



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΥΛΛΙΚΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΙΑ**



**ΑΝΤΩΝΑΤΟΥ ΑΣΠΑΣΙΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΝΑΝΟΣ, ΜΕΛΟΣ ΔΕΠ**

**ΒΟΛΟΣ, 2020**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Γεώργιο Νάνο, που μου πρόσφερε την πολύτιμη βοήθειά του, μεταλαμπαδεύοντάς μου χρησιμότερες γνώσεις, πληροφορίες και συμβουλές για να φέρω εις πέρας την παρούσα πτυχιακή εργασία, που ήταν παρόν σε όλη την πορεία προς την ολοκλήρωσή της διατριβής και ήταν πάντα διαθέσιμος για την επίλυση οποιασδήποτε απορίας μου.

Στην κ. Ε. Παναγιωτάκη, για την πολύτιμη βοήθειά της στη διεξαγωγή των εργαστηριακών μετρήσεων του πειράματος.

Στον καθηγητή κ. Ν. Τσιρόπουλο, ο οποίος μας παραχώρησε το εργαστήριο Χημείας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για κάποιες από τις μετρήσεις του πειράματος.

Στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, τον Αναπλ. Καθηγητή κ. Βασίλειο Αντωνιάδη και τον Αναπλ. Καθηγητή κ. Χρήστο Λύκα, για τον πολύτιμο χρόνο που διαθέτουν για τη μελέτη και αξιολόγηση της πτυχιακής διατριβής.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	vi
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2.1 Η καλλιέργεια της ελιάς στην Ελλάδα.....	1
2.2 Ταξινομική κατάταξη.....	1
2.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	1
2.4 Η φυσιολογία του φύλλου της ελιάς.....	2
2.5 Η φυσιολογία του ριζικού συστήματος της ελιάς.....	2
2.6 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις ανάπτυξης.....	2
2.7 Η θρέψη των δέντρων και ο ρόλος των μακροστοιχείων.....	3
2.7.1 Άζωτο.....	4
2.7.1 Φώσφορος.....	4
2.7.2 Κάλιο.....	5
2.8 Ο ρόλος των μικροστοιχείων	
2.8.1 Ασβέστιο.....	6
2.8.2 Βόριο.....	7
2.8.3 Σίδηρος.....	8
2.9 Η λίπανση στην ελιά.....	8
2.9.1 Άζωτο.....	9
2.9.2 Φώσφορος.....	9
2.9.3 Κάλιο.....	10
2.9.4 Βόριο.....	10
2.9.5 Ασβέστιο.....	11
2.9.6 Ψευδάργυρος.....	12
2.9.7 Χαλκός.....	12
2.10 Ασθένειες της ελιάς.....	13
2.10.1 Ο ρόλος του χαλκού στην ελιά ως προστατευτικό ή θεραπευτικό μυκητοκτόνο.....	15
2.11 Η ποιότητα του καρπού.....	16
2.11.1 Τα συστατικά του καρπού.....	17
2.11.2 Χρωστικές.....	17
2.12 Το ελαιόλαδο.....	17

2.13 Σκοπός της εργασίας.....	18
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	19
3.1 Χαρακτηριστικά πειραματικού αγροτεμαχίου.....	19
3.2 Περιγραφή μεταχειρίσεων.....	20
3.3 Μετρήσεις αγρού.....	25
3.3.1 Περιγραφή μεθόδων και υπολογισμών.....	26
3.4 Μετρήσεις εργαστηρίου.....	27
3.4.1 Μετρήσεις χαρακτηριστικών φύλλου.....	27
3.4.2 Μετρήσεις ποιότητας καρπών.....	30
3.5 Στατιστική ανάλυση.....	33
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	34
4.1 Αποτελέσματα μεταχειρίσεων 2017.....	34
4.1.1 Μετρήσεις αγρού.....	34
4.1.2 Φυλλοδιαγνωστική ανάλυση.....	34
4.1.3 Χαρακτηριστικά φύλλων.....	35
4.1.4 Χαρακτηριστικά καρπών.....	37
4.2 Αποτελέσματα μεταχειρίσεων 2018.....	37
4.2.1 Μετρήσεις αγρού.....	37
4.2.2 Χαρακτηριστικά φύλλων.....	38
4.2.3 Χαρακτηριστικά καρπών.....	39
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	41
5.1 Φυλλοδιαγνωστική ανάλυση.....	41
5.2 Παραγωγή καρπών και ανάπτυξη του δέντρου.....	44
5.3 Ανάπτυξη φύλλων.....	44
5.4 Ανάπτυξη καρπών.....	46
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	47
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	49
7.1 Ελληνική βιβλιογραφία.....	49
7.2 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	50

## 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μορφή και το είδος των θρεπτικών στοιχείων που απαιτείται να προστεθούν μέσω της λίπανσης σε μια καλλιέργεια, προκειμένου να έχουν τα καλύτερα αποτελέσματα, καθορίζονται από την επιδιωκόμενη απόδοση σε συνδυασμό με την επιθυμητή ποιότητα και τη χρήση του παραγόμενου προϊόντος, καθώς και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή καλλιέργειας. Με τη διαφυλλική λίπανση μπορούμε να προσφέρουμε στο φυτό όποιο θρεπτικό στοιχείο έχει ανάγκη σε όποιο στάδιο ανάπτυξής του. Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε μελέτη της επίδρασης της οργανικής διαφυλλικής λίπανσης σε νεαρά δέντρα ελιάς, με σκοπό την καλύτερη ανάπτυξη των δέντρων, την καλύτερη καρπόδεση, την αύξηση της παραγωγής και της ποιότητας των καρπών, και την καλύτερη προετοιμασία των δέντρων για το επόμενο έτος. Πραγματοποιήθηκε ένα λιπαντικό πρόγραμμα σε όλα τα δέντρα το οποίο περιλαμβάνει υδρολίπανση με ανόργανα σύνθετα σκευάσματα σε δόσεις και επιπλέον διαφυλλικοί ψεκασμοί με οργανικά σκευάσματα της εταιρίας «Θεόφραστος» σε αριθμό δέντρων ανά ορισμένα χρονικά διαστήματα επί διετία. Οι παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν: η ανάπτυξη της κόμης και του κορμού, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φύλλων και των καρπών, η παραγωγή καρπών και η περιεκτικότητα των φύλλων σε θρεπτικά συστατικά. Διαπιστώθηκε ότι το πρώτο έτος των διαφυλλικών ψεκασμών σημαντικά μακροστοιχεία βρέθηκαν σε ανεπάρκεια με εντονότερη εκείνη του P. Σε ανεπάρκεια βρέθηκαν επίσης και ορισμένα ιχνοστοιχεία, περισσότερο στα δέντρα του μάρτυρα, με σημαντικότερη εκείνη του B. Επίσης διαπιστώθηκε ότι οι διαφυλλικοί ψεκασμοί επηρέασαν αρνητικά τη συγκέντρωση του N, αλλά βελτίωσαν τη συγκέντρωση της πλειοψηφίας των υπόλοιπων θρεπτικών στοιχείων. Δεν προκάλεσαν τοξικότητες θρεπτικών στοιχείων, αλλά παρέμειναν σε ανεπάρκεια βασικά ανόργανα στοιχεία. Παρότι τα φύλλα των δέντρων που ψεκάστηκαν βρίσκονταν σε καλύτερη λειτουργική κατάσταση ειδικά το πρώτο έτος εφαρμογής των σκευασμάτων, η ανάπτυξη των δέντρων και η παραγωγικότητά τους δεν επηρεάστηκαν θετικά. Συμπερασματικά φαίνεται ότι οι ψεκασμοί με τα διαφυλλικά οργανικά σκευάσματα δεν βελτίωσαν την ανάπτυξη του φυτού και την παραγωγικότητά του.

## 2.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 2.1 Η καλλιέργεια της ελιάς στην Ελλάδα

Είναι η σημαντικότερη δενδρώδης καλλιέργεια στην Ελλάδα, εφόσον αποτελεί το 20-25% της καλλιεργούμενης έκτασης (11,6 εκατομμύρια στρέμματα) και το 78% των καλλιεργουμένων δενδροκομικών ειδών (Μυτιλέκας, 2017). Η ελιά καλλιεργείται στους 50 από τους 54 νομούς της χώρας με περίπου 170 εκατομμύρια δέντρα, 2.500 ελαιοτριβεία, 300 τυποποιητικές μονάδες και 80 εργοστάσια επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς. Για ένα μεγάλο μέρος του αγροτικού πληθυσμού της χώρας, η παραγωγή ελαιόλαδου αποτελεί το αποκλειστικό εισόδημα. Η Ελλάδα βρίσκεται στην τρίτη θέση στην παγκόσμια κατάταξη σε παραγωγή ελαιόλαδου μετά την Ισπανία και την Ιταλία.

Η παραγωγή ελαιόλαδου σε τόνους είναι περίπου 380.000 ετησίως εκ των οποίων το 75% ανήκει στην ποιοτική κατηγορία «παρθένο». Από αυτούς εξάγονται περίπου 11.300 τόνοι. Επιπρόσθετα, 108.000 τόνοι επιτραπέζιας ελιάς παράγονται ετησίως από τις οποίες ένα μεγάλο ποσοστό εξάγεται. Ένα ακόμη προϊόν του ελαιόδεντρου είναι το πυρηνέλαιο το οποίο παράγεται σε ποσότητα 25.000 τόνων ετησίως. Όσον αφορά την κατά κεφαλήν κατανάλωση ελαιόλαδου στις χώρες της Ευρωπαϊκή Ένωσης η Ελλάδα κατέχει με μεγάλη διαφορά την πρώτη θέση, καταναλώνοντας σχεδόν τη διπλάσια ποσότητα ελαιόλαδου από τους Ιταλούς και τους Ισπανούς, οι οποίοι έρχονται σε δεύτερη και τρίτη θέση, αντίστοιχα.

Τέλος, η καλλιέργεια της ελιάς συμβάλλει με τα προϊόντα της στην ενίσχυση της οικονομίας της χώρας, καθώς αποτελεί το 2% των εθνικών εσόδων και το 15% του εθνικού αγροτικού εισοδήματος (Γιαννοπολίτης 2009).

### 2.2 Ταξινόμηση κατάταξη

Υπάρχουν περί τα 30 είδη ελιάς, το είδος όμως που έδωσε τις περισσότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες είναι το *Olea europaea* L. ή δύο υποείδη, η αγριελιά (που ανήκει στο *Olea europaea* var. *oleaster* ή *Olea sylvestris*) και η ήμερη η καλλιεργούμενη (*Olea europaea* var. *communis* ή *sativa*) (Βασιλακάκης 2016).

### **2.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά**

Η ελιά είναι αιωνόβιο δέντρο της θερμής ευκράτου ζώνης, καρποφορεί για εκατοντάδες ή ακόμη και χιλιάδες χρονιά. Εάν καταστραφεί το υπέργειο τμήμα του για κάποιο λόγο, το δέντρο μπορεί να αναβλαστήσει από το λαιμό ή τις ρίζες. Έχει φύλλα επιμήκη, λογχοειδή, ανοιχτού πράσινου χρώματος με αργυρό χνούδι στην κάτω επιφάνεια. Τα άνθη εμφανίζονται στους βλαστούς του παρελθόντος έτους σε ταξιανθία βότρυ, ανεμόγαμα, ερμαφρόδιτα. Ο καρπός είναι δρύπη, μαύρος η μελανός, πλούσιος σε έλαιο (Βασιλακάκης 2016).

### **2.4 Η φυσιολογία του φύλλου της ελιάς**

Τα φύλλα της ελιάς είναι βραχύμισχα, επιμήκη, λογχοειδή, λειόχειλα με βαθύ πράσινο χρώμα στην προσαξονική και ασημί στην αποσαξονική επιφάνεια λόγω της ύπαρξης πολυκύτταρων τριχών διατεταγμένων σε 6-8 στρώματα (Σταυριανάκου 2000). Οι τρίχες της πάνω επιφάνειας είναι κατά πολύ λιγότερες και διατάσσονται σε ένα αραιό στρώμα (Karabourniotis et al. 1998). Η διάταξη των φύλλων είναι κατ' εναλλαγή σε δύο κάθετες σειρές (Σταυριανάκου 2000).

### **2.5 Η φυσιολογία του ριζικού συστήματος της ελιάς**

Η ελιά διαθέτει πλούσιο ριζικό σύστημα με αποτέλεσμα να φτάνει πολύ βαθιά. Ειδικά σε αμμώδη εδάφη είναι δυνατόν να φτάσει έως και 6 m βάθος, αλλά γενικά το μεγαλύτερο μέρος τους βρίσκεται επιφανειακά στα 15-20 cm ή το πολύ 50-60 cm (Γιαννοπολίτης 2009).

### **2.6 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις ανάπτυξης**

Η ελιά ευδοκίμει σε περιοχές που έχουν ήπιο χειμώνα (έως -3 °C) και ζεστό και ξηρό καλοκαίρι (έως 40 °C). Αντέχει στην ξηρασία αλλά οι καλύτερες αποδόσεις και η καλύτερη ποιότητα ελαιολάδου επιτυγχάνεται όταν η καλλιέργεια αρδεύεται. Τα εδάφη που αναπτύσσεται και αποδίδει καλά η ελιά είναι τα βαθιά αμμοπηλώδη (Βασιλακάκης 2016). Είναι από τις λίγες καλλιέργειες που μπορούν να αξιοποιήσουν και τα άγονα, ξηρικά, πετρώδη εδάφη. Αντέχει και στα ελαφρά όξινα. Έχει καλή αντοχή στην αλατότητα εδάφους, καθώς εκδηλώνει μέτρια επίδραση σε υψηλή εδαφική ηλεκτρική αγωγιμότητα μέχρι 4 dS/m και σε περιεκτικότητα ανταλλάξιμου Νατρίου (Na) μέχρι 20-40% (Σφακιωτάκης 1993). Μπορεί επίσης να καλλιεργηθεί και σε εδάφη με κλίση (Μυτιλέκας 2017).

## 2.7 Η θρέψη των δέντρων και ο ρόλος των μακροστοιχείων

Όλα τα δέντρα έχουν απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία (μακρο- και ιχνοστοιχεία) τα οποία αν δεν υπάρχουν σε επαρκείς ποσότητες στο έδαφος θα πρέπει να χορηγηθούν με τη λίπανση (Παναγιωτόπουλος 2009). Το δέντρο εξασφαλίζει από την ατμόσφαιρα τον άνθρακα (από το CO<sub>2</sub>) και το οξυγόνο, ενώ όλα τα άλλα στοιχεία ήτοι άζωτο (N), φωσφόρο (P), κάλιο (K), σίδηρο (Fe), μαγνήσιο (Mg), ασβέστιο (Ca), θείο (S), μαγγάνιο (Mn), βόριο (B), ψευδάργυρο (Zn), χαλκό (Cu), πυρίτιο (Si), αργίλιο (Al) από το έδαφος (Βασιλακάκης 2016). Λίπανση πρέπει να γίνεται κάθε χρόνο, καθώς εξασφαλίζει τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, την καλύτερη ποιότητα και ποσότητα καρπών, και σταθερή παραγωγή ανά έτος. Ένα πρόγραμμα λίπανσης δημιουργείται έχοντας υπόψη τις φυσικοχημικές εδαφικές ιδιότητες, τη ζώνη των ενεργών ριζών, την ποικιλία, το υποκείμενο, την πυκνότητα φύτευσης, τη δυναμική των στοιχείων στο έδαφος και το δέντρο (φυλλοδιαγνωστική), την αναμενομένη παραγωγή καρπών και όλες τις άλλες καλλιεργητικές εργασίες που εκτελούνται (άρδευση, κλάδεμα, διαχείριση ζιζανίων). Πρακτικά πραγματοποιείται εδαφολογική ανάλυση σε συνδυασμό με φυλλοδιαγνωστική, η οποία αποτελεί τον καλύτερο τρόπο ελέγχου των αναγκών του φυτού, μακροσκοπική παρατήρηση της βλάστησης και καρποφορίας των δέντρων (έντονη βλάστηση απαιτεί λιγότερη αζωτούχο λίπανση, έντονη καρποφορία απαιτεί περισσότερη λίπανση), καθώς και με υπολογισμό των εισροών και των εκροών θρεπτικών. Η ποσότητα αργίλου στο έδαφος είναι σημαντική, γιατί δείχνει πόση ικανότητα έχει το έδαφος να συγκρατεί και να προσφέρει τα θρεπτικά που έχει η που εφαρμόζονται (Βασιλακάκης 2016).

Πριν την εγκατάσταση συνίσταται η εφαρμογή και ενσωμάτωση στο έδαφος 3-4 τόνων κοπριάς ανά στρέμμα, όταν το έδαφος περιέχει λιγότερο από 2% οργανική ουσία και 20 κιλά ανά στρέμμα φωσφόρου (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Κάθε χρόνο και μέχρι τα δέντρα να φτάσουν στο στάδιο της πλήρους καρποφορίας χορηγείται μόνον άζωτο, εκτός απροόπτου. Η χορηγούμενη ποσότητα αζώτου αυξάνεται προοδευτικά κάθε χρόνο και όταν το δέντρο μπει στην πλήρη καρποφορία συνιστώνται οι παρακάτω ποσότητες (γενικός κανόνας): άζωτο 15



μονάδες/στρέμμα/έτος, κάλιο ( $K_2O$ ) 15 μονάδες/στρέμμα/διετία, φωσφόρος ( $P_2O_5$ ) 15 μονάδες/στρέμμα/τριετία. Τα υπόλοιπα στοιχεία όπως σίδηρος, μαγνήσιο, μαγγάνιο, και άλλα χορηγούνται εφόσον υπάρξει ανάγκη είτε από το έδαφος είτε με ψεκασμό στο φύλλωμα (Βασιλακάκης 2016).

Αν το έδαφος έχει πολύ υψηλή ποσότητα άμμου (>75%) και λίγη άργιλο, το άζωτο πρέπει να εφαρμόζεται σε πολλές μικρές δόσεις. Όταν το pH του εδάφους είναι μικρότερο από 6, πρέπει τουλάχιστον να εφαρμόζονται ασβεστούχα λιπάσματα και όχι οξινοποιά. Αν το εδαφικό pH είναι μεγαλύτερο από 7,5, πρέπει να εφαρμόζονται οξινοποιά λιπάσματα. Όταν το εδαφικό pH είναι >7, τότε έχουμε χαμηλή διαθεσιμότητα των P, Fe, Mn. Συνεπώς σε αυτά τα εδάφη εφαρμόζονται τα συγκεκριμένα στοιχεία διαφυλλικά, διαφορετικά εφαρμόζονται με υδρολίπανση. Υδρολίπανση σε αυτά τα εδάφη με καλά αρδευόμενα δέντρα έχει αποτελεσματικότητα χρήσης έως 75-85% του αζώτου, 25-35% του φωσφόρου και 80-90% του καλίου (Βασιλακάκης 2016).

### 2.7.1 Άζωτο

Το άζωτο είναι ένα από τα πλέον σπουδαία στοιχεία διότι είναι απαραίτητο για το σχηματισμό των αμινοξέων, πρωτεϊνών και πολλών άλλων οργανικών ενώσεων που αποτελούν το 40-50% της ξηράς ουσίας του πρωτοπλάσματος (Βασιλακάκης, 2016). Το άζωτο είναι απαραίτητο την άνοιξη για να υποστηρίξει την νέα βλάστηση κα αργά το καλοκαίρι ή νωρίς το φθινόπωρο ώστε το φυτό να το προσλάβει και να το αποθηκεύσει στους ιστούς του. Την επόμενη άνοιξη το αποθηκευμένο αυτό άζωτο θα μετακινηθεί στα άνθη, στα καρπίδια και στους νέους βλαστούς και θα τους βοηθήσει να αναπτυχθούν καλύτερα. Προτείνονται διαφυλλικοί ψεκασμοί με ουρία 2-4% τον Σεπτέμβριο, εφόσον τα δέντρα έχουν πράσινα υγιή φύλλα και διαθέσιμη εδαφική υγρασία, για άμεση απορρόφηση του αζώτου και αποθήκευση αργότερα στις ρίζες, τον φλοιό των βλαστών και τους οφθαλμούς για την επόμενη άνοιξη (Νάνος 2018).

### 2.7.2 Φώσφορος

Η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου στα περισσότερα φυτά είναι 10 φορές μικρότερη από εκείνη του αζώτου. Τα φυτά απορροφούν το φώσφορο από το έδαφος υπό μορφή ορθό-φωσφορικών ανιόντων  $H_2PO_4^-$ , η οποία επικρατεί στα εδάφη με χαμηλό pH. Τα φυτά μπορούν να απορροφήσουν επίσης και ορισμένα διαλυτά οργανικά φωσφορικά, όπως νουκλεϊνικά οξέα και φυτίνη, που προκύπτουν κατά την

αποσύνθεση της οργανικής ουσίας στο έδαφος, η συμμετοχή τους όμως στη θρέψη των φυτών με φώσφορο είναι περιορισμένη. Ο σημαντικός ρόλος του φωσφόρου στα φυτά είναι στην αποθήκευση και μεταφορά ενέργειας. Επάρκεια θρέψης των φυτών με φώσφορο είναι σημαντική για το σχηματισμό των αναπαραγωγικών μερών του. Ο φώσφορος συμβάλλει στην πρωιμότητα φυτών, στην αύξηση της ανάπτυξης του ριζικού συστήματος συμμετέχοντας έτσι στην καλύτερη απορρόφηση και των άλλων θρεπτικών στο έδαφος, το ριζικό σύστημα γίνεται πιο ανθεκτικό σε ασθένειες, καθώς και στην ποιότητα των καρπών (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος 2003). Ο φώσφορος λόγω της ισχυρής προσρόφησης τους στα ανόργανα εδαφικά κolloειδή μετακινείται δύσκολα. Στο φυτό όμως είναι ευμετακίνητος. Αυτό σημαίνει ότι μετακινείται εύκολα προς τα σημεία που παρατηρείται έντονη φωτοσυνθετική δραστηριότητα.

### **2.7.3 Κάλιο**

Το κάλιο είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη των καρπών. Όσο μεγαλύτερη είναι η παραγωγή, τόσο περισσότερο κάλιο χρειάζεται να εφαρμοστεί. Επειδή το καλοκαίρι οι καρποί μεγαλώνουν αρκετά, τότε είναι αναγκαία η εφαρμογή επιπλέον καλίου. Το κάλιο είναι άμεσα αφομοιώσιμο όταν εφαρμοστεί με υδρολίπανση η διαφυλλικά. Εφαρμόζεται αρκετές φορές ετησίως διαφυλλικά ως θειικό κάλιο, τις κρίσιμες περιόδους για κάθε φυτό, με σκοπό την καλύτερη θρέψη, αύξηση της παραγωγής και βελτίωση ποιότητας καρπού (Βασιλακάκης 2016).

Το κάλιο, παρόλο που δεν συμμετέχει στον σχηματισμό οργανικών ενώσεων, όπως το άζωτο και ο φωσφόρος, βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στους ιστούς και παίζει σπουδαίο ρόλο στην αύξηση των δέντρων ρυθμίζοντας το μεταβολισμό των υδατανθράκων και ιδιαίτερα τη μεταφορά αυτών, τη διαπνοή και τη φωτοσύνθεση ενεργοποιώντας 50-60 ένζυμα. Ύπαρξη του στοιχείου αυτού είναι απαραίτητη στο να διατηρούνται οι πρωτεΐνες στην κατάλληλη μορφή έτσι ώστε να είναι ενεργά ένζυμα. Το στοιχείο αυτό βρίσκεται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση από το άζωτο και τον φώσφορο και παίζει σπουδαίο ρόλο στην καρποφορία (Ασημακόπουλος Ι. κ.ά., 2009).

## **2.8 Ο ρόλος των μικροστοιχείων**

### **2.8.1 Ασβέστιο**

Το ασβέστιο βρίσκεται κυρίως στα φύλλα και στα παλιά όργανα του δέντρου. Είναι συστατικό των μεσοκυττάρων τοιχωμάτων, που χαλαρώνουν κατά την ωρίμανση των καρπών, παίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση του πρωτοπλάσματος και ενεργοποιεί πολλά ένζυμα όπως η αμυλάση, ΑΤΡάση. Ρυθμίζει πολλές λειτουργίες του κυττάρου και παίζει σπουδαίο ρόλο στην ποιότητα των καρπών (Βασιλακάκης 2016). Η απορρόφηση του ασβεστίου γίνεται μόνο από τα ακρορίζια, η περαιτέρω απορρόφησή του παρεμποδίζεται. Αλλά και κάθε παράγοντας που παρεμποδίζει την ανάπτυξη νέων ριζών (κατάκλιση του εδάφους με νερό, χαμηλές θερμοκρασίες) συντελεί στη μειωμένη απορρόφησή του, παρόλο ότι η συγκέντρωσή του στο εδαφικό διάλυμα μπορεί να είναι πολύ μεγάλη. Η τοξικότητα του ασβεστίου εκδηλώνεται σαν τροφοπενία άλλων στοιχείων όπως του καλίου και του μαγνησίου λόγω ανταγωνισμού (Saure 2005).

Το ασβέστιο είναι δυσκίνητο στοιχείο στο φυτό. Μετακινείται με βραδύ ρυθμό στο φλοιό και για αυτό το λόγο σε περίπτωση τροφοπενίας παρατηρείται έλλειψη στα νέα φύλλα και κυρίως στους καρπούς και γενικά στα αποθηκευτικά όργανα του φυτού. Το Ca συντελεί στην ικανοποιητική ανθοφορία και καρπόδεση των φυτών, αυξάνει το μέγεθος των καρπών και βελτιώνει την ποιότητα και συντελεί στην καλύτερη ανάπτυξη στα φυτά καθώς συμμετέχει στη σύνθεση βασικών ορμονών (Ασημακόπουλος Ι. κ.ά., 2005).

### **2.8.2 Βόριο**

Ο τρόπος δράσης του βορίου δεν είναι πλήρως κατανοητός αλλά παίζει ρόλο στη δημιουργία των κυτταρικών τοιχωμάτων, στο μεταβολισμό των υδατανθράκων και των νουκλεϊνικών οξέων. Η έλλειψη του μειώνει την καρπόδεση και εμφανίζονται συμπτώματα στους καρπούς (κομμίωση, φέλλωση κ.ά.) (Βασιλακάκης 2016). Υψηλά επίπεδα καλίου έχει βρεθεί ότι μειώνουν την περιεκτικότητα του βορίου στο φυτό. Αυξημένο κάλιο μειώνει το λόγο ασβέστιο: βόριο στο φυτό. Το βόριο και το ασβέστιο πρέπει να είναι σε ισορροπία για τη σωστή αύξηση του φυτού (Λιακόπουλος 2003).

### 2.8.3 Σίδηρος

Ο σίδηρος παίζει σημαντικό ρόλο σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις στο φυτό, γιατί μπορεί να πάρει ή να δώσει ηλεκτρόνια, ανάλογα με το δυναμικό οξειδοαναγωγής των αντιδρώντων συστατικών. Η μετακίνηση ηλεκτρονίων μεταξύ των οργανικών μορίων και του σιδήρου καθορίζει τη λειτουργία πολλών ενζυμικών διαδικασιών, στις οποίες ο σίδηρος είναι απαραίτητος. Μερικά από τα ένζυμα αυτά μετέχουν στη σύνθεση της χλωροφύλλης και, όταν υπάρχει έλλειψη σιδήρου, η παραγωγή της μειώνεται, με αποτέλεσμα την εμφάνιση της χαρακτηριστικής χλώρωσης. Επειδή ο σίδηρος δεν μετακινείται εύκολα στο φυτό, τα συμπτώματα της τροφοπενίας του εμφανίζονται στα νεότερα φύλλα, αλλά και στα επάκρια μεριστώματα, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ανάπτυξη. Ο υπόλοιπος σίδηρος βρίσκεται αποθηκευμένος ως φυτοφερριτίνη και αποτελεί απόθεμα σιδήρου στο φυτό. Το απόθεμα αυτό χρησιμοποιούν οι αναπτυσσόμενοι χλωροπλάστες για τις ανάγκες της φωτοσύνθεσης. Μια άλλη μορφή σιδήρου στους χλωροπλάστες είναι η φερρεδοξίνη, η οποία παίζει παρόμοιο ρόλο στην αναγωγή των νιτρικών και θεικών ιόντων, καθώς και στην ενεργοποίηση του ενζύμου νιτρογενάση που είναι απαραίτητο στη δέσμευση του αζώτου από τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια (Λιακόπουλος 2003).

### 2.9 Η λίπανση στην ελιά

Η περιεκτικότητα των φύλλων της ελιάς σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία παρουσιάζει ευρείες διακυμάνσεις οι οποίες αντικατοπτρίζουν τη θρεπτική κατάσταση του φυτού. Η συγκέντρωση των θεωρούμενων ως ευκίνητων θρεπτικών στοιχείων είναι υψηλότερη στα αναπτυσσόμενα φύλλα έναντι εκείνης των ώριμων φύλλων. Η εικόνα αυτή παρατηρείται για τα στοιχεία άζωτο, φώσφορο, κάλιο, ψευδάργυρο, καθώς επίσης και για το βόριο (Λιακόπουλος 2003). Αντίθετα για τα στοιχεία ασβέστιο, μαγνήσιο, μαγγάνιο, χαλκό και σίδηρο παρατηρούνται μειωμένες συγκεντρώσεις στα νεαρά εκτυσσόμενα φύλλα συγκριτικά με εκείνες των ώριμων φύλλων (Γαβαλάς 1978, Fernandez-Escobar 1999).

Τα κυριότερα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζεται η ελιά είναι το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, το ασβέστιο, ο ψευδάργυρος, ενώ από τα ιχνοστοιχεία σημαντικός είναι ο ρόλος του βορίου (Μυτιλέκας 2017). Είναι γνωστό ότι τα

ελαιόδεντρα αφαιρούν από το έδαφος με τη βλάστηση και την καρποφορία τους ποσότητες θρεπτικών στοιχείων που κυμαίνονται ετησίως ανά δέντρο με 50 κιλά παραγωγής ως εξής: άζωτο 450 g, φωσφόρος ( $P_2O_5$ ) 100 g, κάλιο ( $K_2O$ ) 500 g, ασβέστιο ( $CaO$ ) 200 g. Οι ποσότητες αυτές θα πρέπει να αναπληρώνονται για να διατηρείται η γονιμότητα του εδάφους (Νάνος 2018). Σε ένα συγκεκριμένο ελαιώνα, οι ποσότητες των λιπασμάτων που απαιτούνται και ο τρόπος της εφαρμογής τους επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες οι σπουδαιότεροι από τους οποίους είναι η υγρασία του εδάφους, η χημική και κυρίως η μηχανική του σύσταση, η ποικιλία, η πυκνότητα φύτευσης, η ηλικία και η παραγωγικότητα των δέντρων.

Η αρδευόμενη ελιά έχει μεγαλύτερη βλάστηση και παραγωγή καρπών, καρπίζει πιο συχνά και εκμεταλλεύεται εντατικά μικρότερο όγκο εδάφους. Επομένως απαιτεί και πλουσιότερη λίπανση από αυτή που απαιτεί ο ξηρικός ελαιώνας αλλά και πιο εστιασμένη χωροχρονικά (Νάνος 2018).

Είναι γνωστό ότι η ελιά αντιδρά πολύ έντονα στην αζωτούχο λίπανση, σχεδόν καθόλου στη φωσφορική, απαιτεί μεγάλες ποσότητες καλίου (παρόμοιες με το άζωτο τη χρονιά της καρποφορίας) και είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στην έλλειψη του ιχνοστοιχείου βόριο. Συγκεκριμένα το κάλιο θα εφαρμοστεί ανάλογα τη διαθεσιμότητα στο έδαφος με μεγάλες ποσότητες (παρόμοιες του αζώτου) τη χρονιά που αναμένεται παραγωγή και με ελάχιστες ή μηδενικές ποσότητες τη χρονιά ακαρπίας.

Οι κανόνες ορθής γεωργικής πρακτικής υποδεικνύουν ότι η λίπανση δεν πρέπει να γίνεται χωρίς σχέδιο, πρέπει να γίνεται μετά από φυλλοδιαγνωστική και εδαφολογική ανάλυση (που γίνονται περιοδικά ανά 3-5 έτη), πρέπει να γίνεται σε τουλάχιστον 2 δόσεις και με τα κατάλληλα σκευάσματα και για την οικονομικότητα της καλλιέργειας και για την ορθότερη λίπανση.

Η φυλλοδιαγνωστική γίνεται με μεγάλη επιτυχία στην ελιά. Γίνεται δειγματοληψία φύλλων ετήσιων βλαστών τον χειμώνα ή το καλοκαίρι (Ιούλιο), στα οποία γίνεται χημική ανάλυση και προσδιορίζονται έτσι οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων (Παναγιωτόπουλος 2009).

Οι ετήσιες ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία για τις ελαιοποιήσιμες ποικιλίες ελιάς σε πλήρη παραγωγή και ξηρικές συνθήκες ανέρχονται σε 0,8 κιλά αζώτου (N), 0,8 κιλά καλίου ( $K_2O$ ) και 0,8 κιλά φωσφόρου ( $P_2O_5$ ), ενώ σε αρδευόμενες συνθήκες οι ανάγκες είναι από 1,0 κιλό αζώτου (N), καλίου ( $K_2O$ ) και φώσφορου ( $P_2O_5$ ) ανά δένδρο ανά έτος, σε συνδυασμό με την προσθήκη κοπριάς (περίπου 60-100

κιλά/δέντρο/3 έτη) (Μπαλατσούρας, 1994). Ο ψευδάργυρος συνδέεται με τις διαδικασίες οξειδοαναγωγής στο σύστημα μεταφοράς των ηλεκτρονίων κατά τη φωτοσύνθεση. Η γνωστότερη αλληλεπίδραση του ψευδάργυρου είναι αυτή με το φώσφορο, ο οποίος μειώνει την απορρόφηση του (Τσαντήλας 1998).

### **2.9.1 Άζωτο**

Πειραματικά δεδομένα, απέδειξαν ότι η αζωτούχος λίπανση προκαλεί αύξηση της παραγωγής της ελιάς (Hartmann 1958) και ότι η μεγαλύτερη απόδοση των δέντρων επιτυγχάνεται με την εφαρμογή 1,2 κιλών αζώτου κατά δέντρο, και ότι μπορεί να περιορίσει σημαντικά την ένταση της παρεννιαυτοφορίας. Επίσης, επηρεάζει τόσο τη βλάστηση όσο και την καρποφορία. Κρίσιμη περίοδος κατά την οποία τα ελαιόδεντρα θα πρέπει να έχουν στη διάθεση τους το απαιτούμενο άζωτο είναι από τις αρχές Μαρτίου έως τον Ιούνιο, οπότε γίνεται και η διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών και η εξέλιξη των ανθέων σε καρπούς (Παναγιωτόπουλος 2009). Η επίδραση του αζώτου ήταν μεγαλύτερη όταν χορηγούνταν το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Φεβρουάριου (Gonzales et al. 1967). Η λίπανση με άζωτο προκαλεί επίσης επίσπευση της έναρξης της βλάστησης με συνέπεια την καλύτερη ανάπτυξη της βλάστησης πριν από την έλευση της ξηροθερμικής περιόδου του θέρους οπότε επέρχεται και η ανάσχεση της. Οι ετήσιες ανάγκες της ελαιοποιήσιμης ελιάς σε άζωτο φαίνεται ότι ανέρχονται στο 1,0 κιλό/ δέντρο/ έτος. Η ποσότητα του λιπάσματος, βέβαια κυμαίνεται ανάλογα με την ποικιλία, την πυκνότητα φύτευσης αλλά κυρίως σε σχέση με το ύψος και την ετήσια κατανομή των βροχοπτώσεων (Λουπασάκη και Ανδρουλάκης 1999). Με τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση, η περιεκτικότητα των φύλλων σε άζωτο θα πρέπει να είναι το χειμώνα μέσα στα όρια 1,6-1,8% επί της ξηράς ουσίας (Ανδρουλάκης και Λουπασάκη 1995).

### **2.9.2 Φώσφορος**

Ο φώσφορος χρησιμοποιείται από την ελιά σε μικρές ποσότητες, που συνήθως είναι διαθέσιμες στο έδαφος και γι' αυτό σπανίως παρατηρούνται φαινόμενα έλλειψης φωσφόρου. Σε συνθήκες έλλειψης φωσφόρου οι καρποί που παράγονται είναι μικρότεροι, παρατηρείται έντονη πτώση καρπών και μείωση της συνολικής παραγωγής. Ο φώσφορος στην ελιά προσφέρει την ενέργεια που

απαιτείται για τις διάφορες μεταβολικές διεργασίες, αποτελεί συστατικό των φωσφολιπιδίων και του ενζύμου ATP, ενισχύει την καρπόδεση και την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος (Χαρτζουλάκης 2016).

### **2.9.3 Κάλιο**

Ένα από τα κύρια θρεπτικά στοιχεία, το κάλιο κατέχει ιδιαίτερη θέση από πλευράς σπουδαιότητας στη θρέψη της ελιάς. Η βέλτιστη συγκέντρωση καλίου σε ετήσια φύλλα είναι 0,7-0,9% κ.β. ξηρού βάρους φύλλου. Η τροφοπενία καλίου εμφανίζεται με ελαφρύ κιτρίνισμα των φύλλων, ενώ σε περίπτωση έντονης έλλειψης παρατηρούνται νεκρώσεις της κορυφής των φύλλων (Γαβαλάς 1978).

Το κάλιο αυξάνει την παραγωγή, βελτιώνει την ποιότητα και το βάρος του καρπού μέσω της αύξησης της σάρκας και της περιεκτικότητας σε έλαιο. Επίσης προσδίδει ένα βαθμό ανθεκτικότητας σε αβιοτικούς παράγοντες όπως η ξηρασία ή το ψύχος (Γαβαλάς 1978).

Οι ποσότητες καλίου που απαιτούνται ετησίως από ένα ελαιόδεντρο είναι: 0,95 kg/100 kg καρπού, και 0,28 kg/ 50 kg φύλλων. Πέρα από τα επίπεδα περιεκτικότητας του δέντρου σε κάλιο, η ελάχιστη ποσότητα που πρέπει να αναπληρώνεται τις χρονιές που υπάρχει καρποφορία είναι: 1 kg K<sub>2</sub>O/ δέντρο (Γαβαλάς 1978).

Η ισορροπία μεταξύ του καλίου, του μαγνησίου και του ασβεστίου είναι σημαντική. Σε πειράματα λίπανσης, διαπιστώθηκε ότι τα ελαιόδεντρα χαμηλής παραγωγής ή χωρίς καθόλου παραγωγή είχαν αυξημένη αναλογία Ca/K. Η έλλειψη καλίου προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης του ασβεστίου και μαγνησίου στα φύλλα (Gonzales et al. 1972)

### **2.9.4 Βόριο**

Το βόριο βρίσκεται σε πολύ μικρές ποσότητες στο έδαφος, ενώ η διαθέσιμη μορφή του είναι ακόμη πιο περιορισμένη επειδή σχηματίζει σταθερές ενώσεις (Simoglou and Dordas 2006). Για αυτό το λόγο είναι μια από τις πιο συνηθισμένες και σοβαρές τροφοπενίες της ελιάς στην Ελλάδα. Το βόριο έχει θεμελιώδη σημασία για τη βλαστική ανάπτυξη της ελιάς, καθώς και στην αύξηση της παραγωγής. Έρευνες αναφέρουν την επίδραση του στη βελτίωση της γονιμότητας των φυτών αλλά και στην αύξηση του ποσοστού ελαιοπεριεκτικότητας στους καρπούς όταν εφαρμόζεται διαφυλλικά (Stellacci et al. 2010). Σε περιπτώσεις τροφοπενίας βορίου προκαλούνται σημαντικές διαταραχές μειώνοντας σημαντικά την παραγωγή

(Τσαντήλας κ.ά. 1994). Τέτοιες μπορεί να είναι χλωρώσεις και ξήρανση στα κορυφαία φύλλα στους νέους βλαστούς όπως επίσης μικροφυλλία, παραμόρφωση και έντονη φυλλόπτωση. Αυτή αντιμετωπίζεται με εφαρμογή βόρακα στο έδαφος τον χειμώνα (έως 20 κιλά/στρέμμα). Συνήθως μια εφαρμογή είναι αρκετή για τρία χρόνια. Έχει βρεθεί ότι το διαφυλλικά εφαρμοζόμενο βόριο αρχές φθινοπώρου βοηθά σημαντικά στην καλή θρέψη, την πετυχημένη άνθιση και καρπόδεση την επόμενη άνοιξη. Η περίσσεια βορίου προκαλεί τοξικά φαινόμενα (Βασιλακάκης 2016). Το βόριο μπορεί να θεωρηθεί ως απαραίτητος παράγοντας για την εγκατάσταση και αποδοτική λειτουργία της συμβιωτικής σχέσης των ψυχανθών με τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια. Η έλλειψη βορίου προκαλεί αλλοιώσεις στα κυτταρικά τοιχώματα αλλά και στην περιβακτηριδιακή μεμβράνη των φυματίων (Bolanos et al. 1994, Bonilla et al. 1997, Cakman and Romheld 1997, Pfeffer et al. 1998). Οι βλάβες που δημιουργούν προκαλούν διαταραχές στην ομαλή εξέλιξη και λειτουργία της συμβιωτικής σχέσης με αποτέλεσμα τη δημιουργία φυματίων μειωμένου βάρους και μεγέθους (Bonilla et al. 1997). Εκτός αυτού, παρατηρείται πτώση της συγκέντρωσης του ασκορβικού οξέος με συνέπεια να παρατηρείται και απώλεια της δραστηριότητας της νιτρογενάσης (Bolanos et al. 1994, Carpena et al. 2000). Επιπρόσθετα, η τροφοπενία βορίου επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την αλληλουχία των αλληλεπιδράσεων κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων της εγκατάστασης της συμβιωτικής σχέσης. Παρατηρείται μειωμένη αποίκιση των φυματίων (Redondo-Nieto et al. 2001).

### **2.9.5 Ασβέστιο**

Η ελιά είναι πολύ ευαίσθητη στη χαμηλή περιεκτικότητα ασβεστίου. Το ασβέστιο παίζει σημαντικό ρόλο στη δομή και στη διαίρεση του κυττάρου. Τροφοπενία του στοιχείου αυτού είναι λιγότερο συνήθης στα ελληνικά εδάφη. Συμπτώματα της τροφοπενίας αυτής είναι η χλώρωση του ακραίου τμήματος των φύλλων, όμοια προς την παρατηρούμενη στις τροφοπενίες βορίου. Χαρακτηριστικό γνώρισμα της έλλειψης ασβεστίου έναντι του βορίου αποτελεί η λεύκανση των νεύρων στην περιοχή του χλωρωτικού τμήματος και η έλλειψη ξηρών βλαστών και κλαδίσκων (Γαβαλάς 1978). Τα συμπτώματα της έλλειψης ασβεστίου μπορούν να αποκατασταθούν εύκολα με την εφαρμογή από εδάφους οξειδίου του ασβεστίου ή λειοτριβημένου ασβεστόλιθου (μαρμαρόσκονη).



Συνήθως απαιτούνται 5-10 κιλά ανά δέντρο. Η επέμβαση αυτή μπορεί να επαναλαμβάνεται κάθε 3-5 χρονιά (Λουπασάκη και Ανδρουλάκης 1999). Το ασβέστιο αυξάνει επίσης το βάρος των ριζών, καθώς και τη συγκέντρωση του αζώτου (Carpena et al. 2000).

### 2.9.6 Ψευδάργυρος

Ο ψευδάργυρος συνδέεται με τις διαδικασίες οξειδοαναγωγής στο σύστημα μεταφοράς των ηλεκτρονίων κατά τη φωτοσύνθεση. Είναι απαραίτητο στο σύστημα της φωτόλυσης, δρα ως γέφυρα μεταξύ του ATP και της φωσφοκινάσης και φωσφοτρανσφεράσης και ενεργοποιεί μερικές οξειδάσες (Τσαντήλας 1998).

Συγκέντρωση 10-30 ppm ψευδάργυρου είναι επαρκής, ενώ 5-10 ppm είναι χαμηλή. Τα κυριότερα συμπτώματα τροφопενίας του ψευδάργυρου είναι η μικροφυλλία και η εμφάνιση ρόδακα σε πολλούς ποδίσκους, χλώρωση και ξήρανση φύλλων. Αν παρατηρηθεί έλλειψη μπορεί να αντιμετωπιστεί με χηλικές ενώσεις ψευδάργυρου (Θέριος 2005).

### 2.9.7 Χαλκός

Ο χαλκός είναι συστατικό της πρωτεΐνης των χλωροπλαστών πλαστοκυνίνης, ενώ συμμετέχει και στη μεταφορά ηλεκτρονίων. Επίσης παίρνει μέρος στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών και των υδατανθράκων και τη δέσμευση του αζώτου. Στα φυτά η συγκέντρωση του είναι πολύ χαμηλή (3-7 ppm), ενώ οι τιμές πάνω από 20 ppm καταλήγουν σε συμπτώματα τοξικότητας (Τσαντήλας 1998).

Η πρόσληψη του χαλκού ελέγχεται μεταβολικά. Ωστόσο, σπουδαίο ρόλο παίζουν στην πρόσληψη του οι διαθέσιμες μορφές στο έδαφος και ενδεχομένως η παρουσία άλλων μεταλλικών κατιόντων όπως του ψευδαργύρου, ο οποίος τον ανταγωνίζεται. Ο χαλκός προσλαμβάνεται είτε ως  $Cu^{2+}$  ή και ως χημικό σύμπλοκο. Αν και δεν είναι ιδιαιτέρως ευκίνητος μέσα στο φυτό, παρόλα αυτά μπορεί να μετακινείται από τα παλαιότερα στα νεότερα φύλλα και η κίνηση του χαλκού στο φυτό εξαρτάται από το επίπεδο του θρεπτικού αυτού μέσα στους ιστούς του φυτού (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος 2003). Ορισμένα αμινοξέα ενεργούν ως μεταφορείς του χαλκού στα αγγεία και στο φλοιώμα. Ο χαλκός συνεργεί με το άζωτο, γι' αυτό αυξανόμενου του επιπέδου του εφαρμοζόμενου αζώτου, αυξάνονται οι ανάγκες του φυτού για χαλκό. Αντίθετα ο χαλκός αλληλεπιδρά ανταγωνιστικά επί του φωσφόρου, όπου αύξηση της χορήγησης του τελευταίου συμβάλλει στη μείωση

της περιεκτικότητας του χαλκού στο φυτό και στην εμφάνιση των συμπτωμάτων της τροφοπενίας χαλκού. Αλλά και η σχέση χαλκού και καλίου είναι ομοίως ανταγωνιστική, καθώς και η σχέση χαλκού και σιδήρου (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος 2003).

## 2.10 Ασθένειες της ελιάς

### Κυκλοκόνιο (*Spilocaea oleagina* ή *Cycloconium oleaginum*)

Προκαλεί έντονη φυλλόπτωση και μείωση της διαφοροποίησης των ανθέων και της καρπόδεσης. Το κυκλοκόνιο είναι πιο συχνό σε βροχερές χρονιές. Προσβάλλει κυρίως τα φύλλα στο κατώτερο μέρος των δένδρων και σε μέρη των δένδρων που δεν εκτίθενται εύκολα στο φως και που αερίζονται δύσκολα. Οι ποικιλίες ελιάς διαφέρουν στην ευαισθησία τους στο κυκλοκόνιο. Η ασθένεια προκαλεί λιγότερη ζημιά σε ελαιώνες φυτεμένους αραιά σε σύγκριση με τις πυκνές φυτεύσεις και τους αρδευομένους ελαιώνες. Επίσης τα νέα φύλλα είναι πιο ευαίσθητα από τα ώριμα. Οι υψηλές θερμοκρασίες το θέρος εμποδίζουν την ανάπτυξη των παθογόνων. Η αντιμετώπιση μπορεί να γίνει με 2-4 ψεκασμούς με χαλκούχα σκευάσματα με έναρξη το Φθινόπωρο, τη βροχερή περίοδο. Ο δεύτερος ψεκασμός γίνεται μετά το κλάδεμα, ο τρίτος στο τέλος του χειμώνα και ο τέταρτος την άνοιξη (Θέριος 2005).

### Γλοιοσπόριο ή Παστέλλα (*Gleosporium olivarum*- *Melanconiaceae*, *Melanconiales*)

Προσβάλλει ώριμους καρπούς και μάλιστα στο στάδιο αλλαγής του χρώματος. Στον καρπό εμφανίζονται σκοτεινόχρωμες κηλίδες που με ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας επεκτείνονται και προκαλούν μαλακή σήψη του καρπού. Η προσβολή είναι συχνή σε υγρές περιοχές. Για την αντιμετώπιση γίνονται 1-2 ψεκασμοί την περίοδο Οκτωβρίου-Νοεμβρίου με χαλκούχα μυκητοκτόνα (Παναγόπουλος 2007).

### Καμαροσπόριο (*Camarosporium dalmatica*, *sphaeropsidaceae*, Βούλα ή Ξηροβούλα)

Εκδηλώνεται με κηλίδες στον καρπό, επίπεδες ή βυθισμένες, με περιμετρική σκοτεινή άλω. Οι κηλίδες φέρουν μαύρα στίγματα, που είναι οι καρποφορίες (πυκνίδιο) του μύκητα. Η είσοδος του μύκητα γίνεται από τις υπάρχουσες προσβολές από δάκο. Η κηλίδα στη συνέχεια αποφελλώνεται (ξηροβούλα) ή επεκτείνεται σε όλη την επιφάνεια του καρπού και προκαλεί

σήψη (σαπιοβούλα). Η καταπολέμηση του δάκου προστατεύει έμμεσα τον καρπό από την Ξηροβούλα (Παναγόπουλος 2007).

#### Αδρομυκώσεις (*Verticillium* spp.- Moniliaceae, Moniliales)

Παρατηρείται ξήρανση σε ένα ή περισσότερα κλαδιά που επεκτείνεται σταδιακά σε όλη την κόμη του δένδρου. Τα φύλλα νεκρώνονται και πέφτουν και τελικά όλο το δένδρο ξηραίνεται. Η ξήρανση του δένδρου μπορεί να εκδηλωθεί απότομα (αποπληξία). Παθογόνο αίτιο είναι οι μύκητες *Verticillium dahlia* και *V. alboatrum*. Ο φλοιός των ασθενών βραχιόνων αποκτά σκούρο βυσσινί χρωματισμό. Επίσης, ο κεντρικός κύλινδρος παρουσιάζει σκούρο μεταχρωματισμό και τα δέντρα παρουσιάζουν αποπληξία κυρίως προς το τέλος της άνοιξης. Το καλοκαίρι η ασθένεια εκδηλώνεται με κιτρίνισμα και πτώση των φύλλων. Τα φύλλα συστρέφονται κατά μήκος του κεντρικού νεύρου προς τα κάτω, σχηματίζοντας σωλήνα. Την άνοιξη τα άνθη και οι νεαροί καρποί ξεραίνονται και παραμένουν μεγάλο χρονικό διάστημα προσκολλημένα πάνω στους βλαστούς. Οι άριστες θερμοκρασίες για ανάπτυξη του μύκητα είναι 23-25 °C και το άριστο pH εδάφους 5,5-7,2. Η ασθένεια μπορεί να αντιμετωπιστεί με τις εξής φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους:

- Αποφυγή βαθιάς άρωσης, που τραυματίζει το ριζικό σύστημα και διευκολύνει την είσοδο του μύκητα.
- Καταστροφή των αγριόχορτων που αποτελούν φυσικό ξενιστή του μύκητα.
- Μείωση της αζωτούχου λίπανσης και χορήγηση καλίου.
- Αποφυγή συγκαλλιέργειας με κηπευτικά ή άλλα ευαίσθητα φυλλοβόλα οπωροφόρα.
- Χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού και καύση των προσβεβλημένων βλαστών.
- Καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών (Κορωνέικη, Manzanillo, Oblonga, κλπ).
- Χρήση μικροοργανισμών ανταγωνιστών του μύκητα όπως *Talaromyces flavus* και *Trichoderma viridae*.
- Ηλιοαπολύμανση του εδάφους (Θέριος 2005).

### Καρκίνος (*Pseudomonas savastanoi*)

Εκδηλώνεται υπό μορφή εξογκωμάτων (καρκινωμάτων) στα κλαδιά του δένδρου. Τα προσβεβλημένα κλαδιά νεκρώνονται. Επίσης το βακτήριο μπορεί να αναπτυχτεί στο μεσοκάρπιο και τον φλοιό, όπου παρουσιάζονται οι κηλίδες με ή χωρίς άλω. Το βακτήριο από τα καρκινώματα μεταφέρεται με το νερό της βροχής και μολύνει, μέσω των τομών από το κλάδεμα, τους βλαστούς. Οι επεμβάσεις είναι ως επί το πλείστον προληπτικές. Δηλαδή πρέπει να κλαδεύονται καλά τα δέντρα ώστε να αερίζεται το εσωτερικό της κόμης, να γίνονται ψεκασμοί από το φθινόπωρο ως την άνοιξη με χαλκούχα μυκητοκτόνα, να γίνεται επάλειψη των τόμων του κλαδέματος και να γίνονται ψεκασμοί μετά από παγετό ή χαλάζι (Θέριος 2005).

#### **2.10.1 Ο ρόλος του χαλκού στην ελιά ως προστατευτικό ή θεραπευτικό μυκητοκτόνο**

Τα προστατευτικά μυκητοκτόνα όπως είναι οι ανόργανες ενώσεις (θείου, χαλκού), οι οργανομεταλλικές ενώσεις (οι οργανικές ενώσεις του χαλκού) προσέφεραν και εξακολουθούν να προσφέρουν πολλά στις προσπάθειες για την αντιμετώπιση των ασθενειών των φυτών. Το ευρύ φάσμα δράσης τους, που οφείλεται στην ικανότητα τους να παρεμβαίνουν σε πολλές, κοινές για όλες τις κατηγορίες οργανισμών, λειτουργίες του κύτταρου, δίνει την ικανότητα εφαρμογής τους για μεγάλο αριθμό παθογόνων και σε μεγάλη κλίμακα, κυρίως λόγω του χαμηλού κόστους παραγωγής τους και της αδυναμίας από τα παθογόνα να αναπτύξουν ανθεκτικότητα σε αυτά, σε βαθμό τουλάχιστον που να μειώνει την αποτελεσματικότητά τους στην πράξη. Τα χαλκούχα είναι αποτελεσματικά εναντίον πολλών ασθενειών των φυτών, μυκητολογικών και βακτηριολογικών. Το πιο γνωστό χαλκούχο μυκητοκτόνο είναι ο βορδιγάλιος πολτός, που προκύπτει από αντίδραση θειικού χαλκού ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) με υδροξείδιο του ασβεστίου ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) σε υδατικό περιβάλλον. Ελαφρώς όξινος πολτός είναι άμεσης δράσης αλλά επικίνδυνος. Αντίθετα, οι αλκαλικοί πολτοί δρουν αργά αλλά έχουν μεγαλύτερη προσκολλητικότητα και υπολειματικότητα. Ο βορδιγάλιος πολτός βρέθηκε ότι έχει ανασταλτική επίδραση στην αύξηση πολλών φυτών (πχ σολανώδη). Η άσβεστος είναι οπωσδήποτε υπεύθυνη για ένα μέρος τουλάχιστον από αυτές τις ανεπιθύμητες

επιδράσεις. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκαν άλλες ανόργανες ενώσεις του χαλκού που δεν απαιτούν προσθήκη ασβεστίου, όπως ο οξυχλωριούχος χαλκός  $[\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCl}_2]$ , το υποξείδιο του χαλκού ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), το υδροξείδιο του χαλκού  $[\text{Cu}(\text{OH})_2]$ , ο τριβασικός θειικός και ο εναμμώνιος θειικός χαλκός. Οι ενώσεις αυτές έχουν το πρόσθετο πλεονέκτημα ότι μπορούν να διαλυθούν σε μεταλλικά δοχεία χωρίς να τα προσβάλουν και επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις χαλκού στο ψεκαστικό υγρό χωρίς κίνδυνο φυτοτοξικότητας. Χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση, αλλά πολλές φορές δεν είναι τόσο αποτελεσματικές όσο ο βορδιγάλιος πολτός (Γεωργόπουλος και Ζιώγας 2018).

Οι μυκητοκτόνες ιδιότητες του χαλκού μπορούν να βελτιωθούν αν το μεταλλικό ιόν ενωθεί με κάποιο οργανικό μόριο. Τέτοια παραδείγματα είναι ο οξυκινολινικός χαλκός. Ο οξυκινολινικός χαλκός (Quinolate), που προκύπτει από την ένωση ενός ατόμου χαλκού με δυο μόρια 8-υδροξυκινολίνης, είναι αποτελεσματικό μυκητοκτόνο για την καταπολέμηση πολλών ασθενειών σε διαφορές καλλιέργειες και ως απολυμαντικό πληγών. Έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία εναντίον παθογόνων των γενών *Septoria*, *Botrytis*, *Alternaria*, *Cercospora*, *Sclerotinia*, *Phytophthora* (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017).

Ένα οργανικό σκεύασμα χαλκού χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα, το Theocopper. Το υγρό λίπασμα Θεόφραστος Theocopper είναι ένα οργανικό λίπασμα για τα φυτά, όπου ο συνδυασμός του με φυτοφάρμακα έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη ενεργοποίηση και δράση των φυτοφαρμάκων κατά των μυκήτων όπως αΐδιο, εξώασκος, *Fusarium* sp., ασθένειες του λαιμού και βακτήρια.

Το Theocopper παρέχει στα φυτά άζωτο, κάλιο, οργανική ουσία και χαλκό, ο οποίος δρα και μετακινείται στο φυτό διασυστηματικά μέσω των ηθμοσωλήνων και των αγγείων των φυτών, παρουσιάζοντας μια ιδιαίτερη προτίμηση σ' αυτό το σύμπλοκο μόριο του χαλκού.

## 2.11 Η ποιότητα του καρπού

Ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη, σφαιρική η ελλειψοειδής και αποτελείται από το φλοιό (περικάρπιο), τη σάρκα (μεσοκάρπιο), τον πυρήνα (ενδοκάρπιο) και το σπέρμα μέσα στο ενδοκάρπιο. Το μέγεθος του καρπού επίσης ποικίλει και εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία, το φορτίο παραγωγής, την σύσταση του εδάφους, τις καλλιεργητικές φροντίδες και το υδατικό ισοζύγιο. Το χρώμα του καρπού είναι

πράσινο και μεταβάλλεται σε πρασινοκίτρινο, ιώδες ως μελανώδες κατά την πλήρη ωρίμανση ανάλογα με την ποικιλία και το στάδιο ωριμότητας (Θέριος 2005).

Το καρπίδιο αναπτύσσεται με κυτταροδιαίρέσεις έως και τον Ιούνιο. Η σκλήρυνση πυρήνα γίνεται κατά τον Ιούλιο - Αύγουστο (με ελάχιστη ανάπτυξη του περικαρπίου) και από τα μέσα Αυγούστου έχουμε ταχεία ανάπτυξη του εδώδιμου μέρους (περικαρπίου) έως την ωρίμανση (μελανό χρώμα φλοιού). Η συσσώρευση λαδιού στο περικάρπιο αρχίζει τον Αύγουστο και συνεχίζεται έως την ωρίμανση του καρπού (Νάνος 2018). Η χρήση του καλίου είναι συνώνυμη με το ποσοστό λαδιού (Ρούσσος 2017).

### **2.11.1 Τα συστατικά του καρπού**

Ο καρπός της ελιάς είναι πλούσιος σε ουσίες απαραίτητες για τη διατροφή του ανθρώπου, και γι' αυτό το λόγο ήταν από παλιά μια από τις βασικές τροφές των μεσογειακών χωρών. Τα κυριότερα συστατικά του είναι: το νερό, η ολεωρωπαΐνη (πολυφαινόλη στην οποία οφείλεται η πικρή γεύση η οποία εξασθενεί με την ωρίμανση), σάκχαρα, πρωτεΐνες, ελαιόλαδο (Κυριτσάκης 2007).

### **2.11.2 Χρωστικές**

Ο πράσινος καρπός περιέχει χλωροφύλλες, ο ώριμος περιέχει τουλάχιστον έξι ανθοκυάνες και ο μελανός περιέχει μελανίνες, που σχηματίζονται από την οξειδωση των φαινολικών ουσιών. Έτσι το χρώμα του καρπού από πράσινο που είναι αρχικά, μεταβάλλεται σε πορφυρό ή μαύρο εξαιτίας της αλλαγής των χρωστικών. Ο ελαιόκαρπος όσο πιο αργά συγκομίζεται τόσο λιγότερη χλωροφύλλη περιέχει (Boskou 1996).

## **2.12 Το ελαιόλαδο**

Το ελαιόλαδο είναι από τα καλύτερα φυτικά έλαια. Είναι μια πλούσια λιπαρή ουσία που εξασφαλίζει ενέργεια στον οργανισμό. Περιέχει αντιοξειδωτικές ουσίες, καροτενοειδή, τοκοφερόλες, πολυφαινόλες οι οποίες είναι σημαντικές για τη διατροφή του ανθρώπου (Βασιλακάκης 2016).

Καλύπτει το 17-35% του βάρους της νωπής σάρκας του ελαιόκαρπου και επηρεάζει με την παρουσία του τη συνεκτικότητα της. Από τον Αύγουστο και

μετά συσσωρεύεται στον ελαιόκαρπο μέχρι την ωρίμανση αυτού (αλλαγή χρώματος φλοιού σε ιώδες-μαύρο).

Τα συστατικά του ελαιολάδου χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: στα σαπωνοποιήσιμα, όπως είναι τα τριγλυκερίδια, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και τα φωσφατίδια και στα ασαπωνοποιήτα, όπως είναι οι υδρογονάνθρακες, οι λιπαρές αλκοόλες, οι φαινόλες κ.α. (Κυριτσάκης 2007).

### **2.13 Σκοπός της εργασίας**

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής σειράς οργανικών διαφυλλικών σκευασμάτων σε αρδευόμενες και καλά λιπαινόμενες ελιές ποικ. Κορωνέϊκη στην ανάπτυξη του φυτού, στη λειτουργία των φύλλων και στην παραγωγικότητα καρπών.

### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 3.1 Χαρακτηριστικά πειραματικού αγροτεμαχίου

Το πείραμα της παρούσας διατριβής διεξήχθη σε πειραματικό αγροτεμάχιο που βρίσκεται στην Π.Ε. Αχαΐας και έχει τις εξής συντεταγμένες: 37°56'50.00"B γεωγραφικό πλάτος και 21°37'34.46"A γεωγραφικό μήκος. Πρόκειται για έδαφος με μηχανική σύσταση 42% άργιλος, 24% άμμος, 34% ιλύς, pH 5,7 και οργανική ουσία 3,02%. Συνεπώς το έδαφος χαρακτηρίζεται αργιλώδες σύμφωνα με τη μέθοδο του τριγώνου κλάσεων κοκκομετρικής σύστασης, όξινο και επαρκές σε οργανική ουσία.

Το πειραματικό αγροτεμάχιο είναι καλλιεργημένο με το είδος *Olea europaea*, ποικιλία Κορωνέικη και έχει έκταση 5500 m<sup>2</sup>. Για τη φύτευση έχουν χρησιμοποιηθεί αυτόριζα φυτά της ποικιλίας, οι αποστάσεις φύτευσης είναι 4 m επί των γραμμών και 4 m μεταξύ των γραμμών και τα φυτά ήταν 7 ετών το 2017.

Για τη λίπανση των δέντρων χρησιμοποιήθηκε α) επιφανειακή εφαρμογή πλήρων κοκκωδών λιπασμάτων, β) υδρολίπανση με ανόργανα αζωτούχα λιπάσματα, και γ) διαφυλλική εφαρμογή ανόργανων πλήρων λιπασμάτων (μάρτυρας), καθώς και μίας εναλλακτικής οργανικής θρέψης με προϊόντα της εταιρίας Θεόφραστος, η οποία αφορά το πείραμα της παρούσας διατριβής.

Για τη φυτοπροστασία των δέντρων χρησιμοποιήθηκαν οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα για την καταπολέμηση μυζητικών και μασητικών εντόμων, όπως ο δάκος και ο πυρηνωτρίτης. Για την καταπολέμηση ή την πρόληψη ασθενειών όπως το γλοιοσπόριο, το κυκλοκόνιο και οι σηψιρριζίες, καθώς και για τη μείωση του ήδη υπάρχοντος βακτηρίου *Pseudomonas savastanoi* που προκαλεί την καρκίνωση, χρησιμοποιήθηκαν μέσω ψεκασμού σκευάσματα οξυγλωριούχου χαλκού και βορδιγάλιου πολτού. Οι ακριβείς πληροφορίες για τη συχνότητα και τη δοσολογία χρήσης των χημικών αυτών σκευασμάτων θα αναλυθούν παρακάτω.

Το πειραματικό αγροτεμάχιο χαρακτηρίζεται από πληθώρα ζιζανίων κάποια από τα οποία είναι: η αγριάδα (*Cynodon dactylon* οικ. Poaceae), η καφέλλα (*Capsella bursa-pastronis* οικ. Brassicaceae), το αγριοκρίθαρο (*Hordeum murinum* οικ. Poaceae), η μαργαρίτα (*Anthemis arvensis* οικ. Asteraceae), η λακτούκη ή αγριομάρουλο (*Lactuca serriola* οικ. Asteraceae), το σινάπι (*Sinapis arvensis* οικ. Brassicaceae), το αγριοκαρότο (*Daucus carota* οικ. Apiaceae), το λάπαθο (*Rumex*



*acetosa* οικ. *Ariaceae*). Η διαχείριση των ζιζανίων πραγματοποιείται με τη μέθοδο της μηχανικής κοπής με καταστροφέα, 2-3 φορές ανά έτος, χωρίς τη χρήση ζιζανιοκτόνων.

Η διαμόρφωση των δέντρων είναι σε σχήμα σφαιρικό και το κλάδεμα γίνεται ετησίως με χειρωνακτικά μέσα.

Η άρδευση του πειραματικού αγροτεμαχίου πραγματοποιήθηκε με κλειστό σύστημα σημειακής άρδευσης. Συγκεκριμένα, είναι τοποθετημένος μικροεκτοξευτής ομπρέλα (*pal spray*) επί της γραμμής σε ενάμισι μέτρο απόσταση από κάθε δέντρο, σε ύψος περίπου 20 cm από το έδαφος. Το νερό δεν έρχεται σε επαφή με το λαιμό των δέντρων, ώστε να αποφεύγονται οι σήψεις λαιμού λόγω της συσσωρευόμενης υγρασίας. Η παροχή του μικροεκτοξευτή είναι  $60 \text{ L h}^{-1}$ .

### 3.2 Περιγραφή μεταχειρίσεων

Το πείραμα αφορά δύο μεταχειρίσεις. Η πρώτη είναι ο μάρτυρας και η δεύτερη είναι η εναλλακτική οργανική θρέψη (ΕΟΘ) με προϊόντα της εταιρίας Θεόφραστος. Οι μεταχειρίσεις πραγματοποιήθηκαν δύο συνεχόμενα έτη το 2017 και το 2018 σε 24 δέντρα, 12 για το μάρτυρα (M1) και 12 για την ΕΟΘ (M2). Οι γραμμές των δέντρων που αφορούσαν τις μεταχειρίσεις βρίσκονται σε απόσταση 36 m μεταξύ τους. Οι μεταχειρίσεις αναλύονται στους Πίνακες 2.α και 2.β. Τα χημικά σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν για τη φυτοπροστασία και τη θρέψη των δέντρων αναφέρονται παρακάτω. Οι ψεκασμοί των εντομοκτόνων και των χαλκούχων σκευασμάτων πραγματοποιήθηκαν με βυτίο υδρονέφωσης χωρητικότητας 1,65 tn.

Οι ψεκασμοί των σκευασμάτων ΕΟΘ πραγματοποιήθηκαν με βυτίο υδρονέφωσης χωρητικότητας 500 L, το οποίο ήταν συνδεδεμένο με ακροφύσιο χειρός και ψεκάζονταν ένα-ένα δέντρο. Χρησιμοποιήθηκε δοσολογία για 100 L νερό.

Οι διαφυλλικές εφαρμογές των λοιπών ανόργανων λιπασμάτων πραγματοποιήθηκαν με βυτίο υδρονέφωσης χωρητικότητας 500 L. Χρησιμοποιήθηκε δοσολογία για 500 L νερό.

Σκευάσματα:

*Φυτοπροστασία*

1. *Culin 50 WP*: μυκητοκτόνο επαφής, με προστατευτική δράση

Δραστική ουσία: μεταλλικός χαλκός σε μορφή οξυχλωριούχου 50% β/β

2. Cuprofix DISPRESS 20 WG: χαλκούχο μυκητοκτόνο με προστατευτική δράση  
Δραστική ουσία: Bordeaux mixture, σε Cu 20% β/β
3. Pyrinex 48 EC: οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο επαφής, στομάχου και ατμών, για την καταπολέμηση μυζητικών και μασητικών εντόμων. Δρα αναστέλλοντας τη δράση της ακετυλχολινεστεράσης.  
Δραστική ουσία: Chloropyrifos 48% β/ο
4. Rogor L 40 EC: οργανοφωσφορικό διασυστηματικό εντομοκτόνο επαφής και στομάχου  
Δραστική ουσία: dimethoate 40% β/ο

### *Θρέψη*

#### *Ανόργανα λιπάσματα*

5. NITROPHOSKA super: λίπασμα NPK(+MgO+S) 20+5+10(+3+5) με ψευδάργυρο (Zn)  
20,0% N ολικό άζωτο εκ των οποίων 9,5% νιτρικό άζωτο(NO<sub>3</sub>) και 10,5% αμμωνιακό (NH<sub>4</sub>)  
5,0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> διαλυτό σε ουδέτερο κιτρικό αμμώνιο και στο νερό, 3,3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> υδατοδιαλυτό  
10,0% K<sub>2</sub>O υδατοδιαλυτό οξείδιο του καλίου  
3,0% MgO ολικό οξείδιο του μαγνησίου εκ των οποίων 2,0% MgO υδατοδιαλυτό  
5,0% S ολικό θείο (αντιστοιχεί σε 12,5% SO<sub>3</sub>) εκ των οποίων 4,0% S υδατοδιαλυτό (αντιστοιχεί σε 10,0% SO<sub>3</sub>)  
0,1% Zn ολικός ψευδάργυρος
6. Sol-U-Gro 12-48-8 συμπυκνωμένο διαφυλλικό λίπασμα NPK με θρεπτικά ιχνοστοιχεία  
Σύνθεση:  
12,0% ολικό N εκ των οποίων 2,4% NO<sub>3</sub> και 9,6% NH<sub>4</sub>  
48,0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> διαθέσιμος φώσφορος  
8,0% K<sub>2</sub>O διαλυτό K  
0,0251% Mg, σχηματίζει χηλικό σύμπλοκο με EDTA  
0,02% B  
0,05% Cu, σχηματίζει χηλικό σύμπλοκο με EDTA  
0,10% Fe, σχηματίζει χηλικό σύμπλοκο με EDTA  
0,05% Mn, σχηματίζει χηλικό σύμπλοκο με EDTA

0,001% Mo

0,05% Zn, σχηματίζει χηλικό σύμπλοκο με EDTA

7. Nutri-Fast Drop σύνθετο λίπασμα NPK (20-20-20)

Σύνθεση:

20,0% ολικό N εκ των οποίων 2,0% NO<sub>3</sub>, 2,0% NH<sub>4</sub> και 16,0 καρβαμιδικό (NH<sub>2</sub>)

20,0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> υδατοδιαλυτός P

20,0% K<sub>2</sub>O διαλυτό K

2,0% SO<sub>3</sub>

3,2% Cl

0,04% Fe

0,03% Mg, σχηματίζει χηλικό σύμπλοκο με EDTA

0,02% Mn, σχηματίζει χηλικό σύμπλοκο με EDTA

0,02% Cu, σχηματίζει χηλικό σύμπλοκο με EDTA

0,02% B

0,002% Mo

8. SOP SOLUB υδατοδιαλυτό θειικό κάλιο 0-0-52

Σύνθεση:

52,0% K<sub>2</sub>O εκ των οποίων 43,1% K

45,0% SO<sub>3</sub> εκ των οποίων 18,0% S

1,0% max Cl

9. Nutri-Fert Standard σύνθετο λίπασμα NPK (20-10-10)+S

Σύνθεση:

20,0% ολικό N εκ των οποίων 14,0% NH<sub>4</sub> και 6,0% NO<sub>3</sub>

10,0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

10,0% K<sub>2</sub>O

15,0% S

*Οργανικά λιπάσματα*

10. THEOBORO: οργανικό λίπασμα βορίου

Σύνθεση: B 8% B/B, Na 0,2% B/B, οργανική ουσία: 2,9% B/B, C/N: 11,2, pH: 1,2,

Παραγωγός: «ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ»

11. THEOCAL: οργανικό λίπασμα ασβεστίου

Σύνθεση: Ca 30% B/B + οργανική ουσία 35% B/B, pH: 7,10

Παραγωγός: «ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ»

12. THEOCOPPER: οργανικό λίπασμα NPK + Cu

Σύνθεση: N 12% B/B, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0% B/B, K<sub>2</sub>O 2,5% B/B, Cu 1,4% B/B + 3,5 B/B

οργανική ουσία, C/N: 0,28, pH: 7,7

Παραγωγός: «ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ»

13. THEORUN: οργανικό λίπασμα αζώτου

Σύνθεση: N 17% B/B, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0% B/B, K<sub>2</sub>O 15% B/B + 3,2% B/B οργανική ουσία,

C/N:0,9, pH: 9,1

Παραγωγός: ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ

14. THEOZINC: οργανικό λίπασμα ψευδαργύρου

Σύνθεση: Zn 10,5% B/B + οργανική ουσία 0,16% B/B, C/N:0,31, pH: 3,6

Παραγωγός: ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ

**Πίνακας 3.α μεταχειρίσεις 2017**

2017							
M1:Μάρ- τυρας	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
Λίπανση	<b>28/03:</b> εφαρμογή έδαφος Σκεύασμα: 18-6-18 Δόση: 1 kg/ρίζα						
Φυτοπροστα σία	<b>24/03:</b> ψεκασμός με οξυχλωριούχο χαλκό, προληπτικά λόγω κλαδέματος για γλοιοσπόριο και κυκλοκόνιο, θεραπευτικά για το βακτήριο <i>Pseudomonas savastanoi</i>  Σκεύασμα: Culin 50 WP Δόση: 3 L/1,5 tn νερό	<b>05/04:</b> ψεκασμός εντομοκτό- νου για πυρηνοτρή- τη  Σκεύασμα: Pygipex Δόση: 1,5 L/1,5 tn νερό					<b>14/09:</b> ψεκασμός εντομοκτό- νου για δάκο + συνδυα- σμός οξυχλωριού- χου χαλκού Σκεύασμα: Pygipex Δόση: 1,5 L/1,5 tn νερό Σκεύασμα: Culin 50 wp Δόση: 3 L/1,5 tn νερό
Διαχείριση ζιζανίων	<b>26/03:</b> μηχανική κοπή με καταστροφέα		<b>22/05:</b> επανάληψ η κοπής				
Άρδευση				<b>Πρώτη άρδευση 25/06:</b> Ποσότητα	<b>10/07:</b> επανάληψη  <b>25/07:</b>	<b>10/08:</b> επανάληψη  <b>25/08:</b>	<b>Τελευταία άρδευση 10/09:</b> επανάληψη

				νερού: 60 L/h/ρίζα Διάρκεια άρδευσης: 1 h	επανάληψη	επανάληψη	
Κλάδεμα	20-23/03						
<b>M2: M1+ΕΟΘ</b>							
ΕΟΘ	<b>15/03:</b> ψεκασμός ΕΟΘ  Σκευάσματα: THEOCOPPER THEORUN THEOBORO THEOZINC Δόση: THEOCOPPER 1 L, THEORUN 500 mL, THEOBORO 100 mL, THEOZINC 100 mL / 100 L νερό	<b>20/04:</b> επανάληψη  Σκευάσματα: THEORUN THEOBORO THEOCAL Δόση: THEORUN 500 mL, THEOBORO 100 mL, THEOCAL 100 g / 100 L νερό	-	<b>13/06:</b> επανάληψη  Σκευάσματα: THEORUN THEOCAL Δόση: THEORUN 250 mL, THEOCAL 100 g / 100L νερό	-	<b>20/08:</b> επανάληψη  Σκευάσματα: THEORUN THEOBORO THEOZINC Δόση: THEORUN 250 mL, THEOBORO 100 mL, THEOZINC 100 mL / 100 L νερό	-

**Πίνακας 2.β Μεταχειρίσεις 2018**

2018							
<b>M1:Μάρτυρας</b>	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
Λίπανση	<b>25/03:</b> εφαρμογή έδαφος  Σκεύασμα: 20-5-10 Δόση: 1,5 kg/ρίζα	<b>27/04:</b> διαφυλλική εφαρμογή  Σκευάσματα: 12-48-8 και 0-0-52 Δόση: 2 kg 12-48-8 και 1,25 kg 0-0-52/ 500 L νερό.				<b>25/07:</b> υδρολίπανση  Σκεύασμα: 20-20-20 Δόση: 50 g/δέντρο	<b>10/08:</b> υδρολίπανση Σκεύασμα: 20-20-20 Δόση: 50 g/δέντρο <b>25/08:</b> υδρολίπανση Σκεύασμα: 20-20-20 Δόση: 50 g/δέντρο
Φυτοπροστασία		<b>10/04:</b> ψεκασμός εντομοκτόνου για πυρηνοτρίτη  Σκεύασμα: Pyrinex Δόση: 1,5 L /1,5 tn νερό		<b>20/06:</b> ψεκασμός εντομοκτόνου για δάκο ύστερα από βροχή  Σκεύασμα: Pyrinex Δόση: 1,5 L	<b>5/07:</b> επανάληψη  <b>20/07:</b> επανάληψη		<b>15/09:</b> ψεκασμός εντομοκτόνου για δάκο ύστερα από βροχή+ συνδυασμός με βορδιγάλιο πολύ σε μορφή

				/1,5 tn νερό			υδατοδιαλυτών κόκκων Σκεύασμα: Rogor Δόση: 1,5 L/1,5 tn νερό Σκεύασμα: Cuprofix DISPRESS 20 WG Δόση: 3 kg /1,5 tn νερό
Διαχείριση ζιζανίων	<b>28/03:</b> μηχανική κοπή με καταστροφέα		<b>24/05:</b> επανάληψη				
Άρδευση				<b>Πρώτη άρδευση 25/06:</b> ριζοπότισμα Ποσότητα νερού: 60 L/h/ρίζα Δάρκεια άρδευσης: 1 h	<b>10/07:</b> επανάληψη  <b>25/07:</b> επανάληψη	<b>10/08:</b> επανάληψη  <b>25/08:</b> επανάληψη	<b>Τελευταία άρδευση 10/09:</b> επανάληψη
Κλάδεμα	<b>15-18/03</b>						
<b>M2:M1+EOΘ</b>							
EOΘ	-	<b>15/04:</b> ψεκασμός EOΘ Σκευάσματα: THEOCOPPER THEORUN THEOBORO THEOZINC Δόση: THEOCOPPER 1 L, THEORUN 500 mL, THEOBORO 100 mL, THEOZINC 100 mL/100 L νερό	<b>03/05:</b> επανάληψη ψη Σκευάσματα: THEORUN THEOBORO THEOCAL Δόση: THEORUN 500 mL, THEOBORO 100 mL, THEOCAL 100 g/100 L νερό	<b>26/06:</b> επανάληψη ψη Σκευάσματα: THEORUN THEOCAL Δόση: THEORUN 250 mL, THEOCAL 100 g /100 L νερό	-	<b>10/08:</b> επανάληψη ψη Σκευάσματα: THEORUN THEOBORO THEOZINC Δόση: THEORUN 250 mL, THEOBORO 100 mL, THEOZINC 100 mL /100 L νερό	-

### 3.3 Μετρήσεις αγρού

Στην παρούσα ενότητα γίνεται αναφορά στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο πειραματικό αγροτεμάχιο. Οι μετρήσεις αυτές αφορούν την περίμετρο του κορμού, τον όγκο της κόμης και τη συνολική παραγωγή καρπών ανά δέντρο-επανάληψη (12 επαναλήψεις/μεταχείριση). Πραγματοποιήθηκαν δύο χρονιές, το 2017 και 2018.

### 3.3.1 Περιγραφή μεθόδων και υπολογισμών

#### *Περίμετρος*

Μετρήθηκαν τα 12 δέντρα της μεταχείρισης M1 και τα 12 της μεταχείρισης M2. Χρησιμοποιήθηκε εύκαμπτο μέτρο (μεζούρα), το οποίο τοποθετήθηκε περιμετρικά του κάθε κορμού στη βάση της κόμης περίπου 20 cm από το έδαφος. Έτσι καταγράφηκε η περίμετρος σε εκατοστά (cm) για κάθε δέντρο. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του 2017 και επαναλήφθηκε τον Νοέμβριο του 2018 και τα δύο έτη πριν τη συγκομιδή. Υπολογίστηκε η επιφάνεια διατομής κορμού σε cm<sup>2</sup>.

#### *Όγκος κόμης*

Μετρήθηκε η διάμετρος της κόμης σε κάθε ένα από τα 12 δέντρα των μεταχειρίσεων M1 και M2. Χρησιμοποιήθηκε μέτρο, το οποίο τοποθετήθηκε σε μήκος από ένα σημείο της περιμέτρου της κόμης, έως το αντιδιαμετρικό του. Πάρθηκαν δύο μετρήσεις. Καταγράφηκαν τα δεδομένα σε cm και υπολογίστηκε ο μέσος όρος για κάθε δέντρο. Για τον υπολογισμό του όγκου της κόμης χρησιμοποιήθηκε ο μαθηματικός τύπος του όγκου της σφαίρας:  $V = \frac{4}{3}\pi\rho^3$ , όπου  $\rho = \frac{\delta}{2}$ . Τα δεδομένα αγρού καταγράφηκαν σε αρχείο excel και χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του όγκου κόμης. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του 2017 και τον Νοέμβριο του 2018 πριν τη συγκομιδή.

#### *Παραγωγή καρπών*

Στα μέσα Νοεμβρίου του 2017 πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή των καρπών του πειραματικού αγροτεμαχίου. Η συγκομιδή των 24 δέντρων που αφορούν στις μεταχειρίσεις M1 και M2, πραγματοποιήθηκε μια ημέρα νωρίτερα. Τοποθετήθηκε ένας μουσαμάς κάτω από το πρώτο δέντρο της μεταχείρισης M1. Στη συνέχεια έγινε χρήση του ραβδιστικού εργαλείου ώστε να πέσουν οι καρποί του δέντρου στο έδαφος. Έπειτα συλλέχθηκαν οι καρποί του πρώτου δέντρου της M1 προσεκτικά με τη βοήθεια του μουσαμά και τοποθετήθηκαν σε πλαστικό τσουβάλι στο οποίο

αναγραφόταν ο κωδικός του δέντρου (πχ M1.1). Στη συνέχεια ο μουσαμάς τοποθετήθηκε στο δεύτερο δέντρο της M1 και η διαδικασία επαναλήφθηκε ομοίως για τα υπόλοιπα 23 δέντρα των μεταχειρίσεων. Για τον υπολογισμό της συνολικής παραγωγής τα τσουβάλια με τους καρπούς του κάθε δέντρου ζυγίστηκαν με αναλογική κρεμαστή ζυγαριά η οποία είχε τοποθετηθεί πάνω σε σταθερή μεταλλική κατασκευή εντός του πειραματικού αγροτεμαχίου. Στη συνέχεια τα δεδομένα καταγράφηκαν σε αρχείο excel και επεξεργάστηκαν και τα δύο έτη. Ομοίως πραγματοποιήθηκε και για το έτος 2018, την ίδια περίοδο, στα ίδια ακριβώς δέντρα. Υπολογίστηκαν η παραγωγή ανά δέντρο και η παραγωγή ανά  $\text{cm}^2$  επιφάνειας διατομής κορμού.

### 3.4 Μετρήσεις εργαστηρίου

Στην παρούσα ενότητα περιγράφονται οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας για τις μετρήσεις των χαρακτηριστικών των φύλλων και των καρπών. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τον ίδιο τρόπο για τα έτη 2017 και 2018.

#### 3.4.1 Μετρήσεις χαρακτηριστικών φύλλου

Συλλέχθηκαν έξι επαναλήψεις φύλλων (10 φύλλα ανά επανάληψη) ανά μεταχείριση, από το μέσο των ετήσιων βλαστών περιμετρικά της κόμης του κάθε δέντρου, τοποθετήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας (Εικ. 2.1). Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του ποσοστού % ξηράς ουσίας του φύλλου (% ΞΟ), και της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη.

#### *Ξηρά ουσία (%)*

Για τη μέτρηση του ποσοστού % της ξηράς ουσίας του φύλλου (% ΞΟ), από τα φύλλα της κάθε επανάληψης λαμβάνονταν 10 δίσκοι ελάσματος φύλλου με διακορευτή διαμέτρου 9 mm, ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών και λαμβάνονταν το νωπό τους βάρος (NB) (Εικ. 2.1 και 2.2), στη συνέχεια ξηραίνονταν



σε φούρνο στους 80 °C μέχρι οι δίσκοι με απλή πίεση να θρυμματίζονται. Η ξήρανση των φυτικών δειγμάτων πραγματοποιήθηκε σε εργαστηριακό ξηραντήρα 20 L (Mettert, Schwabach, Germany) (Εικ. 2.3). Οι ξηροί δίσκοι ζυγίζονταν και λαμβάνονταν το ξηρό βάρος (ΞΒ). Έπειτα γινόταν υπολογισμός του ποσοστού % ΞΟ του φύλλου με τον τύπο  $\% \text{ ΞΟ} = [(\text{ΞΒ})/(\text{ΝΒ})] \times 100$  και εκφράστηκε ως %.

**Εικόνα 3.1 Κοπή δίσκων φύλλων (10 δίσκοι από 6 επαναλήψεις ανά μεταχείριση) με διακορευτή διαμέτρου 9 mm για τη μέτρηση του νωπού βάρους και υπολογισμού του ποσοστού % ΞΟ και με διακορευτή 5,8 mm για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας χλωροφύλλης a και b.**



**Εικόνα 3.2 Μέτρηση νωπού βάρους φύλλων διαμέτρου 9 mm (10 δίσκων από 6 επαναλήψεις ανά μεταχείριση) με ζυγό ακριβείας.**



**Εικόνα 3.3 Δίσκοι φύλλων διαμέτρου 9 mm (10 δίσκοι από 6 επαναλήψεις ανά μεταχείριση) και καρποί ξεχωριστά η σάρκα από τον πυρήνα (10 καρποί από 6 επαναλήψεις ανά μεταχείριση) στον ξηραντήρα 20 L (Memmert, Schwabach, Germany)**



#### *Περιεκτικότητα χλωροφύλλης*

Για τον υπολογισμό της χλωροφύλλης εφαρμόστηκε η αναλυτική μέθοδος που περιγράφεται από τους Wintermans and Motts (1965). Από τα έξι φύλλα της κάθε επανάληψης αφαιρέθηκαν με τον ίδιο τρόπο όπως ανωτέρω, έξι δίσκοι με τον διακορευτή διαμέτρου 5,8 mm, ζυγίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε screw top δοκιμαστικό που περιείχε 15 mL αιθανόλης 95% (Εικ. 2.4). Στη συνέχεια διατηρήθηκαν για μια περίπου ώρα σε υδατόλουτρο στους 80 °C μέχρι τα ελάσματα να αποχρωματιστούν πλήρως (Εικ. 2.5). Μετά τον αποχρωματισμό οι σωλήνες παρέμειναν σε σκοτεινό χώρο για να ψυχθούν. Έπειτα ανακινήθηκαν σε vortex για καλύτερη ομοιομορφία και μετρήθηκε η απορρόφηση με φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co. Ltd) στα 665 και 649 nm με τη βοήθεια κρυσταλλικής κυψελίδας. Ακολούθησε ο υπολογισμός της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη a (χλωρ. a) και b (χλωρ. b) σε  $\mu\text{g mL}^{-1}$  αιθανόλης και σε  $\text{mg m}^{-2}$  φύλλου, σε ολική χλωροφύλλη (ολ. χλωρ.) και του λόγου της χλωροφύλλης a προς τη χλωροφύλλη b (χλωρ. a/χλωρ.b). Ο υπολογισμός της χλωροφύλλης a και b έγινε με τους παρακάτω τύπους:

Χλωροφύλλη a:  $13,7 \cdot A_{665} - 5,76 \cdot A_{649}$

Χλωροφύλλη b:  $25,8 \cdot A_{649} - 7,6 \cdot A_{665}$  και εκφράστηκε αρχικά σε  $\mu\text{g mL}^{-1}$  αιθανόλης και, καθώς είχε μετρηθεί το νωπό βάρος των δίσκων για χλωροφύλλη, υπολογίστηκε

και η συγκέντρωση σε mg χλωροφύλλης / g ξηρού βάρους. Με γνωστή την επιφάνεια των δίσκων που χρησιμοποιήθηκαν για χλωροφύλλη, έγινε και υπολογισμός της συγκέντρωσης κάθε χλωροφύλλης (a, b, total) ανά μονάδα επιφάνειας.

**Εικόνα 3.4 Κοπή δίσκων διαμέτρου 5,8 mm (έξι δίσκοι από 6 επαναλήψεις ανά μεταχείριση) και τοποθέτηση τους σε δοκιμαστικό σωλήνα screw top σε 15 mL αιθανόλης 95%**



**Εικόνα 3.5 Τοποθέτηση των 12 δοκιμαστικών σωλήνων (6 ανά μεταχείριση) σε υδατόλουτρο στους 80 °C για 1 ώρα μέχρι τον πλήρη αποχρωματισμό των ελασμάτων**



### 3.4.2 Μετρήσεις ποιότητας καρπών

Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν 10 τεμάχια καρπών από έξι επαναλήψεις επί τρεις φορές ανά μεταχείριση, εκτός από τη μέτρηση του χρώματος φλοιού όπου χρησιμοποιήθηκαν περίπου 100 τεμάχια καρπών από έξι επαναλήψεις ανά μεταχείριση.

#### *Νωπό βάρος καρπού*

Το βάρος των καρπών προσδιορίστηκε με ζύγιση στην ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με δύο δεκαδικά (model EW 600-ZM, Balingen, Germany) (Εικ. 2.6).

**Εικόνα 3.6 Ζύγιση 10 καρπών από 6 δέντρα (\*3 επαναλήψεις) ανά μεταχείριση, με ηλεκτρονική ζυγαριά Kern (model EW 600-ZM, Balingen, Germany)**



#### *Χρώμα φλοιού*

Η μέτρηση του χρώματος του φλοιού των καρπών έγινε με το χρωματόμετρο Minolta (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Japan) (Εικ. 2.7). Η μέτρηση του χρώματος έγινε σύμφωνα με το σύστημα μέτρησης CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Σε ένα κενό πετρί (ένα πετρί για κάθε επανάληψη) τοποθετήθηκαν περίπου 100 καρποί από κάθε επανάληψη. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις στο κέντρο από κάθε πετρί, του δείκτη φωτεινότητας  $L^*$  και των παραμέτρων  $a^*$  και  $b^*$  και υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Πριν από κάθε μέτρηση γινόταν βαθμονόμηση του οργάνου με τη χρήση άσπρης και μαύρης πλάκας. Η παράμετρος φωτεινότητας  $L^*$  κυμαίνεται από μαύρο  $L^*=0$  έως λευκό  $L^*=100$ . Το  $a^*$  τοποθετείται στον οριζόντιο άξονα και το  $b^*$  στον κατακόρυφο. Στον οριζόντιο άξονα,  $a^* < 0$  δείχνει μπλε-πράσινη απόχρωση και  $a^* > 0$  δείχνει κόκκινη-μωβ. Στον κατακόρυφο άξονα  $b^* < 0$

δείχνει μπλε απόχρωση και  $b^* > 0$  δείχνει κίτρινη απόχρωση. Περιγραφή των ανωτέρω αναλυτικά στον McGuire (1992).

**Εικόνα 3.7 Μέτρηση χρώματος φλοιού με χρωματόμετρο Minolta (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Japan)**



*Νωπό βάρος σάρκας και πυρήνα*

Διαχωρίστηκε η σάρκα από τον πυρήνα 10 τεμαχίων καρπών από τους καρπούς της κάθε επανάληψης ανά μεταχείριση και ζυγίστηκε το νωπό βάρος της σάρκας και των πυρήνων ξεχωριστά. Χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με δύο δεκαδικά (model EW 600-ZM, Balingen, Germany).

*Ξηρά ουσία καρπού (%)*

Τα διαχωρισμένα περικάρπια (σάρκα, εδώδιμο) τοποθετήθηκαν στον φούρνο στους 80 °C και αφού ξηράνθηκαν ζυγίστηκε το ξηρό βάρος. Υπολογίστηκε στη συνέχεια το ποσοστό % της ξηράς ουσίας για τα περικάρπια (Εικ. 2.7). Η ξήρανση των φυτικών δειγμάτων πραγματοποιήθηκε σε εργαστηριακό ξηραντήρα 20 L (Mettler, Schwabach, Germany) (Εικ. 2.3)

**Εικόνα 3.7 Δείγμα από περικάρπια και πυρήνες μετά από την ξήρανση τους σε ξηραντήρα 20 L (Mettler, Schwabach, Germany).**



### **3.5 Στατιστική ανάλυση**

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το πρόγραμμα SPSS (SPSS Statistics for Windows, Version 24.0, IBM Corporation, Armonk, NY, USA), όπου εφαρμόστηκε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) με παράγοντα τη μεταχείριση και χωριστά ανά έτος. Οι μέσοι όροι διαχωρίστηκαν με τη μέθοδο Duncan ( $P < 0,05$ ).

## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.1 Αποτελέσματα μεταχειρίσεων 2017

#### 4.1.1 Μετρήσεις αγρού

Το 2017 ο όγκος κόμης των ψεκασμένων ελαιόδεντρων με διαφυλλικά οργανικά λιπάσματα είχε παρόμοιες τιμές με τον όγκο κόμης των ελαιόδεντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.1)

Το 2017 η παραγωγή καρπών των ψεκασμένων ελαιόδεντρων ήταν χαμηλότερη από την παραγωγή καρπών των ελαιόδεντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.1).

Το 2017 η επιφάνεια διατομής του κορμού των ψεκασμένων ελαιόδεντρων ήταν παρόμοια με την επιφάνεια διατομής του κορμού των ελαιόδεντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.1).

Το 2017 η παραγωγικότητα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων ήταν χαμηλότερη από την παραγωγικότητα των ελαιόδεντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.1).

**Πίνακας 3.1 Ανάπτυξη κόμης και διαμέτρου κορμού και παραγωγή καρπών σε ελαιόδεντρα ποικ. Κορωνέικη που δέχθηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με οργανικά λιπάσματα (Οργαν. Διαφ.) ή όχι (μάρτυρας) το 2017. Ανά παράμετρο μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. N=12**

Παράμετρος	Μάρτυρας	Οργαν. Διαφ.	Σημαντ.
Όγκος κόμης 2017 (m <sup>3</sup> )	3,22a	3,65a	ΜΣ
Παραγωγή καρπών 2017 (kg)	7,20a	6,23b	*
Επιφάνεια Διατομής Κορμού (ΕΔΚ) 2017 (cm <sup>2</sup> )	47,6a	50,3a	ΜΣ
Παραγωγικότητα 2017 (g cm <sup>-2</sup> ΕΔΚ)	154a	130b	*

#### 4.1.2 Φυλλοδιαγνωστική ανάλυση

Η φυλλοδιαγνωστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε τέλη Ιουλίου του 2017, χρησιμοποιήθηκαν φύλλα από το μέσο και κάτω των ετήσιων βλαστών, από δύο δέντρα ανά μεταχείριση. Τα αποτελέσματα ήταν τα εξής:

*Για τα ελαιόδεντρα που δέχτηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με οργανικά λιπάσματα*

Μακροστοιχεία: το Ν υπήρχε σε επάρκεια, αλλά οι ψεκασμοί μείωσαν το Ν, ο Ρ παρουσίαζε ανεπάρκεια και το Κ μερική επάρκεια. Το Ca υπήρχε σε επάρκεια, ενώ το Mg σε χαμηλή επάρκεια (Πίν. 3.2).

Ιχνοστοιχεία: δεν υπάρχουν όρια για τον Cu αλλά αυξήθηκε σημαντικά με τους ψεκασμούς, ο Zn ήταν επαρκής, ενώ για τον Fe δεν υπάρχουν όρια επάρκειας με παρόμοιες συγκεντρώσεις στις μεταχειρίσεις. Το Mn βρισκόταν στα κατώτατα όρια επάρκειας και το B σε σημαντική έλλειψη με ελαφρά πιο υψηλή τιμή στα ψεκασμένα ελαιόδεντρα (Πίν. 3.2).

*Για τα ελαιόδεντρα του μάρτυρα*

Μακροστοιχεία: το Ν υπήρχε σε επάρκεια, ο Ρ σε ανεπάρκεια και το Κ σε μερική επάρκεια. Το Ca ήταν επαρκές, ενώ το Mg ελαφρώς ανεπαρκές.

Ιχνοστοιχεία: ο Zn, το Mn και το B ήταν ανεπαρκή (Πίν. 3.2).

**Πίνακας 4.2 Μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία στα φύλλα των ελαιόδεντρων ποικ. Κορωνέικη του μάρτυρα (Μάρτυρας) και των ψεκασμένων με οργανικά διαφυλλικά λιπάσματα (Οργαν. Διαφυλ.) το 2017, βάσει φυλλοδιαγνωστικής. Ανά παράμετρο μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. N=2**

Παράμετρος	Μάρτυρας	Οργαν. Διαφυλ.	Σημαντικότητα
N	2,36 g / Kg	1,81 g / Kg	***
P	0,092 g / Kg	0,093 g / Kg	ΜΣ
K	0,92 g / Kg	0,9 g / Kg	ΜΣ
Ca	1,3 g / Kg	1,48 g / Kg	**
Mg	0,18 g / Kg	0,2 g / Kg	**
Cu	4,8 kg / Kg	9,15 kg / Kg	***
Zn	1,9 kg / Kg	2,6 kg / Kg	***
Fe	5,39 kg / Kg	5,97 kg / Kg	***
Mn	2,14 kg / Kg	2,74 kg / Kg	**
B	0,71 kg / Kg	0,96 kg / Kg	***

#### **4.1.3 Χαρακτηριστικά φύλλων**

Το 2017 τα φύλλα των ελαιόδεντρων που δέχτηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με οργανικά θρεπτικά, είχαν υψηλότερο ποσοστό % ΞΟ από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.3).



Το 2017 τα φύλλα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων ή μη είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ΞΟ με τα φύλλα των ελαιόδεντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.3).

Το 2017 τα φύλλα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ΞΟ με τα φύλλα των ελαιόδεντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.3).

Το 2017 τα φύλλα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων είχαν παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ΞΟ με τα φύλλα των ελαιόδεντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.3).

Το 2017 ο λόγος της συγκέντρωσης χλωροφύλλης a προς τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης b ανά μονάδα ΞΟ είναι μικρότερος στα φύλλα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων από τα φύλλα των ελαιόδεντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.3).

Το 2017 τα φύλλα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.3)

Το 2017 τα φύλλα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.3).

Το 2017 τα φύλλα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων είχαν υψηλότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας από τα φύλλα των ελαιόδεντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.3).

**Πίνακας 4.3 Χαρακτηριστικά φύλλων ελιάς ποικ. Κορωνέικη που δέχθηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με οργανικά λιπάσματα (Οργαν. Διαφ.) ή όχι (μάρτυρας) το 2017. Ανά παράμετρο μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. N=6**

Παράμετρος	Μάρτυρας	Οργαν. Διαφ.	Σημαντικότητα
Ξηρά ουσία φύλλου (%)	48,0b	51,9a	**
Χλωρ. a ( $\text{mg g}^{-1}$ ΞΟ)	3,20a	3,19a	ΜΣ
Χλωρ. b ( $\text{mg g}^{-1}$ ΞΟ)	0,87a	0,89a	ΜΣ
Συν. Χλωρ. ( $\text{mg g}^{-1}$ ΞΟ)	4,07a	4,08a	ΜΣ
Χλωρ a/Χλωρ b	3,72a	3,56b	*
Χλωρ. a ( $\text{mg cm}^{-2}$ )	642b	701a	*
Χλωρ. b ( $\text{mg cm}^{-2}$ )	174b	197a	**
Συν. Χλωρ. ( $\text{mg cm}^{-2}$ )	816b	898a	*

#### 4.1.4 Χαρακτηριστικά καρπών

Το 2017 οι καρποί των ελαιόδέντρων που δέχτηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με οργανικά λιπάσματα είχαν παρόμοιο χρώμα φλοιού L\*, a\* και b\*, βάρος καρπού, βάρος ενδοκαρπίου, ποσοστό % εδώδιμου καρπού και ποσοστό % ξηράς ουσίας περικαρπίου με τους καρπούς των ελαιόδέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.4).

**Πίνακας 4.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών ελιάς ποικ. Κορωνέικη που δέχθηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με οργανικά λιπάσματα (Οργαν. Διαφ.) ή όχι (μάρτυρας) το 2017. Ανά παράμετρο μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. N=6**

Παράμετρος	Μάρτυρας	Οργαν. Διαφ.	Σημαντικότητα
Χρώμα φλοιού L*	44,1a	43,6a	ΜΣ
Χρώμα φλοιού a*	-10,6a	-12,3a	ΜΣ
Χρώμα φλοιού b*	27,5a	29,0a	ΜΣ
Βάρος καρπού (g)	0,64a	0,65a	ΜΣ
Βάρος ενδοκαρπίου (g)	0,22a	0,21a	ΜΣ
Εδώδιμο καρπού (%)	70,9a	70,2a	ΜΣ
Ξηρά ουσία περικαρπίου (%)	47,1a	46,8a	ΜΣ

## 4.2 Αποτελέσματα μεταχειρίσεων 2018

### 4.2.1 Μετρήσεις αγρού

Το 2018 ο όγκος της κόμης των ελαιόδέντρων που δέχτηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με οργανικά θρεπτικά ήταν μικρότερος από τον όγκο των ελαιόδέντρων των μάρτυρα (Πίν. 3.5).

Το 2018 η συνολική παραγωγή καρπών των ψεκασμένων ελαιόδέντρων ήταν χαμηλότερη από τη παραγωγή των ελαιόδέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.5).

Το 2018 η τιμή της επιφάνειας διατομής του κορμού των ψεκασμένων ελαιόδέντρων ήταν χαμηλότερη από την τιμή της επιφάνειας διατομής του κορμού του μάρτυρα (Πίν. 3.5).

Το 2018 η παραγωγικότητα των ψεκασμένων ελαιόδέντρων ήταν χαμηλότερη από την παραγωγικότητα των ελαιόδέντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.5).

Από το 2017 στο 2018 τα ελαιόδεντρα που δέχτηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με οργανικά θρεπτικά είχαν χαμηλότερο ποσοστό % αύξησης της παραγωγής από τα ελαιόδεντρα του μάρτυρα (Πίν. 3.5).

Από το 2017 στο 2018 τα ψεκασμένα ελαιόδεντρα είχαν χαμηλότερο ποσοστό % αύξησης της διατομής του κορμού από τα ελαιόδεντρα του μάρτυρα (Πίν. 3.5).

Από το 2017 στο 2018 τα ψεκασμένα ελαιόδεντρα είχαν χαμηλότερο ποσοστό % αύξησης της παραγωγικότητας από τα ελαιόδεντρα του μάρτυρα (Πίν. 3.5).

**Πίνακας 4.5 Ανάπτυξη κόμης και διαμέτρου κορμού και παραγωγή καρπών σε ελαιόδεντρα ποικ. Κορωνέικη που δέχθηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με οργανικά λιπάσματα (Οργαν. Διαφ.) ή όχι (μάρτυρας) το 2018. Ανά παράμετρο μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. N=12**

Παράμετρος	Μάρτυρας	Οργαν. Διαφ.	Σημαντ.
Όγκος κόμης 2018 (m <sup>3</sup> )	8,78a	6,05b	***
Παραγωγή καρπών 2018 (kg)	15,5a	10,8b	***
Επιφ. Διατομής Κορμού 2018 (cm <sup>2</sup> )	70,6a	59,5b	**
Παραγωγικότητα 2018 (g cm <sup>-2</sup> ΕΔΚ)	231a	176b	***
Αύξηση παραγωγής από 2017 στο 2018 (%)	117a	74b	***
Αύξηση διατομής κορμού από 2017 στο 2018 (%)	49,0a	20,0b	***
Αύξηση παραγωγικότητας από 2017 στο 2018 (%)	51,3a	37,1b	*

#### 4.2.2 Χαρακτηριστικά φύλλων

Το 2018 τα φύλλα των ελαιόδεντρων που δέχτηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με οργανικά θρεπτικά είχαν χαμηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.6).

Το 2018 τα φύλλα των ψεκασμένων ή μη ελαιόδεντρων με διαφυλλικά οργανικά λιπάσματα είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ΞΟ (Πίν. 3.6).

Το 2018 τα φύλλα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ΞΟ από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.6).

Το 2018 τα φύλλα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ΞΟ από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.6).

Το 2018 ο λόγος της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης a προς τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης b στα φύλλα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων είχε υψηλότερη τιμή από τα φύλλα των ελαιόδεντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.6).

Το 2018 τα φύλλα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων ή μη είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας (Πίν. 3.6).

Το 2018 τα φύλλα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.6).

Το 2018 τα φύλλα των ψεκασμένων ελαιόδεντρων ή μη είχαν παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας (Πίν. 3.6).

**Πίνακας 4.6 Χαρακτηριστικά φύλλων ελιάς ποικ. Κορωνέικη που δέχθηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με οργανικά λιπάσματα (Οργαν. Διαφ.) ή όχι (μάρτυρας) το 2018. Ανά παράμετρο μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. N=6**

Παράμετρος	Μάρτυρας	Οργαν. Διαφ.	Σημαντικότητα
Ξηρά ουσία φύλλου (%)	52,6a	49,4b	*
Χλωρ. a ( $\text{mg g}^{-1} \text{ΞΟ}$ )	3,0a	2,8a	ΜΣ
Χλωρ. b ( $\text{mg g}^{-1} \text{ΞΟ}$ )	0,92a	0,82b	*
Συν. Χλωρ. ( $\text{mg g}^{-1} \text{ΞΟ}$ )	3,9a	3,6b	*
Χλωρ a/Χλωρ b	3,2b	3,4a	*
Χλωρ. a ( $\text{mg cm}^{-2}$ )	557a	528a	ΜΣ
Χλωρ. b ( $\text{mg cm}^{-2}$ )	174a	155b	*
Συν. Χλωρ. ( $\text{mg cm}^{-2}$ )	731a	683a	ΜΣ

#### 4.2.3 Χαρακτηριστικά καρπών

Το 2018 οι καρποί των ελαιόδεντρων που δέχτηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με οργανικά θρεπτικά είχαν παρόμοιο χρώμα φλοιού  $L^*$  με τους καρπούς των ελαιόδεντρων του μάρτυρα (Πίν. 3.7).

Το 2018 οι καρποί των ψεκασμένων ελαιόδεντρων είχαν χαμηλότερη τιμή χρώματος φλοιού  $a^*$  από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.7).

Το 2018 οι καρποί των ψεκασμένων ελαιόδεντρων ή μη είχαν παρόμοιο χρώμα φλοιού  $b^*$  (Πίν. 3.7).

Το 2018 οι καρποί των ψεκασμένων ελαιόδεντρων ή μη είχαν παρόμοιο βάρος καρπού (Πίν. 3.7).

Το 2018 οι καρποί των ψεκασμένων ελαιόδεντρων είχαν χαμηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας περικαρπίου από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.7).

**Πίνακας 4.7 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών ελιάς ποικ. Κορωνέικη που δέχθηκαν διαφυλλικούς ψεκασμούς με οργανικά λιπάσματα (Οργαν. Διαφ.) ή όχι (μάρτυρας) το 2018. Ανά παράμετρο μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. N=6**

Παράμετρος	Μάρτυρας	Οργαν. Διαφ.	Σημαντικότητα
Χρώμα φλοιού L*	41,6a	44,7a	ΜΣ
Χρώμα φλοιού a*	-14,0a	-15,3b	*
Χρώμα φλοιού b*	27,7a	29,6a	ΜΣ
Βάρος καρπού (g)	0,64a	0,74a	ΜΣ
Ξηρά ουσία περικαρπίου (%)	53,7a	48,8b	*

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.1 Φυλλοδιαγνωστική ανάλυση

Το Ca συντελεί στην ικανοποιητική ανθοφορία και καρπόδεση των φυτών, αυξάνει το μέγεθος των καρπών και βελτιώνει την ποιότητα και συντελεί στην καλύτερη ανάπτυξη στα φυτά, καθώς συμμετέχει στη σύνθεση βασικών ορμονών. Το Ca συνδέεται με τη διαθεσιμότητα N στο φυτό, καθώς συντελεί στην αύξηση της απορρόφησης του από τις ρίζες (Saure 2005). Όμως στην προκειμένη περίπτωση το Ca ήταν επαρκές, άρα δεν έπαιξε ιδιαίτερο ρόλο στην αύξηση της περιεκτικότητας του N.

Η πιο κοινή αιτία έλλειψης Mg είναι ο ανταγωνισμός που δημιουργείται ανάμεσα στο κάλιο και το ασβέστιο που συνυπάρχουν στο έδαφος. Επίσης η τοξικότητα του ασβεστίου, δηλαδή η μεγαλύτερη συγκέντρωσή του από την ιδανική, εκδηλώνεται σαν τροφοπενία άλλων στοιχείων όπως το K (Κουκουλάκης Π. και Παπαδόπουλος Α. 2003). Συνεπώς η έλλειψη Mg θα μπορούσε να οφείλεται είτε σε τοξικότητα Ca, είτε σε ανταγωνισμό K και Ca. Παρατηρήθηκαν μακροσκοπικά στοιχεία τροφοπενίας Mg, κυρίως στα φύλλα του μάρτυρα, όπως χλώρωση στις μεσονεύριες περιοχές των φύλλων.

Ο Fe υπήρχε σε παρόμοια συγκέντρωση στις δύο μεταχειρίσεις. Ο Fe απορροφάται από τα φυτά στη δισθενή ( $Fe^{+2}$ ) και στην τρισθενή ( $Fe^{+3}$ ) του μορφή και ως οργανικό σύμπλοκο, μολονότι η δισθενής μορφή του είναι πιο ευκίνητη και διαθέσιμη για να χρησιμοποιηθεί στις μεταβολικές διεργασίες του φυτού. Μερικοί ιστοί που περιέχουν μεγάλες ποσότητες τρισθενούς σιδήρου εμφανίζουν συμπτώματα τροφοπενίας (Κουκουλάκης Π. και Παπαδόπουλος Α). Συνεπώς υπήρχαν αποθέματα σιδήρου στα φυτά για την πραγμάτωση των απαιτούμενων λειτουργικών διεργασιών τους. Επίσης δεν υπήρξε τόσο αυξημένη συγκέντρωση Ca ή Mg, ώστε να εμποδίσει την απορρόφηση του Fe.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του B περνάει μέσα στη ρίζα παθητικά με το ρεύμα της διαπνοής ως αδιάστατο βορικό οξύ. Όμως, μικρές ποσότητες B προσλαμβάνονται ενεργά. Οι παράγοντες που μειώνουν τη διαπνοή, όπως η υψηλή σχετική υγρασία ή η ξηρασία μειώνουν την πρόσληψη του B και τη μετακίνησή του. Το B μόλις βρεθεί στον ελεύθερο χώρο της ρίζας μπορεί να συνδεθεί με πολυσακχαρίτες, να παραμείνει

ελεύθερο, ή να προσαρτηθεί πάνω στα κυτταρικά τοιχώματα (Λιακόπουλος 2003). Το Β είναι σχετικά δυσκίνητο μέσα στο φυτό. Κινείται στο ξύλο ως σύμπλοκο σακχάρων-βορικού, ενώ η κίνηση του στο φλοιό είναι περιορισμένη. Συνεπώς έστω και αυτή η μικρή ποσότητα η οποία εφαρμόστηκε μέσω των διαφυλλικών ψεκασμών απορροφήθηκε από τα φυτά. Επίσης λόγω της αγγειακής κατάστασης των ψεκασμένων δέντρων εξαιτίας του βακτηρίου *Pseudomonas savastanoi*, πιθανώς το Β δεν μπόρεσε να απορροφηθεί από το έδαφος. Το Β σχετίζεται θετικά με την απορρόφηση του Ν από τα φυτά καθώς βοηθά στην αύξηση της συγκέντρωσής του στις ρίζες. Η έλλειψη βορίου μπορεί να προκαλέσει μείωση της συγκέντρωσης του Ν και κατά συνέπεια της παραγωγής και της καρπόδεσης.

Το Μn απορροφάται από τα φυτά ως  $Mn^{2+}$  αλλά και υπό μορφή συμπλόκων. Το Μn δεν μετακινείται εύκολα στο φυτό κα επομένως τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται στα νεαρότερα φύλλα, σαν χλώρωση μεταξύ των νεύρων. Σε ορισμένες περιπτώσεις το ριζικό σύστημα γίνεται ευπαθές στις ασθένειες. Επειδή στα φυτά το Μn ανταγωνίζεται με το σίδηρο, περίσσεια Μn στα φυτά προκαλεί έλλειψη σιδήρου (Κουκουλάκης Π. και Παπαδόπουλος Α., 2003). Δεν παρουσιάστηκε κάποιο τέτοιο φαινόμενο, καθώς το Μn βρέθηκε ελαφρώς σε επάρκεια στα ψεκασμένα δέντρα.

Το 70% του χαλκού βρίσκεται στους χλωροπλάστες και αποτελεί συστατικό της πρωτεΐνης τους. Ο χαλκός ανταγωνίζεται τον Ζn. Επίσης συνεργεί με το Ν και αυξανόμενης της ποσότητας του Ν, τόσο αυξάνονται και οι ανάγκες σε Cu. Ο χαλκός προσλαμβάνεται είτε ως  $Cu^{2+}$  ή και ως χημικό σύμπλοκο. Αν και δεν είναι ιδιαίτερος ευκίνητος μέσα στο φυτό παρ' όλα αυτά μπορεί να μετακινείται από τα παλαιότερα στα νεότερα φύλλα. Η κίνηση του χαλκού στο φυτό εξαρτάται από το επίπεδο του θρεπτικού αυτού μέσα στους ιστούς του φυτού (Ασημακόπουλος Ι. κ.ά., 2009). Εφόσον η φυλλοδιαγνωστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε ετήσια φύλλα πιθανώς η περιεκτικότητα των γηραιότερων να είναι υψηλότερη.

Ο Ζn απορροφάται από τα φυτά ως κατιόν ( $Zn^{2+}$ ). Μπορεί επίσης να απορροφηθεί ως συστατικό φυσικών ή συνθετικών οργανικών συμπλόκων. Διαλυτά άλατα Ζn μπορούν να εισέλθουν στο φυτό απευθείας μέσω των φύλλων. Η τροφοπενία Ζn εκδηλώνεται σε οργανικά εδάφη με υψηλές τιμές pH, ενώ επίσης τα εδάφη με υψηλές περιεκτικότητες φωσφόρου μπορούν να περιορίσουν την

απορρόφηση του Zn (Ασημακόπουλος Ι. κ.ά., 2009). Τόσο μακροσκοπικά όσο και μικροσκοπικά μέσω αναλύσεων δεν παρατηρήθηκε κάτι παρόμοιο.

Για τη βελτίωση της περιεκτικότητας των παραπάνω θρεπτικών στοιχείων τα οποία βρέθηκαν σε ανεπάρκεια (P, K, Mg, Zn, Mn, B) στα φύλλα του πειραματικού ελαιώνα, θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν οι εξής ενέργειες:

- Ενσωμάτωση στο έδαφος των θρυμματισμένων κλαδεμένων τμημάτων των δέντρων την περίοδο της άνοιξης ώστε να ελαχιστοποιήσουμε όσο το δυνατόν περισσότερο τις εκροές N, P και K. Αλλά και να αυξήσουμε μερικώς την εδαφική οργανική ουσία, με όλες τις θετικές συνέπειες στο έδαφος και στη θρέψη του φυτού.
- Προσθήκη σκορπιστά κάτω από την κόμη 100 g περίπου βόρακα σε κάθε δέντρο για τη βελτίωση της περιεκτικότητας σε B και με σκοπό την καλύτερη καρπόδεση των δέντρων. Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφυλλικά λιπάσματα που να περιέχουν Mg και B κύρια την άνοιξη (π.χ. 11-0-0-16MgO, 20,5% B).
- Η οργανική ύλη στα διάφορα στάδια της αποσύνθεσης (ειδικά ως χούμος) είναι ευεργετική καθώς αυξάνει την απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών. Κατά συνέπεια, τα οργανικά λιπάσματα αποτελούν συχνά τη βάση ενός ορθολογικού προγράμματος λίπανσης του ελαιώνα. Κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, μπορεί να προστεθεί κοπριά και να ενσωματωθεί στο έδαφος. Σε καλά αρδευόμενες εκτάσεις, ενσωματώνεται συνήθως κάθε 3-4 χρόνια από 1-2 τόνοι ανά στρέμμα (Βασιλακάκης 2016). Η ενέργεια αυτή σε συνδυασμό με τη βασική και επιφανειακή λίπανση που ήδη πραγματοποιείται πιθανώς να βελτιώσουν τη διαθεσιμότητα του N στα δέντρα.
- Όσον αφορά στην έλλειψη Zn και Mn μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις επόμενες εφαρμογές της βασικής και της επιφανειακής λίπανσης είτε σκευάσματα τα οποία θα εμπεριέχουν Zn και Mn είτε, πιο αποτελεσματικά, μέσω επανάληψης των διαφυλλικών εφαρμογών με τα οργανικά σκευάσματα και το επόμενο έτος.



- Με τη διόρθωση της αζωτούχου λίπανσης τα επόμενα έτη, θα βελτιωθεί και η διαθεσιμότητα του Cu, καθώς είναι επαρκής η ποσότητα η οποία εφαρμόζεται κάθε έτος στον αγρό με τους φυτοπροστατευτικούς ψεκασμούς.

## 5.2 Παραγωγή καρπών και ανάπτυξη του δέντρου

Το 2017 οι διαφυλλικοί ψεκασμοί μείωσαν τη συγκέντρωση N με αποτέλεσμα να μειωθεί η παραγωγή των καρπών και η ανάπτυξη των δέντρων να παραμείνει στάσιμη. Βελτίωσαν όμως τη συγκέντρωση Ca, Mg, Cu, Zn, και B. Τις αντιδράσεις που εξαρτώνται από το φως (φωτεινή φάση) και τις αντιδράσεις που είναι ανεξάρτητες από την ύπαρξη φωτός (σκοτεινή φάση). Κατά τις αντιδράσεις της φωτεινής φάσης, που γίνονται στα grana των χλωροπλαστών, η φωτεινή ενέργεια χρησιμοποιείται για τη σύνθεση μορίων ATP και τη δημιουργία υδρογόνου ( $H^+ + e^-$ ). Κατά τις αντιδράσεις της σκοτεινής φάσης, που γίνονται στο στρώμα των χλωροπλαστών, τα μόρια του ATP και του υδρογόνου που παρήχθησαν κατά τη φωτεινή φάση χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή του διοξειδίου του άνθρακα σε υδατάνθρακες (γλυκόζη) (Ruben and Kamen 1941). Το N σχετίζεται με την αύξηση της σύνθεσης μορίων ATP. Συνεπώς τα φύλλα που δέχτηκαν τη διαφυλλική θρέψη φωτοσυνέθεταν περισσότερο με αποτέλεσμα να καταναλώσουν περισσότερη χλωροφύλλη και εκείνη με τη σειρά της περισσότερο N για τη σύνθεση ATP.

Το 2018 το βάρος καρπού ήταν παρόμοιο και στις δυο μεταχειρίσεις, ενώ η παραγωγή καρπών μειώθηκε κατά 30% στα ψεκασμένα δέντρα σε σχέση με το μάρτυρα. Συνεπώς οι ψεκασμοί είτε από το 2017 παρεμπόδισαν τον σχηματισμό αρκετών ανθοφόρων οφθαλμών, είτε το ποσοστό καρπόδεσης την άνοιξη του 2018 ήταν μικρότερο στα ψεκασμένα δέντρα σε σχέση με το μάρτυρα. Παρά την καλύτερη θρέψη του φυτού στα ψεκασμένα δέντρα, μειώθηκε το N και έλλειπαν βασικά στοιχεία όπως το P, K, B, με πιθανό αποτέλεσμα την μη έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών λόγω έλλειψης N, μειωμένη παραγωγή λόγω έλλειψης K και μειωμένη καρπόδεση λόγω έλλειψης B.

Αντίθετα, στο μάρτυρα το 2018 (8 ετών) η αύξηση της παραγωγής και του όγκου της κόμης ήταν σημαντική, ο οποίος υπερδιπλασιάστηκε χωρίς σημάδια παρениαυτοφορίας, ενώ η διάμετρος κορμού και η παραγωγικότητα αυξήθηκαν κατά

περίπου 50%. Η προβληματική θρεπτική κατάσταση προκάλεσε μείωση της παραγωγής των καρπών στα ψεκασμένα δέντρα αλλά όχι στο μάρτυρα.

### 5.3 Ανάπτυξη φύλλων

Το 2018 όμως τα φύλλα στα ψεκασμένα δέντρα λειτουργούσαν μερικώς χειρότερα από τα φύλλα του μάρτυρα, καθώς επίσης και η ανάπτυξη της κόμης και του κορμού ήταν μειωμένη σε σχέση με το μάρτυρα. Αυτό μπορεί να είχε σαν αποτέλεσμα τις αρνητικές συνέπειες στην παραγωγή και ανάπτυξη του φυτού. Από μακροσκοπικές μας παρατηρήσεις, το 2018 τα δέντρα που δέχτηκαν τους διαφυλλικούς ψεκασμούς είχαν ελαφρώς εντονότερη προσβολή (σε σχέση με το 2017) από το βακτήριο *Pseudomonas savastanoi*, συνεπώς η κακή λειτουργική κατάσταση των φύλλων και των δέντρων πιθανώς να οφείλεται σε κακή κυκλοφορία των θρεπτικών εντός του ξύλου των δέντρων.

Η σχέση  $\chi\lambda\omega\rho\ a/\chi\lambda\omega\rho\ b$  βρέθηκε και τις δύο χρονιές αυξημένη στα δέντρα που δέχτηκαν τους διαφυλλικούς ψεκασμούς, γεγονός που σημαίνει ότι δέχτηκαν καλύτερο φωτισμό. Το αποτέλεσμα αυτό είναι εύλογο, καθώς τα δέντρα αυτά είχαν μικρότερο όγκο κόμης σε σχέση με το μάρτυρα άρα δεχόντουσαν περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία. Βέβαια, τα φύλλα συλλέχθηκαν από τη μέση και περιμετρικά της κόμης, κυρίως από φωτιζόμενους κλαδίσκους και στα ψεκασμένα αλλά και στα δέντρα του μάρτυρα.

Παρά τη μείωση του N στα φύλλα των ψεκασμένων δέντρων η συγκέντρωση  $\chi\lambda\omega\rho\ \phi\upsilon\lambda\lambda\eta\varsigma$  ήταν υψηλότερη από το μάρτυρα. Ίσως στα ψεκασμένα η μέτρια συγκέντρωση N να είχε σαν αποτέλεσμα τον καλύτερο φωτισμό και λειτουργία των φύλλων, αλλά αυτό δεν βρέθηκε ούτε από αύξηση του όγκου της κόμης, ούτε από την παραγωγή των καρπών.

Η παράμετρος χρώματος φλοιού a δίνει το πράσινο χρώμα του καρπού. Όσο πιο αρνητικό, τόσο πιο πράσινο το χρώμα. Συνεπώς οι ελιές το 2017 συγκομίστηκαν πιο ώριμες και τα δύο έτη όμως με πράσινο φλοιό. Η χαμηλότερη συγκέντρωση  $\Xi\text{O}$  το 2017 μάλλον οφείλεται στις χειρότερες κλιματικές συνθήκες, που μπορεί να επηρεάσουν τη συσσώρευση ξηράς ουσίας στους καρπούς με την πορεία προς την ωρίμανση, διότι το βάρος καρπού ήταν παρόμοιο και τα δύο έτη. Γνωρίζουμε ότι ο ελαιόκαρπος συσσωρεύει ελαιόλαδο σε αυτή τη φάση ανάπτυξης του εκτός από τη

διόγκωση του καρπού με συσσώρευση νερού και λοιπών ανόργανων και οργανικών θρεπτικών. Αντίθετα το 2018 φαίνεται ότι οι καρποί ήταν λιγότερο ώριμοι ( η παράμετρος  $a^*$  είχε πιο αρνητικές τιμές), αλλά είχαν και υψηλότερο ποσοστό % ΞΟ περικαρπίου. Άρα το 2018 οι καρποί ήταν ήδη πιο μεστοί και ίσως περιείχαν περισσότερο ελαιόλαδο παρότι ήταν πιο ανώριμοι. Αυτή η διαφορά μπορεί να οφείλεται στις κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν από τον Αύγουστο έως τη συγκομιδή στα δύο έτη. Και τα δύο έτη οι καρποί που χρησιμοποιήθηκαν στις μετρήσεις συγκομίστηκαν τέλη Οκτωβρίου (20/11/2017 και 23/11/20218). Τον Ιούλιο έως τον Οκτώβριο του 2018 οι βροχοπτώσεις ήταν πολύ περισσότερες από την αντίστοιχη περίοδο του 2017 και σε συνδυασμό με τις σχετικά υψηλές θερμοκρασίες του 2018, είναι μια πιθανή δικαιολογία για τη διαφορά στους καρπούς.

#### 5.4 Ανάπτυξη καρπών

Η μικρότερη τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού  $a^*$  στους καρπούς των ψεκασμένων δέντρων σημαίνει ότι οι καρποί ήταν πιο πράσινου χρώματος, άρα και πιο άωροι. Είχαν και μικρότερο ποσοστό % ΞΟ στο περικάρπιο, που συνδέεται με την περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο. Υπάρχει λοιπόν μια πιθανότητα η ωρίμανση των καρπών να οψίμισε από τους ψεκασμούς. Αν αυτοί έμεναν επί του δέντρου να συνεχίσουν την ωρίμανσή τους είναι πιθανή η αύξηση της ελαιοπεριεκτικότητας τους και αντίστοιχα η αύξηση της ΞΟ τους στο περικάρπιο.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το 2017 οι διαφυλλικοί ψεκασμοί μείωσαν τη συγκέντρωση N με αποτέλεσμα να μειωθεί η παραγωγή των καρπών και η ανάπτυξη των δέντρων να υπολείπεται του μάρτυρα. Βελτίωσαν όμως τη συγκέντρωση Ca, Mg, Cu, Zn, και B. Άρα οι διαφυλλικοί ψεκασμοί βοηθούν στη θρέψη και μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την ανάπτυξη μειώνοντας το N.

Δεν υπήρξαν μακροσκοπικά σημάδια τοξικότητας ούτε προέκυψαν τέτοια συμπεράσματα μέσω της φυλλοδιαγνωστικής ανάλυσης από τους διαφυλλικούς ψεκασμούς.

Στην πορεία του πειράματος προέκυψε μια εντονότερα προβληματική αγγειακή κατάσταση των ψεκασμένων δέντρων εξαιτίας του βακτηρίου *Pseudomonas savastanoi*, η οποία πιθανόν να συνέβαλλε αρνητικά στην απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών από τα δέντρα.

Λόγω έλλειψης των θρεπτικών βρέθηκε μειωμένη παραγωγή καρπών, ανάπτυξη κορμού και κόμης στα ψεκασμένα δέντρα σε σχέση με το μάρτυρα.

Τα φύλλα των ψεκασμένων δέντρων το 2017 λειτούργησαν καλύτερα σε σχέση με το μάρτυρα λόγω πιθανόν του μικρότερου όγκου κόμης και κατά συνέπεια του καλύτερου φωτισμού. Παρόλα αυτά δεν κατέληξαν σε αυξημένη παραγωγή.

Το 2018 όμως τα φύλλα στα ψεκασμένα δέντρα λειτουργούσαν μερικώς χειρότερα από τα φύλλα του μάρτυρα, καθώς επίσης και η ανάπτυξη της κόμης και του κορμού ήταν μειωμένα σε σχέση με το μάρτυρα. Η μειωμένη λειτουργία των φύλλων μπορεί να είχε σαν αποτέλεσμα τις αρνητικές συνέπειες στην παραγωγή και ανάπτυξη του φυτού.

Στο μάρτυρα από το 2017 (7 ετών) στο 2018 (8 ετών) η αύξηση της παραγωγής και του όγκου της κόμης ήταν σημαντική, υπερδιπλασιάστηκε χωρίς σημάδια παρεναιματοφορίας, ενώ η διάμετρος κορμού και η παραγωγικότητα αυξήθηκαν κατά περίπου 50%. Η προβληματική θρεπτική κατάσταση προκάλεσε μείωση της παραγωγής των καρπών στα ψεκασμένα δέντρα αλλά όχι στο μάρτυρα.

Το 2018 το βάρος καρπού ήταν παρόμοιο και στις δυο μεταχειρίσεις, ενώ η παραγωγή καρπών μειώθηκε κατά 30% στα ψεκασμένα δέντρα σε σχέση με το μάρτυρα. Συνεπώς οι ψεκασμοί είτε από το 2017 παρεμπόδισαν το σχηματισμό αρκετών ανθοφόρων οφθαλμών, είτε το ποσοστό καρπόδεσης την άνοιξη του 2018 ήταν μικρότερο στα ψεκασμένα δέντρα σε σχέση με το μάρτυρα. Παρά την καλύτερη θρέψη του φυτού, μειώθηκε το N και έλλειπαν βασικά στοιχεία όπως το P, K, B, με αποτέλεσμα την μη έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών λόγω έλλειψης N, μειωμένη παραγωγή λόγω έλλειψης K, και μειωμένη καρπόδεση λόγω έλλειψης B.

Όσον αφορά την ωρίμανση των καρπών υπάρχει μια πιθανότητα να ογίμισε από τους ψεκασμούς. Αν αυτοί έμεναν επί του δέντρου να συνεχίσουν την ωρίμανσή τους είναι πιθανή η αύξηση της ελαιοπεριεκτικότητας τους και αντίστοιχα η αύξηση της ΞΟ τους στο περικόρπιο.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### 7.1 Ελληνική βιβλιογραφία

1. Ανδρουλάκης Ι.Ι. και Λουπασάκη Μ.Η, 1995. Η λίπανση της ελιάς. Γεωργία-Κτηνοτροφία, 9: 160-175
2. Ανδρουλάκης Ι.Ι και Λουπασάκη Μ.Η, 1999. Ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία της ελιάς (*Olea europaea L.*). Μέθοδοι και περίοδος εφαρμογής της λίπανσης. Θρέψη, Λίπανση, Περιβάλλον- Πρακτικά διημερίδας. Λάρισα, σελ. 151-160.
3. Ασημακόπουλος Ι., Μπόβης Κ., Οιχαλιώτης Κ., 2009. Γονιμότητα του εδάφους. Διδακτικές σημειώσεις του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.
4. Βασιλακάκης Μ., 2016. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
5. Γαβαλάς Ν.Α., 1978. Η Ανόργανος Θρέψη και η Λίπανση της ελαιίας. Εκδόσεις Μπενάκειου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου, Αθήνα.
6. Γεωργόπουλος Σ.Γ και Ζιώγας Β.Ν., 2018. Αρχές και μέθοδοι καταπολέμησης των ασθενειών των φυτών. Σημειώσεις μαθήματος τμήματος Γεωπονίας Φυτικής παραγωγής και Αγροτικού περιβάλλοντος.
7. Γιαννοπολίτης Κ.Ν., 2009. Μια πρώτη γνωριμία με την ελιά. Τα βασικά στοιχεία για το φυτό και την καλλιέργεια. Γεωργία-Κτηνοτροφία, 6: 6-10
8. Γιαννοπολίτης Κ.Ν., 2009. Στατιστικά στοιχεία. Η παραγωγή και εμπορία ελαιολάδου και επιτραπέζιας ελιάς στον κόσμο. Γεωργία-Κτηνοτροφία, 6: 12-13
9. Ζιώγας Ν.Β και Μάρκογλου Ν.Α., 2017. Γεωργική Φαρμακολογία. Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων. Εκδόσεις Greenbooks Publications, Αθήνα, σελ. 110-119.
10. Θέριος Ι., 2005. Ελαιοκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
11. Καλκούνου Ι., 2010. NUTRIMORE Η Επιλογή του επαγγελματία αγρότη στη βασική λίπανση της ελιάς. Γεωργία-Κτηνοτροφία, 9:46.
12. Κουκουλάκης Π. και Παπαδόπουλος Α., 2003. Η Ερμηνεία της Φυλλοδιαγνωστικής. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
13. Κυριτσάκης Α.Κ., 2007. Το ελαιόλαδο. Εκδόσεις Κυριτσάκη, Θεσσαλονίκη.

14. Λιακόπουλος Γ., 2003. Ανατομικές και φυσιολογικές μεταβολές στα φύλλα της ελιάς (*Olea europaea* L.) υπό συνθήκες τροφοπενίας Βορίου. Διδακτορική διατριβή, σελ. 71.
15. Μπαλατσούρας Γ., 1994. Το ελαιόδεντρο. Εκδόσεις Πελεκάνος, Αθήνα.
16. Μυτιλέκας Ν., 2017. Ολοκληρωμένες προτάσεις θρέψης της ελιάς από την Υαγα. Δενδροκομία-Ελιά. Γεωργία-Κτηνοτροφία, 11: 30.
17. Νάνος Γ., 2018. Ειδική Δενδροκομία. Διδακτικές σημειώσεις μαθήματος του τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.
18. Παναγιωτόπουλος Λ., 2009. Στατιστικά στοιχεία. Θρέψη και λίπανση της ελιάς. Γεωργία-Κτηνοτροφία, 6: 70-76.
19. Παναγόπουλος Γ.Χ., 2007. Ασθένειες Καρποφόρων Δέντρων και Αμπέλου. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
20. Ρούσσος Π., 2017. Ειδική Δενδροκομία. Διδακτικές σημειώσεις μαθήματος του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.
21. Σταυριανάκου Σ., 2000. Παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη συσσώρευση δευτερογενών μεταβολιτών στα φύλλα του φυτού *Dittrichia viscosa*. Ερευνητική εργασία στα πλαίσια του μεταπτυχιακού διπλώματος εξειδίκευσης. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
22. Σφακιωτάκης Ε.Μ., 1993. Μαθήματα Ελαιοκομίας. Εκδόσεις Τυρομαν, Θεσσαλονίκη.
23. Τσαντήλας Χ., 1998. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων εδαφικών και φυτικών αναλύσεων. Θρέψη φυτών. Γεωργία-Κτηνοτροφία, 2: 46-52.
24. Χατζουλάκης Σ., Βασικές πληροφορίες για τη λίπανση της ελιάς. Ελληνική Γεωργία.

## 7.2 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

25. Bolaños L, Estabén E, De Lorenzo C, Fernández-Pascual M, De Felipe MR, Garate A and Bonilla I., 1994. Essentiality of boron for symbiotic dinitrogen fixation in pea (*Pisum sativum*) rhizobium nodules. *Plant Physiology*, 104: 85–90
26. Bonilla I, Perez H, Cassab G, Lara M and Sanchez F., 1997. The effect of boron deficiency on development in determinate nodules: Changes in cell wall pectin contents and nodule polypeptide expression. In: *Boron in Soils and*

- Plants, RW Bell and B Rerkasem (eds), The Netherlands: Kluwer Academic Publishers
27. Boskou G., 1996. Olive oil. Chemistry and Technology. AOSC Press, Illinois.
  28. Cakmak I and Römheld V., 1997. Boron deficiency – induced impairments of cellular functions in plants. *Plant and Soil*, 193: 71–83
  29. Carpena RO, Esteban E, Jose Sarro M, Penalosa J, Garate A, Lucena JJ and Zornoza P., 2000. Boron and calcium distribution in nitrogen – fixing pea plants. *Plant Science*, 151: 163–170
  30. 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
  31. Gonzales, G.F., Y.A., 1972. Caracteres fisicosy quimicos de los suelos ocupados por el olivar (varietados de mesa) en la provincial de Sevilla. Relaciones con el estado nutritive de la planta. Caracteristicas del suelo optimo. *An. Ed. Agrobiol.*, 31: 381-394.
  32. Hartman H.T., 1958. Some responses of the olive to nitrogen fertilizers. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 72: 257-266.
  33. Karabourniotis G, Kofidis G, Fasseas C, Liakoura V and Drossopoulos I. 1998. Polyphenol deposition in leaf hairs of *Olea europaea* (Oleaceae) and *Quercus ilex* (Fagaceae). *American Journal of Botany*, 85: 1007–1012
  34. Linye K., Scientia S.S., 2019. Effects of shading treatments on leaf color and related physiological indexes of *Ulmus pumila* 'Jinye' and *Koelreuteria paniculata* 'Xinye'. 55: 171-180
  35. Pfeffer H, Dannel F and Römheld V. 1998. Are there connections between phenol metabolism, ascorbate metabolism and membrane integrity in leaves of boron – deficient sunflower plants? *Physiologia Plantarum*, 104: 479–485
  36. McGuire G.R., 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *Hortscience*, 27: 1254-1255
  37. Redondo–Nieto M, Rivilla, R, El–Hamdaoui A, Bonilla I and Bolaños L. 2001. Boron deficiency affects early infection events in the pea – Rhizobium symbiotic interaction. *Australian Journal of Plant Physiology*, 28: 819–823
  38. Ruben, S.; Kamen, M. D. (1941), Long-Lived Radioactive Carbon: C<sup>14</sup>, *Physical Review*, **59**: 349–354



39. Saure MC, 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *Scientia Horticulturae* 105:65-89.
40. Simoglou K. and Dordas C. 2006. Effect of foliar applied boron, manganese and zinc on tan spot in winter durum wheat. *Crop Protection* 25 (7): 657-663.
41. Stellacci A.M., Caliandro A., Mastro M.A, Guorini D., 2010. Effect of foliar boron application on olive (*Olea europaea L.*) fruit set and yield. *Acta Horticulturae* 868: 711-717
42. Wintermans, J.E.G. and De Mots, A. (1965) Spectrophotometric Characteristics of Chlorophyll a and b and Their Phaeophytins in Ethanol. *Biochimica et Biophysica Acta*, 109, 448-453