 2016). Ο καρπός σχηματίζεται αμέσως μετά την καρπόδεση. Η ανάπτυξη του καρπού περιλαμβάνει κυτταρικό πολλαπλασιασμό και επιμήκυνση. Η περιεκτικότητα του καρπού σε λάδι αυξάνεται καθώς ωριμάζει. Η ελιά πολλαπλασιάζεται με σπόρο αλλά κυρίως με φυλλοφόρα μοσχεύματα ή καταβολάδες (κλωνική αναπαραγωγή)(Νάνος 2021). Όσον αφορά τις ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία, το άζωτο (N)είναι κρίσιμο για την ανάπτυξη των βλαστών και την αναπαραγωγή, το κάλιο (K) σημαντικό για την καρπόδεση και τη ποιότητα του ελαιολάδου και το ασβέστιο(Ca), βόριο(B), μαγνήσιο(Mg) έχουν ρυθμιστικό ρόλο στην ανάπτυξη, την ανθοφορία και την καρποφορία(Therios 2009).

1.1.4 Φαινολογικά στάδια της ελιάς

Τα φαινολογικά στάδια της ελιάς αναφέρονται στις διαδοχικές φάσεις ανάπτυξης του φυτού μέσα στον ετήσιο κύκλο του από το λήθαργο έως την ωρίμανση του καρπού(Therios 2009). Είναι πολύ σημαντικά για το σωστό προγραμματισμό των καλλιεργητικών φροντίδων (λίπανση, άρδευση, φυτοπροστασία κ.λπ).Το πρώτο στάδιο είναι ο λήθαργος του φυτού (Δεκέμβριος – Φεβρουάριος), όπου το δέντρο εισέρχεται σε περίοδο σχετικής αδράνειας. Είναι περίοδος όπου γίνεται το κλάδεμα και η προετοιμασία για τη νέα καλλιεργητική περίοδο(Βασιλακάκης 2016).Από τον Μάρτιο μέχρι τον Απρίλιο ξεκινάει η βλαστική ανάπτυξη, όπου οι οφθαλμοί διογκώνονται και αρχίζουν να εκπύσσονται και να εμφανίζονται οι πρώτοι βλαστοί και τα φύλλα. Στο τρίτο στάδιο ξεκινάει ο σχηματισμός των ανθέων, χωρίς πλήρη άνθιση (Απρίλιο – Μάιο), το άνοιγμα των ανθέων διαρκεί συνήθως 1-2 εβδομάδες και είναι πολύ κρίσιμη περίοδος για τη γονιμοποίηση και τη καρπόδεση. Μετά την επιτυχή γονιμοποίηση, πραγματοποιείται η καρπόδεση, ενώ οι περισσότερες άγονες

ανθοταξίες πέφτουν (Μάιος – Ιούνιος)(Therios 2009).Στο επόμενο στάδιο (Ιούνιος – Αύγουστος), ο καρπός αναπτύσσεται και αυξάνεται σε μέγεθος, από μικρός πράσινος φτάνει στο μέγεθος της ποικιλίας και πραγματοποιείται και δεύτερη φυσική καρπόπτωση τον Ιούλιο. Από τον Σεπτέμβριο μέχρι το Δεκέμβριο, ο καρπός αλλάζει χρώμα από πράσινο σε μωβ – μαύρο (εξαρτάται από την ποικιλία), έχουμε δηλαδή την πλήρη ωρίμανσή του, αυξάνεται η περιεκτικότητα σε λάδι (σε ελαιοποιήσιμες ποικιλίες) και ακολουθεί η συγκομιδή του όπου πραγματοποιείται από το Νοέμβριο μέχρι το Δεκέμβριο(Νάνος 2021).

1.1.5 Τρόπος καρποφορίας της ελιάς

Ο τρόπος που καρποφορεί η ελιά είναι ένα πολύ βασικό θέμα, ειδικά για τους παραγωγούς, γιατί σχετίζεται με την παραγωγικότητα και την παρениαντοφορία(Therios 2009). Η ελιά καρποφορεί στους βλαστούς του προηγούμενου έτους, δηλαδή οι νέοι βλαστοί που εμφανίζονται φέτος, θα δώσουν καρπό την επόμενη χρονιά (Νάνος 2021). Τα άνθη εμφανίζονται σε ταξιανθίες οι οποίες σχηματίζουν 10-40 άνθη. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί είναι πλάγιοι και η ταξιανθία βγαίνει στη βάση των φύλλων των βλαστών της προηγούμενης χρονιάς. Τα άνθη της μπορεί να είναι τέλεια (ερμαφρόδιτα) δηλαδή έχουν και στήμονες και ύπερο και μπορούν να γονιμοποιηθούν, και μπορεί να είναι αρσενικά, να έχουν μόνο στήμονες (Βασιλακάκης 2016). Η αναλογία τους επηρεάζεται από τη θρέψη, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τη ποικιλία.

Η ελιά εμφανίζει παρениαντοφορία, δηλαδή κάνει μια χρονιά υψηλή παραγωγή και την επόμενη χαμηλή. Αυτό οφείλεται στο ότι η έντονη καρποφορία εξαντλεί το δέντρο και εμποδίζει τον σχηματισμό νέων ανθοφόρων οφθαλμών (Βασιλακάκης 2016). Άρα, λιγότερα άνθη την επόμενη χρονιά, άρα λιγότερους καρπούς. Για να τη ρυθμίσουμε, πρέπει να γίνει κατάλληλο κλάδεμα, δηλαδή να αφαιρέσουμε υπερβολικούς καρποφόρους βλαστούς για να διατηρηθεί η ισορροπία μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας (Κυριτσάκης 2023). Επίσης, χρειάζεται σωστή θρέψη (ιδιαίτερα με άζωτο), άρδευση (κυρίως στα στάδια της άνθισης, καρπόδεσης και ανάπτυξης του καρπού) και αραίωμα καρπών σε χρονιές πολύ παραγωγικές (Νάνος 2021).

Η καρποφορία της ελιάς είναι μια σύνθετη διαδικασία που εξαρτάται από τη σωστή γονιμοποίηση, τις καιρικές συνθήκες, την ηλικία του δέντρου και τη σωστή φροντίδα. Η διαδικασία της ανθοφορίας, της ανάπτυξης του καρπού και της ωρίμανσης είναι

κρίσιμες για την παραγωγή υψηλής ποιότητας ελαιόλαδου ή επιτραπέζιων ελιών (Κυριτσάκης 2023).

1.1.6 Στάδια ανάπτυξης ελαιοκάρπου

Τα στάδια ανάπτυξης του ελαιοκάρπου και η διαδικασία της ωρίμανσης και συγκομιδής είναι πολύ σημαντικά για τη σωστή διαχείριση (άρδευση, λίπανση, φυτοπροστασία) και για την επίτευξη καλής παραγωγής ελαιολάδου ή επιτραπέζιας ελιάς (Κυριτσάκης 2023).

Το πρώτο στάδιο είναι η καρπόδεση (Μάιος – Ιούνιος), όπου το άνθος γονιμοποιείται και ξεκινά να σχηματίζεται ο καρπός. Ο καρπός είναι ακόμα πολύ μικρός και πράσινος. Πολύ σημαντικό στάδιο για τη παραγωγή, διότι επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες, τη θρέψη και τα έντομα και μπορεί να προκαλέσει πτώση καρπών (Νάνος 2021). Στη συνέχεια, ακολουθεί το στάδιο της ταχείας ανάπτυξης (Ιούνιος – Ιούλιος) όπου ο καρπός μεγαλώνει σε μέγεθος απότομα, λόγω κυτταρικών διαιρέσεων, αλλά η περιεκτικότητα σε λάδι είναι ακόμα πολύ χαμηλή (Κυριτσάκης 2023). Σε αυτό το στάδιο έχουμε την πρώιμη διαφοροποίηση σάρκας και πυρήνα και είναι σημαντική περίοδος για άρδευση και θρέψη. Στο τρίτο στάδιο, ο καρπός συνεχίζει να αυξάνεται, τώρα κυρίως λόγω επιμήκυνσης των κυττάρων (Ιούλιος – Αύγουστος). Το ενδοκάρπιο (πυρήνας) ξυλοποιείται και ξεκινά η συσσώρευση ελαίου, κυρίως στο μεσοκάρπιο. Τον Αύγουστο έως τον Οκτώβριο, ο καρπός αυξάνεται σε βάρος καθώς και η περιεκτικότητα σε έλαιο. Το λάδι συσσωρεύεται κυρίως στη σάρκα του καρπού, αρχικά έχει υψηλή οξύτητα και σταδιακά βελτιώνεται (Κυριτσάκης 2023). Η περιεκτικότητα μπορεί να φτάσει και το 20-25% του νωπού βάρους. Η έναρξη της ωρίμανσης ξεκινάει τον Οκτώβριο, ο καρπός αλλάζει χρώμα από πράσινο σε μωβ έως μαύρο και έχουμε μέγιστη περιεκτικότητα σε λάδι και αρωματικές ενώσεις. Η ωρίμανση δεν είναι πάντα ομοιόμορφη σε όλα τα δέντρα ή καρπούς. Η σχέση του ώριμου χρώματος και της ποιότητας του λαδιού εξαρτάται από την ποικιλία και για το αν προορίζεται για επιτραπέζια ή ελαιοποιήσιμη (Κυριτσάκης 2023). Οι επιτραπέζιες ποικιλίες συχνά συγκομίζονται πιο πρώιμα (όταν είναι ακόμα πράσινες). Στο τελευταίο στάδιο έχουμε την πλήρη ωρίμανση του καρπού και τη συγκομιδή του (Νοέμβριος – Δεκέμβριος). Ο χρόνος συγκομιδής καθορίζεται ανάλογα με τη ποικιλία και το αν προορίζεται για λάδι ή επιτραπέζια χρήση. Σε πιο πρώιμη συγκομιδή έχουμε καλύτερη ποιότητα ελαιολάδου αλλά μικρότερη απόδοση. Η όψιμη συγκομιδή έχει μεγαλύτερη απόδοση αλλά πιθανή

υποβάθμιση της ποιότητας. Η συγκομιδή με το χέρι είναι η πιο παραδοσιακή μέθοδος και χρησιμοποιείται κυρίως για υψηλής ποιότητας ελαιόλαδο ή επιτραπέζιες ελιές(Βασιλακάκης 2016). Ο καρπός συλλέγεται προσεκτικά για να αποφευχθούν ζημιές. Η μηχανική συγκομιδή πραγματοποιείται με τη βοήθεια μηχανημάτων που χρησιμοποιούν δονήσεις ή χτυπήματα για να πέσουν οι καρποί από τα δέντρα (Λιάκος 2024). Αυτή η μέθοδος είναι ταχύτερη, αλλά μπορεί να προκαλέσει περισσότερη ζημιά στους καρπούς.

Η διαδικασία της ανάπτυξης, ωρίμανσης και συγκομιδής του ελαιόκαρπου είναι κρίσιμη για την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Η σωστή χρονική στιγμή για τη συγκομιδή και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται καθορίζουν την ποιότητα και τα χαρακτηριστικά του ελαιολάδου ή των επιτραπέζιων ελιών.

1.2 Καλλιεργητικές εργασίες σε έναν ελαιώνα

Οι καλλιεργητικές εργασίες σε έναν ελαιώνα είναι απαραίτητες για τη διατήρηση της υγείας των δέντρων, την εξασφάλιση καλής παραγωγής και της ποιότητας του ελαιολάδου. Οι εργασίες αυτές διαφέρουν ανάλογα με την εποχή και την ηλικία του ελαιώνα.

Κλάδεμα

Το κλάδεμα της ελιάς είναι μια βασική καλλιεργητική εργασία για τη σωστή ανάπτυξη και παραγωγή του δέντρου. Πραγματοποιείται την περίοδο από το τέλος χειμώνα μέχρι αρχές άνοιξης (Φεβρουάριο – Μάρτιο), μετά το τέλος του παγετού (Βασιλακάκης 2016). Πρέπει να αποφεύγεται το κλάδεμα τις πολύ ζεστές ημέρες (καλοκαίρι) ή την περίοδο της ανθοφορίας-καρποφορίας και πριν από παγετούς(Κυριτσάκης 2023). Υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη κλαδέματος, ανάλογα με την ηλικία του δέντρου και το σκοπό που εξυπηρετεί:

- **Κλάδεμα διαμόρφωσης**, το οποίο πραγματοποιείται τα πρώτα 3-4 χρόνια με σκοπό να διαμορφώσει το σχήμα του νεαρού δέντρου (κύπελλο ή σχήμα χαμηλού κορμού). Συνήθως επιλέγουμε ένα κεντρικό κορμό και 3-4 βασικούς βραχίονες(Βασιλακάκης 2016).

- **Κλάδεμα καρποφορίας**, το οποίο πραγματοποιείται κάθε 1-2 χρόνια, ανάλογα με την ποικιλία και τη ζωηρότητα του δέντρου με σκοπό τη διατήρηση ισορροπίας μεταξύ βλάστησης και παραγωγής. Αφαιρούνται παλιοί, λαίμαργοι ή πολύ πυκνοί βλαστοί για τον καλό αερισμό και φωτισμό του δέντρου(Βασιλακάκης 2016).
- **Κλάδεμα ανανέωσης**, το οποίο γίνεται σε γερασμένα ή εγκαταλελειμμένα δέντρα με σκοπό την ανανέωση του ξύλου και να επανέλθει η παραγωγή στο δέντρο. Το κλάδεμα είναι πιο "βαρύ", με τη κοπή παλιών κορμών για να αναγεννηθεί νέα βλάστηση(Νάνος 2021).

Κατά τη διάρκεια του κλαδέματος, πρέπει να χρησιμοποιούνται κοφτερά και καθαρά εργαλεία, να αφαιρούνται ξεροί, αδύναμοι και ασθενικοί βλαστοί, να αποφεύγεται το υπερβολικό κλάδεμα σε μία χρονιά για να μην εξαντληθεί το δέντρο, να διατηρείται το δέντρο ανοιχτό σε σχήμα κύπελλο για αερισμό και φως και να απολυμαίνονται τα εργαλεία κλαδέματος μετά από κάθε δέντρο για αποφυγή μετάδοσης ασθενειών(Βασιλακάκης 2016).

Λίπανση

Η λίπανση της ελιάς είναι εξίσου σημαντική με το κλάδεμα, διότι εξασφαλίζει τη σωστή ανάπτυξη του δέντρου και την παραγωγή καλής ποιότητας και ποσότητας καρπού (Κυριτσάκης 2023).Ανάλογα με το έδαφος, την ηλικία του δέντρου και τη χρονιά (παραγωγική ή όχι), η λίπανση μπορεί να διαφέρει. Στην ελιά η λίπανση πραγματοποιείται την άνοιξη (Μάρτιος – Απρίλιος), όπου γίνεται η κύρια λίπανση με άζωτο, φώσφορο και κάλιο πριν από την άνθιση, το καλοκαίρι (Ιούλιος – Αύγουστος) γίνεται συμπληρωματικά, κυρίως με κάλιο και ιχνοστοιχεία (π.χ. βόριο) και το φθινόπωρο (Οκτώβριος – Νοέμβριος) αν χρειαστεί να ενισχύσουμε το δέντρο μετά τη συγκομιδή(Κυριτσάκης 2023).

Τα βασικά θρεπτικά στοιχεία για την ελιά είναι το άζωτο (N) που βοηθάει στην ανάπτυξη φύλλων και βλαστών και είναι απαραίτητο ειδικά την άνοιξη(Κυριτσάκης 2023). Μεγάλη προσοχή χρειάζεται στο υπερβολικό άζωτο, γιατί θα έχουμε υπερβολική βλάστηση και λιγότερη καρποφορία(Νάνος 2021). Ο φώσφορος (P) βοηθάει στην ανθοφορία και στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και είναι απαραίτητος κυρίως στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και στη μεταφύτευση. Το κάλιο (K)είναι σημαντικό για το μέγεθος και τη ποιότητα του καρπού και ενισχύει την ανθεκτικότητα στις ασθένειες, το κρύο και τη ξηρασία(Νάνος 2021). Τέλος, τα

στοιχεία ασβέστιο, μαγνήσιο και βόριο παίζουν υποστηρικτικό ρόλο και ιδιαίτερα το βόριο που είναι πολύ σημαντικό για την ανθοφορία και την καρπόδεση και συχνά χορηγείται με διαφυλλικό ψεκασμό(Βασιλακάκης 2016). Οι τύποι λιπασμάτων που εφαρμόζονται μπορεί να είναι οργανικά (κοπριά, κομπόστ, φυτικά υπολείμματα), τα οποία βελτιώνουν και τη δομή του εδάφους, ανόργανα χημικά λιπάσματα (άζωτο, φώσφορο, κάλιο), τα οποία είναι πιο άμεσα διαθέσιμα, αλλά χρειάζεται σωστή δοσολογία, και διαφυλλικά λιπάσματα ιδανικά για διορθώσεις ελλείψεων.

Ένα ελαιόδεντρο που βρίσκεται σε παραγωγή χρειάζεται περίπου 0,5 – 1kgαζωτούχου λίπασμα, ανάλογα με την ηλικία του δέντρου (Νάνος 2021). Η λίπανση γίνεται πολύ πιο στοχευμένα, αν έχει προηγηθεί ανάλυση του εδάφους και φυλοδιαγνωστική. Στα νεαρά δέντρα χορηγούνται μικρότερες ποσότητες, περίπου 100-200g. Οι αρδευόμενες ελιές έχουν διαφορετικές ανάγκες από τις ξηρικές. Το πότισμα μετά τη λίπανση βοηθά στη διάλυση και απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων(Κυριτσάκης 2023).

Άρδευση

Η άρδευση της ελιάς είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για την παραγωγή και την υγεία του δέντρου, ειδικά με τις αυξανόμενες θερμοκρασίες και τις περιόδους ξηρασίας. Παρόλο που η ελιά θεωρείται ανθεκτική στην ξηρασία, η σωστή και στοχευμένη άρδευση μπορεί να διπλασιάσει τη παραγωγή και να δώσει καλή ποιότητα ελαιολάδου (Νάνος 2021). Γενικά, η ελιά έχει τρία βασικά στάδια με ανάγκη σε νερό. Το πρώτο στάδιο είναι στην άνθιση- καρπόδεση (Απρίλιος – Μάιος), το οποίο είναι πολύ κρίσιμο και επηρεάζει την ποσότητα της ανθοφορίας και ακόμα και μια ελαφριά ξηρασία μπορεί να μειώσει δραματικά την παραγωγή. Το δεύτερο στάδιο είναι στην ανάπτυξη του καρπού (Ιούνιος – Ιούλιος) , όπου χρειάζεται αρκετό νερό ο καρπός για να μεγαλώσει σωστά και το τρίτο στάδιο είναι στην ωρίμανση (Αύγουστος – Σεπτέμβριος) διότι προσφέρει καλύτερο μέγεθος καρπού και αυξάνει τη περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο(Κυριτσάκης 2023).

Η ελιά χρειάζεται άρδευση το καλοκαίρι, κάθε 7-10 μέρες σε εδάφη που συγκρατούν νερό και κάθε 4-5 μέρες σε αμμώδη και ξηρά εδάφη(Κυριτσάκης 2023). Κάθε δέντρο χρειάζεται περίπου 60-100 λίτρα νερού σε κάθε πότισμα, ανάλογα με την ηλικία. Την άνοιξη και το φθινόπωρο η άρδευση γίνεται πιο αραιά ανάλογα με τις βροχοπτώσεις. Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι άρδευσης όπως η στάγδην άρδευση, η άρδευση με αυλάκια ή καταιονισμό, η άρδευση με ατομικά μπεκ και η υπόγεια άρδευση με

σταγόνες (Νάνος 2021). Η στάγδην άρδευση είναι η πιο αποδοτική και διαδεδομένη μέθοδος, με μικρή απώλεια νερού και αποτελεσματικότητα χρήσης που είναι συνήθως πάνω από 90% και μπορεί να συνδυαστεί με υδρολίπανση(Κυριτσάκης 2023). Η άρδευση με αυλάκια ή καταιονισμό έχει μεγάλες απώλειες σε νερό, δεν είναι τόσο αποδοτική και έχει αποτελεσματικότητα έως 70%(Νάνος 2021). Το πότισμα πρέπει να γίνεται νωρίς το πρωί ή αργά το απόγευμα για αποφυγή της εξάτμισης του νερού.

Διαχείριση ζιζανίων

Η διαχείριση των ζιζανίων στην καλλιέργεια της ελιάς είναι σημαντική για την υγεία των δέντρων, τη μείωση του ανταγωνισμού για νερό και θρεπτικά στοιχεία, την απόδοση και την ευκολία της συγκομιδής. Μία μέθοδος διαχείρισης είναι με μηχανικά μέσα, όπως χρήση καλλιεργητών, φρέζας ή χορτοκοπτικών για απομάκρυνση των ζιζανίων μεταξύ των γραμμών ή κοντά στο κορμό και βελτίωση του εδάφους (Νάνος 2021). Μία άλλη στρατηγική είναι η εδαφοκάλυψη, με τη χρήση οργανικών υλικών (άχυρο, φύλλα, κλαδευτικά) για παρεμπόδιση ανάπτυξης των ζιζανίων και διατήρηση της υγρασίας στο έδαφος(Βασιλακάκης 2016). Και με απομάκρυνση με το χέρι ειδικά κοντά στο κορμό, όπου οι μηχανικές λύσεις μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς.

Μία άλλη μέθοδος διαχείρισης είναι με χημικά μέσα χρησιμοποιώντας ζιζανιοκτόνα, προφυτρωτικά τα οποία εφαρμόζονται πριν την εμφάνιση των ζιζανίων και μεταφυτρωτικά τα οποία χρησιμοποιούνται όταν τα ζιζάνια έχουν ήδη φυτρώσει (Βασιλακάκης 2016). Συνήθως εφαρμόζονται σε λωρίδες κατά μήκος των γραμμών φύτευσης και όχι σε όλο το χωράφι και χρειάζεται προσοχή για αποφυγή φυτοτοξικότητας και μόλυνση του εδάφους και των υπόγειων υδάτων. Μερικά παραδείγματα ζιζανιοκτόνων είναι το glyphosate (Roundup), oxyfluorfen(προφυτρωτικό, Magma 24), fluazifop-P-butyl (FysiladeMax,μεταφυτρωτικό)και άλλα (Νάνος 2021).

Η καταπολέμηση των ζιζανίων μπορεί να γίνει και με βιολογικά μέσα, με τη σπορά εδαφοκαλυπτικών φυτών (π.χ. ψυχανθή) τα οποία ανταγωνίζονται τα ζιζάνια και εμπλουτίζουν το έδαφος. Επίσης, χρησιμοποιούνται αιθέρια έλαια ή φυσικά εκχυλίσματα, τα οποία έχουν ακόμα περιορισμένη εφαρμογή για έλεγχο επιφανειακών ζιζανίων(Βασιλακάκης 2016).

Ο συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων είναι πιο αποτελεσματικός, διότι εφαρμόζεται ανάλογα με την εποχή, τις ανάγκες του αγρού και το είδος των ζιζανίων. Στόχος είναι η μείωση του κόστους, ο περιορισμός της χημικής παρέμβασης για προστασία του περιβάλλοντος και η διατήρηση της παραγωγικότητας του ελαιώνα για πολλά χρόνια.

Διαχείριση εχθρών και ασθενειών

Κύριοι εχθροί της ελιάς οι οποίοι προσβάλλουν τη καλλιέργεια στα διάφορα στάδια είναι :

- **Δάκος της ελιάς (*Bactrocera oleae*)**, όπου η ζημιά είναι τρύπες στους καρπούς και πτώση τους, προκαλώντας υποβάθμιση ποιότητας και δευτερογενείς προσβολές. Η αντιμετώπιση γίνεται με παγίδες (McPhail ή ελκυστικά με πρωτεΐνη), ψεκασμούς κάλυψης ή δολωματικούς με εντομοκτόνα (π.χ. spinosad, deltamethrin) και με βιολογικά μέσα με τη χρήση του βακτηρίου *Bacillus thuringiensis* (Τζανακάκης 2003).
- **Πυρηνотρήτης (*Pray soleae*)**, όπου η ζημιά γίνεται στα φύλλα, άνθη και στους καρπούς σε 3 γενεές. Η αντιμετώπιση γίνεται με φερομονικές παγίδες, ψεκασμούς στην κατάλληλη φάση (ανθοφορία) και με φυσικούς εχθρούς (παρασιτοειδή)(Ναβροζίδης 2012).
- **Κοκκοειδή (*Saissetia oleae*)**, τα οποία εξασθενούν τα δέντρα και ευνοούν την εμφάνιση καπνιάς. Η αντιμετώπιση γίνεται με χρήση φυσικών εχθρών (*Metaphycusspp.*, *Coccophagusspp.*), κλάδεμα για καλύτερο αερισμό και καλοκαιρινοί ψεκασμοί με θερινά λάδια ή φυτικά σκευάσματα (Ναβροζίδης 2012, Τζανακάκης 2003).

Οι σημαντικότερες ασθένειες που μολύνουν την καλλιέργεια της ελιάς είναι:

- **Βερτισιλλίωση (*Verticillium dahliae*)**, τα συμπτώματα είναι ξήρανση κλάδων και μάρανση φύλλων και κλαδίσκων (σύνδρομο της ημιπληγίας). Η αντιμετώπιση του μύκητα γίνεται με χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, αποφυγή φύτευσης κοντά σε ευπαθή φυτά (π.χ. βαμβάκι), ηλιοαπολύμανση του εδάφους και απολύμανση των κλαδευτικών εργαλείων (Παναγόπουλος 2007).
- **Κυκλοκόνιο (*Spilocaea oleaginea*)**, με χαρακτηριστικά συμπτώματα στα φύλλα την άνοιξη, εμφανίζονται κυκλικές κηλίδες μαύρες-γκριζοπράσινες και

αποτέλεσμα της προσβολής είναι η έντονη φυλλόπτωση(Παναγόπουλος 2007). Η αντιμετώπιση γίνεται με φθινοπωρινούς ψεκασμούς με χαλκούχα σκευάσματα (βορδιγάλειος πολτός, οξυχλωριούχος χαλκός) ή με άλλα μυκητοκτόνα (τριαζόλες, στρομπιλουρίνες)(Βασιλακάκης 2016, Παναγόπουλος 2007). Επίσης, πρέπει να γίνεται καλός αερισμός της κόμης με σωστό κλάδεμα.

- **Καρκίνωση ή φυματίωση της ελιάς (*Pseudomonas savastanoi*)**, εμφανίζονται όγκοι σε κλαδιά και βραχίονες καθώς και σε άλλα όργανα (φύλλα, ρίζες και σπάνια στους καρπούς)(Παναγόπουλος 2007). Ένα άλλο σύμπτωμα είναι η εμφάνιση καστανόχρωμων κηλίδων στους καρπούς γύρω από τα φακίδια. Η αντιμετώπιση του καρκίνου γίνεται με ψεκασμούς με χαλκούχα μετά από παγετό ή χαλάζι, με αφαίρεση και καύση των προσβεβλημένων κλάδων, αποφυγή κλαδέματος κατά την διάρκεια βροχερού καιρού, απολύμανση εργαλείων κατά το κλάδεμα και χρησιμοποίηση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού (Παναγόπουλος 2007).
- **Γλοιοσπόριο ή Ανθράκωση (*Colletotrichum acutatum*)**, τα συμπτώματα εμφανίζονται κυρίως στους καρπούς και στα άνθη και λιγότερο στα φύλλα και κλαδίσκους μέχρι 3 ετών. Στους ώριμους καρπούς εμφανίζεται καφέ σήψη, πάνω στην οποία εμφανίζεται πολυστιγμία (Παναγόπουλος 2007). Από την προσβολή οι καρποί πέφτουν ή μумιοποιούνται λόγω της σήψης(Παναγόπουλος 2007). Τα προσβεβλημένα άνθη μεταχρωματίζονται καστανά και πέφτουν. Η αντιμετώπιση γίνεται με προληπτικούς ψεκασμούς με χαλκό το φθινόπωρο με την έναρξη των πρώτων βροχών, στην έναρξη της άνθισης και στην πρώτη ανάπτυξη του καρπού (Βασιλακάκης 2016, Παναγόπουλος 2007). Επίσης, το κλάδεμα συμβάλλει στην αντιμετώπιση της ασθένειας διότι αυξάνει τον αερισμό του δέντρου και μειώνει την υγρασία στην κόμη.

Μια ολοκληρωμένη φυτοπροστασία πρέπει να βασίζεται σε κάποιες στρατηγικές οι οποίες είναι η παρακολούθηση των πληθυσμών (παγίδες, δειγματοληψίες), στοχευμένες παρεμβάσεις μόνο όταν χρειάζεται, προληπτικά μέτρα όπως κλάδεμα, καθαρισμός κλαδιών, καταστροφή προσβεβλημένων καρπών, χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, η εναλλαγή φυτοπροστατευτικών για αποφυγή φυτοτοξικότητας και η χρήση χημικών σκευασμάτων ως τελευταία λύση και πάντα στοχευμένα (Κυριτσάκης 2023, Παναγόπουλος 2007)

1.3 Θρέψη της ελιάς

Η θρέψη της ελιάς είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη, την καρποφορία και την ποιότητα του τελικού προϊόντος, είτε πρόκειται για ελαιόλαδο είτε για επιτραπέζιες ελιές (Κυριτσάκης 2023). Η σωστή διαχείριση των θρεπτικών στοιχείων σε έναν ελαιώνα επηρεάζει άμεσα την παραγωγή και την ποιότητα των καρπών. Τα θρεπτικά στοιχεία είναι ουσίες που απαιτούνται από τα φυτά για την ανάπτυξή τους και την παραγωγή των καρπών τους, και η επάρκειά τους είναι σημαντική για την ομαλή λειτουργία των βιολογικών διαδικασιών του φυτού (Βασιλακάκης 2016).

1.3.1 Ο ρόλος των θρεπτικών στοιχείων για την Ελιά

Τα θρεπτικά στοιχεία παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη και παραγωγή της ελιάς. Αυτά συμβάλλουν στην ανάπτυξη των ριζών, στην παραγωγή νέων φύλλων και βλαστών, στη φωτοσύνθεση, καθώς και στη σύνθεση του ελαιολάδου και των καρπών (Βασιλακάκης 2016). Κάθε θρεπτικό στοιχείο έχει συγκεκριμένη λειτουργία και συμβάλλει με διαφορετικό τρόπο:

- **Αζωτο (N):** Βασικό για την ανάπτυξη νέων βλαστών και φύλλων και ενισχύει τη φωτοσύνθεση. Επηρεάζει άμεσα τη παραγωγή και το μέγεθος των καρπών. Η έλλειψή του οδηγεί σε κιτρίνισμα των φύλλων και περιορισμένη ανάπτυξη, ενώ σε υπερβολική ποσότητα μπορεί να μειώσει τη καρποφορία (Provenzano, et al. 2013).
- **Φώσφορος (P):** Συμβάλλει στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, στην αποθήκευση ενέργειας και στην ανάπτυξη των ανθέων και των καρπών. Η έλλειψη φωσφόρου μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη καρποφορία (Erel 2008).
- **Κάλιο (K):** Κρίσιμο για τη διαχείριση του νερού και την ανάπτυξη και ποιότητα των καρπών. Βοηθά στην αντοχή σε ξηρασία και ασθένειες. Έλλειψη καλίου μειώνει τη ποιότητα και το μέγεθος του ελαιοκάρπου (Restrepo-Díaz 2008).
- **Ασβέστιο (Ca):** Βοηθά στην ανάπτυξη των κυτταρικών τοιχωμάτων και στη μεταφορά θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα προς τα φύλλα και τους καρπούς. Συμβάλλει στην ποιότητα των καρπών και στην ανάπτυξη των ριζών.

- **Μαγνήσιο (Mg):** βασικό συστατικό της χλωροφύλλης και είναι απαραίτητο για τη φωτοσύνθεση. Επηρεάζει την απόδοση και την ποιότητα του ελαιολάδου. Η έλλειψή του προκαλεί κιτρίνισμα ανάμεσα στα νεύρα των φύλλων.
- **Θείο (S):** Σημαντικό για τη σύνθεση των πρωτεϊνών και των αμινοξέων. Βοηθά στην ενίσχυση του αρώματος και της ποιότητας του ελαιολάδου.
- **Σίδηρος (Fe):** Βοηθά στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης και είναι απαραίτητος για την παραγωγή χλωροφύλλης και τη μεταφορά ενέργειας. Η έλλειψή του προκαλεί χλώρωση(κιτρίνισμα των φύλλων).
- **Βόριο(B):** είναι απαραίτητο για την ανθοφορία και τη καρπόδεση και σε έλλειψή του μπορεί να προκαλέσει αποτυχία στην καρπόδεση (Perica 2001).
- **Ψευδάργυρος (Zn), Χαλκός(Cu),Μαγγάνιο(Mn):** συμμετέχουν σε μεταβολικές διεργασίες και ενζυμικές λειτουργίες.

1.3.2Εισροές – Εκροές Θρεπτικών Στοιχείων από Έναν Ελαιώνα

Εισροές Θρεπτικών Στοιχείων:

Η κύρια πηγή των θρεπτικών στοιχείων για τα ελαιόδεντρα είναι το έδαφος και η προσθήκη λιπασμάτων:

- **Φυσικές Εισροές:** Εισροές από το έδαφος που περιλαμβάνουν τα θρεπτικά συστατικά που περιέχονται στο έδαφος και στη βροχή (Νάνος 2021)(π.χ. αρδευτικό νερό εμπλουτισμένο με μέταλλα, ατμοσφαιρικές αποθέσεις, αζωτοδέσμευση).
- **Χημικές Εισροές:** Η προσθήκη λιπασμάτων (οργανικών ή ανόργανων) για την ενίσχυση της θρέψης του φυτού(N,P,K,Ca,Mg,B,S,κοπριά, κομπόστ, φυτικά υπολείμματα όπως φύλλα, κλαδευτικά, ελαιοπυρήνας).

Εκροές Θρεπτικών Στοιχείων:

- **Απορρόφηση από το φυτό:** Τα θρεπτικά στοιχεία απορροφώνται από τις ρίζες και μεταφέρονται στα υπόλοιπα μέρη του φυτού (Νάνος 2021)(N,P,K,B,Ca).
- **Απώλειες από το έδαφος:** Θρεπτικά στοιχεία μπορεί να απομακρυνθούν με τη βροχή ή τον άνεμο ή να διαρρεύσουν μέσω της αποστράγγισης του εδάφους(κυρίως N,K,B,Ca).

- **Απομάκρυνση με τη συγκομιδή:** Κατά τη συγκομιδή των καρπών, ένα μέρος των θρεπτικών στοιχείων απομακρύνεται από τον ελαιώνα και πρέπει να αναπληρωθεί μέσω λιπάνσεων(κυρίως N,P,K,B).

Για την καλή διαχείριση της λίπανσης ενός ελαιώνα, είναι απαραίτητο να γίνεται εδαφολογική και φυλλοδιαγνωστική ανάλυση ώστε να προσαρμόζονται οι εισροές στις πραγματικές ανάγκες και απώλειες(Νάνος 2021).

1.3.3 Απαιτήσεις της Ελιάς σε Θρεπτικά Στοιχεία

Οι απαιτήσεις της ελιάς σε θρεπτικά στοιχεία διαφέρουν ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης, τις καιρικές συνθήκες, το έδαφος και τη ποικιλία της ελιάς. Στο σύνολό τους, τα ελαιόδεντρα έχουν μεγαλύτερες ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας και καρποφορίας, καθώς και κατά την ανάπτυξη των καρπών(Κυριτσάκης 2023).

- **Άζωτο (N):** Οι απαιτήσεις σε άζωτο είναι υψηλότερες στην αρχή της ανάπτυξης και σε περιόδους αυξημένης ανάπτυξης των φύλλων και της βλαστικής ανάπτυξης(Νάνος 2021)(εφαρμόζονται 5-12 kg/στρέμμα/έτος).
- **Φώσφορος (P):** Οι ανάγκες σε φώσφορο είναι αυξημένες κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας και της αρχικής ανάπτυξης των καρπών(Νάνος 2021)(εφαρμόζονται 1-3 kg/στρέμμα/έτος).
- **Κάλιο (K):** Το κάλιο είναι κρίσιμο κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των καρπών και της ανάπτυξης τους, καθώς είναι απαραίτητο για την ισχυρή ανάπτυξη των καρπών και τη διατήρηση της ποιότητας του ελαιολάδου(Restrepo-Díaz 2008)(εφαρμόζονται 8-15kg/στρέμμα/έτος).
- **Μαγνήσιο (Mg):** Η επάρκεια μαγνησίου είναι σημαντική για την ενεργοποίηση της φωτοσύνθεσης και τη σύνθεση του ελαιολάδου(εφαρμόζονται 2-5kg/στρέμμα/έτος).
- **Ασβέστιο(Ca):** είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και στην ανάπτυξη των κυτταρικών τοιχωμάτων(εφαρμόζονται 4-10kg/στρέμμα/έτος).
- **Θείο(S):** σημαντικό για τη σύνθεση των πρωτεϊνών και των ενζύμων(εφαρμόζονται 1-3kg/στρέμμα/έτος).

- **Βόριο(B):**είναι κρίσιμο για την ανθοφορία και τη καρπόδεση(Νάνος 2021)(εφαρμόζονται 250-300g/ δέντρο).
- **Σίδηρος(Fe):** είναι αναγκαίος για τη σύνθεση της χλωροφύλλης(εφαρμόζονται 20-40g/δέντρο).

Κρίσιμα Στάδια για Απαιτήσεις σε Θρεπτικά Στοιχεία

Τα κρίσιμα στάδια για την απαίτηση σε θρεπτικά στοιχεία περιλαμβάνουν:

- **Ανθοφορία:** Το στάδιο της ανθοφορίας είναι σημαντικό για τη θρέψη, καθώς απαιτεί υψηλή ποσότητα φωσφόρου και καλίου για τη δημιουργία υγιών ανθών και τη μετέπειτα καρποφορία(Erel etal. 2008)(σημαντικά στοιχεία άζωτο, κάλιο, βόριο, φώσφορος).
- **Ανάπτυξη και Ωρίμανση Καρπού:** Η καρποφορία και η ωρίμανση των καρπών απαιτούν υψηλές ποσότητες καλίου, μαγνησίου και αζώτου. Το κάλιο, σε αυτήν τη φάση, βοηθά στη συγκέντρωση του ελαίου στους καρπούς (Erel etal. 2008)(σημαντικά στοιχεία άζωτο, κάλιο, μαγνήσιο, ασβέστιο).
- **Αναγέννηση Φύλλων και Βλαστική Ανάπτυξη:** Η βλαστική ανάπτυξη απαιτεί άζωτο για την αύξηση της φυλλώματος και την ενίσχυση της φωτοσύνθεσης(Fernandez-Escobar etal 2009)(σημαντικά στοιχεία άζωτο, φώσφορος, μαγνήσιο).

1.4 Μέθοδοι λίπανσης

Η σωστή λίπανση είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της υγείας των ελαιόδεντρων και την αύξηση της απόδοσης της παραγωγής ελαιολάδου ή επιτραπέζιων ελιών(Βασιλακάκης 2016). Υπάρχουν διάφοροι τρόποι και μέθοδοι λίπανσης που μπορεί να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με τις ανάγκες του ελαιώνα, το έδαφος, και τις κλιματικές συνθήκες.

α) Βασική λίπανση: γίνεται συνήθως το φθινόπωρο ή τον χειμώνα. Περιλαμβάνει κυρίως άζωτο, φώσφορο και κάλιο. Εφαρμόζεται στο έδαφος γύρω από το κορμό του δέντρου και μπορεί να είναι κοκκώδης ή υγρή λίπανση με διαλύματα.

β) Επιφανειακή λίπανση: είναι συμπληρωματική της βασικής και συνήθως γίνεται την άνοιξη με άζωτο για ενίσχυση της βλάστησης και της καρπόδεσης.

γ) Διαφυλλική λίπανση: εφαρμόζεται απευθείας στα φύλλα με ψεκασμό, γίνεται όταν υπάρχουν ελλείψεις ιχνοστοιχείων(π.χ. βόριο) και έχει γρήγορη απορρόφηση αλλά μικρή διάρκεια δράσης.

δ) Υδρολίπανση (λίπανση μέσω του αρδευτικού νερού):γίνεται συνδυασμός άρδευσης και παροχής λιπασμάτων. Είναι μία πολύ αποδοτική μέθοδος, ειδικά σε αρδευόμενους ελαιώνες και επιτρέπει καλύτερο έλεγχο και εξοικονόμηση λιπάσματος(Βασιλακάκης 2016).

ε) Οργανική λίπανση: περιλαμβάνει κοπριά, κομπόστ, φυτικά υπολείμματα ή άλλες φυσικές πηγές οργανικής ύλης. Με την οργανική λίπανση βελτιώνεται η δομή του εδάφους, η μικροβιακή δραστηριότητα και διατηρείται η υγρασία στο έδαφος.

Επομένως, η λίπανση είναι κρίσιμη για την αποδοτική και υγιή καλλιέργεια της ελιάς. Η σωστή επιλογή λιπάσματος, η κατάλληλη μέθοδος εφαρμογής και η παρακολούθηση της θρέψης του ελαιώνα αποτελούν τα βασικά στοιχεία για την επιτυχημένη καλλιέργεια, τη μέγιστη παραγωγή και τη βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος(Κυριτσάκης 2023).

1.5 Ορθολογική λίπανση ελιάς

Η ορθολογική λίπανση της ελιάς αφορά τη σωστή και αποτελεσματική διαχείριση της θρέψης του φυτού με στόχο την εξασφάλιση υψηλής παραγωγής και καλής ποιότητας καρπού, ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζεται η βιωσιμότητα του εδάφους και η προστασία του περιβάλλοντος(Βασιλακάκης 2016). Αυτή η προσέγγιση εστιάζει στην εφαρμογή της σωστής ποσότητας και είδους λιπάσματος, στον κατάλληλο χρόνο με το κατάλληλο τρόπο για να καλύψει τις ανάγκες του φυτού με τον πιο αποδοτικό και οικολογικά βιώσιμο τρόπο(Fernandez-Escobar, et al 2009).Η ορθολογική λίπανση βασίζεται σε κάποιες βασικές αρχές οι οποίες είναι:

α) Ανάλυση εδάφους και φύλλων: εδαφολογική ανάλυση να γίνεται κάθε 3-4 χρόνια για τον προσδιορισμό των αποθεμάτων θρεπτικών. Φυλλοδιαγνωστική πρέπει να γίνεται κάθε 1-2 χρόνια (Ιούλιος-Αύγουστος) για ανίχνευση ελλείψεων πριν εμφανιστούν συμπτώματα(Fernandez-Escobar, et al 2009).

β) Εκτίμηση των αναγκών της καλλιέργειας: οι ανάγκες της καλλιέργειας εξαρτώνται από την ηλικία και το μέγεθος των δέντρων, το δυναμικό παραγωγής, το είδος του εδάφους (π.χ. αμμώδες, αργιλώδες),τις κλιματικές συνθήκες και την ύπαρξη άρδευσης ή όχι (Βασιλακάκης 2016).

γ) Επιλογή κατάλληλων λιπασμάτων: το άζωτο(N) είναι απαραίτητο για τη βλάστηση και τη παραγωγή και εφαρμόζεται κυρίως άνοιξη, ο φώσφορος(P) που είναι σημαντικός για την άνθηση και το ριζικό σύστημα και εφαρμόζεται το φθινόπωρο ή χειμώνα, το κάλιο(K) που είναι απαραίτητο για το μέγεθος του καρπού και τη ποιότητα και εφαρμόζεται από το καλοκαίρι μέχρι και φθινόπωρο τα ιχνοστοιχεία βόριο(B), ψευδάργυρος(Zn), μαγνήσιο(Mg) σε μικρές ποσότητες είναι απαραίτητα (Κυριτσάκης 2023).

δ) Μέθοδοι εφαρμογής: στο έδαφος(βασική), διαφυλλικά ή με υδρολίπανση.

ε) Αποφυγή μεγάλης ποσότητας λιπάσματος: η υπερβολική λίπανση οδηγεί σε μείωση της παραγωγής, υπερβολική βλάστηση εις βάρος της καρποφορίας, ρύπανση του εδάφους και υπόγειων νερών (Βασιλακάκης 2016).

Η ορθολογική λίπανση της ελιάς είναι μια συστηματική προσέγγιση που περιλαμβάνει την ακρίβεια στην εφαρμογή θρεπτικών στοιχείων και την προσαρμογή τους στις ανάγκες του φυτού και του εδάφους, προκειμένου να εξασφαλιστεί υψηλή απόδοση και ποιότητα (Baccouri et al. 2008). Αυτή η μέθοδος προστατεύει το περιβάλλον, μειώνει τις δαπάνες και συμβάλλει στη βιωσιμότητα της καλλιέργειας.

1.6 Άρδευση της ελιάς

Η άρδευση της ελιάς είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της παραγωγικότητας και της ποιότητας της ελιάς, ιδιαίτερα σε περιοχές με περιορισμένη βροχόπτωση ή κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων (Χαρτζουλάκης 2024). Η ελιά αν και είναι ανθεκτική στη ξηρασία, η επαρκής και σωστά προγραμματισμένη άρδευση μπορεί να αυξήσει σημαντικά τη παραγωγή και την ποιότητα των καρπών (Βασιλακάκης 2016).

Η ελιά έχει σχετικά μέτριες ανάγκες σε νερό, αλλά η έλλειψη επαρκούς υγρασίας μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη ανάπτυξη, καρποφορία και ποιότητα του καρπού(Martínez-González et al.2017). Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις ανάγκες άρδευσης είναι:

- **Η ηλικία του δέντρου:** Τα νεότερα δέντρα έχουν μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό λόγω της ταχύτερης ανάπτυξης.
- **Το στάδιο ανάπτυξης:** Η καλλιέργεια έχει διαφορετικές ανάγκες σε νερό ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξής της (βλάστηση, άνθηση, καρπόδεση, ωρίμανση).

- **Οι κλιματικές συνθήκες:** Σε ξηρές και ζεστές περιοχές, οι ανάγκες σε νερό αυξάνονται σημαντικά, ενώ σε περιοχές με βροχοπτώσεις είναι πιο περιορισμένες.
- **Η ποιότητα του εδάφους:** Εδάφη με καλή αποστράγγιση και υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού απαιτούν λιγότερη άρδευση από εδάφη που στερούνται αυτών των χαρακτηριστικών.

Περίοδος άρδευσης

- Ξεκινά την άνοιξη (Απρίλιος – Μάιος), ανάλογα με τις βροχοπτώσεις και τη θερμοκρασία.
- Εντατικοποιείται κατά την περίοδο της καρπόδεσης και της ανάπτυξης του καρπού(Ιούνιος – Αύγουστος)
- Μειώνεται σταδιακά προς το φθινόπωρο, αλλά συνεχίζεται με μέτρο ως και τον Οκτώβριο, ειδικά σε χρονιές ξηρασίας.

Κρίσιμα Στάδια για νερό

Η άρδευση της ελιάς είναι πιο κρίσιμη σε συγκεκριμένα στάδια του δέντρου:

- **Στάδιο ανάπτυξης του καρπού:** Η άρδευση είναι κρίσιμη κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των καρπών(Ιούνιος – Αύγουστος). Ελλιπής άρδευση μπορεί να οδηγήσει σε πτώση των καρπών, μειωμένη καρποφορία ή μικρότερο μέγεθος καρπών και μειωμένη περιεκτικότητα σε λάδι (Χαρτζουλάκης 2024).
- **Στάδιο ωρίμανσης:** Η άρδευση κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης του καρπού είναι σημαντική για την καλύτερη ποιότητα του καρπού και αυξάνει την περιεκτικότητα σε λάδι(Martínez-González,et al. 2017).
- **Στάδιο άνθισης-καρπόδεσης:** Αν και η ελιά είναι αρκετά ανθεκτική σε χαμηλή υγρασία, κατά την ανθοφορία σε περίπτωση ξηρασίας, η απόδοση μπορεί να μειωθεί λόγω κακής γονιμοποίησης(Hernández et al. 2019)(Μάιος – Ιούνιος).

Η κατανάλωση νερού κυμαίνεται από 2500-6000 m³/ha το χρόνο, ανάλογα με το κλίμα, το έδαφος και την ηλικία των δέντρων (Βασιλακάκης 2016). Η στάγδην άρδευση είναι η πιο διαδεδομένη και αποτελεσματική μέθοδος άρδευσης διότι εξοικονομεί νερό και μειώνει τον κίνδυνο ασθενειών (Νάνος 2021). Υπάρχουν και άλλοι μέθοδοι άρδευσης όπως η άρδευση με αυλάκια ή καταιονισμό, με ατομικά μπεκ και η υπόγεια άρδευση με σταγόνες. Σημάδια έλλειψης νερού παρατηρούνται όταν υπάρχει μειωμένη νέα βλάστηση, μικροί ή πεσμένοι καρποί και κάψιμο των

άκρων των φύλλων ή κιτρίνισμα των φύλλων (Βασιλακάκης 2016). Επομένως, η ορθολογική άρδευση είναι κρίσιμη για την απόδοση της καλλιέργειας. Η σωστή μέθοδος και η κατάλληλη ποσότητα νερού συμβάλλουν στην υγιή ανάπτυξη των δέντρων και την καλύτερη ποιότητα των καρπών, ενώ παράλληλα μειώνεται η σπατάλη νερού και προστατεύεται το περιβάλλον(Νάνος 2021).

1.7 Η επίδραση της λίπανσης στη ποιότητα και διατροφική αξία του ελαιοκάρπου και του ελαιολάδου

Η λίπανση είναι μία από τις βασικές καλλιεργητικές πρακτικές που επηρεάζει την ανάπτυξη και την παραγωγή του ελαιόκαρπου και την ποιότητα του παραγόμενου ελαιόλαδου. Η σωστή εφαρμογή λιπασμάτων μπορεί να βελτιώσει τη διατροφική αξία και την ποιότητα του ελαιόλαδου, ενώ παράλληλα επηρεάζει τα χαρακτηριστικά του ελαιόκαρπου, όπως το μέγεθος, η υφή, η γέυση και το άρωμα (Κυριτσάκης 2023).

Επίδραση στη ποιότητα του ελαιοκάρπου

Η εφαρμογή αζώτου μπορεί να αυξήσει το μέγεθος και το βάρος του καρπού, αλλά υπερβολικές δόσεις ενδέχεται να μειώσουν την περιεκτικότητα σε λάδι (Kasimatis et al. 2009). Η επαρκής δόση καλίου συνδέεται με την αύξηση της περιεκτικότητας του καρπού σε λάδι(García et al.2017). Η ισορροπημένη λίπανση μπορεί να διατηρήσει ή και να ενισχύσει τα επίπεδα φαινολικών ουσιών, που σχετίζονται με την αντιοξειδωτική ικανότητα και την αντοχή του καρπού.

Επίδραση στην ποιότητα του ελαιόλαδου

Η ποιότητα του ελαιόλαδου επηρεάζεται άμεσα από τη λίπανση της ελιάς. Η περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες μειώνεται με υπερβολικό άζωτο και έχει χαμηλότερη αντιοξειδωτική δράση και μικρότερη διάρκεια ζωής (Kasimatis et al. 2009). Η οξύτητα μπορεί να αυξηθεί με μη ισορροπημένη λίπανση, επηρεάζοντας αρνητικά την ποιότητα. Ορισμένες μορφές λίπανσης (π.χ. ισορροπημένη λίπανση καλίου) ενισχύουν τις πτητικές ενώσεις και το άρωμα. Η σταθερότητα στην οξείδωση ενισχύεται όταν το λάδι έχει υψηλή περιεκτικότητα σε φαινόλες και τοκοφερόλες(Κυριτσάκης 2023). Το ελαιόλαδο που προέρχεται από ισορροπημένη λίπανση έχει καλύτερη αναλογία λιπαρών οξέων (υψηλό ελαϊκό, χαμηλό

λινολεϊκό) και αυξημένη αντιοξειδωτική δράση, που σχετίζεται με οφέλη για την υγεία της καρδιάς (Κυριτσάκης 2023). Τα φαινολικά συστατικά, όπως η ερυθρίνη, η τυροσόλη και η υδροξυτυροσόλη, είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά που προσφέρουν στο ελαιόλαδο τις αντιφλεγμονώδεις και αντικαρκινικές του ιδιότητες (Βασιλακάκης 2016). Συμπερασματικά, η λίπανση έχει σημαντική επίδραση τόσο στην ποιότητα όσο και στη διατροφική αξία του ελαιόκαρπου και του ελαιολάδου. Η σωστή και ισχυρή λίπανση μπορεί να αυξήσει τη συγκέντρωση των ωφέλιμων συστατικών όπως οι φαινολικές ενώσεις και τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, ενώ η υπερβολική ή λανθασμένη εφαρμογή μπορεί να οδηγήσει σε αρνητικές συνέπειες, όπως αυξημένη οξύτητα, μειωμένη ποιότητα και ασταθές ελαιόλαδο (Κυριτσάκης 2023). Η ισορροπία στην εφαρμογή λιπασμάτων είναι κλειδί για την παραγωγή υψηλής ποιότητας και διατροφικά ωφέλιμου ελαιολάδου.

1.8 Η επίδραση της άρδευσης στη ποιότητα και διατροφική αξία του ελαιοκάρπου και του ελαιολάδου

Η άρδευση επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα και τη διατροφική αξία τόσο του ελαιόκαρπου όσο και του ελαιολάδου. Η επίδραση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η ποσότητα, η συχνότητα και ο τρόπος άρδευσης, το στάδιο ανάπτυξης του καρπού, η ποικιλία καθώς και οι εδαφοκλιματικές συνθήκες (Κουργιαλάς 2024).

Επίδραση στην ποιότητα του ελαιόκαρπου

Η άρδευση έχει άμεση επίδραση στα χαρακτηριστικά του ελαιόκαρπου, τα οποία καθορίζουν την ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου. Η άρδευση συμβάλλει στην πλήρη ανάπτυξη των καρπών αυξάνοντας το μέγεθος και το βάρος ενώ η έλλειψη νερού μπορεί να οδηγήσει σε μικρούς και λιγότερο αναπτυγμένους καρπούς (Χαρτζουλάκης 2024). Επίσης, επηρεάζει την ισορροπία των σακχάρων και των οξέων στον ελαιόκαρπο (Κυριτσάκης 2023). Η καλή και συνεχής άρδευση βοηθά στην ανάπτυξη των καρπών και στη σωστή ωρίμανσή τους, με αποτέλεσμα την καλύτερη γεύση και τον ενισχυμένο αντιοξειδωτικό χαρακτήρα του ελαιολάδου (Κουργιαλάς 2024). Τέλος, έχει σημαντική επίδραση στις φαινολικές ενώσεις του ελαιόκαρπου, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την αντιοξειδωτική δράση του

ελαιολάδου (Κυριτσάκης 2023). Η υπερβολική άρδευση ή η έλλειψη νερού μπορεί να μειώσει την παραγωγή αυτών των ουσιών, επηρεάζοντας αρνητικά την ποιότητα του ελαιολάδου.

Επίδραση στη ποιότητα του ελαιολάδου

Η ποιότητα του ελαιολάδου εξαρτάται από τη σύνθεση των ελαιόκαρπων, οι οποίοι επηρεάζονται άμεσα από τις συνθήκες άρδευσης (Κουργιαλάς 2024). Τα φαινολικά συστατικά είναι υπεύθυνα για τις αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις και αντικαρκινικές ιδιότητες του ελαιολάδου. Η επαρκής άρδευση (ιδιαίτερα κατά την περίοδο της ανθοφορίας και της καρπόδεσης) συμβάλλει στην παραγωγή φαινολικών ενώσεων, βελτιώνοντας την ποιότητα του ελαιολάδου (Κουργιαλάς 2024). Η οξύτητα είναι ένας σημαντικός δείκτης της ποιότητας του ελαιολάδου διότι η σωστή άρδευση μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλή οξύτητα, ένδειξη υψηλής ποιότητας (Κυριτσάκης 2023). Η γεύση και το άρωμα του ελαιολάδου συνδέονται άμεσα με τη σύνθεση των καρπών και την ποιότητα των φαινολικών ενώσεων. Η σωστή άρδευση κατά τη διάρκεια της καρπόδεσης ενισχύει τις γευστικές και αρωματικές ιδιότητες του ελαιολάδου, παρέχοντας πιο πλούσια και σύνθετα αρώματα (Κυριτσάκης 2023). Η διατροφική αξία του ελαιολάδου εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα, και αντιοξειδωτικά. Οι υπερβολικά αρδευόμενες ελιές παράγουν ελαιόλαδο με μειωμένη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών, ενώ σε έναν ξηρικό ελαιώνα αυξάνεται η αντιοξειδωτική ικανότητα του λαδιού καθώς και η ποιότητά του (Κουργιαλάς 2024). Επίσης, η σωστή άρδευση βοηθά στην αυξημένη παραγωγή ελαϊκού οξέος (μονοακόρεστο λιπαρό οξύ), το οποίο αποτελεί το κύριο λιπαρό οξύ στο ελαιόλαδο και έχει σημαντικά οφέλη για την υγεία, όπως η μείωση της χοληστερίνης και η προστασία από καρδιαγγειακές παθήσεις.

1.9 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της πτυχιακής διατριβής ήταν η μελέτη των καλλιεργητικών πρακτικών της λίπανσης και της άρδευσης στην παραγωγικότητα των ελαιώνων και στην ποιότητα του καρπού και του ελαιολάδου. Για τον σκοπό επιλέχθηκαν τρεις ελαιώνες, ένας ξηρικός ελαιώνας ποικιλίας Αμφίσσης και δύο ελαιώνες ποικιλίας Κορωνέικη, ένας αρδευόμενος και ένας ξηρικός. Στον ελαιώνα ποικιλίας Αμφίσσης εφαρμόστηκε μετασυλλεκτική χειμερινή διαφυλλική λίπανση με άζωτο και βόριο με αντικειμενικό

στόχο τη βελτίωση της ανθοφορίας, της διαμόρφωσης τέλειων ανθέων, της καρπόδεσης και της παραγωγής. Στους ελαιώνες ποικιλίας Κορωνέικη εξετάστηκε η επίδραση της άρδευσης στην παραγωγικότητα των ελαιώνων, καθώς και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόκαρπου και του παραγόμενου ελαιόλαδου.

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1 Πειραματικός αγρός

Πείραμα 1

Το πρώτο πείραμα της διατριβής πραγματοποιήθηκε σε ένα αγροτεμάχιο το οποίο βρίσκεται στον Νομό Λάρισας, 36 χιλιόμετρα βορειοανατολικά της Λάρισας, στην περιοχή του Πυργετού, έχει έκταση 5 στρέμματα και το έδαφός του είναι αλκαλικό με pH 7,4. Ο αγρός έχει τις εξής συντεταγμένες: 39.910348 γεωγραφικό πλάτος και 22.586068 γεωγραφικό μήκος. Το υψόμετρο της περιοχής είναι 139 μέτρα.

Στο χωράφι καλλιεργούνται ελιές της ποικιλίας Αμφίσσης, ηλικίας 30 – 40 ετών. Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 6 m x 6 m και η διαμόρφωση των δένδρων είναι κύπελλο.

Η ετήσια παραγωγή κυμαίνεται από 600 έως 3500 κιλά ελιές.

Οι καλλιεργητικές φροντίδες που πραγματοποιούνται κάθε χρόνο έχουν ως εξής:

- Το κλάδεμα γίνεται τον Μάρτιο.
- Η λίπανση γίνεται το Φεβρουάριο με λίπασμα 21-5-12.
- Η ζιζανιοκτονία γίνεται τον Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο σε όλο το χωράφι με φρέζα, χορτοκοπτικά μηχανήματα και με σκεύασμα RoundupFlex 36SL (glyphosate).
- Η φυτοπροστασία για μυκητολογικές ασθένειες γίνεται τον Δεκέμβριο με σκεύασμα Kocide 2000 (υδροξείδιο του χαλκού).
- Η συγκομιδή των καρπών γίνεται τον Νοέμβριο.

Πείραμα 2

Το δεύτερο πείραμα της διατριβής πραγματοποιήθηκε σε δύο αγροτεμάχια (ένα ξηρικό και ένα αρδευόμενο) τα οποία βρίσκονται στο νομό Λάρισας, 36 χιλιόμετρα βόρειο – βορειοανατολικά της Λάρισας, στην περιοχή του Πυργετού και έχουν έκταση 3 στρέμματα και 8 στρέμματα αντίστοιχα. Το έδαφος από το ξηρικό αγροτεμάχιο είναι αλκαλικό με pH 7,5 και το έδαφος από το αρδευόμενο αγροτεμάχιο είναι επίσης αλκαλικό με pH 7,8. Ο ξηρικός αγρός έχει τις εξής συντεταγμένες: 39.919714 γεωγραφικό πλάτος και 22.578375 γεωγραφικό μήκος. Το υψόμετρο της περιοχής είναι 288 μέτρα. Ο αρδευόμενος αγρός έχει τις εξής συντεταγμένες: 39.923881 γεωγραφικό πλάτος και 22.603201 γεωγραφικό μήκος. Το υψόμετρο της περιοχής είναι 53 μέτρα.

Και στα δύο χωράφια καλλιεργούνται ελιές της ποικιλίας Κορωνέικη σε υποκείμενο αγριελιάς, ηλικίας 5 ετών. Οι αποστάσεις φύτευσης και στα δύο χωράφια είναι 5 m x 5 m και η διαμόρφωση των δένδρων είναι κύπελλο. Η ετήσια παραγωγή ανέρχεται στα 500 κιλά για το ξηρικό και στα 3000 κιλά για το αρδευόμενο.

Οι καλλιεργητικές φροντίδες που πραγματοποιούνται κάθε χρόνο στον ξηρικό και στον αρδευόμενο αγρό έχουν ως εξής:

- Το κλάδεμα γίνεται το Μάρτιο.
- Η λίπανση γίνεται το Φεβρουάριο με λίπασμα 21-5-12.
- Η ζιζανιοκτονία γίνεται τον Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο σε όλο το χωράφι με χορτοκοπτικά μηχανήματα και με σκεύασμα RoundupFlex 36SL (glyphosate).
- Η φυτοπροστασία για μυκητολογικές ασθένειες γίνεται τον Δεκέμβριο με σκεύασμα Kocide 2000 (υδροξείδιο του χαλκού).
- Στον αρδευόμενο αγρό, η άρδευση γίνεται από τον Ιούνιο μέχρι τον Αύγουστο, μία φορά κάθε 15 μέρες για 5 ώρες και ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες (ξηρασία) πραγματοποιείται και κάθε 10 μέρες. Η μέθοδος άρδευσης που χρησιμοποιείται είναι με ατομικά μπεκ (2 μπεκ σε κάθε δέντρο). Η παροχή νερού που έχει το κάθε μπεκ είναι 110 λίτρα την ώρα.
- Η συγκομιδή των καρπών γίνεται τον Νοέμβριο.

2.2 Μεταχειρίσεις

2.2.1 Πείραμα 1

Το Πείραμα 1 περιλάμβανε τέσσερις μεταχειρίσεις δένδρων με τέσσερα δένδρα επαναλήψεις ανά μεταχείριση. Οι μεταχειρίσεις ήταν οι εξής:

1. Μάρτυρας: οι πρακτικές που ακολουθεί ο παραγωγός, χωρίς λίπανση με ουρία και βόριο.
2. Διαφυλλική εφαρμογή ουρίας 2% στα μέσα-τέλη Ιανουαρίου: η εφαρμογή έγινε στις 23 Ιανουαρίου 2024, όπου σε 16 λίτρα νερό (σε ένα ψεκαστήρα πλάτης) προστέθηκαν 320g λιπάσματος ουρίας.
3. Διαφυλλική εφαρμογή ουρίας 1% και B 200 ppm στα μέσα-τέλη Ιανουαρίου: για την εφαρμογή προστέθηκαν προστέθηκαν 320g λιπάσματος ουρίας και 21 mL λιπάσματος βορίου YaraVita BORTAC 150 σε 16 λίτρα νερό.

4. Διαφυλλική εφαρμογή σκευάσματος Amino 16 5%v/vκαι B 200 ppm στα μέσα-τέλη Ιανουαρίου: για την εφαρμογή προστέθηκαν 800 mLσκευάσματος Amino 16 και 21 mL λιπάσματος βορίου YaraVita BORTRAC 150σε 16 λίτρα νερό.

Οι δειγματοληψίες για τις μετρήσεις στα φύλλα έγιναν στις 23 Ιανουαρίου 2024 πριν την εφαρμογή των σκευασμάτων, στις 24 Μαρτίου 2024 και στις 25 Απριλίου 2024. Η δειγματοληψία των φύλλων έγινε από το μέσο των ετήσιων βλαστών και από το μέσο της κόμης. Τα φύλλα ήταν υγιή και φωτιζόμενα.



Εικόνα 1. Μάρτυρας.



Εικόνα 2. Εφαρμογή Ουρίας.



Εικόνα 3. Εφαρμογή ουρίας και βορίου (αριστερή εικόνα).

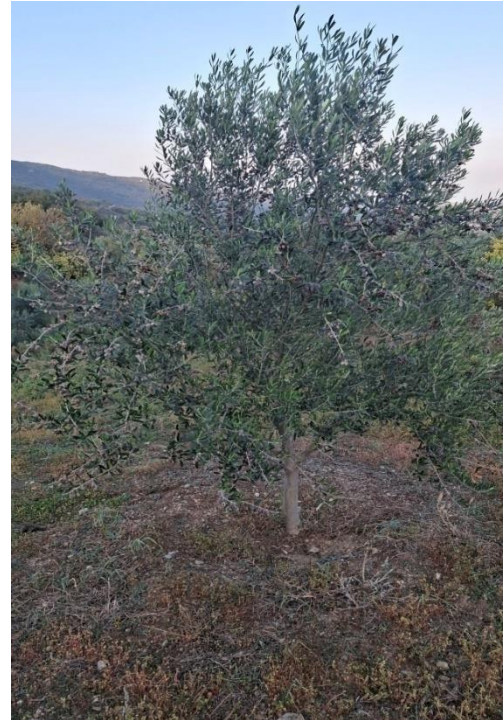
Εικόνα 4. Εφαρμογή Amino16 και βορίου (δεξιά εικόνα).

2.2.2 Πείραμα 2

Οι μεταχειρίσεις στο συγκεκριμένο πείραμα ήταν δύο: 1) Άρδευση και 2) Χωρίς άρδευση – ξηρικός ελαιώνας. Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 20 δέντρα ελιάς (10 τυχαία δέντρα από το ξηρικό και 10 τυχαία από τον αρδευόμενο), τα οποία είναι ομοιόμορφα, παρόμοιας ανάπτυξης και δέχονται τις ίδιες καλλιεργητικές φροντίδες. Στη συγκομιδή, ζυγίστηκε η παραγωγή ανά δέντρο και μετρήθηκε η διάμετρος του κορμού στα 30 cm πάνω από το έδαφος. Επίσης, συλλέχθηκε 0,5kg καρπών ανά δέντρο(από το μέσο της κόμης) για τη μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του καρπού και του παραγόμενου ελαιολάδου.



Εικόνα 5. Ξηρικός αγρός.



Εικόνα 6. Αρδευόμενος αγρός.

2.3 Μετρήσεις εργαστηρίου

Οι εργαστηριακές μετρήσεις έγιναν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας, στο Εργαστήριο Χημείας και Γεωργικής Φαρμακολογίας και στο Εργαστήριο Εδαφολογίας στη Σχολή Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Για το πρώτο πείραμα συλλέχθηκαν φύλλα και βλαστοί ανά μεταχείριση (5 επαναλήψεις ανά μεταχείριση), τοποθετήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια και μεταφέρθηκαν στο χώρο του εργαστηρίου. Στο δεύτερο πείραμα συλλέχθηκαν 0,5kg καρπών ανά δέντρο, τα οποία τοποθετήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια και μεταφέρθηκαν στο χώρο του εργαστηρίου και 1 Λελαϊόλαδο από το κάθε αγρό ξεχωριστά, σε πλαστικά μπουκάλια του ενός λίτρου.

2.3.1 Πείραμα 1

2.3.1.1 Χαρακτηριστικά φύλλου

Σε 12 φύλλα ανά επανάληψη μετρήθηκε (μεταχειρίσεις: μάρτυρας, ουρία, ουρία+B, αμινοξέα+B) το ποσοστό % ξηράς ουσίας (%ΞΟ), το ειδικό βάρος φύλλου(ΕΒΦ) και η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη.

Η μέτρηση του ποσοστού % ξηράς ουσίας (%ΞΟ) έγινε ως εξής: Με διακορευτή διαμέτρου 6mm λαμβάνονταν 12 δίσκοι ελάσματος φύλλου, από τα 12 φύλλα ανά επανάληψη, ζυγίζονταν σε ζυγό KERN ακριβείας 4 δεκαδικών (model ALS 220-4, Kern&Sohn GMBH, Balingen, Germany), λαμβανόταν το νωπό τους βάρος (NB) και στη συνέχεια ξηραίνονταν σε φούρνο στους 80 ° C έως ότου θρυμματιστούν οι δίσκοι με απλή πίεση. Έπειτα ζυγίζονταν οι ξηροί δίσκοι και λαμβανόταν το ξηρό βάρος (ΞΒ). Τέλος, υπολογιζόταν το ποσοστό % ΞΟ του φύλλου σύμφωνα με τον τύπο $\% \Xi O = [(\Xi B) / (N B)] \times 100$.

Για το ειδικό βάρος φύλλου έγινε υπολογισμός σύμφωνα με τον τύπο $EI \Delta B A P = (\Xi B) / (\text{επιφάνεια } 12 \text{ δίσκων})$ και εκφράστηκε σε $g \text{ cm}^{-2}$.

Ο υπολογισμός της χλωροφύλλης έγινε σύμφωνα με την αναλυτική μέθοδο που περιγράφεται από τους Wintermans and de Mots (1965). Όπως ανωτέρω, από τα 12 φύλλα ανά επανάληψη αφαιρέθηκαν με διακορευτή διαμέτρου 6mm έξι δίσκοι, και αφού ζυγίστηκαν και τεμαχίστηκαν, τοποθετήθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα screwtop που περιείχε 15 mL αιθανόλης 95%. Έπειτα διατηρήθηκαν για μία περίπου ώρα σε υδατόλουτρο στους 80 ° C μέχρι τον πλήρη αποχρωματισμό των ελασμάτων. Αφού αποχρωματίστηκαν, οι σωλήνες παρέμειναν σε σκοτεινό χώρο ώστε να ψυχθούν. Στη συνέχεια, με τη χρήση vortex, έγινε ανακίνησή τους για να επιτευχθεί ομοιομορφία και μετρήθηκε η απορρόφηση με φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co., Ltd) στα 649 και 665 nm με τη βοήθεια κρυσταλλικής κυψελίδας. Τα μήκη κύματος 665 nm και 649 nm αντιστοιχούν στις απορροφήσεις της χλωροφύλλης α και της χλωροφύλλης β, αντίστοιχα, σε αιθανόλη. Τέλος, έγινε ο υπολογισμός της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη α (χλωρ. α) και β (χλωρ. β) σε $mg \text{ g}^{-1}$ ΞΟ, και σε $mg \text{ m}^{-2}$ φύλλου, της ολική χλωροφύλλης (ολ. Χλωρ.) και του λόγου της χλωροφύλλης α προς τη χλωροφύλλη β (χλωρ. α/χλωρ. β).

Η πρώτη μέτρηση χλωροφύλλης έγινε πριν το ψεκασμό στις 23 Ιανουαρίου 2024 και οι επόμενες δύο μετρήσεις έγιναν μετά τον ψεκασμό στις 27 Μαρτίου 2024 και στις 25 Απριλίου 2024.

2.3.1.2 Πυκνότητα ανθοφορίας

Για τη μέτρηση πυκνότητας ανθοφορίας, επισημάνθηκαν σε όλες τις μεταχειρίσεις 10 βλαστοί ενός έτους (με αναμενόμενη καρποφορία) ανά δέντρο και μετρήθηκε αρχικά το μήκος βλαστού και ο αριθμός των ταξιανθιών στις 30 Μαρτίου 2024. Οι βλαστοί

βρίσκονταν στο μέσο περίπου της κόμης, ήταν ομοιόμορφοι, φωτίζονταν παρόμοια και είχαν κατεύθυνση 5 βλαστοί ανατολικά και 5 βλαστοί νότια.

2.3.1.3 Χαρακτηριστικά βλαστών

Σε πέντε τμήματα μεσογονάτιων διαστημάτων και πέντε τμήματα με γόνато πέντε φετινών βλαστών ανά δέντρο μετρήθηκε το μήκος και το πάχος του μεσογονάτιου και του γονάτου σε mm, καθώς και το ποσοστό % ξηράς ουσίας (%ΞΟ).

Η μέτρηση του ποσοστού % ξηράς ουσίας (%ΞΟ) έγινε ως εξής: από τα πέντε τμήματα μεσογονατίων και πέντε τμήματα με γόνато ανά επανάληψη, ζυγίζονταν σε ζυγό KERN ακριβείας 4 δεκαδικών (model ALS 220-4, Kern&Sohn GMBH, Balingen, Germany), λαμβανόταν το νωπό τους βάρος (NB) και στη συνέχεια ξηραίνονταν σε φούρνο στους 80 ° C. Έπειτα ζυγίζονταν και λαμβανόταν το ξηρό τους βάρος (ΞΒ). Τέλος, υπολογιζόταν το ποσοστό % ΞΟ του μεσογονάτιου και του γονάτου σύμφωνα με τον τύπο $\% \Xi \text{O} = [(\Xi \text{B}) / (\text{NB})] \times 100$. Οι μετρήσεις έγιναν στο εργαστήριο στις 2 Ιουλίου 2024.

2.3.1.4 Μέτρηση ανόργανων στα φύλλα (ολικό άζωτο N%)

Η μέτρηση ολικού αζώτου έγινε στο Εργαστήριο Εδαφολογίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, με τη μέθοδο Kjeldahl, η οποία αναλύθηκε σε τρία βασικά βήματα την πέψη, την απόσταξη και την ογκομέτρηση. Σε τέσσερις επαναλήψεις ανά μεταχείριση, ζυγίστηκε 1g δείγματος φυτού κονιορτοποιημένου σε σωλήνα πέψης 500mL. Στη συνέχεια προστέθηκαν 20 mL πυκνό H₂SO₄, 1 ταμπλέτα Kjeltab και 1 ταμπλέτα antifoam. Σε κάθε block πέψης υπήρχε και ένας σωλήνας «λευκού» προσδιορισμού. Το «λευκό» αποτελούνταν από 20 mL H₂SO₄, 1 ταμπλέτα Kjeltab και 1 ταμπλέτα antifoam (δηλαδή περιέχει όλα τα άλλα εκτός από φυτό). Στις στήλες προσαρμόστηκε από επάνω το σύστημα συλλογής και υγροποίησης των αναθυμιάσεων, για τη λειτουργία του οποίου η βρύση του απαγωγού αερίων πρέπει να παραμένει ανοιχτή. Η πέψη έγινε στα εξής στάδια: προθέρμανση στους 150°C για 15 λεπτά, πέψη στους 290°C για 10 λεπτά και πέψη στους 420°C για 50 λεπτά (ή πιο σωστά, μέχρι να αποχρωματιστούν τα δείγματα, σύμφωνα πάντα με το «λευκό»). Στο τέλος της διαδικασίας πέψης, οι σωλήνες πέψης ανασηκώνονταν από το block για να κρυώσουν ταχύτερα.

Αφού κρυώσουν τα δείγματα έγινε η απόσταξη στο σύστημα της αυτόματης απόσταξης. Στους σωλήνες πέψης προστέθηκαν 50 mL H₂O (νερό προστίθενται μόνο στον επόμενο σωλήνα όπου θα γίνει η απόσταξη). Σε κωνική φιάλη των 250 mL προστέθηκαν 25 mL H₃BO₃ 4% και η κωνική τοποθετήθηκε στη θέση της. Για την απόσταξη χρειάστηκε διάλυμα alkali (40% NaOH) και απιονισμένο νερό. Η απόσταξη αρχίζει με αντίστροφη μέτρηση των 5 min. Στο τέλος της απόσταξης η κωνική θα πρέπει να έχει φτάσει περίπου στα 150 mL. Μετά το τέλος της απόσταξης, το περιεχόμενο της κωνικής φιάλης είναι διαφανές και σε αυτό προστίθενται 5 σταγόνες μικτού δείκτη πράσινου bromocresol και κόκκινου methyl. Το απόσταγμα με την προσθήκη δείκτη γίνεται πράσινο. Ακολουθήθηκε ογκομέτρηση με 0,1103 N(0,055 M) H₂SO₄ στο τέλος της οποίας το διάλυμα γίνεται ροζ. Η ίδια διαδικασία έγινε και στα άγνωστα δείγματα και στο «λευκό». Η τιμή του «λευκού» αφαιρέθηκε από την τιμή της ογκομέτρησης του άγνωστου δείγματος. Ο τύπος υπολογισμού του ολικού αζώτου είναι ο εξής:

$$N\% = [1,401 * N_A * (V_A - V_B)] / S$$

Όπου V_A = ο όγκος του οξέος που καταναλώθηκε κατά την ογκομέτρηση του άγνωστου διαλύματος,

V_B = ο όγκος του οξέος που καταναλώθηκε κατά την ογκομέτρηση του «λευκού» δείγματος,

N_A = η κανονικότητα του διαλύματος ογκομέτρησης (εδώ ίσο με 0,1103),

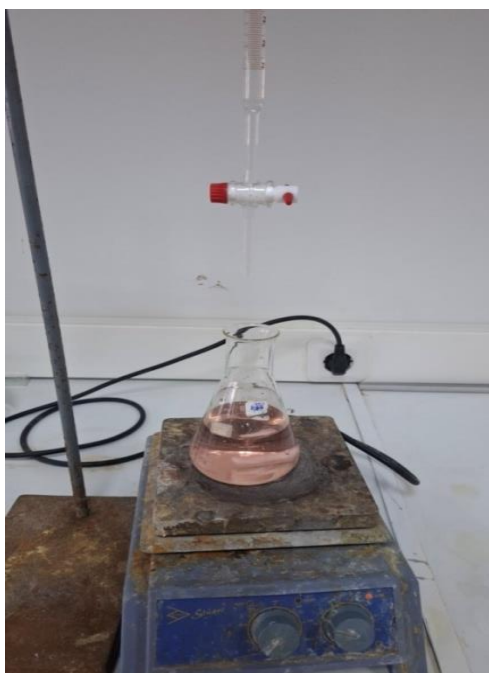
S = το βάρος σε γραμμάρια του δείγματος που προστέθηκε στους σωλήνες πέψης.



Εικόνα 7. Διαδικασία πέψης των δειγμάτων (αριστερά).



Εικόνα 8. Χρώμα δείγματος πριν την ογκομέτρηση (δεξιά).



Εικόνα 9. Χρώμα δείγματος μετά την ογκομέτρηση.

2.3.2 Πείραμα 2

2.3.2.1 Μέτρηση ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών

Στη συγκομιδή, ζυγίστηκε η συνολική παραγωγή σε κγ ανά δέντρο και μετρήθηκε η διάμετρος του κορμού στα 30 cm πάνω από το έδαφος. Επίσης, συλλέχθηκε 0,5 kg καρπών ανά δέντρο (από το μέσο της κόμης) για τη μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του καρπού και του παραγόμενου ελαιολάδου.

Η μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών πραγματοποιήθηκε σε έξι επαναλήψεις των 10 καρπών ανά μεταχείριση και περιλάμβαναν το βάρος καρπού, βάρος πυρήνα, τον λόγο σάρκας/πυρήνα, τις διαστάσεις καρπού και πυρήνα, το σχήμα, το χρώμα φλοιού και το ποσοστό % ξηράς ουσίας. Το βάρος καρπού λήφθηκε με τη ζύγιση σε ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με δύο δεκαδικά ψηφία (model EW 600-ZM, Balingen, Germany) των 10 καρπών ανά επανάληψη και διαιρώντας με τον αριθμό των καρπών της επανάληψης. Μετά τη ζύγιση του κάθε καρπού, αφαιρέθηκε ο πυρήνας και ζυγίστηκε. Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο λόγος σάρκας/πυρήνα. Μετρήθηκε επίσης το μήκος και το πλάτος του καρπού. Η μέτρηση έγινε με παχύμετρο. Έπειτα υπολογίστηκε ο λόγος μήκος/πλάτος και ακολούθησε η περιγραφή του σχήματος του καρπού.

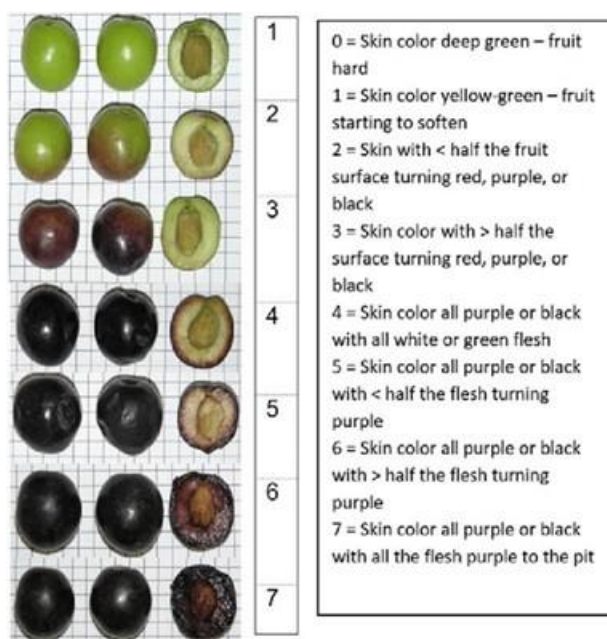
Το χρώμα του φλοιού μετρήθηκε με το χρωματόμετρο Minolta (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Ιαπωνία). Οι μετρήσεις χρώματος έγιναν σύμφωνα με το σύστημα μέτρησης CIELAB (CIE 1976, L^* , a^* , b^*). Λαμβανόταν μία μέτρηση ανά καρπό και καταγραφόταν ο μέσος όρος των 10 καρπών ανά επανάληψη. Η μέτρηση του χρώματος αφορούσε το δείκτη φωτεινότητας L^* και τις παραμέτρους a^* και b^* . Στη συνέχεια, υπολογίζονταν οι παράμετροι χρώματος καθαρότητας C^* (Chroma) και της απόχρωσης Hue° (McGuire 1992).

Για τη μέτρηση του ποσοστού % ξηράς ουσίας του μεσοκαρπίου του καρπού, ζυγίστηκε το νωπό βάρος 10 τεμαχίων καρπών από τους 10 καρπούς της κάθε επανάληψης. Ακολούθησε ξήρανση στον φούρνο στους 80 °C και έπειτα ζύγιση του ξηρού βάρους. Έπειτα υπολογίστηκε το ποσοστό % ξηράς ουσίας του μεσοκαρπίου του καρπού.

2.3.2.2 Δείκτης ωριμότητας καρπών

Οι ελιές διακρίνονται σε οχτώ κατηγορίες ανάλογα με το χρώμα τους. Για την κατηγοριοποίηση αυτή συλλέχθηκε δείγμα 0,5 κιλών καρπού από τις 4 πλευρές των

δένδρων, ομογενοποιήθηκε και λήφθηκαν τυχαία 50 καρποί που ταξινομήθηκαν σε 8 κατηγορίες από το 0 έως το 7 όπως φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 1. Δείκτης ωριμότητας των καρπών με βάση τον χρωματισμό τους.

Ο δείκτης ωριμότητας (maturityindex, MI) λαμβάνεται πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των καρπών ανά κατηγορία χρώματος με τον αριθμό της αντίστοιχης ωριμότητας, προσθέτοντας όλους τους αριθμούς μαζί και διαιρώντας κατά 50 ως εξής:

$$MI = [(0 * n_0) + (1 * n_1) + (2 * n_2) + (3 * n_3) + (4 * n_4) + (5 * n_5) + (6 * n_6) + (7 * n_7)]/100$$

όπου: $n_0, n_1, n_2, \dots, n_7$ = ο αριθμός των ελιών σε καθεμία από τις οκτώ κατηγορίες της τιμής ωρίμανσης.

2.3.2.3 Μέτρηση ελαιοπεριεκτικότητας

Ο προσδιορισμός της ελαιοπεριεκτικότητας πραγματοποιήθηκε με εκχύλιση κατά Soxhlet. Για τον προσδιορισμό της ελαιοπεριεκτικότητας χρησιμοποιήθηκε ξηρό δείγμα ελαιομάζας ποσότητας περίπου 5-10 g και για την εκχύλιση χρησιμοποιήθηκαν 200 mL εξανίου. Η ελαιοπεριεκτικότητα εκφράστηκε ως ποσοστό % ελαιόλαδου επί του νωπού βάρους και επί του ξηρού βάρους του μεσοκαρπίου.

2.3.2.4 Προσδιορισμός της οξύτητας του ελαιολάδου

Για τον προσδιορισμό της οξύτητας του ελαιολάδου ζυγίστηκαν 10 g δείγματος ελαιόλαδου σε κωνική φιάλη των 250 mL. Στη συνέχεια, προστέθηκαν 20 mL διαλύματος αλκοόλης, το οποίο έχει εξουδετερωθεί. Ογκομετρήθηκε το διάλυμα με στάγδην προσθήκη του διαλύματος 0,1 N NaOH παρουσία τριών σταγόνων φαινολοφθαλεΐνης και ισχυρή ανακίνηση της φιάλης μέχρι να μετατραπεί το χρώμα από αχυροκίτρινο σε ρόδινο. Ο υπολογισμός της οξύτητας έγινε σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο και εκφράστηκε σε g ελαϊκού οξέος ανά 100 g ελαιολάδου (Κυριτσάκης 2007).

Οξύτητα (%) = $(\text{mL NaOH} \times \text{κανονικότητα NaOH} \times 0,282 \times 100) / (\text{βάρους δείγματος (g)})$
όπου: 0,282 είναι το χιλιοστοϊσοδύναμο του ελαϊκού οξέος.

2.3.2.5 Προσδιορισμός ολικών φαινολών

Σε σωλήνα φυγοκέντρου ζυγίστηκαν 2 g ελαιολάδου και προστέθηκαν 5 mL εξανίου και 5 mL μίγματος MeOH-H₂O 60:40 v/v. Το σύνολο αναμειγνύεται σε vortex για 2 min και φυγοκεντρείται για 10 min στις 3500 στροφές ανά λεπτό (RPM). Μετά την απομάκρυνση της στιβάδας του εξανίου η στιβάδα της υδατικής μεθανόλης που περιέχει το πολικό κλάσμα του ελαιολάδου χρησιμοποιείται για την μέτρηση των ολικών φαινολών. Για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολών ακολουθήθηκε η μέθοδος που περιγράφηκε από τους Swain and Hillis (1959) μετά από κάποιες τροποποιήσεις και η συγκέντρωση των ολικών φαινολών στο ελαιόλαδο εκφράστηκε ως mg γαλλικού οξέος / kg ελαίου.

2.3.2.6 Προσδιορισμός αριθμού υπεροξειδίων

Για τη μέτρηση ζυγίστηκαν 2 g δείγματος ελαιόλαδου σε κωνική φιάλη των 250 mL. Στη συνέχεια προστέθηκαν 25 mL μίγματος οξικού οξέος – χλωροφορμίου και 1 mL κορεσμένου διαλύματος ιωδιούχου καλίου. Έγινε ανακίνηση της φιάλης για 1 min και αφέθηκε στο σκοτάδι για 5 min. Αμέσως μετά προστέθηκαν στη φιάλη διαδοχικά 75 mL αποστεγμένου νερού και 2 mL δείκτη αμύλου και το διάλυμα ογκομετρήθηκε με πρότυπο διάλυμα θειοθειικού νατρίου. Σε κωνική φιάλη ζυγίστηκε 1 g ελαιολάδου και προστέθηκαν 25 mL μίγματος οξικού οξέος-χλωροφορμίου 3:2 (v/v). Στη συνέχεια, προστέθηκε 1 mL κορεσμένου διαλύματος KI. Η φιάλη ανακινήθηκε για 1

min, και αφέθηκε σε σκοτεινό μέρος (για να μη διασπαστεί το ΚΙ από το φως) σε θερμοκρασία 15-25 °C για ακριβώς 5 min. Ακολούθως, προστέθηκαν περίπου 75 mL αποσταγμένου νερού. Το ιώδιο που απελευθερώθηκε ογκομετρήθηκε με διάλυμα 0,05 N Na₂S₂O₃ (είτε 0,002 N) και δείκτη αμύλου (συμβαίνει αποχρωματισμός). Πραγματοποιήθηκε και τυφλός προσδιορισμός με την ίδια διαδικασία χωρίς προσθήκη δείγματος ελαιολάδου (Κυριτσάκης 2007).

Ο αριθμός υπεροξειδίων (Α.Υ.) εκφράζεται σε meq ενεργού οξυγόνου ανά Kg, και υπολογίζεται από τη σχέση

$$A.Y. = (V \times T \times 1000) / m, \text{ όπου}$$

V = ο αριθμός των mL του διαλύματος θειοθειικού νατρίου που χρησιμοποιήθηκε μείον τα mL που καταναλώθηκαν στο τυφλό,

T = η ακριβής συγκέντρωση του θειοθειικού νατρίου σε mol/L,

m = το βάρος του δείγματος ελαιολάδου σε g.

2.3.2.7 Προσδιορισμός φασματοφωτομετρικής εξέτασης στο υπεριώδες (K232, K270 και ΔK)

Σε ογκομετρική φιάλη των 25 mL ζυγίστηκαν 0,25 gr ελαιολάδου και συμπληρώθηκε με ισοοκτάνιο μέχρι την χαραγή. Για τον μηδενισμό του οργάνου χρησιμοποιήθηκε ισοοκτάνιο. Μετρήθηκε η απορρόφηση στα 232 nm, και στα 270 nm με κυψελίδα χαλαζία πάχους 10 mm (Κυριτσάκης 2007). Για τον προσδιορισμό της σχέσης ΔK μετρήθηκαν οι απορροφήσεις και σε άλλα μήκη κύματος, 262 nm, 268 nm και 274 nm, έχοντας υπόψη ότι η ΔK υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\Delta K = K_{268} - K_{262} + K_{274}/2$$

2.4 Στατιστική ανάλυση

Η Ανάλυση της Παραλλακτικότητας των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS (SPSS Statistics for Windows, Version 29.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA). Διαφορετικά γράμματα υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με βάση το κριτήριο Tukey ή την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$.

3.Αποτελέσματα

3.1 Πείραμα 1

3.1.1 Ποσοστό % ξηράς ουσίας και ειδικό βάρος φύλλων

Το ποσοστό % ξηράς ουσίας τόσο στα φύλλα του μάρτυρα, όσο και στα φύλλα των δένδρων που εφαρμόστηκε ουρία, ουρία-βόριο και αμινοξέα-βόριο αυξήθηκε από τον Ιανουάριο μέχρι τον Μάρτιο, ενώ μειώθηκε ξανά τον Απρίλιο φτάνοντας σε τιμές χαμηλότερες αυτών του Ιανουαρίου(Πίν.3.1.1).

Τα φύλλα των τεσσάρων μεταχειρίσεων είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας τον Ιανουάριο και τον Μάρτιο, ενώ τον Απρίλιο τα φύλλα που είχαν ψεκαστεί με ουρία-βόριο και αμινοξέα-βόριο είχαν χαμηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας σε σχέση με τα φύλλα είχαν δεχθεί μόνο ουρία και του μάρτυρα (Πίν.3.1.1).

Το ειδικό βάρος φύλλου αυξήθηκε και στις τέσσερις μεταχειρίσεις από τον Ιανουάριο μέχρι τον Μάρτιο, ενώ μειώθηκε ξανά τον Απρίλιο φτάνοντας σε τιμές μικρότερες από αυτές του Ιανουαρίου (Πίν.3.1.1).

Τα φύλλα που είχαν ψεκαστεί με ουρία, ουρία-βόριο και αμινοξέα-βόριο είχαν παρόμοιο ειδικό βάρος με τα φύλλα του μάρτυρα και τις τρεις περιόδους μέτρησης (Πίν.3.1.1).

Πίνακας 3.1.1 Ποσοστό % ξηράς ουσίας και ειδικό βάρος φύλλων των δέντρων ελιάς ποικιλίας Αμφίσσης των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της εφαρμογής ουρίας, της εφαρμογής ουρίας και βορίου και της εφαρμογής αμινοξέων και βορίου.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Ξ.Ο. (%)	Ειδικό βάρος φύλλου (mgcm ⁻²)
25 Ιανουαρίου 2024	Μάρτυρας	53,6ab	21,1c
	Ουρία	52,6b	22,1bc
	Ουρία και βόριο	52,4b	22,2bc
	Αμινοξέα και βόριο	52,9b	23,2b
27 Μαρτίου 2024	Μάρτυρας	55,4a	25,7a
	Ουρία	54,5ab	24,1ab
	Ουρία και βόριο	54,1ab	25,5a
	Αμινοξέα και βόριο	54,6ab	25,0ab

25 Απριλίου 2024	Μάρτυρας	52,5b	20,8c
	Ουρία	52,4b	20,4c
	Ουρία και βόριο	49,0c	19,8c
	Αμινοξέα και βόριο	48,4c	20,0c
	Σημαντικότητα		
	Ημερομηνία	***	***
	Μεταχείριση	**	NS

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

3.1.2 Συγκέντρωση των φύλλων σε χλωροφύλλη

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα ξηράς ουσίας και ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου στον μάρτυρα μειώθηκε από τον Ιανουάριο μέχρι τον Απρίλιο. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά μονάδα ξηράς ουσίας και ανά μονάδα επιφάνειας φύλλα των δένδρων που είχε εφαρμοστεί διαφυλλικά ουρία, ουρία-βόριο και αμινοξέα-βόριο, αυξήθηκε από τον Ιανουάριο μέχρι τον Μάρτιο και μειώθηκε ξανά τον Απρίλιο (Πίν.3.1.2).

Τα φύλλα του μάρτυρα είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α σε σχέση με τις άλλες τρεις μεταχειρίσεις τον Ιανουάριο, ενώ τον Μάρτιο είχαν τη μικρότερη τιμή (Πίν.3.1.2). Τα φύλλα στα οποία είχαν εφαρμοστεί αμινοξέα-βόριο είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης α σε σχέση με τις άλλες τρεις μεταχειρίσεις τον Μάρτιο και τον Απρίλιο (Πίν.3.1.2).

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά μονάδα ξηράς ουσίας και ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου αυξήθηκε από τον Ιανουάριο μέχρι τον Απρίλιο σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν.3.1.2).

Τα φύλλα του μάρτυρα είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β τον Ιανουάριο, ενώ το Μάρτιο και τον Απρίλιο είχαν τη μικρότερη τιμή (Πίν.3.1.2). Τον Ιανουάριο και τον Μάρτιο, η συγκέντρωση χλωροφύλλης β ήταν παρόμοια στις μεταχειρίσεις με ουρία, ουρία-βόριο και αμινοξέα-βόριο (Πίν.3.1.2). Τον Απρίλιο, τα φύλλα που είχαν ψεκαστεί με ουρία-βόριο είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης β σε σχέση με τις άλλες τρεις μεταχειρίσεις.

Η συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης, ανά μονάδα ξηράς ουσίας και ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου, δεν επηρεάστηκε με τον χρόνο στον μάρτυρα, ενώ στις

μεταχειρίσεις της ουρίας και των αμινοξέων-βορίου αυξήθηκε από τον Ιανουάριο μέχρι τον Μάρτιο και μειώθηκε ξανά τον Απρίλιο (Πίν.3.1.2).. Στη μεταχείριση ουρία-βόριο η συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης αυξήθηκε από τον Ιανουάριο μέχρι τον Μάρτιο χωρίς να μεταβληθεί περαιτέρω όταν εκφράστηκε ανά μονάδα ξηράς ουσίας ή αυξήθηκε από τον Ιανουάριο μέχρι τον Μάρτιο και μειώθηκε και πάλι τον Απρίλιο όταν εκφράστηκε ανά μονάδα επιφάνειας (Πίν.3.1.2).

Τα φύλλα που είχαν ψεκαστεί με αμινοξέα-βόριο είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης σε σχέση με τις άλλες τρεις μεταχειρίσεις το Μάρτιο και τον Απρίλιο. Τον Ιανουάριο και τον Απρίλιο, η συγκέντρωση ολικών χλωροφυλλών ήταν μικρότερη στη μεταχείριση με ουρία από ότι στις άλλες τρεις μεταχειρίσεις (Πίν.3.1.2).

Ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β μειώθηκε σημαντικά από τον Ιανουάριο μέχρι τον Απρίλιο τόσο στα φύλλα του μάρτυρα όσο και στις άλλες τρεις μεταχειρίσεις (Πίν.3.1.2).

Τον Ιανουάριο ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β ήταν παρόμοιος στα φύλλα των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της ουρίας-βόριο και των αμινοξέων-βόριο, αλλά μεγαλύτερος στα φύλλα της ουρίας (Πίν.3.1.2). Ο λόγος χλωρ. α/χλωρ. β ήταν παρόμοιος και στις τέσσερις μεταχειρίσεις το Μάρτιο. Τον Απρίλιο τα φύλλα που είχαν ψεκαστεί με ουρία και ουρία-βόριο είχαν χαμηλότερο λόγο χλωρ. α/χλωρ. β, συγκριτικά με τα φύλλα του μάρτυρα και τα φύλλα που είχαν ψεκαστεί με αμινοξέα-βόριο (Πίν.3.1.2).

Πίνακας 3.1.2. Συγκέντρωση σε χλωρ. α, χλωρ. β και ολ. χλωρ. εκφρασμένες σε mg g⁻¹ και mgm⁻², και του λόγου χλωρ. α/χλωρ. β των δέντρων ελιάς ποικιλίας Αμφίσσης των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της εφαρμογής ουρίας, της εφαρμογής ουρίας και βορίου και της εφαρμογής αμινοξέων και βορίου.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Χλωρ. α (mg g ⁻¹)	Χλωρ. β (mg g ⁻¹)	Ολ. χλωρ. (mg g ⁻¹)	Χλωρ. α (mgm ⁻²)	Χλωρ. β (mgm ⁻²)	Ολ. χλωρ. (mgm ⁻²)	Λόγος χλωρ. α /χλωρ. β
25 Ιανουαρίου 2024	Μάρτυρας	2,05ab	0,578c	2,63ab	425bc	120cd	545bc	3,57b
	Ουρία	1,50bc	0,308d	1,81c	324c	66,5d	390c	5,20a
	Ουρία και βόριο	1,67b	0,391d	2,06bc	368bc	85,5d	454c	4,43ab
	Αμινοξέα και βόριο	1,81ab	0,441d	2,25bc	395bc	96,6d	492c	4,18ab

27 Μαρτίου 2024	Μάρτυρας	1,76b	0,528cd	2,29b	446b	134cd	580bc	3,34b
	Ουρία	2,01ab	0,640c	2,65ab	509ab	162bc	671ab	3,15b
	Ουρία και βόριο	1,81ab	0,566cd	2,38b	459ab	143c	603b	3,19b
	Αμινοξέα και βόριο	2,22a	0,666c	2,89a	555a	166bc	721a	3,34ab
25 Απριλίου 2024	Μάρτυρας	1,70b	0,871b	2,57ab	349c	179bc	529bc	2,13bc
	Ουρία	1,12c	1,16a	2,28bc	228d	234ab	462c	0,96c
	Ουρία και βόριο	1,51bc	1,31a	2,82ab	290cd	250a	540bc	1,19c
	Αμινοξέα και βόριο	1,97ab	1,02ab	2,99a	388bc	202b	590bc	2,09bc
	Σημαντ.							
	Ημερομ.	**	***	***	***	***	***	***
	Μεταχείρ.	***	*	**	***	*	**	*

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

3.1.3 Συγκέντρωση των φύλλων σε άζωτο

Στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα, της ουρίας-βορίου και των αμινοξέων-βορίου μειώθηκε από τα τέλη Ιανουαρίου έως τα τέλη Μαρτίου, ενώ της ουρίας παρέμεινε σε παρόμοια επίπεδα (Πίν. 3.1.3)

Στα τέλη Ιανουαρίου, αμέσως μετά την εφαρμογή, οι μεταχειρίσεις με ουρία, ουρία-βόριο και του μάρτυρα είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση αζώτου στα φύλλα σε σχέση με τη μεταχείριση αμινοξέα-βόριο (Πίν.3.1.3). Δύο μήνες αργότερα, η συγκέντρωση αζώτου ήταν σημαντικά υψηλότερη στη μεταχείριση της ουρίας σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις (Πίν.3.1.3).

Πίνακας 3.1.3. Συγκέντρωση σε άζωτο φύλλων των δέντρων ελιάς ποικιλίας Αμφίσσης των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της εφαρμογής ουρίας, της εφαρμογής ουρίας και βορίου και της εφαρμογής αμινοξέων και βορίου στις 25/1/24 αμέσως μετά την εφαρμογή και δύο μήνες αργότερα στις 24/3/24.

Ημερομηνία	Μεταχείριση	N (%)
25 Ιανουαρίου	Μάρτυρας	1,55a

2024	Ουρία	1,57a
	Ουρία και βόριο	1,59a
	Αμινοξέα και βόριο	1,46b
24 Μαρτίου 2024	Μάρτυρας	1,43b
	Ουρία	1,52a
	Ουρία και βόριο	1,48b
	Αμινοξέα και βόριο	1,47b
Σημαντικότητα		
Ημερομηνία		***
Μεταχείριση		***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

3.1.4 Πυκνότητα ανθοφορίας

Η εφαρμογή αμινοξέα με βόριο εμφάνισε το μεγαλύτερο μήκος ετήσιου βλαστού από τις υπόλοιπες τρεις μεταχειρίσεις (Πίν.3.1.4). Οι μεταχειρίσεις του μάρτυρα, της ουρίας και ουρίας με βόριο είχαν παρόμοιο μήκος, χωρίς σημαντική διαφορά μεταξύ τους (Πίν.3.1.4).

Η εφαρμογή αμινοξέα-βόριο είχε υψηλότερη τιμή αριθμού ταξιανθιών ανά βλαστό σε σχέση με τις άλλες τρεις μεταχειρίσεις (Πίν.3.1.4). Ο αριθμός ταξιανθιών/cmβλαστού δεν εμφάνισε σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν.3.1.4).

Πίνακας 3.1.4.Αριθμός ταξιανθιών ανά βλαστό και ανά cmβλαστού των δένδρων ελιάς ποικιλίας Αμφίσσης των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της εφαρμογής ουρίας, της εφαρμογής ουρίας και βορίου και της εφαρμογής αμινοξέων και βορίου.

Μεταχείριση	Μήκος ετήσιου βλαστού (cm)	Αριθμός ταξιανθιών ανά βλαστό	Αριθμός ταξιανθιών/cm βλαστού
Μάρτυρας	26,5b	9,39b	0,39
Ουρία	26,0b	8,20b	0,32
Ουρία και βόριο	27,0b	10,4b	0,35
Αμινοξέα και βόριο	36,5a	14,4a	0,38
Σημαντικότητα			

Μεταχείριση	*	*	NS
--------------------	---	---	----

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

3.1.5 Χαρακτηριστικά βλαστών τρέχουσας βλαστικής περιόδου

Η εφαρμογή ουρίας και ουρίας-βορίου οδήγησαν σε μεγαλύτερο μήκος μεσογονατίου διαστήματος και γονάτου σε σχέση με το μάρτυρα και την εφαρμογή αμινοξέα και βόριο (Πίν.3.1.5).

Η εφαρμογή ουρίας-βόριο και αμινοξέα-βόριο παρουσίασαν αυξημένες τιμές στο πάχος μεσογονατίου διαστήματος και γονάτου σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ η οι βλαστοί που εφαρμόστηκε ουρία είχαν ενδιάμεσες τιμές (Πίν.3.1.5).

Το ποσοστό % ξηράς ουσίας μεσογονατίου διαστήματος και γονάτου εμφάνισαν υψηλότερες τιμές με την εφαρμογή ουρίας και ουρίας-βόριο σε σχέση με το μάρτυρα και την εφαρμογή αμινοξέα-βόριο (Πίν.3.1.5).

Πίνακας 3.1.5.Μήκος και πάχος μεσογονατίων διαστημάτων και μήκος και πάχος γόνων βλαστών της τρέχουσας βλαστικής περιόδου των δένδρων ελιάς ποικιλίας Αμφίσσης των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, της εφαρμογής ουρίας, της εφαρμογής ουρίας και βορίου και της εφαρμογής αμινοξέων και βορίου στις 2/7/2024.

Μεταχείριση	Μήκος μεσογονατίου διαστήματος (mm)	Πάχος μεσογονατίου διαστήματος (mm)	ΞΟ (%) μεσογονατίου διαστήματος	Μήκος γονάτου (mm)	Πάχος γονάτου (mm)	ΞΟ (%) γονάτου
Μάρτυρας	18,4b	2,60b	55,8b	13,6b	3,35b	55,7b
Ουρία	19,9a	2,98ab	59,2a	16,7a	3,65ab	59,5a
Ουρία και βόριο	20,5a	3,23a	59,0a	15,7a	4,00a	59,8a
Αμινοξέα και βόριο	18,6b	3,33a	56,7b	15,2a	4,07a	56,2b
Σημαντικότητα						
Μεταχείριση	*	*	*	*	*	***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

3.2 Πείραμα 2

3.2.1 Παραγωγικότητα των δέντρων ελιάς

Η διάμετρος και η επιφάνεια διατομής κορμού παρουσίασαν υψηλότερες τιμές στον αρδευόμενο ελαιώνα σε σχέση με τον ξηρικό (Πίν. 3.1.6).

Η παραγωγή ανά δένδρο στον αρδευόμενο ελαιώνα ήταν σημαντικά μεγαλύτερη σε σχέση με τον ξηρικό, και ομοίως η παραγωγικότητα του δένδρου στον αρδευόμενο ελαιώνα ήταν μεγαλύτερη από ότι στον ξηρικό (Πίν. 3.1.6).

Πίνακας 3.1.6. Διάμετρος κορμού, επιφάνεια διατομής κορμού, παραγωγή ανά δένδρο, και παραγωγικότητα των δένδρων του αρδευόμενου και του ξηρικού ελαιώνα ποικιλίας Κορωνέικη.

Μεταχείριση	Διάμετρος κορμού (cm)	Επιφάνεια διατομής κορμού (cm ²)	Παραγωγή ανά δένδρο (kg)	Παραγωγικότητα δένδρου (gcm ⁻²)
Αρδευόμενος	38,9a	1207a	24,9a	20,7a
Ξηρικός	26,7b	569b	6,55b	11,6b
Μεταχείριση	***	***	***	***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

3.2.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών

Όσον αφορά το χρώμα των καρπών, οι καρποί των δέντρων του ξηρικού ελαιώνα είχαν παρόμοια τιμή της παραμέτρου L* με τους καρπούς του αρδευόμενου (Πίν. 3.1.7). Επιπλέον, οι καρποί των δέντρων στον ξηρικό ελαιώνα είχαν υψηλότερες τιμές στις παραμέτρους C* και Hue από τους καρπούς του αρδευόμενου ελαιώνα (Πίν. 3.1.7).

Πίνακας 3.1.7. Χρώμα L*, C* και Hue των καρπών ελιάς ποικιλίας Κορωνέικη της κατηγορίας μεγέθους 2 των μεταχειρίσεων του μάρτυρα.

Μεταχείριση	L*	C*	Hue
Αρδευόμενος	22,7	4,82b	35,4b

Ξηρικός	24,7	10,0a	48,4a
Σημαντικότητα			
Μεταχείριση	NS	**	**

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

Οι καρποί των δέντρων στον ξηρικό ελαιώνα είχαν παρόμοιο βάρος και μήκος καρπού με τον αρδευόμενο, αλλά μεγαλύτερο πλάτος(Πίν.3.1.8). Οι καρποί των δέντρων στον ξηρικό ελαιώνα είχαν μεγαλύτερο βάρος ενδοκαρπίου από τον αρδευόμενο (Πίν.3.1.8).Ο αρδευόμενος ελαιώνας είχε μεγαλύτερο λόγο μήκος/πλάτος σε σχέση με τον ξηρικό (Πίν.3.1.8).

Πίνακας 3.1.8. Βάρος, μήκος, πλάτος, λόγος μήκος/πλάτος καρπού και βάρος ενδοκαρπίου των καρπών ελιάς ποικιλίας Κορωνέικη της κατηγορίας μεγέθους 2 των μεταχειρίσεων του μάρτυρα.

Μεταχείριση	Βάρος καρπού (g)	Βάρος ενδοκαρπίου (g)	Μήκος (mm)	Πλάτος (mm)	Λόγος μήκος/πλάτος
Αρδευόμενος	0,971	0,24b	15,2	10,1b	1,51a
Ξηρικός	1,03	0,29a	15,6	10,7a	1,46b
Σημαντικότητα					
Μεταχείριση	NS	**	NS	**	*

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

Ο λόγος σάρκας/πυρήνα ήταν παρόμοιος στους καρπούς του αρδευόμενου ελαιώνα με τον ξηρικό (Πίν. 3.1.9). Το ποσοστό % ξηρού βάρους περικαρπίου ήταν υψηλότερο στους καρπούς του αρδευόμενου ελαιώνα από ότι στον ξηρικό, όπως επίσης και το ποσοστό % ξηρού βάρους ενδοκαρπίου ήταν υψηλότερο στον αρδευόμενο σε σχέση με τον ξηρικό (Πίν. 3.1.9).

Πίνακας 3.1.9. Λόγος σάρκας/πυρήνα, ποσοστό % ξηράς ουσίας περικαρπίου και ποσοστό % ξηράς ουσίας ενδοκαρπίου των καρπών ελιάς ποικιλίας Κορωνέικη της κατηγορίας μεγέθους 2 των μεταχειρίσεων του μάρτυρα.

Μεταχείριση	Λόγος σάρκας/ πυρήνα	Ποσοστό ξηρού βάρους περικαρπίου (%)	Ποσοστό ξηρού βάρους ενδοκαρπίου (%)
Αρδευόμενος	3,06	47,0a	72,2a
Ξηρικός	2,60	41,2b	65,0b
Σημαντικότητα			
Μεταχείριση	NS	***	***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

3.2.3 Δείκτης ωριμότητας καρπών

Ο δείκτης ωριμότητας καρπών του ξηρικού ελαιώνα, όπου η συγκομιδή έγινε στις 12 Νοεμβρίου 2024, ήταν μεγαλύτερος από τον αρδευόμενο ελαιώνα, στον οποίο η συγκομιδή έγινε στις 28 Νοεμβρίου 2024 (Πίν.3.1.11)

Πίνακας 3.1.11. Δείκτης ωριμότητας καρπών του αρδευόμενου και του ξηρικού ελαιώνα ποικιλίας Κορωνέικη.

Μεταχείριση	Ημερομηνία συγκομιδής	Δείκτης ωρίμανσης
Αρδευόμενος	28/11/2024	3,8
Ξηρικός	12/11/2024	4,2

3.2.4 Ελαιοπεριεκτικότητα καρπών

Το ποσοστό % ελαιοπεριεκτικότητας επί του νωπού βάρους περικαρπίου των καρπών του αρδευόμενου και του ξηρικού ελαιώνα ήταν παρόμοιο (Πίν.3.1.12).

Πίνακας 3.1.12. Ελαιοπεριεκτικότητα ως ποσοστό % νωπού βάρους μεσοκαρπίου των καρπών του αρδευόμενου και του ξηρικού ελαιώνα ποικιλίας Κορωνέικη.

Μεταχείριση	Ελαιοπεριεκτικότητα % νωπού βάρους
Αρδευόμενος	25
Ξηρικός	25

3.2.5 Ποιοτικά χαρακτηριστικά ελαιολάδου

Ο ξηρικός ελαιώνας είχε χαμηλότερη οξύτητα ελαιολάδου σε σχέση με τον αρδευόμενο μετά από 1,5 μήνα αποθήκευσης, μεγαλύτερο αριθμό υπεροξειδίων από ότι ο αρδευόμενος, ενώ και οι τιμές K232, K270 και ΔK δεν είχαν κάποια σημαντική διαφορά (Πίν.3.1.13).

Στους 6 μήνες αποθήκευσης, η τιμή οξύτητας στον ξηρικό ελαιώνα αυξήθηκε σε σχέση με τον 1,5 μήνα αποθήκευσης, ενώ στον αρδευόμενο η τιμή δεν μεταβλήθηκε (Πίν.3.1.13). Ο αριθμός υπεροξειδίων στον ξηρικό και στον αρδευόμενο ελαιώνα ήταν υψηλότερος στους 6 μήνες αποθήκευσης απ' ότι στον 1,5 μήνα (Πίν.3.1.13). Οι τιμές K232, K270 και ΔK δεν είχαν επίσης κάποια σημαντική διαφορά (Πίν.3.1.13).

Πίνακας 3.1.13. Οξύτητα ελαιολάδου, αριθμός υπεροξειδίων και τιμές K232, K270 και ΔK του ελαιολάδου του αρδευόμενου και του ξηρικού ελαιώνα ποικιλίας Κορωνέικη μετά από 1,5 και 6 μήνες αποθήκευσης.

Διάρκεια αποθήκευσης ελαιολάδου (μήνες)	Μεταχείριση	Οξύτητα (Ελαϊκό οξύ %)	Αριθμός Υπεροξειδίων (meq ενεργού οξυγόνου ανά kg ελαιολάδου)	K232	K270	ΔK
1,5	Αρδευόμενος	1,06	2,50	1,73	0,184	0,0005
	Ξηρικός	0,240	4,00	1,57	0,202	0,0020
6	Αρδευόμενος	1,06	4,50	1,77	0,081	0,0005
	Ξηρικός	0,395	7,67	1,95	0,015	0,0010
Σημαντ.						
Ημερομ.		**	*	NS	NS	NS
Μεταχείριση		**	*	NS	NS	NS

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

Η συγκέντρωση του ελαιολάδου σε ολικές φαινόλες στον αρδευόμενο ελαιώνα μετά από 6 μήνες αποθήκευσης ήταν σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με τη συγκέντρωση στον ξηρικό(Πίν. 3.1.14).

Πίνακας 3.1.14. Συγκέντρωση του ελαιολάδου σε ολικές φαινόλες προερχόμενου από τον αρδευόμενο και τον ξηρικό ελαιώνα ποικιλίας Κορωνέικη μετά από 6 μήνες αποθήκευση.

Μεταχείριση	Ολικές φαινόλες (ισοδύναμα γαλλικού οξέος mg/g ν.β.)
Αρδευόμενος	276a
Ξηρικός	93b
Σημαντικότητα	
Μεταχείριση	***

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001.

4. Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης ανέδειξαν την πολυπαραγοντική επίδραση των καλλιεργητικών πρακτικών – και συγκεκριμένα της λίπανσης και της άρδευσης – στην ανάπτυξη και στην παραγωγικότητα των δέντρων, καθώς και στην ποιότητα του ελαιολάδου. Η διαφοροποίηση μεταξύ των μεταχειρίσεων υπέδειξε τη σημασία της σωστής διαχείρισης των θρεπτικών στοιχείων και του νερού, τόσο για τη βελτίωση των αποδόσεων όσο και για τη διασφάλιση της ποιοτικής υπεροχής του τελικού προϊόντος.

Ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για τη παραγωγή του ελαιολάδου και του ελαιοκάρπου είναι η λίπανση των ελαιόδεντρων. Η πλειονηφία των παραγωγών ελιάς στη Μεσόγειο ακολουθεί παραδοσιακή λίπανση με ετήσια χορήγηση ανόργανων συνθετικών λιπασμάτων N,P,K. Ωστόσο, η μη σωστή εφαρμογή τους δημιουργεί κινδύνους υποβάθμισης του εδάφους και ρύπανσης του περιβάλλοντος. Κατά τον Fernandez-Escobar (2019) η περίσσεια αζώτου στα ελαιόδεντρα έχει σαν αποτέλεσμα τη ρύπανση του εδάφους, τη μείωση της ποιότητας του ελαιολάδου, τη μείωση της γονιμότητας των ανθέων, τη μείωση της αντοχής των ελαιόδεντρων σε παγετό, τη μείωση ριζικής και βλαστικής ανάπτυξης και την καθυστέρηση της ωρίμανσης του ελαιοκάρπου. Αυτό υποδεικνύει τη σημασία υιοθέτησης ισορροπημένων λιπάνσεων σε έναν ελαιώνα.

Στο πρώτο πείραμα συγκρίθηκαν τέσσερις μεταχειρίσεις με διαφορετική λίπανση, του μάρτυρα (λίπανση σύνθετου λιπάσματος στο έδαφος), τη διαφυλλική εφαρμογή ουρίας, τη διαφυλλική εφαρμογή ουρίας-βόριο και τη διαφυλλική εφαρμογή με αμινοξέα-βόριο, επιπλέον της λίπανσης στο έδαφος. Όλες οι μεταχειρίσεις μετά από δύο μήνες σημείωσαν αύξηση του ειδικού βάρους φύλλου και του ποσοστού ξηράς ουσίας χωρίς ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ τους, δείχνοντας ότι όλα τα είδη των λιπάνσεων βοηθούν στη βλαστική ανάπτυξη των ελαιόδεντρων. Ωστόσο, μετέπειτα παρατηρήθηκε πτώση του ειδικού βάρους φύλλου και του ποσοστού ξηράς ουσίας σε όλες τις μεταχειρίσεις σε επίπεδα μικρότερα των αρχικών μετρήσεων, με τη μεγαλύτερη πτώση στη μεταχείριση με ουρία-βόριο και σε αυτή με αμινοξέα-βόριο. Η διεθνής βιβλιογραφία επισημαίνει ότι χορηγώντας αζωτούχο λίπασμα το άζωτο συσσωρεύεται κυρίως στα φύλλα, ωστόσο υπάρχει ένα επίπεδο κορεσμού στο φυτό στα 100ppm(Fernandez-Escobar, 2014) πέρα από το οποίο το πλεονάζον άζωτο κινητοποιείται γρήγορα από τα φύλλα σε άλλα αποθηκευτικά όργανα ή στους

καρπούς, εφόσον υπάρχουν (Fernandez-Escobar et al. 2011). Από την άλλη, η αποδοτικότητα πρόσληψης αζώτου εξαρτάται από τη θρεπτική κατάσταση του δέντρου (Fernandez-Escobar, 2014). Δέντρα με ανεπάρκεια αζώτου προσλαμβάνουν γρήγορα το άζωτο σε αντίθεση με καλά λιπαινόμενα δέντρα που προσλαμβάνουν μικρά ποσά αζώτου ανεξάρτητα από τη μέθοδο εφαρμογής του. Σε όλες τις μεταχειρίσεις το ποσοστό του αζώτου ήταν πάνω από το όριο επάρκειας (ποσοστό επάρκειας αζώτου $>1,4\%$) κατά την έναρξη του πειράματος. Η πτώση του ποσοστού αζώτου δύο μήνες μετά σε συνδυασμό με την αύξηση του ποσοστού ξηράς ουσίας και του ειδικού βάρους φύλλου υποδεικνύει ότι το άζωτο είναι σημαντικό στο στάδιο αυτό για τη βλαστική ανάπτυξη του δέντρου. Το γεγονός ότι η μεταχείριση με διαφυλλική λίπανση ουρίας είχε τη μικρότερη πτώση δείχνει ότι είναι πιο αποτελεσματική η συνδυασμένη εδαφική-διαφυλλική αζωτούχα λίπανση για τη διατήρηση επιπέδων επάρκειας αζώτου (Fernandez-Escobar, 2009). Η μείωση του ποσοστού ξηράς ουσίας και ειδικού βάρους φύλλου τον Απρίλιο συμπίπτει με την περίοδο έναρξης της ανθοφορίας, κρίσιμη για τη γονιμοποίηση και την καρπόδεση δικαιολογώντας τις αυξημένες ανάγκες για θρεπτικά συστατικά και κυρίως για βόριο. Το βόριο παίζει σημαντικό ρόλο στη γονιμοποίηση και στην καρπόδεση (Perica 2001) και υπάρχει θετική συσχέτιση με την απόδοση και τη συνολική παραγωγή (Saadati et al. 2016). Οι ανάγκες για βόριο είναι πολύ υψηλότερες κατά την αναπαραγωγική περίοδο, αυξάνοντας την παραγωγή και τη διατήρηση ανθέων και την ανάπτυξη του καρπού. Αυτό συμβαδίζει με τα αποτελέσματα του πειράματος, όπου παρατηρήθηκε το μέγιστο μήκος ετήσιου βλαστού και ο μέγιστος αριθμός ταξιανθιών ανά βλαστό στη μεταχείριση με αμινοξέα-βόριο. Επιπλέον, το μήκος μεσογονατίων διαστημάτων και γονάτων ήταν αυξημένα στη μεταχείριση με ουρία και ουρία-βόριο, ενώ το πάχος των μεσογονατίων διαστημάτων και των γονάτων ήταν υψηλότερα στη μεταχείριση με ουρία-βόριο και αμινοξέα-βόριο, ενισχύοντας την άποψη ότι άζωτο βελτιώνει τη βλαστική ανάπτυξη.

Μια άλλη παράμετρος που μελετήθηκε με τις διαφορετικές μεταχειρίσεις λίπανσης ήταν η συγκέντρωση των φύλλων σε χλωροφύλλη α, β και ολική. Το άζωτο αποτελεί θεμελιώδες συστατικό της χλωροφύλλης η οποία είναι υπεύθυνη για τη φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού. Όλες οι μεταχειρίσεις είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση των δύο ειδών χλωροφύλλης στα αρχικά στάδια του πειράματος και τη μετέπειτα πτώση μόνο της χλωροφύλλης α τη περίοδο της άνθισης, λόγω αυξημένης

φωτοσυνθετικής λειτουργίας. Βιβλιογραφικά δεδομένα δείχνουν ότι οι συγκεντρώσεις χλωροφύλλης και καροτενοειδών, και ο λόγος χλωροφύλλης α/χλωροφύλλη β στα φύλλα τον Αύγουστο και τον Δεκέμβριο επηρεάζονταν από τις λιπαντικές πρακτικές και από το έτος παρεννιαυτοφορίας (Sotiropoulos,2024). Οι τιμές τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες για το επίπεδο παραγωγής καρπών, ιδίως στην παραγωγική χρονιά. Ένα σταθερό εύρος χλωροφύλλης α/χλωροφύλλη β στα φύλλα από 2,3-3,3 τον Αύγουστο μπορεί να είναι απαραίτητη συνθήκη για την επίτευξη υψηλής παραγωγής καρπών και ελαιολάδου ανά δέντρο ανεξαρτήτως εδαφοκλιματικών συνθηκών (Sotiropoulos,2024). Επιπλέον, συνδυαστική οργανική λίπανση(φουλβικά και χουμικά οξέα) με δύο διαφυλλικές εφαρμογές ανά έτος σε όξινα εδάφη και μιας διαφυλλικής ανά έτος σε αλκαλικά εδάφη απέδωσαν αυξημένη παραγωγή καρπών και ελαιολάδου(Sotiropoulos,2024).

Αναφορικά με την άρδευση, έχει βρεθεί να επιδρά θετικά στην παραγωγικότητα των δέντρων ελιάς τόσο σε ανατομικά χαρακτηριστικά όσο και σε απόδοση, ως αποτέλεσμα της βελτιωμένης πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων και μείωσης της υδατικής καταπόνησης(Zipori,2020),γεγονός που συμβαδίζει και με τα ευρήματα της παρούσας έρευνας. Σύμφωνα με τον Χαρτζουλάκη (2024) και τον Κουργιαλά (2024) η άρδευση στην ελιά συμβάλλει στην αύξηση του αριθμού και του μέγεθος των καρπών, κυρίως σε δένδρα που έχουν μικρή ή μέση παραγωγή, καθώς και στη συνολική παραγωγή καρπών και ελαιολάδου ανά δένδρο, ωστόσο η ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών μειώνεται κατά 0-10%. Στην ποικιλία Κορωνέικη η άρδευση αναφέρεται να αυξάνει την παραγωγή ελαιολάδου κατά 33-72% (Χαρτζουλάκης 2024). Στην παρούσα εργασία, στον αρδευόμενο ελαιώνα ποικιλίας Κορωνέικη εφαρμόστηκαν συνολικά 264 m³νερού ανά στρέμμα και η διαφορά στην παραγωγικότητα των δύο ελαιώνων ήταν θεαματική. Παρόλα αυτά δεν παρατηρήθηκε βελτίωση στο μέγεθος του καρπού με την άρδευση, ενώ η ελαιοπεριεκτικότητα ήταν παρόμοια μεταξύ του αρδευόμενου και του ξηρικού ελαιώνα.

Στην παρούσα έρευνα, το ελαιόλαδο που παράχθηκε από τον αρδευόμενο ελαιώνα είχε υψηλότερη οξύτητα, μικρότερο αριθμό υπεροξειδίων και υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες συγκριτικά με τον ξηρικό, ενώ οι τιμές K232, K270 και ΔΚ δεν επηρεάστηκαν. Αναφέρεται ότι η άρδευση, ιδιαίτερα η μη ορθολογική, μπορεί να μειώσει την περιεκτικότητα του ελαιολάδου σε πολυφαινόλες

και σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, ενώ το K232, K270, η οξύτητα και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά δεν επηρεάζονται. Όταν όμως η άρδευση γίνεται ορθολογικά και συνδυάζεται με ορθές πρακτικές συγκομιδής και επεξεργασίας του ελαιοκάρπου συμβάλλει στην παραγωγή υψηλής ποιότητας ελαιολάδου (Χαρτζουλάκης 2014). Σύμφωνα με τον Κουργιαλά (2024) η άρδευση έχει άμεση επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου, όπως οξύτητα, αριθμός υπεροξειδίων, ολικές φαινόλες, οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και η ορθολογική άρδευση οδηγεί σε ελαιόλαδο με ανώτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά και υψηλές φαινόλες (Κουργιαλάς, 2024). O Ben-Gal (2021) αναφέρει ότι η άρδευση οδήγησε σε υψηλότερες αποδόσεις, ενώ οι ξηρικοί ελαιώνες έδωσαν έλαια με ανώτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και υψηλότερες συγκεντρώσεις πολυφαινόλων, γεγονός που συμφωνεί με τη βιβλιογραφία για τη θετική συσχέτιση της ήπιας υδατικής καταπόνησης με την ποιοτική υπεροχή του ελαιολάδου (Ben-Gal, 2021). Επίσης, οι Arbones et al. (2022) αναφέρουν ότι η αυξημένη άρδευση συνδέθηκε με μείωση της συγκέντρωσης φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο, επιβεβαιώνοντας ότι η υπερβολική άρδευση μπορεί να υποβαθμίσει ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως αντιοξειδωτική ικανότητα και σταθερότητα στον χρόνο. Στο πείραμά μας ο αριθμός υπεροξειδίων αυξήθηκε με τον χρόνο αποθήκευσης, αλλά ο αρδευόμενος ελαιώνας είχε χαμηλότερες τιμές συγκριτικά με τον ξηρικό. Αυτό το εύρημα αναδεικνύει το δίλημμα μεταξύ ποσοτικής και ποιοτικής βελτίωσης, και καθιστά αναγκαία τη διαμόρφωση στρατηγικών άρδευσης προσαρμοσμένων στις επιθυμητές προτεραιότητες του παραγωγού.

Περιορισμοί της παρούσας μελέτης περιλαμβάνουν την εφαρμογή της σε συγκεκριμένες ποικιλίες (Αμφίσσης και Κορωνέικη) και σε ένα μόνο γεωγραφικό περιβάλλον, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων. Παράλληλα, η διάρκεια της μελέτης κάλυψε μόνο μία καλλιεργητική περίοδο, ενώ είναι γνωστό ότι η ελιά παρουσιάζει έντονη παρενιαυτοφορία, η οποία θα μπορούσε να διαφοροποιήσει τα αποτελέσματα σε βάθος χρόνου. Επομένως, προτείνονται μακροχρόνιες πειραματικές μελέτες και εφαρμογή σε διαφορετικά περιβάλλοντα και εδαφοκλιματικές συνθήκες για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων.

5. Συμπεράσματα

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

- Ο συνδυασμός εδαφικής-διαφυλλικής λίπανσης με ουρία 2% στα τέλη Ιανουαρίου αποδείχθηκε ο πιο αποτελεσματικός για τη διατήρηση της επάρκειας των φύλλων σε άζωτο συγκριτικά με τη λίπανση μόνο στο έδαφος.
- Η διαφυλλική εφαρμογή συνδυασμού αμινοξέων και βορίου απέφερε υψηλότερο αριθμό ταξιανθιών ανά βλαστό σε σχέση με τις άλλες τρεις μεταχειρίσεις, αν και όταν ο αριθμός ταξιανθιών εκφράστηκε ανά cm βλαστού δεν εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.
- Η διαφυλλική λίπανση με αμινοξέα και βόριο στα τέλη Ιανουαρίου, συνετέλεσε σε υψηλότερα επίπεδα φωτοσυνθετικών χρωστικών σε σχέση με τους άλλους συνδυασμούς διαφυλλικών εφαρμογών όπως ουρία, ουρία-βόριο και τον μάρτυρα την περίοδο πριν την ανθοφορία (Μάρτιο και Απρίλιο).
- Η διαφυλλική εφαρμογή ουρίας και ουρίας-βορίου οδήγησαν σε μεγαλύτερο μήκος μεσογονατίου διαστήματος και γονάτου σε σχέση με το μάρτυρα και την εφαρμογή αμινοξέα-βόριο.
- Το ποσοστό % ξηράς ουσίας μεσογονατίου διαστήματος και γονάτου εμφάνισαν υψηλότερες τιμές με την εφαρμογή ουρίας και ουρίας-βόριο σε σχέση με το μάρτυρα και την εφαρμογή αμινοξέα-βόριο.
- Ο αρδευόμενος ελαιώνας είχε υψηλότερη παραγωγικότητα σε σχέση με τον ξηρικό.
- Οι καρποί του αρδευόμενου και του ξηρικού ελαιώνα είχαν παρόμοιο βάρος και ελαιοπεριεκτικότητα, αν και οι καρποί του ξηρικού ελαιώνα ήταν πιο ώριμοι στη συγκομιδή από αυτούς του αρδευόμενου.
- Το ελαιόλαδο που παράχθηκε από τον αρδευόμενο ελαιώνα είχε υψηλότερη οξύτητα, μικρότερο αριθμό υπεροξειδίων και υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες συγκριτικά με τον ξηρικό, ενώ οι τιμές K232, K270 και ΔΚ δεν επηρεάστηκαν από την άρδευση.

Συνεπώς, οδεύοντας σε μία εποχή όπου η παραγωγή της ελιάς απειλείται από την κλιματική κρίση, την υποβάθμιση του εδάφους και την απώλεια της βιοποικιλότητας λόγω των αγροχημικών, πρέπει να εφαρμοστούν ορθές πρακτικές λίπανσης και άρδευσης, σε συνδυασμό με ορθές πρακτικές συγκομιδής και επεξεργασίας

ελαιοκάρπου. Αυτό θα συμβάλλει στην παραγωγή υψηλής ποιότητας ελαιολάδου, μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και ενίσχυση της αειφορίας στην ελαιοκαλλιέργεια.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

- Βασιλακάκης Μ., 2016. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
- Κουργιαλάς Ν., 2024. Επίδραση άρδευσης στα ποιοτικά χαρακτηριστικά ελαιολάδου και ελαιοκάρπου. Γεωργία-Κτηνοτροφία, Μηνιαίο περιοδικό του Αγροτύπου για τον αγρότη, σελ. 46-48
- Κυριτσάκης Α.Κ., 2007. Ελαιόλαδο. Αυτοέκδοση, Θεσσαλονίκη.
- Κυριτσάκης Α., 2023. Το ελαιόλαδο και ο βιολειτουργικός του ρόλος. Αυτοέκδοση, Θεσσαλονίκη
- Λιάκος Β., Παπαχατζής Α., Παπακωνσταντίνου Β., Γράβαλος Ι., Παπαχατζής Αλ., 2024. Εκμηχάνιση στη συγκομιδή της ελιάς. Γεωργία-Κτηνοτροφία, Μηνιαίο περιοδικό του Αγροτύπου για τον αγρότη, σελ. 50-53
- Μετζιδάκης Ι., Σεργεντάνη Χ. και Κουμπούρης Γ., 2021. Εγχειρίδιο Μορφολογικών Χαρακτηριστικών Ποικιλιών Ελιάς. Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου. Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «Δήμητρα».
- Ναβροζίδης Ε., Ανδρεάδης Σ., 2012. Ειδική γεωργική εντομολογία, Εκδόσεις CCITYPUBLISH, Θεσσαλονίκη
- Νάνος Γ., 2021. Σημειώσεις Ελαιοκομία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος
- Παναγόπουλος Χ., 2007. Ασθένειες Καρποφόρων δένδρων και αμπέλου. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα
- Τζανακάκης Μ.Ε., Κατσόγιαννος Β.Ι., 2003. Έντομα καρποφόρων δέντρων και αμπέλου, Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα
- Χατζουλάκης Π., 2024. Η άρδευση της ελιάς. Αγροτύπος, Γεωργία-Κτηνοτροφία, Μηνιαίο περιοδικό του Αγροτύπου για τον αγρότη, σελ. 36-39

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Arbonés A., Rufat J., Pérez M.A., Pascual M., Benito A., deLorenzo C., Villar J. M. and Sastre B. , 2022. The influence of olive tree fertilization on the phenols in virgin olive oils. A review. Grasas y Aceites, 73(3), e470.

- Baccouri, B., et al. (2008). Impact of Fertilization and Irrigation on Olive Oil Quality: An Overview. *Acta Horticulturae*, 791, 529-534.
- Ben-Gal A., Ron Y., Yermiyahu U., Zipori I., Naoum S. and Dag A. ,2021. Evaluation of regulated deficit irrigation strategies for oil olives: A case study for two modern Israeli cultivars. *Agricultural Water Management*, 245.
- Connor, D. J. , 2014. Olive cultivation in the Mediterranean basin: Advances and challenges. *Crop & Pasture Science*, 65(5), 453–466.
- Erel R., Dag A., Ben-Gal A., Schwartz A. and Yermiyahu U. ,2008. Flowering and fruit set of olive trees in response to Nitrogen, Phosphorus and Potassium. *SOC. HORT. SCI.* 133(5), 639–647.
- Erel R., Yermiyahu U., Van Opostal J., Ben-Gal A., Schwartz A. and Dag A.,2013. The importance of olive (*Olea europaea* L.) tree nutritional status on its productivity. *Scientia Horticulturae*, 159, 8–18.
- Fernandez-Escobar R., 2019. Olive Nutritional Status and Tolerance to Biotic and Abiotic Stresses. *Frontiers in Plant Science*, 10:1151.
- Fernandez-Escobar R., 2011. Use and Abuse of Nitrogen in Olive Fertilization. *Acta Hort.* 888, 249-258.
- Fernandez-Escobar R., Antonaya-Baena M.F., Sanchez-Zamora M.A. and Molina-Soria C. ,2014. The amount of nitrogen applied and nutritional status of olive plants affect nitrogen uptake efficiency. *Scientia Horticulturae*, 167, 1–4.
- Fernandez-Escobar R., Beltran G., Sanchez-Zamora M., Garcia-Novelo J., Aguilera M. and Uceda M., 2006. Olive oil quality decreases with nitrogen over fertilization. *HORTSCIENCE*, 41(1), 215-219.
- Fernandez-Escobar R., Garcia-Novelo J.M., Molina-Soria C. and Parra M.A.,2012. An approach to nitrogen balance in olive orchards. *Scientia Horticulturae*, 135, 219–226.
- Fernandez-Escobar R., Garcia-Novelo J.M. and Restrepo-Diaz H., 2011. Mobilization of nitrogen in the olive bearing shoots after foliar application of urea. *Scientia Horticulturae*, 127, 452–454.
- Fernandez-Escobar R., Marin L., Sanchez-Zamora M., Garcia-Novelo J., Molina-Soria C. and Parra M. , 2009. Long-term effects of N fertilization on

cropping and growth of olive trees and on N accumulation in soil profile. *European Journal of Agronomy*, 31, 223–232.

- Fernandez-Escobar R., Moreno R. and Garcia-Creus M., 1999. Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternate-bearing cycle. *Scientia Horticulturae*, 82, 25-45.
- Fernandez-Escobar R., Parra M., Navarro C. and Arquero O. , 2009. Foliar diagnosis as a guide to olive fertilization. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(1), 212-223.
- García, M., et al. (2017).Impact of Potassium Fertilization on Olive Tree Growth and Olive Oil Quality. *Agricultural Systems*, 151, 69-79.
- Hernández, A., et al. (2019).Influence of Irrigation on Olive Oil Taste and Aroma. *Food Chemistry*, 272, 18-26.
- Kasimatis, A., et al. (2009).Effect of Nitrogen Fertilization on Olive Oil Composition. *Scientia Horticulturae*, 121(4), 420-426.
- Martínez-González, M., et al. (2017).The Effect of Irrigation on Olive Oil Quality and Yield. *Olive Oil Technology*, 42(6), 45-53.
- McGuire R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27:1254-1255.
- Pérez, A., et al. (2015).The Impact of Water Stress on Olive Tree Yield and Oil Composition. *Journal of Agricultural Sciences*, 153(3), 578-589.
- Perica S., Brown P., Connell J., Nyomora A., Dordas C., Hu H. and Stangoulis J.,2001.Foliar Boron Application Improves Flower Fertility and Fruit Set of Olive. *HORTSCIENCE*,36(4), 714–716.
- Provenzano, G., et al. (2013).Effect of Irrigation and Nitrogen Fertilization on Olive Tree Growth and Oil Quality. *Scientia Horticulturae*, 159, 57-63.
- Restrepo-Diaz H., Benlloch M., Navarro C. and Fernandez-Escobar R. ,2008. Potassium fertilization of rainfed olive orchards. *Scientia Horticulturae*, 116,399–403.
- Saadati S., Moallemi N., Mortazavi SMH., Seyyednejad SM. ,2016. Foliar Applications of Zinc and Boron on fruit set and some fruit quality of olive. *Vegetos-An international journal of plant research* , 29:2.
- Sotiropoulos S., Chatzisavvidis C., Papadakis I., Kavvadias V., Paschalidis C., Antonopoulou C. and Kiriakopoulos S., 2024.Enhancing the Yield of Mature

Olive Trees via Comparative fertilization strategies, including a Foliar Application with Fulvic and Humic acids, in Non-Irrigated Orchards with Calcareous and Non-Calcareous soils. *Horticulturae*, 10,167.

- Swain T. and Hillis W.E., 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10:63-68.
- Therios, I. , 2009. Olive Tree: Physiology and Biotechnology. SciencePublishers.
- Wintermans J.F. and de Mots A., 1965. Spectrophotometric characteristics of chlorophyll and their pheophytins in ethanol. *Biochim. Biophys. Acta* 109:448-453.
- Zipori I., Erel R., Yermiyahu U., Ben-Gal A. and Dag A., 2020. Sustainable Management of Olive Orchard Nutrition: A Review. *Agriculture*, 10, 11.
- Zipori I., Yermiyahu U., Erel R., Presnov E., Faingold I., Ben-Gal A. and Dag A., 2015. The influence of irrigation level on olive tree nutritional status. *IrrigationScience*, 33, 277–287.