

## ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

### ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

#### ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

#### ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**Επιδράσεις της αειφόρου λίπανσης στην ποιότητα καρπού  
και χαρακτηριστικά φύλλων της καστανιάς στη Μελιβοία  
Κισσάβου**

### ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ



**ΙΩΑΝΝΑ Ν. ΤΣΙΝΤΣΙΡΑΚΟΥ**

**ΒΟΛΟΣ 2013**



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

Αριθ. Εισ.: 11936/1  
Ημερ. Εισ.: 22/08/2013  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ  
2013  
ΤΣΙ

## **Βελτίωση της πρακτικής της λίπανσης στην καστανιά**

**Ιωάννα Ν. Τσιντσιράκου**

### **Εξεταστική Επιτροπή:**

- 1) Γεώργιος Νάνος, Αναπληρωτής Καθηγητής (ως επιβλέπων μέλος ΔΕΠ)**
- 2) Ανθή Δημήρκου, Καθηγήτρια**
- 3) Ευθυμία Λεβίζου, Λέκτορας**

**ΒΟΛΟΣ 2013**

*Στον καθηγητή μου κύριο Γεώργιο Νάνο, για την πολύτιμη  
βοήθεια, καθοδήγηση, και εμπιστοσύνη καθ' όλη  
τη διάρκεια της πειραματικής και συγγραφικής περιόδου.*

*Στον πατέρα μου, Νίκο, για την υποστήριξη και τη βοήθεια  
που μου προσέφερε όλα αυτά τα χρόνια.*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	8
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	10
2.1 Ονομασία, καταγωγή, εξάπλωση .....	10
2.2 Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή.....	12
2.3 Καλλιέργεια καστανιάς.....	16
2.3.1 Παράγοντες κλίματος, εδάφους, άρδευσης και θρεπτικών συστατικών.....	16
2.3.2 Τρόπος πολλαπλασιασμού και εγκατάσταση της καλλιέργειας.....	18
2.3.3 Διαχείριση εδάφους και ζιζανίων.....	19
2.3.4 Συστήματα φύτευσης- Αποστάσεις φύτευσης- Εποχή φύτευσης.....	21
2.3.5 Διαμόρφωση κόμης- Κλάδεμα.....	22
2.4 Εχθροί και ασθένειες.....	22
2.5 Φυσιολογία φύλλου.....	24
2.5.1 Η λειτουργία της αναπνοής .....	25
2.5.2 Η διεργασία της φωτοσύνθεσης.....	26
2.5.3 Παράγοντες που τροποποιούν το ρυθμό της φωτοσύνθεσης .....	28
2.5.3.1 Εξωτερικοί παράγοντες.....	28
2.5.3.2 Εσωτερικοί παράγοντες.....	30
2.5.4 Ξηρά ουσία.....	31
2.5.5 Ειδικό βάρος φύλλων.....	32
2.6 Θρέψη- Λίπανση φυτών. Λίπανση της καλλιέργειας της καστανιάς.....	32
2.6.1 Τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους. Θρέψη φυτών από το έδαφος.....	33
2.6.2 Πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από το εδαφικό διάλυμα.....	34



2.6.3 Πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από την ατμόσφαιρα.....	36
2.6.4 Φυσιολογική σημασία των θρεπτικών στοιχείων.....	37
2.6.5 Απώλειες θρεπτικών στοιχείων.....	38
2.6.6 Λίπανση καλλιεργειών.....	40
2.6.7 Λίπανση καστανιάς.....	41
2.6.7.1 Προγραμματισμός της διαχείρισης της θρέψης πριν την εγκατάσταση του καστανεώνα.....	43
2.6.7.2 Λίπανση κατά τη διάρκεια των πρώτων χρόνων του καστανεώνα.....	44
2.6.7.3 Λίπανση καστανεώνα κατά τα παραγωγικά έτη.....	46
2.7 Ποιότητα καρπού.....	47
2.8 Παραγωγικότητα.....	50
2.8.1 Η φυτική κόμη της καλλιέργειας- Φυτοκάλυψη.....	51
2.8.2 Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI).....	52
2.8.3 Ηλικία δέντρων.....	53
2.9 Σκοπός της μελέτης.....	53
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	55
3.1 Πειραματικός καστανεώνας.....	55
3.2 Καθορισμός δέντρων δειγματοληψίας.....	57
3.3 Μετρήσεις pH και αγωγιμότητα εδάφους.....	61
3.4 Λεπτομερής καταγραφή των καλλιεργητικών φροντίδων στους δύο καστανεώνες κατά τα δύο έτη μετρήσεων.....	63
3.5 Μετρήσεις ξηράς ουσίας, ειδικού βάρους και χλωροφύλλης φύλλων.....	65
3.6 Συγκομιδές και μετρήσεις παραγωγής.....	66
3.7 Ποιότητα καρπού.....	67
3.8 Στατιστική ανάλυση.....	69
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	70

4.1 Φυσιολογικά χαρακτηριστικά φύλλων καστανιάς.....	71
4.1.1 Επίδραση μεταχειρίσεων στην ξηρά ουσία, στο ειδικό βάρος και στην ειδική φυλλική επιφάνεια των φύλλων καστανιάς.....	71
4.1.2 Επίδραση μεταχειρίσεων στη συνολική χλωροφύλλη φύλλων καστανιάς..	76
4.2 Επίδραση των διαφορετικών λιπάνσεων στην παραγωγή και στην παραγωγικότητα των δέντρων καστανιάς.....	76
4.3 Επίδραση των διαφορετικών λιπάνσεων στην ποιότητα των καρπών.....	80
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	85
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	91
Φωτογραφίες δέντρων από τον πειραματικό καστανεώνα.....	92
Φωτογραφίες δέντρων από τον καστανεώνα μάρτυρα.....	95
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	98

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή μου κύριο Γεώργιο Νάνο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και Διευθυντή του Εργαστηρίου Δενδροκομίας, για την συνεχή καθοδήγηση και βοήθεια, τις πολύτιμες συμβουλές για το σχεδιασμό και για την εκτέλεση του πειραματικού μέρους, τις υποδείξεις και τις διορθώσεις κατά τη συγγραφή του κειμένου της παρούσας προπτυχιακής διατριβής, καθώς, επίσης, και για την παραχώρηση του εργαστηρίου του, ώστε να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες αναλύσεις της παρούσας πτυχιακής.

Ευχαριστώ θερμά την Καθηγήτρια Ανθή Δημήρκου, Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και διευθύντρια του Εργαστηρίου Εδαφολογίας για την πολύτιμη και ουσιαστική βοήθεια που μου παρείχε όλα αυτά τα χρόνια με τη διδασκαλία και εκπαίδευση στην Εδαφολογία και στη Γονιμότητα εδαφών, καθώς και για τη συμμετοχή της στην εξεταστική επιτροπή.

Τις ευχαριστίες μου εκφράζω και στην Λέκτορα Ευθυμία Λεβίζου για την συμμετοχή της στην Συμβουλευτική επιτροπή και για τις ουσιαστικές διορθώσεις της πτυχιακής μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Βασίλειο Αντωνιάδη, Λέκτορα του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, για την προθυμία του και την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε σε θέματα εδαφολογίας, καθώς επίσης και για τις χρήσιμες συμβουλές και συμπαράσταση καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Ευχαριστώ, επίσης, την υποψήφια Διδάκτωρ Περσεφόνη Μαλέτσικα, για την βοήθειά της στην υλοποίηση μέρους του πειραματικού μέρους και για άλλες εργαστηριακές ιδιότητες.

Τέλος, ευχαριστώ τους γονείς μου για την ηθική τους υποστήριξη και ιδιαίτερα τον πατέρα μου για την παραχώρηση του καστανεώνα και για την υλική και ηθική συμπαράστασή του και τον αδελφό μου για την αμέριστη βοήθεια και συμβολή κατά τη διάρκεια συγγραφής της πτυχιακής μου διατριβής.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ελάχιστα δεδομένα υπάρχουν για την ορθολογική λίπανση της καστανιάς στον κόσμο. Καθώς εντατικοποιείται η δυναμική αυτή ορεινή δενδρώδης καλλιέργεια απαιτούνται τοπικά δεδομένα για την ορθολογική λίπανση της, ώστε να μεγιστοποιηθεί η παραγωγικότητα και ποιότητα καρπού και να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες θρεπτικών στο υπέδαφος λόγω του αμμώδους εδάφους και του υψηλού υετού των ορεινών αυτών περιοχών. Δύο διπλανοί καστανεώνες με παρόμοια εφαρμογή καλλιεργητικών τεχνικών, τα έτη 2011 και 2012 δέχθηκαν διαφορετική λίπανση: ο μάρτυρας δέχθηκε την εμπειρική τοπική λίπανση με υψηλή σχετικά προσθήκη αζώτου και ο πειραματικός δέχθηκε ορθολογική λίπανση βάσει της βιβλιογραφίας, που συσχετίζει την λίπανση με την κάλυψη του καστανεώνα με την κόμη και την παραγωγή καρπών. Μετρήθηκαν μερικά φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων, η παραγωγικότητα των δέντρων σε καρπό και η ποιότητα των κάστανων. Τα φύλλα από την ορθολογική λίπανση είχαν υψηλότερο ποσοστό ξηράς ουσίας και ειδικό βάρος, αλλά και μερικά τουλάχιστον υψηλότερη ολική χλωροφύλλη από τα φύλλα του μάρτυρα. Φαίνεται λοιπόν ότι η πιο ισορροπημένη λίπανση έκανε τα φύλλα πιο παραγωγικά ή ο μάρτυρας λόγω των μεγάλων σε όγκο δέντρων είχε εντονότερη σκίαση της κόμης. Η παραγωγικότητα καρπών είτε ανά μονάδα επιφάνειας διατομής κορμού είτε ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους καλυπτόμενου από την κόμη δεν τροποποιήθηκε ουσιαστικά από τη λίπανση. Η ποιότητα του καρπού (μέγεθος καρπού και εδώδιμου τμήματος, υγρασία εδώδιμου) ελάχιστα βελτιώθηκε από την ορθολογική λίπανση το 2012, ενώ βελτιώθηκε αρκετά το 2011. Βρέθηκε λοιπόν ότι με μια ορθολογική λίπανση, που σημαίνει μια σημαντική μείωση κύρια στην εφαρμογή αζώτου, η παραγωγικότητα και ποιότητα καρπού δεν επηρεάστηκε, ώστε ο παραγωγός να μπορεί να κάνει οικονομικότερη την καλλιέργεια προστατεύοντας παράλληλα το περιβάλλον. Η ορθολογική αυτή λίπανση φαίνεται να σχετίζεται με το μέγεθος των δέντρων, το μέγεθος της παραγωγής και την επιφάνεια του οπωρώνα που καλύπτεται από την κόμη του δέντρου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το δέντρο της καστανιάς αποτελεί σημαντικό καρποφόρο και δασικό δέντρο για την Ελλάδα. Η καλλιέργεια παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις ορεινές και ημιορεινές περιοχές της χώρας, λόγω του μικρού κόστους παραγωγής, της γρήγορης εισόδου του στην καρποφορία και της παραγωγής ξύλου σε μικρό χρονικό διάστημα, καθώς, επίσης, και της συμβολής του δέντρου στη δημιουργία σημαντικών οικοσυστημάτων και δασών.

Για την επίτευξη υψηλών και σταθερών αποδόσεων οι ετήσιες καλλιεργητικές φροντίδες είναι απαραίτητες για την καστανιά. Η αξία του κάστανου είναι ανάλογη του μεγέθους του. Δηλαδή, όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος του καρπού τόσο υψηλότερη οικονομική αξία έχει. Για να παράγει το δέντρο της καστανιάς καλού μεγέθους και ικανοποιητικής ποιότητας καρπούς είναι απαραίτητες οι εφαρμογές λιπασμάτων και κυρίως η εφαρμογή αζώτου. Η εφαρμογή του αζώτου είναι ιδιαίτερα σημαντική, αφού η καστανιά αντιδρά ιδιαίτερα στην αζωτούχο λίπανση δίνοντας έντονη βλάστηση, υψηλό ποσοστό θηλυκών ανθέων, υψηλή καρπώδεση και καλή καρποφορία. Επίσης, καθώς το εδώδιμο μέρος του καρπού της καστανιάς είναι το σπέρμα της, είναι απαραίτητη η εφαρμογή αζώτου για την κανονική αύξησή του. Μάλιστα είναι απαραίτητο να είναι διαθέσιμο στο δέντρο σε όλη την περίοδο αύξησης του σπέρματος.

Η συστηματική καλλιέργεια της καστανιάς στην Ευρώπη είναι σχετικά πρόσφατη και δεν υπάρχουν επαρκή πειραματικά δεδομένα για τη λίπανσή της. Ωστόσο, κάποιες προσπάθειες γίνονται στην Ελλάδα, αν και, τις περισσότερες φορές, η εφαρμογή της λίπανσης είναι εμπειρική παρά ορθολογική.

Λαμβάνοντας υπόψη τις δυσκολίες που παρουσιάζονται στην εφαρμογή ολοκληρωμένης και ορθολογικής λίπανσης της καστανιάς, σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η βελτίωση της πρακτικής της λίπανσης της καστανιάς με βάση τα παγκόσμια πειραματικά δεδομένα δίνοντας, κυρίως έμφαση, στις ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που έχει ανάγκη η καστανιά. Επίσης, σκοπός της μελέτης ήταν

η αξιολόγηση μερικών φυσιολογικών χαρακτηριστικών των φύλλων και ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών της καστανιάς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

#### 2.1 Ονομασία, καταγωγή, εξάπλωση

Η προέλευση του ονόματος της καστανιάς<sup>1</sup> ανάγεται στην αρχαιότητα. Ο καρπός της καστανιάς, το κάστανο, υπήρξε γνωστός στους αρχαίους Έλληνες καθώς μνημονεύεται στα έργα διαφόρων φιλοσόφων με το χαρακτηρισμό ως εκλεκτού και θρεπτικού συμπληρώματος στη διατροφή τους ή ακόμη και ως πλήρες φαγητό. Οι πρώτες ενδείξεις για εκμετάλλευση του δέντρου της καστανιάς βρέθηκαν στην Άπω Ανατολή πριν από 5000 έως 6000 χρόνια, ενώ στη Μεσόγειο εμφανίζονται πριν 2000 έως 3000 χρόνια<sup>2</sup>. Βασικά κέντρα καταγωγής και εξάπλωσης της καλλιέργειας της καστανιάς θεωρούνται οι χώρες της ανατολικής Μεσογείου από τις οποίες επιλέχθηκαν και διαδόθηκαν, κατά τον 5ο αιώνα, διαφορετικές ποικιλίες σε όλη την Ευρωπαϊκή Μεσόγειο<sup>3</sup>.

Η Ευρωπαϊκή καστανιά καλλιεργείται σήμερα στην Κίνα και κατά μήκος της Βόρειας ακτής της Μεσογειακής λεκάνης με κύριες χώρες παραγωγής την Ιταλία, Γαλλία, Ισπανία, Ελλάδα και Πορτογαλία<sup>4</sup>.

Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια της καστανιάς εκτείνεται σε πολλούς Νομούς και περιοχές της. Κύρια απαντά στη Θεσσαλία – με σημαντικότερες περιοχές τη Λάρισα, τα Τρίκαλα, την Καρδίτσα και το Πήλιο, στην Πελοπόννησο – με σημαντικότερα κέντρα παραγωγής τους Νομούς Αχαΐας, Αρκαδίας, Λακωνίας και Μεσσηνίας, στη Μακεδονία – με βασικά κέντρα καστανοπαραγωγής τους νομούς Ημαθίας,

---

<sup>1</sup> Καστανιά: *Castanea sativa* ή *Castanea vulgaris* ή *Castanea vesca*. Οικογένεια *Fagaceae*, τάξη *Fagales*.

<sup>2</sup> Βασιλακάκης 2004, 555.

<sup>3</sup> Δημουλάς 1986, 11.

<sup>4</sup> Βασιλακάκης 2004, 56.

Καστοριάς, Πέλλας και Πιερίας, στη Στερεά Ελλάδα – στους νομούς Φθιώτιδος και Φωκίδος, όπως επίσης και σε ελληνικά νησιά όπως η Εύβοια και η Κρήτη.

Σε διεθνές επίπεδο, το σύνολο της παραγωγής κάστανων ανέρχεται στους 550.000 τόνους, με τις μεγαλύτερες ποσότητες να παράγονται στην Άπω Ανατολή και στη Μεσόγειο. Από την άλλη, η ετήσια παραγωγή κάστανων στην Ελλάδα είναι περίπου 12.000 με 15.000 τόνους, ενώ εισάγονται ακόμη 6.000 τόνοι. Οι συστηματικοί και μη καστανεώνες στη χώρα μας καταλαμβάνουν έκταση περισσότερο από 72.000 στρέμματα<sup>5</sup>.

**Πίνακας 2.1. Οι κυριότερες χώρες καλλιέργειας καστανιάς (Ευρωπαϊκής) στην Ευρώπη και η παραγωγή τους το 2006 και το 2007.**

Χώρα	Παραγωγή (σε τόνους)	
	2006	2007
Τουρκία	53.814	55.100
Ιταλία	53.000	55.000
Πορτογαλία	30.900	22.000
Ελλάδα	17.442	10.200
Ισπανία	10.140	15.000
Γαλλία	9.670	9.449
Ρωσία	2.100	2.200
Αζερμπαϊτζάν	1.765	1.887

Πηγή: FAO stat.

<sup>5</sup> Ποντίκης 1996, 136.



## 2.2 Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή

Η καστανιά, ανήκει στο γένος *Castanea*, στην οικογένεια των Φηγίδων, *Fagaceae*, στην τάξη *Fagales*. Περιλαμβάνει συνολικά 13 είδη φυλλοβόλων μεγάλων δέντρων, από τα οποία οικονομικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν μόνο: η Ιαπωνική καστανιά, *Castanea crenata*, η Κινέζικη καστανιά, *Castanea mollissima*, η Αμερικάνικη καστανιά, *Castanea dentata* και η Ευρωπαϊκή καστανιά, *Castanea sativa*.

Η Ευρωπαϊκή καστανιά, *Castanea sativa*, είναι ένα δέντρο φυλλοβόλο, αιωνόβιο, ημιορθόκλαδο ή και ορθόκλαδο, με ύψος έως 35 μέτρα και διάμετρο κορμού που φτάνει ακόμη και τα 2 μέτρα. Ευδοκιμεί σε ορεινές περιοχές, σε υψόμετρο από 300 έως 700 μέτρα. Σε νεαρή ηλικία ο φλοιός της καστανιάς είναι λείος και καστανός, ενώ στη συνέχεια αποκτά ξηρό φλοιό που σχηματίζει κατά μήκος σχισμές. Ο αναπτυγμένος βλαστός της είναι γωνιώδης με πολλά φακίδια<sup>6</sup>. Η εμφάνιση του δέντρου διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία και την πυκνότητα φύτευσης. Κατά την ενηλικίωσή του μπορεί να είναι ανοιχτόκλαδο, καθώς παίρνει σχήμα σφαιρικό όταν βρίσκεται σε ανοιχτό μέρος ή και ορθόκλαδο πυραμοειδές και ψηλό, με μεγάλη πυκνότητα φύτευσης. Τα φύλλα είναι απλά, κατ' εναλλαγή, δερματώδη, επιμήκη λογχοειδή με οδοντώσεις στις άκρες, μέσου μήκους 16-28 cm και μέσου πλάτους 5-9 cm. Η πάνω επιφάνεια του φύλλου είναι βαθυπράσινη, ενώ η κάτω είναι ανοιχτότερου χρώματος με έρποντα τριχίδια, που, όσο ωριμάζει το φύλλο, τα αποβάλλει<sup>7</sup>. Οι οφθαλμοί είναι χοντροί, τριγωνικής μορφής με ευρεία βάση, λείοι με αραιές κοντές τρίχες<sup>8</sup>. Διακρίνονται σε δύο είδη, τους ξυλοφόρους και τους μικτούς καρποφόρους. Οι ξυλοφόροι οφθαλμοί είναι οξυκατάληκτοι και βρίσκονται στη βάση, πλάγια ή επάκρια, των ετήσιων καρποφόρων βλαστών. Οι μικτοί καρποφόροι, από την άλλη, είναι μεγαλύτεροι σε μέγεθος και βρίσκονται στην άκρη των καρποφόρων βλαστών. Οι ξυλοφόροι οφθαλμοί δίνουν φυλλοφόρο βλαστό με ξυλοφόρους ή μικτούς οφθαλμούς, ενώ οι μικτοί οφθαλμοί δίνουν φυλλοφόρο

---

<sup>6</sup> Δημουλάς 1986, 21.

<sup>7</sup> Δημουλάς 1986, 28.

<sup>8</sup> Δημουλάς 1986, 21.

βλαστό με ίουλους και παρουσιάζουν μόνο αρσενικά άνθη ή αντρόγυνα άνθη (Εικόνα 1).

Η καστανιά είναι δέντρο μόνοικο και δικλινές, δηλαδή, στο ίδιο δέντρο φέρει ξεχωριστά αρσενικά και θηλυκά άνθη, που βρίσκονται στον ίδιο ετήσιο βλαστό. Παρουσιάζονται σε μεγάλες, μακριές, λεπτές, κίτρινο-πράσινες ταξιανθίες, τύπου ίουλου, μήκους από 10 έως και 20 εκατοστά, που σχηματίζονται στη μασχάλη των φύλλων των ετήσιων βλαστών. Υπάρχουν δύο είδη ταξιανθιών: Οι μονοσεξουαλικοί αρσενικοί ίουλοι, που περιέχουν μόνο αρσενικές ανθοταξίες και βρίσκονται στα κατώτερα τμήματα των βλαστών, και οι δισεξουαλικοί, αντρόγυνοι ίουλοι, που βρίσκονται στην άκρη των βλαστών. Κάθε ίουλος μπορεί να φέρει 60 έως 120 άνθη.



Εικόνα 1: Βλαστός καστανιάς με κορυφαίο μικτό οφθαλμό και πλάγιους ξυλοφόρους οφθαλμούς.

Τα αρσενικά άνθη είναι τοποθετημένα κατά μήκος του ίουλου σε ομάδες από 3 έως 7. Το αρσενικό άνθος αποτελείται από 6 σέπαλα και 10-20 στήμονες με δύλοβους ανθήρες πράσινου χρώματος (Εικόνα 3). Τα θηλυκά άνθη σχηματίζονται σε ομάδες, δύο έως τριών ανθέων, στη βάση των δισεξουαλικών ταξιανθιών. Τα θηλυκά άνθη σχηματίζουν στην άκρη του ετήσιου βλαστού, μια κασίδα, με ακανθώδες περίβλημα, στα τέλη Ιουνίου-Ιουλίου, που περιβάλλεται από ένα κύριο και δύο δευτερεύοντα βράκτια φύλλα. Τα θηλυκά άνθη αποτελούνται από μια εξάχωρη,

υποφυή ωοθήκη, με έξι λευκά στίγματα στη βάση και από 7 έως 9 υπόλευκους στύλους<sup>9</sup>.



Εικόνα 2. Αρσενικά και θηλυκά άνθη καστανιάς στον ίδιο βλαστό.



Εικόνα 3. Αρσενικά άνθη καστανιάς.

---

<sup>9</sup> Δημουλάς 1986, 45.

Η καστανιά ανθίζει από Μάιο μέχρι και Ιούλιο ανάλογα το είδος και την περιοχή ανάπτυξης. Συνήθως, όμως, ανθίζει τον Ιούνιο και ωριμάζει τους καρπούς από τα τέλη Σεπτεμβρίου έως και τον Οκτώβριο του ίδιου έτους.

Η καστανιά καρποφορεί σε ετήσιους βλαστούς από μικτούς οφθαλμούς<sup>10</sup>. Ανάλογα με το είδος της καστανιάς, μέσα στο περίβλημα υπάρχουν 1 έως 3 καρποί. Το εδώδιμο τμήμα του κάστανου αποτελείται από το σπέρμα που φέρει το έμβρυο και δύο κοτυληδόνες. Ο καρπός είναι κάρυο και αποτελείται από λείο, δερματώδες περικάρπιο καστανοκόκκινου, ή και μαυροκόκκινου χρωματισμού, που προέρχεται από το τοίχωμα της ωοθήκης. Στο ένα άκρο φέρει ουρά και χνούδι, δηλαδή αποξηραμένους στύλους (δάδα), ενώ στο άλλο φέρει σκληρή βάση<sup>11</sup>.

### *Επικονίαση*

Η καστανιά είναι δέντρο αυτόστειρο. Είναι σταυρογονιμοποιούμενο είδος και συνεπώς απαιτεί να υπάρχουν στην γύρω περιοχή και επικονιάστριες ποικιλίες. Η επικονίαση γίνεται κυρίως με τα έντομα αλλά και τον άνεμο.

Τα αρσενικά άνθη, συνήθως, αρχίζουν να ανθίζουν μια ή δύο ημέρες νωρίτερα από τα θηλυκά στο ίδιο δέντρο. Για την επίτευξη του μεγαλύτερου ποσοστού καρπόδεσης, ενδείκνυται η συνύπαρξη τουλάχιστον δύο ποικιλιών καστανιάς ή οι διαφορετικές αυτές ποικιλίες να παράγουν γύρη σε διαφορετικές περιόδους<sup>12</sup>. Επιπροσθέτως, για την επίτευξη ενός ικανοποιητικού ποσοστού καρπόδεσης από τη σταυρογονιμοποίηση, η απόσταση μεταξύ των διαφορετικών ποικιλιών δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 65 μέτρα<sup>13</sup>.

---

<sup>10</sup> Ποντίκης 1996, 140.

<sup>11</sup> Βασιλακάκης 2004, 559.

<sup>12</sup> Βλ. ιστότοπο [www.washingtonchestnut.com/pollination.html](http://www.washingtonchestnut.com/pollination.html)

<sup>13</sup> Ποντίκης 1996, 141.



## 2.3 Καλλιέργεια της καστανιάς

Οι καλλιεργητικές φροντίδες που εφαρμόζονται σε έναν καστανεώνα πρέπει να είναι εντατικές, ώστε να εξασφαλίζεται σταθερή ποσοτικά και ποιοτικά παραγωγή ετησίως. Σημαντικές φροντίδες συνιστούν η αντιμετώπιση ζιζανίων, το κλάδεμα, το πότισμα και η λίπανση των δένδρων.

### 2.3.1 Παράγοντες κλίματος, εδάφους, άρδευσης και θρεπτικών συστατικών

Η καστανιά καλλιεργείται σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές της χώρας. Προσαρμόζεται άριστα σε περιοχές κυρίως της εύκρατης ζώνης. Συγκεκριμένα, προτιμά υγρά και ελαφρώς ψυχρά κλίματα με μέση ετήσια θερμοκρασία από 8 έως 15 °C. Παρουσιάζει ανθεκτικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, γι' αυτό αναπτύσσεται κυρίως σε υψόμετρο και πάνω από 500 μέτρα. Απαιτεί αρκετές ώρες ψύχους για τη διακοπή του ληθάργου των οφθαλμών. Οι πρώιμοι ανοιξιάτικοι παγετοί ζημιώνουν τη νεαρή βλάστηση, ενώ οι όψιμοι παγετοί της άνοιξης προκαλούν πάγωμα των ανθέων (αργά την άνοιξη) με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής. Ως εκ τούτου, η επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας, όψιμης ή πρώιμης άνθισης, ανάλογα με το κλίμα και το υψόμετρο της κάθε περιοχής, καθίσταται αναγκαία. Από άποψη προσανατολισμού, οι νότιες-νοτιανατολικές θέσεις στα χαμηλά υψόμετρα, κατά κύριο λόγο, πρέπει να αποφεύγονται, διότι ευνοούν την πρώιμη βλάστηση, η οποία είναι ευαίσθητη στον ανοιξιάτικο παγετό και στα ηλιακά εγκαύματα των κορμών και των κλαδιών<sup>14</sup>. Κατάλληλες θέσεις για την καλλιέργεια της καστανιάς είναι η βόρεια ή βορειοανατολική έκθεση που διατηρεί τις θερμοκρασίες σε σχετικά χαμηλά επίπεδα χωρίς πολλές αυξομειώσεις κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου<sup>15</sup>. Η καστανιά απαιτεί αρκετό ηλιακό φως, καθώς

---

<sup>14</sup> Δημουλάς 1986, 20.

<sup>15</sup> Δημουλάς 1986, 20.



αποτελεί είδος που αντέχει μερική μόνο σκίαση. Η καλύτερη ωστόσο θερμοκρασία για την ωρίμανση του καρπού κυμαίνεται στους 25 με 30 °C<sup>16</sup>.

Η καστανιά ευδοκίμει σε περιοχές με ετήσιο ύψος βροχόπτωσης πάνω από 700 mm. Παρουσιάζει αυξημένες ανάγκες σε νερό, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες, επομένως, τα ποτίσματα θα πρέπει να αρχίζουν από τη στιγμή της καρπόδεσης (Ιούνιο), να συνεχίζονται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και να εντατικοποιούνται κατά την περίοδο αύξησης του μεγέθους των καρπών, τότε δηλαδή που διαμορφώνεται και το τελικό τους μέγεθος (Αύγουστος – Σεπτέμβριος). Η απουσία νερού, ιδιαίτερα σε περιόδους με λίγες βροχοπτώσεις, έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη παραγωγή και ανάπτυξη του καρπού. Παρόλα αυτά η καστανιά είναι ιδιαίτερα ανθεκτική στην ξηρασία. Οι άνεμοι δεν προκαλούν προβλήματα σε δέντρα μεγάλης ηλικίας, παρά μόνο σε νεαρά δενδρύλλια κατά την περίοδο σχηματισμού της νέας βλάστησης και της έκπτυξης των ταξιανθιών<sup>17</sup>.

Η καστανιά αναπτύσσεται καλά σε αμμώδη έως πηλώδη εδάφη, επικλινή, βαθιά, καλά στραγγιζόμενα, όξινα εδάφη – απαλλαγμένα από ασβέστιο, με μέγιστο ποσοστό εδαφικού ασβεστίου το 2%<sup>18</sup>. Ρηχά ή βαριά εδάφη δεν είναι ικανοποιητικά για την καλλιέργεια της καστανιάς. Ως προς το pH του εδάφους, η κατάλληλη τιμή για την καστανιά κυμαίνεται από 5,5 έως 6. Αν το pH είναι μικρότερο από 5, τότε εφαρμόζεται ασβέστιο στο έδαφος. Αντιθέτως, αν το pH του εδάφους είναι μεγαλύτερο από 6,5, καθίσταται αδύνατη η καλλιέργειά της, καθώς η μείωση του εδαφικού pH με θείο καθίσταται οικονομικά ασύμφορη.

Η ιδανικότερη κλίση του εδάφους για τη συστηματική καλλιέργεια της καστανιάς είναι αυτή της μικρής κλίσης για τη διευκόλυνση της εισόδου και τη χρήση των γεωργικών μηχανημάτων. Εδάφη με μεγάλη κλίση δημιουργούν προβλήματα, όχι μόνο στη συγκομιδή των κάστανων, αλλά και στο ίδιο το έδαφος, καθώς αυτό διαβρώνεται και δύσκολα αποθηκεύει μεγάλες ποσότητες νερού.

---

<sup>16</sup> Βασιλακάκης 2004, 560.

<sup>17</sup> Βασιλακάκης 2004, 560.

<sup>18</sup> Βλ. ιστότοπο [www.greengardens.gr/index.php/production/karpofoara/akrodrya/20-kastania-castanea-sativa](http://www.greengardens.gr/index.php/production/karpofoara/akrodrya/20-kastania-castanea-sativa).

Η καστανιά έχει ανάγκη από εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία και ανόργανα στοιχεία. Η ποσότητα και το είδος των λιπασμάτων που εφαρμόζονται γίνεται με βάση τον τύπο και το pH του εδάφους, το στάδιο ανάπτυξης των δέντρων, και την περιεκτικότητα του εδάφους σε ανόργανα στοιχεία. Η λίπανσή της εφαρμόζεται για την επίτευξη ισόρροπης βλάστησης και ανθοφορίας-καρποφορίας. Η καστανιά αντιδρά ιδιαίτερα στην αζωτούχο λίπανση δίνοντας έντονη βλάστηση, υψηλό ποσοστό θηλυκών ανθέων, υψηλή καρπόδεση και καλή καρποφορία. Η εφαρμογή της αζωτούχου λίπανσης γίνεται συνήθως σε τρεις περιόδους, ώστε να επαρκεί για τις ανάγκες του φυτού. Η πρώτη εφαρμογή γίνεται στα τέλη Μαρτίου με αρχές Απριλίου, η δεύτερη στις αρχές Μαΐου, ενώ η τρίτη εφαρμογή γίνεται περί τα μέσα Σεπτεμβρίου<sup>19</sup>. Η έλλειψη αζώτου προκαλεί μειωμένη βλάστηση, χλωρώσεις και νέκρωση φύλλων<sup>20</sup>. Οι απαιτήσεις της καστανιάς σε κάλιο είναι αντίστοιχες με αυτές του αζώτου αλλά σε μικρότερες ποσότητες. Επίσης, η ανάγκη της καστανιάς σε φώσφορο είναι περιορισμένη και δεν απαιτείται ετήσια εφαρμογή, παρά μόνο στην περίπτωση χαμηλής περιεκτικότητας φωσφόρου στο έδαφος. Η λίπανση με N, P και K συνίσταται από τον έκτο χρόνο της ηλικίας των δέντρων και εξής<sup>21</sup>. Τέλος, το ασβέστιο συνιστά ένα απαραίτητο στοιχείο, όταν το pH είναι πολύ χαμηλό, καθώς εφαρμόζεται για τη διόρθωση της οξύτητας του εδάφους<sup>22</sup>.

### **2.3.2 Τρόπος πολλαπλασιασμού και εγκατάσταση της καλλιέργειας**

Το δέντρο της καστανιάς πολλαπλασιάζεται είτε εγγενώς με σπόρο, είτε αγενώς με μοσχεύματα, καταβολάδες ή με την καλλιέργεια μεριστώματος. Οι πιο κλασσικές μέθοδοι πολλαπλασιασμού της καστανιάς επιτυγχάνονται με επιτραπέζιο αγγλικό εγκεντρισμό ή με ενοφθαλμισμό με πλακίτη της ποικιλίας πάνω σε σπορόφυτο. Ο ενοφθαλμισμός με πλακίτη επιτυγχάνεται ή στις αρχές της άνοιξης με

---

<sup>19</sup> Δημουλάς 1986, 123.

<sup>20</sup> Βλ. ιστότοπο [www.chestnuts.msu.edu/horticultural\\_care/fertilizing](http://www.chestnuts.msu.edu/horticultural_care/fertilizing).

<sup>21</sup> Ποντίκης 1996, 159.

<sup>22</sup> Δημουλάς 1986, 137.

τη χρήση αναπτυγμένου οφθαλμού ή αργά το καλοκαίρι με κοιμώμενο οφθαλμό – οφθαλμό που βρίσκεται σε λήθαργο.

Το σοβαρότερο πρόβλημα που παρατηρείται γενικότερα στον εμβολιασμό των καρποφόρων δέντρων, και φυσικά στην καστασιά, οφείλεται στην ασυμφωνία μεταξύ του εμβολίου και του υποκειμένου. Για την αποφυγή του εν λόγω προβλήματος χρησιμοποιούνται σπορόφυτα και εμβόλια του ίδιου είδους ή κατάλληλων υβριδίων<sup>23</sup>.

Η κατεργασία του εδάφους πριν τη φύτευση καθίσταται μία απαραίτητη ενέργεια για πολλούς λόγους. Συνδράμει στη δημιουργία απαραίτητων συνθηκών για τη φύτευση και την αρχική ανάπτυξη της καλλιέργειας και τέλος διευκολύνει την καλλιεργητική φροντίδα και τη συγκομιδή. Το έδαφος οργώνεται σε βάθος 30 έως 40 εκατοστών για την αντιμετώπιση των ζιζανίων, για τη βελτίωση της δομής του εδάφους και για την απομάκρυνση των φυτικών υπολειμμάτων των προηγούμενων καλλιεργειών<sup>24</sup>. Αν στο έδαφος, που πρόκειται να εγκατασταθεί ο καστανεώνας, προϋπήρχαν ξυλώδη φυτά, τότε το έδαφος πρέπει να αφήνεται ένα χρόνο σε κατάσταση αγρανάπαυσης ή να απολυμανθεί με χλωροπικρίνη, ώστε να εξαλειφθούν οι πιθανές ασθένειες<sup>25</sup>. Η προετοιμασία του εδάφους γίνεται συνήθως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ή στα τέλη του φθινοπώρου, μετά την πτώση των φύλλων, έως και τις αρχές της άνοιξης.

### 2.3.3 Διαχείριση εδάφους και ζιζανίων

Η καλλιέργεια του εδάφους είναι σημαντική για δέντρα που βρίσκονται σε πλήρη απόδοση, καθώς βοηθά στην αποθήκευση νερού, στην ενσωμάτωση λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών και στη διατήρηση της περιεκτικότητας του εδάφους σε οργανική ουσία. Ιδιαίτερη, όμως, προσοχή χρειάζεται ώστε να

---

<sup>23</sup> Βασιλακάκης 2004, 560.

<sup>24</sup> Δημουλάς 1986, 111.

<sup>25</sup> Ποντίκης 1996, 48.

αποφεύγεται η υποβάθμιση των φυσικοχημικών και βιολογικών ιδιοτήτων του εδάφους, η επέκταση μόλυνσης με ασθένειες και προσβολής των φυτών μας με αυτές, και να αποφεύγονται επίσης πρακτικές που ευνοούν τη διάβρωση και την ερημοποίηση<sup>26</sup>. Οι βαθιές και σε μικρή απόσταση από τα δέντρα κατεργασίες εδάφους σε εγκαταστημένο καστανεώνα είναι ιδιαίτερα επιζήμιες καθώς μπορεί να προκαλέσουν ανεπανόρθωτες ζημιές στο ριζικό σύστημά τους και είσοδο μυκήτων του γένους *Phytophthora* και όχι μόνο.

Τα κυριότερα συστήματα διαχείρισης του εδάφους για την αντιμετώπιση των ζιζανίων σε ένα καστανεώνα είναι η συνεχής καλλιέργεια, η ακαλλιέργεια με ζιζανιοκτονία, η χορτοκοπή, η φυτοκάλυψη με χορτοδοτικά φυτά και ο συνδυασμός καλλιεργητικών τεχνικών. Η επιλογή των συστημάτων διαχείρισης του εδάφους εξαρτάται, τόσο από την κλίση του εδάφους, όσο και από το στάδιο της καλλιέργειας και την εποχή<sup>27</sup>. Όπως αναφέρθηκε το καλύτερο είναι σε εγκαταστημένο καστανεώνα να μην αναμοχλεύεται το έδαφος και επομένως τα ζιζάνια να κόβονται ή να νεκρώνονται με χημικά ζιζανιοκτόνα. Η ανάπτυξη των ζιζανίων κατά τη φάση κοπής ή νέκρωσης σχετίζεται άμεσα με τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων για τα δέντρα και τον κύκλο τους στον οπωρώνα. Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα των συγκεκριμένων μεθόδων, έναντι της καλλιέργειας του εδάφους, είναι η μη μεταβολή της φυσικής δομής του εδάφους, το γεγονός ότι δεν προκαλούνται ζημιές και τραυματισμοί στο ριζικό σύστημα των δέντρων, η μείωση του κινδύνου της εξάπλωσης εδαφογενών παθογόνων, η αποφυγή της συμπίεσης του εδάφους, η αύξηση της περιεκτικότητας σε οργανική ουσία και τέλος η αποφυγή των διαβρώσεων<sup>28</sup>. Η χλωρή λίπανση είναι μια πολύτιμη πρακτική που απαιτεί τη σπορά το φθινόπωρο ψυχανθούς ή αγρωστώδους ή συνδυασμό τους. Τα κτηνοτροφικά ψυχανθή, όπως ρόβη, βίκος, κουκιά, εμπλουτίζουν το έδαφος με άζωτο. Η βρώμη θα πρέπει να αποφεύγεται, καθώς εκκρίνει ουσίες τοξικές και ζημιογόνες για την κασταλιά<sup>29</sup>. Την άνοιξη τα φυτά ενσωματώνονται στο έδαφος ή κόβονται με

---

<sup>26</sup> Βλ. ιστότοπο [www.infoil.gr/en/quality-criteria-olive/2011-04-08-09-10-48/115?tmpl=component](http://www.infoil.gr/en/quality-criteria-olive/2011-04-08-09-10-48/115?tmpl=component).

<sup>27</sup> Βλ. ιστότοπο [www.infoil.gr/en/quality-criteria-olive/2011-04-08-09-10-48/115?tmpl=component](http://www.infoil.gr/en/quality-criteria-olive/2011-04-08-09-10-48/115?tmpl=component).

<sup>28</sup> Βλ. ιστότοπο [www.infoil.gr/en/quality-criteria-olive/2011-04-08-09-10-48/115?tmpl=component](http://www.infoil.gr/en/quality-criteria-olive/2011-04-08-09-10-48/115?tmpl=component).

<sup>29</sup> Δημουλάς 1986, 125.



χορτοκοπτικό πριν την ανθοφορία τους. Το συγκεκριμένο σύστημα αποτελεί μια παρεμφερή εφαρμογή με μικρότερο κόστος από την κοπριά, αλλά και μικρότερη συνεισφορά στην αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους χωρίς αύξηση της συγκέντρωσης ανόργανων στοιχείων στο έδαφος<sup>30</sup>.

### 2.3.4 Σύστημα φύτευσης - Αποστάσεις φύτευσης - Εποχή φύτευσης

Η καστανιά δε μπορεί να φυτευτεί σε αποστάσεις μικρότερες από 6 μέτρα. Μεγάλο πλήθος δέντρων σε μικρές αποστάσεις τείνουν να δημιουργήσουν υπερβολική σκίαση στα χαμηλότερα κλαδιά με αποτέλεσμα την αρνητική επίδραση στην περαιτέρω ανάπτυξη των δέντρων και στην ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση της παραγωγής. Οι συνήθεις αποστάσεις φύτευσης είναι 6x6 μ. και, συνήθως, πιο αραιές έως 10x10 μ. και 10x12 μ.<sup>31</sup>. Οι αποστάσεις φύτευσης που εφαρμόζονται στο ορθογώνιο παραλληλόγραμμο σύστημα είναι έως 10x12 μ. και στο κατά τετράγωνα και κατά ρόμβους σύστημα 8x8 ή 10x10 μ.<sup>32</sup>.

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, θα πρέπει να συνυπάρχουν τουλάχιστον 2 διαφορετικές ποικιλίες σε έναν καστανεώνα, καθώς είναι διαφορετικοί οι χρόνοι άνθισης στα αρσενικά από τα θηλυκά άνθη σε κάθε δέντρο και ποικιλία. Επομένως, οι ποικιλίες θα πρέπει να ανθίζουν την ίδια περίοδο και συμπληρωματικά για να υπάρχει κανονική καρποφορία κάθε χρόνο. Η θέση των δέντρων στον αγρό διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επικονίαση. Συνήθως φυτεύονται τρεις έως τέσσερις γραμμές της κύριας ποικιλίας, εναλλάξ με δύο έως τρεις γραμμές της επικονιάστριας, έχουμε δηλ. αναλογία των 2 ποικιλιών 1:1 έως 2:1<sup>33</sup>. Η εποχή

---

<sup>30</sup> Βλ. ιστότοπο [www.infoil.gr/en/quality-criteria-olive/2011-04-08-09-10-48/115?tmpl=component](http://www.infoil.gr/en/quality-criteria-olive/2011-04-08-09-10-48/115?tmpl=component).

<sup>31</sup> Ποντίκης 1996, 158· Δημουλάς 1986, 115.

<sup>32</sup> Δημουλάς, 1986, 115-116.

<sup>33</sup> Βασιλακάκης 2004, 561.



φύτευσης των δενδρυλλίων είναι συνήθως από το Νοέμβριο μέχρι τις αρχές της άνοιξης. Η φύτευση πρέπει να γίνεται με ευνοϊκές καιρικές και εδαφικές συνθήκες<sup>34</sup>.

### 2.3.5 Διαμόρφωση κόμης – Κλάδεμα

Το σχήμα διαμόρφωσης που κυρίως επικρατεί στην καστανιά είναι το κυπελλοειδές. Το κλάδεμα της καστανιάς αποτελεί μια σημαντική εργασία στην καλλιέργεια της καστανιάς. Γίνεται κυρίως για να βελτιωθεί ο φωτισμός και ο αερισμός στην κόμη του δέντρου και να αυξηθεί το μέγεθος του καρπού με την ανανέωση του καρποφόρου ξύλου<sup>35</sup>. Τέλος, στα ηλικιωμένα κυρίως δένδρα δεν εφαρμόζεται κλάδεμα λόγω του μεγάλου ύψους, αφαιρούνται μόνο οι λαίμαργοι βλαστοί και βλαστοί που βρίσκονται χαμηλά και δίνουν καρπούς μικρού μεγέθους εξαιτίας του ανεπαρκούς φωτισμού<sup>36</sup>.

## 2.4 Εχθροί και ασθένειες της καστανιάς

Το δέντρο της καστανιάς είναι αρκετά ευάλωτο σε διάφορες μυκητιακές ασθένειες που μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα στο δέντρο, μέχρι και την ολοκληρωτική ξήρανσή του. Διάφορα προβλήματα, επίσης, στο δέντρο της καστανιάς ή σε επιμέρους τμήματά του (φύλλα, κλαδιά, κορμό, καρπούς) μπορούν να προκληθούν από έντομα. Οι πιο διαδεδομένες ωστόσο ασθένειες από μύκητες που προσβάλλουν την καστανιά είναι η μελάνωση, το έλκος, ο καρκίνος του κορμού και η ανθράκωση. Συγκεκριμένα, στην Ευρώπη και στην Αμερική, μεγάλες εκτάσεις από καστανιές εξοντώθηκαν από δύο, κυρίως, μύκητες. Τον *Endothia parasitica* που προκαλεί την ασθένεια του έλκους του φλοιού της καστανιάς και τους φυτόφθορες

---

<sup>34</sup> Ποντίκης 1996, 50· Δημουλάς 1986, 114.

<sup>35</sup> Στο ίδιο, 160.

<sup>36</sup> Η τελευταία διαπίστωση προέκυψε από την εμπειρική παρατήρηση έτσι όπως έγινε αντιληπτή στο πλαίσιο του πειράματος της ανά χειράς μελέτης.

*Phytophthora cinnamoni*, *P. cambivora* και *P. cactorum* που προκαλούν τη μελάνωση, προσβάλλοντας το λαιμό του δέντρου και προκαλούν σήψη του φλοιού και του ξύλου. Στην Ελλάδα, έχουν επεκταθεί και οι δύο ασθένειες, με μεγάλες ζημιές στα δάση και στους καλλιεργούμενους καστανεώνες.

Ως προς την ασθένεια που προκαλούν οι φυτόφθορες στην Ελλάδα, αυτή οφείλεται κυρίως από το μύκητα *Phytophthora cambivora*, ο οποίος μέσω της μετακίνησής του με το επιφανειακό νερό, εισχωρεί αρχικά στα κύτταρα των ριζών, προχωρεί προς το λαιμό του δέντρου και καταλήγει στη βάση του κορμού, όπου εμφανίζεται το τυπικό έλκος της ασθένειας<sup>37</sup>, κυρίως από πληγές που προκαλούνται από διάφορες μηχανικές αιτίες<sup>38</sup>. Αποτέλεσμα της προσβολής είναι η προοδευτική ξήρανση τμημάτων του δέντρου (φύλλα, βλαστοί), η ημιπληγία και η αποπληξία καθώς επίσης και η παρουσία νεκρώσεων στη βάση του κορμού και στο λαιμό των δέντρων<sup>39</sup>. Για τη μείωση της προσβολής από φυτόφθορες συνίσταται να εφαρμόζεται διαβροχή εδάφους με μυκητοκτόνα και ψεκασμοί φυλλώματος δύο φορές ανά έτος, από το Μάρτιο έως Απρίλιο και από το Σεπτέμβριο έως Οκτώβριο. Σε νέους καστανεώνες ενδείκνυται η φύτευση ανθεκτικών υβριδίων, αυτόρριζα ή με εμβολιασμό ποικιλίας σε ανθεκτικό υποκείμενο, με την προϋπόθεση ότι το έδαφος είναι γόνιμο και ότι εξασφαλίζονται οι κατάλληλες καλλιεργητικές φροντίδες.

Ο *Cryphonectria* (*Endothia*) *parasitica* εισέρχεται από πληγές στο φλοιό. Στη συνέχεια, στο εναέριο τμήμα του δέντρου, τον κορμό, τους βραχίονες και κλάδους, δημιουργεί έλκη – εξογκώσεις, τα οποία αναπτύσσονται ιδιαίτερα γρήγορα και προκαλούν αποξήρανση στα τμημάτων που βρίσκονται στα παραπάνω σημεία. Η περιφέρεια του έλκους παρ' όλο που είναι ομαλή, συνήθως, παρουσιάζονται σε αυτό και εγκολπώσεις<sup>40</sup>. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα της συγκεκριμένης ασθένειας θεωρείται η έκπτυξη πολυάριθμων λαίμαργων βλαστών στην περιοχή κάτω από το έλκος<sup>41</sup>. Για την πρόληψη της ασθένειας αυτής θα πρέπει να αποφεύγεται η

---

<sup>37</sup> Δημουλάς 1986, 141.

<sup>38</sup> Μπούρμπος – Μπαρμποπούλου 2004, 84-98.

<sup>39</sup> Μπούρμπος – Μπαρμποπούλου 2004, 84-98.

<sup>40</sup> Δημουλάς 1986, 148.

<sup>41</sup> Περγλέρου 2004, 99-109.

δημιουργία πληγών, ενώ σε νέους καστανεώνες αν γίνεται εμβολιασμός Ευρωπαϊκής ποικιλίας σε ανθεκτικό υποκείμενο και η πληγή του εμβολιασμού να προστατεύεται. Από το εργαστήριο Δασικής Παθολογίας του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών, έχει γίνει εκτεταμένα τα τελευταία χρόνια βιολογική καταπολέμηση του *Endothia parasitica* με εμβολιασμό των έλκων με υπομολυσματικά στελέχη του μύκητα<sup>42</sup>.

Ζημιές στην καστανιά μπορούν να προκληθούν, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, και από έντομα που προσβάλλουν τους καρπούς, το ξύλο, τα φύλλα και τη νέα βλάστηση. Έντομα που προκαλούν ζημιά στο δέντρο είναι ο *Xyleborus dispar*, που προσβάλλει το ξύλο, οι *Cydia splendana* (καρπόκαψα), *Cydia fagiglandana* (ρόδινο σκουλήκι), *Cydia amplana* (κόκκινο σκουλήκι) και *Curculio elephas* (τρωγόκαρπος) που προσβάλλουν τον καρπό<sup>43</sup>. Για την αντιμετώπιση των παραπάνω εντόμων ενδείκνυται η έγκυρη απομάκρυνση των προσβεβλημένων καρπών από το έδαφος και ψεκασμοί με κατάλληλα εντομοκτόνα.

## 2.5 Φυσιολογία φύλλου

Το φύλλο συνιστά το βασικό φωτοσυνθετικό όργανο του κάθε φυτού αποτελώντας το μέσο εκείνο με το οποίο επιτυγχάνεται η ανταλλαγή νερού και αερίων με την ατμόσφαιρα. Στο φύλλο, επίσης, πραγματοποιείται η λειτουργία της διαπνοής και η διεργασία της φωτοσύνθεσης, μέσω της οποίας οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί χρησιμοποιώντας φωτεινή ενέργεια, διοξείδιο του άνθρακα και νερό, παράγουν τα απαραίτητα για τη θρέψη τους συστατικά. Τα φύλλα της καστανιάς, από ανατομικής άποψης, είναι μεσομορφικά με πεπλατυσμένο έλασμα. Η άνω επιδερμίδα τους αποτελείται από δύο στοιβάδες κυττάρων, σε αντίθεση με την κάτω, όπου υπάρχει μόνο μία. Ο φωτοσυνθετικός ιστός του μεσόφυλλου συνίσταται από το δρυφακτοειδές και σπογγώδες παρεγχύμα. Τα φύλλα του μεσόφυλλου της καστανιάς είναι ετερογενή και ασύμμετρα εξαιτίας της παρουσίας του δρυφακτοειδούς παρεγχύματος στην άνω επιφάνεια και του σπογγώδους παρεγχύματος στην κάτω. Τα

<sup>42</sup> Δημουλάς 1968, 150 Μπούρμπος- Μπαρμποπούλου 2004, 84-98.

<sup>43</sup> Βασιλακάκης 2004, 565.

κύτταρα του δρυφακτοειδούς παρεγχύματος έχουν σχήμα ράβδου με λίγα μεσοκυττάρια διαστήματα, με μεγάλους χλωροπλάστες, διατεταγμένους σε σειρές των δύο έως τριών στρωμάτων<sup>44</sup>.

### 2.5.1 Η λειτουργία της Διαπνοής

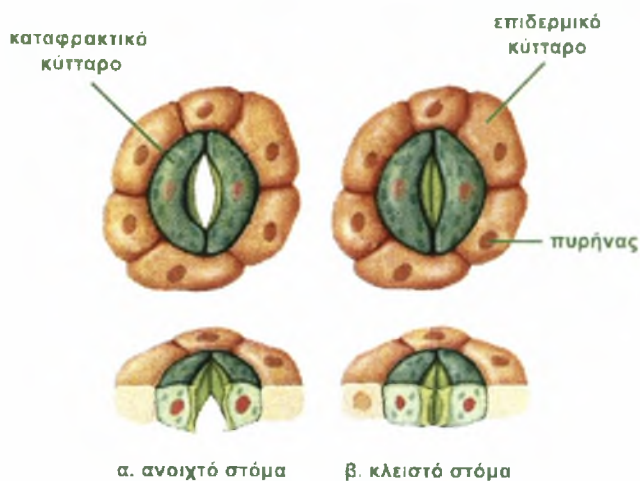
Με το φαινόμενο της διαπνοής διαφεύγουν νερό και αέρια από την επιφάνεια των φύλλων προς την ατμόσφαιρα έτσι ώστε τα κύτταρα του μεσόφυλλου να μπορούν να φωτοσυνθέτουν και να αναπνέουν<sup>45</sup>. Με το άνοιγμα και με το κλείσιμο των στομάτων το φυτό ελέγχει το ρυθμό απώλειας νερού. Τα κλειστά στόματα εμποδίζουν τις απώλειες ύδατος. Τα στόματα βρίσκονται συχνά στη κάτω επιφάνεια των φύλλων. Τα καταφρακτικά κύτταρα, αλλάζουν το σχήμα τους ανάλογα με εσωτερικά ή εξωτερικά ερεθίσματα, έτσι ώστε τα στόματα να ανοιγοκλείνουν όποτε και όσο χρειάζεται, ώστε να γίνεται η ανταλλαγή των αερίων αλλά και να ελέγχονται οι απώλειες ύδατος (βλ. εικόνα 4). Είναι απαραίτητη μία ισορροπία στη λειτουργία των στομάτων που θα περιορίζει τις απώλειες ύδατος και θα επιτρέπει την ικανοποιητική ανταλλαγή αερίων και μεταφορά ανόργανων θρεπτικών στα ανώτερα μέρη του δέντρου μέσω του διαπνευστικού ρεύματος<sup>46</sup>.

---

<sup>44</sup> Βλ. ιστότοπο [www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-89132011000100016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132011000100016).

<sup>45</sup> Μανέτας 2005, 58.

<sup>46</sup> Μανέτας 2005, 58.



Εικόνα 4. Καταφρακτικά κύτταρα με ανοιχτό και κλειστό στόμα.

Ως προς τους παράγοντες που επηρεάζουν τη διαπνοή αυτοί είναι οι εξής: α) η θερμοκρασία όπου οι ρυθμοί διαπνοής ανεβαίνουν όσο αυτή ανεβαίνει, ειδικά κατά τις εποχές ανάπτυξης των φυτών, όταν ο αέρας είναι ζεστός, β) η σχετική υγρασία του αέρα εξωτερικά του φύλλου, η οποία καθώς αυξάνεται, ο ρυθμός διαπνοής μειώνεται, γ) η αύξηση της ταχύτητας του ανέμου κοντά στο φυτό αυξάνει τη διαπνοή, δ) το φως, όπου με την αύξηση της έντασής του αυξάνεται, τόσο η θερμοκρασία, όσο και η διαπνοή. Τέλος, σημαντικοί είναι και άλλοι παράγοντες όπως το μέγεθος των φύλλων, σχήμα, προσανατολισμός, δομή και υφή επιφάνειας φύλλου, αριθμός, μέγεθος και θέση των στομάτων και η σχέση μεταξύ ρίζας και βλαστού, καθώς το μεγάλο ριζικό σύστημα ευνοεί την πρόσληψη του νερού και αυξάνει τη διαπνοή.

### 2.5.2 Η διεργασία της Φωτοσύνθεσης

Τα φυτά εξασφαλίζουν όλη την ενέργεια που χρειάζονται μέσω της φωτοσύνθεσης κατά την οποία η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε χημική. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη διεργασία της φωτοσύνθεσης αποτελεί η απορρόφηση φωτός, η δέσμευση δηλαδή της φωτεινής ενέργειας από φωτοσυνθετικές χρωστικές των φυτών, τις χλωροφύλλες, οι οποίες είναι πράσινες εξειδικευμένες



χρωστικές που απορροφούν ορατό φως και από δευτερεύουσες ή συμπληρωματικές φωτοσυνθετικές χρωστικές με βοηθητικό ρόλο και προστατευτικό ρόλο τα καροτενοειδή και τις φυκοβιλίνες.

Οι χλωροφύλλες είναι από τα πιο σημαντικά συστατικά της φωτοσύνθεσης, υπάρχουν περισσότερα από ενός είδη χλωροφυλλών, που διαφέρουν μεταξύ τους μόνο σε λεπτομέρειες της μοριακής τους δομής. Οι χλωροφύλλες που υπάρχουν σε φωτοσυνθετικούς οργανισμούς είναι οι a, b, c, d, η βακτηριοχλωροφύλλη και αρκετά άλλα παράγωγά τους<sup>47</sup>. Συγκεκριμένα το μόριο της χλωροφύλλης a συνδέεται με δομικές πρωτεΐνες (σύμπλοκο χλωροφύλλης- πρωτεΐνης), όπου μόνο μέσα από αυτό το σύμπλοκο μπορεί να εκφράσει τη λειτουργική της δράση. Η χλωροφύλλη a έχει μέγιστο απορρόφησης τα 670 nm<sup>48</sup> και αποτελεί την κύρια φωτοσυνθετική χρωστική, η οποία συμμετέχει στα κέντρα αντίδρασης φωτοσυστημάτων.

Η χλωροφύλλη b απορροφά απορροφάει σε χαμηλότερα μήκη κύματος απ' ό τι η χλωροφύλλη a, με μέγιστο απορρόφησης τα 650 nm, και μ' αυτόν τον τρόπο αυξάνει το εύρος του απορροφούμενου ηλιακού φάσματος<sup>49</sup>. Όταν ένα μόριο της χλωροφύλλης b απορροφά φως, το διεγερμένο μόριό της μεταβιβάζει την ενέργεια σ' ένα μόριο της χλωροφύλλης a, το οποίο στη συνέχεια τη μετατρέπει σε χημική ενέργεια με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

Οι χλωροφύλλες a και b διαφέρουν τόσο ως προς τον ρόλο τους όσο και ως προς τη σχετική αφθονία τους στα ανώτερα φυτά. Ο λόγος χλωροφύλλης a / b συνήθως κυμαίνεται από 3,3 έως 4,2 σε καλά προσαρμοζόμενα και τρεφόμενα από τον ήλιο είδη, αλλά μπορεί να είναι και πιο χαμηλός, όπως 2,2 σε είδη που καλλιεργούνται σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού. Αυτή η διακύμανση μπορεί να οφείλεται στους διαφορετικούς λειτουργικούς ρόλους της χλωροφύλλης a και της χλωροφύλλης b. Και οι δύο χλωροφύλλες συμμετέχουν στην απορρόφηση του φωτός. Σε έντονο φως, τα φωτόνια είναι άφθονα και επομένως τα φύλλα αντλούν περισσότερη ηλιακή ενέργεια με αποτέλεσμα την αύξηση της αναλογίας χλωροφύλλης a/b. Αντιθέτως, σε λιγότερο φως, για την κατάλληλη λειτουργία των

---

<sup>47</sup> Καράταγλης 1994, 209.

<sup>48</sup> Μανέτας 2005, 65.

<sup>49</sup> Μανέτας 2005, 65.

φύλλων, απαιτείται μεγαλύτερη επένδυση των πόρων των φύλλων για απορρόφηση του φωτός, με αποτέλεσμα τη σχετική αφθονία της χλωροφύλλης b και τη μείωση της αναλογίας χλωροφύλλης a / b σε σύγκριση με το έντονο φως<sup>50</sup>.

Η συνολική εξίσωση που εκφράζει τη φωτοσύνθεση είναι:



Το νερό απορροφάται από το έδαφος μέσω του ριζικού συστήματος, ενώ το διοξείδιο του άνθρακα λαμβάνεται από την ατμόσφαιρα. Το διοξείδιο του άνθρακα εισέρχεται από την ατμόσφαιρα στα φύλλα διαμέσου των στομάτων τα οποία θα πρέπει να είναι ανοικτά για να πραγματοποιηθεί η φωτοσύνθεση.

Η φωτοσύνθεση επιτυγχάνεται κυρίως στο δρυφακτοειδές παρέγχυμα<sup>51</sup>.

### 2.5.3 Παράγοντες που τροποποιούν το ρυθμό φωτοσύνθεσης

Οι παράγοντες που προκαλούν τροποποίηση στο ρυθμό φωτοσύνθεσης και στο άνοιγμα των στομάτων, με αποτέλεσμα αυτά να επηρεάζουν το ρυθμό φωτοσύνθεσης, μπορεί να είναι εξωτερικοί και εσωτερικοί και η επίδρασή τους να είναι άμεση (φως, CO<sub>2</sub>) ή έμμεση (θρεπτικά ιόντα, νερό).

#### 2.5.3.1 Εξωτερικοί παράγοντες

*Το Φως:* Η λειτουργία της φωτοσύνθεσης απαιτεί φως. Η αύξηση της έντασης του φωτός είναι ανάλογη με τη φωτοσυνθετική απόδοση ενός φυτού. Ωστόσο, υπάρχει κάποια τιμή έντασης του φωτός πέρα από την οποία ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης

---

<sup>50</sup> Βλ. ιστότοπο <http://plantsinaction.science.uq.edu.au/edition1/?q=content/1-2-2-chlorophyll-absorption-and-photosynthetic-action-spectra>

<sup>51</sup> Βαρδαβάκης – Ζούζουλας 2003, 126.

παραμένει σταθερός. Η τιμή αυτή αναφέρεται ως σημείο φωτοκορεσμού, δηλαδή η μεγαλύτερη ένταση του φωτός πάνω από την οποία δεν έχουμε καμία αύξηση στην πρόσληψη CO<sub>2</sub>. Το 80% της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε ένα φύλλο απορροφάται, ενώ από το υπόλοιπο 20%, ένα μέρος του, αντανακλάται από την επιφάνεια του φύλλου και ένα άλλο, τη διαπερνά. Ένα μέρος της απορροφούμενης ηλιακής ακτινοβολίας μετατρέπεται σε θερμότητα που αυξάνει τη θερμοκρασία του φύλλου και μόνο το 0,5% έως 3,5% του συνόλου της φωτεινής ενέργειας που προσπίπτει στο φύλλο χρησιμοποιείται για τη φωτοσύνθεση.

*Η Θερμοκρασία:* Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος επηρεάζει τη δομή και τη λειτουργία του κυττάρου, άρα και τη φωτοσύνθεση. Με την παρουσία φωτός και με την αύξηση της θερμοκρασίας η φωτοσυνθετική απόδοση αυξάνει. Η άριστη θερμοκρασία για τη φωτοσύνθεση σε ένα φυτό δεν είναι σταθερή<sup>52</sup>. Ωστόσο, υπάρχει μια τιμή θερμοκρασίας πέρα από την οποία προκαλείται ελάττωση της καθαρής φωτοσύνθεσης, η οποία τελικά παύει όταν η αύξηση της θερμοκρασίας συνεχιστεί. Το παραπάνω φαινόμενο αποδίδεται στη φωτοαναπνοή, στις βλάβες που προκαλούν στα κύτταρα οι υψηλές θερμοκρασίες, καθώς και στη θερμομυαισθησία των στομάτων που σε υψηλές θερμοκρασίες κλείνουν περιορίζοντας τη φωτοσυνθετική απόδοση. Έχει παρατηρηθεί ότι σε χαμηλή ένταση του φωτός, η αύξηση της θερμοκρασίας δεν προκαλεί ανάλογη αύξηση της φωτοσυνθετικής απόδοσης. Σε υψηλή ένταση φωτός, αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση της φωτοσύνθεσης μέχρι κάποια μέγιστη τιμή πέρα από την οποία η φωτοσυνθετική απόδοση μειώνεται. Η άριστη θερμοκρασία φωτοσύνθεσης ποικίλει και εξαρτάται από το είδος του φυτού, την εποχή και από το γεωγραφικό πλάτος εξάπλωσής του.

*Το Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>):* Η παρουσία CO<sub>2</sub> αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για το σχηματισμό των οργανικών ενώσεων κατά τη φωτοσύνθεση. Διακυμάνσεις στη συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> επηρεάζουν τη φωτοσυνθετική απόδοση των φυτών. Έτσι, όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, τόσο πιο έντονη είναι η φωτοσυνθετική απόδοση των φυτών για μια συγκεκριμένη ένταση φωτισμού.

---

<sup>52</sup> Μανέτας 2005, 112.

Ωστόσο, πολύ υψηλές συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> προκαλούν το κλείσιμο των στομάτων και κατά συνέπεια εμποδίζουν την πρόσληψή του από τα φυτά. Η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα είναι συνήθως σταθερή και δεν υπερβαίνει το 0,038% του όγκου της.

*Το Νερό:* Το νερό αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης. Η έλλειψη νερού αναστέλλει τη φωτοσύνθεση καθώς: α) επηρεάζει τη δομή και τη λειτουργία των κυττάρων, β) ελαττώνει την επιφάνεια των φύλλων και γ) προκαλεί το κλείσιμο των στομάτων. Η έλλειψη νερού αλλάζει την ενυδάτωση των πρωτεϊνών που συμμετέχουν στη φωτοσύνθεση, επηρεάζοντας συνεπώς και τη λειτουργία τους. Η σχετική υγρασία του αέρα στο περιβάλλον του φυτού επηρεάζει τη φωτοσυνθετική του απόδοση. Σε χαμηλή υγρασία αέρα η άριστη θερμοκρασία για τη φωτοσύνθεση είναι μικρότερη από την αντίστοιχη σε υψηλή υγρασία.

*Τα Θρεπτικά στοιχεία:* Η έλλειψη των βασικών θρεπτικών στοιχείων των φυτών παρεμποδίζει το μηχανισμό της φωτοσύνθεσης. Μειωμένη διαθεσιμότητα αζώτου και μαγνησίου δυσχεραίνει το σχηματισμό της χλωροφύλλης, καθώς τα παραπάνω στοιχεία αποτελούν δομικά συστατικά της (χλωροφύλλη a - C<sub>55</sub>H<sub>72</sub>O<sub>5</sub>N<sub>4</sub>Mg). Παράλληλα το άζωτο συμμετέχει στη σύνθεση των πρωτεϊνών και επηρεάζει το μέγεθος των φύλλων και τη λειτουργία των στομάτων. Ο σίδηρος, αν και δεν αποτελεί δομικό στοιχείο της χλωροφύλλης, συμβάλλει στο σχηματισμό της και συνεπώς η έλλειψή του επηρεάζει έμμεσα τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα του φυτού. Ανεπαρκείς, τέλος, ποσότητες φωσφόρου διαταράσσουν το σύστημα μεταφοράς ενέργειας (ADP, ATP) παρεμποδίζοντας το μηχανισμό της φωτοσύνθεσης.

### 2.5.3.2 Εσωτερικοί παράγοντες

Η κατασκευή και διάταξη των φύλλων, η ηλικία, το μέγεθος, ο αριθμός και η συμπεριφορά των στομάτων καθώς και η συγκέντρωση της περιεχόμενης χλωροφύλλης των φύλλων επηρεάζουν τη φωτοσυνθετική απόδοση των φυτών.

Αναλυτικότερα, στα νεαρά φύλλα η φωτοσυνθετική απόδοση είναι μικρή. Αυξάνει συνήθως με την αύξηση της ηλικίας τους μέχρι την πλήρη ανάπτυξή τους και στη συνέχεια προοδευτικά μειώνεται. Το πάχος της εφυμενίδας και της επιδερμίδας, η παρουσία επιδερμικών τριχών, η διαμόρφωση του μεσόφυλλου, καθορίζουν την ένταση του φωτός που φτάνει στους χλωροπλάστες, επιδρώντας έτσι και στη διεργασία της φωτοσύνθεσης. Το μέγεθος και η θέση των στομάτων σε συνδυασμό με την έκταση των μεσοκυττάρων χώρων επιδρούν στο ρυθμό ανταλλαγής των αερίων και συνεπώς στην ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που φτάνει στους χλωροπλάστες.

#### 2.5.4 Ξηρή ουσία

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε ξηρή ουσία (ο λόγος του ξηρού βάρους των φύλλων προς το νωπό βάρος, kg/kg) και η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA, ο λόγος του εμβαδού της φυλλικής επιφάνειας, σε  $m^2$ , προς το ξηρό βάρος των φύλλων, σε kg) αποτελούν σημαντικά χαρακτηριστικά των φυτών. Αυτά τα χαρακτηριστικά των φυτών σχετίζονται με τη φυτική αύξηση και ανάπτυξη και συνιστούν βασικούς δείκτες που ορίζουν την παραγωγικότητα των φύλλων και φυτού γενικότερα και τη χρήση θρεπτικών συστατικών και νερού που απαιτούν τα φυτά<sup>53</sup>.

Πιο αναλυτικά, η ειδική φυλλική επιφάνεια εκφράζει το λόγο της φυλλικής επιφάνειας του φύλλου προς το ξηρό βάρος του. Η ειδική φυλλική επιφάνεια μειώνεται όσο τα φύλλα ωριμάζουν και αυξάνεται όταν επικρατεί βαθιά σκίαση. Υπάρχουν, επίσης, ενδείξεις ότι σε φωτεινό περιβάλλον, φύλλα με υψηλή ειδική φυλλική επιφάνεια έχουν σχετικά μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης. Οι τιμές της ειδικής φυλλικής επιφάνειας ποικίλουν σε σχέση με το μέγεθος. Η χαμηλότερη τιμή κυμαίνεται σε 2  $m^2$  ανά kg ξηρού βάρους του φύλλου και η υψηλότερη πάνω από 50  $m^2$  ανά kg ξηρού βάρους<sup>54</sup>.

---

<sup>53</sup> Βλ. ιστότοπο [www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?seq\\_no\\_115=171341](http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?seq_no_115=171341).

<sup>54</sup> Hall 1993, 39-40.



Από τα 103 γνωστά χημικά στοιχεία μόνο τα 25 συμμετέχουν σε μικρή αναλογία στη σύσταση της ξηρής ουσίας των φυτών. Παρόλο αυτά, τα θρεπτικά είναι μεγάλης σημασίας για τα φυτά επειδή υποβοηθούν στην οικοδόμηση οργανικών ουσιών<sup>55</sup>. Από τα παραπάνω στοιχεία ο άνθρακας και το οξυγόνο συγκροτούν το μεγαλύτερο μέρος του ξηρού βάρους του φυτικού σώματος φτάνοντας το 45% το καθένα σε αντίθεση με το υδρογόνο που ανέρχεται μόλις σε 6%. Το επόμενο σε αφθονία στοιχείο είναι το άζωτο με ποσοστό 1,5%. Άλλα στοιχεία, που μπορούν να εκφραστούν με την έννοια ποσοστιαίας αναλογίας ως προς το ξηρό βάρος, είναι το K (1%), το Ca (0,5%), ο P και το Mg (0,2% το καθένα) και τέλος το S (0,1%)<sup>56</sup>.

### 2.5.5 Ειδικό βάρος φύλλων

Αντίθετα από την ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA), το ειδικό βάρος του φύλλου (SLW, kg/m<sup>2</sup>) εκφράζει το λόγο του ξηρού βάρους των φύλλων προς την επιφάνεια. 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 ποσοστό της φωτοσύνθεσης, ενώ δείχνει έμμεσα και το συνολικό αριθμό των κυττάρων στο μεσόφυλλο των φύλλων<sup>57</sup>.

## 2.6 Θρέψη – Λίπανση φυτών. Λίπανση της καλλιέργειας της καστανιάς.

Η λίπανση αποτελεί βασικό παράγοντα για την αύξηση της φυτικής παραγωγής. Με τη λίπανση επιτυγχάνεται η εισροή θρεπτικών στοιχείων στον αγρό διαμέσου του εδάφους ή των φύλλων, ώστε να αναπληρωθούν οι πιθανές απώλειες

---

<sup>55</sup> Μήτσιος 2004, 18.

<sup>56</sup> Καρατάγλης 1994, 144.

<sup>57</sup> Hall 1993, 40.

θρεπτικών στοιχείων από το οικοσύστημα-αγρό και να διορθωθούν, επίσης οποιεσδήποτε ανεπάρκειες του φυτού και του εδάφους. Οι απαιτήσεις των φυτικών οργανισμών σε θρεπτικά στοιχεία ικανοποιούνται με την πρόσληψη τους, τόσο από την ατμόσφαιρα – κυρίως υπό τη μορφή του CO<sub>2</sub>, όσο και από το εδαφικό περιβάλλον. Το τελευταίο δε, αποτελεί και τη βάση της ανόργανης θρέψης των φυτών. Συνεπώς, η ατμόσφαιρα και το έδαφος αποτελούν βασικά μέσα πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά.

Έτσι, διατηρείται και μεγιστοποιείται η παραγωγικότητα των δένδρων και επέρχεται η κατάλληλη ισορροπία ανάμεσα στη βλαστική ανάπτυξη, στην παραγωγικότητα και την ποιότητα των καρπών<sup>58</sup>. Συνεπώς, η γνώση των παραγωγών στο θέμα της λίπανσης είναι απαραίτητη, καθώς συντελεί στη βελτίωση της ποιότητας των καρπών, στην αύξηση της ποσότητας παραγωγής και στη μείωση του κόστους της.

### **2.6.1 Τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους. Θρέψη φυτών από το έδαφος.**

Η διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα για την καλύτερη δυνατή παραγωγή των δέντρων. Η διαθεσιμότητα εκφράζει την ικανότητα των φυτών να εφοδιάζονται με θρεπτικά συστατικά κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Ο όρος «διαθέσιμο θρεπτικό στοιχείο» αναφέρεται μόνο κατά το χρόνο στον οποίο το θρεπτικό στοιχείο προσλαμβάνεται από τις ρίζες των φυτών<sup>59</sup>. Επομένως, όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία θα πρέπει να είναι σε αφομοιώσιμη μορφή και σε ισορροπημένες ποσότητες (αναλογίες) την κατάλληλη εποχή, ώστε να προσληφθούν από τα δένδρα και να αναπτυχθούν τα τελευταία φυσιολογικά. Έτσι, οι ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων δεν θα πρέπει να είναι υπερβολικές ή ελλειμματικές για να αποφευχθούν αντίστοιχα οι τοξικότητες και οι τροφοπενίες στα φυτά καθώς έχουν σαν αποτέλεσμα

---

<sup>58</sup> Νάνος, Ορθές γεωργικές πρακτικές για τη λίπανση της ελιάς.

<sup>59</sup> Μήτσιος 2004, 23.

την υποβάθμιση της ποιότητας και τη μείωση της παραγωγής. Στο έδαφος, τα θρεπτικά στοιχεία υπάρχουν σαν υδατοδιαλυτά (στο εδαφικό διάλυμα), εναλλακτικά και μη εναλλακτικά. Για να προσληφθούν από τα φυτά θα πρέπει να υπάρχουν στο εδαφικό διάλυμα, δηλαδή να είναι υδατοδιαλυτά, ενώ κάποιες φορές προσλαμβάνονται και σαν εναλλακτικά (κάλιο)<sup>60</sup>.

Η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά επιτυγχάνεται, όπως ήδη αναφέρθηκε, είτε μέσω του εδαφικού διαλύματος, είτε προσλαμβάνεται από την ατμόσφαιρα σε διάφορες αφομοιώσιμες μορφές από τα φυτά.

## 2.6.2 Πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από το εδαφικό διάλυμα

Τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους απορροφώνται στην πλειοψηφία τους υπό μορφή ιόντων, ενώ ορισμένα από αυτά απαντούν στο εδαφικό διάλυμα και απορροφώνται από τα φυτά σαν συγκεκριμένες μόνο χημικές μορφές.

Ο άνθρακας (C) και το οξυγόνο (O) προσλαμβάνεται από τα φυτά από το εδαφικό διάλυμα με τη μορφή όξινων ανθρακικών ( $\text{HCO}_3^-$ ) αλλά κυρίως από τον αέρα σαν  $\text{CO}_2$ . Το υδρογόνο (H) και το οξυγόνο προσλαμβάνονται από τα φυτά διαμέσου των ριζών από το νερό του εδάφους. Τα φυτά προσλαμβάνουν το άζωτο (N) κυρίως ως ανόργανο νιτρικό ιόν ( $\text{NO}_3^-$ ) και σε μερικές περιπτώσεις ως αμμωνιακό ιόν ( $\text{NH}_4^+$ ) από το εδαφικό διάλυμα. Ο φώσφορος (P) απορροφάται κυρίως με τη μορφή ιόντων  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  και δευτερευόντως ως  $\text{HPO}_4^{2-}$ , ανάλογα με το pH του εδάφους. Η απορρόφηση των ανιόντων  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  είναι ταχύτερη σε χαμηλά pH, ενώ αυτή των  $\text{HPO}_4^{2-}$  κυριαρχεί σε υψηλότερα pH. Ο φώσφορος και το βόριο (B) προσλαμβάνονται από τα φυτά ως ανόργανα ανιόντα ή οξέα και είναι απαραίτητα ως στοιχεία για τη δομή των φυτικών κυττάρων<sup>61</sup>. Το θείο (S) απαντά στο έδαφος υπό τη μορφή ανιόντος  $\text{SO}_4^{2-}$  τα οποία προσλαμβάνονται από το ριζικό σύστημα. Ο σίδηρος (Fe)

---

<sup>60</sup> Τσαπικούνης 1997, (τμ. Β) 15.

<sup>61</sup> Μήτσιος 2004, 14.

απορροφάται με τη μορφή του ιόντος  $\text{Fe}^{+2}$ , ενώ οι χηλικές ενώσεις του, αποτελούν τις περισσότερο διαλυτές μορφές του σιδήρου στο έδαφος και στο εδαφικό διάλυμα. Ο χαλκός (Cu) απορροφάται με τη μορφή του δισθενούς ιόντος  $\text{Cu}^{+2}$  και σχηματίζει χηλικές ενώσεις με τα χουμικά και φουλβικά οξέα της οργανικής ουσίας, ενώ σε υγρά και κακώς αεριζόμενα εδάφη ο  $\text{Cu}^{+2}$  ανάγεται σε ασταθή και αδιάλυτο  $\text{Cu}^+$ . Ο ψευδάργυρος (Zn) προσλαμβάνεται υπό τη μορφή δισθενούς κατιόντος  $\text{Zn}^{+2}$ , ενώ σε υψηλότερα pH υπό μορφή μονοθενούς κατιόντος ( $\text{ZnOH}^+$ ). Γενικότερα, ο σίδηρος, ο χαλκός, ο ψευδάργυρος και το μολυβδαίνιο (Mo) προσλαμβάνονται από τα φυτά με τη μορφή ιόντων ή με τη μορφή οργανικών συμπλόκων από το εδαφικό διάλυμα<sup>62</sup>. Το βόριο (B) απαντά στα εδαφικά διαλύματα, σε τιμές του pH από 5 έως 9, με τη μορφή του ασθενούς οξέος ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) ή βάσης  $\text{B}(\text{OH})_3$ , με της οποίες κυρίως απορροφάται από τις ρίζες<sup>63</sup>, ενώ σε pH ανώτερα του 7 έως 8 το βορικό οξύ προσλαμβάνει υδροξύλια από το νερό και σχηματίζει το βορικό ανιόν  $[\text{B}(\text{OH})_3 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{B}(\text{OH})_4^- + \text{H}_3\text{O}^+]$ . Το κάλιο (K), νάτριο (Na), ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg), μαγγάνιο (Mn), και χλώριο (Cl) προσλαμβάνονται από τα φυτά από το εδαφικό διάλυμα με τη μορφή κατιόντων ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ). Στα κύτταρα των φυτών τα στοιχεία αυτά βρίσκονται ελεύθερα με τη μορφή ιόντων, ενσωματώνονται σε οργανικές ουσίες ή προσροφούνται από οργανικές ομάδες, για παράδειγμα του  $\text{Ca}^{+2}$  από καρβοξυλικές ομάδες των πηκτινών<sup>64</sup>.

Τα ιόντα του εδάφους μπορούν να εισέλθουν στη ρίζα μέσω τριών εναλλακτικών μηχανισμών. Ο πρώτος μηχανισμός πρόσληψης είναι η απευθείας πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων, η οποία μπορεί να συμβεί με επαφή των ριζών με τη στερεά φάση του εδάφους, χωρίς τη μεσολάβηση του εδαφικού διαλύματος. Άλλος μηχανισμός πρόσληψης των ιόντων είναι η μετακίνηση των θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος προς τη ρίζα. Μπορεί να συμβεί αυθόρμητα μέσω διάχυσης από μια περιοχή υψηλής συγκέντρωσης προς μια περιοχή χαμηλής συγκέντρωσης. Τέλος, η μετακίνηση των θρεπτικών στοιχείων μπορεί να γίνει και δια μαζικής ροής

---

<sup>62</sup> Μήτσιος 2004, 14.

<sup>63</sup> Δροσόπουλος, 1992 και 1998.

<sup>64</sup> Μήτσιος 2004, 14.

μέσω της ταχείας κίνησης του νερού προς τις ρίζες, ως αποτέλεσμα της λειτουργίας του διαπνευστικού ρεύματος<sup>65</sup>.

### 2.6.3. Πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από την ατμόσφαιρα

Όπως ήδη έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, η φωτοσύνθεση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη θρέψη των φυτών, καθώς τα ανώτερα φυτά, ως αυτότροφοι οργανισμοί, είναι ικανά να εξασφαλίζουν την απαραίτητη ενέργεια και να οικοδομούν οργανικές ουσίες, μετατρέποντας τις ανόργανες θρεπτικές ουσίες που λαμβάνουν από το έδαφος, σε υδατάνθρακες, που είναι απαραίτητα στοιχεία για την θρέψη τους.

Τα βασικά στοιχεία που προσλαμβάνουν τα φυτά από την ατμόσφαιρα με τη φωτοσύνθεση είναι ο άνθρακας και το οξυγόνο. Επιπλέον, από την ατμόσφαιρα τα φυτά προσλαμβάνουν δια μέσου των φύλλων<sup>66</sup> και άλλα σημαντικά στοιχεία, όπως το υδρογόνο, το άζωτο και το θείο. Πιο συγκεκριμένα, ο άνθρακας και το οξυγόνο προσλαμβάνονται από τα φυτά με τη μορφή CO<sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα. Το υδρογόνο απορροφάται από τα φυτά όταν επικρατούν συνθήκες υψηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας. Το άζωτο προσλαμβάνεται από τα φυτά με τη μορφή αερίου NH<sub>3</sub> και N<sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα. Το άζωτο εισέρχεται επίσης από την ατμόσφαιρα είτε με τη βροχή είτε δεσμεύεται από ειδικούς μικροοργανισμούς, όπως Rhizobium, Actinomyces, που ζουν γύρω από το ριζικό σύστημα των φυτών (στη ριζόσφαιρα). Τέλος, η αφομοίωση του θείου από την ατμόσφαιρα γίνεται με τη μορφή SO<sub>2</sub><sup>67</sup>.

---

<sup>65</sup> Δροσόπουλος, 1992.

<sup>66</sup> Μήτσιος 2004, 12 και 27.

<sup>67</sup> Μήτσιος 2004, 14.



#### 2.6.4 Φυσιολογική σημασία των θρεπτικών στοιχείων

Τα θρεπτικά στοιχεία διακρίνονται ανάλογα με την ποσότητα που προσλαμβάνουν τα φυτά σε μακροστοιχεία, όπως είναι N, P, K, Ca, Mg, S<sup>68</sup>, διότι αντλούνται από το έδαφος σε μεγαλύτερες ποσότητες και βρίσκονται στους φυτικούς ιστούς σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις<sup>69</sup> και σε ιχνοστοιχεία, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo, Cl<sup>70</sup>, εξαιτίας της παρουσίας τους στο σύστημα εδάφους-φυτού, συνήθως σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις<sup>71</sup>.

Τα μακροστοιχεία συμμετέχουν στην κατασκευή του φυτικού σώματος, λαμβάνουν μέρος σε ενεργειακές μετατροπές και σχετίζονται με τη ρύθμιση ωσμωτικών παραμέτρων. Ο άνθρακας, το υδρογόνο και το οξυγόνο αποτελούν τα κύρια δομικά στοιχεία των υδατανθράκων, των πρωτεϊνών και των λιπών, ενώ εξασφαλίζουν και την απαιτούμενη μεταβολική ενέργεια μέσω της οξειδωτικής διάσπασης των τελευταίων τριών στοιχείων κατά τη διάρκεια της αναπνοής. Αντίθετα, τα ιχνοστοιχεία απαιτούνται σε περιορισμένες ποσότητες και τα περισσότερα συμμετέχουν ως προσθετικές ομάδες ή παράγοντες ενεργοποίησης διαφόρων ενζύμων<sup>72</sup>. Από τα μακροστοιχεία, το μαγνήσιο δεν αποτελεί μόνο ένα σημαντικό κατασκευαστικό συστατικό της χλωροφύλλης, αλλά έχει και το ρόλο του συνενζυμικού παράγοντα. Το ασβέστιο, επίσης, αποτελεί σημαντικό δομικό συστατικό του δικτύου των πηκτινικών πολυμερών του κυτταρικού τοιχώματος<sup>73</sup>.

---

<sup>68</sup> Τσαπικούνης 1997, 15.

<sup>69</sup> Μήτσιος 2004, 11.

<sup>70</sup> Τσαπικούνης 1997, (τμ. Β) 15.

<sup>71</sup> Μήτσιος 2004, 11

<sup>72</sup> Δροσόπουλος, 1992 και 1998.

<sup>73</sup> Καραμπουρνιώτης, 2003.

### 2.6.5 Απώλειες θρεπτικών στοιχείων.

Τα θρεπτικά που προστίθενται στο έδαφος ή θα προσληφθούν από τις καλλιέργειες ή θα δεσμευτούν από το έδαφος ή θα εκπλυθούν ή θα απομακρυνθούν από τη διάβρωση, ή τέλος, θα χαθούν στην ατμόσφαιρα, όπως για παράδειγμα, με την απονιτροποίηση και την εξαέρωση της αμμωνίας<sup>74</sup>.

Συγκεκριμένα, τα φυτά προσλαμβάνουν κατά μέσο όρο το 40-50% του N των λιπασμάτων, ενώ το υπόλοιπο χάνεται με τις διεργασίες της έκπλυσης, της απονιτροποίησης και της εξαέρωσης<sup>75</sup>. Το άζωτο κατά την απονιτροποίηση του επιστρέφει στην ατμόσφαιρα ως αέριο N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>. Οι απώλειες αζώτου με απονιτροποίηση παρατηρούνται με την παρουσία μικροοργανισμών όπως *Pseudomonas*, *Achromobacter* και *Micrococcus* σε pH 4,9 έως 5,6, οπότε και επέρχεται η απώλεια του αζώτου ως N<sub>2</sub>O. Σε pH 7,3 έως 7,9, επέρχεται απώλεια ως N<sub>2</sub>. Το άζωτο μπορεί, επίσης, να εξαερωθεί με τη μορφή αμμωνίας, ανεξάρτητα από την τιμή του pH του εδάφους ή με τη μορφή νιτρικού οξέος (HNO<sub>3</sub>), που παρατηρείται σε όξινα εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα αργιλίου και υδρογόνου<sup>76</sup>. Επίσης, το άζωτο μπορεί να χαθεί με τη μορφή νιτρικών με την έκπλυση. Τα νιτρικά ιόντα NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (όπως και γενικότερα τα ανιόντα στο έδαφος) δεν μπορούν να δεσμευτούν από τα ομόσημα αρνητικά φορτισμένα κολλοειδή και τείνουν να εκπλυθούν από το νερό της βροχής ή να διεισδύσουν σε μεγάλο βάθος στο έδαφος, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να αξιοποιηθούν από τα φυτά<sup>77</sup>.

Ως προς το φώσφορο, αυτό απορροφάται από τα φυτά με τη λίπανση σε ποσοστό 15 έως 20%, αφού δεσμεύεται εύκολα και μετακινείται δύσκολα στο έδαφος. Σε δενδροκαλλιέργειες συνιστάται να εφαρμόζεται σε 25 έως 30 εκατοστά βάθος από την επιφάνεια του εδάφους, καθώς σε μικρότερο βάθος δεν μπορεί να

---

<sup>74</sup> Τσαπικούνης 1997, (τμ. Γ) 15- 16.

<sup>75</sup> Τσαπικούνης 1997, (τμ.Γ) 16.

<sup>76</sup> Μήτσιος 2004, 203.

<sup>77</sup> Δροσόπουλος, 1992 και 1998.

προσληφθεί, πράγμα που είναι εφικτό μόνο πριν την εγκατάσταση του οπωρώνα. Το κάλιο, από την άλλη πλευρά, δεν ακινητοποιείται στο βαθμό που ακινητοποιείται ο φώσφορος. Η αποτελεσματικότητα στη πρόσληψη καλίου από τα φυτά κυμαίνεται από 30 έως 60%. Μεγάλες απώλειες καλίου επιτυγχάνονται με έκπλυση και λαμβάνουν χώρα κυρίως σε αμμώδη εδάφη. Υπάρχει στενή σχέση μεταξύ καλίου και αζώτου. Όσο μεγαλύτερες είναι οι δόσεις αζώτου που χορηγούνται, τόσο μεγαλύτερες συνιστάται να είναι και οι ποσότητες καλίου<sup>78</sup>.

Οι υπερβολικές ποσότητες ενός στοιχείου στο εδαφικό διάλυμα συνήθως συνεπάγονται ανταγωνισμό ή δέσμευση κάποιου άλλου, γι' αυτό είναι απαραίτητο να προηγείται ανάλυση εδάφους, ώστε να προσδιορίζεται η άριστη συγκέντρωση καθενός από τα στοιχεία. Επίσης, το pH επηρεάζει τη διαλυτότητα κάθε στοιχείου, γι' αυτό θα πρέπει να προσδιορίζεται και να διορθώνεται κάθε φορά. Τα θρεπτικά στοιχεία εμφανίζουν τη μεγαλύτερη διαλυτότητά τους –και συνεπώς αφομοιωσιμότητά τους– σε pH 6 έως 6,5<sup>79</sup>.

Οι ποσότητες των διαθέσιμων θρεπτικών στο έδαφος προσδιορίζονται με εδαφολογική εξέταση και αναδεικνύουν την τυχόν ποσότητα που χρειάζεται να προστεθεί, ώστε να πληρωθούν οι ανάγκες της καλλιέργειας. Επιπλέον, εκτός από την εδαφολογική εξέταση, ο τύπος, η ποσότητα, η κατάλληλη εποχή και ο τρόπος εφαρμογής του λιπάσματος, διαπιστώνεται και με την ανάλυση των φυτικών ιστών, της φυλλοδιαγνωστικής<sup>80</sup>.

---

<sup>78</sup> Γσαπικούνης 1997, (τμ. Α) 19.

<sup>79</sup> Γσαπικούνης 1997, (τμ. Β) 15.

<sup>80</sup> Γσαπικούνης 1997, (τμ. Γ), 16.

## 2.6.6 Λίπανση καλλιεργειών

Η ποσότητα και το είδος των λιπασμάτων που εφαρμόζονται γίνεται με βάση τον τύπο και το pH του εδάφους, το στάδιο ανάπτυξης των δέντρων, και την περιεκτικότητα του εδάφους σε ανόργανα στοιχεία. Επιπλέον, η ποσότητα των λιπαντικών στοιχείων που χρειάζεται κάθε καλλιέργεια, εξαρτάται από τα συστατικά που απομακρύνονται με τη συγκομιδή, αυτά που χάνονται με την έκπλυση, καθώς και εκείνα που προστίθενται στο έδαφος με την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας, όπως υπολείμματα καλλιέργειας και χλωρή λίπανση, με το νερό της βροχής και με την αποσάθρωση των ανόργανων συστατικών του.

Πιο συγκεκριμένα, εισροές θρεπτικών στον αγρό μπορούν να γίνουν με ανόργανα λιπάσματα που εφαρμόζονται από το γεωργό στο έδαφος ή πάνω στο φυτό, με εμπορικά τυποποιημένα οργανικά υλικά και οποιοδήποτε τοπικά διαθέσιμο υλικό με υψηλή οργανική ουσία όπως κομπόστ, κοπριά κ.λπ. και με πρόσθετα ανόργανα στοιχεία που εισρέουν με το νερό άρδευσης, τον υετό και τον άνεμο. Αντίθετα, οι εκροές θρεπτικών στοιχείων γίνονται κατά τη διάρκεια της συγκομιδής, οπότε και αφαιρούνται οι καρποί από τον αγρό, με την αφαίρεση του ξύλου των κλαδευμάτων, όταν αυτό καίγεται ή πουλιέται<sup>81</sup>, και με απώλειες θρεπτικών με την αεριοποίηση της αμμωνίας, τη βαθιά διήθηση, την επιφανειακή απορροή και τη διάβρωση, όπως ήδη έχει αναφερθεί.

Για σταθερή και ικανοποιητική παραγωγή κάθε χρόνο τα δέντρα έχουν ανάγκη από μια πλήρη και ορθολογική λίπανση. Για να εφαρμόσουμε ορθολογική χρήση των λιπασμάτων είναι απαραίτητη η γνώση της γονιμότητας του εδάφους, των αναγκών της καλλιέργειας σε θρεπτικά καθώς και την αποτελεσματικότητα της χρήσης των λιπασμάτων<sup>82</sup>.

---

<sup>81</sup> Τα κλαδέματα που ανακυκλώνονται τεμαχίζοντας τα και αφήνοντας τα στο έδαφος μπορούν να μειώσουν τις ανάγκες λίπανσης έως και 40%, αυξάνουν την αποθήκευση άνθρακα στο έδαφος και έτσι βελτιώνουν τις ιδιότητες του εδάφους και την παραγωγικότητα του οπωρώνα.

<sup>82</sup> Τσαπικούνης 1997, (τμ. Γ) 16.

### 2.6.7 Λίπανση της καστανιάς

Η συστηματική καλλιέργεια της καστανιάς στην Ευρώπη είναι σχετικά πρόσφατη και δεν υπάρχουν επαρκή πειραματικά δεδομένα για τη λίπανσή της. Ωστόσο, κάποιες προσπάθειες γίνονται στην Ελλάδα, αν και, τις περισσότερες φορές, η εφαρμογή της λίπανσης είναι εμπειρική παρά ορθολογική. Συγκεκριμένα, δεν υπάρχουν πειραματικά δεδομένα σχετικά με την ορθολογική λίπανση της καστανιάς στην Ελλάδα και όποια στοιχεία είναι, κατά κύριο λόγο, εμπειρικά ή από ξένη βιβλιογραφία. Συνεπώς, είναι άξιο να προβούμε σε μια ειδικότερη ανάλυση των λιπαντικών απαιτήσεων του δέντρου της καστανιάς αλλά και σε μια μελέτη εφαρμογής λιπαντικών μονάδων τόσο στην Ελλάδα όσο και στον κόσμο.

Η λίπανση της καστανιάς εφαρμόζεται για την επίτευξη ισόρροπης βλάστησης και ανθοφορίας-καρποφορίας. Κατά τη διενέργεια των λιπαντικών επεμβάσεων, επομένως, ο καλλιεργητής συνιστάται να προσαρμόζει το πρόγραμμα λίπανσης στις απαιτήσεις των καστανεδέντρων του για θρεπτικά στοιχεία, να μεριμνά για τη διατήρηση και βελτίωση της γονιμότητας των εδαφών και να εφαρμόζει τα κατάλληλα λιπάσματα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες από τις συγκομιδές και με τη μορφή έκπλυσης ή εξαέρωσης. Επίσης, οι εφαρμογές των λιπαντικών μονάδων σε καστανεώνες βασίζονται κυρίως σε εδαφολογικές αναλύσεις και όχι σε πρότυπα φυλλοδιαγνωστικής, καθώς δεν υπάρχουν αξιόπιστα δεδομένα για τα άριστα επίπεδα θρεπτικών στα φύλλα καστανιάς. Ως προς την ποσότητα των λιπαντικών μονάδων, κυρίως του αζώτου, που εφαρμόζεται στον αγρό λαμβάνεται επιπλέον υπ' όψη, τόσο η άρδευση, η κλίση του εδάφους και το ποσοστό σκίασης του εδάφους από τη φυτική κόμη.

Το ποσοστό σκίασης του εδάφους από τη φυτική κόμη εξαρτάται από τις αποστάσεις φύτευσης των δέντρων. Όσο μικρότερες είναι οι αποστάσεις φύτευσης των δέντρων τόσο χαμηλότερες ποσότητες αζώτου απαιτούνται ανά δέντρο. Για παράδειγμα, σε ποσοστό 40% σκίασης του εδάφους από μεγάλα δέντρα, εφαρμόζεται περίπου 11,2 kg αζώτου ανά στρέμμα. Σε αποστάσεις φύτευσης 10 x 10 μ., 10 δέντρα το στρέμμα, εφαρμόζονται 255 g ανά δέντρο τον πρώτο χρόνο και προσθέτονται επιπλέον 50 g αζώτου σε κάθε δέντρο κάθε χρόνο. Αυξάνεται, δηλαδή, το ποσοστό



της εφαρμογής ανά 50 g αζώτου σε κάθε δέντρο κάθε χρόνο μέχρι τα 11,2 kg αζώτου ανά στρέμμα<sup>83</sup>.

Αναφορικά με της εκροές από τους καστανεώνες, ύστερα από μελέτες που έγιναν στην Πορτογαλία και στην Ιαπωνία, προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα. Στην Πορτογαλία με ένα τόνο ξηρών καρπών απομακρύνονται περίπου 9,8 kg N, 8,4 kg K, 1,5 kg P, 1,1 kg Ca, 0,7 kg Mg, 0,6 kg S, 126 g Mn, 43 g Fe, 15 g Zn. Με ένα τόνο βλαστικού υλικού, δηλαδή από τα κλαδευτικά, απομακρύνονται από τον αγρό 3,6 kg N, 2,3 kg K, 0,6 kg P, 4,6 kg Ca, 0,7 kg Mg, 0,4 kg S, 237 g Mn, 54 g Fe, 23 g Zn. Επομένως, τα κλαδάκια, οι κασίδες και τα φύλλα περιέχουν ένα σημαντικό ποσό θρεπτικών στοιχείων<sup>84</sup>. Στην Ιαπωνία οι απώλειες των θρεπτικών στοιχείων που απομακρύνονται κάθε χρόνο σε ένα στρέμμα είναι 7,6 kg N, 2,3 kg P, 4,3 kg K, 7,3 kg Ca, 2,1 kg Mg.

Ως προς τα σημαντικότερα θρεπτικά στοιχεία η ανάπτυξη των καστανεόδενδρων ενισχύεται ιδιαίτερα με την παροχή ειδικά N, K και P, καθώς τα θρεπτικά αυτά στοιχεία τροποποιούν άμεσα τη διαθεσιμότητα των στοιχείων στο έδαφος, αυξάνουν το pH του και δίνουν ικανοποιητικό μέγεθος καρπών. Αναλυτικότερα, η εφαρμογή του αζώτου είναι ιδιαίτερα σημαντική, αφού η καστανιά αντιδρά ιδιαίτερα στην αζωτούχο λίπανση δίνοντας έντονη βλάστηση, υψηλό ποσοστό θηλυκών ανθέων, υψηλή καρπόδεση και καλή καρποφορία. Το κάλιο είναι εξίσου σημαντικό στοιχείο για την καστανιά και απαιτείται σε σχεδόν ίσες ποσότητες με το άζωτο. Σύμφωνα με έρευνες, διαπιστώθηκε ότι το μέγεθος του καρπού επηρεάζεται άμεσα τόσο από την ποσότητα αζώτου, όσο και από την ποσότητα καλίου που εφαρμόζεται στα δέντρα. Συγκεκριμένα, το άζωτο έχει θετική επίδραση στο μέγεθος του καρπού, ενώ η χαμηλή σχέση μεταξύ εφαρμοζόμενου καλίου και αζώτου επιδρούν αρνητικά στο μέγεθός του. Μάλιστα, ο καρπός επηρεάζεται θετικά όταν το άζωτο βρίσκεται σε μεγαλύτερο ποσοστό στα φύλλα παρά στους καρπούς<sup>85</sup>. Το τρίτο σημαντικό στοιχείο για τη λίπανση της καστανιάς είναι ο φώσφορος, η εφαρμογή του οποίου γίνεται πριν τη φύτευση των δέντρων, ενώ

---

<sup>83</sup> Vossen 2000, 13.

<sup>84</sup> Pires-Portela 2009,81.

<sup>85</sup> Δημουλάς 1986, 130.

δε χρειάζεται να προστεθεί εκ νέου για τα επόμενα 10 χρόνια. Εκτός των τριών αυτών θρεπτικών στοιχείων, το μαγνήσιο συνίσταται να βρίσκεται στο έδαφος σε ικανοποιητικές ποσότητες υπό την μορφή ασβεστομαγνησιούχων αλάτων, καθώς αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την κανονική ανάπτυξη του φυτού<sup>86</sup>. Τέλος, η εφαρμογή του ασβεστίου έχει θετική επίδραση στην καλλιέργεια της καστανιάς διότι ελέγχει το pH του εδάφους.

#### **2.6.7.1 Προγραμματισμός της διαχείρισης της θρέψης πριν την εγκατάσταση του καστανεώνα**

Πριν από τη φύτευση είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί ανάλυση εδάφους έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν τα κατάλληλα λιπάσματα και στην κατάλληλη δόση. Πριν την εγκατάσταση του καστανεώνα εφαρμόζεται η βασική λίπανση, έτσι ώστε να εφαρμοστούν στο έδαφος τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά ή να γίνει ρύθμιση του pH.

Συνεπώς, η βασική λίπανση θα πρέπει να περιλαμβάνει: οργανική λίπανση για τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους, σε συνιστώμενη ποσότητα 3 έως 5 τόνων, όταν η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία είναι μικρότερη από 2% και φωσφορική λίπανση σε ποσότητα 20 έως 30 μονάδων στο στρέμμα για ένα μη ελλειμματικό έδαφος. Η απαραίτητη κομποστοποιημένη οργανική ουσία και ο φώσφορος εφαρμόζονται πριν την εγκατάσταση των δέντρων και πληρούν τις ανάγκες της καλλιέργειας για τα επόμενα 10 χρόνια<sup>87</sup>. Επίσης, κατά τη βασική λίπανση εφαρμόζεται ποσότητα καλίου, μικρότερη από το φώσφορο, καθώς είναι πιο ευκίνητο, σε ποσότητα 8 έως 12 μονάδων στο στρέμμα. Σημαντική είναι και η προσθήκη ασβεστίου στο έδαφος για διόρθωση του pH. Σε εδάφη με pH μικρότερο

---

<sup>86</sup> Δημουλάς 1986, 130.

<sup>87</sup> Bounous και Beccaro 2002, 32.

του 5 συνιστάται η εφαρμογή 300 kg CaO στο στρέμμα, και σε εδάφη με pH 5 έως 5,5 εφαρμογή με 100 έως 200 kg CaO ανά στρέμμα<sup>88</sup>.

#### 2.6.7.2 Λίπανση κατά τη διάρκεια των πρώτων χρόνων του καστανεώνα

Αμέσως μετά τη φύτευση των καστανεόδεντρων το στοιχείο που είναι απαραίτητο για την κανονική ανάπτυξη των φυτών είναι το άζωτο. Η συνολική ποσότητα του αζώτου που θα χρησιμοποιηθεί βασίζεται κυρίως στο έτος ηλικίας των δέντρων και στις αποστάσεις φύτευσής τους (πυκνότητα φύτευσης)<sup>89</sup>. Η εφαρμογή του γίνεται μετά τη φύτευση των δέντρων με τη μορφή νιτρικής αμμωνίας, καθώς ευνοεί τη γρήγορη ανάπτυξη των ριζών και των νεαρών βλαστών<sup>90</sup>, ενώ σε πολύ όξινα εδάφη εφαρμόζεται με τη μορφή ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας.

Η ποσότητα αζωτούχου λιπάσματος που χορηγείται στα νεαρά δέντρα αυξάνεται χρόνο με το χρόνο, κατά τα 5 πρώτα έτη μετά από τη φύτευση στον αγρό<sup>91</sup>. Μπορεί να χορηγηθεί σε μια δόση 50 g κάθε χρόνο και να αυξάνεται κατά 50 g για κάθε χρόνο ηλικίας του δέντρου. Επειδή το άζωτο είναι πολύ ευδιάλυτο στοιχείο και μετακινείται πολύ εύκολα στο έδαφος, καλό είναι η αζωτούχος λίπανση να γίνεται σε 2 έως 3 δόσεις<sup>92</sup>. Η εφαρμογή του, επομένως, συνίσταται να γίνεται από τις 15 Μαρτίου μέχρι τις 15 Απριλίου ή σε δύο δόσεις, τα 2/3 της ποσότητας στα τέλη Μαρτίου και το 1/3 στις αρχές Μαΐου<sup>93</sup>. Η εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης κατά τα 5 πρώτα χρόνια της καλλιέργειας φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίν. 2.2).

---

<sup>88</sup> Δημουλάς 1986, 113-114.

<sup>89</sup> Vossen 2000, 13.

<sup>90</sup> Δημουλάς 1986, 119.

<sup>91</sup> Βαχαμίδης και Βέμμος, << Η καστανιά και η καλλιέργεια της>>, βλ. στο (περιοδ. Γεωργία και κτηνοτροφία, Ιούλιος 2009 τευχος7, 50.

<sup>92</sup> Δημουλάς 1986, 123.

<sup>93</sup> Ποντίκης 1996, 159.

**Πίνακας 2.2. Συνιστώμενες δόσεις αζωτούχου λίπανσης κατά τα 5 πρώτα χρόνια της ηλικίας των δέντρων.**

Έτος καλλιέργειας	Δόση καθαρού αζώτου (g)	Ποσότητα νιτρικής αμμωνίας (g/δέντρο)	Απόσταση λιπάσματος από τον κορμό (μέτρα)
1 <sup>ος</sup>	50	150-250	1
2 <sup>ος</sup>	100	300	1,5
3 <sup>ος</sup>	150	450	2
4 <sup>ος</sup>	200	500-600	2,5
5 <sup>ος</sup>	250	650-750	3

(Πηγή: Ποντίκης 1996, 159 ; Bounous και Beccaro 2002, 32)

Όσον αφορά το κάλιο προστίθεται σε ποσότητα 20 έως 24 kg στο στρέμμα κάθε χρόνο στα αμμώδη εδάφη και κάθε 3 χρόνια στα αργιλώδη<sup>94</sup>. Εάν πριν από την εγκατάσταση του καστανεώνα δεν εφαρμόστηκαν στη βασική λίπανση ποσότητες καλίου και φωσφόρου, τότε συνίσταται η παροχή μικτού λιπάσματος 15-15-15 σε δόσεις, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίν. 2.3)<sup>95</sup>. Φυσικά, με τέτοια λιπάσματα η ποσότητα φωσφόρου που εφαρμόζεται είναι πολύ υψηλότερη από την απαιτούμενη.

**Πίνακας 2.3. Συνιστώμενες ποσότητες μεικτού λιπάσματος κατά τα πρώτα 5 χρόνια της ηλικίας των δέντρων.**

Έτος καλλιέργειας	Ποσότητα μεικτού λιπάσματος 15-15-15 (g)
1 <sup>ος</sup>	500
2 <sup>ος</sup>	1000
3 <sup>ος</sup>	1500
4 <sup>ος</sup>	2000
5 <sup>ος</sup>	2500

(Πηγή: Ποντίκης 1996, 159)

<sup>94</sup> Δημουλάς 1986, 124.

<sup>95</sup> Ποντίκης 1996, 159.

### 2.6.7.3 Λίπανση καστανεώνα κατά τα παραγωγικά έτη

Από τον έκτο χρόνο και μετά, όταν δηλαδή τα δέντρα εισέλθουν στην παραγωγική φάση, συνίσταται λίπανση με N, P και K. Ιδιαίτερα τον Ιούνιο που διαρκεί η άνθιση και βλάστηση, και τον Αύγουστο-Σεπτέμβριο που μεγαλώνουν και ωριμάζουν οι καρποί, η παρουσία των τριών βασικών στοιχείων αυξάνεται πολύ σε διάφορα φυτικά μέρη<sup>96</sup>. Επομένως, από τον έκτο χρόνο της ηλικίας των δέντρων και μετά, οι συνιστώμενες δόσεις των τριών βασικών στοιχείων κατά έτος και στρέμμα βάσει της βιβλιογραφίας φαίνονται στο παρακάτω πίνακα 2.4.

**Πίνακας 2.4. Ποσότητες αζώτου, φωσφόρου και καλίου από τον έκτο χρόνο τα ηλικίας των δέντρων.**

Στοιχείο	Μονάδες στο στρέμμα	kg στο στρέμμα
Άζωτο	9-12	27-36 νιτρικής αμμωνίας
Φώσφορος	6-9	30-45 υπερφωσφορικού
κάλιο	9-12	18-24 χλωριούχου ή θειϊκού καλίου

(Πηγή: Ποντίκης 1996, 160)

Τα φωσφοροκαλιούχα λιπάσματα εφαρμόζονται στο έδαφος αργά το φθινόπωρο, αλλά με υψηλό υετό το χειμώνα σε ορεινά μέρη, όπου τα εδάφη είναι σχετικά ελαφρά, το κάλιο τουλάχιστον κινδυνεύει να εκπλυθεί. Εκεί είναι προτιμότερο η εφαρμογή των φωσφοροκαλιούχων (αν απαιτείται P) ή καλιούχων (συνήθως) λιπασμάτων πρέπει να γίνεται τέλη χειμώνα. Από την άλλη μεριά, λόγω της ευκινησίας τους, το άζωτο συνιστάται να δίνεται σε τρεις ίσες δόσεις. Η πρώτη δόση στα τέλη Μαρτίου με αρχές Απριλίου, για να ευνοηθεί η βλάστηση και η εξέλιξη των ανθικών καταβολών, η δεύτερη δόση τέλη Μαΐου για να ευνοηθεί η άνθιση, η γονιμοποίηση, η καρπόδεση και η διαφοροποίηση των ανθικών καταβολών για την επόμενη χρονιά, και η τελευταία δόση στα μέσα Σεπτεμβρίου για να ευνοηθεί

<sup>96</sup> Δημουλάς 1986, 130.



η αύξηση του μεγέθους των καρπών και η ανανέωση των θρεπτικών στοιχείων του δέντρου<sup>97</sup>. Αν όμως η βλάστηση των δέντρων είναι υπερβολικά ζωνηρή και η παραγωγή μη ικανοποιητική, η ποσότητα του αζώτου θα πρέπει να μειωθεί.

Οι ποσότητες των λιπαντικών μονάδων είναι δυνατόν να διαφέρουν ανά καστανεώνα και να αυξομειώνονται ανάλογα με τον τύπο, τη γονιμότητα και το pH του εδάφους.

## 2.7 Ποιότητα καρπού

Το μέγεθος των καρπών του κάστανου επηρεάζεται άμεσα από τη γονιμότητα του εδάφους, τη λίπανση, την υπερπαραγωγή και ηλικία των δέντρων. Μεγαλύτερου μεγέθους καρπούς παράγουν τα μικρότερης ηλικίας δέντρα, σε καλά φωτιζόμενα και σε εκείνα που καλλιεργούνται σε γόνιμα εδάφη, ενώ η μεγάλη παραγωγή καρπών επηρεάζει αρνητικά το μέγεθός τους. Η ποιότητα των κάστανων επηρεάζεται πολύ και από την αποξηράνση. Η ψίχα των φρέσκων κάστανων περιέχει κυρίως άμυλο και μικρή ποσότητα σακχάρων. Κάστανα που αποξηράνθηκαν σε ποσοστό υγρασίας 15% αύξησαν την περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα πάνω από 5%. Γενικά, η ποιότητα των κάστανων επηρεάζεται άμεσα από τους χειρισμούς και τη συντήρηση, ενώ η εκτίμησή της από ποικιλία σε ποικιλία είναι δύσκολη.

Η γεύση του κάστανου διαφοροποιείται ανάλογα με την ποικιλία και την περιοχή<sup>98</sup>. Η γεύση της σάρκας του καρπού είναι υπόγλυκη, ζαχαρώδης και στους άγριους καρπούς ελαφρά πικρή, ιδιαίτερα όταν τρώγεται με το περισπέρμιο (χνουδωτή επιδερμίδα)<sup>99</sup>. Τα κάστανα έχουν υψηλή θρεπτική αξία, καθώς είναι πλούσια σε βιταμίνες και φυτικές ίνες, ενώ περιέχουν ελάχιστο λίπος και καθόλου χοληστερόλη και νάτριο. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη είναι χαμηλή, 1 g ανά μερίδα, αλλά περιέχει σε ικανοποιητικές ποσότητες όλα τα απαραίτητα αμινοξέα,

---

<sup>97</sup> Δημουλάς 1986, 130.

<sup>98</sup> Βασιλακάκης 2004, 564.

<sup>99</sup> Διαμαντής και Περγέρου, << Το γνωστό μας κάστανο με τις άγνωστες μοναδικές του ιδιότητες>>, βλ. στο (περιόδ.) Γεωργία και κτηνοτροφία, Ιανουάριος 2011, 75.

αποτελώντας έτσι ένα τρόφιμο υψηλής διατροφικής αξίας. Από άλλη βιβλιογραφική πηγή, το κάστανο περιέχει πολύ άμυλο (45% περίπου) και 50% νερό. Είναι καρπός χαμηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες (περίπου 5%), πολύ χαμηλής περιεκτικότητας σε λίπη 2-5% και περιέχει πολλά ανόργανα συστατικά, κυρίως κάλιο. Η πρωτεΐνη που περιέχει είναι υψηλής ποιότητας, παρόμοιας με αυτή των αυγών και αφομοιώνεται εύκολα από τον ανθρώπινο οργανισμό<sup>100</sup>. Ο καρπός της δίνει 189 θερμίδες ανά 100 g. Ενώ οι ξηροί καρποί είναι πλούσιοι σε λιπαρά, το κάστανο αποτελεί εξαίρεση. Περιέχει λίπη σε πολύ χαμηλό ποσοστό (2-5% ή μόλις 1,8 g ανά 100 g). Ακόμα και αυτή η μικρή ποσότητα λίπους αποτελείται κυρίως από μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Τα κύρια λιπαρά οξέα του κάστανου είναι το λινολεϊκό, ολεϊκό και παλμιτικό οξύ που συνολικά φθάνουν σε ποσοστό 85% της συνολικής περιεκτικότητας σε λιπιδικά οξέα. Δηλαδή μερικά ω-3 και ω-6 λιπαρά οξέα, γνωστά για την προστατευτική τους δράση στο καρδιαγγειακό σύστημα και όχι μόνο

Τα κάστανα είναι επίσης πλούσια πηγή βιταμίνης C. Είναι ο μοναδικός ξηρός καρπός που περιέχει βιταμίνη C, και μάλιστα σε ποσότητα 12 g ανά μερίδα, που αντιστοιχεί στο 30% της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης. Καθώς η βιταμίνη C είναι θερμο-ανθεκτική, δεν διασπάται κατά το βράσιμο ή ψήσιμο των καρπών<sup>101</sup>. Επίσης, το κάστανο αποτελεί καλή πηγή βιταμινών του συμπλέγματος B, B1, B2, B3, B5<sup>102</sup>. Συγκεκριμένα, περιέχει θειαμίνη που είναι απαραίτητη για την καλή λειτουργία του νευρικού συστήματος, ριβοφλαβίνη και βιταμίνη B6, που βοηθούν στο μεταβολισμό των θρεπτικών συστατικών, καθώς επίσης και φολικό οξύ. Τέλος, αποτελεί σημαντική πηγή φωσφόρου, ασβεστίου και καλίου, που είναι απαραίτητα για τη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης, της καρδιακής συστολής και της υδατικής ισορροπίας του οργανισμού<sup>103</sup> (Πίνακας 2.5).

---

<sup>100</sup> Βασιλακακης 2004, 564.

<sup>101</sup> Βλ. ιστότοπο [http://efizissi.blogspot.gr/2011\\_10\\_01\\_archive.html](http://efizissi.blogspot.gr/2011_10_01_archive.html).

<sup>102</sup> Διαμαντής και Περγέρου, << Το γνωστό μας κάστανο με τις άγνωστες μοναδικές του ιδιότητες >>, βλ. στο (περιοδ.) Γεωργία και κτηνοτροφία, Ιανουάριος 2011, 75.

<sup>103</sup> Βλ. ιστότοπο <http://www.axortagos.gr/kastana-ena-xeimoniatiko-snak-polla-ofeli.html>.

**Πίνακας 2.5. Θρεπτική σύσταση καρπών ανά 100 g.**

Στοιχεία	Περιεκτικότητα
Θερμίδες	189 kcal
Νερό	52,0 g
Υδατάνθρακες	42,4 g
Πρωτεΐνη	3,5 g
Λιπίδια	1,8 g
Θείο (S)	48 mg
Φώσφορος (P)	89 mg
Νάτριο (Na)	11 mg
Κάλιο (K)	500 mg
Ασβέστιο (Ca)	48 mg
Μαγνήσιο (Mg)	40 mg
Ψευδάργυρος (Zn)	19 mg
Χαλκός (Cu)	7 mg
Σίδηρος (Fe)	0,22 mg
Ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C)	0,15 mg
Θειαμίνη (βιταμίνη B1)	0,15 mg
Ριβοφλαβίνη (βιταμίνη B2)	0,35 mg
Νιασίνη (B3)	1,40 mg
Παντοθενικό οξύ (B5)	0,90 mg
Ίνες	1,1%

(Πηγή: Βασιλακάκης 2004 και Διαμαντής και Περλέρου, Γεωργία και Κτηνοτροφία, Ιανουάριος 2011)

Στα βρασμένα κάστανα παρατηρείται αύξηση της περιεκτικότητάς τους σε νερό, μείωση στην πρωτεΐνη και αύξηση της περιεκτικότητας σε λίπη. Αντίθετα, στα ψημένα κάστανα η πρωτεΐνη δείχνει να αυξάνεται, το ίδιο και οι αδιάλυτες και διαλυτές φυτικές ίνες, καθώς η περιεκτικότητά τους σε νερό μειώνεται. Επιπλέον, και τα διαθέσιμα σάκχαρα μπορεί να αυξηθούν κατά 25% με αποτέλεσμα και το ενεργειακό επίπεδο (θερμίδες) να αυξάνεται σημαντικά. Μερικά στοιχεία για τη διατροφική αξία των κάστανων σε διάφορες μορφές φαίνονται στον κατωτέρω πίνακα 2.6.

**Πίνακας 2.6. Διατροφική αξία κάστανων**

Τύπος κάστανου	Νερό (%)	Πρωτεΐνη (%)	Λίπος (%)	Υδατάνθρακες (%)	Θερμίδες/μερίδα
Νωπό	44	4	1	49	64
Ξερό	9	7	2	80	103
Βρασμένο	62	3	2	34	44
Ψητό	40	4	1	52	68

(Πηγή: USDA Agricultural Handbook 1994)

## 2.8 Παραγωγικότητα

Η παραγωγικότητα εκφράζει τη σχέση μεταξύ των εκροών από ένα σύστημα παραγωγής και των εισροών που είναι απαραίτητες για τη δημιουργία αυτών των εκροών. Μερικές φορές παραγωγικότητα είναι απλά και η παραγωγή καρπών ανά στρέμμα ή δέντρο, κ.λπ. Η ευρύτερη έννοια της παραγωγικότητας σχετίζεται με την αποτελεσματική εφαρμογή καλλιεργητικών πρακτικών κατά την παραγωγή καρπών<sup>104</sup>. Η οικονομική παραγωγικότητα υπολογίζεται διαιρώντας τη μέση παραγωγή ανά καλλιεργητική περίοδο δια το συνολικό κόστος των πόρων (κεφαλαίου, ενέργειας, πρώτων υλών, προσωπικό) που καταναλώνονται μια συγκεκριμένη περίοδο.

Ο αριθμός των καρπών ανά κέλυφος αποτελεί ένα βασικό χαρακτηριστικό που επηρεάζει την παραγωγικότητα των δέντρων. Η αξία του κάστανου είναι ανάλογη του μεγέθους του. Ο αριθμός των καρπών που περιέχονται σε μια κύπελλο (κασίδα) κυμαίνεται από ένα έως επτά, επηρεάζοντας έτσι το μέγεθος του κάθε καρπού. Στις περισσότερες ποικιλίες καστανιάς ο αριθμός των καρπών σε κάθε κύπελλο δεν ξεπερνά τους τρεις. Ωστόσο, στην περίπτωση με τρεις καρπούς, ο μεσαίος καρπός είναι τελείως υπανάπτυκτος, σε αντίθεση με τους δύο ακραίους οι οποίοι είναι πεπλατυσμένοι και ογκώδεις<sup>105</sup>. Επίσης, κάποιος από τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα της καλλιέργειας είναι η φυτοκάλυψη του εδάφους, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας και η ηλικία των δέντρων.

<sup>104</sup> Βλ. στο [www.aode.gr/articles/194-productivity](http://www.aode.gr/articles/194-productivity).

<sup>105</sup> Βλ. στο [www.sarkpont.hu/webset32.cgi?Sarkpont@@EN@@13@@GOOGLEBOT](http://www.sarkpont.hu/webset32.cgi?Sarkpont@@EN@@13@@GOOGLEBOT).

### 2.8.1 Η φυτική κόμη της καλλιέργειας - Φυτοκάλυψη

Ως φυτική κόμη ορίζεται το σύνολο των υπέργειων οργάνων μιας φυτοκοινωνίας. Φυτικά όργανα θεωρούνται τα φύλλα, οι βλαστοί, οι βραχίονες, τα άνθη και οι καρποί. Η ποσότητα, η διάταξη και η οργάνωση αυτών των φυτικών οργάνων στο χώρο, ορίζεται ως δομή της φυτικής κόμης. Η διάταξη και η οργάνωση της δομής στο χώρο αναφέρεται σε παραμέτρους όπως το σχήμα, το μέγεθος, τον προσανατολισμό και τη χωρική κατανομή διαφόρων φυτικών οργάνων. Ωστόσο, στη δομή της φυτικής κόμης, σημασία έχουν τα φύλλα, καθώς είναι αυτά που διαμορφώνουν και τον τύπο της δομής<sup>106</sup>.

Ο τύπος της δομής της φυτικής κόμης διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο σε μια φυτοκοινωνία καθώς καθορίζει τις ροές ενέργειας και μάζας ανάμεσα στα φυτά και στο περιβάλλον τους. Πιο συγκεκριμένα, ο τύπος της φυτικής κόμης καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο διαδίδεται η ηλιακή ακτινοβολία μέσα στη φυτική κόμη, επιδρώντας, έτσι, στη μεταβολή της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Επιπλέον, επιδρά στην υποδοχή και μεταφορά των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, στη ροή του ανέμου, στη διαμόρφωση της εδαφικής θερμοκρασίας και υγρασίας αλλά και της ροής της θερμότητας στο έδαφος. Αποτέλεσμα αυτών είναι η δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για την εγκατάσταση και την ανάπτυξη μικροοργανισμών.

Επιπροσθέτως, η δομή της φυτικής κόμης είναι δυνατό να επηρεάσει με έμμεσο τρόπο: α) τις φυσιολογικές διαδικασίες, όπως αυτές της φωτοσύνθεσης, της αναπνοής και της κυτταρικής αύξησης, β) τη μόλυνση και μετάδοση των παθογόνων, γ) την αύξηση και τον πολλαπλασιασμό των εντόμων, και τέλος, δ) τον ανταγωνισμό μεταξύ των ειδών μιας φυτοκοινωνίας. Η έμμεση επίδραση στην υγρασία και τη θερμοκρασία του εδάφους, μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, τις απώλειες νερού λόγω εξάτμισης, τις διαδικασίες αποικοδόμησης των φυτικών υπολειμμάτων και την ανάπτυξη μικροβιακών πληθυσμών στο έδαφος<sup>107</sup>.

---

<sup>106</sup> Βλ. στο [www.nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1113/1/Nimertis\\_Liapi.pdf](http://www.nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1113/1/Nimertis_Liapi.pdf).

<sup>107</sup> Campbell – Norman, 1988· Nobel – Forseth – Long, 1993 στο

[www.nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1113/1/Nimertis\\_Liapi.pdf](http://www.nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1113/1/Nimertis_Liapi.pdf).



## 2.8.2 Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI)

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας μιας φυτικής κόμης εκφράζει τη συνολική επιφάνεια των φύλλων ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους<sup>108</sup>. Η φυλλική επιφάνεια αντιπροσωπεύει την επιφάνεια της μιας πλευράς των φύλλων, ενώ ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI- leaf area index) εκφράζει το συνολικό άθροισμα της επιφάνειας της μιας πλευράς των φύλλων της φυτικής κόμης ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους ( $m^2$  φυλλικής επιφάνειας/ $m^2$  επιφάνειας εδάφους)<sup>109</sup>. Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας ουσιαστικά περιγράφει το μέγεθος της «φωτοσυνθετικής μηχανής» μιας φυτοκοινωνίας και λειτουργεί ως βασικός δείκτης για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών ανάπτυξης μια καλλιέργειας<sup>110</sup>.

Όπως είναι γνωστό, ο ρυθμός αύξησης της βιομάζας (CGR) μιας καλλιέργειας εξαρτάται από το LAI και το ρυθμό της καθαρής αφομοίωσης (NAR), καθώς εκφράζεται από το γινόμενο των δύο αυτών μεγεθών. Ο δείκτης NAR συνήθως μειώνεται κατά τη διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας καθώς συσχετίζεται αρνητικά με το δείκτη φυλλικής επιφάνειας και κατά συνέπεια με όλους τους παράγοντες που συντελούν στην αύξησή του (παροχή αζώτου, πυκνότητα φύτευσης, έλλειψη κλαδέματος, σκίαση, υψηλά επίπεδα παροχής νερού κ.α.).

Ο LAI, εξαρτάται από το ισοζύγιο του νερού, την επάρκεια σε θρεπτικά, την κατανομή του φωτός μέσα στη φυτική κόμη και μια σειρά από άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες (π.χ. θερμοκρασία). Η μέγιστη τιμή του LAI καθορίζεται από την πυκνότητα της καλλιέργειας που ρυθμίζεται από την πυκνότητα της φύτευσης, από τη λίπανση και από τις καλλιεργητικές φροντίδες. Πέρα από τη μεταβολή του με το χρόνο, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας μιας φυτικής κόμης μεταβάλλεται και κατά τη διάσταση του ύψους της φυτικής κόμης. Ο υπολογισμός αυτών των μεταβολών είναι πολύ χρήσιμος στον υπολογισμό της κατανομής της

---

<sup>108</sup> Campbell – Norman, 1988 στο

[www.nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1113/1/Nimertis\\_Liapi.pdf](http://www.nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1113/1/Nimertis_Liapi.pdf).

<sup>109</sup> Βλ. στο [www.nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1113/1/Nimertis\\_Liapi.pdf](http://www.nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1113/1/Nimertis_Liapi.pdf).

<sup>110</sup> Kvet, 1971. στο [www.nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1113/1/Nimertis\\_Liapi.pdf](http://www.nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1113/1/Nimertis_Liapi.pdf).

ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στη φυτική κόμη και περαιτέρω για τον προσδιορισμό παραμέτρων της δομής της.

### 2.8.3 Ηλικία δέντρων

Η καλλιέργεια της καστανιάς είναι αρκετά παραγωγική και κερδοφόρα. Ο καστανεώνας εμφανίζει μία πρώτη ικανοποιητική απόδοση στα 4 έως 5 χρόνια μετά τη φύτευση των δέντρων. Στην περίπτωση όμως που οι συνθήκες δεν είναι ιδανικές για την ανάπτυξη της καστανιάς, η παραγωγή των δέντρων μπορεί να καθυστερήσει έως και 7 χρόνια<sup>111</sup>. Τα δέντρα έχουν πλήρη παραγωγή καρπών μετά το δέκατο έως εικοστό έτος της ηλικίας τους, ανάλογα βέβαια με την απόσταση φύτευσης και την ποικιλία τους. Καστανεώνες σε πλήρη παραγωγή αποδίδουν ανά έτος, συνήθως, μέχρι 1.000 κιλά ανά στρέμμα. Σε καστανεώνες με εμβολιασμένα ωστόσο δέντρα, όπου εφαρμόζονται αρδεύσεις και γενικότερα εντατικές καλλιεργητικές φροντίδες, οι αποδόσεις είναι υψηλότερες και απαιτούν μεγαλύτερες εισροές.

## 2.9 Σκοπός της μελέτης

Έχοντας υπόψη τα προβλήματα της καλλιέργειας της καστανιάς στην Ελλάδα<sup>112</sup>, τις δυσκολίες που παρουσιάζονται στην εφαρμογή ολοκληρωμένης και ορθολογικής λίπανση<sup>113</sup> και δεδομένου ότι έχουν γίνει διεθνώς ελάχιστες προσπάθειες και πειραματικές έρευνες<sup>114</sup> που σχετίζονται με την ορθολογική λίπανση

---

<sup>111</sup> Βλ. στο [www.empirechestnut.com/faqharv.htm](http://www.empirechestnut.com/faqharv.htm).

<sup>112</sup> ακανόνιστες εφαρμογές λίπανσης, χαμηλές τιμές συγκομιδής, υψηλές τιμές λιπασμάτων και άλλα.

<sup>113</sup> υπερβολικές ποσότητες λιπαντικών μονάδων, οι οποίες δεν είναι απαραίτητες για τη θρέψη των δέντρων, έλλειψη ενημέρωσης για την εφαρμογή των λιπαντικών μονάδων στις ποσότητες που έχει ανάγκη η καστανιά, και άλλα.

<sup>114</sup> δεν υπάρχουν επαρκή πειραματικά δεδομένα για τη λίπανση της καστανιάς.

της καστανιάς<sup>115</sup>, και δεν υπάρχει καμία δημοσιευμένη εργασία στην Ελλάδα με ερευνητικά δεδομένα σχετικά με τη λίπανση της καστανιάς, σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η βελτίωση της πρακτικής της λίπανσης της καστανιάς σε έναν αντιπροσωπευτικό καστανεώνα στην αγροτική περιοχή του χωριού Μελίβοια Λάρισας. Η εφαρμογή της ορθολογικής λίπανσης έγινε με βάση τα παγκόσμια πειραματικά δεδομένα για τις ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που έχει ανάγκη η καστανιά, και συγκρίθηκε με τις ποσότητες των λιπαντικών στοιχείων που ήδη εφαρμόζονται στους καστανεώνες της περιοχής. Για να εκτιμήσουμε την αποτελεσματικότητα της λιπαντικής αγωγής μελετήσαμε μερικά φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων, την παραγωγικότητα και αρκετά ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών.

---

<sup>115</sup> Δημουλάς 1986, 129.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 3.1 Πειραματικός καστανεώνας

Ο πειραματικός καστανεώνας (*Castanea sativa* L.) βρίσκεται στην περιοχή της Μελίβοιας Αγιάς του νομού Λαρίσης σε υψόμετρο 400 μέτρων από τη θάλασσα και έχει κλίση 8-12% σε απόσταση περίπου 6 χιλιομέτρων βόρεια από το χωριό Μελίβοια Λάρισας, στην αγροτική περιοχή με το αγρονύμιο Παπάνθιμος. Οι εφαρμογές της ορθολογικής και εμπειρικής λίπανσης πραγματοποιήθηκαν σε δύο καλλιεργητικές περιόδους, 2011 και 2012.

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής χαρακτηρίζεται από μέτριους έως βαρείς χειμώνες με μεγάλο αριθμό βροχοπτώσεων, μικρής έντασης κατά τη διάρκεια της άνοιξης και από ζεστά και ξηρά καλοκαίρια με υψηλές θερμοκρασίες, πολύ λίγες βροχοπτώσεις και με έντονη ηλιοφάνεια. Η άρδευση του καστανεώνα γίνεται με μικροεκτοξευτήρες (μπεκ) χαμηλής πίεσης, 1 έως 2 μπεκ περιμετρικά του κορμού, ανά 9 ημέρες, σε ποσότητα 2 έως 3 m<sup>3</sup> ανά δέντρο ανάλογα με την ηλικία του από τα μέσα Ιουνίου έως και τα μέσα Σεπτεμβρίου. Η απόφαση για άρδευση γίνονταν εμπειρικά. Η ζιζανιοκτονία γίνονταν με τη χρήση χλοοκοπτικών 3 έως 4 φορές κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Μηχανήματα ή χημική ζιζανιοκτονία αποκλείονται λόγω του επικλινούς του εδάφους.

Το τμήμα του αγρού όπου εφαρμόστηκε η εμπειρική λίπανση (μάρτυρας, Εικόνα 5, Β) έχει έκταση 3 στρεμμάτων και αποτελείται από 30 δέντρα ηλικίας 40 έως 80 ετών. Η εμπειρική λίπανση ήταν αυτή που εφαρμόζεται γενικότερα από τους παραγωγούς της περιοχής για εντατικούς αρδευόμενους καστανεώνες και περιελάμβανε βασικές και θερινές λιπάνσεις. Η βασική λίπανση περιελάμβανε εφαρμογή βόρακα 100 g το δέντρο το Μάρτιο, και 5 kg ανά δέντρο του σύνθετου λιπάσματος 15-15-15 στα τέλη Μαρτίου. Ακολουθούσε εφαρμογή νιτροθειϊκής αμμωνίας με 1 kg το δέντρο ανά εφαρμογή τα μέσα Μαΐου και τις αρχές Αυγούστου. Επειδή βρίσκονταν 10 δέντρα το στρέμμα οι εφαρμογές των λιπασμάτων ανά

στρέμμα ήταν ως εξής: 500 g βόρακα, 50 kg 15-15-15, 20 kg νιτροθειϊκή αμμωνία. Τέλος, οι ποσότητες των θρεπτικών που εφαρμόστηκαν ανά στρέμμα ετησίως ήταν: 13 kg N, 7,5 kg P, 7,5 kg K, 60 g B. Να σημειωθεί ότι τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται έχουν όξινη αντίδραση σε ένα οπωρώνα όπου το έδαφος έχει χαμηλό pH ως ορεινό δεχόμενο υψηλά ποσά υετού (περί τα 1200 mm ετησίως).

Το τμήμα του καστανεώνα όπου εφαρμόστηκε ορθολογική λίπανση (καστανεώνας Α, βλέπε εικόνα 5) είναι έκτασης 2 στρεμμάτων και αποτελείται από 45 δέντρα καστανιάς, ηλικίας από 4 έως 48 ετών και ίδιας ποικιλίας (Πηλίου ή Βολιώτικη), τοποθετημένα σε ακανόνιστες αποστάσεις φύτευσης. Σημειώνεται ότι τα δέντρα δεν είναι όλα ίδιας ηλικίας. Η μεγάλη ηλικιακή διαφορά οφείλεται σε ασθένειες, όπως τη μελάνωση και το έλκος<sup>116</sup>, οπότε και χρειάστηκε η ολοκληρωτική αφαίρεση κάποιων δέντρων (κόψιμο του κορμού χαμηλά) και αντικατάσταση με νέα, υγιή δέντρα. Από τα 45 δέντρα τα 23 είναι ηλικίας 48 ετών, τα 15 είναι εμβολιασμένα και έχουν ηλικία τεσσάρων ετών, ενώ τα υπόλοιπα επτά, είναι 15 ετών. Ο πειραματικός καστανεώνας συνορεύει περιμετρικά με άλλους τρεις καστανεώνες (Εικόνα 5) εκτός της ανατολικής πλευράς όπου υπάρχει δασική έκταση με βαλανιδιές (*Quercus humilis*). Η εφαρμογή της ορθολογικής λίπανσης περιελάμβανε βασικές και θερινές λιπάνσεις. Η βασική λίπανση περιελάμβανε εφαρμογή βόρακα 100 g το δέντρο και καλιομαγνήσιο περίπου 1,1 kg το δέντρο το Μάρτιο, και 0,4 kg ανά δέντρο νιτρικής αμμωνίας στις αρχές Απριλίου. Ακολουθούσε εφαρμογή νιτρικής αμμωνίας με 0,4 kg το δέντρο ανά εφαρμογή τις αρχές Ιουνίου και τα τέλη Αυγούστου. Το 2011 έγινε μια επιπλέον εφαρμογή νιτρικής αμμωνίας με 0,4 kg το δέντρο στις αρχές Αυγούστου. Επειδή βρίσκονταν 15 δέντρα το στρέμμα οι εφαρμογές των λιπασμάτων ανά στρέμμα ήταν ως εξής: 1,5 kg βόρακα, 17 kg καλιομαγνήσιο, 18 kg νιτρική αμμωνία (2012) ή 24 kg νιτρική αμμωνία (2011).

---

<sup>116</sup> Η μελάνωση είναι η πιο διαδεδομένη ασθένεια και πλήττει σχεδόν όλες τους καστανεώνες της περιοχής.





Εικόνα 5. Φωτογραφική απεικόνιση του πειραματικού καστανεώνα και της γύρω περιοχής.

Τέλος, οι ποσότητες των θρεπτικών που εφαρμόστηκαν ανά στρέμμα ετησίως ήταν: 6 kg N (2012) ή 8 kg N (2011), 5 kg K, 2 kg Mg, 165 g B και δεν εφαρμόστηκε P, καθώς είχε βρεθεί να είναι επαρκής στο έδαφος. Ανά δέντρο η ορθολογική λίπανση ήταν μειωμένη κατά 53 ή 38% για το N, μειωμένη κατά 33% για το K και αυξημένη κατά 175 για το B σε σχέση με το μάρτυρα.

### 3.2 Καθορισμός δέντρων δειγματοληψίας

Από τους δύο καστανεώνες μελέτης, πειραματικό και μάρτυρα, επιλέχθηκαν συνολικά 12 δέντρα, 6 στον πειραματικό και 6 στο μάρτυρα, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι κατανεμημένα σε ολόκληρη την έκτασή του αγρού, να είναι ώριμα υγιή δέντρα με ομοιόμορφη ανάπτυξη και καλή βλάστηση (Εικόνα 6, 7). Έτσι τα έξι δέντρα που επιλέχθηκαν από τον πειραματικό καστανεώνα έχουν ηλικία 48 ετών, ενώ τα έξι δέντρα του μάρτυρα έχουν ηλικία 80 ετών.

Τα δέντρα αριθμήθηκαν από το ένα έως το έξι και στη συνέχεια, ανάλογα με την έκταση που καταλάμβανε η κόμη τους, οριοθετήθηκαν τα σύνορα με τα διπλανά δέντρα. Επίσης, μετρήθηκε η περίμετρος των κορμών του κάθε δέντρου, 30 cm από την επιφάνεια του εδάφους (Πίν. 3.1) καθώς επίσης υπολογίσθηκε η επιφάνεια κάλυψης του εδάφους από τη σκίαση της κόμης περιμετρικά των δέντρων κατά προσέγγιση αφού υπολογίσθηκε ως κύκλος από το μέσο όρο των 4 ακτίνων προσανατολισμού, Νότος, Δύση, Βορράς και Ανατολή (Πίν. 3.2).

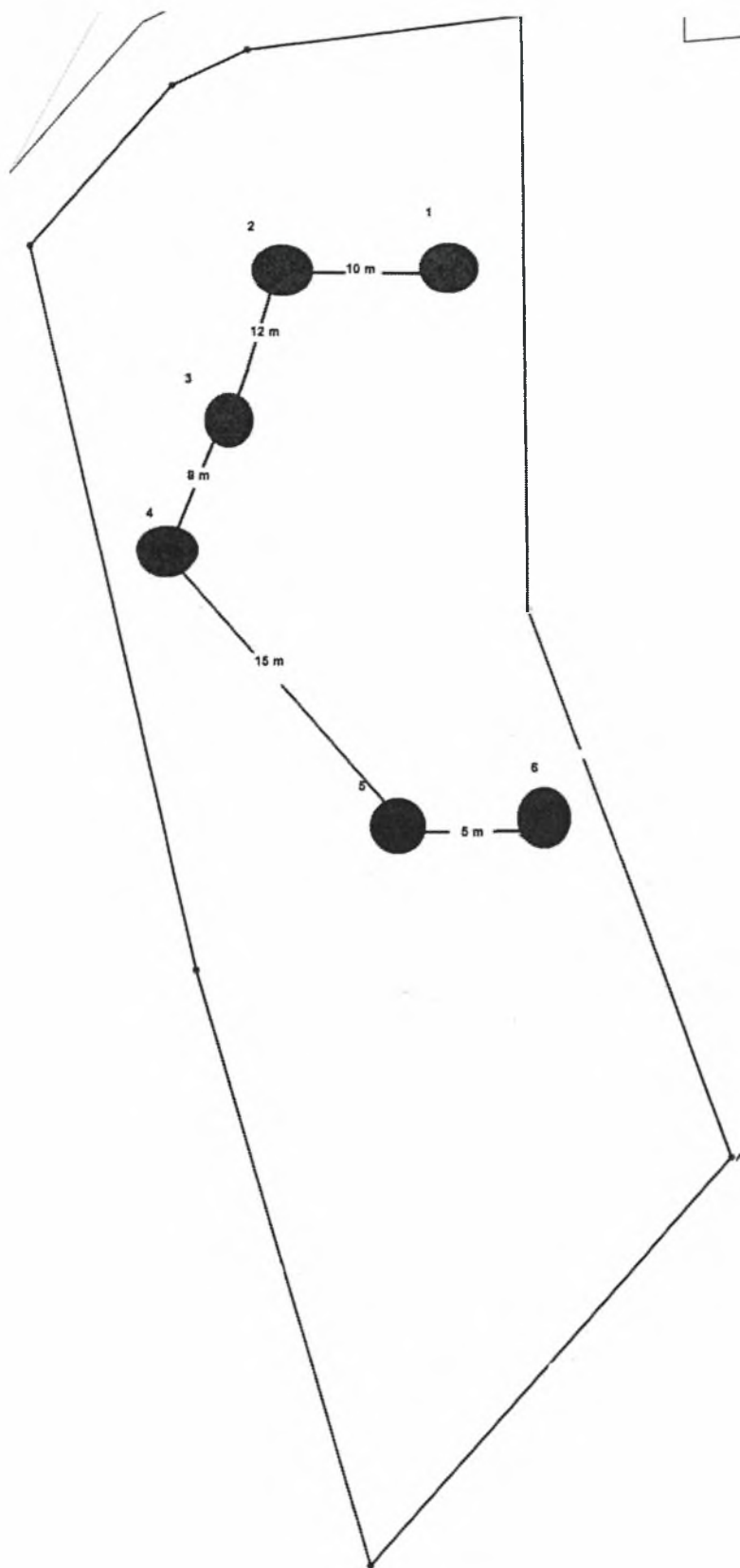
**Πίνακας 3.1. Περίμετρος των 6 δέντρων του πειραματικού καστανεώνα και των 6 δέντρων του μάρτυρα σε cm.**

Καστανεώνας	Περίμετρος κορμού (cm)					
	1 <sup>ο</sup> δέντρο	2 <sup>ο</sup> δέντρο	3 <sup>ο</sup> δέντρο	4 <sup>ο</sup> δέντρο	5 <sup>ο</sup> δέντρο	6 <sup>ο</sup> δέντρο
Μάρτυρας	194	201	190	186	142	192
Πειραματικός	145	145	100	106	72	83,5

**Πίνακας 3.2. Μέτρηση ακτίνων σκίασης κόμης για υπολογισμό της επιφάνειας κάλυψης του εδάφους περιμετρικά ανά δέντρο, από τη σκίαση της κόμης των δέντρων του πειραματικού και του μάρτυρα.**

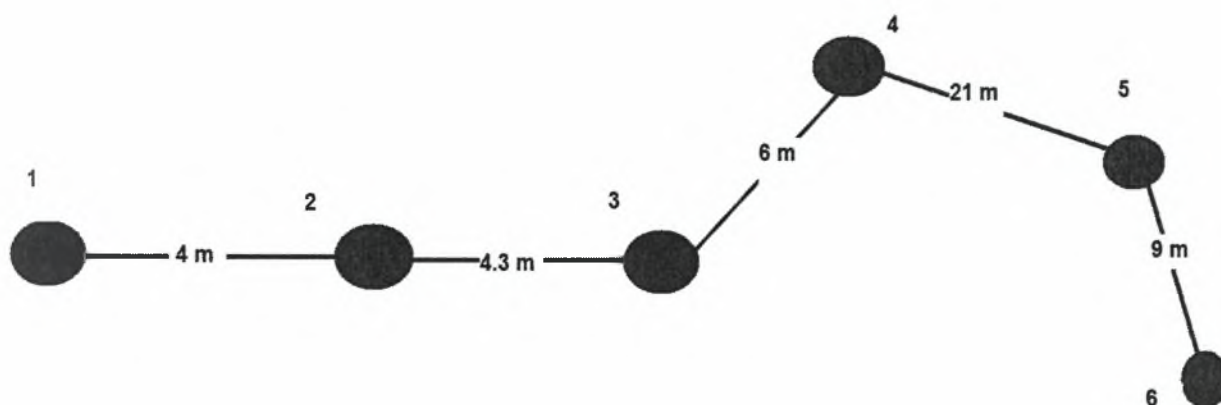
Καστανεώνας	Αριθμός δέντρων	4 ακτίνες μεγέθους σκίασης κόμης (m)			
		Πλευρά 1 (N)	Πλευρά 2 (Δ)	Πλευρά 3 (B)	Πλευρά 4 (Α)
Μάρτυρας	1	5	6	2	6
	2	2	8	2.3	7
	3	2	2	8	6
	4	6	2.5	7	4
	5	4	4	3	5
	6	7	7	2.5	7

<b>Πειραματικός</b>	1	4	3	4	4
	2	3.3	3.2	4.3	3
	3	3.5	3	3.5	2.5
	4	2	5	3	3
	5	3.5	2	2.5	2.5
	6	2.5	4	3	2



Εικόνα 6. Κατά προσέγγιση διάταξη των 6 δέντρων προς πειραματισμό στον πειραματικό καστανεώνα και οι μεταξύ τους αποστάσεις.

Κατά προσέγγιση διάταξη  
δέντρων στο καστανεώνα  
Μάρτυρα



Εικόνα 7. Κατά προσέγγιση, οι θέσεις των 6 δέντρων που επιλέχθηκαν προς πειραματισμό στον καστανεώνα μάρτυρα και οι μεταξύ τους αποστάσεις.

### 3.3 Μετρήσεις pH και αγωγιμότητας εδάφους

Στις 18-3-2011 πάρθηκαν δείγματα εδάφους από τυχαία σημεία του αγρού, 2 δείγματα εδάφους από βάθος 30 cm από τον πειραματικό καστανεώνα και δύο από το μάρτυρα. Το κάθε δείγμα ήταν συνθετικό 3 δειγμάτων από την περιοχή της κόμης των τριών δέντρων κάθε μεταχείρισης, ανακατεύτηκε καλά, μέχρις ότου να γίνει το μείγμα ομοιογενές και στη συνέχεια όλα τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε σακούλα. Στο εργαστήριο μέρη από τα ανωτέρω δείγματα ξηράθηκαν σε φούρνο 80 °C για 5 ημέρες και χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Για τη μέτρηση του pH 20 g ξηρού εδάφους και 20 g απιονισμένο νερό αναδεύθηκαν περιοδικά για 1 ώρα. Κατόπιν μετρήθηκε το pH του εδαφικού διαλύματος με εργαστηριακό πεχάμετρο Hanna. Παρόμοια, η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους μετρήθηκε αφού αναμίχθηκαν 20 g ξηρού εδάφους και 50 g απιονισμένο νερό, αναδεύθηκαν περιοδικά για 10-15 min και μετρήθηκε η ηλεκτρική αγωγιμότητα



στο διάλυμα με αγωγιμόμετρο CyberScan. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 3.3

**Πίνακας 3.3. Αποτελέσματα μετρήσεων του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας με δύο επαναλήψεις στο έδαφος του Πειραματικού και του Μάρτυρα.**

Δείγμα	pH	EC
M1	5.32	106.7 $\mu$ S
M2	5.30	100.3 $\mu$ S
Π1	6.10	125.7 $\mu$ S
Π2	5.98	117 $\mu$ S

Επίσης, διενεργήθηκε στο ίδιο δείγμα όπως ανωτέρω (1 σύνθετο δείγμα εδάφους ανά καστανεώνα) εδαφολογική ανάλυση στο ΙΧΤΕ Λάρισας. Τα αποτελέσματα από την ανάλυση στις 14/4/2011 έδειξαν ότι το έδαφος του πειραματικού καστανεώνα είναι αμμώδες (69% Άμμο), με μέτρια προς χαμηλή συγκέντρωση ιλύος (26,4% Ιλύ) και ελάχιστη άργιλο (μόλις 4,6 % Άργιλο). Είναι φτωχό σε οργανική ουσία 10,1 g/kg, χωρίς ανθρακικό ασβέστιο (0% CaCO<sub>3</sub>), χαμηλής περιεκτικότητας σε Φώσφορο (12,2  $\mu$ g/g) αλλά με υψηλή περιεκτικότητα σε ανταλλάξιμο Κάλιο (374,3  $\mu$ g/g) και Βόριο (1,14  $\mu$ g/g), ενώ το ανταλλάξιμο Μαγνήσιο βρίσκεται σε ικανοποιητικό ποσοστό στο έδαφος 121,1  $\mu$ g/g. Το έδαφος του μάρτυρα καστανεώνα είναι αμμοπηλώδες με Άμμο 67%, Ιλύ 30,4% και ελάχιστη Άργιλο (2,6%), με χαμηλή οργανική ουσία (10,3 g/kg), και απουσία επίσης ανθρακικού ασβεστίου (0% CaCO<sub>3</sub>). Αντίθετα, ικανοποιητική είναι η περιεκτικότητα σε Φώσφορο (19,8  $\mu$ g/g), με υψηλές ποσότητες ανταλλάξιμου Καλίου (449,5  $\mu$ g/g) και Μαγνησίου (128,8  $\mu$ g/g) και με ικανοποιητική ποσότητα Βορίου (0,82  $\mu$ g/g).

### 3.4 Λεπτομερής καταγραφή των καλλιεργητικών φροντίδων στους δύο καστανεώνες κατά τα έτη μετρήσεων

Οι καλλιεργητικές φροντίδες που εφαρμόστηκαν κατά τη διάρκεια του 2011 στον πειραματικό αγρό περιλάμβαναν ψεκασμούς, τόσο κατά των μυκήτων και εντόμων, όσο και προσθήκη θρεπτικών διαφυλλικά. Έτσι, ο πρώτος ψεκασμός εφαρμόστηκε στις 15/5/2011 σε όλα τα δέντρα του πειραματικού και του μάρτυρα (μικρής και μεγάλης ηλικίας) για την πρόληψη από τα σκουλήκια και περιλάμβανε 3 κιλά οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο μαζί με 5 kg οξυχλωριούχο χαλκό στα 500 L νερού. Στα τέλη Ιουνίου (29/6/2011) εφαρμόστηκαν ψεκασμοί στο πειραματικό με μυκητοκτόνο ουσία Mancozeb 80% β/β (Dithane M-45) ενός κιλού και εντομοκτόνο με ουσία Dimethoate 40,0 % β/ο σε ποσότητα 750 g στα 500 L νερού. Την ίδια ημερομηνία εφαρμόστηκε ψεκασμός στα δέντρα του μάρτυρα με μυκητοκτόνο ουσία Mancozeb 80% β/β (Dithane M-45) και δηλητήριο Dimethoate 40,0 % β/ο, 1,5 κιλό στα 1000 L νερού. Επίσης, με βάση την εδαφολογική εξέταση εφαρμόστηκε ψεκασμός με 1 κιλό 8-10-0+10 B (Βιοφól βορίου) στα 500 L νερού. Επίσης, στις 23/7/2011 στο πειραματικό αγρό έγινε ψεκασμός με την εντομοκτόνο ουσία αλφασυπερμενθρίν 10% (fastac) ενός κιλού στα 1000 L νερού. Στις 27-8-2011 εφαρμόστηκε ο τελευταίος ψεκασμός στο πειραματικό καστανεώνα για το 2011 με εντομοκτόνο που περιείχε δραστική ουσία Ντιφλουμπενζουρόν 48% (Dimilin) μαζί με μυκητοκτόνο ουσία Mancozeb 80% β/β (Dithane M-45), 250 g στα 500 L νερό. Στο μάρτυρα ο τελευταίος ψεκασμός εφαρμόστηκε στις 27-8-2011 με Sin gar και μυκητοκτόνο με ουσία Mancozeb 80% β/β (M45), 250 g στα 500 L νερού, ενώ την ίδια ημερομηνία εφαρμόστηκε ειδικό διαφυλλικό λίπασμα 8-10-0+10 B (Βιοφól βορίου) σε ποσότητα 150 mL στα 100 L νερού.

Οι αρδεύσεις του 2011 για τον πειραματικό άρχισαν στις 19/6/2011 με το πρώτο πότισμα, ενώ το δεύτερο πότισμα εφαρμόστηκε μετά από 10 ημέρες στις 29/6/2011. Τα ποτίσματα, γενικά το έτος αυτό γίνονταν ανά 10 ημέρες για 12 ώρες μέχρι και τα μέσα Σεπτεμβρίου (14/9/2011), πριν την έναρξη, δηλαδή, της συγκομιδής. Στον Μάρτυρα το πρώτο πότισμα έγινε στις 10/6/2011, το δεύτερο στις 19/6/2011 σε ποσότητα 5 m<sup>3</sup> ανά δέντρο. Η άρδευση και στους δύο καστανεώνες γινόταν με μικροεκτοξευτήρες χαμηλής πίεσης, 1 έως 2 ανά δέντρο σε απόσταση 2 μέτρων από τον κορμό του δέντρου. Η ζιζανιοκτονία που εφαρμόστηκε στον

πειραματικό και στον μάρτυρα έγινε συνολικά 4 φορές κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με τη χρήση χλοοκοπτικών χειρός. Η τελευταία έγινε στις 16/9/2011 για την διευκόλυνση της συγκομιδής από το έδαφος.

Κατά το έτος 2012 και συγκεκριμένα στις 4/8/2012 εφαρμόστηκαν στους καστανεώνες του πειραματικού και του μάρτυρα οι πρώτοι ψεκασμοί με εντομοκτόνο που περιείχε δραστική ουσία φλουφenoξουρον 10% β/ο (cascade) σε ποσότητα 100 mL ανά 100 L νερού, καθώς επίσης και ψεκασμοί με μυκητοκτόνο ουσία Mancozeb 80% β/β (Dithane M-45) σε ποσότητα 250 g στα 500 L νερού. Στις 20/8/2012 παρατηρήθηκε σε όλη την περιοχή γύρω από τον πειραματικό καστανεώνα η εμφάνιση και η προσβολή του εντόμου Τίγρη (Tingis pygi). Το συγκεκριμένο έντομο προσβάλλει την κάτω επιφάνεια του φύλλου, όπου μυζεί και εκκρίνει αποχωρήματα, έχοντας ως αποτέλεσμα το μεταχρωματισμό της άνω επιφάνειας του φύλλου. Για την καταπολέμησή του εφαρμόστηκε η δραστική εντομοκτόνος ουσία Dimethoate 40,0 % β/ο (Perfekthion), σε ποσότητα 100 mL ανά 100 L νερού. Ο τελευταίος ψεκασμός εφαρμόστηκε και στους δύο καστανεώνες στις 31/8/2012 με εντομοκτόνο που περιείχε δραστική ουσία Ντιφλουμπενζουρόν 48% (Dimilin) σε ποσότητα 250 g στα 500 L νερού.

Οι αρδεύσεις το 2012 άρχισαν στις 20 Ιουνίου και επαναλαμβάνονταν κάθε 7 ημέρες για 12 ώρες και στον πειραματικό καστανεώνα και στο μάρτυρα. Εξαιτίας της ξηρασίας τα ποτίσματα γίνονταν πιο τακτικά για τη λιγότερη δυνατή επίδραση στα φύλλα και στην ποιότητα των καρπών. Η άρδευση στους δύο καστανεώνες επιτυγχάνονταν με μικροεκτοξευτήρες χαμηλής πίεσης, 1 έως 2 ανά δέντρο σε απόσταση 2 μέτρων από τον κορμό του δέντρου. Η ζιζανιοκτονία το έτος 2012 έγινε ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως το προηγούμενο έτος. Συνολικά, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η ζιζανιοκτονία στο πειραματικό και στο μάρτυρα έγινε 5 φορές με τελευταία κοπή μια εβδομάδα πριν τη συγκομιδή στα τέλη Σεπτεμβρίου.

### 3.5 Μετρήσεις ξηράς ουσίας, ειδικού βάρους και χλωροφύλλης φύλλων

Στις 13/9/2011 (φάση τελικής ανάπτυξης των καρπών με τα φύλλα να είναι ακόμα υγιή και έντονα φυτοσυνθέτονα για τις ανάγκες των καρπών) συλλέχθηκαν από τα 6 δέντρα του πειραματικού και τα 6 δέντρα του μάρτυρα, 6 φύλλα από το κάθε δέντρο. Τα φύλλα από το κάθε δέντρο τοποθετούνταν χωριστά σε νάιλον σακουλάκια. Η κοπή των φύλλων έγινε από βλαστούς του έτους από την εξωτερική πλευρά της κόμης του δέντρου τα οποία ήταν φωτιζόμενα από τον ήλιο. Δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή ώστε τα φύλλα να είναι πράσινα, υγιή, χωρίς οπές και δίχως κίτρινους μεταχρωματισμούς. Η ανάλυση των φύλλων έγινε στο εργαστήριο Δενδροκομίας την επόμενη ημέρα και παρέμειναν στο ψυγείο, για μία μέρα, έως την ανάλυση τους.

Στις 14/9/2011 υπολογίστηκε το ποσοστό ξηράς ουσίας των φύλλων με την εξής διαδικασία: 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. Ακολουθούσε ξήρανση σε φούρνο-ξηραντήρα στους 80 °C για 1 έως 2 ημέρες μέχρι οι δίσκοι με απλή πίεση να θρυμματίζονται. Κατόπιν, μετριούνταν το ξηρό βάρος των δίσκων με το πετρί. Το % ξηράς ουσίας των φύλλων υπολογίστηκε από τη σχέση ξηρό βάρος φύλλων προς νωπό βάρος φύλλων. Το ειδικό βάρος του φύλλου (SLW) υπολογίστηκε ως ξηρό βάρος 12 δίσκων σε mg προς την επιφάνεια των 12 δίσκων σε cm<sup>2</sup>. Η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) υπολογίστηκε ως επιφάνεια του φύλλου σε cm<sup>2</sup> προς το ξηρό βάρος των φύλλων σε g.

Για τον υπολογισμό της χλωροφύλλης ακολουθήθηκε η αναλυτική μέθοδος που περιγράφεται από τους Winternans and Mots (1965). Από τα 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%. 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 μετρούνταν η απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο (Milton Roy Spectronic 301, USA) στα 665 και 649 nm με τη βοήθεια κρυσταλλικής κυψελίδας. Ακολουθούσε ο υπολογισμός της συγκέντρωσης χλωροφύλλης a και b σε  $\mu\text{g mL}^{-1}$  αιθανόλης και σε  $\text{mg g}^{-1}$  ξηρού βάρους φύλλου, της ολικής χλωροφύλλης και του λόγου της χλωροφύλλης a προς τη χλωροφύλλη b με την βοήθεια των εξισώσεων:

$$- \text{Chla} = 13,7 * A_{665} - 5,76 * A_{649} \text{ (}\mu\text{g mL}^{-1}\text{)}$$

$$\text{ή } 10 * \text{Chla} / \text{Ξηρά ουσία δίσκων} * 1000 \text{ (mg g}^{-1} \text{ Ξ.Ο.)}$$

$$- \text{Chlb} = 25,8 * A_{649} - 7,6 * A_{665} \text{ (}\mu\text{g mL}^{-1}\text{)}$$

$$\text{ή } 10 * \text{Chlb} / \text{Ξηρά ουσία δίσκων} * 1000 \text{ (mg. g}^{-1} \text{ Ξ.Ο.)}$$

$$- \text{Ολική χλωροφύλλη} = \text{Chla} + \text{Chlb} \text{ (mg. g}^{-1} \text{ Ξ.Ο.)}$$

$$- \text{Λόγος της Chla / Chlb}$$

Επίσης, υπολογίστηκε και η ποσότητα χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ( $\text{mg m}^{-2}$  επιφάνειας φύλλου), γνωρίζοντας την επιφάνεια των 6 μισών δίσκων ελάσματος που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση της χλωροφύλλης.

Οι ίδιες ακριβώς διαδικασίες για τη μέτρηση της ξηράς ουσίας, του ειδικού βάρους των φύλλων και της χλωροφύλλης εφαρμόστηκαν στο εργαστήριο και το επόμενο έτος στις 17/9/2012.

### 3.6 Συγκομιδές και μετρήσεις παραγωγής

Το 2011 η συγκομιδή των καρπών ξεκίνησε στις αρχές Οκτωβρίου εξαιτίας κακών καιρικών συνθηκών. Συγκεκριμένα, οι συγκομιδές έγιναν στις 6, 7 και 8 Οκτωβρίου το 2011. Σε κάθε μία από αυτές της ημερομηνίες, συγκομίστηκαν οι πεσμένοι καρποί του κάθε πειραματικού δέντρου χωριστά σε κάθε καστανεώνα, μάρτυρα και πειραματικό, και μετρήθηκε η παραγωγή των δέντρων ανά ημέρα. Στη συνέχεια, από την παραγωγή του κάθε δέντρου λαμβάνονταν τυχαία δείγματα καρπών, τοποθετούνταν σε νάιλον σακουλάκια και στη συνέχεια μετρούνταν ο



αριθμός των καρπών που αντιστοιχούσε σε ένα κιλό. Επειδή χρειάστηκε η μεταφορά όλων των δειγμάτων στο εργαστήριο για εκτίμηση της ποιότητας, οι καρποί διατηρήθηκαν στο ψυγείο για έως 3 ημέρες. Υπολογίζεται, βάσει της συνολικής παραγωγής των δέντρων και του κάθε καστανεώνα, ότι συγκομίστηκαν περίπου το 30% των καρπών των δέντρων.

Το 2012 η συγκομιδή των καρπών από τα 6 δέντρα του πειραματικού και του μάρτυρα έγινε στις 21/9/2012, 22/9/2012, 26/9/2012, 27/9/2012, 28/9/2012 και στις 30/9/2012. Πραγματοποιήθηκε ακριβώς η ίδια διαδικασία με το προηγούμενο έτος. Συγκεκριμένα, η συγκομιδή καρπών από το κάθε δέντρο γίνονταν χωριστά και τοποθετούνταν σε πλαστικούς σάκους για να ζυγιστεί η παραγωγή ανά δέντρο και μόνο στις 26/9/2012, 28/9/2012 και 30/9/2012 έγινε συλλογή τυχαίων δειγμάτων καρπών από το κάθε δέντρο, τοποθέτηση σε νάilon σακουλάκια και αποθήκευση σε ψυγείο μέχρι τη μεταφορά τους στο εργαστήριο για εκτίμηση της ποιότητας. Υπολογίζεται ότι με τις έξι δειγματοληψίες συγκομίστηκαν περίπου το 60% των καρπών του κάθε δέντρου.

Από τη μετρηθείσα παραγωγή ανά δέντρο, υπολογίστηκε η παραγωγικότητα του κάθε δέντρου σε g ανά m<sup>2</sup> σκιαζόμενης επιφάνειας εδάφους από την κόμη και σε g ανά cm<sup>2</sup> της επιφάνειας διατομής του κορμού.

### 3.7 Ποιότητα καρπού

Από τα δείγματα που πάρθηκαν σε κάθε συγκομιδή του 2011 από το κάθε δέντρο, μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και μετρήθηκε στις 10/10/2011 η ποιότητα των καρπών. Συγκεκριμένα οι μετρήσεις της ποιότητας που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν το χλωρό και το νωπό βάρος των ολόκληρων καρπών και των τμημάτων τους. Αναλυτικότερα από κάθε δείγμα που αντιστοιχούσε σε κάθε επανάληψη-δέντρο, 6 του πειραματικού και 6 του μάρτυρα, μετρήθηκε ο περιεχόμενος αριθμός των καρπών και το νωπό συνολικό βάρος τους σε ζυγό ακριβείας για να υπολογισθεί το βάρος ανά καρπό. Στη συνέχεια από τα δείγματα της κάθε επανάληψης-του κάθε δέντρου- επιλέχτηκαν τυχαία πέντε καρποί συγκροτώντας νέες επαναλήψεις των 5 καρπών η κάθε μία. Οι επαναλήψεις των καρπών αρχικά ζυγίστηκαν σε ζυγό

ακριβείας ως νωπό συνολικό βάρος (για να επαναυπολογισθεί το βάρος ανά καρπό) και κατόπιν, μετρήθηκε το μήκος και το πλάτος τους. Έπειτα ο καρπός αποφλοιώθηκε και ζυγίστηκε το νωπό βάρος των φλοιών (Εικόνα 8) ώστε να υπολογισθεί το νωπό εδώδιμο βάρος ανά καρπό. Τέλος, από κάθε επανάληψη των καρπών κόβονταν λεπτή φέτα εδώδιμου τμήματος και ζυγίζονταν το συνολικό βάρος των 5 μερών (Εικόνα 9). Μετά την ολική ξήρανση των εδώδιμων τμημάτων και του περικαρπίου υπολογίστηκε ξανά το ξηρό βάρος τους χωριστά και υπολογίστηκε το ποσοστό του περιεχόμενου νερού στα μέρη του καρπού. Το διάστημα ξήρανσης ήταν 3 ημέρες σε θερμοκρασία 90 °C.

Η ίδια διαδικασία μετρήσεων της ποιότητας των καρπών εφαρμόστηκε και για τα δείγματα που ελήφθησαν στις 26/9/2012, 28/9/2012 και 30/9/2012 από τους δύο καστανεώνες στις 5/10/2012 στο εργαστήριο.



Εικόνα 8. Ζύγισμα φλοιών από 5 καρπούς.



Εικόνα 9. Φέτες εδώδιμου τμήματος από 5 καρπούς.

### 3.8 Στατιστική ανάλυση

Για κάθε έτος χωριστά έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA με ένα παράγοντα, τη λίπανση, για όλες τις παραμέτρους φυσιολογίας φύλλων, παραγωγικότητας και ποιότητας καρπού με το στατιστικό πακέτο SPSS (SPSS 16.0, Chicago). Υπολογίσθηκε και παρουσιάζεται η ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι συνολικές ποσότητες στοιχείων που εφαρμόστηκαν κατά τα έτη 2011 και 2012 ήταν 13 kg N, 7,5 kg K, 7,5 kg P και 60 g B στο στρέμμα του μάρτυρα που δέχτηκε εμπειρική λίπανση και 6 (το 2012) ή 8 (το 2011) kg N, 5 kg K, 2 kg Mg και 165 g B στο στρέμμα όπου έγινε ορθολογική λίπανση. Να σημειωθεί ότι τα δέντρα του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερης ηλικίας και με μεγαλύτερη κόμη από τα δέντρα του πειραματικού. Να σημειωθεί επίσης ότι τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για την εμπειρική λίπανση έχουν πολύ υψηλότερη οξύτητα από τα λιπάσματα του χρησιμοποιήθηκαν στην ορθολογική λίπανση. Αυτό σχετίζεται με το ελαφρά όξινο εδαφικό διάλυμα που μετρήσαμε όπου η τα οξινοποιά λιπάσματα χειροτερεύουν τις εδαφικές συνθήκες και αφομοιωσιμότητα των ανόργανων συστατικών στο έδαφος. Από την άλλη μεριά, καθώς οι εδαφικές αναλύσεις έγιναν καθυστερημένα (αλλά τα εδαφικά δείγματα πάρθηκαν ακριβώς πριν την εφαρμογή των βασικών λιπασμάτων) η εφαρμογή του P γίνονταν στον πειραματικό με 3 διαφυλλικούς ψεκασμούς που προσθέτουν μια μικρή μόνο ποσότητα (<1 kg P το στρέμμα). Επίσης στο πειραματικό εφαρμόστηκε καλιομαγνήσιο που έχει μικρότερη οξινοποιό αντίδραση από το θειικό κάλιο. Είχαμε λοιπόν μια μείωση στις εφαρμοζόμενες ποσότητες θρεπτικών με την ορθολογική λίπανση, που υπολογίσθηκαν βάσει βιβλιογραφίας για την κάλυψη του καστανεώνα και την παραγωγικότητα αυτού. Αυτή η μείωση περιγράφεται ποσοτικά στα Υλικά και Μέθοδοι και ήταν πολύ σημαντική για το N.

Οι διαφορετικές ποσότητες, λοιπόν, των στοιχείων που εφαρμόστηκαν στα δέντρα των δύο καστανεώνων ήταν πιθανόν να είχαν διαφορετική επίδραση στα φύλλα, στην παραγωγή και στην ποιότητα των καρπών. Αυτή η ανάλυση δεν έχει ξαναγίνει στην Ελλάδα και δεν βρέθηκαν και διεθνείς ερευνητικές εργασίες για το συγκεκριμένο θέμα.

## 4.1 Φυσιολογικά χαρακτηριστικά φύλλων καστανιάς

### 4.1.1 Επίδραση μεταχειρίσεων στην ξηρά ουσία, στο ειδικό βάρος και στην ειδική φυλλική επιφάνεια των φύλλων καστανιάς

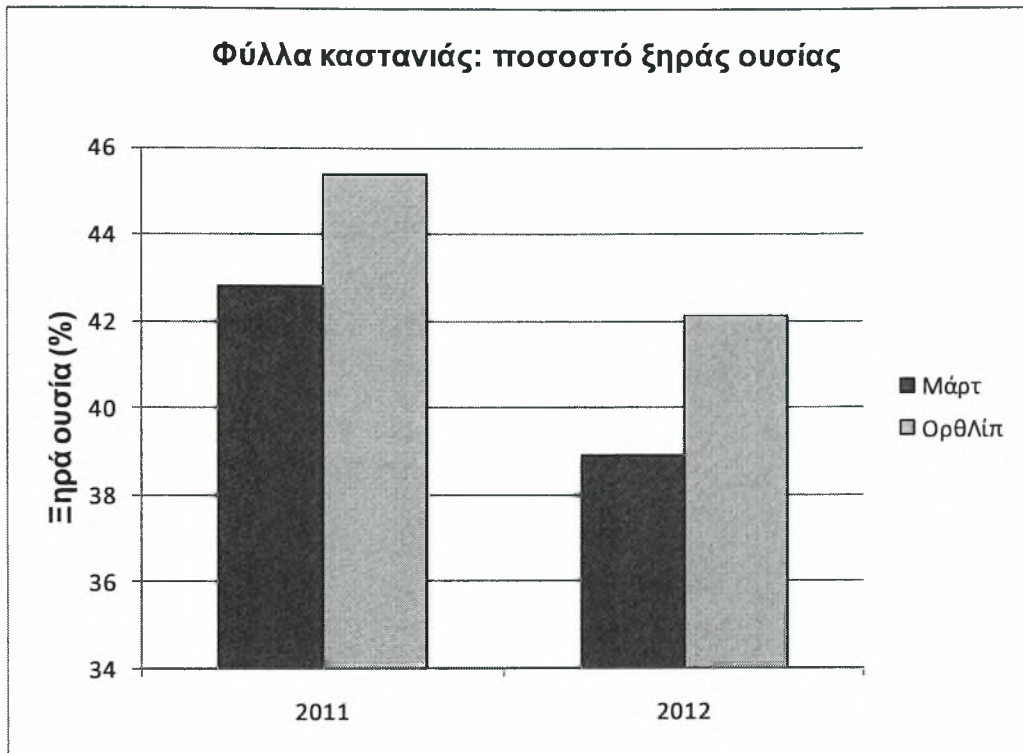
Πίνακας 4.1. Ποσοστό ξηράς ουσίας, ειδικό βάρος (εκφρασμένο σε mg ξηράς ουσίας ανά τετραγωνικό εκατοστό επιφάνειας φύλλου) και ειδική φυλλική επιφάνεια (εκφρασμένο σε τετραγωνικά εκατοστά επιφάνειας φύλλου ανά γραμμάριο ξηρού βάρους φύλλου) στα φύλλα των δέντρων καστανιάς του μάρτυρα και των δέντρων που λιπάνθηκαν ορθολογικά τα έτη 2011 και 2012.

	Στοιχεία 2011			Στοιχεία 2012		
	Ξηρή Ουσία φύλλων (%)	Ειδικό βάρος(mg Ξ.Ο/cm <sup>2</sup> )	Ειδική φυλλική επιφάνεια (cm <sup>2</sup> /g Ξ.Ο.)	Ξηρή Ουσία φύλλων (%)	Ειδικό βάρος(mg Ξ.Ο/cm <sup>2</sup> )	Ειδική φυλλική επιφάνεια (cm <sup>2</sup> /g Ξ.Ο.)
Μάρτυρας	42,8	6,9	149,7	38,9	5,7	183,5
Ορθ.Λίπανση	45,4	9,1	113,2	42,1	6,9	149,7
Σημαντικότητα	*	***	**	*	μσ	*

μσ, \*, \*\*, \*\*\*. Μη σημαντική διαφορά ή σημαντική διαφορά με 5%, 1% ή 1% πιθανότητα λάθους, αντίστοιχα.

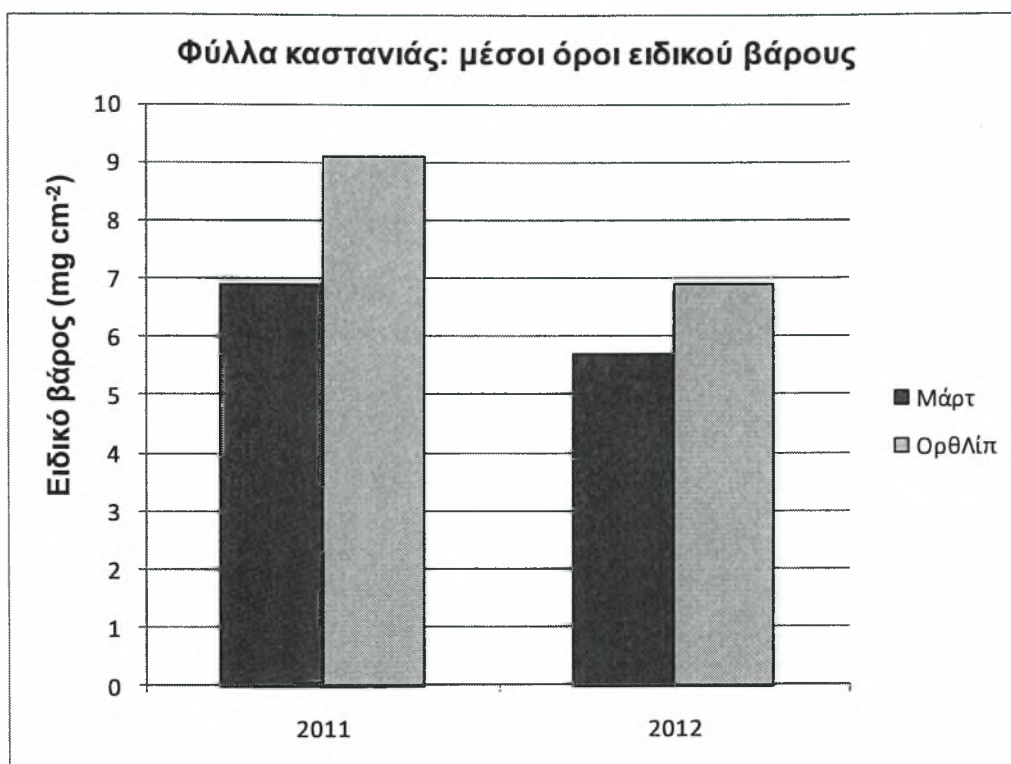
Το ποσοστό ξηράς ουσίας στα φύλλα των δέντρων καστανιάς που δέχθηκαν ορθολογική λίπανση ήταν υψηλότερο από το αντίστοιχο ποσοστό στα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα (δέχθηκαν εμπειρική λίπανση υψηλότερη της ορθολογικής) και τα δύο έτη της μελέτης (Πίν. 4.1, Σχεδ. 4.1).





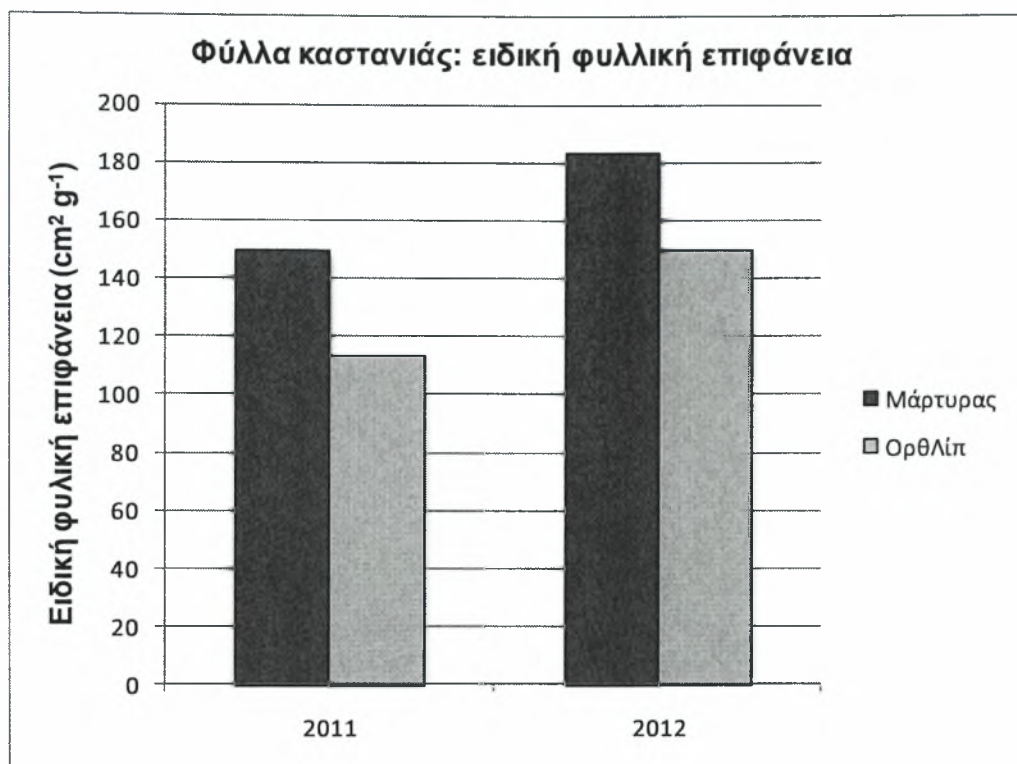
**Σχεδιάγραμμα 4.1. Μέσοι όροι του ποσοστού ξηράς ουσίας φύλλων από δέντρα καστανιάς περιοχής Μελίβοιας που λιπαίνονταν εμπειρικά (Μάρτ) ή ορθολογικά (Ορθολίπ.) κατά τα έτη 2011 και 2012.**

Το ειδικό βάρος φύλλου των δέντρων καστανιάς που δέχθηκαν ορθολογική λίπανση ήταν υψηλότερο το 2011 και μερικά μόνο υψηλότερο το 2012 από το ειδικό βάρος φύλλου των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 4.1, Σχεδ. 4.2).



**Σχεδιάγραμμα 4.2.** Μέσοι όροι του ειδικού βάρους φύλλων καστανιάς περιοχής Μελίβοιας που λιπαίνονταν εμπειρικά (Μάρτ) ή ορθολογικά (Ορθλίπ.) κατά τα έτη 2011 και 2012.

Η ειδική φυλλική επιφάνεια των δέντρων καστανιάς που δέχθηκαν ορθολογική λίπανση ήταν σημαντικά χαμηλότερη το 2011 και το 2012 από την ειδική φυλλική επιφάνεια των δέντρων του μάρτυρα (Πίν, 4.1, Σχεδ. 4.3).



Σχεδιάγραμμα 4.3. Μέσοι όροι της ειδικής φυλλικής επιφάνειας από δέντρα καστανιάς της περιοχής Μελίβοιας που λιπαίνονταν εμπειρικά (Μάρτ) ή ορθολογικά (Ορθλίπ.) κατά τα έτη 2011 και 2012.

#### 4.1.2 Επίδραση μεταχειρίσεων στη συνολική χλωροφύλλη φύλλων καστανιάς

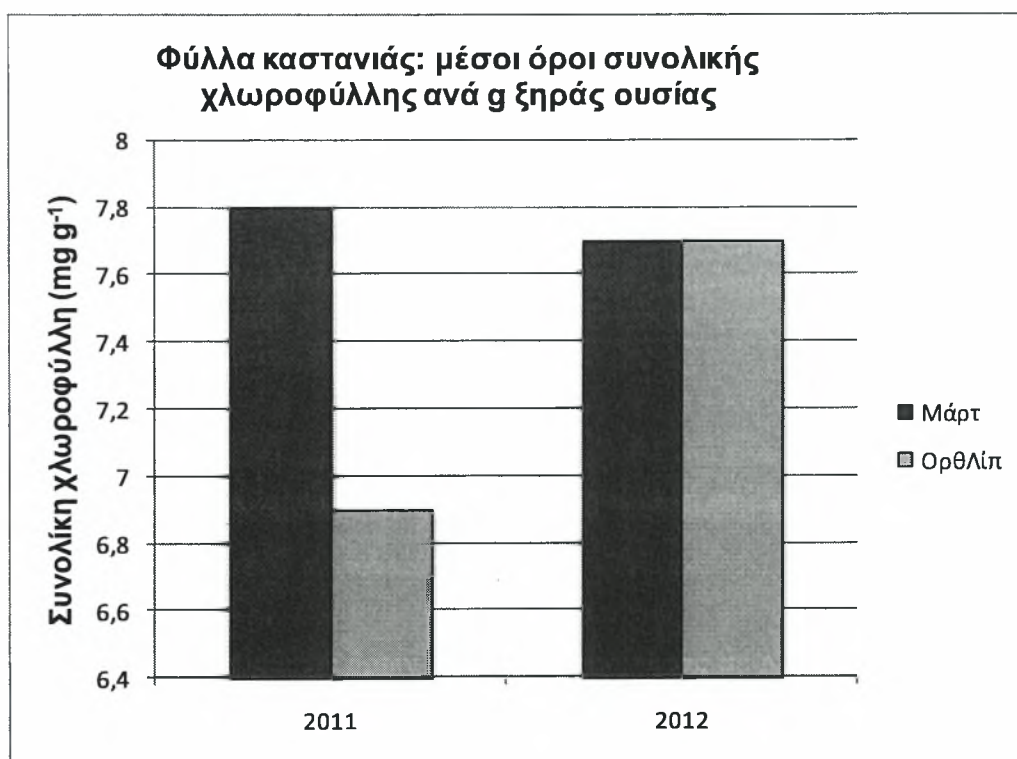
Πίνακας 4.2. Τιμές των μέσων όρων της περιεκτικότητας σε ολική χλωροφύλλη εκφρασμένες σε mg ανά g ξηράς ουσίας φύλλου και σε mg ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλου καστανιάς των δέντρων του μάρτυρα και των δέντρων που λιπάνθησαν ορθολογικά τα έτη 2011 και 2012.

	Στοιχεία 2011		Στοιχεία 2012	
	Συνολική Chl (mg/g Ξ.Ο.)	Συνολική Chl (mg/m <sup>2</sup> επ. φύλλου)	Συνολική Chl (mg/g Ξ.Ο.)	Συνολική Chl (mg/m <sup>2</sup> επ. φύλλου)
Μάρτυρας	7,8	528	7,7	417
Ορθ.Λίπανση	6,9	606	7,7	502
Σημαντικότητα	μσ	**	μσ	μσ

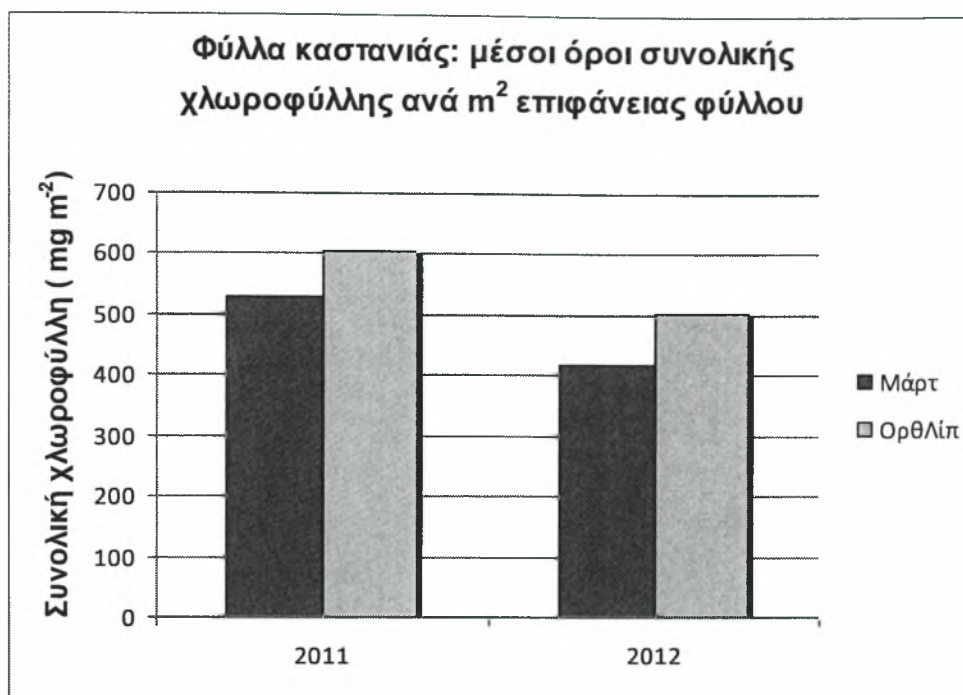
μσ, \*\*. Μη σημαντική διαφορά ή σημαντική διαφορά με 1% πιθανότητα λάθους, αντίστοιχα.

Η συνολική χλωροφύλλη στα φύλλα των δέντρων καστανιάς που εφαρμόστηκε ορθολογική λίπανση ήταν παρόμοια με αυτή του μάρτυρα, όταν εκφράστηκε σε mg ανά g ξηράς ουσίας των φύλλων και τα δύο έτη της μελέτης (Πίν. 4.2, Σχεδ. 4.4).

Αντίθετα, όταν η συνολική χλωροφύλλη εκφράστηκε σε mg ανά m<sup>2</sup> επιφάνειας φύλλου, τα φύλλα από τα δέντρα με ορθολογική λίπανση είχαν υψηλότερη τιμή το 2011 και ελάχιστα υψηλότερη το 2012 από τα δέντρα του μάρτυρα (Πίν. 4.2, Σχεδ. 4.5).



Σχεδιάγραμμα 4.4. Μέσοι όροι της συνολικής χλωροφύλλης εκφρασμένη σε mg ανά g ξηράς ουσίας του φύλλου των δέντρων καστανιάς της περιοχής Μελίβοιας που λιπαίνονταν εμπειρικά (Μάρτ) ή ορθολογικά (Ορθλίπ.) κατά τα έτη 2011 και 2012.



**Σχεδιάγραμμα 4.5.** Μέσοι όροι της συνολικής χλωροφύλλης εκφρασμένη σε mg ανά m<sup>2</sup> επιφάνειας φύλλου των δέντρων καστανιάς της περιοχής Μελίβοιας που λιπαίνονταν εμπειρικά (Μάρτ) ή ορθολογικά (Ορθλίπ.) κατά τα έτη 2011 και 2012.

#### 4.2 Επίδραση των διαφορετικών λιπάνσεων στην παραγωγή και στην παραγωγικότητα των δέντρων καστανιάς.

**Πίνακας 4.3.** Συνολική παραγωγή καρπών καστανιάς σε kg από τα δέντρα του μάρτυρα και από τα δέντρα που δέχτηκαν ορθολογική λίπανση, των τριών συγκομιδών του 2011 και των πέντε συγκομιδών του 2012.

	Έτος 2011	Έτος 2012
Μάρτυρας	54,7	69,7
Ορθ.Λίπανση	17,3	34,3
Σημαντικότητα	***	**

\*\* , \*\*\*. Σημαντική διαφορά με 1% ή 1%ο πιθανότητα λάθους αντίστοιχα.

Η συνολική συγκομισμένη παραγωγή κάστανων ανά δέντρο που εφαρμόστηκε ορθολογική λίπανση ήταν πολύ μικρότερη και τα δύο έτη, 2011 και 2012, από τη συνολική παραγωγή καρπών των δέντρων του μάρτυρα (Πίν. 4.3, Σχεδ. 4.6). Αυτό οφείλεται στο μικρότερο μέγεθος των δέντρων στον καστανεώνα με ορθολογική λίπανση. Το μικρότερο μέγεθος δέντρων συμψηφίζεται εν μέρει με το μεγαλύτερο αριθμό δέντρων το στρέμμα στον καστανεώνα με ορθολογική λίπανση. Αν λοιπόν δεχθούμε ότι το 2011 συγκομίστηκε με τις τρεις συγκομιδές το 30% των καρπών και το 2012 με τις έξι συγκομιδές το 60% των καρπών και, βάσει της πυκνότητας φύτευσης στο μάρτυρα έχουμε 10 δέντρα το στρέμμα και στην ορθολογική λίπανση 15 δέντρα το στρέμμα, η συνολική παραγωγή ανά στρέμμα είναι το 2011 περίπου 1823 kg στο μάρτυρα και 865 kg στην ορθολογική λίπανση και το 2012 περίπου 1162 kg στο μάρτυρα και 858 kg στην ορθολογική λίπανση. Βλέπουμε, λοιπόν, ότι η στρεμματική παραγωγή καρπών του μάρτυρα είναι πολύ υψηλή το 2011 και αρκετά υψηλή το 2012 σε σχέση με αυτή της ορθολογικής λίπανσης. Αυτό οφείλεται στα μεγάλα δέντρα καθώς όταν η παραγωγή καρπών εκφραστεί ως την επιστημονικότερα ορθή παραγωγικότητα (δες παρακάτω) τα πράγματα είναι διαφορετικά.





Σχεδιάγραμμα 4.6. Συνολική παραγωγή καρπών από δέντρα καστανιάς της περιοχής Μελίβοιας που λιπαίνονταν εμπειρικά (Μάρτ) ή ορθολογικά (ΟρθΑίπ.) κατά τις τρεις συγκομιδές του 2011 και τις πέντε συγκομιδές του 2012.

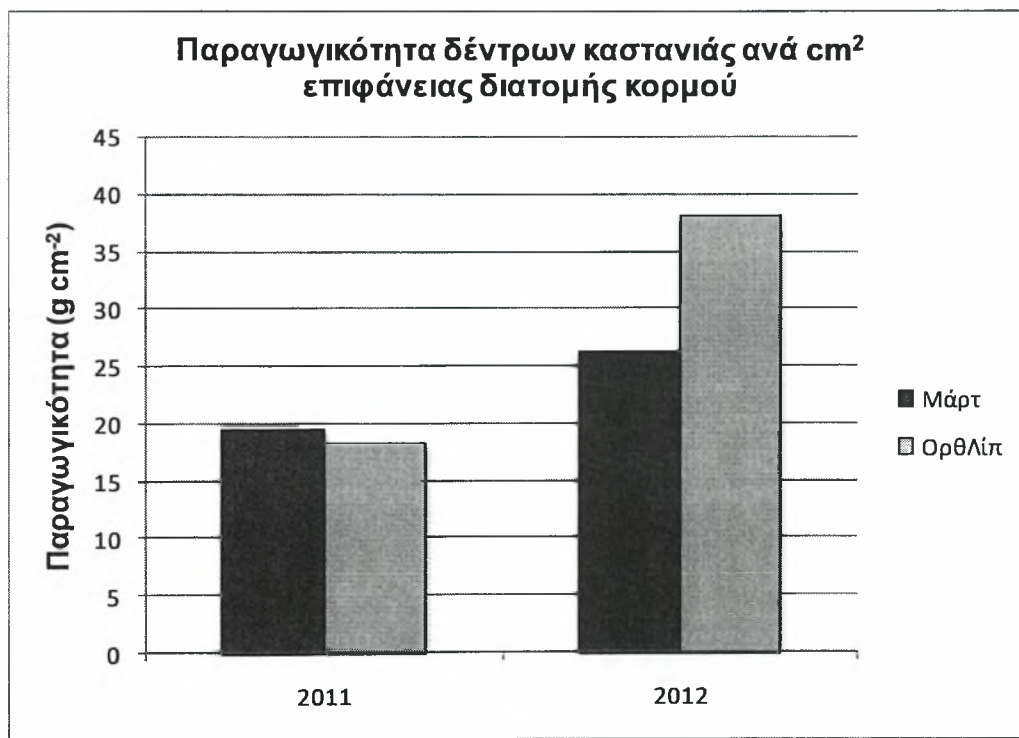
Πίνακας 4.4. Παραγωγικότητα εκφρασμένη σε g ανά τετραγωνικό εκατοστό επιφάνειας διατομής κορμού (TCSA) και σε g ανά τετραγωνικό μέτρο σκιαζόμενης επιφάνειας εδάφους (canopy size) από την κόμη των δέντρων καστανιάς του μάρτυρα και των δέντρων που λιπάνθηκαν ορθολογικά τα έτη 2011 και 2012.

	Έτος 2011		Έτος 2012	
	Παραγωγικότητα ανά επιφάνεια διατομής κορμού (g/cm <sup>2</sup> TCSA)	Παραγωγικότητα ανά σκιαζόμενη επιφάνεια εδάφους (g/m <sup>2</sup> canopy)	Παραγωγικότητα ανά επιφάνεια διατομής κορμού (g/cm <sup>2</sup> TCSA)	Παραγωγικότητα ανά σκιαζόμενη επιφάνεια εδάφους (g/m <sup>2</sup> canopy)
Μάρτυρας	19,6	743	26,4	965
Ορθ.Λίπανση	18,3	516	38,2	1047
Σημαντικότητα	μσ	*	μσ	μσ

μσ, \*. Μη σημαντική διαφορά ή σημαντική διαφορά με 5% πιθανότητα λάθους.

Η παραγωγικότητα των δέντρων της καστανιάς που εφαρμόστηκε ορθολογική λίπανση ήταν ελάχιστα χαμηλότερη το 2011 και μερικά υψηλότερη το 2012 από την παραγωγικότητα των δέντρων του μάρτυρα, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων, όταν εκφράστηκε σε g ανά  $\text{cm}^2$  επιφάνειας διατομής κορμού (Πίν. 4.2, Σχεδ. 4.7).

Επίσης, όταν η παραγωγικότητα εκφράστηκε σε g ανά  $\text{m}^2$  σκιαζόμενης επιφάνειας εδάφους από την κόμη των δέντρων που εφαρμόστηκε ορθολογική λίπανση ήταν αρκετά χαμηλότερη το 2011 και ελάχιστα υψηλότερη το 2012 από τα δέντρα του μάρτυρα (Πίν. 4.4, Σχεδ. 4.8).



Σχεδιάγραμμα 4.7. Παραγωγικότητα εκφρασμένη σε g ανά  $\text{cm}^2$  επιφάνειας διατομής κορμού δέντρων καστανιάς της περιοχής Μελίβοιας που λιπαίνονταν εμπειρικά (Μάρτ) ή ορθολογικά (Ορθλίπ.) κατά τα έτη 2011 και 2012.



**Σχεδιάγραμμα 4.8.** Παραγωγικότητα εκφρασμένη σε g ανά m<sup>2</sup> σκιαζόμενης επιφάνειας εδάφους από την κόμη των δέντρων καστανιάς της περιοχής Μελίβοιας που λιπαίνονταν εμπειρικά (Μάρτ) ή ορθολογικά (Ορθλίπ.), τα έτη 2011 και 2012.

#### 4.3 Επίδραση των διαφορετικών λιπάνσεων στην ποιότητα των καρπών

**Πίνακα 4.5.** Μέσοι όροι μάζας καρπού καστανιάς υπολογισθείσας από δύο τρόπους δειγματοληψίας, εκφρασμένες σε g ανά καρπό, των δέντρων του μάρτυρα και των δέντρων που λιπάνθηκαν ορθολογικά τα έτη 2011 και 2012.

	Έτος 2011		Έτος 2012	
	Μάζα καρπού από 30 καρπούς (g/καρπό)	Μάζα καρπού από 5 καρπούς (g/καρπό)	Μάζα καρπού από 30 καρπούς (g/καρπό)	Μάζα καρπού από 5 καρπούς (g/καρπό)
Μάρτυρας	18,0	16,3	18,6	16,8
Ορθ.Λίπανση	19,9	18,1	19,7	16,3
Σημαντικότητα	*	*	μσ	μσ

μσ, \*. Μη σημαντική διαφορά ή σημαντική διαφορά με 5%, πιθανότητα λάθους.

Η μάζα του καρπού (το βάρος του καρπού) από τα δέντρα που δέχθηκαν ορθολογική λίπανση ήταν υψηλότερη από τη μάζα του καρπού του μάρτυρα το 2011 και παρόμοια μεταξύ των μεταχειρίσεων το 2012 (Πίν. 4.5). Οι διαφορές του 2011 εξηγούνται και από τη διαφορά στην παραγωγή καρπών, καθώς ο μάρτυρας είχε κάπως υψηλότερη παραγωγικότητα το 2011. Όταν υπάρχουν πολλοί καρποί, είναι αναμενόμενο να παραμείνουν και μικρότεροι.

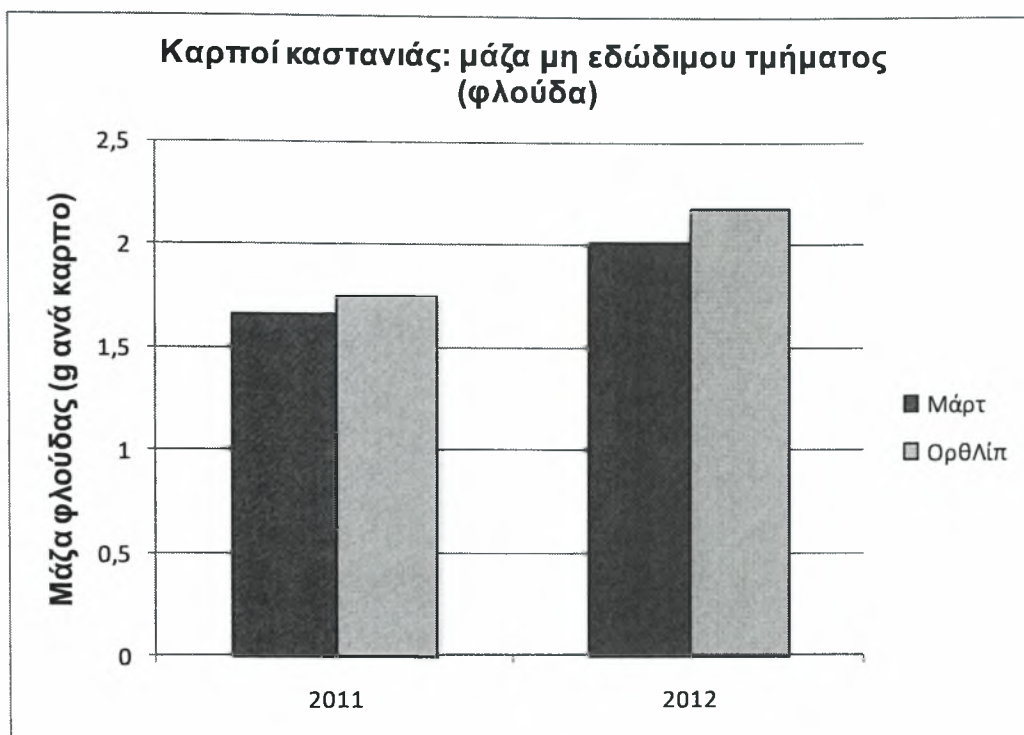
**Πίνακα 4.6. Μέσοι όροι μάζας μη εδώδιμου τμήματος (φλούδας) και εδώδιμου τμήματος καρπού καστανιάς, εκφρασμένες σε g ανά καρπό, των δέντρων του μάρτυρα και των δέντρων που λιπάνθησαν ορθολογικά τα έτη 2011 και 2012.**

	Έτος 2011		Έτος 2012	
	Μάζα φλούδας (g/καρπό)	Μάζα εδώδιμου μέρους καρπού (g/καρπό)	Μάζα φλούδας (g/καρπό)	Μάζα εδώδιμου μέρους καρπού (g/καρπό)
Μάρτυρας	1,67	16,28	2,02	16,57
Ορθ.Λίπανση	1,76	18,14	2,18	17,58
Σημαντικότητα	μσ	*	μσ	μσ

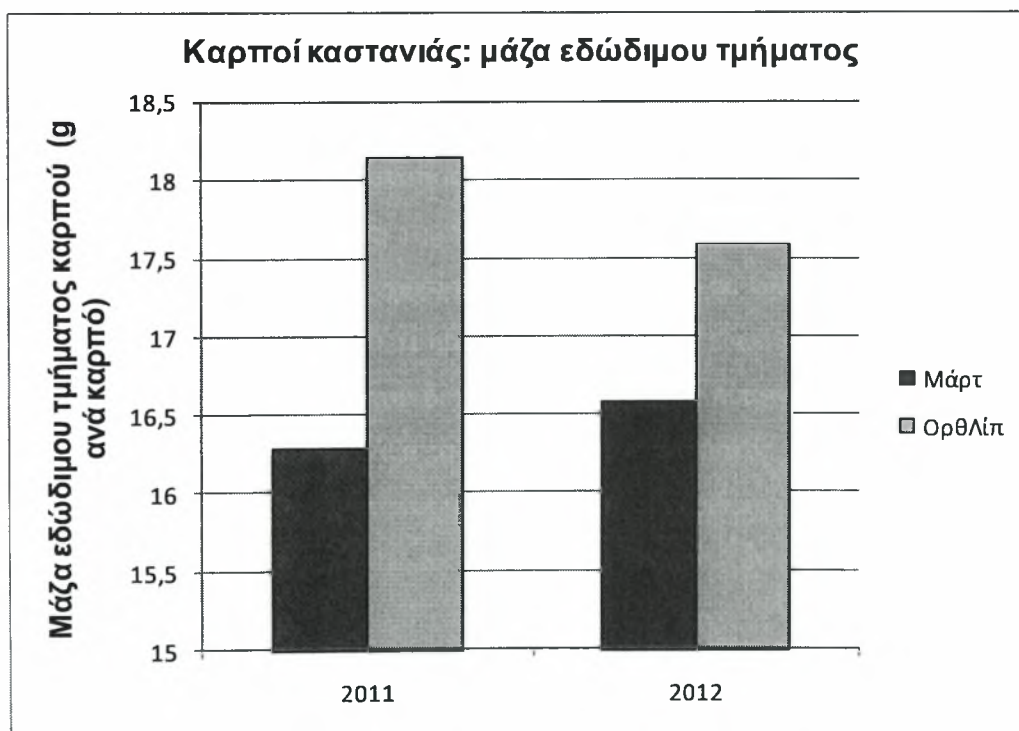
μσ, \*. Μη σημαντική διαφορά ή σημαντική διαφορά με 5%, πιθανότητα λάθους.

Σε μια προσπάθεια να κατανοήσουμε κάπως την ανάπτυξη του καρπού της καστανιάς και την πιθανή επίδραση της καθυστερημένης εφαρμογής της τελευταίας δόσης του αζωτούχου λιπάσματος, χωρίσαμε τους καρπούς σε φλούδα (μη εδώδιμο μέρος του καρπού) και σε εδώδιμο τμήμα. Η μάζα του μη εδώδιμου τμήματος του καρπού από τα δέντρα καστανιάς που δέχτηκαν ορθολογική λίπανση ήταν παρόμοια και τα δύο έτη με την αντίστοιχη μάζα του μη εδώδιμου τμήματος από τα δέντρα του μάρτυρα (Πίν. 4.6, Σχεδ. 4.9). Φαίνεται ακόμη ότι το μη εδώδιμο τμήμα του καρπού του κάστανου είναι περίπου το 1/10 του συνολικού βάρους του καρπού στο νωπό καρπό.

Η μάζα του εδώδιμου (νωπού) τμήματος του καρπού από τα δέντρα που δέχτηκαν ορθολογική λίπανση ήταν υψηλότερο το έτος 2011 και μερικά μόνο υψηλότερο το 2012 από το εδώδιμο μέρος του καρπού από τα δέντρα του μάρτυρα (Πίν 4.6, Σχεδ.4.10).



Σχεδιάγραμμα 4.9. Μέσοι όροι μάζας μη εδώδιμου τμήματος καρπών καστανιάς της περιοχής Μελίβοιας από δέντρα που εφαρμόστηκε εμπειρική λίπανση (Μάρτ) ή ορθολογική (Ορθλίπ) κατά τα έτη 2011 και 2012.



Σχεδιάγραμμα 4.10. Μέσοι όροι μάζας εδώδιμου τμήματος ανά καρπό καστανιάς της περιοχής Μελίβοιας από δέντρα που λιπαίνονταν εμπειρικά (Μάρτ) ή ορθολογικά (Ορθλίπ) κατά τα έτη 2011 και 2012.

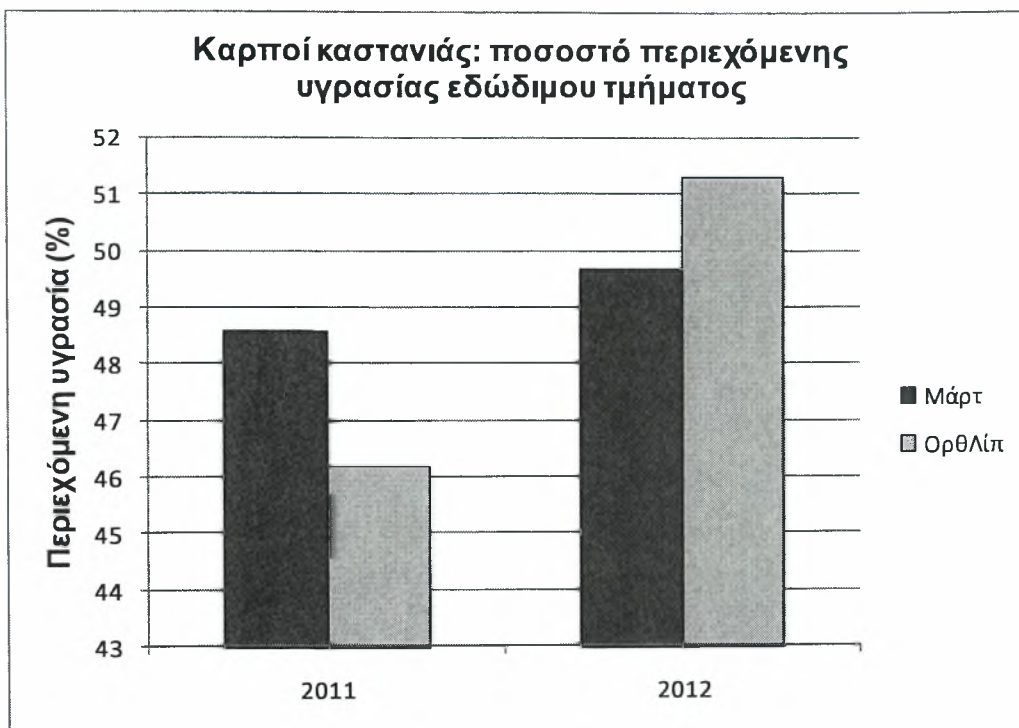
**Πίνακας 4.7. Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας (%) στο εδώδιμο τμήμα του καρπού καστανιάς από τα δέντρα του μάρτυρα και από τα δέντρα που εφαρμόστηκε ορθολογική λίπανση τα έτη 2011 και 2012.**

	Έτος 2011	Έτος 2012
	Περιεχόμενη υγρασία %	
Μάρτυρας	48,6	49,7
Ορθ.Λίπανση	46,2	51,3
Σημαντικότητα	***	μσ

μσ, \*\*\*. Μη σημαντική διαφορά ή σημαντική διαφορά με 1%ο πιθανότητα λάθους.

Το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας στο εδώδιμο τμήμα του καρπού των δέντρων καστανιάς που δέχτηκαν ορθολογική λίπανση ήταν χαμηλότερο από το αντίστοιχο ποσοστό στο εδώδιμο τμήμα του καρπού των δέντρων του μάρτυρα το έτος 2011, ενώ ήταν μερικά υψηλότερο το έτος 2012 (Πίν. 4.7, Σχεδ. 4.11). Φαίνεται ότι και το ποσοστό υγρασίας του σπόρου σχετίζεται με την παραγωγικότητα, ώστε υψηλή παραγωγικότητα να καταλήγει και σε καρπούς με υψηλότερη υγρασία. Να τονιστεί εδώ ότι οι καρποί που συλλέχθηκαν ήταν ώριμοι που είχαν πέσει στο έδαφος το πολύ μια ή δύο ημέρες πριν.





**Σχεδιάγραμμα 4.11.** Μέσων όροι του ποσοστού περιεχόμενης υγρασίας του εδώδιμου τμήματος καρπών από δέντρα καστανιάς της περιοχής Μελίβοιας που λιπαίνονταν εμπειρικά (Μάρτ) ή ορθολογικά (Ορθλίπ.) κατά τα έτη 2011 και 2012.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στον καστανεώνα με ορθολογική λίπανση (πειραματικός) εφαρμόστηκε και τα δύο χρόνια νιτρική αμμωνία, ενώ στον καστανεώνα με την εμπειρική λίπανση (μάρτυρας) εφαρμόστηκε νιτροθειική αμμωνία και σύνθετο λίπασμα όπου το N ήταν σε αμμωνιακή μορφή. Η νιτρική και η νιτροθειική αμμωνία, όπως και η αμμωνία του σύνθετου λιπάσματος, είναι λιπάσματα οξινοποιά, δηλαδή έχουν την τάση να οξινίζουν το έδαφος, καθώς, όταν η αμμωνιακή ρίζα οξειδώνεται (νιτροποιείται) σε  $\text{NO}_3^-$ , εκλύονται στο εδαφικό διάλυμα ιόντα υδρογόνου. Η οξύτητα που παράγεται στο έδαφος είναι μεγαλύτερη όταν το αμμωνιακό ιόν ( $\text{NH}_4^+$ ) συνδυάζεται με θείο από ότι όταν το N. Η θειική αμμωνία προσθέτει δύο mol  $\text{H}^+$  ανά mol θείου, ενώ η νιτρική αμμωνία προσθέτει ένα mol  $\text{H}^+$  ανά mol αζώτου<sup>117</sup>. Η νιτροθειική αμμωνία, δηλαδή, οξινίζει περισσότερο το έδαφος από ότι η νιτρική αμμωνία. Συνεπώς, στον καστανεώνα με ορθολογική λίπανση εφαρμόστηκαν λιγότερο οξινοποιά λιπάσματα και με μικρότερη ποσότητα λιπάσματος από ότι στο μάρτυρα, οξινίζοντας λιγότερο το έδαφος, το οποίο ήταν ήδη όξινο. Η περαιτέρω μείωση του εδαφικού pH δεν ενδείκνυται καθώς στα χαμηλά pH η διαθεσιμότητα των ανόργανων αλλάζει (συχνά γίνεται μικρότερη) και οι ρίζες δεν λειτουργούν ικανοποιητικά.

Από τις μετρήσεις των φύλλων παρατηρήθηκε ότι και τις δύο χρονιές, 2011 και 2012, τα φύλλα από τον καστανεώνα με ορθολογική λίπανση έγιναν πιο μεστά, είχαν, δηλαδή, υψηλότερο ποσοστό ξηράς ουσίας, υψηλότερο ειδικό βάρος και (ελαφρά τουλάχιστον) υψηλότερη συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από τα φύλλα του μάρτυρα. Η ξηρά ουσία των φύλλων σχετίζεται με την πυκνότητα βλάστησης. Όπου υπάρχει μεγάλη πυκνότητα βλάστησης και χαμηλή διαθέσιμη ηλιοφάνεια, το ποσοστό της φωτοσύνθεσης μειώνεται και κατά συνέπεια και η ξηρή ουσία του φύλλου<sup>118</sup>. Τα δέντρα του μάρτυρα ήταν όντως πολύ μεγαλύτερα από το δέντρα με ορθολογική λίπανση, με μεγαλύτερη βλάστηση και

---

<sup>117</sup> Halvin et al. 2005, 54.

<sup>118</sup> Βλ. ιστότοπο <http://www.kiwi-tsechelidis.com/el/info.htm>.

συνεπώς σκίαση. Επομένως, βασικός παράγοντας φαίνεται να αποτελεί η μεγάλη σκίαση των δέντρων του μάρτυρα. Επιπλέον, άλλος παράγοντας πιθανόν να είναι η υπερβολική αζωτούχος λίπανση που δέχτηκε ο καστανεώνας μάρτυρας, προκαλώντας υπερβολική βλαστική ανάπτυξη, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη σκίαση του αγρού και χαμηλή διαθέσιμη ηλιοφάνεια για τα φύλλα. Το ποσοστό ξηράς ουσίας των φύλλων τόσο του μάρτυρα όσο και του καστανεώνα με ορθολογική λίπανση, το έτος 2011, ήταν πιο υψηλό από το ποσοστό ξηράς ουσίας το 2012, κατά 9% και 7%, αντίστοιχα, για τους δύο καστανεώνες. Αυτό το μικρό ποσοστό μείωσης το 2012, ίσως οφείλεται στην υψηλότερη καταπόνηση από έλλειψη νερού καθώς, λόγω των έντονα ξηροθερμικών συνθηκών το καλοκαίρι του 2012, τα δέντρα πιθανόν να καταπονήθηκαν σημαντικά παρά την άρδευση, που δεν ήταν ικανή να καλύψει τις ανάγκες των φυτών της καστανιάς. Αυτό πρέπει να συνδυαστεί και με την υψηλότερη παραγωγικότητα το 2012 σε σχέση με το 2011, οπότε και τα δέντρα είχαν μεγαλύτερη ανάγκη υδατανθράκων να συσσωρευθούν στους καρπούς. Δηλ. το 2012 πιθανόν τα φύλλα να προσπάθησαν να καλύψουν τις ανάγκες των ισχυρών 'καταναλωτών', που είναι οι καρποί, σε βάρος της ανάπτυξης τους κάτω από συνθήκες καταπόνησης λόγω ξηρασίας και ζέστης. Και φαίνεται ότι το πέτυχαν καθώς οι καρποί είχαν παρόμοια μάζα το 2012 σε σχέση με το 2011 παρά την υψηλότερη παραγωγικότητα.

Το ειδικό βάρος των φύλλων και τα δύο έτη, 2011 και 2012, στον καστανεώνα με ορθολογική λίπανση, ήταν μεγαλύτερο από το ειδικό βάρος των φύλλων του μάρτυρα. Το ειδικό βάρος σχετίζεται με το ηλιακό φως που δέχονται τα φύλλα. Όταν τα φύλλα αναπτύσσονται σε υψηλή ακτινοβολία τότε έχουν μεγαλύτερο ειδικό βάρος<sup>119</sup>. Επομένως, η σκίαση των δέντρων του μάρτυρα επηρέασε αρνητικά το ειδικό βάρος των φύλλων.

Το ειδικό βάρος των φύλλων, επίσης, συσχετίζεται θετικά με το ποσοστό φωτοσύνθεσης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου<sup>120</sup>. Η συνολική συγκέντρωση της χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ήταν υψηλότερη στα φύλλα των δέντρων του καστανεώνα με ορθολογική λίπανση και τα δύο έτη από την αντίστοιχη συνολική συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα των δέντρων του μάρτυρα. Η

---

<sup>119</sup> Hallik et al. 2012, 88-89.

<sup>120</sup> Hall 1993, 40.

αναλογία της χλωροφύλλης a προς την χλωροφύλλη b στα φύλλα του καστανεώνα με ορθολογική ήταν μεγαλύτερη το 2011 και μικρότερη το 2012 από τα φύλλα του μάρτυρα. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, τα δέντρα του μάρτυρα είναι μεγαλύτερα, με μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη και κατά συνέπεια με μεγαλύτερο ποσοστό σκίασης από τα δέντρα του καστανεώνα με ορθολογική λίπανση. Όταν τα φύλλα αναπτύσσονται σε λιγότερο φως έχουν σχετική αφθονία σε χλωροφύλλη b και, συνεπώς, μικρότερη αναλογία σε χλωροφύλλη a / b<sup>121</sup>, ενώ η αναλογία χλωροφύλλης a προς b είναι μεγαλύτερη όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε αρκετό φως<sup>122</sup>. Επομένως, η σκίαση των δέντρων του μάρτυρα δείχνει να έχει όντως μειώσει σημαντικά την αναλογία χλωροφύλλης a προς b το έτος 2011. Συμπερασματικά, λοιπόν, τα φύλλα της καστανιάς όταν έχουν υψηλή σχετικά συγκέντρωση σε χλωροφύλλη b, η οποία είναι υποβοηθητική της χλωροφύλλης a, συνήθως αυξάνεται σε συνθήκες σκίασης. Το 2012, η αναλογία χλωροφύλλης a προς b στο μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη απ' ότι στον καστανεώνα με ορθολογική λίπανση. Μία παράμετρος που πιθανόν να επηρέασε αυτή τη διαφορά είναι το άζωτο. Η ποσότητα αζώτου που εφαρμόστηκε στην εμπειρική λίπανση του μάρτυρα ήταν αρκετά μεγαλύτερη από αυτή στην ορθολογική λίπανση και ίσως επηρέασε την αναλογία χλωροφύλλης a προς b κυρίως το 2012, όπου η αναλογία ήταν μεγαλύτερη στο μάρτυρα από ότι στο πειραματικό.

Στο πείραμα φαίνεται η σχέση μεταξύ ειδικού βάρους και συνολικής χλωροφύλλης. Στα φύλλα του μάρτυρα και του καστανεώνα με ορθολογική λίπανση, το ειδικό βάρος ήταν μεγαλύτερο το 2011 από το 2012. Συγκεκριμένα, το ειδικό βάρος μειώθηκε κατά 17% στα φύλλα του μάρτυρα και κατά 24% στα φύλλα των δέντρων του καστανεώνα με ορθολογική λίπανση το 2012. Παρόμοια με το ειδικό βάρος, η συνολική χλωροφύλλη των φύλλων του μάρτυρα και του καστανεώνα με ορθολογική λίπανση ήταν υψηλότερη το 2011 από το 2012. Η συνολική χλωροφύλλη μειώθηκε κατά 17% στα φύλλα του μάρτυρα και κατά 17% στα φύλλα του πειραματικού το 2012. Έτσι παρατηρούμε ότι η μείωση του ειδικού βάρους των φύλλων, είχε ως αποτέλεσμα και τη μείωση της χλωροφύλλης ή, προφανώς το ανάποδο, καθώς η μειωμένη ποσότητα χλωροφύλλης προκάλεσε και μειωμένη

---

<sup>121</sup> Βλ. ιστότοπο <http://plantsinaction.science.uq.edu.au/edition1/?q=content/1-2-2-chlorophyll-absorption-and-photosynthetic-action-spectra>

<sup>122</sup> Hallik et al. 2012, 88-89.

συσσώρευση ξηρή ουσίας στα φύλλα. Όντως, η χλωροφύλλη σχετίζεται με τις αλλαγές του ειδικού βάρους των φύλλων<sup>123</sup>.

Από τις μετρήσεις πεδίου, υπολογίζοντας την περίμετρο και τη σκίαση των δέντρων του μάρτυρα και του καστανεώνα με ορθολογική λίπανση, διαπιστώσαμε ότι τα δέντρα του μάρτυρα ήταν πολύ μεγαλύτερα, με μεγαλύτερη καλυπτόμενη επιφάνεια εδάφους από τη σκίαση της κόμης, από τα δέντρα του καστανεώνα με ορθολογική λίπανση. Επομένως, ο καστανεώνας μάρτυρας είχε και τα δύο έτη μεγαλύτερη παραγωγή από τον πειραματικό, για 3 συγκομιδές το 2011 και για τις 6 συγκομιδές του 2012. Είναι προφανές ότι συγκρίνοντας 3 συγκομιδές το 2011 με 6 το 2012, η παραγωγή φαίνονταν να είναι αρκετά μεγαλύτερη το 2012 από το 2011. Αλλά, βάσει των υπολογισμών που παρουσιάστηκαν στο Κεφ. 4 (Αποτελέσματα), η παραγωγή και τα δύο έτη ήταν υψηλότερη στο μάρτυρα, καθώς τα δέντρα ήταν πολύ μεγάλα συγκριτικά με τον καστανεώνα με ορθολογική λίπανση. Επίσης, παρατηρούμε ότι η παραγωγή του μάρτυρα ήταν σημαντικά μειωμένη το 2012 (κατά 36%) σε σχέση με το 2011, ενώ η παραγωγή του καστανεώνα με ορθολογική λίπανση ήταν σχεδόν ίδια τα δύο έτη. Φαίνεται λοιπόν ότι τα μεγάλα δέντρα του μάρτυρα παρουσιάζουν το φαινόμενο της παρεννιαυτοφορίας, όπου τη μια χρονιά έχουν υψηλή παραγωγή και την επόμενη μικρή. Αυτό είναι κοινά αποδεκτό από τους παραγωγούς κάστανων στην περιοχή και παρουσιάζει ενδιαφέρον. Οφείλεται μόνο στη μεγάλη ηλικία των δέντρων και τη σκίαση που δημιουργείται από την πυκνή κόμη ή και στην υπερβολική λίπανση σε μια προσπάθεια των παραγωγών να αυξήσουν το μέγεθος των καρπών; Και αυτό γιατί στον καστανεώνα με ορθολογική λίπανση η παραγωγή καρπών ήταν παρόμοια τις δύο χρονιές, δηλ. δεν παρουσίασαν παρεννιαυτοφορία.

Αυτή η αυξημένη στρεμματική παραγωγή καρπών των δέντρων του μάρτυρα θα μπορούσε να συσχετιστεί και με μεγαλύτερες ανάγκες σε θρεπτικά. Δηλαδή είναι γενικά αποδεκτό ότι η σωστή λίπανση γίνεται βάσει των στρεμματικών αποδόσεων: μεγάλες αποδόσεις, υψηλότερη ποσότητα λιπασμάτων επιβάλλεται να εφαρμοστεί. Βέβαια, όταν εκφράστηκε η στρεμματική παραγωγή ως την ορθότερη επιστημονικά έκφραση της παραγωγικότητας ενός οπωρώνα, τότε οι διαφορές μεταξύ των δύο καστανεώνων σχεδόν εκμηδενίστηκαν. Αλλά, είναι γεγονός ότι ο καστανεώνας μάρτυρας είχε μεγαλύτερες εκροές καρπών και πιθανόν να απαιτείται μεγαλύτερη

---

<sup>123</sup> Hallik et al. 2012, 88-89.



ποσότητα λιπαντικών στοιχείων. Όλη αυτή η συζήτηση γίνεται και με την πραγματικότητα της σχεδόν παντελούς έλλειψης επιστημονικής γνώσης για τα χαρακτηριστικά της καστανιάς και της παραγωγικότητάς της. Και σε αυτό το σημείο η παρούσα εργασία παρουσιάζει και πρωτοτυπία και σημαντικότητα.

Καθώς η μειωμένη λίπανση στον καστανεώνα με ορθολογική λίπανση δε φαίνεται να επηρέασε την παραγωγικότητα των δέντρων αλλά και βελτίωσε μερικά το μέγεθος του καρπού, το πιο σημαντικό εμπορικό χαρακτηριστικό των καρπών της καστανιάς, πιστεύουμε ότι επετεύχθη ο σκοπός του πειράματος για μείωση των εισροών στους καστανεώνες της περιοχής. Παραμένει όμως το ερώτημα αν σε μεγάλα δέντρα με πολλή παραγωγή οι ποσότητες των λιπαντικών στοιχείων πρέπει να είναι υψηλότερες και σε μικρότερα δέντρα με μέτρια παραγωγή να εφαρμόζουμε λιγότερα λιπάσματα. Η ορθολογική λίπανση επιβάλει αυτό τον τρόπο λήψης αποφάσεων και πιθανότατα βρήκαμε ένα τρόπο καλύτερης λίπανσης της καστανιάς.

Από τα στοιχεία της ποιότητας καρπού παρατηρήθηκε ότι η μάζα των καρπών των δέντρων του μάρτυρα ήταν μικρότερη το 2011 και παρόμοια το 2012 με τη μάζα των καρπών των δέντρων του καστανεώνα με ορθολογική λίπανση. Επίσης, το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας του εδάδιμου μέρους των καρπών του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερο το 2011 και ελαφρά μικρότερο το 2012 από τους καρπούς της ορθολογικής λίπανσης. Επομένως, το 2011 στο μάρτυρα είχαμε μικρότερους καρπούς με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία που, πιθανόν, να οφείλεται στην οψίμιση της ανάπτυξης των καρπών είτε λόγω της υπερβολικής αζωτούχου λίπανσης που εφαρμόστηκε, με αποτέλεσμα την αύξηση της βλαστικής ανάπτυξης και τη μείωση του ποσοστού ξηράς ουσίας που συσσωρεύτηκε στους καρπούς είτε, πιο πιθανά, στην υψηλή παραγωγή καρπών, που είχε σαν αποτέλεσμα το μικρότερο μέγεθος καρπού και τη μικρότερη συσσώρευση ξηράς ουσίας.

Συμπερασματικά, οι περιορισμένες ποσότητες λιπασμάτων που δέχτηκε ο καστανεώνας με ορθολογική λίπανση δεν επηρέασαν αρνητικά την παραγωγικότητα των δέντρων, το μέγεθος και το εδάδιμο μέρος των καρπών. Περιοριστικός παράγοντας στην παραγωγικότητα ενός καστανεώνα προφανώς είναι η το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη του εδάφους του καστανεώνα με κόμη καστανιάς χωρίς όμως ιδιαίτερη πυκνότητα (πολύ υψηλή κόμη, ακλάδευτα δέντρα) βιομάζας, ώστε η αραιή



κόμη να φωτίζεται ικανοποιητικά και να παράγει πολλούς καρπούς και σταθερά από  
χρονιά σε χρονιά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την ορθολογική λίπανση πετύχαμε να μειώσουμε την εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης σε ποσοστό έως και 50%, αλλά τροποποιήσαμε μερικώς και την εποχή εφαρμογής του αζώτου και τον τύπο του λιπάσματος. Αυτή η μείωση και αλλαγή στην εποχή εφαρμογής έπρεπε να μελετηθεί πως επηρέασε τα χαρακτηριστικά των φύλλων που σχετίζονται με την παραγωγικότητά τους και πως επηρέασε την παραγωγικότητα και ποιότητα καρπού. Τα δέντρα του καστανεώνα με ορθολογική λίπανση είχαν φύλλα με περισσότερη ξηρά ουσία και ελαφρά υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης σε σχέση με τα δέντρα του καστανεώνα με εμπειρική λίπανση. Δηλαδή, τα φύλλα διατηρήθηκαν σε καλή παραγωγική κατάσταση παρά τη μείωση της εφαρμοζόμενης λίπανσης. Τα δέντρα στον καστανεώνα με την εμπειρική λίπανση ήταν αρκετά μεγαλύτερα, αλλά η παραγωγικότητα των δέντρων ήταν παρόμοια και δεν επηρεάστηκε ουσιαστικά από τη διαφοροποίηση της λίπανσης. Το μέγεθος καρπού δεν επηρεάστηκε αρνητικά από την ορθολογική λίπανση, αλλά αντίθετα φάνηκε ότι η ορθολογική λίπανση είχε σαν αποτέλεσμα την ελαφρά καλύτερη ανάπτυξη του καρπού και την ελαφρά υψηλότερη μάζα του εδώδιμου τμήματος αυτού. Λόγω της παρεννιαυτοφορίας που παρουσιάζει η καστανιά, πολύ πιο μακρόχρονα πειράματα θα έπρεπε να γίνουν για να αποκτηθούν χρήσιμα αποτελέσματα για το θέμα της λίπανσης της καστανιάς, ενός δέντρου με σημαντική εμπορική αξία για τις ορεινές και ημιορεινές περιοχές της χώρας μας.

**Φωτογραφίες δέντρων από τον πειραματικό καστανεώνα**



Εικόνα 10. Δέντρο νούμερο 1.



Εικόνα 11. Δέντρο νούμερο 2.





Εικόνα 12. Δέντρο νούμερο 3.



Εικόνα 13. Δέντρο νούμερο 3.



Εικόνα 14. Δέντρο νούμερο 4.



Εικόνα 15. Δέντρο νούμερο 4.



**Φωτογραφίες δέντρων από τον καστανεώνα μάρτυρα**



Εικόνα 16. Δέντρο νούμερο 1.



Εικόνα 17. Δέντρο νούμερο 2.





Εικόνα 18. Δέντρο νούμερο 3.



Εικόνα 19. Δέντρο νούμερο 4.





Εικόνα 20. Δέντρο νούμερο 5.



Εικόνα 21. Δέντρο νούμερο 6.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική

Βασιλακάκης Μ., 2004. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδ. Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.

Βαρδαβάκης Μ. και Ζούζουλας Δ., 2003. Μορφολογία και Ανατομία Φυτών. Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Βαχαμίδης, Π. και Βέμμος, Σ., 2009. Η καστανιά και η καλλιέργεια της. Γεωργία-Κτηνοτροφία, Τεύχος 7. Εκδ. ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ Α.Ε., Αθήνα.

Δημουλάς Ι., 1986. Η Καστανιά. Εκδ. Αγροτική Τράπεζα Ελλάδος, Αθήνα.

Διαμαντής Στ. και Περλέρου Χαρ., 2011. Το γνωστό μας κάστανο με τις άγνωστες μοναδικές του ιδιότητες. Γεωργία-Κτηνοτροφία, Τεύχος 1. Εκδ. ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ Α.Ε., Αθήνα.

Δροσόπουλος, Ι.Β. 1992. Η Ανόργανη Διατροφή των Φυτών. Έκδοση Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Δροσόπουλος, Ι.Β. 1998. Φυσιολογία Φυτών ΙΙ. Έκδοση Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Καράταγλης Σ.Σ., 1994. Φυσιολογία Φυτών. 3<sup>η</sup> Εκδ. Art of Text, Θεσσαλονίκη.

Μανέτας Ι., 2005. Φυσιολογία Φυτών. Εκδ. ΙΩΝ, Αθήνα.

Μήτσιος, Ι., 2004. Γονιμότητα Εδαφών. Θρεπτικά Στοιχεία Φυτών (μακροθρεπτικά, μικροθρεπτικά) και Βαρέα Μέταλλα. Μέθοδοι και Εφαρμογές. Εκδ. Lympel, Αθήνα.

Μουρκίδης, Γ. Α., 1982. Γεωργική χημεία. Τόμος Β΄, 3<sup>η</sup> Εκδ. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.

Μπούρμπος Β.Α. και Μπαρμποπούλου Ε.Α., 2004. Οι κυριότερες ασθένειες της καστανιάς στην Κρήτη. Πρακτικά ημερίδας για την καστανιά, ΕΘΙΑΓΕ, Αθήνα, σελ. 84-98.

Περλέρου Χ., 2004. Η ασθένεια του έλκους της καστανιάς και η αντιμετώπισή της με βιολογική καταπολέμηση. Πρακτικά ημερίδας για την καστανιά, ΕΘΙΑΓΕ, Αθήνα, σελ. 99-109.

Ποντίκης Κ., 1996. Ειδική Δενδροκομία: Ακρόδρυα, Πυρηνόκαρπα, Λοιπά Καρποφόρα. Τόμος 2. Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς.

Σφακιωτάκης, Ε.Μ., 1987. Μαθήματα Γενικής και Ειδικής Δενδροκομίας. Εκδ. Π. Ζήτη και ΣΙΑ Ο.Ε., Θεσσαλονίκη.

Τσαπικούνης, Φ.Α., 1995. Θρέψη- Λίπανση Φυτών. Τόμος Α΄, Εκδ. Βάρδα, Πάτρα.

Τσαπικούνης, Φ.Α., 1995. Θρέψη- Λίπανση Φυτών. Τόμος Γ΄, Εκδ. Βάρδα, Πάτρα.

Χουλιάρης, Ν., 2002. Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας. Εκδ. ΙΩΝ, Αθήνα.



## Ξένη

Bounous and Beccardo, 2002. Chestnut culture. Direction for establishing new orchards, FAO-CIHEAM-Nucis-Newsletter, 11:30-34.

Hallik L., Niinemets U., and Kull O., 2012. Photosynthetic Acclimation to Light in Woody and Herbaceous Species: A Comparison of Leaf Structure, Pigment Content and Chlorophyll Fluorescence Characteristics Measured in the Field. *Plant Biology* 14(1):88-99.

Hall, D.O., 1993. Photosynthesis and Production in a Changing World: Field and Laboratory Manual. Chapman and Hall, London p. 39-40.

Hartman, E.W., 2002. Omega-3 fatty acids to augment cancer therapy. *J. of Nutrition* 132: 35088-35128.

Havlin, Beaton, Tisdale, Nelson, 2005. Soil Fertility and Fertilizers. Pearson Education Inc, upper Saddle River, New Jersey p. 53-56.

Pires-Portela 2009,81. Pires, A.L., Portela, E., 2009. Assessment of nutrient outputs in chestnut groves: Fruit and pruned biomass. *Acta Horticulturae*, 844:451-456.

USDA Agriculture Handbook. 1994. Nos. 8-12. Washington, D.C.

Vossen, P., 2000. Chestnuts Culture in California. UC DANR, UC Davis, Pages 12-13

## Διαδίκτυο

[www.aode.gr/articles/194-productivity](http://www.aode.gr/articles/194-productivity)

[www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?seq\\_no\\_115=17134](http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?seq_no_115=17134)

<http://www.axortagos.gr/kastana-ena-xeimoniatiko-snak-polla-ofeli.html>

[www.chestnuts.msu.edu/horticultural\\_care/fertilizing](http://www.chestnuts.msu.edu/horticultural_care/fertilizing).

[http://efizissi.blogspot.gr/2011\\_10\\_01\\_archive.html](http://efizissi.blogspot.gr/2011_10_01_archive.html).

[www.empirechestnut.com/faqharv.htm](http://www.empirechestnut.com/faqharv.htm).

[www.infoil.gr/en/quality-criteria-olive/2011-04-08-09-10-48/115?tmpl=component](http://www.infoil.gr/en/quality-criteria-olive/2011-04-08-09-10-48/115?tmpl=component).

[www.greengardens.gr/index.php/production/karpofora/akrodrya/20-kastania-castanea-sativa](http://www.greengardens.gr/index.php/production/karpofora/akrodrya/20-kastania-castanea-sativa).

<http://www.kiwi-tsehelidis.com/el/info.htm>

[www.nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1113/1/Nimertis\\_Liapi.pdf](http://www.nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1113/1/Nimertis_Liapi.pdf)

<http://plantsinaction.science.uq.edu.au/edition1/?q=content/1-2-2-chlorophyll-absorption-and-photosynthetic-action-spectra>

[www.sarkpont.hu/webset32.cgi?Sarkpont@@EN@@13@@GOOGLEBOT](http://www.sarkpont.hu/webset32.cgi?Sarkpont@@EN@@13@@GOOGLEBOT)

[www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-89132011000100016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132011000100016)

[www.washingtonchestnut.com/pollination.html](http://www.washingtonchestnut.com/pollination.html).





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000114883