



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής  
και Αγροτικού Περιβάλλοντος

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**  
**«Ορθολογική λίπανση επιτραπέζιας  
ελιάς Χονδρολιά Χαλκιδικής και  
ποιότητα καρπού»**

---

**Όνομα: Παρασκευαΐδου Σοφία**

**Επιβλέπων καθηγητής: Γεώργιος Δ. Νάνος**



**Βόλος, Ιούνιος 2016**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 16354/1  
Ημερ. Εισ.: 12/06/2017  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ  
2016  
ΠΑΡ

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς και θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Γεώργιο Δ. Νάνο του εργαστηρίου Δενδροκομίας για την συνεχή καθοδήγησή του, την αμέριστη υποστήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές του, καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας. Ένας ακόμη εξίσου σημαντικός λόγος που θα ήθελα να τον ευχαριστήσω, είναι που δεν αρκέστηκε απλά στη μετάδοση των γνώσεών του, αλλά έδειξε σε εμένα και τους συμφοιτητές μου τον τρόπο να σκεφτόμαστε ως γεωπόνοι και να εξελισσόμαστε.

Επιπρόσθετα θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς μου επιτροπής τον καθηγητή Τσιρόπουλο Νικόλαο του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας και Οργανικής Φαρμακολογίας και την καθηγήτρια Δημήρκου Ανθούλα του εργαστηρίου Εδαφολογίας για τις επικοινωνητικές συμβουλές και παρατηρήσεις τους.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους του καθηγητές μου για τις γνώσεις που μου μεταλαμπάδευσαν αυτά τα πέντε έτη των σπουδών μου και κυρίως για την προθυμία τους να προσφέρουν τη βοήθεια και τις συμβουλές τους οποιαδήποτε στιγμή τους ζητηθεί.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, οι οποίοι στην δύσκολη οικονομικά εποχή που διανύουμε τα τελευταία χρόνια, φρόντισαν και συνεχίζουν να φροντίζουν στο έπακρο για τη μόρφωσή μου.

## Περίληψη

Η λίπανση στην επιτραπέζια ελιά να επηρεάζει σημαντικά τη λειτουργία των φύλλων και την ποιότητα των καρπών. Σε εμπορικό ελαιώνα εφαρμόστηκε α) το πλήρες πρόγραμμα λίπανσης που προτείνει ο τοπικός γεωπόνος, β) μόνο βασική λίπανση με πλήρες λίπασμα στις αρχές Μαρτίου (συμπεριλαμβάνεται στο ανωτέρω πρόγραμμα λίπανσης), και γ) πιο ορθολογική λίπανση που δεν περιλαμβάνει βασικό λίπασμα, αλλά κύρια πιο όψιμες, περισσότερες, εφαρμοσμένες διαφυλλικά ή με υδρολίπανση δόσεις, με σκοπό τη μείωση των απωλειών N και τη βελτίωση της θρεπτικής κατάστασης των ελαιόδεντρων. Η λειτουργία των φύλλων εκτιμήθηκε έμμεσα μετρώντας χαρακτηριστικά των φύλλων που σχετίζονται με τη φωτοσύνθεση και τη λίπανση σε τρεις περιόδους (αρχές Ιουνίου, τέλη Ιουλίου και μέσα Οκτωβρίου). Η ποιότητα του καρπού εκτιμήθηκε το Σεπτέμβριο κοντά στην εμπορική συγκομιδή για μεταποίηση Ισπανικού τύπου. Φυλλοδιαγνωστική ανάλυση έγινε τον επόμενο Ιανουάριο. Τα φύλλα όλων των μεταχειρίσεων είχαν έλλειψη K, B και Zn, στοιχεία που μπορεί να μειώνουν την παραγωγικότητα της ελιάς. Οι μεταχειρίσεις δεν τροποποίησαν την ανόργανη θρέψη των φύλλων τον επόμενο χειμώνα, παρότι έγιναν επανειλημμένες εαρινές και θερινές διαφυλλικές εφαρμογές B και Zn και υδρολίπανση με νιτρικό καλίο. Από τα χαρακτηριστικά των φύλλων βρέθηκε ότι τα δέντρα δεν καταπονήθηκαν σημαντικά το καλοκαίρι λόγω της τακτικής άρδευσης και δροσερού μικροπεριβάλλοντος και τα φύλλα συνέχισαν την ωρίμανση τους και μετασυλλεκτικά έως τουλάχιστον τον Οκτώβριο. Οι διαφορετικές μέθοδοι λίπανσης είτε με πλούσιες διαφυλλικές εφαρμογές ιχνοστοιχείων και άλλων οργανικών ουσιών είτε με επιπλέον λιπάνσεις των κύριων στοιχείων δεν τροποποίησαν την ποιότητα του καρπού (βάρος, μέγεθος και χρώμα φλοιού του καρπού και ποσοστό % ξηράς ουσίας της σάρκας) σε σχέση με την απλή εφαρμογή βασικού λιπάσματος από το έδαφος. Φαίνεται ότι σε περιπτώσεις, όπως στον πειραματικό ελαιώνα, που είχε μέτρια παραγωγή τη χρονιά των μεταχειρίσεων, απλή βασική λίπανση είναι αρκετή για να καλύψει τις ανάγκες των δέντρων σε θρεπτικά, ενώ ποικιλία μεταχειρίσεων για βελτίωση της θρέψης σε βασικά στοιχεία δεν είχε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Ωστόσο είναι αναμενόμενο πως εάν συνεχιστεί επί σειρά ετών μόνο η εφαρμογή βασικής λίπανσης μπορεί να υπάρξουν προβλήματα στην ανάπτυξη και παραγωγικότητα των δένδρων.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	5
2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	7
2.1 Η καλλιέργεια της ελιάς	7
2.1.1 Ιστορικό και καταγωγή της ελιάς	7
2.1.2 Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή της ελιάς	8
2.1.3 Καλλιέργειας και παραγωγή καρπών και ελαιολάδου στην Ελλάδα	9
2.1.4 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις	10
2.1.5 Άρδευση	11
2.1.6 Πολλαπλασιασμός	12
2.1.6α Εγγενής πολλαπλασιασμός	13
2.1.6β Αγενής πολλαπλασιασμός	13
2.1.7 Εγκατάσταση ελαιώνα και συστήματα φύτευσης	14
2.1.8 Κλάδεμα	16
2.1.9 Συγκομιδή	17
2.1.10 Ποικιλίες	18
2.1.11 Εχθροί και ασθένειες	20
2.2 Λίπανση	22
2.2.1 Γενικά για τη λίπανση	22
2.2.2 Ανάλυση εδάφους	23
2.2.3 Ανάλυση φυτικών ιστών	24
2.2.4 Παράγοντες που επηρεάζουν τη λίπανση	25
2.2.5 Τα κυριότερα θρεπτικά στοιχεία των φυτών	26
2.2.6 Διαφυλλική λίπανση	32
2.2.7 Λίπανση στην ελιά	33
2.2.7.1 Ανόργανη λίπανση	33
2.2.7.1α Άζωτο	33
2.2.7.1β Φώσφορος	37
2.2.7.1γ Κάλιο	40
2.2.7.1δ Απαιτήσεις σε ιχνοστοιχεία - Βόριο	44
2.2.7.2 Οργανική λίπανση	46
2.3 Φυσιολογία φύλλου	48
2.3.1 Φωτοσύνθεση	49

2.3.1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση	53
2.3.2 Διαπνοή	55
2.3.3 Ξηρή Ουσία και Ειδική Φυλλική Επιφάνεια	57
2.3.4 Ειδικό βάρος των φύλλων	58
2.4 Ποιότητα καρπού	58
2.4.1 Γενικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών	58
2.4.2 Ποιότητα του ελαιόκαρπου	61
3. Υλικά και Μέθοδοι	65
3.1 Γενικά στοιχεία του πειραματικού ελαιώνα και περιγραφή των μεταχειρίσεων	65
3.2 Μετρήσεις ξηρού βάρους και χλωροφύλλης φύλλων	68
3.3 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών του καρπού	69
3.4 Προσδιορισμός της ολικής συγκέντρωσης βορίου σε φύλλα με τη μέθοδο της ξηρής καύσης	71
3.5 Ανάλυση φυτικών ιστών	72
3.6 Στατιστική ανάλυση	72
4. Αποτελέσματα	73
5. Συζήτηση	83
6. Συμπεράσματα	88
7. Βιβλιογραφία	89

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ελιά είναι γνωστή στον κόσμο από αρχαιοτάτων χρόνων. Κατάγεται από το χώρο της ανατολικής Μεσογείου, όπου και ξεκίνησε η καλλιέργειά της κατά την Πρώιμη Εποχή του Χαλκού. Από εκεί εξαπλώθηκε στην Ελλάδα σηματοδοτώντας την ιστορία και τον πολιτισμό της. Από τα μυκηναϊκά και μινωικά χρόνια αποτελεί μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες της χώρας, με εξάπλωση μεγαλύτερη από κάθε άλλο είδος οπωροφόρου δέντρου. Η καλλιεργούμενη ελιά είναι δέντρο αιθαλής, αιωνόβιο που καλλιεργείται σε εύκρατες και υποτροπικές περιοχές με ήπιο χειμώνα και ζεστό και ξηρό καλοκαίρι και επομένως ευδοκιμεί σε πολλές περιοχές της Ελλάδας γινόμενη η σημαντικότερη οικονομικά καλλιέργεια για τη χώρα για παραγωγή βρώσιμων ελιών ή ελαιολάδου.

Η λίπανση για την ελιά όπως και για τα υπόλοιπα οπωροφόρα δέντρα παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα και στην ποσότητα της παραγωγής. Για να είναι όμως αποτελεσματική πρέπει να εφαρμοστεί με τον κατάλληλο τρόπο, στον κατάλληλο χρόνο και με τη σωστή ποσότητα και είδη λιπασμάτων. Για το σκοπό αυτό καθίσταται επιτακτική η ανάγκη ανάλυσης του εδάφους και των φυτικών ιστών. Τα απαραίτητα για τα φυτά θρεπτικά μακροστοιχεία είναι το άζωτο (N), ο φώσφορος (P), και το κάλιο (K) και μια σειρά άλλα μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία. Όσον αφορά στην ελιά, το άζωτο αποτελεί το σπουδαιότερο στοιχείο το οποίο επηρεάζει τόσο τη βλάστηση όσο και την καρποφορία της, επομένως ο εφοδιασμός του ελαιώνα με αζωτούχα λιπάσματα ετησίως κρίνεται αναγκαίος. Ο φώσφορος είναι επίσης απαραίτητο στοιχείο για την ελιά ωστόσο δεν είναι απαραίτητη η τακτική P-λίπανση παρά μόνο σε συγκεκριμένες περιπτώσεις. Αντίθετα, ιδιαίτερα απαιτητική είναι η ελιά σε κάλιο. Το στοιχείο αυτό είναι απαραίτητο για τη μεγιστοποίηση της ποσότητας και ποιότητας της παραγωγής γι' αυτό και η καλιούχος λίπανση πρέπει να εφαρμόζεται τακτικά. Από τα ιχνοστοιχεία αυτό που είναι σημαντικό για την ελιά, αλλά ταυτόχρονα η τροφοπενία του είναι από τις συχνότερες και σοβαρότερες της χώρας, είναι το βόριο. Έλλειψη βορίου προκαλεί διαταραχές στην ανθοφορία και καρποφορία των ελαιόδεντρων.

Στα φύλλα των φυτών επιτελούνται λειτουργίες ζωτικής σημασίας για το φυτό. Μία από αυτές είναι η φωτοσύνθεση μέσω της οποίας τα φυτά εξασφαλίζουν την απαραίτητη για αυτά ενέργεια μετατρέποντας τη φωτεινή ενέργεια του ήλιου σε

χημική. Είναι μία εξαιρετικά πολύπλοκη διαδικασία η οποία περιλαμβάνει πολυάριθμες, στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους φωτοευαίσθητες και θερμοευαίσθητες αντιδράσεις. Ταυτόχρονα με τη φωτοσύνθεση επιτελείται και η λειτουργία της αναπνοής. Επίσης πρωταρχικής σημασίας λειτουργία που πραγματοποιείται στα φύλλα είναι η διαπνοή, κατά την οποία ένα μέρος του νερού που απορροφάται από το φυτό διαφεύγει από τα στομάτια με τη μορφή υδρατμών. Ακόμη σημαντικά χαρακτηριστικά των φύλλων που συνδέονται με πολλές κρίσιμες πτυχές της ανάπτυξης και της επιβίωσης των φυτών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες για το πώς τα φυτά χρησιμοποιούν τα θρεπτικά συστατικά και το νερό είναι η περιεκτικότητα του φύλλου σε ξηρή ουσία (LDMC), η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) και το αντίθετο αυτής ειδικό βάρος των φύλλων (SLW).

Η εμπορική αξία του ελαιόκαρπου, όπως και των καρπών των υπολοίπων οπωροφόρων, εξαρτάται από την ποιότητά του. Η ποιότητα προσδιορίζεται από διάφορα κριτήρια τα περισσότερα κοινά για όλων των ειδών τους καρπούς. Τα κυριότερα από αυτά είναι η εξωτερική εμφάνιση των καρπών, το χρώμα, το μέγεθος, η υφή, η σκληρότητα, η ύπαρξη μωλωπισμών και βλαβών, η διατροφική τους αξία, η περιεκτικότητά τους σε ανόργανα και οργανικά συστατικά και άλλες ουσίες, καθώς και η προσβολή ή μη από έντομα, βακτήρια ή μύκητες και τα επίπεδα υπολειμμάτων από φυτοφάρμακα. Το κάθε κριτήριο εξαρτάται από την ποικιλία, τις καλλιεργητικές φροντίδες που δέχτηκε το φυτό και το μετασυλλεκτικό χειρισμό των καρπών.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η βελτίωση της πρακτικής της θρέψης της ελιάς μέσα από την εφαρμογή και αξιολόγηση μίας ολοκληρωμένης και ορθολογικής λίπανσης, δίνοντας κυρίως έμφαση, στις ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που έχει ανάγκη η ελιά, αλλά και στο χρόνο και τρόπο χορήγησής τους.



## ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 2.1 Η καλλιέργεια της ελιάς

#### 2.1.1 Ιστορικό και καταγωγή της ελιάς

Η ελιά εμφανίστηκε πολλές χιλιάδες χρόνια πριν την εμφάνιση του ανθρώπου στη γη, όπως συμπεραίνεται από απολιθώματα φύλλων του φυτού που χρονολογούνται από την Ολιγόκαινο περίοδο. Η ακριβής καταγωγή της ελιάς δεν μπορεί να προσδιορισθεί με πλήρη ακρίβεια. Ωστόσο έχει προταθεί ότι προέρχεται από την περιοχή της ανατολικής Μεσογείου, ίσως από τη Συρία ή το Ισραήλ. Από εκεί διαδόθηκε στην Ελλάδα και από την Ελλάδα στις υπόλοιπες χώρες της Μεσογείου από όπου συνεχίστηκε η εξάπλωσή της (Fooks 2002).

Αυτή την παραδοχή επιβεβαιώνουν και οι Liphshitz et al. (1991), οι οποίοι μετά από πλήθος ερευνών συμπέραναν ότι η αγριελιά της Ανατολικής Μεσογείου θα πρέπει να θεωρείται ο πρόδρομος της καλλιεργούμενης ελιάς, με το Teleilat Ghassul στην Κοιλιάδα του Κάτω Ιορδάνη (Ιορδανία) να αποτελεί τον τόπο που καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά. Επίσης διαπιστώθηκε, ότι η Χαλκολιθική Εποχή αντιπροσωπεύει τη λήξη μιας μακράς περιόδου που χαρακτηρίστηκε από τη συλλογή της ελιάς από άγρια δέντρα, καθώς η καλλιέργεια της ελιάς ξεκίνησε κατά τη διάρκεια της Πρώιμης Εποχής του Χαλκού. Σε κάθε περίπτωση, ακόμη και η τελευταία περίοδος είναι νωρίτερα από αυτή που προτείνεται από τα ευρήματα από την Ελλάδα, που δείχνει ότι η Ανατολική Μεσόγειος ήταν η πρώτη περιοχή στην οποία πρωτοκαλλιεργήθηκε η ελιά.

Στην Ελλάδα, τα ευρήματα ανασκαφών, φανερώνουν την καλλιέργεια της ελιάς από τα μυκηναϊκά και μινωικά χρόνια. Η ελιά αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της μυθολογίας και της ιστορίας της χώρας μας, έχει συνδεθεί με τον πολιτισμό, τη θρησκεία, τη διατροφή και την υγεία. Χιλιάδες ιστορικές αναφορές υπάρχουν για την πολυποίκιλη σημασία αυτού του δέντρου, τις χρήσεις του, τις ιδιότητες του, συμπεριλαμβανομένων και των καλλυντικών και φαρμακευτικών και για τη συμβολή του στη τέχνη (Fooks 2002, Θεριός 2015).

Η ελιά αναφέρεται ακόμη και στην Παλαιά Διαθήκη και στο Κοράνι (Θεριός 2015).

### 2.1.2 Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή της ελιάς

Η ελιά ανήκει στην τάξη Scrophulariales στην οικογένεια Oleaceae, της υποοικογένειας Oleoideae και στο γένος *Olea*. Το γένος *Olea* περιλαμβάνει τουλάχιστον 30-35 είδη. Η καλλιεργούμενη ελιά ανήκει στο είδος *Olea europaea* και υποείδος *sativa*. Στο είδος αυτό ανήκουν πολλές ποικιλίες για παραγωγή ελαιολάδου, βρώσιμων ελιών ή διπλής χρήσης. Η αγριελιά ανήκει στο είδος *Olea europaea* και στο υποείδος *sylvestris*. Η αγριελιά χρησιμοποιείται ως υποκείμενο των διαφόρων ποικιλιών της ελιάς. Όλα τα είδη του γένους *Olea* έχουν 23 χρωματοσώματα ( $2n=46$ ) (Fooks 2002, Θεριός 2015).

Η ελιά είναι υποτροπικό είδος, αιθαλές, αιωνόβιο, που αναπτύσσεται σε δέντρο ή θάμνο και εφόσον δέχεται την κατάλληλη περιποίηση μπορεί να διατηρήσει την παραγωγικότητά της για πολλά χρόνια. Σε ευνοϊκές συνθήκες μπορεί να φτάσει σε ύψος τα 20 μ, όμως για διευκόλυνση των καλλιεργητικών φροντίδων και της συγκομιδής κλαδεύεται σε χαμηλότερο ύψος (Fooks 2002, Γιαννοπολίτης 2009, Θεριός 2015).

Έχει πλούσιο ριζικό σύστημα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ριζών βρίσκεται συνήθως σε βάθος 60-70 εκ ή πιο επιφανειακά, στα 20 εκ. και σε μικρότερο ποσοστό στα 100-120 εκ. Σε αμμώδη ή πετρώδη εδάφη και σε ξηρές περιοχές το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται πάρα πολύ, τόσο σε βάθος όσο και σε πλάτος, ενώ σε βαριά εδάφη οι ρίζες αναπτύσσονται περισσότερο επιφανειακά (Γιαννοπολίτης 2009).

Τα φύλλα εκφύονται ανά δύο σε κάθε γόνατο, αντίθετα το ένα από το άλλο. Είναι μακρόστενα, λογχοειδή, με λεία περιφέρεια και μικρό μίσχο. Η πάνω επιφάνειά τους έχει βαθύ πράσινο χρώμα και η κάτω σταχτί ασημί λόγω των πολυάριθμων πεπλατυσμένων τριχών (Γιαννοπολίτης 2009).

Στις μασχάλες των φύλλων βρίσκονται οι οφθαλμοί οι οποίοι διακρίνονται σε ξυλοφόρους και ανθοφόρους, ενώ υπάρχουν και οι λανθάνοντες (Γιαννοπολίτης 2009).

Τα άνθη είναι μικρά, κιτρινόλευκα, έχουν συμπέταλη στεφάνη με 4 πέταλα, μικρό κυπελλοειδή κάλυκα με 4 κοντά οξύληκτα σέπαλα, έχουν 2 στήμονες κι ένα κανονικό ή πυρωμένο ύπερο, με ωοθήκη που αποτελείται από 2 καρπόφυλλα, με βραχύ στύλο και δίλοβο στίγμα. Εμφανίζονται σε ταξιανθίες βότρυος στις μασχάλες

των φύλλων, κυρίως σε βλαστούς του περασμένου έτους. Στην ελιά υπάρχουν τέλεια άνθη ή ερμαφρόδιτα και ατελή άνθη, τα οποία έχουν υποπλαστικό ύπερο. Είναι ουσιαστικά αρσενικά (Γιαννοπολίτης 2009).

### **2.1.3 Καλλιέργεια και παραγωγή ελαιόκαρπου και ελαιολάδου στην Ελλάδα**

Στην Ελλάδα η ελιά αποτελεί μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες με πάνω από 133 εκατομμύρια ελαιόδεντρα, σε περίπου 7,5 εκατομμύρια στρέμματα. Δηλαδή καταλαμβάνει σχεδόν το 13% της καλλιεργούμενης έκτασης της χώρας, κατέχοντας την τέταρτη θέση παγκοσμίως μετά την Ισπανία, Τυνησία και Ιταλία. Στον τομέα του ελαιολάδου έρχεται στην τρίτη θέση μετά την Ισπανία και την Ιταλία, με μέση ετήσια παραγωγή γύρω στους 426 χιλιάδες τόνους, ενώ στον τομέα της επιτραπέζιας ελιάς κατέχει την πέμπτη θέση μετά την Ισπανία, Αίγυπτο, Τουρκία και Συρία, με μέση ετήσια παραγωγή 215 χιλιάδες τόνους. (Θεριός 2015)

Στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου (International Olive Council, IOC) δείχνουν ότι η Ελλάδα έρχεται πρώτη με διαφορά, στην κατά κεφαλήν κατανάλωση ελαιολάδου, αφού οι Έλληνες καταναλώνουν διπλάσια ποσότητα από τους Ισπανούς και τους Ιταλούς. (Ανώνυμος (α) 2009)

Στον τομέα των εξαγωγών ελαιολάδου, η Ελλάδα εξάγει μόνο το 3% της παραγωγής της κατέχοντας το 1,8% στις συνολικές παγκόσμιες εξαγωγές και το 3,4% στις συνολικές Ευρωπαϊκές. Οι κύριες χώρες εξαγωγής του ελληνικού ελαιολάδου είναι κύρια η Ιταλία, η Γαλλία, τα Σκόπια, η Ρωσία, οι Η.Π.Α, ο Καναδάς και η Αγγλία. Όσον αφορά στις εισαγωγές, η Ελλάδα δεν παρουσιάζει εισαγωγές, καλύπτοντας τις ανάγκες της εγχώριας αγοράς και παράλληλα διατηρώντας και ένα απόθεμα της τάξεως των 80-90 χιλιάδων τόνων ετησίως (Ανώνυμος (α) 2009).

Οι επιτραπέζιες ελιές παράγονται σε μικρότερη ποσότητα συγκριτικά με το ελαιόλαδο. Στη χώρα μας μόνο το 5% της παραγόμενης ποσότητας επιτραπέζιας ελιάς διατίθεται στην εγχώρια αγορά. Το μεγαλύτερο μέρος εξάγεται (Ανώνυμος (α) 2009).

## 2.1.4 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

### Κλίμα

Η καλλιέργεια της ελιάς εντοπίζεται στα εύκρατα κλίματα και στα υποτροπικά, ανάμεσα σε 30° και 45° Βόρειου και Νότιου γεωγραφικού πλάτους (Θερίος 2015). Ο περιορισμός της ζώνης καλλιέργειάς της οφείλεται στις ειδικές απαιτήσεις της σε θερμοκρασία και υγρασία. Γενικά χρειάζεται ήπιο χειμώνα και ζεστό και ξηρό καλοκαίρι. Η ελιά ευδοκίμει σε περιοχές με ελάχιστη θερμοκρασία -4 και μέγιστη 40 °C οι οποίες όμως έχουν μέση ετήσια θερμοκρασία 15-20 °C. Οι θερμοκρασιακές ανάγκες της ελιάς μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά κάθε ποικιλίας, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και άλλους παράγοντες. Ωστόσο, όπως όλα τα φυτά των εύκρατων κλιμάτων, έχει ανάγκη κρύου το χειμώνα για τη διαφοροποίηση των οφθαλμών (εαρινοποίηση), γεγονός που εξηγεί το ότι το δέντρο δεν καρποφορεί σε τροπικές περιοχές (Θερίος 2015). Ανάλογα πάντα με την ποικιλία, η ελιά χρειάζεται τουλάχιστον 10 εβδομάδες με θερμοκρασία μικρότερη των 7 °C. Τόσο οι πολύ χαμηλές όσο και οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες επηρεάζουν τις λειτουργίες και την παραγωγή των ελαιόδεντρων (Θερίος 2015).

Η Χονδρολιά Χαλκιδικής είναι ποικιλία ευαίσθητη σε χαμηλές θερμοκρασίες αλλά απαιτητική σε ώρες ψύχους για την εαρινοποίηση (Θερίος 2015).

Η ελιά ευδοκίμει σε περιοχές με υψόμετρο μέχρι 800-900 μ. Η σχετική ατμοσφαιρική υγρασία πρέπει να είναι ελαφρώς χαμηλή, και οι βροχοπτώσεις πρέπει να κυμαίνονται στα 300-600 mm το έτος. Αν και η ελιά είναι δέντρο που αντέχει στους ανέμους, οι ανεμόπληκτες περιοχές πρέπει να αποφεύγονται, διότι οι άνεμοι επηρεάζουν τη γονιμοποίηση και την καρπόδεση, ενώ μπορεί να προκαλέσουν καρπόπτωση και σπάσιμο βλαστών (Fooks 2002, Θερίος 2015).

### Έδαφος

Όσον αφορά το έδαφος, το ελαιόδεντρο δεν είναι πολύ απαιτητικό είδος. Μπορεί να αναπτυχθεί ακόμη και σε άγονα, ξερά, ασβεστώδη, χαλικώδη ή πετρώδη εδάφη, εκεί όπου δε θα μπορούσαν να μεγαλώσουν άλλα οπωροφόρα. Τα εδάφη όμως που είναι καταλληλότερα για την ευρωστία και την καρποφορία του δέντρου είναι τα γόνιμα, βαθιά αμμοπηλώδη που περιέχουν άργιλο σε ποσοστό 10-30%, δεν περιέχουν πάνω από 10% θειικό ασβέστιο και 1 g NaCl ανά kg εδάφους, συγκρατούν

αρκετή υγρασία και επιτρέπουν την καλύτερη αξιοποίηση του εδαφικού νερού από τις ρίζες. Το ουδέτερο ή ελαφρώς αλκαλικό pH (7-8) είναι προτιμότερο, αν και το ελαιόδεντρο μπορεί να αντέξει και σε ελαφρά όξινα εδάφη (Θεριός 2015).

Η ελιά παρουσιάζει μέτρια ανθεκτικότητα στα άλατα, αν και αυτό εξαρτάται σε κάποιο βαθμό από την ποικιλία αλλά και από το είδος των αλάτων. Γενικότερα αντέχει σε συγκέντρωση μέχρι 0,3% άλατα στο νερό, δηλαδή 4,7 mmhos/cm και τιμή SAR = 26 (Θεριός 2015).

### **2.1.5 Άρδευση**

Όπως αναφέρουν οι Νάνος και Πλιακώνη (2009), η ελιά είναι δέντρο που μπορεί να αναπτυχθεί και να παράγει καρπούς χωρίς άρδευση, μόνο με το νερό της βροχής (450-800 mm ανά έτος). Όταν όμως οι βροχοπτώσεις είναι λίγες και όχι σωστά κατανεμημένες μέσα στο έτος, η βλάστηση και η παραγωγή καρπών είναι πολύ περιορισμένη και η παρεννιαυτοφορία έντονη. Η άρδευση βοηθάει στην ανάπτυξη της βλάστησης και στην αύξηση της παραγωγής μειώνοντας το ποσοστό των ατελών ανθέων, βελτιώνοντας την καρπόδεση και την ανάπτυξη του καρπού και διατηρώντας ικανοποιητικά τα επίπεδα ελαιοπεριεκτικότητας.

Ωστόσο το αρδευτικό νερό δεν πρέπει να χρησιμοποιείται αλόγιστα. Τα αποθέματά του σε πολλές περιοχές της χώρας είναι ήδη πολύ περιορισμένα και η σπατάλη του επιβαρύνει το περιβάλλον αλλά και την τσέπη του παραγωγού, ενώ δημιουργούνται προβλήματα στον ελαιώνα τόσο σε σχέση με το έδαφος όσο και με την ανάπτυξη και απόδοση των δέντρων. Γι' αυτούς τους λόγους κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή ορθολογικής άρδευσης.

Σήμερα ο τρόπος που χρησιμοποιείται διεθνώς για τον υπολογισμό των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό βάσει του FAO, βασίζεται στον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής σύμφωνα με την εξίσωση Penman- Montith (Πλιακώνη και Νάνος 2009).

Γενικότερα η εξατμισοδιαπνοή είναι χαμηλή στην ελιά, περίπου 603 χιλιοστά ανά έτος και σύμφωνα με το πρόγραμμα άρδευσης (CRIS) για τη νότια μεσογειακή ζώνη, η ποσότητα του νερού άρδευσης που χρειάζεται για να διατηρηθεί το σχετικό περιεχόμενο των φύλλων (RWC) κάτω από 15% κυμαίνεται στα 173 mm. Έτσι αν

διαιρέσουμε την απόδοση της ελιάς με την ποσότητα νερού άρδευσης, έχουμε παραγωγή 1,78 κιλά ξηράς ουσίας καρπού ανά mm νερού.

Σύμφωνα με τον Νάνο (2009), με βάση το βιολογικό κύκλο της ελιάς διακρίνονται κάποια κρίσιμα στάδια κατά τα οποία είναι απαραίτητη η διαθεσιμότητα νερού για την αύξηση της απόδοσης. Τα κρίσιμα στάδια είναι: την άνοιξη, πριν την άνθιση, μετά την καρπόδεση, το Μάιο έως και τις αρχές Ιουλίου και μετά τη σκλήρυνση του πυρήνα, από τα μέσα Αυγούστου μέχρι πριν τη συγκομιδή (εάν δεν ξεκινήσουν οι φθινοπωρινές βροχοπτώσεις).

### **Συστήματα άρδευσης**

Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα συστήματα άρδευσης στην καλλιέργεια ελιάς είναι τα εξής (Νάνος 2009):

1. Επιφανειακή άρδευση με αυλάκια και λεκάνες γύρω από το δέντρο. Αυτή η μέθοδος έχει χαμηλή αποτελεσματικότητα που δεν ξεπερνά το 70%. Χρησιμοποιείται σε εδάφη με κλίση ως 3%.
2. Επιφανειακή άρδευση με ατομικά μπεκ. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται όταν η διαθεσιμότητα του νερού είναι αρκετή, η χρήση του οικονομικά συμφέρουσα και πρόκειται για επιτραπέζια ποικιλία. Η αποτελεσματικότητά της είναι έως 80% και έχει αρκετά μειονεκτήματα.
3. Επιφανειακή άρδευση με σταγόνες ή στάγδην άρδευση. Η αποτελεσματικότητά της μεθόδου ξεπερνά το 90%. Έχει πολλά πλεονεκτήματα και ενδείκνυται περισσότερο από τις άλλες για την άρδευση της ελιάς και για επικλινή εδάφη.
4. Υπόγεια άρδευση με σταγόνες. Αυτή η μέθοδος έχει αποτελεσματικότητα που πλησιάζει το 100% και αποτελεί το καλύτερο σύστημα άρδευσης όχι μόνο για την ελιά αλλά και για τα περισσότερα δέντρα.

#### **2.1.6 Πολλαπλασιασμός**

Η ελιά είναι ένα δέντρο που πολλαπλασιάζεται εύκολα. Ο πολλαπλασιασμός μπορεί να γίνει εγγενώς ή αγενώς.

### 2.1.6α Εγγενής πολλαπλασιασμός

Ο εγγενής πολλαπλασιασμός γίνεται με βλάστηση των σπερμάτων, όμως τα φυτά που προκύπτουν δεν αναπαράγουν ποτέ την ποικιλία από την οποία προήλθαν οι σπόροι. Έτσι πρέπει να ακολουθήσει εμβολιασμός των σπορόφυτων. Αυτή η διαδικασία είναι χρονοβόρα, και δαπανηρή. Δίνει υποκείμενα με μεγάλη παραλλακτικότητα η οποία σε κάποιο βαθμό επηρεάζει όλο το δέντρο, παρόλο που έχει εμβολιαστεί. Τα νεαρά δενδρύλλια περνούν από μακρά περίοδο νεανικότητας μέχρι να μπουν στο παραγωγικό τους στάδιο, ενώ και η φυτρωτικότητα των σπόρων είναι χαμηλή και επηρεάζεται εύκολα από διάφορους παράγοντες. Γι' αυτούς τους λόγους σήμερα ο εγγενής πολλαπλασιασμός χρησιμοποιείται μόνο για την παραγωγή υποκειμένων που πάνω στα οποία θα εμβολιαστούν ποικιλίες που ριζοβολούν πολύ δύσκολα με μοσχεύματα, όπως επίσης και σε προγράμματα γενετικής βελτίωσης (Βλαχιμίδης και Γιαννοπολίτης 2009, Θεριός 2015).

### 2.1.6β Αγενής πολλαπλασιασμός

Στον αγενή πολλαπλασιασμό συγκαταλέγονται τα μοσχεύματα, οι καταβολάδες, η ιστοκαλλιέργεια και οι εμβολιασμοί.

Τα **μοσχεύματα** διακρίνονται στα φυλλοφόρα μοσχεύματα και στα μοσχεύματα σκληρού ξύλου. Τα φυλλοφόρα μοσχεύματα χρησιμοποιούνται σήμερα ως επί το πλείστον στα σύγχρονα φυτώρια ιδιαίτερα στη Χαλκιδική (Θεριός 2015). Φυτεύονται τους καλοκαιρινούς μήνες ή και το Σεπτέμβριο και προέρχονται από ετήσιους, ακραίους βλαστούς πάχους μολυβιού και μήκους 10-15 cm χωρίς να αφαιρεθούν τα φύλλα. Τα μοσχεύματα σκληρού ξύλου χρησιμοποιούνται από πολύ παλιά. Συλλέγονται κατά το κλάδεμα στα τέλη Ιανουαρίου μέχρι το Φεβρουάριο, από κλάδους 2 έως 4 ετών, ζωνρούς και υγιείς. Έχουν μήκος περί τα 30 εκατοστά και διάμετρο 2,5-5 cm, ενώ τα φύλλα αφαιρούνται (Βλαχιμίδης και Γιαννοπολίτης 2009, Θεριός 2015).

Μία παραλλαγή της μεθόδου αυτής είναι τα «γροθάρια». Πρόκειται για κομμάτια κλάδων 20-30 cm που παραλαμβάνονται κατά το χειμερινό κλάδεμα από χονδρούς βραχίονες. Φυτεύονται οριζόντια, ποτίζονται και σκεπάζονται με ελαφρύ έδαφος. Ορισμένα μοσχεύματα δίνουν δενδρύλλια από το πρώτο έτος, αλλά τα

περισσότερα δίνουν από το δεύτερο ή το τρίτο. Τα γροθάρια χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα στη «Χονδρολιά Χαλκιδικής».

Ένα ακόμη είδος πολλαπλασιασμού με μοσχεύματα είναι τα μοσχεύματα από σφαιροβλάστες ή γόγγρους. Οι σφαιροβλάστες είναι σφαιρικές υπερπλασίες στο λαιμό του κορμού και σε παλιό ξύλο μεγάλων δένδρων. Κόβονται συνήθως το φθινόπωρο και φυτεύονται στο φυτώριο το Μάρτιο. Τα μεγάλα κομμάτια μετά τη βλάστηση και τη ριζοβολία κόβονται σε μικρότερα και δίνουν 2-3 δενδρύλλια το καθένα (Βλαχιμίδης και Γιαννοπολίτης 2009).

Σήμερα πολλαπλασιασμός με καταβολάδες και παραφυάδες χρησιμοποιείται από παραγωγούς μόνο σε μεμονωμένες περιπτώσεις (Θεριός 2015).

Στην ιστοκαλλιέργεια χρησιμοποιούνται μικρές βλαστικές κορυφές ή άλλοι ιστοί ελιάς. Αυτή η μέθοδος είναι ιδιαίτερα δύσκολη, αλλά δίνει φυτά απαλλαγμένα από ασθένειες, εφόσον χρησιμοποιηθεί καθαρό πολλαπλασιαστικό υλικό (Θεριός 2015)

Στην ελιά μπορούν να εφαρμοσθούν όλα τα είδη **εμβολιασμού**, ενοφθαλμισμοί ή εγκεντρισμοί, με αρκετά καλά αποτελέσματα. Σε κάθε περίπτωση τα εμβόλια πρέπει να παίρνονται από υγιείς βλαστούς, προηγούμενου έτους της επιθυμητής ποικιλίας.

Στα νεαρά δενδρύλλια των οποίων ο κορμός έχει αποκτήσει διάμετρο ενός cm, ο πιο συνηθισμένος τρόπος εμβολιασμού είναι ο ασπιδωτός ενοφθαλμισμός. Όταν τα δενδρύλλια έχουν μεγαλύτερη διάμετρο πραγματοποιείται ο πλακίτης ενοφθαλμισμός. Στα μεγαλύτερης ηλικίας δένδρα η συνήθης μέθοδος που ακολουθείται είναι ο υπόφλοιος εγκεντρισμός, ενώ σε νεαρά δέντρα με λεπτούς βραχίονες εφαρμόζεται ο πλευρικός εγκεντρισμός (Βλαχιμίδης και Γιαννοπολίτης 2009).

### **2.1.7 Εγκατάσταση ελαιώνα και Συστήματα φύτευσης**

Προτού αποφασιστεί το σύστημα και οι αποστάσεις φύτευσης των ελαιόδεντρων, πρέπει να μελετηθούν σε βάθος παράγοντες όπως το είδος του εδάφους, το κλίμα, το υποκείμενο και η ποικιλία που θα φυτευτούν, ο βαθμός εκμηχάνισης της καλλιέργειας και η οικονομική κατάσταση του παραγωγού. Η



φύτευση σε περιοχές με ήπιο χειμώνα είναι καλύτερο να γίνεται το φθινόπωρο, Νοέμβριο-Δεκέμβριο, ενώ αν ο χειμώνας είναι πιο βαρύς, συστήνεται να γίνεται στα τέλη χειμώνα. Τα δενδρύλλια μεταφέρονται με μπάλα χώματος ή μέσα στις σακούλες στις οποίες είχαν φυτευτεί. Μετά τη φύτευση τα δενδρύλλια προσδένονται για στήριξη σε πάσσαλο και ποτίζονται, ενώ τον πρώτο χρόνο λιπαίνονται ελαφρά με άζωτο (Θεριός 2015).

Σχετικά με τις αποστάσεις φύτευσης, ένας γενικός κανόνας είναι ότι η απόσταση μεταξύ δύο δένδρων θα πρέπει να είναι το διπλάσιο της ακτίνας του πλάτους της κόμης. Ωστόσο αυτό εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που έχουν ήδη αναφερθεί παραπάνω και από την εντατικοποίηση της καλλιέργειας. Σήμερα γίνεται ως επί το πλείστον εγκατάσταση εντατικών ελαιώνων πυκνής φύτευσης, σε γόνιμα εδάφη με δυνατότητα άρδευσης, με σκοπό την αύξηση της απόδοσης και τη μείωση του κόστους παραγωγής.

Μπορούμε να διακρίνουμε 4 συστήματα φύτευσης (Βέμμος 2009):

I. **Παραδοσιακοί ελαιώνες.** Έχουν συνήθως 5-12 δέντρα ανά στρέμμα σε μεγάλες αποστάσεις μεταξύ τους, τα οποία δεν καλλιεργούνται εντατικά και παρουσιάζουν χαμηλές αποδόσεις, της τάξεως των 20-150 κιλών καρπού ανά στρέμμα.

II. **Εντατικοί παραδοσιακοί ελαιώνες.** Έχουν πυκνότητα φύτευσης 8-25 δέντρα ανά στρέμμα. Χαρακτηρίζονται από μερική εντατικοποίηση των καλλιεργητικών φροντίδων, ανόργανη λίπανση και άρδευση.

III. **Σύγχρονοι εντατικοί ελαιώνες ή ελαιώνες πυκνής φύτευσης.** Η πυκνότητα φύτευσης είναι 20-50 δέντρα ανά στρέμμα με αποστάσεις φύτευσης 3x6, 4x5, 5x7, 6x6, 6x7 ή 6x8 μ ανάλογα με το σχήμα μόρφωσης των δέντρων και τη δυνατότητα μηχανικής συγκομιδής. Επίσης η εφαρμογή φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων είναι ιδιαίτερα αυξημένη και οι αποδόσεις κυμαίνονται στα 400-1200 κιλά καρπού ανά στρέμμα. Αυτό το σύστημα φύτευσης εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο στη χώρα μας.

IV. **Σύστημα υπέρπυκνης φύτευσης ή υπερεντατικών ελαιώνων.** Η πυκνότητα φύτευσης είναι 140-250 δέντρα ανά στρέμμα και οι αποστάσεις φύτευσης είναι 1-1,5x3,5 μ. Το σχήμα μόρφωσης είναι κυρίως

κωνικό, ατρακτοειδές ή παλμέτα και εκτός από την μηχανική συγκομιδή υπάρχει και η δυνατότητα εκμηχάνισης του κλαδέματος. Η στρεμματική απόδοση μπορεί να φτάσει τα 800-1300 κιλά καρπού.

### **2.1.8 Κλάδεμα**

Το κλάδεμα είναι μία από τις σπουδαιότερες καλλιεργητικές φροντίδες της ελιάς που αποσκοπεί στη διαμόρφωση του δένδρου ώστε να διευκολύνει τις καλλιεργητικές εργασίες, αλλά και να αυξήσει την παραγωγικότητά του. Το κλάδεμα γίνεται τέλη χειμώνα με αρχές άνοιξης, πριν ξεκινήσει η βλάστηση. Σε περιοχές όπου δεν υπάρχει κίνδυνος παγετού, το κλάδεμα μπορεί να γίνει και νωρίτερα το χειμώνα, μετά ή με τη συγκομιδή (Fooks 2002). Το κλάδεμα διακρίνεται στο κλάδεμα διαμόρφωσης, στο κλάδεμα καρποφορίας και στο κλάδεμα ανανέωσης.

Το κλάδεμα διαμόρφωσης διενεργείται από την περίοδο που το νεαρό δενδρύλλιο βρίσκεται ακόμη στο φυτώριο και μέχρι την έναρξη της καρποφορίας του (Fooks 2002). Στόχος του είναι η δημιουργία ενός ανθεκτικού σκελετού και του κατάλληλου σχήματος που εξυπηρετεί τις καλλιεργητικές φροντίδες και τη συγκομιδή. Θα πρέπει να αποφεύγεται η υπερβολική αφαίρεση κόμης (μέχρι και το 4<sup>ο</sup> έτος από τη φύτευση) καθώς αυτό θα καθυστερήσει την είσοδο του δέντρου σε καρποφορία (Ανώνυμος (β) 2009).

Το πιο συνηθισμένο σχήμα διαμόρφωσης στη χώρα μας είναι το ελεύθερο κύπελλο. Ο κορμός σε αυτό το σχήμα μπορεί να έχει ύψος από 60 έως 120 cm ανάλογα με την εντατικοποίηση της καλλιέργειας. Τον πρώτο χρόνο επιδιώκεται η ανάπτυξη πλάγιων βλαστών γύρω από τον κορμό, οι οποίοι απέχουν μεταξύ τους 20-30 cm και κάποιοι από τους οποίους (3-4) θα επιλεγούν για να αποτελέσουν τους μελλοντικούς βραχίονες. Αυτό το σχήμα είναι κατάλληλο για πλαγιόκλαδες ποικιλίες και είναι ιδιαίτερα παραγωγικό διότι καρποφορεί και στο εσωτερικό της κόμης. Εφαρμόζεται ευρύτατα στην ποικιλία «Χονδρολιά Χαλκιδικής» (Ανώνυμος (β) 2009).

Άλλα σχήματα διαμόρφωσης είναι το ελεύθερο σφαιρικό, το θαμνώδες και ο φράκτης (Fooks 2002, Θεριός 2015).

Το κλάδεμα καρποφορίας αποσκοπεί στη διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ της βλάστησης και της καρποφορίας, στη διατήρηση του σχήματος μόρφωσης των

δέντρων, στην αύξηση του φωτισμού και αερισμού του εσωτερικού της κόμης των δέντρων, η οποία αυξάνει τη φωτοσύνθεση και μειώνει τις προσβολές από ασθένειες, στην αύξηση του μεγέθους των καρπών με τη ρύθμιση του φορτίου, στη δημιουργία βλαστών μετρίου μήκους που θα δώσουν την παραγωγή και στη μείωση της παρενιαυτοφορίας (Θεριός 2015).

Στα ηλικιωμένα, εξαντλημένα δέντρα όπως και στα παγετόπληκτα και σε αυτά που υπέστησαν ζημιές από πυρκαγιά, πρέπει να εφαρμόζεται κλάδεμα ανανέωσης (Ανώνυμος (β) 2009).

### **2.1.9 Συγκομιδή**

Ανάλογα με την ποικιλία και τον προορισμό χρήσης τους, οι ελιές συγκομίζονται όταν φτάσουν στο κατάλληλο στάδιο ωρίμανσης ή στο τελικό τους μέγεθος πριν αρχίσουν να ωριμάζουν όταν πρόκειται για βρώσιμες πράσινες ελιές. Η συλλογή του καρπού μπορεί να γίνει με το χέρι, με ειδικά χειροκίνητα εργαλεία και με τη χρήση μηχανικών δονητών.

Η συλλογή με το χέρι από το δέντρο γίνεται σε μεγαλόκαρπες επιτραπέζιες ποικιλίες, στις οποίες τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών έχουν κυρίαρχο ρόλο στην εμπορική τους αξία. Οι καρποί συλλέγονται με το χέρι ένας προς ένας και τοποθετούνται κατευθείαν σε πλαστικά κιβώτια ή καλάθια για τη μεταφορά τους, ενώ απαραίτητη είναι και η χρήση σκάλας για τα ψηλότερα σημεία του δέντρου. Επομένως γίνεται εύκολα αντιληπτό γιατί αυτή η μέθοδος συγκομιδής αποτελεί την πιο δύσκολη και χρονοβόρα, αλλά και την πιο δαπανηρή, αφού τα εργατικά που απαιτεί αντιπροσωπεύουν μέχρι και το 80% του συνόλου των εργατικών για ένα έτος (Θεριός 2015). Ωστόσο παρουσιάζει πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα όπως ότι το συγκομιζόμενο προϊόν είναι απαλλαγμένο από τραυματισμούς και μωλωπισμούς και καθαρό από φύλλα και χώματα γεγονός που του προσδίνει υψηλή εμπορική αξία, αλλά και το δέντρο δεν τραυματίζεται (Βλαχαμίδης και Γιαννοπολίτης 2009).

Ένας άλλος τρόπος συλλογής του ελαιοκάρπου είναι το χτένισμα των καρποφόρων κλάδων με τα χέρια ή με χτένια ώστε να πέσουν οι καρποί. Οι καρποί πέφτουν πάνω σε ελαιόπανα ή ελαιοδίχτυα τα οποία στρώνονται στο έδαφος για να αποφεύγονται το σάπισμα των καρπών, οι τραυματισμοί από την πτώση, οι ζημιές

από έντομα ή ασθένειες του εδάφους και για να διευκολυνθεί η συλλογή (Βλαχαμίδης και Γιαννοπολίτης 2009, Θεριός 2015).

Διαφορετικά η πτώση των καρπών μπορεί να προκληθεί με χτύπημα των καρποφόρων κλάδων του δέντρου με ξύλινα ραβδιά (ράβδισμα). Το ράβδισμα χρησιμοποιείται κυρίως στις μικρόκαρπες ελαιοποιήσιμες ποικιλίες. Αυτός ο τρόπος συγκομιδής αν και θεωρείται σχετικά αποδοτικός, είναι δαπανηρός, τραυματίζει το δέντρο αυξάνοντας τον κίνδυνο για μολύνσεις, ζημιώνει την παραγωγή του επόμενου έτους γιατί καταστρέφει πολλούς βλαστούς που θα παράγουν καρπό την επόμενη χρονιά και ρίχνει πολλά φύλλα μαζί με τους καρπούς (Fooks 2002, Βλαχαμίδης και Γιαννοπολίτης 2009).

Σε πολλές περιοχές της χώρας ο καρπός αφήνεται να πέσει μόνος του όταν υπερωριμάσει, κι έπειτα συλλέγεται από το έδαφος, ενώ τελευταία ξεκίνησαν να χρησιμοποιούνται διάφορες καρποπρωτικές ουσίες (φυτορμόνες) (Fooks 2002, Θεριός 2015).

Επίσης χρησιμοποιούνται ειδικά φορητά μηχανήματα ελαιοσυλλογής όπως τα ελαιοραβδιστικά και οι φορητοί δονητές (Βλαχαμίδης και Γιαννοπολίτης 2009).

Η συγκομιδή του ελαιοκάρπου σήμερα, όχι τόσο εκτεταμένα στη χώρα μας όσο στο εξωτερικό, γίνεται με τη χρήση μηχανικών δονητών. Στους εντατικούς ελαιώνες υπέρπυκνης φύτευσης, στο εξωτερικό κυρίως, χρησιμοποιούνται οι γραμμικές συγκομιστικές μηχανές. Στην Ευρώπη πιο συχνά απαντάται η τροποποιημένη συγκομιστική σταφυλιών. Για μεγαλύτερα δέντρα στην Αργεντινή και στην Αυστραλία χρησιμοποιούνται άλλες γιγαντιαίες συγκομιστικές μηχανές (Βλαχαμίδης και Γιαννοπολίτης 2009).

#### **2.1.10 Ποικιλίες**

Η ελιά καλλιεργείται από αρχαιοτάτων χρόνων και περιλαμβάνει ένα πολύ μεγάλο αριθμό ποικιλιών των οποίων η ταξινόμηση είναι πολύπλοκη.

Οι ποικιλίες της ελιάς κατατάσσονται με κριτήριο το βάρος των καρπών τους σε 3 κατηγορίες: μικρόκαρπες (1,2-2,6 γρ), μεσόκαρπες (2,7-4,2 γρ) και μεγαλόκαρπες ή αδρόκαρπες ( $\geq 4,3$  γρ). Ενώ με κριτήριο τη χρήση τους

κατατάσσονται σε ελαιοποιήσιμες, βρώσιμες και διπλής χρήσης δηλαδή και για ελαιοποίηση και για βρώση (Ποντίκης 2000).

Κάποιες από τις κυριότερες ελληνικές ελαιοποιήσιμες ποικιλίες είναι η Κορωνέικη, η Λιανολιά Κερκύρας, η Αγουρομανακολιά, η Μαστοειδής, η Κουτσουρελιά κ.α. και κάποιες από τις κυριότερες επιτραπέζιες ποικιλίες είναι η Καλαμών, η Χονδρολιά Χαλκιδικής, η Κονσερβολιά, η γαϊδουρελιά, η Θρουμπολιά κ.α. (Θεριός 2005, Ποντίκης 2000).

Η ποικιλία «Χονδρολιά Χαλκιδικής» γνωστή και ως «Καρυδολιά» καλλιεργείται κυρίως στο νομό Χαλκιδικής, Θεσσαλονίκης, Σερρών, Καβάλας, Ξάνθης, αλλά και διάσπαρτα σε άλλες περιοχές της βόρειας Ελλάδας και στη Θεσσαλία, ενώ τα τελευταία χρόνια απαντάται και στη Φθιώτιδα, στην Αιτωλοακαρνανία και στην Άρτα (Κωστελένος 2011). Τα φύλλα της έχουν μήκος  $6.94 \pm 0.63$  cm και πλάτος  $1.40 \pm 0.17$  cm (Ποντίκης 2000). Χαρακτηρίζεται από καρπούς πολύ μεγάλου μεγέθους, βάρους 5-14 g και σχήματος κυλινδροκωνικού-κωνικού οι οποίοι φέρουν θηλή και δύο ράχες αντίθετες καθ' όλο το μήκος του καρπού (Ποντίκης 2000, Κωστελένος 2011). Συνήθως 60-70 καρποί αντιστοιχούν σε 1 kg (<http://www.minagric.gr/gpa/omilies/MOUTAFIS.pdf>). Ο πυρήνας σύμφωνα με τον Ποντίκη (2000), έχει σχήμα κυλινδροκωνικό, μέσο βάρος 0.7 g, φέρει ακίδα στην κορυφή και 10 αβαθείς γλυφές. Η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι περίπου 6.9-10:1 (Fooks 2002). Σύμφωνα με τους Ποντίκη (2000) και Fooks (2002) η ελαιοπεριεκτικότητα του καρπού κυμαίνεται γύρω στο 14%, ενώ ο Κωστελένος (2011) αναφέρει ποσοστό ελαιοπεριεκτικότητας από 17 έως 22%. Συγκομίζεται από τα μέσα Σεπτεμβρίου έως τέλη Οκτωβρίου με αρχές Νοεμβρίου και χρησιμοποιείται για την παραγωγή κυρίως πράσινων ελιών ή και λιγότερο μαύρων διαφόρων ειδών (εκπυρηνωμένες, γεμιστές, τσακιστές, σταφιδάτες) πολύ καλής ποιότητας και λιγότερο για την παραγωγή λαδιού επίσης όμως πολύ καλής ποιότητας (<http://www.minagric.gr/gpa/omilies/MOUTAFIS.pdf>). Είναι αυτόστειρη ποικιλία και επικονιάζεται από τις ποικιλίες Αμφίσσης, Μεγαρίτικη, Κορωνέικη, Manzanillo και Gordales (Θεριός 2015). Ακόμη είναι ευαίσθητη στο δάκο, το κυκλοκόνιο, την καρκίνωση και ιδιαίτερα στη βερτισιλλίωση (Κωστελένος 2011).

### 2.1.11 Εχθροί και ασθένειες

Η ελιά έχει πολλούς εχθρούς, ενώ αρκετές είναι και οι ασθένειες που προκαλούν σοβαρές ζημιές. Σύμφωνα με τους Τζανακάκης και Κατσόγιαννος (2003) και Θεριός (2015) οι τρεις κυριότεροι εχθροί είναι οι εξής:

1. *Bactrocera oleae* - Δάκος. Ο δάκος είναι ο σοβαρότερος εχθρός της ελιάς στη χώρα μας. Προκαλεί τόσο ποσοτική όσο και ποιοτική υποβάθμιση των καρπών. Για την καταπολέμηση του εφαρμόζονται τακτικοί δολωματικοί ψεκασμοί ή ψεκασμοί καλύψεως. Άλλες μέθοδοι καταπολέμησης είναι η μαζική παγίδευση, η μαζική εκτροφή και εξαπόλυση στειρωμένων με ακτινοβολία εντόμων του δάκου και η εισαγωγή παρασίτων και παρασιτοειδών του δάκου.

2. *Prays oleae* - Πυρηνοτρήτης. Ο πυρηνοτρήτης είναι επίσης σοβαρός εχθρός της ελιάς. Προσβάλλει κυρίως τα άνθη και τους καρπούς τέλος της άνοιξης με αρχές καλοκαιριού. Η καταπολέμησή του είναι κατά κανόνα χημική, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σκευάσματα του *Bacillus thuringiensis*, ο αναστολέας βιοσύνθεσης της χιτίνης Triflumuron και τα παράσιτα *Chrysopus* και *Trichogramma*, τα οποία όμως δε δίνουν τόσο ικανοποιητικά αποτελέσματα.

3. *Saissetia oleae* – Λεκάνιο. Το λεκάνιο προσβάλλει τα φύλλα και τα κλαδιά, ενώ από τις μελιτώδεις εκκρίσεις του μπορεί να υπάρξουν δευτερογενείς προσβολές από καπνιά. Η καταπολέμηση γίνεται χημικά με 1-2 ψεκασμούς ή με φυσικούς εχθρούς και παράσιτα, όπως αυτά της οικογένειας Encyrtidae.

Υπάρχουν ακόμη πολλοί εχθροί της ελιάς όπως η μαργαρόνια *Palpita unionalis*, ο ρυγχίτης *Rhynchites cribripennis*, η βρωμούσα *Calocoris trivialis*, τα κοκκοειδή *Pollinia pollini*, *Lichtensia vibruni* και *Parlatoria oleae*, οι κηκιδόμυγες των φύλλων και των καρπών τη ελιάς *Dasyneura oleae* και *Prolasioptera berlesiana* αντίστοιχα, τα ξυλοφάγα *Hylesinus oleiperda* (φλοιοφάγος) και *Phloeotribus scarabaeoides* (φλοιοτρίβης), καθώς και διάφορα ακάρεα που προκαλούν παραμορφώσεις στα φύλλα και στους καρπούς (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 2003).

Οι κυριότερες ασθένειες που προσβάλλουν την ελιά σύμφωνα με τους Παναγόπουλο (2007) και Θεριό (2015) είναι οι εξής:

1. *Spilocaea oleagina* – Κυκλοκόνιο. Αυτή η μυκητολογική ασθένεια προκαλεί έντονη φυλλόπτωση, μικρή ανθοφορία, πτώση των ανθέων και πρόωρη καρπόπτωση. Προσβάλλει κυρίως τα φύλλα, στα οποία εμφανίζονται τεφροκαστανές κηλίδες. Η ένταση της ασθένειας επηρεάζεται από τις βροχοπτώσεις και την αυξημένη υγρασία. Η αντιμετώπιση βασίζεται σε προληπτικούς ψεκασμούς με χαλκούχα σκευάσματα, ενώ ιδιαίτερα σημαντικό είναι το κλάδεμα που ευνοεί τον καλό αερισμό και φωτισμό της κόμης του δέντρου.

2. *Verticillium dahliae* – Βερτισιλλίωση (Αδρομυκώσεις). Οι αδρομυκώσεις είναι από τις σοβαρότερες ασθένειες οι οποίες προσβάλλουν τα αγγεία των φυτών. Στην ελιά η ασθένεια εκδηλώνεται με το σύνδρομο του απότομου μαρασμού ή της αποπληξίας, δηλαδή σε ολόκληρο το δένδρο και εμφανίζεται συνήθως στα μικρότερης ηλικίας δέντρα ή με το σύνδρομο της βραδείας αποξήρανσης δηλαδή ημιπληγικά σε μερικούς κλάδους του δέντρου. Δεν υπάρχει χημική θεραπεία για τη βερτισιλλίωση. Η αντιμετώπισή της βασίζεται στη χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού και αμόλυντων αγρών, στην ορθή εφαρμογή των καλλιεργητικών φροντίδων, στην αποφυγή συγκαλλιέργειας με ευπαθή φυτά, στην αφαίρεση και καύση των προσβεβλημένων κλάδων, αλλά και ολόκληρων δέντρων, στην επιλογή ανθεκτικών ποικιλιών και υποκειμένων. Ικανοποιητικά αποτελέσματα έχει παρουσιάσει η ηλιοαπολύμανση του εδάφους και η χρήση κάποιων ανταγωνιστικών μικροοργανισμών όπως το *Trichoderma viride*.

3. *Pseudomonas savastanoi* – Καρκίνωση ή φυματίωση. Αυτή η βακτηριακή ασθένεια παρουσιάζει το χαρακτηριστικό σύμπτωμα της εμφάνισης εξογκωμάτων (όγκων) στον κορμό, στους κλάδους και στους κλάδισκους. Οι μολύνσεις γίνονται με υγρό καιρό. Για την αντιμετώπιση του βακτηρίου εφαρμόζονται προληπτικά και καλλιεργητικά μέτρα όπως ψεκασμοί μετά από παγετό και χαλάζι, αφαίρεση και καύση των προσβεβλημένων κλάδων, ή αφαίρεση των όγκων με μαχαίρι και επάλειψη της πληγής με βορδιγάλειο πάστα.

Κάποιες ακόμη ασθένειες που προσβάλλουν την ελιά είναι το Γλοιοσπόριο (*Colletotrichum gloeosporioides*), η Βούλα (*Camarosporium dalmatica*), η κερκοσπορίωση (*Pseudocercospora cladosporioides*), σηψιρριζίες από μύκητες του γένους *Armillaria*, τον *Rosellinia necatrix* ή τον *Omphalotus illudens*, φυτοπλασματικές ασθένειες γνωστές ως σκούπα της μάγισσας και ίκτερος της ελιάς και ιώσεις όπως το δρεπανοειδές φύλλο της ελιάς, η ευλογία των καρπών της ελιάς κ.α (Παναγόπουλος 2007).

## 2.2 ΛΙΠΑΝΣΗ

### 2.2.1 Γενικά για τη λίπανση

Η θρέψη-λίπανση του φυτού αποτελεί έναν από τους κυριότερους παράγοντες για την επίτευξη υψηλής παραγωγής καρπών.

Τα φυτά ως αυτότροφοι οργανισμοί, έχουν την ικανότητα, προσλαμβάνοντας ανόργανες ενώσεις από το περιβάλλον τους, να συνθέτουν τις θρεπτικές τους ουσίες (υδατάνθρακες, λίπη, πρωτεΐνες και νουκλεϊκά οξέα). Αυτές οι ανόργανες ενώσεις αποτελούνται από στοιχεία, τα οποία όταν εγκαθίσταται μία καλλιέργεια, αφαιρούνται από το έδαφος και γίνονται μέρος του φυτού ή χάνονται λόγω απωλειών. Επομένως η περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία μειώνεται μετά από σειρά καλλιεργειών αλλά και από άλλους παράγοντες και η γονιμότητα του εδάφους ελαττώνεται. Ως εκ τούτου προκύπτει η ανάγκη αντικατάστασης αυτών των στοιχείων. Παλαιότερα αυτή γινόταν μόνο με τη χρήση της κοπριάς, της αμειψισποράς και της δέσμευσης του αζώτου από τα ψυχανθή. Σήμερα όμως που ο πληθυσμός της γης έχει αυξηθεί υπέρμετρα και συνεχίζει να αυξάνεται ραγδαία, ο εφοδιασμός του με τρόφιμα μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο με τη χρήση λιπασμάτων (Μουρκίδης 1982, Τσαπικούνης 1997Γ).

Στη χώρα μας η συντριπτική πλειοψηφία των αγροτών εφαρμόζει τη λίπανση εμπειρικά και γενικευμένα, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα υπάρχοντα αποθέματα θρεπτικών στοιχείων του εδάφους, χωρίς να συνεκτιμούνται οι επιδράσεις των φυσικών χαρακτηριστικών του εδάφους (π.χ. το φαινόμενο ειδικό βάρος, η δομή), οι απαιτήσεις της κάθε καλλιέργειας σε θρεπτικά, η συμπεριφορά του κάθε είδους λιπάσματος στο έδαφος και οι απώλειες που αυτό υφίσταται λόγω έκπλυσης,



απονιτροποίησης και εξαέρωσης και βέβαια χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι οικονομικοί παράγοντες (Κουκουλάκης 1991). Έτσι δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που η λίπανση καθίσταται αναποτελεσματική δημιουργώντας προβλήματα στο παραγόμενο προϊόν, έχει μεγάλο οικονομικό κόστος, προκαλεί ρύπανση του περιβάλλοντος και υποβάθμιση των εδαφών.

Η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που έχει ανάγκη κάθε καλλιέργεια αποτελεί συνάρτηση των συστατικών που απομακρύνονται με τη συγκομιδή, αυτών που προστίθενται στο έδαφος από την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας (π.χ. από υπολείμματα καλλιέργειας), το νερό της βροχής και την αποσάθρωση των ανόργανων συστατικών του και αυτών που χάνονται με την έκπλυση, πάντα σε συνδυασμό με ορισμένους εδαφικούς παράγοντες, το είδος και την ποικιλία που καλλιεργείται, τις καιρικές συνθήκες και τις καλλιεργητικές τεχνικές. (Τσαπικούνης 1997Γ)

Μέσα από διαγνωστικές προσεγγίσεις όπως η ανάλυση του εδάφους και των φυτικών ιστών, συλλέγονται οι πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τον προσδιορισμό της ποσότητας των λιπαντικών στοιχείων που χρειάζεται κάθε καλλιέργεια καθώς και του χρόνου και του τρόπου εφαρμογής τους (Τσαπικούνης 1997Γ).

### **2.2.2 Ανάλυση εδάφους**

Η εδαφική ανάλυση πρέπει να πραγματοποιείται σε όλες τις καλλιέργειες και να επαναλαμβάνεται κάθε τρία χρόνια περίπου στις πολυετείς. Με αυτές τις αναλύσεις προσδιορίζονται οι εξής εδαφικοί παράγοντες:

❖ Η μηχανική σύσταση του εδάφους. Ασκεί σημαντικό ρόλο και καθορίζει τη μορφή και την ποσότητα του λιπάσματος που θα χρησιμοποιηθεί, γιατί καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τις φυσικοχημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους και επηρεάζει την ικανότητά του να συγκρατεί νερό και θρεπτικά στοιχεία (Τσαπικούνης 2004).

❖ Η αντίδραση του εδάφους (pH). Από το pH εξαρτάται η συμπεριφορά των περισσότερων στοιχείων και ιδιαίτερα των ιχνοστοιχείων στο έδαφος. Στα περισσότερα στοιχεία η δέσμευση, η διαλυτότητα και η συγκέντρωση είναι συνάρτηση κυρίως του pH (Τσαπικούνης 1997B).

❖ Η περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία και οργανική ουσία. Τα υπάρχοντα αποθέματα θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος μειώνουν την απαιτούμενη ποσότητα λιπασμάτων που πρέπει να χορηγηθεί. Η οργανική ουσία είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες της γονιμότητας του εδάφους, καθώς βελτιώνει τη δομή του εδάφους, αυξάνει την ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, την εναλλακτική ικανότητα κατιόντων και τη ρυθμιστική ικανότητα, προστατεύει από την έκπλυση, δεσμεύει αέρια αμμωνία και την ενσωματώνει στο έδαφος (Τσαπικούνης 2004).

❖ Η αλατότητα-αλκαλικότητα του εδάφους. Η αυξημένη αλατότητα του εδάφους συνεπάγεται την αύξηση της ωσμωτικής πίεσης και συνεπώς την παρεμπόδιση της πρόσληψης νερού και θρεπτικών στοιχείων από το φυτό και την απευθείας τοξική δράση των αλάτων κυρίως στο ριζικό σύστημα. Με λίγα λόγια μειώνεται η απόδοση και υποβαθμίζεται η ποιότητα της παραγωγής (Τσαπικούνης 2004).

❖ Η δεσμευτική ικανότητα του εδάφους. Εξαρτάται από τα ορυκτά της αργίλου, την οργανική ουσία και το pH. Τα στοιχεία που κυρίως δεσμεύονται είναι τα αμμωνιακά ιόντα, ο φώσφορος και το κάλιο (Τσαπικούνης 1997B).

### **2.2.3 Ανάλυση φυτικών ιστών**

Η ανάλυση των φυτικών ιστών πραγματοποιείται κυρίως στα φύλλα γι' αυτό και ονομάστηκε φυλλοδιαγνωστική. Η φυλλοδιαγνωστική πρέπει να πραγματοποιείται κάθε χρόνο στις δενδρώδεις καλλιέργειες και παρουσιάζει μία πλήρη εικόνα της θρεπτικής κατάστασης του φυτού αλλά πρέπει πάντα να προηγείται η ανάλυση του εδάφους και τα αποτελέσματά των δύο να μελετώνται συνδυαστικά για να είναι ολοκληρωμένη η εικόνα θρέψης του φυτού και να μην υπάρχουν παρερμηνείες (Τσαπικούνης 1997Γ).

Με τη φυλλοδιαγνωστική διαπιστώνεται ένα σημαντικό πρόβλημα στη θρέψη των φυτών, η Κρυμμένη Πείνα. Πρόκειται για μία λανθάνουσα τροφοπενία στην οποία το φυτό δεν εμφανίζει ορατά συμπτώματα τροφοπενίας, διότι η συγκέντρωση σε θρεπτικά είναι πάνω από τη ζώνη συμπτωμάτων, αλλά σημαντικά κάτω από την ποσότητα που είναι απαραίτητη για μέγιστη απόδοση. Η

έλλειψη θρεπτικών στοιχείων εμφανίζεται κατά το πλείστον με τη μορφή της κρυμμένης πείνας παρά με τη μορφή συμπτωμάτων τροφοπενίας και αποτελεί ένα συνεχώς αυξανόμενο φαινόμενο όσο οι αποδόσεις των καλλιεργειών αυξάνονται (Τσαπικούνης 1997Γ).

#### **2.2.4 Παράγοντες που επηρεάζουν τη λίπανση**

Πέρα από την ανάλυση του εδάφους και των φυτικών ιστών που βεβαίως αποτελούν τους πυλώνες για τον προσδιορισμό των αναγκών των φυτών σε θρεπτικά υπάρχουν και κάποιοι άλλοι παράγοντες που πρέπει να συνεκτιμούνται. Σύμφωνα με τον Μουρκίδη (1982) αυτοί είναι:

➤ Οι ποικιλίες. Κάθε ποικιλία έχει τα δικά της χαρακτηριστικά και τις δικές της ανάγκες γι' αυτό και κάθε μία διαφέρει ως προς την ικανότητα πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος με αποτέλεσμα να αντιδρά διαφορετικά στη λίπανση.

➤ Το μέγεθος παραγωγής. Το επιδιωκόμενο ή αναμενόμενο μέγεθος παραγωγής, και η ύπαρξη παρενυτοφορίας σε κάποια είδη ή ποικιλίες φυτών παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της ποσότητας λιπάσματος που πρέπει να εφαρμοστεί.

➤ Οι ρίζες και το υποκείμενο. Το μέγεθος και η έκταση των ριζών, καθώς και η ταχύτητα ανάπτυξής τους, επηρεάζουν τον τρόπο λίπανσης.

➤ Το κλίμα. Το κλίμα και κυρίως το ύψος και η κατανομή των βροχοπτώσεων και η θερμοκρασία επηρεάζουν τον τρόπο χρήσης των λιπασμάτων, διότι επιδρούν στην έκπλυση του νιτρικού αζώτου από το έδαφος και στη μεταβολή της αφομοίωσης των θρεπτικών στοιχείων λόγω τροποποίησης του οξειδοαναγωγικού δυναμικού του εδάφους.

➤ Η άρδευση. Η δυνατότητα και τρόπος άρδευσης επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις ποσότητες, το χρόνο αλλά και τον τρόπο λίπανσης. Χαρακτηριστικό είναι ότι στις αρδευόμενες καλλιέργειες εφαρμόζεται διπλάσια ποσότητα λιπασμάτων από ότι στις ξηρικές.

➤ Η ηλικία του φυτού. Ο παράγοντας αυτός αφορά κυρίως τις πολυετείς καλλιέργειες. Τα φυτά έχουν άλλες ανάγκες στα πρώτα στάδια ανάπτυξής τους οι οποίες εστιάζουν κυρίως στην αύξηση και ευρωστία

τους, και άλλες αφότου μπουν στο παραγωγικό στάδιο όπου τότε δίνεται έμφαση στο μέγεθος και στην ποιότητα της παραγωγής.

### 2.2.5 Τα κυριότερα θρεπτικά στοιχεία των φυτών

Από τα 90 και πλέον στοιχεία που υπάρχουν στα φυτά, μόνο τα 16 κρίθηκαν απαραίτητα για την ανάπτυξη και την πραγματοποίηση των λειτουργιών τους (Μουρκίδης 1982).

Παρακάτω αναλύεται ο ρόλος, η «συμπεριφορά» και άλλα χαρακτηριστικά των κυριότερων θρεπτικών στοιχείων.

**Άζωτο (N).** Το άζωτο στα φυτικά κύτταρα, απαντάται στο μόριο των πρωτεϊνών, των νουκλεϊνικών οξέων, των ενζύμων και συνενζύμων όπως και της χλωροφύλλης. Ο εφοδιασμός των καλλιεργειών σε άζωτο καθορίζει σε πολύ μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη και αύξηση των φυτών καθώς και το μέγεθος και την ποιότητα της παραγωγής (Μουρκίδης 1982). Το άζωτο έχει σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη των ριζών και θεωρείται ως ρυθμιστής της βλάστησης και της καρπόδεσης (Μουρκίδης 1982, Τσαπικούνης 1997B).

Απορροφάται από τις ρίζες με τη μορφή νιτρικών ( $\text{NO}_3^-$ ) ή αμμωνιακών ( $\text{NH}_4^+$ ) ιόντων. Ποια από τις δύο μορφές ιόντων θα απορροφήσει το φυτό, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το είδος του φυτού, το είδος και η αντίδραση του εδάφους, η θερμοκρασία κ.α. Τα φυτά προτιμούν το νιτρικό άζωτο σε πολύ όξινα εδάφη, ενώ σε αλκαλικά το αμμωνιακό. Επίσης το νιτρικό άζωτο προτιμάται όταν η θερμοκρασία υπερβεί τους  $17^\circ\text{C}$  και το αμμωνιακό όταν πέσει κάτω από τους  $17^\circ\text{C}$ . Άλλες μορφές αζώτου που προσλαμβάνουν τα φυτά είναι η ουρία, τα αμινοξέα και τα νουκλεϊνικά οξέα (Τσαπικούνης 1997B). Η ουρία εκτός από την εφαρμογή στο έδαφος, αποτελεί την πιο συνηθισμένη μορφή διαφυλλικής εφαρμογής, καθώς προσλαμβάνεται και μεταβολίζεται εύκολα από τους ιστούς του φύλλου (Τσαπικούνης 2004).

Σε ελάχιστες μόνο περιπτώσεις τα φυτά προσλαμβάνουν περισσότερο από το 50% του αζώτου που εφαρμόζεται στο έδαφος. Η ποσότητα αζώτου που δεν απορροφάται από τα φυτά χάνεται με τις διεργασίες της έκπλυσης, εξαέρωσης, απονιτροποίησης ή ακινητοποίησης (Τσαπικούνης 2004).

Το άζωτο είναι ευκίνητο στοιχείο γι' αυτό και τα κατώτερα και γηραιότερα φύλλα επηρεάζονται γρηγορότερα από την έλλειψή του. Στα φύλλα εμφανίζονται χλωρώσεις, ενώ γενικότερα η βλάστηση είναι καχεκτική, η ανάπτυξη του φυτού και η καρποφορία είναι μειωμένη. Στην αντίθετη περίπτωση της περίσσειας αζώτου, ευνοείται η βλάστηση, αλλά καθυστερεί η ανθοφορία και ελαττώνεται η αντοχή των φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ προκαλούνται τροφοπενίες καλίου, ψευδαργύρου, ασβεστίου, σιδήρου και βορίου στα οπωροφόρα (Τσαπικούνης 1997B).

Ιδιαίτερη ανησυχία και ενδιαφέρον γύρω από τη χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων, έχει επιφέρει το πρόβλημα της συσσώρευσης νιτρικών στο περιβάλλον, από την αλόγιστη χρήση τους. Σημαντικές ποσότητες νιτρικών ( $\text{NO}_2$ ) και νιτρικών ( $\text{NO}_3$ ) απαντώνται στο νερό και στα τρόφιμα του ανθρώπου και των ζώων θέτοντας σε κίνδυνο την υγεία τους, ενώ συγκεντρώσεις 15-70 ppm θεωρούνται θανατηφόρες για ενήλικα άτομα (Τσαπικούνης 2004).

**Φώσφορος (P).** Ο φώσφορος αποτελεί συστατικό των ενώσεων υψηλής ενέργειας (ATP, ADP, AMP), των φωσφολιπιδίων, των νουκλεϊνικών οξέων και των φυτικών οξέων. Συμμετέχει στην αποταμίευση και μεταφορά της μεταβολικής ενέργειας του κυττάρου, ενώ ως απαραίτητο στοιχείο των νουκλεϊνικών οξέων, βρίσκεται στα πολλαπλασιαζόμενα κύτταρα, γι' αυτό και τα φυτά έχουν ανάγκη φωσφορικής λίπανσης στα πρώτα στάδια ανάπτυξής τους. Αυτή η ανάγκη προκύπτει και από τη συμβολή του φωσφόρου στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Ακόμη ο φώσφορος παίζει σημαντικό ρόλο στην καταβολή των αναπαραγωγικών οργάνων του φυτού και στην επιτάχυνση της ωρίμανσής τους (Μουρκίδης 1982, Τσαπικούνης 1997B).

Ο φώσφορος στο εδαφικό διάλυμα βρίσκεται ως  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , ως ιόντα  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  και  $\text{HPO}_4^{2-}$  και ως τρισθενές ανιόν  $\text{PO}_4^{3-}$ , οι συγκεντρώσεις των οποίων εξαρτώνται από το pH του εδάφους και από τη συγκέντρωση  $\text{OH}$ . Εφόσον τα φυτά αναπτύσσονται σε pH 4,5-9, οι μορφές φωσφόρου τις οποίες συναντούν είναι τα ιόντα  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  και  $\text{HPO}_4^{2-}$  (Μουρκίδης 1982, Τσαπικούνης 2004).

Ο φώσφορος παρουσιάζει μεγάλη υπολειμματική δράση που διαρκεί 2-3 χρόνια, γι' αυτό και μόνο ένα μικρό ποσοστό, περίπου 10% των φωσφορικών λιπασμάτων, χρησιμοποιείται από το φυτό κατά το έτος της εφαρμογής. Γενικότερα

οι καλλιέργειες αντιδρούν καλύτερα στην υψηλή συγκέντρωση φωσφόρου στο έδαφος που δημιουργήθηκε με το χρόνο, παρά στην άμεση εφαρμογή του (Τσαπικούνης 2004).

Απώλειες εδαφικού φωσφόρου μπορεί να προκύψουν με την έκπλυση και τη διάβρωση του εδάφους και από τον κακό αερισμό του. Επειδή ο φώσφορος είναι ευκίνητο στοιχείο, τα συμπτώματα από την έλλειψή του εμφανίζονται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα, τα οποία αποκτούν βαθύ πράσινο χρώμα ή και πορφυρό κυρίως περιφερειακά. Γενικότερα με την έλλειψη φωσφόρου μπορεί να προκληθεί νανισμός στα φυτά, μείωση της αντοχής τους σε ορισμένες ασθένειες και σχίσσιμο των καρπών σε κάποια οπωροφόρα. Από την άλλη πλευρά η περίσσεια φωσφόρου μπορεί να οδηγήσει σε αδιαλυτοποίηση και άρα τροφοπενία του σιδήρου, του ψευδαργύρου και του μαγγανίου (Τσαπικούνης 2004, Τσαπικούνης 1997B).

Τα εδάφη χαρακτηρίζονται φτωχά σε φώσφορο, όταν η συγκέντρωσή του στο εδαφικό διάλυμα είναι μικρότερη από 10 ppm, μέτρια σε συγκεντρώσεις 10-15 ppm και καλά σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 15 ppm (Τσαπικούνης 2004).

**Κάλιο (K).** Το κάλιο συμμετέχει στη λειτουργία της αναπνοής, της φωτοσύνθεσης, στο μεταβολισμό των υδατανθράκων και του αζώτου, στη σύνθεση των πρωτεϊνών και στην ενεργοποίηση μεγάλου αριθμού ενζύμων. Επίσης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ποιότητα των καρπών, στην υδατική οικονομία του φυτού και στην αντοχή του στις ασθένειες (Μουρκίδης 1982, Τσαπικούνης 1997B).

Το κάλιο στο έδαφος απαντά σαν ανταλλάξιμο κατιόν  $K^+$  και, ανάλογα με το βαθμό διαθεσιμότητάς του στα φυτά, χαρακτηρίζεται ως υδατοδιαλυτό, εναλλακτικό και μη εναλλακτικό. Τα φυτά προσλαμβάνουν το υδατοδιαλυτό και το εναλλακτικό κάλιο, αν και υπάρχουν περιπτώσεις που προσλαμβάνουν και το μη εναλλακτικό (Τσαπικούνης 2004).

Τα φυτά έχουν τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε κάλιο κατά το στάδιο σχηματισμού των καρπών. Το κάλιο έχει υπολειμματική δράση στην οποία αντιδρούν περισσότερο τα φυτά, από ότι στο νεοπροστεθέν λίπασμα. Διαφυλλικές καλιούχες λιπάνσεις δεν εφαρμόζονται συχνά διότι προκαλούν εγκαύματα στα φυτά, αλλά εφαρμόζεται υδρολίπανση στη στάγδην άρδευση (Τσαπικούνης 2004).

Έλλειψη καλίου παρατηρείται συνήθως σε αμμώδη, οργανικά εδάφη και σε αυτά που κυριαρχεί ο Βερμικουλίτης και ο Ιλλίτης, ενώ ευνοείται από την περίσσεια μαγνησίου, ασβεστίου και αμμωνιακού αζώτου. Το κάλιο ως ευκίνητο στοιχείο παρουσιάζει συμπτώματα τροφοπενίας πρώτα στα γηραιότερα φύλλα. Περιφερειακή χλώρωση, νέκρωση των φύλλων και σχισίματα συνιστούν τα γενικότερα συμπτώματα. Η περίσσεια καλίου προκαλεί τροφοπενίες ασβεστίου, μαγνησίου και αζώτου λόγω ανταγωνισμού (Τσαπικούνης 1997B).

**Ασβέστιο (Ca).** Το ασβέστιο γενικά παίζει πολύ σημαντικό ρόλο σε όλες τις μεριστωματικές ζώνες με αυξητικά φαινόμενα. Καθορίζει την ευπάθεια των ιστών στις μυκητιάσεις και στην ωρίμανση των καρπών, συμβάλλει στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, ρυθμίζει το pH και λαμβάνει μέρος στο σχηματισμό των κυτταρικών τοιχωμάτων και στη διακίνηση των φυτικών ορμονών. Τέλος το ασβέστιο ρυθμίζει την αναπνοή, την παραγωγή αιθυλενίου και την πρόσληψη καλίου, νατρίου και μαγνησίου (Μουρκίδης 1982, Τσαπικούνης Β 1997).

Τα φυτά προσλαμβάνουν το ασβέστιο από το εδαφικό διάλυμα και από τα προσροφημένα ιόντα ασβεστίου, ως κατιόν  $Ca^{2+}$ . Συγκέντρωση 40 ppm ασβεστίου στο εδαφικό διάλυμα θεωρείται επαρκής (Τσαπικούνης 2004).

Ελλείψεις αυτού του στοιχείου είναι περισσότερο πιθανόν να εμφανιστούν σε πολύ όξινα εδάφη με  $pH < 5$ , σε ισχυρώς αλκαλιωμένα και σε αμμώδη εδάφη, αλλά και όταν η αναλογία του ανταλλάξιμου  $Ca^{++}$  ως προς τα άλλα κατιόντα πέσει κάτω από 30%. Τα συμπτώματα τροφοπενίας ασβεστίου εμφανίζονται στα νεαρά φύλλα και στη βλάστηση της κορυφής, αφού το ασβέστιο αποτελεί ένα από τα πιο δυσκίνητα στοιχεία. Παρατηρούνται παραμορφώσεις στις κορυφές ή τις βάσεις των φύλλων, συστρόφη στα νέα φύλλα, νέκρωση του επάκριου οφθαλμού και της κορυφής. Στην περίπτωση υψηλών συγκεντρώσεων ασβεστίου στο έδαφος παρουσιάζεται έλλειψη φωσφόρου, σιδήρου, βορίου και μαγνησίου λόγω ανταγωνισμού ή δέσμευσης (Τσαπικούνης 1997B, Τσαπικούνης 2004).

**Μαγνήσιο (Mg).** Το μαγνήσιο αποτελεί συστατικό του μορίου της χλωροφύλλης, και των ριβοσωμάτων, υπάρχει στους αποθησαυριστικούς ιστούς κυρίως στα σπέρματα αλλά και στη φυτίνη. Είναι απαραίτητο για την ενεργοποίηση σχεδόν όλων των ενζύμων που παίρνουν μέρος στη μεταφορά των φωσφορικών ριζών, παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της οργάνωσης και της

δραστηριότητας των χλωροπλαστών, μιτοχονδρίων, ριβοσωμάτων και πυρήνων, καθώς και στη σύνθεση ελαίων (Τσαπικούνης 1997B).

Το μαγνήσιο απορροφάται από τα φυτά ως ιόν  $Mg^{2+}$ . Οι ελλείψεις μαγνησίου είναι συνηθέστερες σε αμμώδη εδάφη, σε εδάφη με υψηλές συγκεντρώσεις καλίου και ασβεστίου, σε συνθήκες υπερβολικής υγρασίας όπου επικρατεί χαμηλό pH και σε εδάφη φτωχά σε οργανική ουσία αλλά πλούσια σε οξείδια και άργιλο του τύπου 1:1. Τα συμπτώματα από την έλλειψη μαγνησίου περιλαμβάνουν μεσονεύριες χλωρώσεις βαθύ κίτρινου χρώματος και κάποια άλλα χαρακτηριστικά για κάθε καλλιέργεια και εμφανίζονται κυρίως στα παλαιότερα φύλλα, αφού το μαγνήσιο αποτελεί ευκίνητο στοιχείο. Υψηλές συγκεντρώσεις μαγνησίου προκαλούν τροφопενία ασβεστίου και καλίου λόγω ανταγωνισμού (Τσαπικούνης 1997B, Τσαπικούνης 2004).

**Σίδηρος (Fe).** Ο σίδηρος παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στις λειτουργίες της φωτοσύνθεσης και της αναπνοής και στα οξειδο-αναγωγικά συστήματα. Επίσης συμμετέχει στο σχηματισμό του μορίου της χλωροφύλλης, ενεργοποιεί διάφορα ένζυμα και πιθανόν να έχει κάποια επίδραση στη δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου (Τσαπικούνης 1997B).

Ο σίδηρος του εδάφους προσλαμβάνεται από τα φυτά σαν δισθενές ( $Fe^{2+}$ ) ή τρισθενές κατιόν ( $Fe^{3+}$ ). Το pH ρυθμίζει τη διαλυτότητα των ενώσεων του σιδήρου. Η τιμή του pH με ικανοποιητική διαλυτότητα είναι 3, ενώ όσο αυξάνεται, μειώνεται η διαλυτότητα (Τσαπικούνης 2004).

Ελλείψεις σιδήρου δύναται να εμφανιστούν σε εδάφη με υψηλό pH και υψηλή συγκέντρωση ασβεστίου ή σε εδάφη με χαμηλό pH και υψηλή συγκέντρωση φωσφόρου. Ακόμη οι ελλείψεις ευνοούνται σε αμμώδη και οργανικά εδάφη, όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες, ή όταν οι συγκεντρώσεις του νιτρικού αζώτου, του χαλκού, του ψευδαργύρου ή του μαγγανίου είναι υψηλές. Ο σίδηρος ως δυσκίνητο στοιχείο, εμφανίζει συμπτώματα τροφопенίας στα νεαρά φύλλα. Τα συμπτώματα αυτά περιλαμβάνουν μεσονεύρια χλώρωση και κιτρίνισμα ή και άσπρισμα ολόκληρου του φύλλου σε προχωρημένες περιπτώσεις. Όταν αντίθετα υπάρχει περίσσεια σιδήρου ευνοείται η τροφопенία μαγγανίου (Τσαπικούνης 1997B). Συγκεντρώσεις σιδήρου στο εδαφικό διάλυμα της τάξεως των 12-14 ppm θεωρούνται επαρκείς (Τσαπικούνης 2004).



**Βόριο (B).** Το βόριο παίζει σημαντικό ρόλο στην κυτταροδιαίρεση, τη σύνθεση πηκτίνης, τη μεταφορά των σακχάρων κατά μήκος των κυτταρικών μεμβρανών και ιδιαίτερα στη σύνθεση του DNA και του RNA και στη γλυκόλυση. Επηρεάζει την οικονομία νερού και το μεταβολισμό των σακχάρων, ευνοεί την άνθιση και την καρπόδεση και αυξάνει τη βιωσιμότητα της γύρης (Τσαπικούνης 1997B).

Τα φυτά προσλαμβάνουν το βόριο με τις εξής μορφές:  $\text{BO}_3^{2-}$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{BO}_3^-$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3^-$ ,  $\text{HBO}_3^{2-}$ , αλλά συχνότερα με τις δύο πρώτες. Τροφοπενίες βορίου μπορεί να εμφανιστούν σε ελαφρά εδάφη, λόγω υπερβολικών καλιούχων και ασβεστούχων λιπάνσεων ή λόγω έντονης έκπλυσης. Επιπροσθέτως η πρόσληψη βορίου από τα φυτά, επηρεάζεται από το pH, τις οργανικές ουσίες και τα ορυκτά της αργίλου. Όταν το pH ανέλθει στο 6,3-6,5, το διαθέσιμο για τα φυτά βόριο μειώνεται απότομα. Τέλος τα οξειδία αργιλίου και σιδήρου προσροφούν υψηλές ποσότητες βορίου. Τα συμπτώματα της έλλειψης βορίου εμφανίζονται στα νεαρά φύλλα, διότι το βόριο αποτελεί ένα από πιο δυσκίνητα στοιχεία και περιλαμβάνουν νεκρώσεις, στρέβλωση και συστροφή των φύλλων, και γενικότερα στο φυτό παρατηρείται μειωμένη άνθιση και καρποφορία. Η λίπανση με Βόριο χρήζει ιδιαίτερης προσοχής, διότι η βέλτιστη συγκέντρωσή του στο έδαφος, είναι πολύ κοντά στην τοξική. Συγκεκριμένα, συγκέντρωση στο εδαφικό διάλυμα 0,5 ppm θεωρείται επαρκής, ενώ τιμές μεγαλύτερες από 1 ppm θεωρούνται αρκετά υψηλές και μπορεί να αποβούν τοξικές για τα φυτά (Τσαπικούνης 1997B).

**Ψευδάργυρος (Zn).** Ο ψευδάργυρος έχει πολύ σημαντικό ρόλο στη ζωή του φυτού. Συμμετέχει στο μεταβολισμό των υδατανθράκων, της χλωροφύλλης, των αυξινών, των πρωτεϊνών και του RNA. Αποτελεί συστατικό πολλών ενζύμων και επιδρά στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις (Μουρκίδης 1982, Τσαπικούνης 1997B).

Το μεγαλύτερο μέρος του εδαφικού ψευδαργύρου είναι δυσδιάλυτο. Η αφομοιωσιμότητά του καθορίζεται από το pH του εδάφους, την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, φώσφορο, ανθρακικό ασβέστιο και τη φύση των ορυκτών της αργίλου. Η αφομοιώσιμη από τα φυτά μορφή του ψευδαργύρου είναι ως κατιόν  $\text{Zn}^{2+}$  (Μουρκίδης 1982, Τσαπικούνης 2004).

Έλλειψη ψευδαργύρου είναι πιθανότερο να εμφανιστεί σε αμμώδη ή οργανικά εδάφη, σε εδάφη αλκαλικής αντίδρασης, έντονης εκμετάλλευσης και σε αυτά με

υψηλά επίπεδα αφομοιώσιμου φωσφόρου. Τα συμπτώματα από την έλλειψη εμφανίζονται κυρίως στα νεαρά φύλλα, διότι ο ψευδάργυρος αποτελεί ενδιάμεσης κινητικότητας στοιχείο και περιλαμβάνουν χλωρωτικές μεσονεύριες κηλίδες, μικροφυλλία ή και βραχυγονάτωση. Στην αντίθετη περίπτωση των υψηλών συγκεντρώσεων ψευδαργύρου, μπορεί να υπάρξουν τοξικότητες στα φυτά και ελλείψεις φωσφόρου και σιδήρου λόγω ανταγωνισμού (Τσαπικούνης 1997B). Ανεπαρκείς χαρακτηρίζονται οι συγκεντρώσεις ψευδαργύρου στο εδαφικό διάλυμα όταν είναι μικρότερες από 1 ppm, επαρκείς όταν κυμαίνονται από 1,1 έως 2 ppm και υπερεπαρκείς όταν είναι μεγαλύτερες από 2,1 ppm (Τσαπικούνης 2004).

### 2.2.6 Διαφυλλική λίπανση

Η διαφυλλική λίπανση εφαρμόζεται όλο και συχνότερα με το πέρασμα των χρόνων. Σε αυτό συμβάλλει η ικανότητά της να επιλύει πολλά από τα προβλήματα θρέψης των φυτών και τα πλεονεκτήματα που προβάλλει σε πολλούς τομείς, έναντι της λίπανσης από εδάφους.

Η αλόγιστη και λανθασμένη χρήση των λιπασμάτων που αποτελεί σοβαρό πρόβλημα στη χώρα μας, επιβαρύνει κατά πολύ το κόστος παραγωγής, όχι μόνο χωρίς να επιφέρει τα επιθυμητά για τους παραγωγούς αποτελέσματα, αλλά ρυπαίνοντας το έδαφος και τα ύδατα και σε αρκετές περιπτώσεις καταστρέφοντας τη δομή του εδάφους και προκαλώντας προβλήματα στις καλλιέργειες (π.χ. εμφάνιση τροφοπενιών λόγω ανταγωνισμού των στοιχείων). Με την εφαρμογή της διαφυλλικής λίπανσης επιλύονται ταχύτατα θέματα τροφοπενίας, οι ανάγκες του φυτού σε θρεπτικά καλύπτονται άμεσα, χωρίς να υπάρχουν απώλειες, ενώ το φυτό μπορεί να παραλάβει στοιχεία τα οποία ενώ υπάρχουν στο έδαφος, λόγω διαφόρων παραγόντων, δεν μπορούν να απορροφηθούν από τις ρίζες του. Για όλους τους παραπάνω λόγους, συνιστάται η εφαρμογή διαφυλλικής λίπανσης, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις κρίνεται επιβεβλημένη.

Παρά τα πλεονεκτήματα που προσφέρει, η διαφυλλική λίπανση, για να είναι αποτελεσματική πρέπει να εφαρμόζεται με σύνεση και προσοχή. Συγκεντρώσεις θρεπτικών μεγαλύτερες από τις ενδεδειγμένες, προκαλούν εγκαύματα στο φυτό, ενώ δεν δύνανται όλα τα στοιχεία να εφαρμοστούν διαφυλλικά. Εφαρμόζοντας ένα πλήρες διαφυλλικό λίπασμα προκαλείται πρόσκαιρα, συνήθως για 24 ώρες, μείωση

της καθαρής φωτοσύνθεσης, της διαπνοής και της αγωγιμότητας στοματίων και μεσόφυλλου (Τσαπικούνης 1997Γ).

Το pH του ψεκαστικού διαλύματος πρέπει να ρυθμίζεται, ώστε τα στοιχεία να είναι απορροφήσιμα από το φυτό. Η απορρόφηση ευνοείται σε μετρίως χαμηλό pH. Η υγρασία και η θερμοκρασία του αέρα επηρεάζουν επίσης την αφομοίωση των θρεπτικών από το φυτό. Η αύξηση της σχετικής υγρασίας έως και 90% ευνοεί την απορρόφηση των θρεπτικών, το ίδιο και η αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία επιπλέον ευνοεί και την ταχύτερη μεταφορά τους. Οι πλέον ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες για την απορρόφηση θρεπτικών, χαρακτηρίζονται από σχετικά αυξημένες θερμοκρασίες (25° C) και υψηλής έντασης φωτισμό (440  $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) (Τσαπικούνης 1997Γ).

### **2.2.7 Λίπανση της ελιάς**

Η ελιά δεν είναι λιτοδίαιτο δέντρο σε λίπασμα όπως θεωρούνταν παλαιότερα. Οι ανάγκες της σε θρεπτικά στοιχεία είναι ανάλογες των φυλλοβόλων οπωροφόρων δέντρων. Ο προσδιορισμός των απαιτήσεων της ελιάς σε θρεπτικά στοιχεία επιτυγχάνεται με το συνδυασμό της ανάλυσης του εδάφους και της ανάλυσης των φυτικών ιστών (Θεριός 2015). Στις ακόλουθες υποενότητες παρουσιάζονται στοιχεία από τη διεθνή βιβλιογραφία για τις ανάγκες της ελαιοκαλλιέργειας στα τρία κύρια απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία (άζωτο, φώσφορο και κάλιο) και στο κυριότερο ιχνοστοιχείο το βόριο.

#### **2.2.7.1 Ανόργανη λίπανση**

##### **2.2.7.1α Άζωτο**

##### **Γενικά για το άζωτο**

Το άζωτο αποτελεί για την ελιά το σπουδαιότερο από τα λιπαντικά στοιχεία, που είναι απαραίτητα για τη βλάστηση και την παραγωγή της ελιάς. Η επίτευξη υψηλών αποδόσεων δεν είναι δυνατή, παρά μόνο με τη χορήγηση αζωτούχου λιπάνσεως σε οργανική ή ανόργανη μορφή. Όταν υπάρχει έντονη έλλειψη αζώτου όχι μόνον οι αποδόσεις είναι χαμηλές, αλλά και η βλάστηση των ελαιόδενδρων παρουσιάζει σαφή συμπτώματα τροφopenίας του στοιχείου αυτού (Therios 2009, Fernandez-Escobar 2011).

Το κύριο σύμπτωμα της ελλείψεως αζώτου είναι η μικρή σε μήκος ετήσια βλάστηση. Τα φύλλα της βλαστήσεως αυτής είναι μικρότερα του κανονικού μεγέθους, δεν λαμβάνουν το βαθυπράσινο χρώμα των υγιών φύλλων της ελιάς, αλλά παραμένουν ανοικτοπράσινα ή και κιτρινοπράσινα. Η διάρκεια της ζωής των φύλλων αυτών είναι περιορισμένη, καθώς συνήθως κιτρινίζουν και πέφτουν το καλοκαίρι ή το φθινόπωρο του επόμενου από το σχηματισμό τους χρόνο. Ασφαλές διαγνωστικό κριτήριο της τροφοπενίας αζώτου αποτελεί μόνον η χημική ανάλυση των φύλλων της ελιάς (Ποντίκης 2000).

Κατά το Hartmann (1958) τα ελαιόδενδρα αντιδρούν έντονα σε σχετικά ελαφρά αζωτούχα λίπανση, όταν το έδαφος της ελαιοφυτείας είναι μικρής γονιμότητας και δέχεται υψηλές βροχοπτώσεις. Γενικά, πρέπει να αναφερθεί, ότι η ελιά αντιδρά θετικά στην αζωτούχα λίπανση και ότι μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις βαθέων και γόνιμων εδαφών, πλούσιων σε οργανική ουσία, μπορεί να μη παρατηρηθεί άμεση αντίδραση στη χορήγηση αζώτου (Fernandez-Escobar 2008).

### **Η αζωτούχος λίπανση στην ελιά**

Σύμφωνα με τον Ψαρά (2008), οι ετήσιες ανάγκες της ελιάς σε N κυμαίνονται συνήθως από 0,5 έως 1,2 μονάδες N/δέντρο/έτος. Το εύρος αυτό είναι μεγάλο, επειδή οι συνθήκες κάθε ελαιώνα μπορεί να διαφέρουν σημαντικά (ηλικία δένδρων, πυκνότητα φύτευσης, ποικιλία, βροχοπτώσεις, άρδευση, κ.λπ.), επηρεάζοντας αναλογικά και τη δυναμική ανάπτυξης των ελαιόδεντρων. Ειδικές περιπτώσεις, όπως η εφαρμογή κλαδέματος ανανέωσης, ζημιές από το ψύχος ή πυρκαγιά, κ.λπ. επιφέρουν επίσης αλλαγές στον ετήσιο προγραμματισμό της αζωτούχου λίπανσης μέχρι τα δένδρα να επανέλθουν σε κανονική παραγωγή.

Μεταξύ των προαναφερόμενων παραγόντων, κατά τον Παναγιωτόπουλο (2009) ο πιο καθοριστικός παράγοντας στην καρποφορία των μη αρδευόμενων ελαιόδενδρων είναι, σε αρκετά γεωργικά εδάφη, η ανεπαρκής διαθέσιμη εδαφική υγρασία, εξαιτίας των χαμηλού ετήσιου ύψους βροχοπτώσεων. Ως εκ τούτου, ο παράγοντας διαθέσιμη εδαφική υγρασία επιδρά καθοριστικά στα επίπεδα του προστιθέμενου N σε ένα ελαιώνα. Πιο συγκεκριμένα, ο Ποντίκης (2000) αναφέρει ότι, όταν η μέση ετήσια βροχόπτωση δεν υπερβαίνει τα 400 mm, τότε η χορήγηση αζωτούχων λιπασμάτων πρέπει να γίνεται ορθολογικά. Στην περίπτωση αυτή προτείνεται η προσθήκη 1 kg αζώτου/στρέμμα ανά 100 mm βροχής, το οποίο

αντιστοιχεί σε:

- 6.5 kg νιτρικής ασβέστου (15,5% N), ή
- 3 kg νιτρικής αμμωνίας (33% N), ή
- 4kg νίτρο θειϊκής αμμωνίας (26% N) ή
- 2 kg ουρίας (46% N), κ.ο.κ.]. (Fernandez-Escobar 2011).

Σε ελαιώνες όπου η ετήσια βροχόπτωση είναι 400-700 mm, τότε η χορηγούμενη ποσότητα N μπορεί να αυξάνεται αναλογικά μέχρι τα 1500 g N/δένδρο. Τέλος, όταν το βροχομετρικό ύψος είναι >700 mm, ο παραγωγός δεν πρέπει να υπερβεί τη χορήγηση 1500 g N/δένδρο (Λουπασάκη και Ανδρουλάκης 1999). Σημαντικό είναι να επισημανθεί πως τα ανωτέρω ισχύουν όταν οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους δεν είναι περιοριστικές ως προς την παραγωγή.

Στην Ισπανία οι Velasco και συνεργάτες (1965) διαπίστωσαν πως η μεγαλύτερη απόδοση των ελαιόδενδρων επιτυγχάνεται με την εφαρμογή 1.2 kg αζώτου ανά δέντρο, και η οποία μπορεί να περιορίσει σημαντικά την ένταση της παρεννιαυτοφορίας (Gonzales και συνεργάτες 1967). Οι τελευταίοι ερευνητές βρήκαν ακόμη ότι η επίδραση του N ήταν μεγαλύτερη, όταν χορηγούνταν το 2<sup>ο</sup> 15ήμερο του Φεβρουάριου.

Όπως επισημαίνει ο Fernandez-Escobar (2011) σε πολλές αγροτικές περιοχές της Νότιας Ισπανίας παρουσιάζεται το πρόβλημα της υπερβολικής αζωτούχου λίπανσης με αποτέλεσμα τα επίπεδα του διαθέσιμου αζώτου στο έδαφος να είναι 160 kg N/ha ακόμα και μετά τη συγκομιδή. Ειδικότερα οι Molina-Soria and Fernandez-Escobar (2008) και Erel et al. (2008) αναφέρουν ότι, όταν το επίπεδο του αζώτου στα φύλλα είναι >1,7%, τότε ζημιώνεται η ποιότητα του παραγόμενου ελαιόλαδου, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζονται προβλήματα στην ανθοφορία και στην παραγωγικότητα.

Κατά άλλους, επιθυμητή περιεκτικότητα αζώτου στα φύλλα της ελιάς θεωρείται το επίπεδο 1,5 -2,0% (Beutel et al. 1978) ή το επίπεδο 1,6-1,8% (Γαβαλάς 1978). Σύμφωνα με τον τελευταίο ερευνητή, όταν ο φώσφορος και το κάλιο βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα, τότε η δυνητική ευνοϊκή αντίδραση του ελαιόδεντρου σε υψηλότερα επίπεδα N δεν μπορεί να αποκλειστεί. Αυτό μπορεί εύκολα να διασφαλιστεί μέσω του υπολογισμού της σχέσης N/N+10P+K στα φύλλα.

Σε αντίθεση με τα ανωτέρω, ο Fernandez-Escobar (2008) υποστηρίζει ότι τα κρίσιμα επίπεδα του N στα φύλλα είναι 1,5% της ξηράς ουσίας. Δηλαδή όταν τα επίπεδα του N είναι <1,5% ΞΟ, τότε κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή N-λίπανσης. Τα ελαιόδενδρα με επάρκεια N αναγνωρίζονται από τα εξής χαρακτηριστικά (Hartmann 1953):

- βαθυπράσινα φύλλα,
- μήκος της ετήσιας βλαστήσεως 10-30 cm.

Αλλά αργότερα οι Hartmann και Opitz (1977) ανέφεραν ως κανονική βλάστηση εκείνη των 20-50 cm. Επειδή το μήκος της ετήσιων βλαστών καθορίζεται από τη συνδυαστική επίδραση της θρεπτικής κατάστασης των ελαιοδένδρων, και από την υδατοπεριεκτικότητα του εδάφους, θεωρείται ότι η πρώτη άποψη πιθανόν να ισχύει σε ελαιώνες με μέση ετήσια βροχόπτωση έως 500 mm και η δεύτερη σε αρδευόμενα γεωργικά εδάφη ή σε εδάφη με μεγάλο ύψος βροχοπτώσεων σχεδόν όλη την καλλιεργητική περίοδο.

Γι' αυτό το λόγο ο Ποντίκης (2000) συνιστά να λαμβάνουν χώρα συνεχείς και μακροχρόνιες παρατηρήσεις από τον ελαιοπαραγωγό, ώστε να προσαρμόσει τη δόση της N- λιπάνσεως στο ύψος εκείνο, μέσω του οποίου θα επιτυγχάνεται η πιο πάνω αναφερόμενη επιθυμητή βλάστηση.

Σχετικά με το χρόνο εφαρμογής της N-λίπανσης, ο κάθε ελαιοκαλλιεργητής θα πρέπει να την εφαρμόσει στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης του ελαιόδενδρου λαμβάνοντας υπόψη παράλληλα τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, ο σωστός χρόνος εφαρμογής των αζωτούχων λιπασμάτων μπορεί να βοηθήσει στη σημαντική μείωση των απωλειών προς το περιβάλλον. Το ύψος των απωλειών εξαρτάται και από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής. Η πιθανότητα έκπλυσης των νιτρικών είναι αυξημένη σε ελαφρά εδάφη και περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις. Απώλειες N προς την ατμόσφαιρα με μορφή αμμωνίας παρατηρούνται κυρίως όταν ακολουθεί ξηρή και θερμή περίοδος την εφαρμογή αμμωνιακών λιπασμάτων, καθώς και σε εδάφη με υψηλό ανθρακικό ασβέστιο. Επίσης, συνθήκες κορεσμού του εδάφους με νερό αυξάνουν τις απώλειες N<sub>2</sub> προς την ατμόσφαιρα, ενώ οι απώλειες λόγω επιφανειακής απορροής μπορεί να είναι αυξημένες σε επικλινείς περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις (Ψαράς, 2008).

Σχετικά με το στάδιο ανάπτυξης του ελαιόδενδρου, ο Fernandez-Escobar, (2011) υποστηρίζει ότι ο ελαιοκαλλιεργητής θα πρέπει να φροντίζει ώστε την περίοδο του σχηματισμού των ανθικών καταβολών και της ανθήσεως, το αφομοιώσιμο N στους φυτικούς ιστούς να είναι σε επαρκή επίπεδα. Ειδικότερα, η N-λίπανση πρέπει να γίνεται το χειμώνα (από Δεκέμβριο μέχρι Φεβρουάριο) στα εδάφη με πηλώδη μηχανική σύσταση. Αντιθέτως, στα αργιλώδη εδάφη και υπό συνθήκες χαμηλής ετήσιας βροχόπτωσης, η N-λίπανση εφαρμόζεται νωρίτερα.

Τέλος επισημαίνεται πως πρέπει να αποφεύγεται η αζωτούχα λίπανση όταν πλησιάζει η περίοδος ωριμάνσεως των καρπών, γιατί αυτό δύναται να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα και συντηρησιμότητα των καρπών των βρώσιμων ποικιλιών.

Η επικρατούσα αντίληψη, ότι η χορήγηση αζώτου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού αυξάνει το μέγεθος των καρπών, δεν φαίνεται δικαιολογημένη. Κατά το Hartmann (1958) ψεκασμοί με διάλυμα ουρίας (1,9%) ανά 15νθήμερο, από τα τέλη Ιουνίου έως τα τέλη Αυγούστου, αύξησαν την περιεκτικότητα των φύλλων σε άζωτο από 1,75% σε 2.25%, αλλά καμία επίδραση δεν είχαν στο μέγεθος του καρπού. Πιθανόν το ελαιόδενδρο να αντιδρά θετικά σε ελαιοφυτείες, που δεν έχουν δεχθεί καθόλου αζωτούχα λίπανση και βρίσκονται σε κατάσταση κρυφής πείνας, χωρίς να είναι εμφανή μακροσκοπικά συμπτώματα τροφopenίας.

Όσον αφορά τον τρόπο παροχής του N-λιπάσματος, αυτό πρέπει να διασκορπίζεται σ' όλη την επιφάνεια του εδάφους, καλύπτοντας την περιοχή κάτω από την κόμη του δένδρου (Σφακιωτάκης 1996).

### **2.2.7.1β Φώσφορος**

#### **Γενικά για το φώσφορο**

Σύμφωνα με τον Ποντίκη (2000), η σημασία του φωσφόρου ως λιπαντικού στοιχείου είναι μεγαλύτερη στις ετήσιες καλλιέργειες και μικρότερη στις δενδρώδεις. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στο ότι το ριζικό σύστημα των δένδρων εκμεταλλεύεται συγκριτικά μεγάλο όγκο εδάφους και επομένως μπορεί να απορροφά επαρκείς ποσότητες φωσφόρου ακόμα και σε εδάφη όπου οι ετήσιες καλλιέργειες υποφέρουν από έλλειψη του στοιχείου αυτού.

Ειδικότερα, στην ελιά, η έλλειψη φωσφόρου έχει διαπιστωθεί πριν πολλά χρόνια σε μερικές περιοχές της Ελλάδας (Γαβαλάς 1978). Η τροφοπενία φωσφόρου εκδηλώνεται στα φύλλα της ελιάς υπό μορφή χλωρώσεως, η οποία καλύπτει κυρίως την κορυφή του ελάσματος και επεκτείνεται προς τη βάση αυτού κατά μήκος των δύο πλευρών. Εντός των χλωρωτικών ιστών παραμένουν συνήθως μικρά πράσινα τμήματα. Η χλώρωση πρωτοεμφανίζεται στη νέα βλάστηση από το καλοκαίρι και εντονοποιείται κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Τα φύλλα των τροφοπενιακών δένδρων παραμένουν μικρά ακόμα και όταν δεν εμφανίζουν τη χλώρωση, τα δε χλωρωτικά πέφτουν νωρίτερα του κανονικού. Συχνά παρατηρούνται και νεκρώσεις στην κορυφή και την περιφέρεια των φύλλων και σπανιότερα νεκρωτικές κηλίδες εντός του ελάσματος. Οι νεκρώσεις συνήθως εμφανίζονται το χειμώνα ή την άνοιξη (Σφακιωτάκης 1996).

Η βλάστηση των τροφοπενιακών δένδρων περιορίζεται έντονα. Οι ετήσιοι βλαστοί παραμένουν βραχείς και λεπτοί και, λόγω της πρόωρης πτώσης των παλαιότερων φύλλων, η κόμη των δένδρων αραιώνεται αρκετά. Η ερυθροπή απόχρωση, που παρατηρείται μερικές φορές στα φύλλα, οφείλεται μάλλον στη χαμηλή περιεκτικότητά τους σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο, συγχρόνως. Ασφαλής τρόπος διαγνώσεως της τροφοπενίας φωσφόρου, όπως και των άλλων θρεπτικών στοιχείων στις καλλιέργειες είναι η χημική ανάλυση των φύλλων (Therios 2009).

Στην Ελλάδα, για να θεωρηθούν τα ελαιόδεντρα επαρκώς εφοδιασμένα με φώσφορο, πρέπει η περιεκτικότητα των φύλλων ηλικίας 6-12 μηνών σε φώσφορο να παραμένει  $>0,09\%$  και σε νεαρότερα φύλλα  $>0,1\%$ . Ακόμα η σχέση N/P δεν πρέπει να είναι ανώτερη του 20. Εξαιτίας της συνήθους ελλείψεως χαρακτηριστικών συμπτωμάτων της τροφοπενίας φωσφόρου και της σημασίας του αζώτου για την εκδήλωση της τροφοπενίας αυτής, δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην τιμή της σχέσεως N/P. Επομένως, όταν οι τιμές βρίσκονται μεταξύ 20-25 πρέπει να υποψιαζόμαστε πιθανή έλλειψη φωσφόρου, ανεξάρτητα απουσίας εμφανών τροφοπενιακών συμπτωμάτων (Γαβαλάς 1973).

### **Φωσφορική λίπανση στην ελαιοκαλλιέργεια**

Από την ανασκόπηση της πρόσφατης βιβλιογραφίας από τον Therios (2009) οι περισσότερες ελαιοκαλλιέργειες δεν ανταποκρίνονται θετικά στη φωσφορική λίπανση. Το γεγονός αυτό ενισχύεται και από παλαιότερα ερευνητικά δεδομένα των



Hartmann et al. (1966), Ψυλλάκη κ.ά. (1973) και Ανδρουλάκη κ.ά. (1973). Σύμφωνα με τον Fernandez-Escobar (2008), η επάρκεια του φωσφόρου σε ελαιοκαλλιέργειες στην Ισπανία παρατηρείται όταν τα επίπεδα του φωσφόρου στα φύλλα κυμαίνονται μεταξύ 0,1-0,3% της ξηρής φυτικής μάζας. Σε επίπεδα ανώτερα από αυτά ο ερευνητής επισημαίνει ότι έχει εφαρμοστεί υπερβολική φωσφορική λίπανση, η οποία δύναται και να οδηγήσει μέχρι και σε κορεσμό των θέσεων προσφόρησης του P στην επιφάνεια των αργιλικών ορυκτών του εδάφους. Τα ανωτέρω επιβεβαιώνονται και σε ελληνικούς ελαιώνες. Ο Ψαράς (2008) υποστηρίζει ότι αρκετά πιο συνήθης είναι η ύπαρξη υψηλής συγκέντρωσης ή περίσσειας P στα φύλλα λόγω της μακροχρόνιας εφαρμογής σύνθετων λιπασμάτων που περιέχουν P, με αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση των αποθεμάτων στο έδαφος.

Ωστόσο αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στον Ελληνικό αγροτικό χώρο κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή P-λίπανσης σε ορισμένους ελαιώνες. Συμπτώματα έλλειψης P έχουν παρατηρηθεί κυρίως σε νέους ελαιώνες της Κρήτης και της Πελοποννήσου, αλλά συνήθως αποκαταστάθηκαν με την πάροδο του χρόνου (Ψαράς 2008). Σύμφωνα με τον Παναγιωτόπουλο (2009) το φαινόμενο αυτό παρατηρείται κυρίως σε δυο περιπτώσεις:

- στα ερυθρά εδάφη, τα οποία χαρακτηρίζονται από χαμηλά επίπεδα αφομοιώσιμου φωσφόρου, εξαιτίας της δέσμευσης του P στα οξειδία του σιδήρου και του αργιλίου. Μέσω της διαδικασίας αυτής οι διαθέσιμες μορφές P μετασχηματίζονται σε δυσδιάλυτες μορφές P.
- σε εδάφη ελαιώνων, που έχουν δεχθεί κατά το παρελθόν ανεπαρκείς φωσφορικές λιπάνσεις ή η αζωτούχα λίπανση ήταν πολύ υψηλή.

Θετική αντίδραση των ελαιόδενδρων στη φωσφορική λίπανση αναφέρεται και από τους Buchmann et al. (1959). Οι Scharpenseel et al. (1966), διαπίστωσαν ότι η αυξημένη περιεκτικότητα των ανθέων σε ραδιενεργό φώσφορο υποδηλώνει αυξημένες ανάγκες για την άνθηση, σ' αντίθεση με την ανάπτυξη των καρπών κατά το καλοκαίρι.

Στην περίπτωση, που η περιεκτικότητα των φύλλων της ελιάς σε φώσφορο βρίσκεται στο κατώτερο όριο επάρκειας (0,09-0,10%) και η σχέση N/P κοντά στο 20, τότε κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή P-λίπανσης. Γενικά, σε εδάφη με ανεπάρκεια P συνιστάται η φωσφορική λίπανση «συντηρήσεως», η οποία δεν πρέπει να είναι

υψηλότερη από το 1/3-1/5 του χορηγούμενου N [για χορήγηση 1 kg αζώτου ανά δένδρο (5 kg θεικής αμμωνίας), η φωσφορική λίπανση συντηρήσεως δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 200-350 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (1,0-1,7 kg υπερφωσφορικού του τύπου 0-20-0 ή 1,3-2,0 kg του τύπου 0-16-0)] (Σφακιωτάκης 1996, Ποντίκης 2000). Για ελαιόδενδρα νεαρής ηλικίας, όπου οι περιπτώσεις τροφopenίας P είναι συχνότερες, η ποσότητα του χορηγούμενου P μειώνεται ανάλογα με την ηλικία και την ανάπτυξή τους (π.χ. 1-8 kg του τύπου 0-20-0 για ελαιόδενδρα ηλικίας 2-15 ετών) (Γαβαλάς 1978).

Πρέπει να τονιστεί πως κατά την εφαρμογή P-λίπανσης θεραπείας της τροφopenιακής κατάστασης των ελαιόδεντρων πρέπει να προστίθεται ταυτόχρονα και N σε τέτοια επίπεδα ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη αφομοίωση του προστιθέμενου P. Χρονικά, η προσθήκη των P-λιπασμάτων πρέπει να διενεργείται κατά τα μέσα του φθινοπώρου ή, όταν δεν είναι εφικτό, να έχει ολοκληρωθεί στις αρχές του χειμώνα. Επειδή θεωρείται δυσκίνητο στοιχείο μέσα στο εδαφικό σύστημα, το φωσφορικό λίπασμα ενσωματώνεται σε βάθος >30 cm, ώστε να είναι εφικτή η αφομοίωση του από το εκτενές ριζικό σύστημα της ελιάς, αλλά στα παρόντα ελαιοκτήματα όπου δεν προτείνεται αναμόχλευση του εδάφους αυτό είναι αδύνατον (Παναγιωτόπουλος 2009).

### **2.2.7.1γ Κάλιο**

#### **Γενικά για το κάλιο**

Το κάλιο κατέχει ιδιαίτερη θέση, από πλευράς σπουδαιότητας, για τη θρέψη της ελιάς, οι δε αφαιρούμενες από το έδαφος ποσότητες καλίου με τους καρπούς υπερβαίνουν κατά τι εκείνες του αζώτου και πολύ περισσότερο εκείνες του φωσφόρου. Επιπροσθέτως, είναι γνωστό ότι η ελιά εκμεταλλεύεται με το ριζικό της σύστημα μεγάλο εδαφικό όγκο και είναι σε θέση να λαμβάνει από το έδαφος για τις ανάγκες της επαρκείς ποσότητες καλίου, χωρίς αυτό να σημαίνει και σημαντική μείωση των εδαφικών αποθεμάτων καλίου (Σφακιωτάκης 1996, Ποντίκης 2000).

Η τροφopenία καλίου εκδηλώνεται στα φύλλα της ελιάς με χλώρωση, που συνοδεύεται με ξήρανση της κορυφής τους (Εικόνα 1). Στη νέα βλάστηση η χλώρωση εμφανίζεται συνήθως κατά το φθινόπωρο ή το χειμώνα στα κατώτερα φύλλα αυτής. Ξεκινά από την κορυφή του ελάσματος του φύλλου και καταλαμβάνει ολόκληρη την επιφάνεια αυτού ή το μεγαλύτερο μέρος αυτής, για να ακολουθήσει η

ξήρανση της κορυφής του φύλλου. Η χλώρωση έχει απόχρωση ορειχάλκινη και η μετάβαση από το χλωρωτικό προς το πράσινο είναι βαθμιαία, με αποτέλεσμα να μην παρατηρείται σαφής διαχωριστική γραμμή μεταξύ των πράσινων και χλωρωτικών ιστών του φύλλου (Σφακιωτάκης 1996, Ποντίκης 2000).

Στις ελαφρές τροφοπενιακές καταστάσεις τα συμπτώματα είναι εμφανή μόνον σ' έναν ή δύο κύριους βραχίονες, ενώ το υπόλοιπο μέρος της κόμης φαίνεται φυσιολογικό. Στους τροφοπενιακούς βλαστούς ή κλάδους παρατηρείται εμφανής περιορισμός του μήκους της βλαστήσεως, μικροφυλλία και πρόωμη φυλλόπτωση πέραν της χλωρώσεως των φύλλων. Σε προχωρημένα στάδια της ελλείψεως, η παραγωγή μειώνεται σημαντικά. Η μείωση της παραγωγής οφείλεται τόσο στη μείωση του συνολικού μήκους των καρποφόρων βλαστών, όσο και στο μικρό μέγεθος των καρπών. Επιπροσθέτως, η ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών είναι ελαφρά μικρότερη της κανονικής (Γαβαλάς 1978).

Η διάγνωση της τροφοπενίας καλίου μακροσκοπικά από τα συμπτώματα στα φύλλα δεν είναι ασφαλής, γιατί τόσο η τοξικότητα από χλωριούχα άλατα, όσον και άλλες τροφοπενίες, όπως φωσφόρου και βορίου, μπορεί εύκολα να εκληφθούν ως τροφοπενία καλίου. Επομένως η μόνη ασφαλής μέθοδος διαγνώσεως της τροφοπενίας καλίου είναι η χημική ανάλυση των φύλλων (Παναγιωτόπουλος 2009).

Η συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα της ελιάς κυμαίνεται εντός ευρέων ορίων, ανάλογα με τη διαθεσιμότητά του στο έδαφος, την ηλικία των φύλλων και το φορτίο του δένδρου σε καρπό. Κατά τη συνήθη περίοδο δειγματοληψίας φύλλων για ανάλυση (Δεκέμβριος - Φεβρουάριος) το επίπεδο του καλίου στα φύλλα της τελευταίας βλάστησης βρίσκεται συνήθως εντός των ορίων 0,5 -1,4%. Σ' ελαιώνες με τροφοπενία καλίου, η περιεκτικότητα των φύλλων σε κάλιο είναι μικρότερη του 0,30% και μπορεί να φθάσει μέχρι και του 0,1% ή ακόμα χαμηλότερα (Demetriades et al. 1962).

Το επιθυμητό επίπεδο καλίου σε διάφορους ελαιώνες της Καλιφόρνιας των ΗΠΑ κυμαίνεται μεταξύ του 0,8-1,0% (Hartmann and Brown 1953), ενώ οι Δημητριάδης και Γαβαλάς (1965) αναφέρουν ότι η περιεκτικότητα καλίου σε δένδρα φυσιολογικής εμφανίσεως και βλαστήσεως ήταν 0,35-1,42% (σε φύλλα ηλικίας άνω των έξι μηνών) και 0,81-1,69% (σε φύλλα ηλικίας 2-4 μηνών) της ξηράς ουσίας των φύλλων. Κατά τους Bouat et al. (1954) η επιθυμητή περιεκτικότητα των φύλλων της

ελιάς σε  $K_2O$  ήταν 1,05% (ή 0,87% σε K), ενώ η ιδανική σχέση  $N:P_2O_5:K_2O$  καθορίστηκε σε 60:10:30. Η μετατροπή της σχέσης αυτής σε  $N:10P:K$  δίνει αναλογία 47:34:19, ήτοι το κάλιο, κατά τους ίδιους ερευνητές, θα πρέπει ν' αποτελεί το 1/5 περίπου του αθροίσματος  $N\% + 10(P\%) + K\%$  στα φύλλα της ελιάς.

Στην Ισπανία οι Gonzalez et al. (1967) καθόρισαν την άριστη σχέση N-10P-K στα επίπεδα  $N=48-50, 10P=27-31, K=20-23$ , και οι προτεινόμενες επιθυμητές τιμές καλίου στα φύλλα βρίσκονταν μεταξύ του 0,7-0,9%. Στο Ισραήλ οι Samish et al. (1961) αναφέρουν ότι σε ελαιώνες με πολύ υψηλές παραγωγές το ελάχιστο της περιεκτικότητας των φύλλων σε κάλιο ήταν 0,7%, ενώ οι Beutel et al. (1978) στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ αναφέρουν ως επιθυμητό επίπεδο καλίου ποσοστό μεγαλύτερο του 0,8%. Στην Ελλάδα, σύμφωνα με πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα από τον Therios (2009), όταν τα επίπεδα του καλίου στα φύλλα είναι μικρότερα από το 4% της ξηρής φυτικής βιομάζας, τότε είναι δυνατόν να εμφανιστούν τα χαρακτηριστικά συμπτώματα τροφopenίας K.

Σε συνδυασμό με τα ανωτέρω, ένας σύγχρονος ελαιοκαλλιεργητής πρέπει να γνωρίζει ότι η επίδραση της καρποφορίας επί της περιεκτικότητας των φύλλων σε κάλιο, είναι συνήθως πιο έντονη απ' αυτή του αζώτου και φωσφόρου. Ειδικότερα, η πτώση του επιπέδου του καλίου στα φύλλα είναι πιο σημαντική στους ελαιώνες που τροφοδοτούνται ελλιπώς με κάλιο (Λουπασάκη και Ανδρουλάκης 1999). Επομένως, σε έτη μεγάλης καρποφορίας, πρέπει να υπάρχει μεγαλύτερη ανοχή για το κάλιο κατά τη διάγνωση της θρεπτικής καταστάσεως των ελαιόδεντρων. Κατά συνέπεια, όταν το επίπεδο του καλίου βρίσκεται στο 0,5% σε έτος με πολύ μεγάλη καρποφορία, αυτό δεν πρέπει να θεωρηθεί ως ασφαλής ένδειξη έντονης έλλειψης του στοιχείου αυτού, αν λάβει κανείς υπόψη του ότι κατά το επόμενο έτος μπορεί η περιεκτικότητα των φύλλων σε κάλιο να είναι μεγαλύτερη του 0,7%. Κατά παρόμοιο τρόπο επηρεάζεται η περιεκτικότητα των φύλλων σε κάλιο σε έτη ξηρασίας και αυτό πρέπει να λαμβάνεται επίσης υπόψη κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της χημικής αναλύσεως των φύλλων (Λουπασάκη και Ανδρουλάκης 1999).

### **Η καλιούχος λίπανση στην ελιά**

Το κάλιο στην ελαιοκαλλιέργεια μνημονεύεται για την επίτευξη της υψηλής παραγωγικότητας και της υψηλής ποιότητας τόσο του ελαιόλαδου όσο και των

εδώδιμων ελιών. Παρόλα αυτά η τροφοπενία καλίου είναι διαδεδομένη σε πολλές περιοχές της Ελλάδας (Λουπασάκη και Ανδρουλάκης 1999, Therios 2009).

Πιο συγκεκριμένα, όταν ο καλλιεργητής διαπιστώσει τα χαρακτηριστικά μορφολογικά συμπτώματα της ανεπάρκειας του καλίου στα φύλλα και παράλληλα γνωρίζει ότι η περιεκτικότητα του Κ στους φυτικούς ιστούς είναι μικρότερη του 0,3%, τότε θα πρέπει να προσθέσει 30-100 kg K<sub>2</sub>O/στρέμμα ή 60-200 kg/στρέμμα θειικού καλίου. Η εφαρμογή της ποσότητας αυτής γίνεται σε μια δόση και τα επόμενα έτη η θρεπτική κατάσταση των ελαιόδενδρων ελέγχεται μέσω της φυλλοδιαγνωστικής.

Μια βασική παράμετρος η οποία δεν πρέπει να μεταβληθεί κατά την εφαρμογή της Κ-λίπανσης, είναι η περιεκτικότητα του εδάφους σε άλατα. Στην περίπτωση που ο παραγωγός έχει πρόβλημα από αλατότητα, τότε η προσθήκη της ανώτερης ποσότητας θειικού καλίου χορηγείται τμηματικά σε διάστημα 2-3 ετών (Γαβαλάς 1978).

Ένας επιπρόσθετος παράγοντας που καθορίζει την ποσότητα της Κ-λίπανσης σε ένα ελαιώνα είναι η μηχανική του σύσταση. Σύμφωνα με τον Ποντίκη (2000) και τον Ψαρρά (2008), στα εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο εφαρμόζεται μεγαλύτερη ποσότητα Κ-λιπάσματος, εξαιτίας της δυνητικής δέσμευσης του Κ από τα αργιλοπυριτικά συστατικά του εδάφους. Αντιθέτως, στα αμμώδη εδάφη η διόρθωση της τροφοπενίας Κ μπορεί να γίνει και με μικρότερες δόσεις.

Όπως έχει προκύψει από πολλές εργασίες, η περιεκτικότητα των φύλλων σε κάλιο μειώνεται σημαντικά με την αύξηση της Ν-λίπανσης λόγω της αυξημένης ανάπτυξης των ελαιόδενδρων και της αύξησης της παραγωγής του ελαιοκάρπου, αλλά και σαν συνέπεια του ανταγωνισμού μεταξύ Κ και ορισμένων Ν-λιπασμάτων στο έδαφος. Γι' αυτό το λόγο συνίσταται η αποφυγή της εφαρμογής υπερβολικών Ν-λιπάνσεων και να λαμβάνεται μέριμνα για την εξισορρόπηση της Κ-λίπανσης με την Ν-λίπανση (Therios 2009, Erel et al. 2011).

Γενικά, η εφαρμογή της Κ-λίπανσης κρίνεται απαραίτητη στις εξής περιπτώσεις:

- σε αβαθή εδάφη,
- σε λοφώδεις εκτάσεις,

- σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο (>10%) και όταν δεν έχει εφαρμοστεί Κ-λίπανση για μεγάλο χρονικό διάστημα
- σε αμμώδη εδάφη με όξινη αντίδραση και μέση ετήσια βροχόπτωση άνω των 600 mm ετησίως.

Σε αντίθεση με τα ανωτέρω, ο Γαβαλάς (1978) και οι Λουπασάκη και Ανδρουλάκης (1999) υποστηρίζουν ότι η συγκεκριμένη καλλιεργητική πρακτική δύναται να αποφευχθεί στις εξής περιπτώσεις:

- σε εδάφη με μεγάλος βάθος και με μηδενική κλίση
- σε έντονα κεκλιμένα εδάφη με πηλώδη μηχανική σύσταση, στα οποία είναι πιθανή η παρεμπόδιση ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των ελαιόδεντρων
- σε παλαιότερα καλλιεργούμενα εδάφη με φυτικά είδη υψηλών απαιτήσεων σε κάλιο, καθώς και
- σε ελαιώνες, με ανεπαρκή Ν-λίπανση.

Κλείνοντας την υποενότητα αυτή σημειώνεται πως η καλιούχος λίπανση συνιστάται να χορηγείται από το φθινόπωρο, να ενσωματώνεται εντός του εδάφους σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο βάθος και να διασκορπίζεται σ' όλη την εδαφική επιφάνεια κάτω από την κόμη των ελαιόδεντρων και κυρίως περιφερειακά αυτής (Erel et al. 2011).

#### **2.2.7.1δ Απαιτήσεις σε μικροστοιχεία - Βόριο**

Το βόριο θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά ιχνοστοιχεία για την ελιά, το οποίο σε περιπτώσεις έλλειψης προκαλεί σοβαρές διαταραχές μειώνοντας την παραγωγή. Εξακριβωμένες περιπτώσεις τροφοπενίας στην ελιά έχουν παρατηρηθεί κυρίως στη Λέσβο (Δημητριάδης κ.ά. 1960), σε πολλές περιοχές της Κρήτης (Λουπασάκη και Ανδρουλάκης 1999), στα Μέγαρα Αττικής και σε περιοχές του Ν. Λάρισας (Τσαντήλας κ.ά. 1994).

Το πιο χαρακτηριστικό σύμπτωμα, σε ελαιόδενδρα που εμφανίζουν έντονη τροφοπενία βορίου, είναι η ύπαρξη πολλών ξηρών κλαδίσκων σε ολόκληρη την κόμη αυτών. Οι κλαδίσκοι αυτοί σχηματίζουν πολλούς πλάγιους βλαστούς πριν από την αποξήρανση τους (Ποντίκης 2000). Στα φύλλα το πιο χαρακτηριστικό σύμπτωμα της τροφοπενίας βορίου είναι η χλώρωση του κορυφαίου τμήματος

αυτών. Η ξήρανση του επάκριου τμήματος των φύλλων εμφανίζεται μόνον σε λίγα παλαιά φύλλα. Επιπροσθέτως παρατηρούνται μικροφυλλία και παραμόρφωση των φύλλων των ελαιόδεντρων. Ακόμα παρατηρείται καθυστέρηση στην έναρξη της εκπτώξεως της βλαστήσεως ιδιαίτερα κατά την άνοιξη, και ο επάκριος οφθαλμός τους νεκρώνεται.

Σημαντικό είναι επίσης να σημειωθεί πως η ανθοφορία και καρποφορία των τροφοπενιακών δένδρων επηρεάζεται αρνητικά και έντονα. Σε έντονες τροφοπενιακές καταστάσεις βορίου δεν σχηματίζονται ανθοφόροι οφθαλμοί και κατά συνέπεια ταξιανθίες την άνοιξη. Σε ασθενέστερες περιπτώσεις τα δένδρα ανθίζουν και καρποδέουν, αλλά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού παρατηρείται έντονη καρπόπτωση. Μερικές φορές, επισυμβαίνει και έντονη ανθόπτωση, που οδηγεί τα δένδρα σε ακαρπία. Κατά συνέπεια η παραγωγή των ελαιόδεντρων επηρεάζεται σημαντικά από την τροφοπενία βορίου (Παναγιωτόπουλος 2009).

Η πλέον ασφαλής μέθοδος διαγνώσεως της τροφοπενίας βορίου στην ελιά είναι η εφαρμογή της φυλλοδιαγνωστικής. Ο Hansen (1945) αναφέρει ως επίπεδα τροφοπενίας βορίου εκείνα που βρίσκονται μεταξύ 7-13 ppm και ως επιθυμητά εκείνα μεταξύ 19-33 ppm. Οι Δημητριάδης κ.ά. (1960) αναφέρουν ότι η περιεκτικότητα των φύλλων σε βόριο, σε δένδρα που εμφάνιζαν συμπτώματα τροφοπενίας βορίου στη Λέσβο, κυμαίνονταν μεταξύ 6-14,5 ppm. Στο Ισραήλ οι Samish et al. (1961) αναφέρουν για ελαιώνες υψηλής ή καλής παραγωγής, ότι η περιεκτικότητα των φύλλων σε βόριο κυμαινόταν μεταξύ 15 και 42 ppm.

Όσον αφορά τον κίνδυνο τοξικότητας από τη χορήγηση βόρακα για τη θεραπεία της τροφοπενίας βορίου, η ελιά δεν θεωρείται πολύ ευαίσθητη στην υπερβολική χορήγηση βορίου, όπως συμβαίνει με άλλα οπωροφόρα δένδρα (εσπεριδοειδή, πυρηνόκαρπα, κ.ά.). Κατά τους Demetriades and Holevas (1968) τοξικότητα παρατηρήθηκε σε δενδρύλλια ελιάς, που καλλιεργούνταν σε γλάστρες, όταν η περιεκτικότητα των φύλλων σε βόριο ήταν πάνω από 196 ppm. Τα δε συμπτώματα τοξικότητας βορίου στην ελιά συνίστανται σε νεκρώσεις της κορυφής και της περιφέρειας των φύλλων, χωρίς την παρουσία χλωρωτικής ζώνης μεταξύ των πράσινων και νεκρωτικών ιστών (Demetriades and Holevas 1968).

Επίσης τοξικότητα βορίου μπορεί να παρουσιαστεί, όταν χορηγηθούν μεγάλες ποσότητες βορίουχων ενώσεων στο έδαφος ή με πότισμα με νερό, που

περιέχει βόριο πάνω από 5ppm. Επιπροσθέτως πρέπει να αναφερθεί ότι, ενώ στα περισσότερα από τα καλλιεργούμενα φυτά η τροφοπενία βορίου είναι πιο συχνή σε ασβεστούχα εδάφη, στην ελιά παρατηρείται κυρίως και μάλιστα πιο έντονα σε εδάφη που στερούνται ανθρακικού ασβεστίου (Σφακιωτάκης 1996).

Η θεραπεία των ελαιόδενδρων με τροφοπενία βορίου είναι εύκολη. Ο πιο πρακτικός τρόπος επέμβασης είναι η προσθήκη βόρακα ή βορικού οξέος στο έδαφος, οι δε συνιστώμενες δόσεις κυμαίνονται μεταξύ 300 - 500 g ανά ενήλικο δένδρο (Λουπασάκη και Ανδρουλάκης 1999).

Σε πειραματικούς αγρού στο Ν. Λάρισα, στα Μέγαρα Αττικής, καθώς και στη νήσο Λέσβο, οι Τσαντίλας κ.ά. (1994) διαπίστωσαν πως η προσθήκη βόρακα σε ποσότητες 200-500 g ανά δένδρο είχε ως αποτέλεσμα τη διόρθωση των συμπτωμάτων της τροφοπενίας και τη σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του Β στα φύλλα και στο έδαφος.

Σε νεαρής ηλικίας δένδρα η δόση πρέπει να είναι μικρότερη. Συνήθως χρησιμοποιούνται 10 g βόρακα για κάθε χρόνο ηλικίας του από της φυτεύσεως στον αγρό.

Η εφαρμογή επιφανειακής βοριούχου λίπανση συνιστάται να επαναλαμβάνεται κάθε 3-4 χρόνια προληπτικά για την μη επανεμφάνιση της τροφοπενίας. Αν η τροφοπενία βορίου εμφανιστεί σε μερικά ελαιόδεντρα, τότε η βοριούχος λίπανση πρέπει να γίνεται σε ολόκληρο τον ελαιώνα. Αν η διάγνωση της τροφοπενίας βορίου γίνει σε εποχή κατά την οποία δεν προβλέπονται επαρκείς βροχοπτώσεις και ο ελαιώνας είναι ξηρικός, η χορήγηση βορίου κατά το πρώτο έτος μπορεί να γίνει δια ψεκασμού του φυλλώματος με διάλυμα βόρακα 7%. Συνήθως απαιτούνται δύο ψεκασμοί, όταν τα φύλλα είναι ενεργά κατά τα τέλη ανοίξεως με αρχές καλοκαιριού. Στους ξηρικούς ελαιώνες η προσθήκη βοριούχων ενώσεων στο έδαφος πρέπει να γίνεται πριν από την περίοδο των βροχοπτώσεων (Γαβαλάς 1978).

#### **2.2.7.2 Οργανική λίπανση**

Η οργανική ουσία μνημονεύεται τόσο στον κλάδο της εδαφολογίας όσο και της φυτικής παραγωγής ως ένα από τα βασικότερα φυσικά συστατικά του εδάφους, το οποίο κατά την αποσύνθεση του βελτιώνει τις δυσμενείς φυσικοχημικές ιδιότητες τόσο των αργιλωδών όσο και των αμμωδών εδαφών. Επιπροσθέτως, βοηθά έμμεσα



στην αύξηση της γονιμότητας του εδάφους μέσω της αύξησης της ανοργανοποίησης των θρεπτικών στοιχείων εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας της σε ωφέλιμους μικροοργανισμούς.

Σύμφωνα με τον Ψαρά (2008), η οργανική ουσία στο χώρο ανάπτυξης του ελαιοδέντρου εξαντλείται εύκολα και γρήγορα, έτσι ώστε να είναι συνήθως κάτω του 1% του βάρους του εδάφους στο χώρο της ριζόσφαιρας.

Βάση των ανωτέρω δεδομένων αρκετοί ερευνητές σήμερα υποστηρίζουν ότι τα οργανικά λιπάσματα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την κατάρτιση του προγράμματος λίπανσης σε ένα ελαιώνα (Ποντίκης 2000, Παναγιωτόπουλος 2009).

Το πιο κοινό οργανικό λίπασμα που χρησιμοποιείται σήμερα στην πλειοψηφία των καλλιεργειών είναι η κοπριά, η οποία συνίσταται να παρέχεται το φθινόπωρο και να ενσωματώνεται στο έδαφος σε βάθος >15 cm. Ειδικότερα, σε άνυδρες περιοχές κρίνεται απαραίτητη η προσθήκη 1-2 τόνων κοπριάς/στρ. κάθε ένα ή δύο χρόνια. Αντιθέτως, σε εδάφη με σχετικά υψηλή υδατοπεριεκτικότητα η οργανική λίπανση μπορεί να εφαρμόζεται κάθε 3-4 χρόνια.

Σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η εύρεση των απαιτούμενων ποσοτήτων κοπριάς οι ελαιοπαραγωγοί μπορεί να εφαρμόσουν την τεχνική της χλωρής λίπανσης. Σύμφωνα με τον Ποντίκη (2000) κατά την εφαρμογή της τεχνικής αυτής δύναται να παρουσιαστεί αυξημένη κατανάλωση αζώτου από τους μικροοργανισμούς. Για αυτό το λόγο προτείνεται κατά την ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων, η επιπρόσθετη προσθήκη 2-3 Kg N/ στρέμμα σε άμεσα διαθέσιμη μορφή (Νιτρικό N).

Περισσότερα συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση της οργανικής λίπανσης στην ελαιοπαραγωγή μπορεί να διεξαχθούν από πρόσφατες ερευνητικές δημοσιεύσεις. Οι Μαυρομάτη κ.ά. (2011) μελέτησαν τις επιδράσεις της εφαρμογής προϊόντος κομποστοποίησης χοιρινών αποβλήτων: μορφή κουφέτου (ΚΚ) από τη βιομηχανία Creta-Farm σε ελαιώνα με pH=5,3, στο οποίο είχαν εφαρμόσει 4 μεταχειρίσεις: (α) 10 kg/δένδρο, (β) 20 kg/δένδρο, (γ) 30 kg/δένδρο και (δ) μάρτυρας (0 kg/δένδρο). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ερευνητών η δοσολογία των 20 kg ανά δένδρο κρίθηκε ως η ιδανική για τις συγκεκριμένες συνθήκες καλλιέργειας.

Εκτός από την κοπριά και τη χλωρή λίπανση, η οργανική λίπανση δύναται να

εφαρμοστεί και μέσω της αξιοποίησης των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων (ΥΑΕ). Η εφαρμογή των ΥΑΕ απευθείας στο έδαφος έχει ήδη προταθεί και εφαρμοστεί πειραματικά στις Μεσογειακές χώρες με σκοπό να αποφευχθεί το υψηλό κόστος της επεξεργασίας τους (Di Giocacchino et al. 2002). Η θεωρία στην οποία βασίζεται η μέθοδος αυτή είναι ότι το έδαφος έχει τη δυνατότητα βιοαποδόμησης του οργανικού μέρους των ΥΑΕ. Οι Χατζουλάκης κ.ά. (2004), λαμβάνοντας υπόψη τη θεωρία αυτή σε συνδυασμό με τις αναφορές για τις αρνητικές επιδράσεις των ΥΑΕ στις καλλιέργειες, μελέτησαν τις επιδράσεις των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων σε ελαιοκαλλιέργειες ηλικίας 20 ετών. Μετά από 3 χρόνια εφαρμογής στο έδαφος ΥΑΕ, οι ανωτέρω ερευνητές διαπίστωσαν αύξηση της συγκέντρωσης του διαθέσιμου καλίου, η οποία σε συνδυασμό με πολλά άλλα είχε ως τελικό αποτέλεσμα τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για την ελαιοκαλλιέργεια, αφού χαρακτηρίζεται από χαμηλό κόστος και ευκολία κατά την εφαρμογή της. Παρόλα αυτά δεν επιτρέπεται η χορήγηση ΥΑΕ σε καλλιεργούμενες ή μη εκτάσεις σήμερα στην ΕΕ.

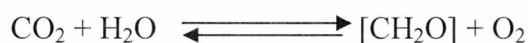
### **2.3 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΦΥΛΛΟΥ**

Το φύλλο αποτελεί ζωτικό όργανο κάθε φυτού, καθώς είναι ο κύριος υπεύθυνος της φωτοσυνθετικής λειτουργίας, αλλά και της ανταλλαγής αερίων και νερού με την ατμόσφαιρα μέσω της λειτουργίας της διαπνοής. Από πλευράς ανατομίας, το φύλλο της ελιάς όπως και των υπολοίπων αείφυλλων σκληρόφυλλων έχει πυκνά διατεταγμένα και μικρού μεγέθους κύτταρα, περιορισμένους μεσοκυττάριους χώρους και εκτεταμένη εσωτερική ελεύθερη επιφάνεια. Αποτελείται από εξωτερικά προς εσωτερικά από την άνω μονόστρωμη επιδερμίδα, την εφυμενίδα και το μεσόφυλλο το οποίο διασχίζει το αγωγό σύστημα και περιλαμβάνει το δρυφρακτοειδές (πασσαλώδες) και το σπογγώδες παρέγχυμα. Το δρυφρακτοειδές παρέγχυμα είναι ιδιαίτερα πλούσιο σε χλωροπλάστες και αποτελεί το κύριο φωτοσυνθετικό παρέγχυμα, ενώ το σπογγώδες το οποίο εκτείνεται κάτω από το δρυφρακτοειδές, είναι φτωχό σε χλωροπλάστες. Στο μεσόφυλλο απαντώνται πολυάριθμες ιδιοβλαστικές σκληρεΐδες μεγάλου μήκους. Οι σκληρεΐδες προσδίδουν μηχανική αντοχή και λειτουργούν ως οπτικές ίνες μεταφέροντας φως στα εσωτερικά

στρώματα του χλωροφυλλούχου παρεγχύματος. Η εφυμενίδα της κάτω επιφάνειας είναι πιο λεπτή αλλά με πολλά περισσότερα τριχίδια από την άνω. Στην κάτω επιφάνεια των φύλλων βρίσκονται τα στομάτια τα οποία είναι μικρά βυθισμένα και καλύπτονται με τα τριχίδια της εφυμενίδας. Η δομή αυτή περιορίζει τη διαπνοή και άρα την απώλεια υγρασίας γι' αυτό και η ελιά είναι ανθεκτική σε ξηρές συνθήκες με υψηλή θερμοκρασία και ανέμους (Λιακόπουλος 2003, Γιαννοπολίτης 2009).

### 2.3.1 Φωτοσύνθεση

Τα φυτά ως αυτότροφοι οργανισμοί εξασφαλίζουν την απαραίτητη για αυτά ενέργεια μέσω της φωτοσύνθεσης. Πρόκειται για μία διαδικασία κατά την οποία η φωτεινή ενέργεια από το φως του ήλιου μετατρέπεται σε χημική. Ουσιαστικά αποτελεί την πρωταρχική διαδικασία μέσω της οποίας η ενέργεια εισέρχεται στη βίωση, τρέφοντας έτσι όλους τους οργανισμούς. Η φωτοσύνθεση είναι μία εξαιρετικά πολύπλοκη διαδικασία η οποία περιλαμβάνει πολυάριθμες, στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους φωτοευαίσθητες και θερμοευαίσθητες αντιδράσεις. Περιλαμβάνει τις φωτεινές αντιδράσεις οι οποίες αποτελούν το φωτο-εξαρτώμενο τμήμα της φωτοσύνθεσης, και τις σκοτεινές αντιδράσεις, οι οποίες αποτελούν το βιοσυνθετικό τμήμα, το οποίο αντιστοιχεί στη δέσμευση του άνθρακα. Οι φωτεινές και σκοτεινές αντιδράσεις είναι άρρηκτα συνδεδεμένες και μπορούν να περιγραφούν εν συντομία από την παρακάτω εξίσωση, η οποία αποτελεί τη γενικευμένη εξίσωση της φωτοσύνθεσης: (Μανέτας 2005, Sumbele 2010)



Παράλληλα όμως με τη φωτοσύνθεση, στα φυτά επιτελείται και η λειτουργία της αναπνοής, αφού αυτά αποτελούν αερόβιους οργανισμούς. Η αναπνοή (R) εμφανίζεται ως η αντίστροφη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Επομένως θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη μέτρηση της ολικής φωτοσύνθεσης (GR) και να αφαιρείται ώστε να μείνει η καθαρή φωτοσύνθεση (NP):  $\text{NP} = \text{GR} - \text{R}$  (Μανέτας 2005, Sumbele 2010).

Η φωτοσύνθεση αφορά στην απορρόφηση πρωτονίων, τη μεταφορά ηλεκτρονίων και το μεταβολισμό του άνθρακα. Η φωτοσύνθεση στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς πραγματοποιείται σε ειδικά υποκυτταρικά οργανίδια,

τους χλωροπλάστες. Στη μεμβράνη των θυλακοειδών των χλωροπλαστών, στις φωτοσυλλεκτικές κεραίες, υπάρχουν τα μόρια χλωροφύλλης. Η χλωροφύλλη είναι η πράσινη εξειδικευμένη φωτοσυνθετική χρωστική των φυτών, που μαζί με δευτερεύουσες ή συμπληρωματικές φωτοσυνθετικές χρωστικές (καροτενοειδή και φυκοβιλίνες), απορροφούν το ορατό φως. Η απορρόφηση των φωτονίων οδηγεί στην φωτοχημική οξείδωση (φωτόλυση) του νερού προς μοριακό οξυγόνο με ταυτόχρονη παραγωγή τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) και ανοιγμένου NADPH (Sumbele 2010).

Στα ανώτερα φυτά συναντώνται η χλωροφύλλη a, η χλωροφύλλη b και τα καροτενοειδή, τα οποία παρουσιάζουν την ίδια βασική δομή, με μικρές μόνο χημικές διαφοροποιήσεις. Οι χλωροφύλλες απορροφούν στην μπλε και κόκκινη περιοχή του ορατού φάσματος γι' αυτό και φαίνονται πράσινες. Η αναλογία τους σε κάθε φυτό ποικίλλει όμως πάντα η χλωροφύλλη a βρίσκεται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από τη χλωροφύλλη b συνήθως σε αναλογία a:b = 2,5-3:1. Η χλωροφύλλη a αποτελεί την κύρια φωτοσυνθετική χρωστική, η οποία συμμετέχει στα κέντρα αντίδρασης των φωτοσυστημάτων I και II, τα οποία έχουν κυρίαρχο ρόλο στις φωτεινές αντιδράσεις. Απαντάται σε όλους τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, πλην των αναερόβιων φωτοσυνθετικών βακτηρίων. Έχει μέγιστο απορρόφησης τα 670 nm. Η χλωροφύλλη b απορροφάει σε χαμηλότερα μήκη κύματος από τη χλωροφύλλη a και έχει μέγιστο απορρόφησης τα 650 nm. Τα καροτενοειδή απορροφούν σε ακόμη μικρότερα μήκη κύματος με μέγιστο απορρόφησης τα 450 nm. Έτσι αυξάνεται το εύρος του ηλιακού φάσματος που είναι διαθέσιμο για τη φωτοσύνθεση (Μανέτας 2005, Sumbele 2010).

Στην ελιά στο φωτοσύστημα I, η σχέση χλωροφύλλης a:b είναι 4:1, ενώ οι υπόλοιπες χρωστικές βρίσκονται σε ασήμαντα ποσοστά. Αντίθετα στο φωτοσύστημα II τα ποσοστά των τελευταίων είναι περισσότερα και η αναλογία χλωροφύλλης a:b είναι 1:2 (Μανωλαράκης 2001).

Οι φωτεινές αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης πραγματοποιούνται στα θυλακοειδή (grana) των χλωροπλαστών τα οποία αποτελούνται από επάλληλες σειρές θυλακοειδών μεμβρανών, και περιέχουν τις φωτοσυνθετικές χρωστικές. Οι φωτοσυνθετικές χρωστικές συνδέονται με δομικές πρωτεΐνες που βρίσκονται επίσης στις φωτοσυλλεκτικές κεραίες και είναι διαφορετικές για κάθε φωτοσύστημα. Οι

χρωστικές δημιουργούν σύμπλοκα με τις πρωτεΐνες, μέσα από τα οποία μπορούν να εκφράσουν τη λειτουργική τους δράση (Sumbele 2010).

Η ενέργεια που απορροφάται από το φως του ήλιου μετατρέπεται σε NADPH και ATP μέσω πολύπλοκων διαδικασιών, τα οποία εξασφαλίζουν στο φυτό την απαραίτητη ενέργεια για τις βιοχημικές του αντιδράσεις.

Οι σκοτεινές αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης ονομάστηκαν έτσι διότι η ολοκλήρωσή τους δεν εξαρτάται άμεσα από την ενέργεια του ηλιακού φωτός. Μπορούν δηλαδή να πραγματοποιούνται και στο σκοτάδι γι' αυτό και χαρακτηρίστηκαν φωτοανεξάρτητες αντιδράσεις. Η ολοκλήρωσή τους ωστόσο προϋποθέτει τη διαθεσιμότητα NADPH και ATP.

Από τις βιοχημικές παραλλαγές των σκοτεινών αντιδράσεων η ελιά είναι ένα C3 φυτό. Ο κύκλος C3 ή κύκλος του Calvin είναι η μόνη βιοχημική οδός στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς που μέσω μίας σειράς από αντιδράσεις, επιτυγχάνει καθαρή δέσμευση του άνθρακα. Αυτή η μεταβολική δραστηριότητα θεωρείται η πιο σημαντική, διότι μετατρέπει τον ανόργανο άνθρακα σε οργανικές ενώσεις. Οι αντιδράσεις αυτές πραγματοποιούνται στο στρώμα των χλωροπλαστών και μπορούν να ταξινομηθούν σε τρία κύρια στάδια (Μανέτας 2005, Sumbele 2010):

1. Το πρώτο στάδιο αρχίζει με την είσοδο του CO<sub>2</sub> στον κύκλο C3 μέσω της καρβοξυλίωσης της διφωσφορικής ριβουλόξης (RuBP), η οποία είναι ένα σάκχαρο με 5 άτομα άνθρακα και 2 φωσφορικές ομάδες και αποτελεί μόριο δέκτη CO<sub>2</sub>. Από την καρβοξυλίωση παράγεται ένα ασταθές προϊόν που διασπάται σε 2 μόρια 3-φωσφογλυκερικού οξέος (PGA). Η κατάλυση της αντίδρασης γίνεται από το ένζυμο Rubisco. Το πρώτο σταθερό προϊόν έχει 3 άτομα άνθρακα γι' αυτό και ο κύκλος του Calvin ονομάστηκε και κύκλος C3.

2. Στο δεύτερο στάδιο το PGA ανάγεται σε 3-φωσφογλυκεριναλδεΐδη, ένα σάκχαρο με 3 άτομα άνθρακα (τριόζη). Η αντίδραση αυτή είναι ενδεργονική, απαιτώντας για κάθε PGA που ανάγεται, ένα μόριο ATP κι ένα μόριο NADPH<sub>2</sub>. Μέσω αυτής της διαδικασίας, ανάγεται ένα μόριο CO<sub>2</sub> και μία καρβοξυλική ομάδα προστίθεται σε ένα 5C σάκχαρο προς σχηματισμό 2 μορίων 3C σακχάρων.

3. Στο τρίτο στάδιο, τα 5/6 των παραγόμενων μορίων της τριόζης και 1 ATP καταναλώνονται για την αναγέννηση της RuBP, μορίου-δέκτη του CO<sub>2</sub>, ενώ το 1/6

παρέχεται για τη βιοσύνθεση χρήσιμων τελικών προϊόντων όπως οι εξόζες, αλλά και λιπαρά οξέα και αμινοξέα. Από τις εξόζες παράγεται ο δισακχαρίτης σακχαρόζη που συντίθεται στο κυτόπλασμα, περνά στο φλοιώμα και μεταφέρεται στο υπόλοιπο φυτό όπου καταναλώνεται ή αποθηκεύεται. Επίσης παράγεται ο πολυσακχαρίτης άμυλο που συντίθεται στους χλωροπλάστες, όταν η ταχύτητα παραγωγής σακχαρόζης είναι μικρότερη από την ταχύτητα της φωτοσύνθεσης και αποταμιεύεται στο χλωροπλάστη κατά την ημέρα για να διασπαστεί σε γλυκόζη κατά τη νύχτα.

Για να ολοκληρωθεί ο κύκλος του Calvin χρειάζεται ενέργεια, η οποία προέρχεται από το ATP και NADPH όπως αναλύθηκε παραπάνω. Συνεπώς δείχνει πως συνδέονται οι φωτεινές με τις σκοτεινές αντιδράσεις.

Το πλήρες όνομα της Rubisco είναι καρβοξυλάση/οξυγονάση της διφωσφοριβουλόζης. Το όνομα της υποδηλώνει ότι το ενεργό κέντρο του ενζύμου μπορεί να χρησιμοποιήσει ως υπόστρωμα τόσο το CO<sub>2</sub> όσο και το O<sub>2</sub> δηλαδή εκτός από το να καρβοξυλιώσει τη RuBP μπορεί εναλλακτικά να την οξυγονώσει (Μανέτας 2005).

Ο κύκλος C<sub>2</sub> ονομάζεται και φωτοαναπνοή, διότι αποτελεί μία φωτοεξαρτώμενη αντίδραση η οποία περιλαμβάνει την κατανάλωση O<sub>2</sub> και την έκλυση CO<sub>2</sub>, δηλαδή μοιάζει με την κυτταρική αναπνοή. Όμως αυτή η ομοιότητα σταματά στην ανταλλαγή αερίων, διότι κατά τον κύκλο καταναλώνεται ATP αντί να παράγεται. Έτσι επικράτησε η ονομασία κύκλος C<sub>2</sub> ή ακριβέστερα, οξειδωτικός φωτοσυνθετικός κύκλος του άνθρακα (Μανέτας 2015).

Συνοπτικά στον κύκλο C<sub>2</sub>, από κάθε δύο μόρια φωσφογλυκολικού οξέος (2X2 C) που παράγονται, ένα μόριο PGA (3 C) επιστρέφει στον κύκλο C<sub>3</sub>, δηλαδή διασώζονται τα ¾ του φωτοσυνθετικά αφομοιωμένου άνθρακα. Ακόμη το πολύτιμο άζωτο που απελευθερώνεται ως αμμωνία διασώζεται με αντιδράσεις στο χλωροπλάστη, όπου επανενσωματώνεται σε αμινοξέα χρησιμοποιώντας ATP και αναγωγική δύναμη. Έτσι συνολικά ο κύκλος C<sub>2</sub> καταναλώνει περίπου τόσο ATP και αναγωγική δύναμη όσο και ο κύκλος του Calvin (Μανέτας 2005).

Μία χρησιμότητα του κύκλου C<sub>2</sub> είναι ο ρόλος του ως ασφαλιστική δικλείδα σε περιπτώσεις υπερσυσσώρευσης ενέργειας (π.χ. όταν η κατανάλωση ATP και NADPH<sub>2</sub> είναι μικρότερη από την ταχύτητα παραγωγής τους) προστατεύοντας τα

φυτά από τη φωτοαναστολή, ιδιαίτερα σε συνθήκες έντονης ηλιοφάνειας, υψηλών θερμοκρασιών και χαμηλής συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> (Μανέτας 2005).

### **2.3.1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση**

Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης μπορεί να επηρεαστεί από πολλούς παράγοντες, οι κυριότεροι από τους οποίους, σύμφωνα με τους Μανωλαράκης (2001), Μανέτας (2005) και Sumbele (2010) είναι οι εξής:

#### ΦΩΣ

Η λειτουργία της φωτοσύνθεσης απαιτεί φως για να πραγματοποιηθεί. Η ένταση της φωτεινής ακτινοβολίας, για σταθερή παροχή CO<sub>2</sub>, μπορεί να αποτελέσει περιοριστικό παράγοντα για την καθαρή φωτοσύνθεση. Η μέτρηση της καθαρής φωτοσύνθεσης αρχίζει από το σημείο αντισταθμίσεως του φωτισμού στο οποίο η καθαρή φωτοσύνθεση ισούται με το μηδέν, που σημαίνει ότι η πρόσληψη CO<sub>2</sub> είναι ίση με την έκλυσή του. Πάνω από αυτό το σημείο, η φωτοσύνθεση αυξάνεται γραμμικά, όσο αυξάνεται η φωτοσυνθετική ροή φωτονίων (Photosynthetic Photon Flux Density, PPFD). Μετά από κάποια ένταση, η συνάρτηση φτάνει σε κορεσμό (φωτοκορεσμός) και η κλίση της καμπύλης μειώνεται. Αυτό σημαίνει ότι ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης παραμένει σταθερός, όσο και αν αυξηθεί η ένταση του φωτός υποδεικνύοντας ότι από αυτό το σημείο κι έπειτα κάποιος άλλος παράγοντας καθίσταται περιοριστικός. Κάτω από το σημείο αντισταθμίσεως φωτισμού η αναπνοή είναι μεγαλύτερη από την ολική φωτοσύνθεση, δηλαδή συμβαίνει καθαρή έκλυση CO<sub>2</sub>. Το φύλλο της ελιάς χρησιμοποιεί μόνο το 30% περίπου της πλήρους ηλιοφάνειας για να φτάσει στο μέγιστο της φωτοσύνθεσης. Πρέπει όμως να δέχεται άμεσα το φως γι' αυτό και η φωτοσύνθεση μειώνεται κατά πολύ στο εσωτερικό της κόμης του δέντρου.

#### CO<sub>2</sub>

Το CO<sub>2</sub> είναι απαραίτητο στοιχείο για την επιτέλεση του έργου της φωτοσύνθεσης και οι διακυμάνσεις στη συγκέντρωσή του, επηρεάζουν τη φωτοσυνθετική απόδοση των φυτών. Όπως και με το φως υπάρχει και για το CO<sub>2</sub> σημείο αντιστάθμισης όπου σε συνθήκες φωτοκορεσμού και σταθερής συγκέντρωσης O<sub>2</sub>, η καθαρή φωτοσύνθεση ισούται με μηδέν, δηλαδή η ολική φωτοσύνθεση ισούται με την αναπνοή. Οι χαμηλές τιμές του σημείου αντισταθμίσεως CO<sub>2</sub> σημαίνουν ότι το

φυτό αξιοποιεί πολύ πιο αποδοτικά χαμηλές συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> και αναπνέει με μικρή ταχύτητα. Ουσιαστικά η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα σπάνια μεταβάλλεται τόσο ώστε να επηρεάσει τη φωτοσύνθεση. Οι παράγοντες που μειώνουν τη διάχυση του CO<sub>2</sub> μέσα στο φύλλο είναι αυτοί που μπορεί να τη μειώσουν.

### ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η θερμοκρασία αποτελεί έναν από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες ο οποίος παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις και παίζει κυρίαρχο ρόλο στην ανάπτυξη αλλά και στην επιβίωση των φυτών. Σε βιοχημικό επίπεδο, επιδρά στις μεμβρανικές πρωτεΐνες, στην ενζυμική δραστηριότητα και στην ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων. Οι ακραία υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες προκαλούν βλάβες στη φωτοσυνθετική συσκευή, μέσω επιδράσεων σε μεμβρανικά ένζυμα. Συχνά προκαλούν φωτοαναστολή ή ακόμα και μη-αντιστρεπτή φωτο-οξείδωση. Οι τιμές που μπορούν να χαρακτηρίσουν τη θερμοκρασία ακραία ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή προέλευσης του φυτού και το είδος του. Ούτε όμως και συγκεκριμένη τιμή για την άριστη θερμοκρασία φωτοσύνθεσης υπάρχει. Τα φυτά όπως συμβαίνει και με τις διαφορετικές εντάσεις του φωτός, μπορούν να εγκλιματιστούν και σε διαφορετικές θερμοκρασίες στο περιβάλλον τους. Η ικανότητα αυτή ποικίλει μεταξύ των διαφορετικών ειδών φυτών. Για την ελιά ευνοϊκές θερμοκρασίες φωτοσύνθεσης είναι 15-30 °C, ενώ η υπερβολική ζέστη την επηρεάζει αρνητικά, καθώς αυξάνεται η αναπνοή και η υπερβολική διαπνοή προκαλεί κλείσιμο των στομάτων.

### NEPO

Το νερό είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη των φυτών και την επιτέλεση όλων των λειτουργιών τους, συνεπώς και της φωτοσύνθεσης. Η οικονομία του νερού, όταν αυτό βρίσκεται σε έλλειψη, υπερισχύει της ανάγκης για πρόσληψη CO<sub>2</sub> κι έτσι τα στόματα κλείνουν. Ακόμη διαταράσσονται οι λειτουργίες και η δομή των κυττάρων με αποτέλεσμα να μειώνεται ή να σταματάει εντελώς η φωτοσυνθετική διαδικασία. Όσον αφορά τη σχετική υγρασία του αέρα, όταν αυτή είναι χαμηλή, η άριστη θερμοκρασία για τη φωτοσύνθεση είναι μικρότερη από την αντίστοιχη σε υψηλή υγρασία.

### ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



Τα θρεπτικά στοιχεία έχουν άμεση αλλά και έμμεση συμμετοχή στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης με πολλούς τρόπους. Το άζωτο και το μαγνήσιο αποτελούν στοιχεία της χλωροφύλλης, ο φώσφορος παίζει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό και στη μεταφορά ενέργειας, ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος, το μολυβδαίνιο και το μαγγάνιο ρυθμίζουν τη δράση των ενζύμων. Συνεπώς η έλλειψη ενός ή περισσότερων στοιχείων περιορίζει τη φωτοσύνθεση. Επιπροσθέτως οι ελλείψεις στοιχείων απαραίτητων για τη φυσιολογική ανάπτυξη και αύξηση των φύλλων μειώνουν επίσης τη φωτοσύνθεση.

Η κύρια πηγή των προϊόντων της φωτοσύνθεσης στην ελιά είναι τα ώριμα φύλλα που παραμένουν στο δέντρο για δύο χρόνια. Πολλά από τα φωτοσυνθετικά προϊόντα που παράγονται, αποθηκεύονται στα φύλλα σαν μανιτόλη, η οποία μπορεί να μεταφερθεί και να αποθηκευτεί ή να χρησιμοποιηθεί σε άλλα μέρη του φυτού (Μανωλαράκης 2001).

### **2.3.2 Διαπνοή**

Οι μαλακοί ιστοί των φυτών, σε ποσοστό που φτάνει το 90-95%, αποτελούνται από νερό το οποίο προμηθεύονται από το έδαφος μέσω των ριζών. Ωστόσο περισσότερο από το 95% του νερού που απορροφάται δεν παραμένει στο φυτό αλλά εξατμίζεται στην ατμόσφαιρα υπό μορφή υδρατμών, μέσω των στοματικών πόρων των φύλλων. Η διεργασία αυτή ονομάζεται διαπνοή (Μανέτας 2005).

Η δομή των στομάτων των φύλλων είναι ιδιαίτερη, ώστε να εξυπηρετεί το κλείσιμο και το άνοιγμά τους όταν αυτό είναι απαραίτητο. Συγκεκριμένα κάθε στόμα αποτελείται από έναν πόρο, ο οποίος περιβάλλεται από δύο νεφροειδή ή αλτηροειδή (στα αγρωστώδη) καταφρακτικά κύτταρα. Τα γειτονικά τους κύτταρα ονομάζονται παραστοματικά και είναι επιδερμικά κύτταρα που συμμετέχουν στη λειτουργία των καταφρακτικών. Τα παραστοματικά και καταφρακτικά κύτταρα μαζί, σχηματίζουν το λεγόμενο στοματικό σύμπλοκο (Μανέτας 2005).

Η διαπνοή προκαλείται από τη διαφορά στο δυναμικό των υδρατμών. Ο κύριος παράγοντας που την επηρεάζει είναι η σχετική υγρασία του εξωτερικού αέρα η οποία καθορίζει το δυναμικό των υδρατμών. Όταν η σχετική υγρασία είναι υψηλή, ο ρυθμός διαπνοής μειώνεται, ενώ όταν είναι χαμηλή, αυξάνεται. Η θερμοκρασία

αποτελεί επίσης σημαντικό παράγοντα. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του φύλλου, τόσο μειώνεται το δυναμικό των υδρατμών, και αυτό σημαίνει ότι αυξάνεται ο ρυθμός της διαπνοής (Μανέτας 2005).

Η ταχύτητα απώλειας νερού από τα φύλλα καθορίζεται από τη λεγόμενη αντίσταση των στομάτων στην απώλεια νερού, η οποία εξαρτάται από τη διάμετρο του πόρου. Η διάμετρος του πόρου έχει να κάνει με τις μεταβολές της σπαργής στα καταφρακτικά κύτταρα και το μέγεθος της σπαργής με τη σειρά του εξαρτάται από τη συγκέντρωση των διαλυμένων ουσιών των καταφρακτικών. Συγκεκριμένα η αύξηση των διαλυμένων ουσιών συνεπάγεται αύξηση της ωσμωτικής πίεσης και επομένως μείωση του δυναμικού του νερού. Εφόσον λοιπόν το δυναμικό γίνεται αρνητικότερο, το νερό εισχωρεί στα καταφρακτικά κύτταρα, η πίεση σπαργής αυξάνεται και τα στόματα ανοίγουν μέχρι την αποκατάσταση ισορροπίας (Μανέτας 2005).

Το άνοιγμα των στομάτων επηρεάζει επίσης η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στο εσωτερικό των φύλλων. Όταν η συγκέντρωση είναι μειωμένη, τα στόματα αυξάνουν το άνοιγμά τους, ενώ στην αντίθετη περίπτωση το μειώνουν, ώστε να εναρμονίσουν τις φωτοσυνθετικές ανάγκες του φυτού για CO<sub>2</sub>. Ακόμη έχει βρεθεί ότι ο διπλασιασμός του ατμοσφαιρικού CO<sub>2</sub> μειώνει την αντίσταση των στομάτων κατά 40% (Μανέτας 2005).

Όσον αφορά το φως, όταν τα φυτά διαθέτουν επαρκές νερό, το άνοιγμα των στομάτων ακολουθεί την έντασή του, με άνοιγμα των στομάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας και κλείσιμο τη νύχτα. Η αντίδραση στο φως ρυθμίζεται από σύστημα που αποκρίνεται στη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία (PAR, 400-700 nm) ή/και από ένα σύστημα που αποκρίνεται στο μπλε φως και βασίζεται στη ζεαξανθίνη (Μανέτας 2005).

Όταν τα φυτά υποστούν υδατική καταπόνηση λόγω έλλειψης νερού και αυξημένης διαπνοής, κλείνουν τα στόματα των φύλλων τους. Το άμεσο σήμα για κλείσιμο των στομάτων δίνει η αύξηση της συγκέντρωσης του αμπισικού οξέος, ABA, στα καταφρακτικά κύτταρα. Το ABA είναι ένας αναπτυξιακός ρυθμιστής που συχνά αναφέρεται ως ορμόνη καταπόνησης. Συντίθεται στη ρίζα αλλά σε περιπτώσεις ανάγκης μπορεί να συντεθεί στα φύλλα και να προκαλέσει άμεσο κλείσιμο των στομάτων. Το ABA προκαλεί την έξοδο των διαλυμένων ουσιών (ιόντων) από τα

καταφρακτικά κύτταρα η οποία συνεπάγεται πτώση της σπαργής και μερικό ή πλήρες κλείσιμο των στομάτων (Μανέτας 2005).

Επίσης η δομή και η υφή της επιφάνειας του φύλλου παίζουν σημαντικό ρόλο στο ρυθμό διαπνοής. Η παρουσία τριχών, η τοποθέτηση των στομάτων μέσα σε εγκοιλώσεις και η ικανότητα συστροφής των φύλλων, έτσι ώστε η επιφάνεια που φέρει τα στόματα να εσωκλείεται, μειώνουν το ρυθμό και την ταχύτητα απώλειας νερού (Μανέτας 2005). Στην ελιά τα καταπονημένα από έλλειψη υγρασίας φύλλα περιστρέφονται εκθέτοντας την κατώτερη επιφάνεια που φέρει τα στόματα (καλυμμένα από το ειδικό τρίχωμα), η οποία είναι ανοικτόχρωμη και επομένως ανακλαστική στην υπερβολική ηλιακή ακτινοβολία.

Η διεργασία της διαπνοής μπορεί φαινομενικά να μοιάζει με σπατάλη νερού, όμως στην πραγματικότητα αποτελεί αναπόφευκτη συνέπεια προσαρμογής της φωτοσύνθεσης σε χειρσαίες συνθήκες. Για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία της φωτοσύνθεσης πρέπει τα στόματα να είναι ανοιχτά, έτσι ώστε να μπορεί να εισέλθει το CO<sub>2</sub>, από τον ίδιο ακριβώς δρόμο όμως εξέρχονται και οι υδρατμοί στην ατμόσφαιρα. Η διαπνοή εξυπηρετεί δύο ακόμη λειτουργίες. Η μία είναι ο δροσισμός των φύλλων, σε περιπτώσεις όπου η υψηλή θερμοκρασία και οι υψηλές εντάσεις φωτός καταπονούν το φυτό. Και η δεύτερη είναι η προώθηση της μεταφοράς των θρεπτικών συστατικών που απορροφώνται από τις ρίζες, προς τα φύλλα, μέσω της πρόκλησης διαπνευστικού ρεύματος μέσα στο φυτό (Μανέτας 2005).

### **2.3.3 Ξηρή Ουσία και Ειδική Φυλλική Επιφάνεια**

Η περιεκτικότητα του φύλλου σε ξηρή ουσία (leaf dry matter content, LDMC), ορίζεται ως η αναλογία του ξηρού βάρους του φύλλου προς το νωπό βάρος του. Μόνο τα 25 από τα 103 γνωστά χημικά στοιχεία συμμετέχουν σε μικρό ποσοστό στη σύσταση της ξηρής ουσίας. Ο άνθρακας και το οξυγόνο συγκροτούν το μεγαλύτερο μέρος του ξηρού βάρους του φυτικού σώματος αγγίζοντας το ποσοστό του 45% το καθένα. Άλλα στοιχεία που μπορούν να εκφραστούν με την έννοια της ποσοστιαίας αναλογίας ως προς το ξηρό βάρος, είναι το υδρογόνο με ποσοστό 6%, το άζωτο με 1,5%, το κάλιο με 1%, το ασβέστιο με 0,5%, ο φώσφορος και το μαγνήσιο με 0,2% το καθένα και το θείο με 0,1% (Καράταγλης 1994).

Η ειδική φυλλική επιφάνεια (specific leaf area, SLA) εκφράζεται ως ο λόγος της φυλλικής επιφάνειας προς το ξηρό βάρος του φύλλου. Όσο τα φύλλα ωριμάζουν, η ειδική φυλλική επιφάνεια μειώνεται, ενώ όταν επικρατεί βαθιά σκίαση, αυξάνεται. Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα φύλλα με υψηλή ειδική φυλλική επιφάνεια, όταν βρίσκονται σε φωτεινό περιβάλλον, έχουν σε κάποιο βαθμό μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης. Οι τιμές της ειδικής φυλλικής επιφάνειας ποικίλουν, με τη χαμηλότερη τιμή να κυμαίνεται σε 2 m<sup>2</sup> ανά κιλό ξηρού βάρους του φύλλου και την υψηλότερη να ξεπερνά τα 50 m<sup>2</sup> ανά κιλό ξηρού βάρους (Hall 1993).

Τόσο η περιεκτικότητα του φύλλου σε ξηρή ουσία (LDMC), όσο και η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) αποτελούν σημαντικά χαρακτηριστικά των φυτών που συνδέονται με πολλές κρίσιμες πτυχές της ανάπτυξης και της επιβίωσής τους, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες για το πώς τα φυτά χρησιμοποιούν τα θρεπτικά συστατικά και το νερό (Li et al. 2005).

#### **2.3.4 Ειδικό βάρος των φύλλων**

Το ειδικό βάρος των φύλλων (Specific leaf weight, SLW, kg/m<sup>2</sup>) ορίζεται ως ο λόγος του ξηρού βάρους των φύλλων προς την επιφάνειά τους. Δηλαδή είναι το αντίστροφο της ειδικής φυλλικής επιφάνειας. Το ειδικό βάρος των φύλλων συσχετίζεται με το πάχος των φύλλων, δηλαδή με την επένδυση σε βιομάζα στη μονάδα της επιφάνειας και σε μερικές περιπτώσεις με το ρυθμό φωτοσύνθεσης, ενώ δείχνει έμμεσα και το συνολικό αριθμό των κυττάρων στο μεσόφυλλο των φύλλων (Hall 1993).

### **2.4 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΡΠΟΥ**

#### **2.4.1 Γενικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών**

Με τον όρο ποιότητα καρπού εννοούμε όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένας καρπός ώστε να ικανοποιεί το σκοπό για τον οποίο προορίζεται και για να είναι αποδεκτός από τον καταναλωτή. Η ποιότητα των καρπών είναι αυτή που καθορίζει την εμπορική τους αξία. Πλήθος χαρακτηριστικών συνθέτουν την ποιότητα, ωστόσο δεν είναι κατ' ανάγκη τα ίδια για τον παραγωγό, τον έμπορο, τον καταναλωτή ή το βιομήχανο και κυρίως διαφέρουν με βάση το προορισμό χρήσης

τους, π.χ. άλλα χαρακτηριστικά είναι εκείνα που συνθέτουν την ποιότητα της βρώσιμης ελιάς και άλλα της ελαιοποιήσιμης.

Μέχρι και τα τελευταία χρόνια τα χαρακτηριστικά της ποιότητας που ενδιέφεραν τον καταναλωτή αφορούσαν τα χαρακτηριστικά, τη γενική εξωτερική εμφάνιση και την υφή των καρπών. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των καρπών, αυτά είναι το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα και περιγράφονται από το Βασιλακάκη (2013) παρακάτω.

Το σχήμα αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα κάθε ποικιλίας. Επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες, από τον αριθμό των σπερμάτων σε περιπτώσεις πολύσπερμων καρπών (π.χ. μήλα), από τυχόν τραύματα που προκαλούν διαφορετική αύξηση των διαφόρων ιστών του καρπού και από άλλους παράγοντες σε μικρότερο βαθμό.

Το μέγεθος είναι επίσης χαρακτηριστικό κάθε ποικιλίας, αλλά εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Ένας από τους κυριότερους είναι η υγεία και ευρωστία του φυτού και ο βαθμός της φωτοσυνθετικής του ικανότητας. Επίσης η θρέψη και η άρδευση στις κρίσιμες περιόδους ανάπτυξης του φυτού και του καρπού παίζουν κύριο ρόλο στο τελικό μέγεθος των καρπών. Ακόμη το συνολικό φορτίο του δέντρου έχει άμεση σχέση με το μέγεθος των καρπών, αφού όσο πιο φορτωμένο είναι το δέντρο, τόσο μικρότερο μέγεθος έχουν οι καρποί και το αντίστροφο. Γι' αυτό άλλωστε εφαρμόζεται και το αραιώμα. Τέλος έχει αποδειχθεί ότι και το υποκείμενο του δέντρου επηρεάζει το μέγεθος των καρπών.

Το χρώμα αποτελεί σαφώς χαρακτηριστικό γνώρισμα των ποικιλιών. Η ομοιομορφία και η έντασή του προσελκύουν τους καταναλωτές. Το χρώμα αποτελεί κριτήριο ωριμότητας για τα περισσότερα είδη καρπών. Επηρεάζεται επομένως από το στάδιο ωρίμανσης, τις κλιματικές και άλλες συνθήκες. Το χρώμα οφείλεται στην παρουσία της χλωροφύλλης, των καροτενοειδών και των ανθοκυανών. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκέντρωση αυτών των χρωστικών κατά συνέπεια επηρεάζουν το χρώμα των καρπών. Τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι η θερμοκρασία, η ένταση και η ποιότητα του φάσματος του ηλιακού φωτός, η λίπανση, κ.ά.

Η γενική εξωτερική εμφάνιση του καρπού, πέρα από τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν παραπάνω, συνίσταται και από την κατάσταση της επιφάνειάς του. Από

το αν δηλαδή είναι ομαλή, λεία ή τραχιά, αν εμφανίζει βλάβες, κηλίδες ή στίγματα από ασθένειες, αλλοιώσεις από υπερβολική αφυδάτωση, τραυματισμούς και μολωπισμούς από κακή μεταχείριση. Όλα αυτά τα ελαττώματα μειώνουν σημαντικά την εμπορική αξία των καρπών ή ακόμη τους καθιστούν ακατάλληλους για εμπορία. Εδώ πρέπει να προστεθεί και η εσωτερική κατάσταση των φυτικών μερών όπως η σκληρότητα ή η μαλακότητα των καρπών (Βασιλακάκης 2013).

Βεβαίως υπάρχουν χαρακτηριστικά ποιότητας που δε φαίνονται αλλά προσδιορίζονται με διάφορα όργανα ή μεθόδους και είναι εξίσου ή και περισσότερο σημαντικά από αυτά που βλέπει ο καταναλωτής. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι η περιεκτικότητα σε στερεά διαλυτά, η ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα, ο λόγος διαλυτών στερεών προς την οξύτητα ή δείκτης ωρίμανσης, η περιεκτικότητα σε άμυλο, αναγωγικά σάκχαρα και η περιεκτικότητα σε βιταμίνες, ιδιαίτερα σε Α και C και περιγράφονται παρακάτω σύμφωνα με το Βασιλακάκη (2013).

Η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά (Δ.Σ.) είναι ποιοτικό χαρακτηριστικό το οποίο χρησιμοποιείται και ως κριτήριο συγκομιδής. Τα ακτινίδια για παράδειγμα συγκομίζονται όταν αποκτήσουν πάνω από 6,5% Δ.Σ., ενώ τα μήλα δεν πρέπει να συλλέγονται αν δεν ξεπεράσουν το 11% Δ.Σ. Στα πεπόνια ειδικότερα η περιεκτικότητα σε Δ.Σ. έχει τόσο άμεση συσχέτιση με την ποιότητα που σε ορισμένες χώρες το ποσοστό της αναγράφεται σε κάθε πεπόνι.

Η οξύτητα είναι σημαντικό χαρακτηριστικό ποιότητας και αποτελεί επίσης κριτήριο συγκομιδής κυρίως στα εσπεριδοειδή, καθώς και σε άλλα φρούτα και ποικιλίες φρούτων. Με την ωρίμανση των καρπών η οξύτητα μειώνεται και ο καρπός γίνεται κατάλληλος για κατανάλωση. Η ογκομετρούμενη ή ολική οξύτητα είναι αυτή που προσδιορίζεται και όχι η ενεργός οξύτητα δηλαδή το pH.

Η σχέση διαλυτών στερεών/οξύτητα είναι χαρακτηριστικό που χρησιμοποιείται ως κριτήριο συγκομιδής και ποιότητας μόνο στα εσπεριδοειδή.

Η περιεκτικότητα σε λάδι αποτελεί χαρακτηριστικό ποιότητας και συγκομιδής της ελιάς και του αβοκάντο. Το αβοκάντο συγκομίζεται όταν ο καρπός αποκτήσει 10-12% λάδι, ενώ η βρώσιμη ελιά όταν έχει 12-20% λάδι.

Η περιεκτικότητα σε άμυλο και αναγωγικά σάκχαρα αποτελούν αμφότερα σπουδαία χαρακτηριστικά ποιότητας και συγκομιδής. Τα οξέα και το άμυλο

μειώνονται, καθώς ο καρπός ωριμάζει, ενώ τα αναγωγικά σάκχαρα αυξάνονται. Ο προσδιορισμός του αμύλου με το τεστ του ιωδίου δείχνει το βαθμό ωρίμανσης των γιγαρτόκαρπων (μήλων και αχλαδιών), ενώ ο προσδιορισμός των αναγωγικών σακχάρων αποτελεί μία καθιερωμένη ανάλυση που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της ποιότητας πολλών προϊόντων.

Η περιεκτικότητα σε βιταμίνες είναι πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό των καρπών, αφού είναι ευρέως γνωστός ο ζωτικής σημασίας ρόλος τους στην υγεία του ανθρώπου. Απαραίτητα για τον ανθρώπινο οργανισμό είναι επίσης ανόργανα στοιχεία όπως χλώριο, νάτριο, κάλιο, ασβέστιο, φώσφορος κ.ά. Σημαντικές ποσότητες ανόργανων στοιχείων περιέχονται σε όλα τα φρούτα, κυρίως στα αποξηραμένα και στους ξηρούς καρπούς.

Τα φρούτα ή τα σπέρματα αυτών περιέχουν κάποιες χημικές ουσίες οι οποίες τους προσδίδουν τη χαρακτηριστική τους γεύση και άρωμα. Συνεπώς η περιεκτικότητα αυτών των ουσιών αποτελεί άκρως σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό. Επιπλέον διαθέτουν φαρμακευτικές ιδιότητες χρήσιμες ή και βλαβερές για τον άνθρωπο. Κάποιες από αυτές τις χημικές ουσίες είναι τα αλκαλοειδή που βρίσκονται στα σπέρματα καφέ και κακάου, οι φαινόλες που υπάρχουν στην ελιά, οι ταννίνες, δεσφικές ουσίες και πικρίζουσες ουσίες.

Ένα ακόμη συστατικό των καρπών του οποίου η περιεκτικότητα αποτελεί χαρακτηριστικό ποιότητας και παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη διατροφή και υγεία του ανθρώπου είναι οι φυτικές ίνες, οι κυτταρίνες και ημικυτταρίνες.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τα οπτικά μη φανερά χαρακτηριστικά ποιότητας που αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι οι καλλιεργητικές φροντίδες που δέχεται ή στερείται το φυτό. Κάποιες από αυτές μπορεί να είναι η άρδευση, η λίπανση, το κλάδεμα, η φυτοπροστασία, κ.ά. Άμεση συσχέτιση με την ποιότητα των καρπών έχει ακόμη το στάδιο συγκομιδής. Επίσης οι μετασυλλεκτικοί χειρισμοί, η μέθοδος και η διάρκεια συντήρησης έχουν σοβαρό αντίκτυπο στην ποιότητα των καρπών (Βασιλακάκης 2013).

#### **2.4.2 Ποιότητα ελαιοκάρπου**

Ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη, σφαιρική ή ελλειψοειδής. Αποτελείται από το φλοιό ή περικάρπιο, που περιλαμβάνει την εφυμενίδα και την επιδερμίδα, τη σάρκα ή

μεσοκάρπιο όπου γίνεται η ελαιοποίηση και τον πυρήνα ή ενδοκάρπιο (κουκούτσι), ο οποίος περιλαμβάνει το ξυλώδες περίβλημα και το σπέρμα. Το χρώμα του καρπού είναι πράσινο και μέχρι την πλήρη ωρίμανση μεταβάλλεται σε πρασινοκίτρινο, ιώδες έως και μελανοϊώδες. Το μέγεθος, όπως και το σχήμα, εξαρτώνται από την ποικιλία, όμως επηρεάζονται και από άλλους παράγοντες, όπως το φορτίο παραγωγής, τη θρέψη των δέντρων, τις καλλιεργητικές φροντίδες, κ.ά. (Γιαννοπολίτης 2009, Θεριός 2015).

Η ποιότητα των ελαιόκαρπων όπως και των καρπών άλλων οπωροφόρων δέντρων έχει να κάνει με διάφορα χαρακτηριστικά τους, τον τρόπο συγκομιδής τους και το μετασυλλεκτικό χειρισμό τους. Τα κύρια κριτήρια ποιότητας των καρπών της ελιάς είναι οι οργανοληπτικές τους ιδιότητες, η διατροφική τους αξία, η κατάσταση υγιεινής τους και τα τεχνολογικά τους χαρακτηριστικά. Αυτά τα κριτήρια περιγράφονται παρακάτω.

Ο όρος οργανοληπτικές ιδιότητες περιλαμβάνει χαρακτηριστικά όπως η εμφάνιση των καρπών, το χρώμα, το σχήμα, το μέγεθος, η υφή τους, κ.ά. Ελαττώματα στην επιφάνειά τους όπως βλάβες, κηλίδες ή στίγματα από ασθένειες, αλλοιώσεις, τραυματισμοί και μωλωπισμοί από κακή μεταχείριση μειώνουν σημαντικά την ποιότητα και άρα την εμπορική αξία των καρπών. Η υφή πρέπει να είναι λεία και ομαλή, η σάρκα να είναι συνεκτική και σκληρή (ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης), το σχήμα να ανταποκρίνεται στα πρότυπα της ποικιλίας και το χρώμα να είναι ανάλογο του σταδίου ωρίμανσης που καθορίζεται από τη χρήση των καρπών. Κάθε απόκλιση αυτών των χαρακτηριστικών αποτελεί δείκτη κατώτερης ποιότητας.

Στις επιτραπέζιες ποικιλίες πολύ μεγάλη σημασία έχει και το μέγεθος των ελαιόκαρπων το οποίο καθορίζει την τιμή αγοράς τους. Με βάση τον αριθμό των καρπών ανά κιλό, οι καρποί ταξινομούνται σε κατηγορίες με πρώτη τη Super Mammouth με 91-100 καρπούς ανά κιλό και τελευταία τη Bullets με περισσότερους από 351 καρπούς ανά κιλό (Θεριός 2015).

Όσον αφορά τη διατροφική αξία του ελαιόκαρπου, ο ελαιόκαρπος είναι καρπός φτωχός σε πρωτεΐνες και υδατάνθρακες αλλά πλούσιος σε λίπη. Η ενεργειακή του αξία κυμαίνεται από 250-350 θερμίδες ανά 100 γραμμάρια καρπού. Περιέχει βιταμίνη Α σε περιεκτικότητα 760 IU ανά 100 γραμμάρια καρπού και βιταμίνη C από 2,5 έως 9,6 mg ανά 100 γραμμάρια καρπού. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι οι



ελαιοποιήσιμες ποικιλίες περιέχουν περισσότερη βιταμίνη C από τις επιτραπέζιες, στις οποίες μεγάλο μέρος αυτής της βιταμίνης καταστρέφεται κατά τη μεταποίηση. Άλλα συστατικά του ελαιόκαρπου πολύ ευεργετικά για την υγεία είναι οι πολυφαινόλες, οι στερόλες, τα καροτένια, οι τερπενικές αλκοόλες, οι τοκοφερόλες και η β-καροτίνη. Ακόμη ο ελαιόκαρπος περιέχει άλατα, αρωματικές ουσίες και ανόργανα στοιχεία (P, S, Ca, K, Fe) που έχουν μεγάλο ενδιαφέρον σαν βιολογικά συστατικά για τον άνθρωπο (Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου 2014, Θεριός 2015).

Οι καρποί της ποικιλίας «Χονδρολιά Χαλκιδικής» είναι πλούσιοι σε ασβέστιο (94 mg/100 g), έχουν σίδηρο σε περιεκτικότητα 50 mg/100 g καρπού και ω-3 λιπαρά οξέα τα οποία αποτελούν το 1,4% του ελαίου. Η περιεκτικότητά τους ωστόσο σε συνολικά λιπαρά είναι σχετικά χαμηλή. (<http://www.minagric.gr/gpa/omilies/MOUTAFIS.pdf>).

Σύμφωνα με τους Ποντίκης (2000) και Θεριός (2015), οι φυσικοχημικές ιδιότητες του ελαιοκάρπου αφορούν τα συστατικά από τα οποία αποτελείται η σάρκα του, τα οποία είναι τα εξής:

**Ελαιόλαδο.** Το ελαιόλαδο αποτελεί το 17-35% του νωπού βάρους της σάρκας και περιλαμβάνει υδατάνθρακες, λιπαρές αλκοόλες και συστατικά που σαπωνοποιούνται όπως τριγλυκερίδια και ελεύθερα λιπαρά οξέα. Η περιεκτικότητά του εξαρτάται από την ποικιλία, την άρδευση και γενικότερα τις καλλιεργητικές φροντίδες και το στάδιο ωρίμανσης του καρπού.

**Νερό.** Η περιεκτικότητα του καρπού σε νερό φτάνει το 70%, όμως εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως την ποικιλία, το στάδιο αύξησης του καρπού, την άρδευση και τις συνθήκες που επικρατούν κατά την περίοδο ωρίμανσης.

**Ελευρωπαΐνη** η οποία είναι μία πολυφαινόλη. Σε αυτή οφείλεται η πικρή γεύση της ελιάς και το μαύρο χρώμα στις ώριμες ελιές που προκύπτει μετά την οξειδωσή της. Η συγκέντρωσή της όμως στον ελαιόκαρπο μειώνεται, καθώς αυτός ωριμάζει μέχρι να μηδενιστεί. Στις βρώσιμες ελιές η ελευρωπαΐνη αφαιρείται είτε με πλύσιμο και συνεχείς αλλαγές νερού, είτε με προσθήκη καυστικού νατρίου ή χλωριούχου νατρίου και έκπλυση.

**Σάκχαρα** τα κυριότερα από τα οποία περιέχει ο ελαιόκαρπος είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη, η μανόζη, η γαλακτόζη και η σακχαρόζη. Στις βρώσιμες ελιές η

περιεκτικότητα των σακχάρων έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς μεγάλη ποσότητα αυτών είναι επιθυμητή διότι κατά τη γαλακτική ζύμωση παράγεται γαλακτικό οξύ το οποίο συντηρεί τις ελιές και προσδίδει σε αυτές πικρή γεύση.

**Πρωτεΐνες**, των οποίων η περιεκτικότητα στον ελαιόκαρπο ανέρχεται σε 1,5-3%. Σε αυτές περιέχονται σχεδόν όλα τα κύρια αμινοξέα που βρίσκονται σε άλλους φυτικούς ιστούς. Κάποια από αυτά τα αμινοξέα είναι η αργινίνη, το ασπαραγινικό και γλουταμινικό οξύ, η λευκίνη και η βαλίνη και η περιεκτικότητά τους εξαρτάται από την ποικιλία και από το στάδιο ωρίμανσης του καρπού.

Άλλα συστατικά του ελαιοκάρπου είναι οι στερεογλυκοζίτες, οι κερεμπροζίτες, τα σουλφολίπη, ανόργανα στοιχεία όπως κάλιο, νάτριο, ασβέστιο, μαγγάνιο, μαγνήσιο, σίδηρος, φώσφορος, χλώριο, ψευδάργυρος, και οξέα όπως το κιτρικό, το οξαλικό, το μηλικό, το γαλακτικό, το τρυγικό, το φουμαρικό και το μηλονικό.

Η ασφάλεια των ελαιοκάρπων όπως και κάθε είδους καρπών από πλευρά υγιεινής έχει βαρύνουσα σημασία. Προσβολές από βακτήρια ή μύκητες και η ύπαρξη τοξινών και υπολειμμάτων από φυτοφάρμακα μειώνουν όχι μόνο την ποιότητα και την εμπορική αξία των καρπών, αλλά τους καθιστούν και ακατάλληλους για εμπορία (Θερίος 2015).

### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 3.1 Γενικά στοιχεία του πειραματικού ελαιώνα και περιγραφή των μεταχειρίσεων

Ο πειραματικός ελαιώνας βρίσκεται στο δημοτικό διαμέρισμα Νέων Συλλάτων του νομού Χαλκιδικής και αποτελείται από δέντρα της ποικιλίας «Χονδρολιά Χαλκιδικής». Οι εφαρμογές του πειραματικού μέρους πραγματοποιήθηκαν σε μία καλλιεργητική περίοδο, το 2015.

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής χαρακτηρίζεται από μέτριου ψύχους χειμώνες με αρκετές βροχοπτώσεις, μικρότερης έντασης κατά τη διάρκεια της άνοιξης και από ζεστά και ξηρά καλοκαίρια με υψηλές θερμοκρασίες, έντονη ηλιοφάνεια και πολύ λίγες βροχοπτώσεις.

Ο πειραματικός ελαιώνας έχει έκταση 18 στρεμμάτων, τα δέντρα είναι ηλικίας 10 ετών, διαμορφωμένα σε ανοιχτό κύπελλο και οι αποστάσεις φύτευσης είναι 6x6 m. Εφαρμόζεται στάγδην άρδευση περιμετρικά του κορμού του δέντρου με σταλάκτες σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους. Ανάλογα πάντα με τις καιρικές συνθήκες η άρδευση ξεκινάει συνήθως τέλη Απριλίου με αρχές Μαΐου και εφαρμόζεται ανά 10 ημέρες περίπου, ενώ η εφαρμογή της εντείνεται από τα μέσα καλοκαιριού σε 5-7 ημέρες και σταματά ανάλογα με τις βροχοπτώσεις συνήθως αρχές Σεπτεμβρίου. Η ζιζανιοκτονία γίνεται χημικά (πάνω στη γραμμή φύτευσης μόνο) δύο φορές ανά έτος: η πρώτη γίνεται αρχές της άνοιξης (Μάρτιος) και η δεύτερη πριν τη συγκομιδή, το Σεπτέμβριο. Στα μέσα αυτής της περιόδου (της χημικής ζιζανιοκτονίας) η ζιζανιοκτονία γίνεται μηχανικά με καλλιεργητή.

Οι καλλιεργητικές εργασίες που πραγματοποιήθηκαν κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2015 είναι οι ίδιες που ακολουθούνται κάθε χρόνο, τροποποιημένες, όταν είναι απαραίτητο, ανάλογα με τις καιρικές και περιβαλλοντικές συνθήκες και είναι κοινές για όλες τις μεταχειρίσεις του πειραματικού ελαιώνα.

Οι εργασίες ξεκινούν με το κλάδεμα στα τέλη Φεβρουαρίου με αρχές Μαρτίου και ακολουθείται ψεκάσμος με χαλκούχο σκεύασμα. Τον Απρίλιο πραγματοποιείται ψεκάσμος με Chlorpyrifos και χαλκούχο σκεύασμα για την καταπολέμηση της βρωμούσας *Calocoris trivialis*. Τέλη Απριλίου με αρχές Μαΐου εφαρμόζεται Αβαμεκτίνη κατά των ακάρεων, το Μάιο πραγματοποιείται η πρώτη

εφαρμογή πυρεθρινοειδούς εντομοκτόνου (συνήθως η δραστική ουσία Lambda-cyhalothrin) για την αντιμετώπιση του πυρηνοτρύτη *Prays oleae*. Η δεύτερη εφαρμογή γίνεται τέλη Μαΐου, ενώ ανάλογα με την προσβολή μπορεί να πραγματοποιηθεί και τρίτη εφαρμογή στα μέσα Ιουνίου η οποία σε περίπτωση εμφάνισής του, καταπολεμά και τον πρώιμο δάκο. Από τα μέσα Ιουλίου ξεκινούν οι ψεκασμοί για την αντιμετώπιση του δάκου οι οποίοι πραγματοποιούνται κάθε 15 με 25 ημέρες ανάλογα με την ένταση εμφάνισής του εντόμου και το σκεύασμα που χρησιμοποιείται, μέχρι τη συγκομιδή του καρπού. Τον Οκτώβριο συλλέγονται οι καρποί και αμέσως μετά τα δέντρα ψεκάζονται με χαλκούχο σκεύασμα ή με κατάλληλο μυκητοκτόνο (συνήθως Syllit 400 SC). Το Δεκέμβριο εφαρμόζεται βορδιγάλειος χαλκός και, εάν ο ελαιώνας βρίσκεται σε θέση που κρατάει υγρασία, γίνεται ακόμη μία ή δύο φορές ψεκασμός με χαλκούχο ή μυκητοκτόνο σκεύασμα μέχρι το Μάρτιο.

Ο πειραματικός ελαιώνας χωρίστηκε σε τρεις μεταχειρίσεις λίπανσης: τη λίπανση του παραγωγού, την ορθολογική λίπανση και το μάρτυρα. Η κάθε μεταχείριση περιελάμβανε 8 δέντρα τα οποία επιλέχθηκαν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ώριμα υγιή, με ομοιόμορφη ανάπτυξη και καλή βλάστηση. Από τα 8 δέντρα κάθε μεταχείρισης επιλέχθηκαν τα 6 στα οποία έγιναν οι μετρήσεις του πειράματος αφαιρώντας τα ακραία δέντρα κάθε μεταχείρισης.

Η λίπανση του παραγωγού ήταν αυτή η οποία προτείνει ο τοπικός γεωπόνος και εφαρμόζεται εμπειρικά από τους παραγωγούς της περιοχής σε εντατικούς αρδευόμενους ελαιώνες. Συγκεκριμένα την καλλιεργητική περίοδο του 2015, στις 21 Φεβρουαρίου εφαρμόστηκαν σε κάθε δέντρο 2 kg από το σύνθετο λίπασμα ENTEC 24-8-7 και ακολούθησε βροχόπτωση. Στις 18 Απριλίου πραγματοποιήθηκε διαφυλλικός ψεκασμός με λίπασμα βορίου συμπλοκοποιημένου με αιθανολαμίνη ψευδαργύρου με σύνθεση 5% w/w ή 68 g/L για κάθε στοιχείο. Χρησιμοποιήθηκε 1,5 L λιπάσματος ανά τόνο ψεκαστικού υγρού. Την επομένη του ψεκασμού είχαμε βροχόπτωση. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι για τα 18 στρέμματα του πειραματικού ελαιώνα εφαρμόζονται περίπου 2 τόνοι ψεκαστικού διαλύματος. Στις 6 Μαΐου τα δέντρα ψεκάστηκαν με το σκεύασμα FOLIFOL το οποίο περιέχει αμινοξέα φυτικής προέλευσης σε ποσοστό 38%. Από αυτό το σκεύασμα χρησιμοποιήθηκε 1 L ανά τόνο ψεκαστικού υγρού. Στις 21 Μαΐου χορηγήθηκε επίσης διαφυλλικά το σκεύασμα ATONIK SL το οποίο αποτελεί φυτορρυθμιστική ουσία η οποία είναι διεγέρτης της

φυσικής δραστηριότητας των φυτών, με αυξητικό-καρποδετικό παράγοντα. Η σύνθεση του συγκεκριμένου σκευάσματος είναι: Sodium 5-nitroguaiacolate 0,3% β/ο, Sodium o-nitrophenolate 0,6% β/ο, Sodium p-nitrophenolate 0,9% β/ο και η ποσότητα που εφαρμόστηκε ήταν περίπου 200 cm<sup>3</sup> σε 1 tn ψεκαστικού υγρού. Στις 13 Ιουνίου πραγματοποιήθηκε ψεκασμός με το σκεύασμα PLANTCREAM το οποίο περιέχει εκχύλισμα φυκιών (*Ascophyllum nodosum* και *Ecklonia maxima*) σε συνδυασμό με μείγμα αμινοξέων σε μορφή κρέμας με σύνθεση 13% w/w ή 143 g/L και χρησιμοποιήθηκε 1 L σκευάσματος σε 1 τόνο ψεκαστικού υγρού. Το σκεύασμα αυτό είναι βοηθητικό της ανάπτυξης των φυτών, ενισχύει τις κυτταροδιαιρέσεις και τη διόγκωση των καρπών.

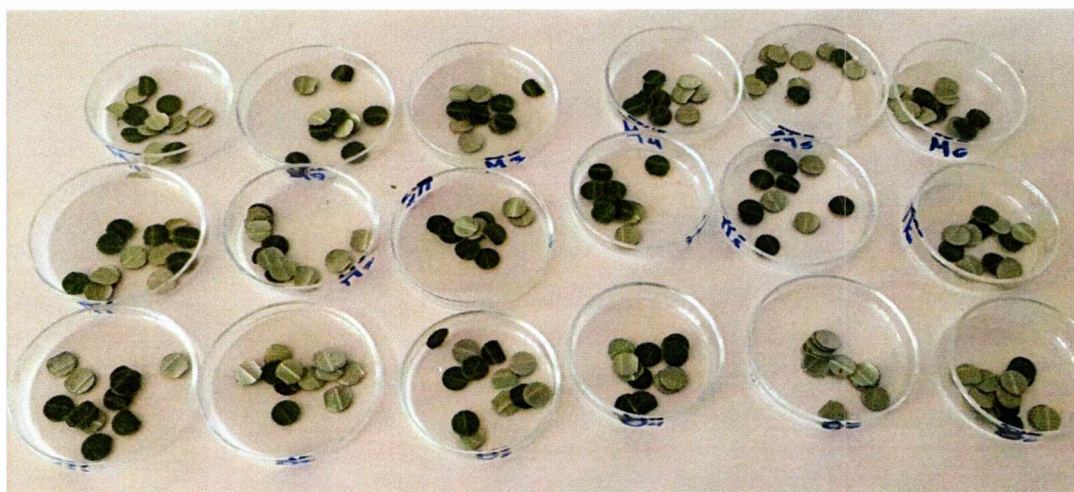
Όλες οι εφαρμογές σχετικά με τη λίπανση, που πραγματοποιήθηκαν στη μεταχείριση της λίπανσης του παραγωγού και αναφέρθηκαν παραπάνω, εκτός από το σύνθετο λίπασμα 24-8-7, πραγματοποιήθηκαν και στη μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης. Οι επιπλέον λιπάνσεις που εφαρμόστηκαν στη μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης είναι οι ακόλουθες: Στις 12 Μαρτίου έγινε εφαρμογή 200 g βόρακα σε κάθε δένδρο και στις 6 Απριλίου εφαρμόστηκε από εδάφους 1,5 kg νιτρική αμμωνία ανά δένδρο. Στις 18 Απριλίου εφαρμόστηκε διαφυλλικά μαζί με το λίπασμα Βορίου με Ψευδάργυρο που εφαρμόστηκε και στη μεταχείριση της λίπανσης του παραγωγού, λίπασμα Φωσφόρου σε ποσότητα 0,3 kg ανά 100 L ψεκαστικού διαλύματος. Στις 6 Μαΐου τα δέντρα ψεκάστηκαν ξανά με φώσφορο στην ίδια ποσότητα που προαναφέρθηκε και με βόριο του σκευάσματος Borplex (Βόριο ως άλας βοριούχο μονοαιθαλοναμίνης 150 g/L) σε περιεκτικότητα 10 g σε 100 L ψεκαστικού υγρού, καθώς και με το σκεύασμα αμινοξέων που χρησιμοποιήθηκε στη μεταχείριση της λίπανσης του παραγωγού. Στις 21 Μαΐου εφαρμόστηκε διαφυλλικά φώσφορος σε ποσότητα 0,3 kg ανά 100 L ψεκαστικού διαλύματος μαζί με τη φυτορυθμιστική ουσία (ATONIK SL) που εφαρμόστηκε στη μεταχείριση της λίπανσης του παραγωγού. Στις 14 Ιουνίου εφαρμόστηκε στο έδαφος νιτρικό κάλλιο σε ποσότητα 700 g ανά δέντρο. Στις 21 Αυγούστου τα δέντρα λιπάνθηκαν από εδάφους με 200 g ουρία έκαστο, ενώ τέλος στις 14 Οκτωβρίου εφαρμόστηκε επίσης ουρία διαφυλλικά μαζί με βόριο σε περιεκτικότητα 10 g σε 100 L ψεκαστικού υγρού.

Ο μάρτυρας δέχθηκε μόνο το σύνθετο λίπασμα ENTEC 24-8-7, από εδάφους σε ποσότητα 2 kg ανά δένδρο, στις 21 Φεβρουαρίου.

### 3.2 Μετρήσεις ξηρού βάρους και χλωροφύλλης φύλλων

Στις 1/6/2015 συλλέχθηκαν από τα 6 δέντρα κάθε μεταχείρισης, 12 φύλλα από το κάθε δέντρο. Τα φύλλα από το κάθε δέντρο τοποθετήθηκαν χωριστά σε πλαστικά σακουλάκια που έφεραν ετικέτα με την μεταχείριση και τον αριθμό του δέντρου. Η κοπή των φύλλων έγινε από ετήσιους βλαστούς από την εξωτερική πλευρά της κόμης του δέντρου τα οποία ήταν φωτιζόμενα από τον ήλιο από όλες τις κατευθύνσεις του ορίζοντα. Δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή ώστε τα φύλλα να είναι πράσινα, υγιή, χωρίς σπές και δίχως κίτρινους μεταχρωματισμούς. Τα φύλλα αποθηκεύτηκαν στο ψυγείο έως ότου έγινε η ανάλυσή τους στο εργαστήριο Δενδροκομίας την επόμενη ημέρα, στις 2/6/2015.

Στις 6/6/2015 υπολογίστηκε το ξηρό βάρος των φύλλων. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ξεκίνησε στις 2/6/2015 και είναι η εξής: Αρχικά ζυγίστηκε κενό γυάλινο πετρί σε ζυγό ακριβείας 4 δεκαδικών. Κατόπιν αποκόπηκαν με διακορευτή 12 δίσκοι διαμέτρου 9,3 mm από το έλασμα των έξι φύλλων κάθε δέντρου-επανάληψης, τοποθετούνταν στο κενό πετρί και καταγράφονταν το βάρος (Εικ. 3.1). Ακολούθησε ξήρανση σε ξηραντήρα στους 80 °C για 1 έως 2 ημέρες μέχρι οι δίσκοι με απλή πίεση να θρυμματίζονται. Κατόπιν, μετρήθηκε το ξηρό βάρος των δίσκων με το πετρί.



Εικόνα 3.1 Δίσκοι πετρί με 12 τμήματα φύλλων γνωστής διαμέτρου πριν την ξήρανση

Για τον υπολογισμό της χλωροφύλλης ακολουθήθηκε η αναλυτική μέθοδος που περιγράφεται από τους Wintermans and Motts (1965). Από τα υπόλοιπα έξι φύλλα του κάθε δέντρου αφαιρούνταν με τον ίδιο τρόπο όπως ανωτέρω, 6 δίσκοι ελάσματος φύλλου διαμέτρου 9,3 mm, οι οποίοι κόπηκαν στη μέση και χρησιμοποιήθηκε το ένα από τα δύο μέρη από τον κάθε δίσκο. Κατόπιν, αυτά τα έξι μισά τμήματα των δίσκων ζυγίζονταν και τοποθετούνταν σε δοκιμαστικούς σωλήνες με βιδωτό καπάκι-screw top, που περιείχαν 15 mL αιθανόλης 95% (Εικ. 3.2). Με βιδωμένα τα πώματα, διατηρήθηκαν για μία ώρα σε υδατόλουτρο και σκοτάδι στους 80 °C μέχρι τα ελάσματα να αποχρωματιστούν πλήρως. Μετά τον αποχρωματισμό οι σωλήνες τοποθετήθηκαν σε σκοτεινό χώρο για να ψυχθούν. Τέλος μετρήθηκε η απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο (Optizen, MEGASYS, Korea) στα 665 και 649 nm με τη βοήθεια κρυσταλλικής κυψελίδας.



Εικόνα 3.2 Δίσκοι ελάσματος φύλλου ελιάς σε δοκιμαστικούς σωλήνες screw top

Οι ίδιες ακριβώς διαδικασίες για τη μέτρηση του ξηρού βάρους των φύλλων και της χλωροφύλλης εφαρμόστηκαν στο εργαστήριο στις 21/7/2015 με φύλλα που συλλέχθηκαν στις 20/7/2015, και στις 14/10/2015, με φύλλα που συλλέχθηκαν στις 11/10/2015.

### 3.3 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών του καρπού

Στις 15/9/2015, λίγες ημέρες πριν την εμπορική συγκομιδή των πράσινων καρπών για μεταποίηση Ισπανικού τύπου, συλλέχθηκαν από κάθε δέντρο των τριών μεταχειρίσεων 15 καρποί. Οι καρποί από κάθε δέντρο τοποθετήθηκαν χωριστά σε πλαστικά σακουλάκια που έφεραν ετικέτα με τη μεταχείριση και τον αριθμό του

δέντρου-επανάληψης. Η συλλογή έγινε από βλαστούς από την εξωτερική πλευρά της κόμης του δέντρου από όλες τις κατευθύνσεις και προσέχθηκε να είναι αντιπροσωπευτικοί της παραγωγής χωρίς οπές και μωλωπισμούς. Οι καρποί αποθηκεύτηκαν στο ψυγείο έως ότου έγινε η ανάλυσή τους στο εργαστήριο Δενδροκομίας, στις 17/9/2015 για να μετρηθεί η ποιότητά τους.

Συγκεκριμένα οι μετρήσεις της ποιότητας που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν το χρώμα των καρπών, το μήκος και το πλάτος τους, το νωπό βάρος ολόκληρων των καρπών, αλλά και ξεχωριστά το βάρος της σάρκας και των πυρήνων τους και το ξηρό βάρος της σάρκας. Αναλυτικότερα από κάθε δείγμα που αντιστοιχούσε σε κάθε επανάληψη-δέντρο, μετρήθηκε το χρώμα κάθε καρπού με χρωματόμετρο Minolta μοντέλο CR-300. Έπειτα μετρήθηκε το μήκος και το πλάτος όλων των καρπών με παχύμετρο. Στη συνέχεια μετρήθηκε το νωπό βάρος τους σε ζυγό ακριβείας για να υπολογισθεί το βάρος ανά καρπό. Από τα δείγματα της κάθε επανάληψης-του κάθε δέντρου- επιλέχτηκαν τυχαία πέντε καρποί συγκροτώντας νέες επαναλήψεις των 5 καρπών η κάθε μία (Εικ. 3.3). Οι επαναλήψεις των καρπών αρχικά ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας ως νωπό συνολικό βάρος. Έπειτα οι καρποί εκπυρηνώθηκαν και ζυγίστηκε το νωπό βάρος της σάρκας και το βάρος των πυρήνων. Ακολούθησε ολική ξήρανση των εδάδιμων τμημάτων (σάρκας), σε φούρνο-ξηραντήρα για 2 ημέρες σε θερμοκρασία 90 °C και υπολογίστηκε το ξηρό βάρος τους στις 1/10/2015 (Εικ. 3.4).



Εικόνα 3.3 Φαίνονται οι επαναλήψεις των 15 καρπών ανά δέντρο-επανάληψη των δύο μεταχειρίσεων





Εικόνα 3.4 Τεμάχια σάρκας ελιάς που ξηράνθηκαν σε ξηραντήρα για υπολογισμό του ξηρού βάρους σάρκας

### 3.4 Προσδιορισμός της ολικής συγκέντρωσης βορίου σε φύλλα με τη μέθοδο της ξηρής καύσης (Dry Ashing Procedure) (Jones and Case, 1990)

Στις 20/7/2015 συλλέχτηκαν, από τα δέντρα κάθε μεταχείρισης, 12 φύλλα. Η κοπή των φύλλων έγινε από ετήσιους βλαστούς της εξωτερικής πλευράς της κόμης του δέντρου, ενώ δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή ώστε τα φύλλα να είναι πράσινα, υγιή, χωρίς οπές και δίχως κίτρινους μεταχρωματισμούς. Τα φύλλα από το κάθε δέντρο τοποθετούνταν χωριστά σε πλαστικά σακουλάκια που έφεραν ετικέτα με τη μεταχείριση και τον αριθμό του δέντρου. Αποθηκεύτηκαν σε ψυγείο και στις 21/7/2015 μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Δενδροκομίας όπου πλύθηκαν με απιονισμένο νερό, έπειτα στέγνωσαν φυσικά και τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες με έκθεση στον ήλιο μέχρι να ξηρανθούν και αποθηκεύτηκαν. Στις 21/1/2016 τα φύλλα αλέστηκαν σε ειδικό μύλο για να ακολουθήσουν οι εκχυλίσεις. Μέσα σε χωνευτήριο από πορσελάνη ζυγίζονταν περίπου 1 g τριμμένου δείγματος. Κατόπιν, το χωνευτήριο τοποθετούνταν για 12-24 ώρες στον αποτεφρωτήρα στους 520 °C, για καταστροφή της οργανικής ουσίας και την αφαίρεση πτητικών συστατικών (C και N). Μετά τη συμπλήρωση του χρόνου καύσης του φυτικού δείγματος (λευκή τέφρα), απομακρύνονταν το χωνευτήριο από το φούρνο και προστίθετο ελάχιστο απεσταγμένο νερό για να εμποδιστεί η διαφυγή της φυτικής ύλης που βρίσκεται με τη μορφή τέφρας. Κατόπιν, το χωνευτήριο μεταφέρονταν στον απαγωγό και προστίθεντο 5 mL διαλύματος 2 N HCL. Ακολουθούσε διήθηση σε

ογκομετρικές φιάλες των 50 mL με ηθμό SS (N589°, 125 mm ashless-blue ribbon) και ξέπλυμα κάθε χωνευτηρίου δύο φορές με απεσταγμένο νερό. Τέλος, οι ογκομετρικές φιάλες συμπληρώνονταν με νερό μέχρι τη χαραγή και το περιεχόμενό τους μεταφερόταν σε πλαστικά φιαλίδια των 100 mL. Το εκχύλισμα αυτό χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό βορίου.

**Βόριο:** Η μέτρηση βορίου γινόταν στο «πυκνό» εκχύλισμα του αποτεφρωμένου φυτικού ιστού, με ανάπτυξη χρώματος. Ο τύπος υπολογισμού του βορίου είναι:

$$B, \text{ mg kg}^{-1} \text{ φυτού} = (\text{mL ογκομετρικής φιάλης όπου έγινε η διήθηση}) * (A / B)$$

όπου A είναι η ποσότητα βορίου σε mg που λαμβάνεται από την απορρόφηση στο φασματοφωτόμετρο (με τη βοήθεια καμπύλης αναφοράς) και B το βάρος του κονιορτοποιημένου ιστού στην κάψα αποτέφρωσης.

### 3.5 Ανάλυση φυτικών ιστών

Στις 17 Ιανουαρίου συλλέχθηκαν φύλλα από τα δέντρα κάθε μεταχείρισης του πειραματικού ελαιώνα με σκοπό την πραγματοποίηση φυλλοδιαγνωστικής. Συγκεκριμένα, συλλέχθηκαν περίπου 100 φύλλα από τα 6 πειραματικά δέντρα κάθε μεταχείρισης, υγιή από το μέσον ετήσιων βλαστών περιμετρικά της εξωτερικής κόμης των δέντρων, τοποθετήθηκαν σε χάρτινη σακούλα, επισημάνθηκαν κατάλληλα, μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Δενδροκομίας, πλύθηκαν επιμελημένα και με απιονισμένο νερό, στέγνωσαν και απεστάλθηκαν σε δημόσιο εργαστήριο για ανάλυση της ανόργανης σύνθεσής τους.

### 3.6 Στατιστική ανάλυση

Για όλες τις μετρήσεις της χλωροφύλλης, του ξηρού βάρους των φύλλων, των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών και της ολικής συγκέντρωσης βορίου στα φύλλα, έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA με το στατιστικό πακέτο SPSS (SPSS 21.0) με ένα παράγοντα, τη μεταχείριση της λίπανσης, ή με δεύτερο παράγοντα, το χρόνο δειγματοληψίας (στην περίπτωση των αναλύσεων για τα χαρακτηριστικά των φύλλων). Υπολογίστηκε και παρουσιάζεται η ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

#### 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τα 18 στρέμματα του πειραματικού ελαιώνα, την καλλιεργητική περίοδο του 2015, είχαμε παραγωγή 15 τόνων εμπορικού ελαιοκάρπου.

Κατά την καλλιεργητική περίοδο 2015 χορηγήθηκαν συνολικά σε κάθε δέντρο:

- Στη μεταχείριση της λίπανσης του παραγωγού 480 g N, 160 g P, 140 g K, 0,4 g B και 0,4 g Zn.
- Στη μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης: 745 g N, 16,7 g P, 322 g K, 4,18 g B και 0,4 g Zn
- Στη μεταχείριση του μάρτυρα: 480 g N, 160 g P και 140 g K.

##### *Χαρακτηριστικά φύλλων n=6*

Η συγκέντρωση της ξηρής ουσίας του φύλλου σε ποσοστό % αυξήθηκε κατά 11% τόσο στις 20 Ιουλίου σε σχέση με τις 1 Ιουνίου, όσο και στις 11 Οκτωβρίου σε σχέση με τη συγκέντρωσή της στις 20 Ιουλίου. Αυτές οι αλλαγές με το χρόνο δειγματοληψίας στη συγκέντρωση της ξηρής ουσίας βρέθηκαν και στις τρεις μεταχειρίσεις. Η συγκέντρωση της ξηρής ουσίας του φύλλου σε ποσοστό %, δεν μεταβλήθηκε με τη διαφορετική λίπανση που εφαρμόστηκε στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.1). Η παρόμοια συγκέντρωση ξηρής ουσίας μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων βρέθηκε και στις τρεις ημερομηνίες μέτρησης.

Το ειδικό βάρος του φύλλου στις 20 Ιουλίου βρέθηκε παρόμοιο με το ειδικό βάρος του φύλλου στις 1 Ιουνίου. Ωστόσο παρουσιάστηκε αύξηση κατά 22% στις 11 Οκτωβρίου σε σχέση με το ειδικό βάρος στις 20 Ιουλίου. Αυτές οι αλλαγές με το χρόνο δειγματοληψίας στο ειδικό βάρος βρέθηκαν και στις τρεις μεταχειρίσεις. Το ειδικό βάρος του φύλλου δεν μεταβλήθηκε με τη διαφορετική λίπανση που εφαρμόστηκε στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.1). Παρόμοιες τιμές ειδικού βάρους φύλλου μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων βρέθηκαν και στις τρεις ημερομηνίες μέτρησης.

Πίνακας 4.1 Χαρακτηριστικά φύλλων ελιάς ποικ. Χονδρολιά Χαλκιδικής σε τρεις περιόδους δειγματοληψίας και για τρεις μεταχειρίσεις όπως αυτές περιγράφονται στο κείμενο

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Ξηρά ουσία (%)	Ειδικό βάρος φύλλου (mg ΞΟ/cm <sup>2</sup> )
1 – Ιουνίου	Μάρτυρας	44	19,5
	Παραγωγός	43,2	18,3
	Ορθολογική	42,7	17,9
20 – Ιουλίου	Μάρτυρας	48	20,2
	Παραγωγός	48,7	18,6
	Ορθολογική	47,6	19,4
11 – Οκτωβρίου	Μάρτυρας	53,4	23,9
	Παραγωγός	54	23,9
	Ορθολογική	52,6	23,8
Σημαντικότητα			
Ημερομηνία		***	***
Μεταχείριση		NS	NS
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>		2,1	1,55

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά γραμ. ξηράς ουσίας στα φύλλα στις 20 Ιουλίου αυξήθηκε κατά 23% σε σχέση με τη συγκέντρωση χλωροφύλλης a στις 1 Ιουνίου (Πίν. 4.2). Στις 11 Οκτωβρίου η συγκέντρωση χλωροφύλλης a δεν αυξήθηκε σε σχέση με τη συγκέντρωσή της στις 20 Ιουλίου. Αυτές οι αλλαγές με το χρόνο δειγματοληψίας στη συγκέντρωση χλωροφύλλης a βρέθηκαν και στις τρεις μεταχειρίσεις. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά γραμ. ξηράς ουσίας στα φύλλα δεν μεταβλήθηκε με τη διαφορετική λίπανση που εφαρμόστηκε στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.2). Η παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων βρέθηκε και στις τρεις ημερομηνίες μέτρησης.

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά γραμ. ξηράς ουσίας στα φύλλα στις 20 Ιουλίου αυξήθηκε κατά 52% σε σχέση με τη συγκέντρωση χλωροφύλλης b στις 1 Ιουνίου (Πίν. 4.2). Αυτή η αλλαγή με το χρόνο δειγματοληψίας στη συγκέντρωση χλωροφύλλης b βρέθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις. Στις 11 Οκτωβρίου η συγκέντρωση χλωροφύλλης b μειώθηκε κατά 11% σε σχέση με τη συγκέντρωσή της

στις 20 Ιουλίου, σημαντικά όμως μόνο για τη μεταχείριση του μάρτυρα, καθώς οι συγκεντρώσεις των άλλων δύο μεταχειρίσεων δεν τροποποιήθηκαν. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά γραμ. ξηράς ουσίας στα φύλλα δεν μεταβλήθηκε με τη διαφορετική λίπανση που εφαρμόστηκε στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.2). Η παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης b μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων βρέθηκε και στις τρεις ημερομηνίες μέτρησης.

Η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ανά γραμ. ξηράς ουσίας στα φύλλα στις 20 Ιουλίου αυξήθηκε κατά 30% σε σχέση με τη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης στις 1 Ιουνίου (Πίν. 4.2). Στις 11 Οκτωβρίου βρέθηκε παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης με τις 20 Ιουλίου. Αυτές οι αλλαγές με το χρόνο δειγματοληψίας στη συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης βρέθηκαν και στις τρεις μεταχειρίσεις. Η συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά γραμ. ξηράς ουσίας στα φύλλα δεν μεταβλήθηκε με τη διαφορετική λίπανση που εφαρμόστηκε στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.2). Η παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων βρέθηκε και στις τρεις ημερομηνίες μέτρησης.

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a προς τη χλωροφύλλη b στα φύλλα στις 20 Ιουλίου μειώθηκε κατά 19% σε σχέση με τη σχέση των δύο χλωροφυλλών στις 1 Ιουνίου (Πίν. 4.2). Στις 11 Οκτωβρίου η συγκέντρωση χλωροφύλλης a προς τη χλωροφύλλη b είχε παρόμοια τιμή με αυτή στις 20 Ιουλίου. Αυτές οι αλλαγές με το χρόνο δειγματοληψίας στη συγκέντρωση χλωροφύλλης a βρέθηκαν και στις τρεις μεταχειρίσεις. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά γραμ. ξηράς ουσίας στα φύλλα δεν μεταβλήθηκε με τη διαφορετική λίπανση που εφαρμόστηκε στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.2). Η παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων βρέθηκε και στις τρεις ημερομηνίες μέτρησης.

**Πίνακας 4.2 Συγκέντρωση χλωροφύλλης (ανά μονάδα ξηράς ουσίας) φύλλων ελιάς ποικ. Χονδρολιά Χαλκιδικής σε τρεις περιόδους δειγματοληψίας και για τρεις μεταχειρίσεις όπως αυτές περιγράφονται στο κείμενο**

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Χλωροφύλλη a (mg/g ΞΟ)	Χλωροφύλλη b (mg/g ΞΟ)	Συνολική Χλωροφύλλη	Χλωρ a/ Χλωρ b

				(mg/g ΞΟ)	
1-Ιουνίου	Μάρτυρας	2,14b	0,73	2,87	2,94
	Παραγωγός	2,00	0,70	2,70	2,86
	Ορθολογική	2,21	0,77	2,99	2,90
20-Ιουλίου	Μάρτυρας	2,49	1,11	3,59	2,25
	Παραγωγός	2,70	1,11	3,81	2,45
	Ορθολογική	2,62	1,12	3,74	2,33
11- Οκτωβρίου	Μάρτυρας	2,79	0,92	3,70	3,04
	Παραγωγός	2,69	1,07	3,76	2,93
	Ορθολογική	2,94	0,99	3,92	2,98
Σημαντικότητα					
Ημερομηνία		***	***	***	***
Μεταχείριση		NS	NS	NS	NS
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>		0,39	0,17	0,38	0,62

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλου στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα και της λίπανσης παραγωγού στις 20 Ιουλίου αυξήθηκε κατά 30% σε σχέση με τη συγκέντρωση χλωροφύλλης a στις 1 Ιουνίου (Πίν. 4.3). Στις 11 Οκτωβρίου η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλου επίσης αυξήθηκε κατά 25% σε σχέση με τη συγκέντρωσή της στις 20 Ιουλίου σε όλες τις μεταχειρίσεις. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλου δεν μεταβλήθηκε με τη διαφορετική λίπανση που εφαρμόστηκε στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.3). Η παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων βρέθηκε και στις τρεις ημερομηνίες μέτρησης.

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλου στις 20 Ιουλίου αυξήθηκε κατά 60% σε σχέση με τη συγκέντρωση χλωροφύλλης b στις 1 Ιουνίου (Πίν. 4.3). Στις 11 Οκτωβρίου βρέθηκε παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλου με τη συγκέντρωσή της στις 20 Ιουλίου. Αυτές οι αλλαγές με το χρόνο δειγματοληψίας στη συγκέντρωση χλωροφύλλης b βρέθηκαν και στις τρεις μεταχειρίσεις. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλου δεν μεταβλήθηκε με τη διαφορετική

λίπανση που εφαρμόστηκε στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.3). Η παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης b μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων βρέθηκε και στις τρεις ημερομηνίες μέτρησης.

Η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλου στις 20 Ιουλίου αυξήθηκε κατά 37% σε σχέση με τη συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης στις 1 Ιουνίου (Πίν. 4.3). Αύξηση της συγκέντρωσης της συνολικής χλωροφύλλης παρατηρήθηκε επίσης και στις 11 Οκτωβρίου σε σχέση με τη συγκέντρωσή της στις 20 Ιουλίου κατά 18%. Αυτές οι αλλαγές με το χρόνο δειγματοληψίας στη συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης βρέθηκαν και στις τρεις μεταχειρίσεις. Η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλου δεν μεταβλήθηκε με τη διαφορετική λίπανση που εφαρμόστηκε στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.3). Η παρόμοια συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων βρέθηκε και στις τρεις ημερομηνίες μέτρησης.

**Πίνακας 4.3 Συγκέντρωση χλωροφύλλης (ανά μονάδα επιφάνειας) φύλλων ελιάς ποικ. Χονδρολιά Χαλκιδικής σε τρεις περιόδους δειγματοληψίας και για τρεις μεταχειρίσεις όπως αυτές περιγράφονται στο κείμενο**

Ημερομηνία	Μεταχείριση	Χλωροφύλλη a (mg/m <sup>2</sup> )	Χλωροφύλλη b (mg/m <sup>2</sup> )	Συνολική Χλωροφύλλη (mg/m <sup>2</sup> )
1-Ιουνίου	Μάρτυρας	452	153,8	605,8
	Παραγωγός	412,3	144,5	556,8
	Ορθολογική	495,2	172,9	668
20-Ιουλίου	Μάρτυρας	595,2	264,9	860,1
	Παραγωγός	588,6	241,1	829,7
	Ορθολογική	582,1	250,2	832,4
11-Οκτωβρίου	Μάρτυρας	750,5	247,2	997,7
	Παραγωγός	724,2	277,9	1002,1
	Ορθολογική	733,6	246,3	980
Σημαντικότητα				
Ημερομηνία		***	***	***
Μεταχείριση		NS	NS	NS
ΕΣΔ <sub>0,05</sub>		125,5	42,4	131,4

### ***Μήκος-Πλάτος καρπού n=3***

Οι μετρήσεις που αφορούσαν το μέγεθος των καρπών και περιλαμβάνουν το μήκος και το πλάτος των καρπών σε χιλιοστά καθώς και το λόγο αυτών, βρέθηκαν παρόμοιες και στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.4).

Πίνακας 4.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά καρπού ελιάς ποικ. Χονδρολιά Χαλκιδικής στη συγκομιδή από δέντρα που δέχθηκαν διαφορετική λίπανση όπως αυτή περιγράφεται στο κείμενο

Μεταχείριση	Μήκος καρπού (mm)	Πλάτος καρπού (mm)	Μήκος/Πλάτος
Μάρτυρας	35,2	24,4	1,45
Παραγωγός	35,4	24,7	1,44
Ορθολογική	35,7	25,6	1,4

### ***Ποιότητα καρπού n=6***

#### ***Χρώμα φλοιού***

Η τιμή της παραμέτρου L του χρώματος φλοιού των καρπών βρέθηκε παρόμοια και στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.5).

Η τιμή της παραμέτρου a του χρώματος φλοιού των καρπών δε διέφερε στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα και της λίπανσης του παραγωγού, αλλά βρέθηκε σχετικά υψηλότερη από αυτή της ορθολογικής λίπανσης (Πίν. 4.5).

Η τιμή της παραμέτρου b του χρώματος φλοιού των καρπών βρέθηκε παρόμοια στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα και της ορθολογικής λίπανσης. Η μεταχείριση της λίπανσης του παραγωγού είχε λίγο μικρότερη τιμή b από τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. (Πίν. 4.5)

Η τιμή της παραμέτρου Chroma του χρώματος φλοιού των καρπών στη μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης βρέθηκε ελαφρά υψηλότερη από αυτή της μεταχείρισης της λίπανσης του παραγωγού (Πίν. 4.5). Στη μεταχείριση του μάρτυρα η



τιμή Chroma βρέθηκε μεταξύ των δύο ανωτέρω μεταχειρίσεων χωρίς να διαφέρει σημαντικά από καμία από τις δύο.

Τέλος η τιμή της παραμέτρου Hue του χρώματος φλοιού των καρπών παρουσίασε μία μικρή διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων του μάρτυρα και της λίπανσης του παραγωγού, ενώ στη μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης η τιμή Hue βρέθηκε να είναι μεταξύ των δύο άλλων μεταχειρίσεων χωρίς να διαφέρει σημαντικά από καμία από τις δύο (Πίν. 4.5).

Πίνακας 4.5 Παράμετροι χρώματος φλοιού καρπού ελιάς ποικ. Χονδρολιά Χαλκιδικής στη συγκομιδή από δέντρα που δέχθηκαν διαφορετική λίπανση όπως αυτή περιγράφεται στο κείμενο (τα διαφορετικά γράμματα σε κάθε παράμετρο σημαίνουν διαφορά μεταξύ των μέσων όρων)

Μεταχείριση	L*	a*	b*	Chroma	Hue (°)
Μάρτυρας	60,9	-17,7a	34,64a	38,91ab	117,1b
Παραγωγός	60,8	-17,8a	33,88b	38,25b	117,7a
Ορθολογική	61,4	-18,2b	34,99a	39,43a	117,4ab
Σημαντικότητα	NS	*	*	*	*

### ***Βάρος καρπού και τμημάτων αυτού***

Το βάρος του καρπού και των τμημάτων αυτού (πυρήνας και σάρκα), καθώς και το ποσοστό % του νωπού βάρους σάρκας επί του συνόλου του καρπού και το ποσοστό % ξηρού βάρους στη σάρκα δε μεταβλήθηκαν με τη διαφορετική λίπανση στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.6).

Πίνακας 4.6 Βάρος και καταμερισμός αυτού σε διαφορετικά μέρη καρπού ελιάς ποικ. Χονδρολιά Χαλκιδικής στη συγκομιδή από δέντρα που δέχθηκαν διαφορετική λίπανση όπως αυτή περιγράφεται στο κείμενο

Μεταχείριση	Βάρος καρπού (g)	Βάρος πυρήνα (g)	Βάρος σάρκας (g)	Νωπό βάρος σάρκας επί συνόλου (%)	Ξηρό βάρος σάρκας (%)
Μάρτυρας	10,4	1,67	8,54	83,7	32,1
Παραγωγός	9,5	1,59	7,90	83,4	32,2
Ορθολογική	10,8	1,73	8,89	83,9	30,2

### ***Ολική συγκέντρωση βορίου στα φύλλα***

Η ολική συγκέντρωση βορίου στα φύλλα σε mg ανά kg, που συλλέχθηκαν στις 20 Ιουλίου από τον ελαιώνα, δεν μεταβλήθηκε σημαντικά στη μεταχείριση της λίπανσης του παραγωγού σε σχέση με τη μεταχείριση του μάρτυρα, ενώ στη μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης βορίου σε σχέση με τη συγκέντρωση στις άλλες δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 4.7).

Πίνακας 4.7 Συγκέντρωση βορίου στην ξηρά ουσία φύλλων ελιάς ποικ. Χονδρολιά Χαλκιδικής στη συγκομιδή από δέντρα που δέχθηκαν διαφορετική λίπανση όπως αυτή περιγράφεται στο κείμενο. Παρουσιάζεται ο μέσος όρος τριών επαναλήψεων και η τυπική απόκλιση.

Μεταχείριση	Βόριο (mg/kg)
Μάρτυρας	36,2 ± 0,59
Παραγωγός	37,1 ± 1,03
Ορθολογική	38,7 ± 0,59

### ***Ανάλυση ανόργανων στοιχείων στα φύλλα***

Η ανάλυση ανόργανων στοιχείων στα φύλλα που συλλέχθηκαν στις 17 Ιανουαρίου 2016 από τον ελαιώνα, έδειξε ότι η συγκέντρωση του ολικού αζώτου στα φύλλα και στις τρεις μεταχειρίσεις βρισκόταν εντός των ορίων επάρκειας (Πίν. 4.8). Ωστόσο η συγκέντρωση του ολικού αζώτου στις μεταχειρίσεις της λίπανσης του παραγωγού και της ορθολογικής ήταν υψηλότερη κατά 19% σε σχέση με τη συγκέντρωση του αζώτου στο μάρτυρα.

Η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου στα φύλλα βρισκόταν εντός των ορίων επάρκειας και στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.8). Η μεταχείριση της λίπανσης του παραγωγού είχε τη χαμηλότερη συγκέντρωση ολικού φωσφόρου, ενώ η μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης είχε την υψηλότερη συγκέντρωση ολικού, μεγαλύτερη κατά 71% σε σχέση με τη συγκέντρωση φωσφόρου του παραγωγού και κατά 26% σε σχέση με τη συγκέντρωση φωσφόρου στο μάρτυρα. Στο μάρτυρα η συγκέντρωση

φωσφόρου βρέθηκε κατά 35% υψηλότερη σε σχέση με τη συγκέντρωση του φωσφόρου στον παραγωγό (Πίν. 4.8).

Η συγκέντρωση καλίου στα φύλλα στη μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης βρέθηκε υψηλότερη από τις συγκεντρώσεις καλίου των δύο άλλων μεταχειρίσεων οι οποίες βρέθηκαν ίδιες μεταξύ τους (Πίν. 4.8). Ωστόσο οι συγκεντρώσεις και των τριών μεταχειρίσεων ήταν χαμηλότερες από τα όρια επάρκειας του στοιχείου.

Η συγκέντρωση ασβεστίου στα φύλλα ήταν εντός ορίων επάρκειας και στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.8). Η συγκέντρωση ασβεστίου στη μεταχείριση της λίπανσης του παραγωγού βρέθηκε παρόμοια με τη συγκέντρωση ασβεστίου στη μεταχείριση του μάρτυρα, η οποία ήταν χαμηλότερη από τη συγκέντρωση ασβεστίου στη μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης κατά 30%.

Η συγκέντρωση μαγνησίου στα φύλλα δε μεταβλήθηκε με τη διαφορετική λίπανση που εφαρμόστηκε στις τρεις μεταχειρίσεις, ενώ βρέθηκε χαμηλότερη από τα όρια επάρκειας του στοιχείου (Πίν. 4.8).

Οι μεταχειρίσεις του μάρτυρα και της ορθολογικής λίπανσης είχαν παρόμοια συγκέντρωση σιδήρου στα φύλλα, ενώ η μεταχείριση της λίπανσης του παραγωγού βρέθηκε χαμηλότερη κατά 17% (Πίν. 4.8).

Η συγκέντρωση ψευδαργύρου στα φύλλα ήταν η ίδια για τις μεταχειρίσεις του μάρτυρα και του παραγωγού και υψηλότερη κατά 21% από τη συγκέντρωση ψευδαργύρου στη μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης (Πίν. 4.8). Ωστόσο οι συγκεντρώσεις και των τριών μεταχειρίσεων ήταν κάτω από τα όρια επάρκειας του στοιχείου.

Η συγκέντρωση μαγγανίου στα φύλλα ήταν εντός των ορίων επάρκειας και στις τρεις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.8). Παρόμοια συγκέντρωση μαγγανίου βρέθηκε στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα και της ορθολογικής λίπανσης η οποία ήταν υψηλότερη από αυτή της λίπανσης του παραγωγού κατά 38%.

Η συγκέντρωση βορίου στα φύλλα δε μεταβλήθηκε με τη διαφορετική λίπανση που εφαρμόστηκε στις τρεις μεταχειρίσεις, ενώ βρέθηκε χαμηλότερη από τα όρια επάρκειας του στοιχείου (Πίν. 4.8).

Πίνακας 4.8 Ανάλυση ανόργανων στοιχείων στα φύλλα ελιάς ποικ. Χονδρολιά Χαλκιδικής στη συγκομιδή από δέντρα που δέχθηκαν διαφορετική λίπανση όπως αυτή περιγράφεται στο κείμενο (ένα σύνθετο δείγμα ανά μεταχείριση)

Παράμετρος	Μονάδα μέτρησης	Μάρτυρας	Παραγωγός	Ορθολογική	Επάρκεια
Ολικό Άζωτο (N)	%	1,6	1,9	1,9	1,5-2,5
Ολικός φώσφορος (P)	%	0,23	0,17	0,29	0,11-0,30
Κάλιο (K)	%	0,68	0,68	0,77	0,91-1,20
Ασβέστιο (Ca)	%	1,48	1,47	1,92	1,01-2,50
Μαγνήσιο (Mg)	%	0,18	0,17	0,19	0,21-0,30
Σίδηρος (Fe)	mg/kg	81	69	80	
Ψευδάργυρος (Zn)	mg/kg	17	17	14	25-50
Μαγγάνιο (Mn)	mg/kg	35	25	34	25-60
Βόριο (B)	mg/kg	15	16	17	20-75

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ξηρά ουσία του φύλλου όπως, σε κάποιο βαθμό, και το ειδικό του βάρος δεν διαφοροποιήθηκαν με τις διαφορετικές εφαρμογές λίπανσης στις τρεις μεταχειρίσεις, όμως παρουσίασαν σημαντική αύξηση μεταξύ των ημερομηνιών δειγματοληψίας φύλλων. Συγκεκριμένα από τις 1 Ιουνίου, στις 20 Ιουλίου και από τις 20 Ιουλίου στις 11 Οκτωβρίου. Αυτό σημαίνει ότι καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού μέχρι και 15 ημέρες τουλάχιστον μετά τη συγκομιδή, τα φύλλα επιτελούσαν σε κανονικούς ρυθμούς όλες τις λειτουργίες τους, συνέχιζαν να ωριμάζουν και να αποθηκεύουν θρεπτικές ουσίες. Η αύξηση του καρπού τον Ιούνιο-Ιούλιο και τον Αύγουστο-Σεπτέμβριο δε φάνηκε να τα επηρέασε στο ελάχιστο, όπως θα ήταν αναμενόμενο λόγω των αυξημένων αναγκών των καρπών εκείνες τις περιόδους σε θρεπτικά στοιχεία τα οποία παίρνουν από τα φύλλα. Αλλά ούτε και οι υψηλότερες θερμοκρασίες του καλοκαιριού αποτέλεσαν περιοριστικό παράγοντα στις λειτουργίες τους. Αυτά τα φύλλα έχουν φτιάξει ένα μεγάλο απόθεμα αποθησαυριστικών ουσιών με τις οποίες θα τροφοδοτήσουν τις ανάγκες του δέντρου για ανάπτυξη και παραγωγή την επόμενη άνοιξη. Συνεπώς είναι επιτακτική η ανάγκη διατήρησης και προστασίας των φύλλων από ασθένειες όπως το κυκλοκλόνιο, γι' αυτό και διενεργούνται ψεκασμοί με μυκητοκτόνα ή χαλκούχα σκευάσματα μετά τη συγκομιδή και μετά το κλάδεμα ή και μέσα στο χειμώνα, όταν κρίνεται απαραίτητο.

Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις του φύλλου σε χλωροφύλλη παρατηρήθηκε αύξηση της συνολικής χλωροφύλλης τον Ιούλιο σε σχέση με τον Ιούνιο και παρόμοιες συγκεντρώσεις τον Οκτώβριο με τον Ιούλιο και στις τρεις μεταχειρίσεις, ενώ μεταξύ των μεταχειρίσεων κάθε ημερομηνίας δεν βρέθηκαν διαφοροποιήσεις. Οι ίδιες παρατηρήσεις ισχύουν και για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης α στα φύλλα. Επομένως τα φύλλα «εργάζονταν» και η φωτοσύνθεση πραγματοποιούνταν κανονικά. Φαίνεται δηλαδή από τα ανωτέρω στοιχεία για συνολική και α χλωροφύλλη ότι τα δέντρα δεν υπέστησαν σημαντική καταπόνηση και σε αυτό κατά πάσα πιθανότητα συνέβαλλε η τακτική άρδευση που δέχονταν τα ελαιόδεντρα και το σχετικά δροσερό μικροπεριβάλλον της περιοχής, καθώς ο ελαιώνας βρίσκεται στη Βόρεια Ελλάδα και κοντά στη θάλασσα. Επίσης συμπεραίνεται ότι είχαν επάρκεια σε άζωτο, καθώς το N αποτελεί σημαντικό συστατικό της χλωροφύλλης.

Ωστόσο, βρέθηκε μείωση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης b τον Οκτώβριο σε σχέση με τον Ιούλιο, μετά όμως από μια σημαντική αύξηση τον Ιούλιο σε σχέση με τον Ιούνιο. Στην ελιά, όπως αναφέρθηκε παραπάνω στην ενότητα της φωτοσύνθεσης, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b στο φωτοσύστημα II είναι πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με το φωτοσύστημα I. Σύμφωνα με τους Angelopoulos et al. (1996), όταν η ελιά υποστεί υδατικό στρες συμβαίνει μία αδρανοποίηση της πρωτογενούς φωτοχημείας που σχετίζεται με το φωτοσύστημα II. Το υδατικό στρες σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να μη σχετίζεται με την επάρκεια άρδευσης, αλλά με τις υψηλές θερμοκρασίες οι οποίες αναγκάζουν την ελιά να περιορίζει το άνοιγμα των στοματίων της ακόμα και κάτω από άρδευση (Bacelar et al. 2007). Επίσης είδαμε ότι και η χλωροφύλλη a δεν παρουσίασε αύξηση στη συγκέντρωσή της από τον Ιούλιο στον Οκτώβριο. Επομένως μπορεί να βγει το συμπέρασμα ότι ίσως τα ελαιόδεντρα την περίοδο από τα μέσα Ιουλίου έως τα μέσα Οκτωβρίου υπέστησαν κάποια υδατική καταπόνηση, μικρή μεν ώστε να μη μειώσει τα επίπεδα της συνολικής χλωροφύλλης, αλλά αρκετή για να μειώσει τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης b.

Πάντως συνολικά οι διαφορετικές λιπάνσεις δεν τροποποίησαν τα χαρακτηριστικά των φύλλων που μετρήθηκαν. Τα φύλλα είχαν επάρκεια σε N και παρά τις μερικές ελλείψεις σε ιχνοστοιχεία που δεν βελτιώθηκαν με τις διαφυλλικές ή από εδάφους εφαρμογές, η λειτουργία των φύλλων δεν τροποποιήθηκε. Φαίνεται ότι ακόμα και μόνο η βασική λίπανση ήταν αρκετή για να καλυφθούν οι ανάγκες του δέντρου σε μακροστοιχεία για τη χρονιά. Πιθανόν, αν η λίπανση του μάρτυρα συνεχιστεί για περισσότερα έτη, να παρουσιαστούν προβλήματα στη λειτουργία των φύλλων και παραγωγικότητα. Θα άξιζε λοιπόν να μελετηθεί επί σειρά ετών, γιατί τα διάφορα σκευάσματα που εφαρμόζονται είτε στη λίπανση του παραγωγού είτε στην ορθολογική λίπανση κοστίζουν αρκετά χρήματα στον παραγωγό. Αν δεν είναι απαραίτητα, γίνονται με απώλεια εισοδήματος για αυτόν.

Το μέγεθος και το βάρος των καρπών ήταν παρόμοια και στις τρεις μεταχειρίσεις και αρκετά ικανοποιητικά για τα δεδομένα της ποικιλίας. Η διαφορετική λίπανση δεν είχε καμία επίδραση στην αύξησή τους. Ίσως όμως να ευνοήθηκαν από την οργανική ουσία που απέδωσε στο έδαφος η κοπριά που χορηγήθηκε στον ελαιώνα την καλλιεργητική περίοδο του 2014, η οποία πάντως δεν βελτίωσε τη θρέψη σε ιχνοστοιχεία. Επίσης κάποιο ρόλο μπορεί να έπαιξε η

γενικότερα μέτρια παραγωγή του ελαιώνα, ωστόσο δε γνωρίζουμε την επίδρασή της σε κάθε μεταχείριση ξεχωριστά, γιατί δε μας δόθηκε η δυνατότητα να τη μετρήσουμε.

Η διαφορετική λίπανση στη μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης επέδρασε θετικά στο χρώμα των καρπών το οποίο ήταν ελαφρά πιο πράσινο και στιλπνό (καλύτερο) από το χρώμα των καρπών των άλλων δύο μεταχειρίσεων. Αυτό ίσως και να σημαίνει μικρή οψίμιση στην ωρίμανση λόγω των θερινών λιπάνσεων με N και K και αξίζει να μελετηθεί. Οι διαφορές στο μέγεθος των καρπών ήταν ασήμαντες λόγω των τριών μεταχειρίσεων, αλλά, αν πράγματι λόγω οψίμισης, οι καρποί από τα δέντρα με ορθολογική λίπανση συγκομίζονταν λίγες ημέρες πιο αργά, θα μπορούσε να αυξηθεί το μέγεθος τους σε σχέση με τις ελιές από τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, καθώς οι συγκομιζόμενοι πράσινοι καρποί είναι ανώριμοι και με τη διπλή καμπύλη ανάπτυξης, ο ελαιόκαρπος συνεχίζει την ανάπτυξη του μέχρι την αλλαγή χρώματος του φλοιού από πράσινο προς αχυρένιο, που σημαίνει και την έναρξη της ωρίμανσης.

Οι συγκεντρώσεις φωσφόρου και των τριών μεταχειρίσεων βρίσκονταν εντός των ορίων επάρκειας. Η συγκέντρωση P της μεταχείρισης της ορθολογικής λίπανσης βρέθηκε σε υψηλότερα επίπεδα από τις συγκεντρώσεις των υπολοίπων μεταχειρίσεων, γεγονός που σημαίνει ότι τα ελαιόδέντρα ανταποκρίθηκαν περισσότερο στους διαφυλλικούς ψεκασμούς P από ότι στην πολύ υψηλότερη από εδάφους εφαρμογή που έγινε με τη χορήγηση του σύνθετου λιπάσματος (160 g/δέντρο στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα και της λίπανσης του παραγωγού και 16,7 g/δέντρο στην ορθολογική λίπανση). Είναι γνωστό πόσο δυσκίνητος ή ελάχιστα διαθέσιμος γίνεται ο P στο έδαφος, καθώς δεσμεύεται ισχυρά στα κολλοειδή σε ορισμένα εδαφικά pH.

Παρά τις διαφορετικές εφαρμογές καλίου στις τρεις μεταχειρίσεις, η συγκέντρωσή του στα φύλλα ήταν κάτω από τα επίπεδα επάρκειας και στις τρεις μεταχειρίσεις. Το κάλιο είναι στοιχείο του οποίου η περιεκτικότητα στα φύλλα μειώνεται συνεχώς, όσο αυξάνεται η ηλικία του φύλλου, χωρίς καμία άνοδο σε ορισμένη φυσιολογική περίοδο, όπως συμβαίνει με το άζωτο και το φώσφορο κατά τη χειμερινή περίοδο (Bouat et al. 1953). Το κάλιο έχει υπολλειμματική δράση στην οποία αντιδρούν περισσότερο τα φυτά, από ότι στο νεοπροστεθέν λίπασμα. Γι' αυτό το λόγο μπορεί να μην μπορέσαμε να δούμε κάποια ανταπόκριση των δέντρων στη διαφορετική λίπανση από τον πρώτο χρόνο εφαρμογής. Ίσως θα έπρεπε να χτίσουμε

βαθμιαία με τα χρόνια ένα υψηλό επίπεδο καλίου στο έδαφος,, το οποίο θα μπορούν να εκμεταλλεύονται τα δέντρα. Ωστόσο δεν μπορούμε να είμαστε σίγουροι ότι συμβαίνει αυτό, διότι δεν έχει πραγματοποιηθεί εδαφολογική ανάλυση. Η ποσότητα K που χορηγήθηκε σε κάθε δέντρο τόσο στη μεταχείριση της λίπανσης του παραγωγού και του μάρτυρα (140 g K/ δέντρο και στις δύο μεταχειρίσεις) όσο και στη μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης (322 g K/ δέντρο), και μάλιστα σε πιο διαθέσιμη μορφή (με υδρολίπανση), ήταν πολύ μικρότερη από τη συνιστώμενη για αρδευόμενη καλλιέργεια, η οποία ανέρχεται και σε 1-1,5 kg K/ δέντρο ή σε περιπτώσεις χαμηλών συγκεντρώσεων στα φύλλα, προτείνεται η διπλάσια ποσότητα από αυτή του αζώτου (Θεριός 2015). Παρά την ανεπάρκεια καλίου είδαμε πως οι καρποί είχαν πολύ καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά. Σε αυτό όμως παίζει ρόλο η μέτρια παραγωγή των δέντρων, ενώ στην περίπτωση μεγάλης παραγωγής το κάλιο θα αποτελούσε περιοριστικό παράγοντα στην αύξηση των καρπών.

Για το βόριο έγιναν μετρήσεις της περιεκτικότητάς του στα φύλλα δύο φορές σε διαφορετικές περιόδους. Έχει βρεθεί ότι οι συγκεντρώσεις B παρουσιάζουν μια διακύμανση κατά τη διάρκεια του έτους από 40-180 ppm στη Χονδρολιά Χαλκιδικής, με μέγιστη συγκέντρωση στα μέσα του καλοκαιριού και χαμηλότερη τους μήνες Ιανουάριο-Μάρτιο (Θεριός 2015). Στις μετρήσεις από φύλλα που συλλέχθηκαν μέσα Ιουλίου βρέθηκε ότι η μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης ανταποκρίθηκε στις επανειλημμένες βοριούχες λιπάνσεις, καθώς είχε σχετικά υψηλότερη συγκέντρωση βορίου από τις υπόλοιπες. Ωστόσο στη φυλλοδιαγνωστική που έγινε σε φύλλα που συλλέχθηκαν τον Ιανουάριο βρέθηκε ανεπάρκεια βορίου και στις τρεις μεταχειρίσεις, παρόλο που στη μεταχείριση της ορθολογικής λίπανσης χορηγήθηκαν συνολικά 4,2 g B/δέντρο, ενώ στη μεταχείριση της λίπανσης του παραγωγού μόλις 0,4 g B/δέντρο και στο μάρτυρα καθόλου. Η από εδάφους εφαρμογή βόρακα προφανώς δεν μπόρεσε να δείξει κάποιο αποτέλεσμα από το πρώτο έτος εφαρμογής ή πιθανόν οι ιδιότητες του εδάφους (το pH, το ποσοστό και το είδος των ορυκτών της αργίλου, η οργανική ουσία κ.ά.) να εμποδίζουν την προσρόφηση βορίου από το δέντρο. Αυτό μπορεί να γίνει ξεκάθαρο μόνο με την ανάλυση του εδάφους. Αξιοπερίεργη ωστόσο είναι η μη αντίδραση στις διαφυλλικές βοριούχες λιπάνσεις, οι οποίες δεν κατάφεραν να αυξήσουν την περιεκτικότητα B στα φύλλα στη μεταχείριση τους ορθολογικής λίπανσης το χειμώνα αλλά μόνο το καλοκαίρι. Είναι πιθανόν οι ποσότητες που χορηγήθηκαν να μην ήταν αρκετές για να καλύψουν τις ανάγκες του δέντρου. Ακόμη



σύμφωνα με τον Γαβαλά (1978) η ανεπάρκεια Κ στα φύλλα συχνά συνάδει με τη χαμηλή περιεκτικότητα σε Β.

Το ίδιο ισχύει και για τον ψευδάργυρο ο οποίος βρέθηκε σε ανεπάρκεια και στις τρεις μεταχειρίσεις, παρόλο που είχε χορηγηθεί διαφυλλικά στις μεταχειρίσεις της λίπανσης του παραγωγού και της ορθολογικής λίπανσης. Προφανώς η ποσότητα που χορηγήθηκε ήταν μικρότερη των απαιτήσεων των ελαιόδεντρων, αφού εφαρμόστηκαν μόλις 0,4 g/δέντρο, αλλά αυτές είναι συνήθεις ποσότητες που αφαιρούνται από το δέντρο στα ιχνοστοιχεία.

Τέλος, όσον αφορά τα σκευάσματα αμινοξέων και της φυτορρυθμιστικής ουσίας που χορηγήθηκαν δε φαίνεται να είχαν κάποια σημαντική επίδραση στην παραγωγή. Ωστόσο δεν μπορούμε να είμαστε σίγουροι, διότι δεν είχαμε τη δυνατότητα να υπολογίσουμε την παραγωγή καρπών σε κάθε μεταχείριση ξεχωριστά.

Πολύ πιθανόν να μην είχαμε τα αναμενόμενα αποτελέσματα διότι το πείραμα διεξήχθη σε διάρκεια μόλις ενός έτους. Ωστόσο εάν η εφαρμογή ενός απλού πλήρους λιπάσματος όπως στην περίπτωση του μάρτυρα, συνεχιστεί σε βάθος χρόνου ενδεχομένως να υπάρξει εξασθένηση των δέντρων και συνεπώς μείωση της παραγωγικότητάς τους. Γι' αυτό η λίπανση αξίζει να μελετηθεί επί σειρά ετών.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα φύλλα της ελιάς συνέχισαν να ωριμάζουν μέχρι και μετά τη συγκομιδή βάσει των χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν σε ένα αρδευόμενο με μέτρια παραγωγή καρπών ελαιώνα. Το κόστος κατασκευής του φύλλου (υψηλό ποσοστό % ξηράς ουσίας και σημαντική ποσότητα χλωροφύλλης) καταδεικνύει την ανάγκη για προστασία αυτών από ασθένειες και εχθρούς και πιθανόν να δικαιολογεί ένα πλήρες πρόγραμμα ψεκασμών που θα πρέπει όμως να γίνεται όχι ημερολογιακά αλλά βάσει του κινδύνου που (κάπως) μετράται για απώλεια από εχθρούς ή ασθένειες.

Οι ποικίλες εφαρμογές θρεπτικών διαφυλλικά και με υψηλό κόστος δεν έδωσαν κάποιο ουσιαστικό οικονομικό αποτέλεσμα στη συγκεκριμένη εργασία και συγκεκριμένο ελαιώνα. Αναμένεται ότι η θρέψη και παραγωγικότητα τροποποιούνται μακροχρόνια από τη λίπανση και την παραγωγή, και, πιθανόν, μια απλή βασική λίπανση με τα τρία κύρια στοιχεία να μην είναι ικανοποιητική σε σειρά ετών.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αλμαλιώτης Δ., Χατζησαββίδης Χ., Ψωμά Π., Καραγιαννίδης Ν. και Αναστασιάδου Αν., 2009. Γονιμότητα εδαφών και θρεπτική κατάσταση ελαιώνων στην περιοχή Πολυγύρου Ν. Χαλκιδικής. Πρακτικά 13<sup>ου</sup> Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 13(A):149-152.
- Ανώνυμος (α), 2009. Στατιστικά στοιχεία Η παραγωγή και εμπορία ελαιολάδου και επιτραπέζιας ελιάς στον κόσμο. Γεωργία Κτηνοτροφία, 6:12-14.
- Ανώνυμος (β), 2009. Κλάδεμα ελαιοδένδρων. Γεωργία Κτηνοτροφία, 6:48-52.
- Βασιλακάκης Μ., 2013. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
- Βέμμος Σ., 2009. Νεότερα συστήματα καλλιέργειας της ελιάς. Γεωργία Κτηνοτροφία, 6:34-38.
- Βλαχιμίδης Π.Α και Γιαννοπολίτης Κ.Ν., 2009. Πολλαπλασιασμός της ελιάς. Γεωργία Κτηνοτροφία, 6:28-33
- Βλαχιμίδης Π.Α και Γιαννοπολίτης Κ.Ν., 2009. Η ελαιοσυλλογή. Γεωργία Κτηνοτροφία, 6:142-150
- Γαβαλάς Ν.Α., 1978. Η ανόργανη θρέψη και η λίπανση της ελιάς. Εκδόσεις Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
- Γιαννοπολίτης Κ.Ν., 2009. Μια πρώτη γνωριμία με την ελιά. Γεωργία Κτηνοτροφία, 6:6-9
- Δημητριάδης Σ.Δ., Γαβαλάς Ν.Α. και Χολέβας Κ.Δ., 1960. Τροφοπενία βορίου σε ελαιώνες της νήσου Λέσβου. Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο. 3:123-134.
- Διεθνής οργανισμός για τη βιολογική και ολοκληρωμένη καταπολέμηση των επιζήμιων ζώων και φυτών 2002. Οδηγίες για την ολοκληρωμένη παραγωγή ελιάς Τεχνικές οδηγίες III.
- Θεριός Ι.Ν., 2015. Ελαιοκομία. Εκδόσεις Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.
- Καρατάγλης Στ., 1994. Φυσιολογία Φυτών. Εκδόσεις Art of Text, Θεσσαλονίκη.

- Κωστελένος Γ.Δ., 2011. Στοιχεία ελαιοκομίας. Εκδόσεις Κωστελένος, Πόρος Τροιζηνίας, σελ. 302.
- Λουπασάκη Μ.Η. και Ανδρουλάκης Ι.Ι., 1999. Ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία της ελιάς (*Olea europaea* L.). Μέθοδοι και περίοδος εφαρμογής της λίπανσης. Πρακτικά επιστημονικής διημερίδας Θρέψη-Λίπανση –Περιβάλλον.
- Λιακόπουλος Γ., 2003. Ανατομικές και Φυσιολογικές Μεταβολές στα Φύλλα της Ελιάς (*Olea europaea* L.) υπό Συνθήκες Τροφοπενίας Βορίου. Διδακτορική Διατριβή Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας Εργαστήριο Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών.
- Μανέτας Ι., 2005. Φυσιολογία Φυτών. Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.
- Μαυρομάτη Α., Καραγιάννη Α., Λιονάκης Σ., Λιβιεράτος Ι., Δασκαλάκης Χ. και Σταματάκης Α., 2011. Επίδραση κομπόστας χοιρινών αποβλήτων σε ελαιώνα εγκατεστημένο σε όξινο έδαφος. 25<sup>ο</sup> Συνέδριο Ελληνικής Εταιρίας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών, Λάρνακα Κύπρος, 1-4 Νοεμ. 2011, 15(A):171-173.
- Μουρκίδης Γ.Α., 1982. Β' Θρέψη Φυτού και Λιπάσματα. Εκδόσεις Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.
- Νάνος Γ.Δ., 2009. Ορθές Γεωργικές Πρακτικές στην άρδευση της ελιάς. Γεωργία Κτηνοτροφία 6:60-66
- Νάνος Γ.Δ. και Πλιακώνη Ε., 2009. Άρδευση και παραγωγικότητα ελιάς. Γεωργία Κτηνοτροφία 6:54-55.
- Παναγιωτόπουλος Λ., 2009. Θρέψη και λίπανση της ελιάς. Γεωργία Κτηνοτροφία 6:70-76.
- Παναγόπουλος Χ.Γ., 2007. Ασθένειες Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου Σ., 2014. Ελαιοκομία. ΤΕΙ Πελοποννήσου, Καλαμάτα.
- Πλιακώνη Ε. και Νάνος Γ.Δ., 2009. Προσδιορισμός των αναγκών ελαιόδεντρων σε αρδευτικό νερό. Γεωργία Κτηνοτροφία, 6:56-58.
- Ποντίκης Κ.Α., 2000. Ειδική Δενδροκομία-Ελαιοκομία. Τόμος 3ος. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Σφακιωτάκης Ε., 1996. Μαθήματα Ελαιοκομίας. Εκδόσεις ΤυροMan, Θεσσαλονίκη.

- Σωτηρόπουλος Σ., Πασχαλίδης Χ., Καββαδίας Β., Κορίκη Α., Ξηρογιάννης Γ., και Στρατούρας Ι., 2008. Επισκόπηση της γονιμότητας εδαφών σε ελαιώνες (ποικ. Κορωνέικη) του νομού Μεσσηνίας. 12<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Εδαφολογικό Συνέδριο, Πύργος.
- Τσαντήλας Χ.Δ., Κοσμάς Κ. και Γιάσογλου Ν., 1994. Διερεύνηση εδαφικών παραμέτρων που σχετίζονται με την τροφοπενία βορίου στην ελιά και αντιμετώπιση αυτής. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, 5:41-51.
- Τζανακάκης Μ.Ε. και Κατσόγιαννος Β.Ι., 2003. Έντομα Καρποφόρων Δέντρων και Αμπέλου. Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα, σελ. 227-282.
- Τσαπικούνης Φ.Α., 2004. Θρέψη – Λίπανση των Φυτών Τόμος Α΄. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα
- Τσαπικούνης Φ.Α., 2004. Θρέψη – Λίπανση των Φυτών Μέρος Β΄. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα
- Τσαπικούνης Φ.Α., 2004. Θρέψη – Λίπανση των Φυτών Μέρος Γ΄. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα
- Χαρτζουλάκης Κ., Ψαρράς Γ., Μουτσοπούλου Μ. και Στεφανουδάκη Ε., 2004. Εφαρμογή των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων στο έδαφος των ελαιώνων. Μια περιβαλλοντικά αποδεκτή και οικονομικά εφικτή μέθοδος διαχείρισης. Επιστήμη και Τεχνολογία, 38:49-53.
- Ψαρράς Γ., 2008. Λίπανση της ελιάς. ΕΘΙΑΓΕ σελ. 1-3.
- Ψυλλάκης Ν., Ανδρουλάκης Ι. και Μικρός Λ., 1973. Αποτελέσματα ενός πειραματικού αγρού λιπάνσεως ελαίας ποικιλίας Μαστοειδής. Πεπρα. Α΄ Συμπ. Γεωτεχν. Ερευνών, Αθήνα, 25-29 Ιαν 1973.
- Fooks R., 2002. Το βιβλίο της ελιάς. Εκδόσεις Ψίχαλου, Αθήνα.
- Sumbele S.A., 2010. Φωτοσυνθετικά Χαρακτηριστικά Αντιπροσωπευτικών Φυτικών Ειδών του Μεσογειακού Οικοσυστήματος. Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Εργαστήριο Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών

### **Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία**

- Angelopoulos, K., Dichio, B. and Xiloyannis, C., 1996. Inhibition of photosynthesis in olive trees (*Olea europaea* L.) during water stress and rewatering. *J. Exp. Bot.*, 47(8):1093-1100.
- Bacelar, E.A., Santos, D.L., Moutinho-Pereira J.M., Lopes J.I., Goncalves B.C., Ferreira, T.C. and Coreia C.M., 2007. Physiological behavior, oxidative damage and antioxidative protection of olive trees grown under different irrigation regimes. *Plant Soil*, 292:1-12.
- Beutel, J., Uriu K. and Lilleland, O., 1978. Leaf analysis for California deciduous fruits. In: Reisenauer HM (ed.), *Soil and Plant-Tissue Testing in California*. pp 11-14.
- Bouat, A., Renaud P. and Dulac, J., 1953. Etude sur la physiologie de la nutrition de l'olivier. 2<sup>ème</sup> memoir. *Ann. Agron.*, 4:599-628
- Bouat, A., Renaud P. and Dulac, J., 1954. Etude sur la physiologie de la nutrition de l'olivier. troisième mémoire. *Ann. Agron.*, 5:459-488.
- Buchmann, E., 1962. La fumere de l'olivier. In: *Potassium Symposium, Int. Potash Inst. Berne*
- Buchmann, E., Bres, G., and Prevot 1959. Diagnostic foliaire de l' Olivier irrigue en Tunisie. *Oleag.*, 14:163-173.
- Demetriades, S.D. et Gavalas N.A 1962. La carence potassique de l'olivier en Grece. *Proc. 7th Congress Int. Potash Inst., Berne*, pp. 395-400.
- Demetriades, S.D., Gavalas N.A. and Holevas C.D. 1960. Boron deficiency in olive trees in Lesvos Island. *Hron. Ben. Phyt. Inst. N.S.* 3:123-134 (in Greek).
- Di Giovacchino L., Mucciarella M.R., Costantini N., Ferrante M.L., and Surricchio G. 2002. Use of nitrogen to improve stability of virgin olive oil during storage. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 79:339-344.
- Erel, R., Dag, A., Ben-Gal, A., Yermiyahu, U. and Schwartz, A. 2011. The roles of nitrogen, phosphorus and potassium on olive tree productivity. *Acta Hort.* 888:295-300.
- Erel, R., Dag A., Ben-Gal, A., Schwartz A., and Yermiyahu U. 2008. Flowering and fruit set of olive trees in response to nitrogen, phosphorus and potassium. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 133:639-647.

- Fernández-Escobar, R. Moreno R., and. García-Creus, M.N. 1999. Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternate-bearing cycle. *Sci. Hort.*, 82:25–45.
- Fernandez-Escobar, R. 2008. Fertilizacion. In: Barranco D., R., Fernandez-Escobar and Rallo L. (eds.), *El Cultivo del Olivo*. Mundi-prensa, Madrid. pp. 299–336.
- Fernandez-Escobar, R. 2011. Use and abuse of nitrogen in olive fertilization. *Acta Hort.*, 888:249-257.
- González, F., García, A.M., Chaves, M., and Mazuecos, C. 1967. Estado de nutrición, equilibrio nutritivo y rendimiento en el olivar de la provincia de Sevilla. *An. de Edaf. y Agrob.*, XXVIQ:733-762.
- Gonzales, G.F., and Troncoso, Y.A. 1972. Caracteres fisicosy quimicos de los suelos ocupados por el olivar (varietados de mesa) en la provincia de Sevilla. Relaciones con el estado nutritivo de la planta. 1. Caracteristicas del suelo optimo. *An. Ed. Agrobiol.*, 31:381-394.
- Hall, D.O., 1993. *Photosynthesis and Production in a Changing World: Field and Laboratory Manual*. Chapman and Hall, London p. 39-40.
- Hansen, C.J., 1945. Boron content of olive leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 46:78-80.
- Hartmann, H.T. and Brown, J.G., 1953. The effect of certain minerals deficiencies on the growth, leaf appearance and mineral content of young olives trees. *Hilgardia* 22: 119-130.
- Hartmann, H.T., 1958. Some responses of the olive to nitrogen fertilizers. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 87:194-198.
- Li., Y.L., Johnson, D.A., Su, Y.Z., Cui, J.Y., Zhang, T.H., 2005. Specific leaf area and leaf dry matter content of plants growing in sand dunes. *Botanical Bull. Academia Sinica*.
- Liphshitz N., Gophna R., Hartman M. and Biger G., 1991. The beginning of olive (*Olea europaea*) cultivation in the Old World: A reassessment. *J. Archaeological Sci.*, 18:441-453
- Martin, G.C., Ferguson, L., and Sibbet, G.S., 2005. Flowering, pollination, fruiting, alternate bearing and abscission. In: Sibbet G.S., Ferguson L. (Eds),

Olive Production Manual, University of California, Div. Agricultural and Natural Resources, pp 49–54.

- Molina-Soria, C. and Fernandez-Escobar, R., 2008. A proposal of new critical leaf concentrations in the olive. *Acta Hort.* 949:283-286.
- Perica S., Brown P.H., Connell J.H., Nyomora A.M.S., Dordas C., and Hu H., 2001. Foliar boron application improves flower fertility and fruit set of olive. *HortScience* 36:714-716.
- Recalde, L. and Esteban, E. 1966. Nutritious equilibrium of olive crop studied through leaf analysis. *Agrochimica* 10:371-385.
- Samish R.M., Moscicki, W.Z. Kessler B., and Hoffman M., 1961. A nutrition survey of Israel vineyards and olive groves by foliar analyses. *Nat. Univ. Inst. Agr. Spec. Bull.* No 39.
- Therios, I. 2009. *Olive Crop Production Science and Horticulture*. CAB International U.K.
- Tsadilas, C.D. and Chartzoulakis, K.S., 1999. Boron deficiency in olive trees in Greece in relation to soil boron concentration. *Acta Hort.*, 474:341-344.
- Wilson, P.J., Thompson. K. and Hodgson J.G. 1999. Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. *New Phytologist*, 143:155-162.

#### **Ιστίοτοποι**

- <http://www.minagric.gr/gpa/omilies/MOUTAFIS.pdf>





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000134354