

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Αριθμ. Πρωτοκ

384

Ημερομηνία

16-3-2012

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΘΕΜΑ

Στοιχεία φυσιολογίας φύλλου και καρπού
καστανιάς



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: Γκουντάρας Ιωάννης

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : Dr. Γεώργιος Νάνος Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ

Βόλος 2012



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

Αριθ. Εισ.: 10529/1
Ημερ. Εισ.: 22-05-2012
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2012
ΓΚΟ

Στην οικογένεια μου
Για την αγάπη και την υποστήριξη
που μου προσφέρουν όλα αυτά τα χρόνια

Ευχαριστίες

Τις θερμές μου ευχαριστίες εκφράζω στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Νάνο Γεώργιο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη συνεχή καθοδήγηση του στο σχεδιασμό και εφαρμογή του πειράματος και την πολύτιμη συμβολή του στην εκπόνηση και συγγραφή της πτυχιακής μου διατριβής.

Σημαντική ήταν όμως και η συμμετοχή της κ.α. Πλιακώνα Ελένη, υποψήφια διδάκτωρ του Π.Θ, καθώς και την κ.α. Μαλέτσικα Περσεφόνη υποψήφια διδάκτωρ του Π.Θ.

Ευχαριστώ, τέλος, τους κ. Τσιρόπουλο Νικόλαο, Επίκουρο Καθηγητή του Π.Θ. και κ. Βέλλιο Ευάγγελο, Λέκτορα, μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	8
2.1 Στοιχεία καλλιέργειας καστανιάς.....	8
2.1.1. Ευρωπαϊκή καστανιά (<i>Castanea sativa</i>).....	11
2.1.2. Ανατομία-Μορφολογία καστανιάς.....	12
2.1.3. Πρεμνοφυή δάση.....	15
2.1.4. Εδαφο-κλιματικές συνθήκες.....	16
2.1.5. Πολλαπλασιασμός.....	17
2.1.6. Εγκατάσταση οπωρώνα-Αποστάσεις φύτευσης.....	20
2.1.7. Άρδευση.....	22
2.1.8. Λίπανση.....	23
2.1.8.1. Λίπανση κατά την εγκατάσταση του οπωρώνα-δενδρώνα.....	23
2.1.8.2. Λίπανση κατά τα παραγωγικά έτη.....	24
2.1.9. Κλάδεμα.....	27
2.1.9.1. Κλάδεμα διαμόρφωσης.....	27
2.1.9.2. Κλάδεμα παραγωγικών δέντρων.....	28
2.1.10. Άλλες καλλιεργητικές εργασίες.....	29
2.1.11. Συγκομιδή.....	30
2.1.12. Συντήρηση.....	30
2.1.13. Ποιότητα.....	31
2.1.14. Χρήσεις.....	32
2.1.15. Μεταποίηση-Τυποποίηση.....	32
2.1.16. Διαιτητική αξία κάστανου.....	33
2.1.17. Εχθροί και ασθένειες.....	34
2.1.17.1. Το έλκος της καστανιάς.....	34
2.1.17.2. Η μελάνωση της καστανιάς.....	39
2.1.17.3. Άλλες ασθένειες και εχθροί.....	41
2.1.18. Ποικιλίες.....	41
2.1.19. Ιαπωνική Καστανιά (<i>Castanea crenata</i>).....	43
2.1.20. Αμερικάνικη Καστανιά (<i>Castanea americana</i>).....	43
2.1.21.Επιλογή ποικιλίας.....	44

2.2. Φυσιολογία καστανιάς κατά τη φωτοσύνθεση.....	44
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	52
3.1. Φυσιολογία φύλλων.....	54
3.1.1. Μετρήσεις ξηράς ουσίας, ειδικού βάρους και χλωροφύλλης.....	54
3.1.1.1. Υπολογισμός της ξηράς ουσίας και του ειδικού βάρους φύλλου.....	54
3.1.1.2. Μέθοδος υπολογισμού χλωροφύλλης.....	54
3.2. Υπολογισμός Φθορισμού Χλωροφύλλης.....	55
3.2.1. Αρχή λειτουργίας οργάνου.....	56
3.2.2. Διαδικασία μέτρησης.....	56
3.3. Μετρήσεις της χλωροφύλλης με χρήση του χλωροφυλλόμετρου SPAD.....	57
3.4. Ποιότητα καρπού.....	57
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	59
4.1. Φθορισμός χλωροφύλλης.....	59
4.1.1. Αλλαγές κατά τη διάρκεια του μεσημεριού της 2ας Ιουνίου 2009.....	59
4.1.2. Αλλαγές με το χρόνο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.....	61
4.1.3. Αλλαγές λόγω των μεταχειρίσεων και της υγείας των δέντρων.....	63
4.2. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά φύλλων.....	64
4.2.1. Αλλαγές με το χρόνο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.....	64
4.2.2. Αλλαγές λόγω των μεταχειρίσεων και της υγείας των δέντρων.....	69
4.2.3. Συσχετίσεις SPAD και αναλυτικής μέτρησης της χλωροφύλλης στα φύλλα καστανιάς.....	71
4.3. Επίδραση των μεταχειρίσεων στην ποιότητα καρπού.....	74
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	76
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	81

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ευρωπαϊκή καστανιά (*Castanea sativa* L.) είναι αρκετά σημαντικής οικονομικής αξίας δενδροκομική καλλιέργεια για τις ορεινές περιοχές της νότιας Ευρώπης και κάποιες περιοχές της Ελλάδας. Σημαντική υποβάθμιση στην παραγωγή και ποιότητα καρπών της καστανιάς προκαλούν διάφοροι εχθροί και ασθένειες. Μία από αυτές τις ασθένειες είναι και το έλκος της καστανιάς που προκαλείται από τον παθογόνο μύκητα *Cryphonectria parasitica*. Αξιόλογη είναι η αντιμετώπιση του μύκητα με βιολογικό τρόπο, δηλαδή με εμβολιασμό των ελκών με υπομολυσματικά στελέχη του μύκητα.

Στην παρούσα εργασία, μελετήθηκαν κάποια στοιχεία φυσιολογίας της καστανιάς σε δέντρα μολυσμένα ή μη με την παραπάνω ασθένεια με σκοπό την εύρεση πιθανών επιπτώσεων στη φυσιολογία των φύλλων και την ποιότητα των καρπών της καστανιάς από το μύκητα του έλκους της καστανιάς και τον εμβολιασμό με υπομολυσματικά στελέχη αυτού. Το πειραματικό μέρος πραγματοποιήθηκε στην περιοχή του Κισσάβου, σε εντατική καλλιέργεια καστανιάς. Τα στοιχεία που μελετήθηκαν ήταν ο φθορισμός της χλωροφύλλης, διάφορα φυσιολογικά χαρακτηριστικά σε φύλλα, όπως συγκέντρωση χλωροφύλλης α, χλωροφύλλης β, ολικής χλωροφύλλης, καθώς και έμμεσος προσδιορισμός της χλωροφύλλης με τη μέθοδο του χλωροφυλλόμετρου SPAD, νερό και ξηρό βάρος φύλλων και μερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών.

Οι αλλαγές στα χαρακτηριστικά των φύλλων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ήταν μικρές και σχετικά αναμενόμενες με τα φύλλα να έχουν ωριμάσει από τον Ιούνιο και να αρχίζουν να γηράσκουν τον Οκτώβριο. Από τα αποτελέσματά μας δεν προέκυψε κάποια σημαντική επίδραση της προσβολής από έλκος ή του εμβολιασμού των ασθενών από έλκος φυτών στη φυσιολογία του φύλλου και στην ποιότητα του καρπού. Οι μετρήσεις φθορισμού χλωροφύλλης έδειξαν σχετικά χαμηλές τιμές του λόγου Fv/Fm σε σχέση με τα υπόλοιπα μη καταπονημένα φυλλοβόλα. Επιπλέον, η συσχέτιση της μέτρησης SPAD με το χλωροφυλλόμετρο και της φασματοφωτομετρικής ανάλυσης των χλωροφυλλών βρέθηκε να είναι μέτρια για τη συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης και σχετικά καλή για τη συγκέντρωση χλωροφύλλης α εκφρασμένη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλο.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καστανιά αποτελεί σημαντικό καρποφόρο και δασικό δέντρο, που ως καλλιέργεια παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις ορεινές και ημιορεινές περιοχές στην Ελλάδα, κι αυτό λόγω της καλής προσαρμοστικότητας του δέντρου στα ελληνικά εδάφη των ορεινών και ημιορεινών περιοχών, του χαμηλού κόστους παραγωγής, της συμβολής του δέντρου στη δημιουργία οικοσυστημάτων και δασών και της παραγωγής ξυλείας σε σύντομο χρονικό διάστημα (20-40 χρόνια).

Ωστόσο, αν και η καλλιέργεια της στη χώρα μας είναι αυξανόμενη τα τελευταία χρόνια, όπως και η παραγωγή σε κάστανα, καθώς είναι ευαίσθητη στην ασθένεια του έλκουσ που προκαλείται από τον παθογόνο μύκητα *Cryphonectria parasitica*, προκαλούνται σημαντικές απώλειες του φυτικού κεφαλαίου ανά την Ελλάδα και την Ευρώπη, με συμπτώματα τη χλώρωση και ξήρανση φύλλων έως και απότομη ξήρανση ολόκληρων κλάδων και δέντρων. Στη χώρα μας, τα τελευταία χρόνια γίνεται μία προσπάθεια αντιμετώπισης της ασθένειας με βιολογικό τρόπο εγκαθιστώντας το μολυσματικό ιό του γένους *Hypovirus*, προσβάλλοντας τον παθογόνο μύκητα και καθιστώντας τον ως υποπαθογόνο.

Η φωτοσύνθεση, με την οποία γίνεται η μεταβολή της ηλιακής ενέργειας σε ελεύθερη χημική πραγματοποιείται στα φύλλα. Η χλωροφύλλη απορροφά το φως πριν τη μετατροπή του σε χημική ενέργεια και δημιουργία της ξηράς ουσίας, που κατ' αρχήν αποθηκεύεται στα φύλλα και κατόπιν υποστηρίζει τη βλαστική ανάπτυξη και την καρποφορία. Μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας δεν απορροφάται ή μετατρέπεται σε θερμότητα, αλλά επανεκπέμπεται σαν φθορισμός της χλωροφύλλης. Αυτός ο φθορισμός σχετίζεται με την υγεία, λειτουργικότητα και παραγωγικότητα των φύλλων.

Είναι πιθανόν η παρουσία διασυστηματικών μυκήτων στα αγγεία και φλοιό να προκαλεί δυσλειτουργία των διαδικασιών μεταφοράς αποθησαυριστικών ουσιών, τη μειωμένη υποστήριξη της λειτουργίας των ριζών ή και τη μειωμένη λειτουργία των ριζών γενικότερα. Αυτό θα έχει σαν πιθανό αποτέλεσμα τη μειωμένη παραγωγικότητα αποθησαυριστικών ουσιών από τα φύλλα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η μελέτη μερικών φυσιολογικών χαρακτηριστικών των φύλλων και ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών της καστανιάς, παρουσία ή μη του παθογόνου μύκητα που προκαλεί το έλκος της καστανιάς ή και της υπομολυσματικής μορφής του.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Στοιχεία καλλιέργειας καστανιάς

Η καστανιά ανήκει στην οικογένεια Fagaceae, δέντρο το οποίο καλλιεργείται εδώ και 3000 χρόνια στη Μεσόγειο, στην Ασία 2-6000 χρόνια ενώ στην Αμερική αποτελούσε βασικό είδος των δασών. Το γένος *Castanea* περιλαμβάνει 13 είδη που υπάρχουν και αναπτύσσονται σε χώρες της Ασίας, στην Ευρώπη (κυρίως στις μεσογειακές χώρες), και στην Αμερική. Από πλευράς σπουδαιότητας μπορούν να διακριθούν τέσσερα βασικά είδη που είναι η ευρωπαϊκή (*C. sativa*), η αμερικάνικη (*C. dentata*), η ιαπωνική (*C. crenata*) και η κινέζικη (*C. mollissima*), καθώς και υβρίδια μεταξύ της αμερικάνικης και της κινέζικης. Η Αμερικάνικη καστανιά ήταν δέντρο κυρίως ξυλοπαραγωγικό, ενώ τα ασιατικά είδη (κινέζικη και ιαπωνική) παράγουν καρπούς μικρότερης αξίας από τα κάστανα της Ευρωπαϊκής. Έτσι το Ευρωπαϊκό κάστανο κυριαρχεί στην αγορά λόγω της εξαιρετικής του ποιότητας, και καλλιεργείται στην Ελλάδα καθώς και την υπόλοιπη Ευρώπη (Ημερίδα για την καστανιά, 2002). Η χώρα μας μαζί με την Κίνα, Τουρκία, Κορέα, Ιταλία, Ιαπωνία, Ισπανία, Πορτογαλία, Γαλλία και Αλβανία παράγουν σημαντικές ποσότητες κάστανων, με την εγχώρια παραγωγή να παρουσιάζει μία σταθερή ανοδική πορεία. Η παγκόσμια παραγωγή κάστανων και η εξέλιξη της φαίνεται στον Πίνακα 1. Τέλος, η εγχώρια αλλά και η διεθνής αγορά είναι ελλειμματική σε κάστανο.

Έτσι η καστανιά παρουσιάζει ιδιαίτερα οικονομικό ενδιαφέρον για τις ορεινές και ημιορεινές περιοχές της Ελλάδας, ενώ είναι σχετικά εύκολη η μετατροπή της καλλιέργειας σε βιολογική. Το καλλιεργούμενο αυτό είδος καταλαμβάνει έκταση στην Ελλάδα 100.000 στρεμ. ως καστανοπερίβολα-εντατική καλλιέργεια καστανιάς, ενώ είναι ταυτόχρονα και δασικό και καταλαμβάνει έκταση άλλα 330.000 στρεμ. ως δασικό, και αποτελεί έτσι τη συνέχεια των δασών και συνθέτει μαζί με τα υπόλοιπα δασικά είδη το περιβάλλον και την ιδιαίτερη φυσιογνωμία των ορεινών όγκων της χώρας μας. Η καλλιέργεια της καστανιάς στις ορεινές περιοχές θεωρείται από τις πιο αποδοτικές καλλιέργειες για τους παραγωγούς αυτών των περιοχών που μειονεκτούν σχετικά με τις εύφορες και πεδινές περιοχές. (Διαμαντής, 2010)

Πίνακας 1: Παραγωγή καστώνων κυριότερων καστανοπαραγωγικών χωρών σε τόνους (Production Year-book, F.A.O.)

Χώρα	1984 (τον.)	2000(τον.)	2006(τον.)	2007(τον.)
Κίνα	83400	598185	1139661	925000
Κορέα	66000	92844	82450	77524
Τουρκία	57000	50000	53814	55100
Βολιβία	11500	34400	55000	55000
Ιταλία	50939	50000	53000	50000
Ιαπωνία	54300	26700	23100	22100
Πορτογαλία	17901	33317	30900	22000
Ισπανία	28515	9230	10140	15000
Ελλάδα	13000	15303	17442	14999
Γαλλία	14600	13224	9670	8284
Ουγγαρία	4000	1015	426	338
ΣΥΝΟΛΟ	401155	924168	1475603	1245345
ΣΥΝΟΛΟ	406777	937655	1487804	1258866

Η δυνατότητα ανάπτυξης ή επέκτασης της βιολογικής καλλιέργειας της καστανιάς στις ορεινές περιοχές μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση του εισοδήματος των παραγωγών και τη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τη χρήση φυτοφαρμάκων και ανόργανων λιπασμάτων, ενώ μπορεί να συνδυαστεί με τον αγροτουρισμό και να συμβάλλει στη συγκράτηση του πληθυσμού σ' αυτές τις περιοχές που συνεχώς μειώνεται (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009).

Επίσης, τα αισιόδοξα αποτελέσματα της βιολογικής καταπολέμησης του έλκου της καστανιάς κατά την τελευταία δεκαετία, αλλά και οι Κοινοτικοί Κανονισμοί Δάσωσης 2080/92 και 1957/2000 ενθάρρυναν ιδιοκτήτες ορεινών και εγκαταλελειμμένων εκτάσεων να καλλιεργήσουν και πάλι καστανιές. Ιδιαίτερα ενθαρρυντικό είναι το γεγονός ότι το κάστανο είναι προϊόν σε ανεπάρκεια όχι μόνο στην ελληνική αγορά αλλά και διεθνώς. Έτσι η τάση για αύξηση της παραγωγής έχει εξασφαλισμένη την απορρόφηση, γεγονός που δεν συμβαίνει με άλλα ελληνικά προϊόντα. Χαρακτηριστικά φαίνονται οι κυριότεροι νομοί που παράγουν κάστανα στην Ελλάδα στον Πίνακα 2. Επίσης παρουσιάζεται η παραγωγή κάστανων ανά γεωγραφικό διαμέρισμα τις περασμένες δεκαετίες στον Πίνακα 3. (Διαμαντής, 2010)

Πίνακας 2: Παραγωγή καστώνων σε νομούς της Ελλάδας κατά το 1997 (στοιχεία ΕΣΥΕ)

Νομοί	Ποσότητα (τόνοι)
Αρκαδίας (Όρος Πάρνωνα)	2446
Λαρίσης	1557
Χανίων (Λευκά Όρη)	1524
Κιλκίς (Όρος Πάικο)	1038
Ευρυτανίας	896
Άρτας (Δυτικά Τζουμέρκα)	800
Μαγνησίας (Όρος Πήλιο)	750
Πιερίας (Όρος Όλυμπος)	737
ΣΥΝΟΛΟ	9748

Σε άλλους νομούς όπως Ιωαννίνων (Πετροχώρι), Πέλλας (Όρος Βόρρας), Κοζάνης (Όρος Βόϊο), Τρικάλων (Όρος Κόζιακας), Φθιώτιδας, Μεσσηνίας (Όρος Ταΰγετος), Λακωνίας (Όρος Πάρνωνα), Χαλκιδικής (Όρος Χολομών) και Καρδίτσας η παραγωγή είναι μικρότερη ανεβάζοντας όμως το σύνολο στους 11.000 περίπου τόνους.

Πίνακας 3: Παραγωγή καστώνων ανά γεωγραφικό διαμέρισμα σε τόνους (Γεωργική Στατιστική Επετηρίδα Ελλάδα, 1981)

Γεωγραφικό διαμέρισμα	Παραγωγή (τόνοι)
Στερεά Ελλάδα και Εύβοια	1271
Πελοπόννησος	1565
Ιόνια νησιά	159
Ήπειρος	783
Θεσσαλία	4619
Μακεδονία	3087
Θράκη	24
Νησιά Αιγαίου	508
Κρήτη	1160
ΣΥΝΟΛΟ	13176

Η Ελληνική μέση ετήσια παραγωγή κάστανου υπολογίζεται σήμερα σε περίπου 12000 τόνους από 18000 που έφθανε την δεκαετία του 1960. Είναι βέβαιο ότι υπάρχει δυνατότητα τουλάχιστον για διπλασιασμό της παραγωγής. Ο σχεδιασμός εθνικής πολιτικής για την καστανοκαλλιέργεια, καθώς και η αξιολόγηση και πιστοποίηση ελληνικού γενετικού υλικού είναι θέματα άμεσης προτεραιότητας. Οι

δενδρώδεις καλλιέργειες απαιτούν μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο σχεδιασμό λαμβάνοντας υπόψη την εξέλιξη της παραγωγής σε εθνική και διεθνή κλίμακα, τις συνθήκες αγοράς και τη διακύμανση των τιμών σαν αποτέλεσμα της προσφοράς και ζήτησης, και αυτά για τα κάστανα είναι όλα θετικά για την ανάπτυξη της. Το μόνο αρνητικό σημείο ήταν η μετακίνηση των ορεινών πληθυσμών στα αστικά κέντρα τις τελευταίες δεκαετίες, ώστε δεν υπήρχαν εργατικά χέρια στα ορεινά χωριά να αναπτύξουν την καστανοκαλλιέργεια. Σήμερα όμως, αυτή η καλλιέργεια αποτελεί μία από τις σημαντικότερες πλουτοπαραγωγικές πηγές των ορεινών περιοχών της χώρας μας. (Διαμαντής, 2004)

Γίνεται αντιληπτό, όμως, ότι το κάστανο αποτελεί για την Ελλάδα ένα παρεξηγημένο προϊόν. Κατήντησε να καταναλώνεται δύο μήνες πριν και 2 μήνες μετά τα Χριστούγεννα. Το 90% της παραγωγής καταναλώνεται ψητό η βραστό και μόνο το 10% μεταποιείται σε γλυκό και *maroon glaces* το οποίο διαφέρει πολύ από αυτό που καταναλώνεται στη Δυτική Ευρώπη και στη Βόρεια Αμερική. Το γεγονός θεώρησης του κάστανου ως χειμερινού προϊόντος οφείλεται εν μέρει και στην δυσκολία συντήρησης του και στην ανυπαρξία ειδικών ψυκτικών χώρων, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις αποθηκεύεται σε θαλάμους μαζί με μήλα. Η μεταποίηση και η αναζήτηση νέων αγορών, η διαφήμιση και προώθηση των νέων μεταποιημένων προϊόντων στην εσωτερική κυρίως αγορά, θα ενισχύσει την απορρόφηση του προϊόντος και θα κρατήσει τις τιμές σε ικανοποιητικό επίπεδο για τους παραγωγούς. (Διαμαντής, 2010)

Εάν αξιολογηθούν οι ικανότητες και οι δυνατότητες που έχει η Ελλάδα για την ανάπτυξη της καστανοκαλλιέργειας από τους αρμόδιους φορείς και το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, είναι δυνατόν με κατάλληλες παρεμβάσεις να καταστήσει το κάστανο ένα δυναμικό προϊόν και να συμβάλει σημαντικά στην αύξηση του εισοδήματος των ορεινών πληθυσμών σε πολλές ορεινές περιοχές της Ελλάδας (Διαμαντής, 2010).

2.1.1. Ευρωπαϊκή καστανιά (*Castanea sativa*)

Φύεται και καλλιεργείται σε όλες τις χώρες της Ευρώπης και ονομάζεται ιταλική, ισπανική ή και γλυκιά καστανιά. Στην Ελλάδα φύεται σε πολλές περιοχές της Βόρειας, Κεντρικής και Νότιας Ελλάδας ακόμη και στην Κρήτη.

Είναι δέντρο φυλλοβόλο, αιωνόβιο, μπορεί να φτάσει σε ύψος 25-30 μέτρα και ευδοκιμεί σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές, σε υψόμετρο 500-700 μ. και σε περιβάλλον με υψηλή σχετική υγρασία, αλλά εμφανίζεται και σε υψομετρικές ζώνες μεταξύ 300-1300 μ., συνήθως όμως πάνω από τα 1000-1100 μ. δεν καρποφορεί κανονικά. Σύμφωνα με την Εθνική Απογραφή των Δασών της χώρας το 1992, τα πρεμνοφυή δάση καστανιάς (για παραγωγή ξύλου) καταλαμβάνουν έκταση 33.051 ha και εμφανίζονται κυρίως στη Μακεδονία, την Ήπειρο και τη Θεσσαλία, ενώ τα καστανοπερίβολα-εντατικές καλλιέργειες καστανιάς καταλαμβάνουν κατ' εκτίμηση 10.000 ha περίπου και εκτείνονται από τα βόρεια σύνορα μέχρι την Κρήτη. Η φυσική εξάπλωσή της καστανιάς συνδέεται άμεσα με την ιδιομορφία της να αναπτύσσεται σε όξινα εδάφη (pH 4,5-6,5). Η ιδανική όμως οξύτητα ανάπτυξης της είναι 5-6,2 (Διαμαντής, 2010). Αναπτύσσεται σε πλαγιές άγονες ή γόνιμες, αρκεί να είναι δυνατή η ανάπτυξη πλούσιου ριζικού συστήματος. Το δέντρο γίνεται ορθόκλαδο και υψηλό όταν έχουμε πυκνή βλάστηση, ενώ ανοιχτόκλαδο με χοντρούς κεντρικούς βραχίονες όταν βρίσκεται σε ανοιχτό και διαθέσιμο χώρο, αλλά γενικά αργεί να μπει στην καρποφορία, καθώς χρειάζεται 7-10 χρόνια από το χρόνο φύτευσης για την παραγωγή καρπών. (Βασιλακάκης, 2004)

2.1.2. Ανατομία-Μορφολογία καστανιάς

Τα φύλλα της είναι απλά, κατ' εναλλαγή, ελλειπτικά, μεγάλα, δερματώδη, οδοντωτά στην περιφέρεια και παραμένουν στο δέντρο μέχρι αργά το φθινόπωρο. Οι οφθαλμοί της μπορούν να διακριθούν σε ξυλοφόρους και μικτούς ανθοφόρους που απαντώνται πλάγια ή επάκρια των βλαστών, και η διάκριση μεταξύ τους είναι δύσκολη. Είναι μόνοικο και δικλινές, δηλαδή φέρει αρσενικά και θηλυκά άνθη σε ξεχωριστά άνθη αλλά στο ίδιο δέντρο. Υπάρχουν δύο είδη ταξιανθιών, οι μονοσεξουαλικοί αρσενικοί ίουλοι, που απαντούν στα κατώτερα τμήματα του βλαστού και οι δισεξουαλικοί ίουλοι προς το επάκριο τμήμα των βλαστών. (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009) Τα αρσενικά άνθη είναι τοποθετημένα σπειροειδώς κατά μήκος της ράχης του ίουλου σε ομάδες από 3 έως 7, ενώ οι θηλυκές ταξιανθίες σχηματίζονται μονήρεις ή σε ομάδες από 2 έως 3 στη βάση των δισεξουαλικών ίουλων. Κάθε αρσενικό είδος αποτελείται από 6 σέπαλα και 10-20 στήμονες, ενώ

κάθε θηλυκό αποτελείται από την ωοθήκη που είναι εξάχωρη και από 7-9 στύλους. Τα άνθη εκπύσσονται σε βλαστούς του τρέχοντος έτους, αργά την άνοιξη-αρχές θέρους μετά την πλήρη ανάπτυξη των φύλλων και βλαστών. Συνήθως ανθίζει τον Ιούλιο και ωριμάζει τους καρπούς της το φθινόπωρο του ίδιου έτους. Οι κατώτεροι μονοσεξουαλικοί αρσενικοί ίουλοι είναι οι πρώτοι που απελευθερώνουν γύρη. Μετά ανοίγουν τα θηλυκά άνθη και όχι νωρίτερα από 8 έως 10 ημέρες μετά την άνθιση των μονοσεξουαλικών ίουλων, που χρειάζονται τα αρσενικά άνθη των δισεξουαλικών ίουλων να ανθίσουν. Το φαινόμενο αυτό ωρίμανσης των ανθέων κατά σειρά ♂, ♀, ♂, χαρακτηρίστηκε από τον Stout (1928) ως διπλοδιχογαμία (Ποντίκης, 1996).

Οι καρποί αναπτύσσονται σε ταξικαρπία στρογγυλή, μεγέθους μικρής μπάλας, καλυμμένης με πολλά αγκάθια-εχινώδες περίβλημα και μοιάζει με μικρό σκαντζόχοιρο. Η κάθε ταξικαρπία φέρει 1-3 κάστανα και σπανιότερα 5-7. Βοτανικά, κάθε κάστανο αποτελεί έναν πλήρη καρπό. Κατά την ωρίμανση το εχινώδες περίβλημα αλλάζει χρωματισμό και από ανοιχτό πράσινο-κίτρινο γίνεται γκριζο-καφετί, σχίζεται στην κορυφή στα δύο ή στα τέσσερα και ελευθερώνονται οι καρποί πέφτοντας στο έδαφος απ' όπου και συγκομίζονται. (Βασιλακάκης, 2004) Γενικά οι πλάγιοι καρποί του αχαινίου είναι ημισφαιρικοί, ενώ οι μεσαίοι πεπιεσμένοι, σχήματος σχεδόν παραλληλεπίπεδου. Ο καρπός περιβάλλεται από ένα σκληρό, κόκκινο-καφετί με σκούρες γραμμώσεις, δερματώδες περικάρπιο-κέλυφος, το οποίο παράγεται από το τοίχωμα της ωοθήκης. Στο ένα άκρο φέρει ουρά και χνούδι, ενώ στο άλλο άκρο φέρει σκληρή βάση (ουλή). Εσωτερικά, υπάρχει ένα λεπτό κάλυμμα με χνούδι που μοιάζει με βελούδο, την επιδερμίδα που παράγεται από το περίβλημα της σπερμοβλάστης, και η οποία αποχωρίζεται εύκολα στους καρπούς της Κινέζικης καστανιάς και δύσκολα στην Ιαπωνική και Ευρωπαϊκή καστανιά. Η επιδερμίδα περιβάλλει το εδώδιμο τμήμα-σπέρμα του καστανίου, το οποίο αποτελείται από το έμβρυο και δύο κοτυληδόνες. Μη επαρκής λίπανση, φτωχά εδάφη και μη επαρκής άρδευση συντελούν στην μη καλή ανάπτυξη των σχηματιζόμενων καρπών, και αυτό οφείλεται στην αδυναμία θρέψης τους από το δέντρο.

Η καστανιά καρποφορεί πλάγια σε βλαστό τρέχουσας εποχής από μικτούς οφθαλμούς. Κάθε ξυλοφόρος οφθαλμός εκπυτσοσόμενος την άνοιξη δίνει φυλλοφόρο βλαστό επέκτασης ή πλάγια φυλλοφόρα βλάστηση, με ξυλοφόρους ή μικτούς οφθαλμούς στις μασχάλες των φύλλων και επάκρια των βλαστών. Κάθε μικτός

οφθαλμός εκπτυσσόμενος δίνει φυλλοφόρο βλαστό με ίουλους στις μασχάλες των φύλλων, που φέρουν αρσενικά μόνο άνθη (στα κατώτερα τμήματα του βλαστού) και ίουλους με αρσενικά και θηλυκά άνθη (στο επάκριο τμήμα του βλαστού) (Ποντίκης, 1996).

Είναι ανεμόγαμο δέντρο και σε κάποιο βαθμό εντομόγαμο. Η αυτογονιμοποίησή της είναι μάλλον σπάνια, καθώς η καστανιά θεωρείται από τους περισσότερους ερευνητές ως αυτοασυμβίβαστη, οπότε για να καρποφορήσουν θα πρέπει να υπάρχουν δύο ή περισσότερες ποικιλίες κοντά ώστε να εξασφαλίζεται η απαραίτητη γύρη για τη γονιμοποίηση (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009). Τα αρσενικά άνθη των ίουλων είναι κατάλληλα για εντομοεπικονίαση και τα θηλυκά για ανεμοεπικονίαση και ότι ο μηχανισμός επικονίασης βρίσκεται σε μεταβατικό στάδιο αλλαγής, από τον εντομόφιλο στον ανεμόφιλο. Ο άνεμος είναι εμφανώς ο πιο σημαντικός παράγοντας επικονίασης, ενώ τα έντομα δεν είναι αναγκαία ή παίζουν μικρό ρόλο στην σταυρεπικονίαση. (Ποντίκης, 1996)

Στους νεαρούς καστανεώνες, όταν τα δέντρα αρχίζουν να ανθίζουν, η παραγωγή είναι πολύ μικρή, γιατί οι αρσενικοί ίουλοι δεν παράγουν επαρκή γύρη. Ακόμα ενδέχεται κατά τον πρώτο χρόνο της άνθισης τους να μην παράγουν καρπούς. Η κατάλληλη απόσταση μεταξύ των διαφόρων ποικιλιών για την εξασφάλιση ικανοποιητικής σταυρεπικονίασης δεν πρέπει να ξεπερνά τα 65 μέτρα.

Τόσο στην Κινέζικη καστανιά όσο και στην Ευρωπαϊκή μπορεί να συμβεί απόμιξη και παρθενοκαρπία, αλλά η πιθανότητα είναι πολύ μικρή. Ακόμα έχει παρατηρηθεί από πολλούς ερευνητές αρρενο- και θυλη-στεριότητα. Η πλήρης θηλυστεριότητα είναι σπάνια, ενώ η αρρενοστεριότητα είναι τεκμηριωμένη με πιο συχνό τύπο το μη σχηματισμό ανθέρων. Τα αρρενόστερα δέντρα, χαρακτηρίζονται από υπερκαρποφορία και πολλές Ευρωπαϊκές ποικιλίες, που επελέγησαν για τη μεγάλη παραγωγή τους, είναι γυρεόστερες. Οι καρποί, που παράγονται με αυτεπικονίαση, παράγουν σπορόφυτα μειωμένης ζωηρότητας. (Ποντίκης, 1996)

Η γύρη της καστανιάς μπορεί να συντηρηθεί στις χαμηλές θερμοκρασίες. Γύρη, που ξηράθηκε για 4-8 ώρες και τοποθετήθηκε σε γυάλινο βάζο ερμητικά κλεισμένο και στη συνέχεια σε θερμοκρασία -15°C , διατήρησε τη ζωτικότητά της για ένα χρόνο. Επομένως, η εφαρμογή τεχνητής επικονίασης είναι δυνατή. Η ζωτικότητα

της γύρης μπορεί να ελεγχθεί *in vitro*, ενώ έχει επιτευχθεί ποσοστό βλαστικότητας 50 έως 80% μετά από επώαση μιας ώρας σε θερμοκρασία 30°C σε 0,5% διάλυμα σακχαρόζης. (Ποντίκης, 1996)

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί, πως το φαινόμενο της ετέρωσης έχει σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη της καστανιάς. Με άλλα λόγια τα κάστανα που παράγονται μετά από γονιμοποίηση των ανθέων με γύρη από μεγαλόκαρπη ποικιλία, είναι μεγαλύτερα άλλων του ίδιου δένδρου, που παράγονται με γύρη από μικρόκαρπη ποικιλία (Ποντίκης, 1996).

Από τις πιο γνωστές ποικιλίες της ευρωπαϊκής καστανιάς είναι αυτές με την ονομασία *parsons* (μαρόνια). Αυτές χαρακτηρίζονται από μεγάλο μέγεθος καρπού, κοκκινωπό δερματώδες περίβλημα με εμφανείς καφετί γραμμώσεις, και εσωτερικό περίβλημα το οποίο δεν εισέρχεται βαθιά μέσα στη σάρκα, και, σε πολύ μεγάλο ποσοστό των ταξικαρπιών, αναπτύσσεται ένας καρπός ανά ταξικαρπία. Οι ποικιλίες αυτές είναι περισσότερο απαιτητικές σε εδαφο-κλιματικές συνθήκες, δεν παράγουν γύρη, οπότε είναι απαραίτητη η γειννιάσή τους με άλλες ποικιλίες που παράγουν γύρη προκειμένου να εξασφαλιστεί η υψηλή παραγωγή καρπών. (Βασιλακάκης, 2004)

2.1.3. Πρεμνοφυή δάση

Η καστανιά είναι πολύτιμο δέντρο τόσο για τον καρπό της όσο και ίσως περισσότερο για το πολύτιμο ξύλο της, το οποίο μπορεί να παραχθεί σε σχετικά σύντομο χρόνο (20-40 χρόνια), κι' αυτό διότι χαρακτηρίζεται από εξαιρετική πρεμνοβλαστικότητα και ταχιαύξεια. Έτσι προσφέρεται για καλλιέργεια και διαχείριση σε πρεμνοφυή μορφή για παραγωγή ξυλείας με περίτροπο χρόνο 20-25 χρόνια. (Διαμαντής, 2010).

Η οικονομική αξία των πρεμνοφυών δασών καστανιάς είναι σημαντική διότι είναι τα μόνα πρεμνοφυή δάση τα οποία αποδίδουν μεγάλη ποσότητα τεχνικού ξύλου υψηλής αξίας σε μικρό περίτροπο χρόνο, προσφέρεται έτσι για εντατική καλλιέργεια και συνεπώς μπορούν να απασχολήσουν περισσότερο δασεργατικό προσωπικό. (Διαμαντής, 2010).

Το ξύλο της είναι εξαιρετικά ανθεκτικό και πολύ καλό ως καυσόξυλο. Έτσι προτιμάται για την παραγωγή πασάλων οι οποίοι χρησιμοποιούνται για υποστύλωση

και διάφορες εξωτερικές κατασκευές, καθώς αντέχει στις σήψεις και ιδιαίτερα όταν το ένα άκρο το οποίο τοποθετείται στο έδαφος εμβαπτιστεί σε κάποια υδρόφοβη ουσία. Παράγει άριστης ποιότητας παρκέτα και δεν υστερεί καθόλου στην κατασκευή κουφωμάτων και επίπλων (Διαμαντής, 2010).

2.1.4. Εδαφο-κλιματικές συνθήκες

Προτιμάει τα ελαφρά εδάφη που έχουν σαν βάση την πυριτική ή γρανιτική άμμο ή προέρχονται από αποσύνθεση σχιστολιθικών, γνευσιακών ή ψαμμιτικών πετρωμάτων. Αναπτύσσεται όμως εξίσου καλά σε όξινα εδάφη με pH μεταξύ 5,0-6,2 που στραγγίζουν καλά (αμμώδη, αμμοπηλώδη). Οι Bounous και Beccaro (2002), αναφέρουν ότι τα καλύτερα εδάφη για καλλιέργεια καστανιάς είναι τα βαθιά ή ακόμη και τα ρηχά ηφαιστιογενή ή ιζηματογενή, τα οποία είναι ελαφρά, γόνιμα, όξινα και με καλή αποστράγγιση. Όπως φαίνεται από τις περισσότερες μελέτες, τα ελάχιστα κριτήρια που θα πρέπει να εκπληρώνει ένα έδαφος για την εγκατάσταση της καστανιάς είναι: πρέπει να είναι όξινο με όριο την τιμή 6,5 ως προς το pH (4,5-6,5), μάλιστα δεν θα πρέπει να ξεπερνιέται το όριο του pH διότι προκαλείται χλώρωση που οδηγεί στο θάνατο του φυτού, να παρουσιάζει πολύ καλή αποστράγγιση και ελάχιστη περιεκτικότητα σε ενεργό ασβέστιο (επιτρεπτό ποσοστό ολικού ασβεστίου μέχρι 2%). (Bounous & Beccaro, 2002). Σε αμμώδη εδάφη χαμηλής γονιμότητας, η οργανική ουσία πρέπει να αυξάνεται με τη χρησιμοποίηση αζωτούχων φυτών (χλωρά λίπανση). Βαριά εδάφη, συμπαγή και κακώς αεριζόμενα καλό είναι να αποφεύγονται εξαιτίας της προσβολής από φυτόφθορα. (Δημουλάς, 1986). Οροπέδια και πλαγιές με μικρή κλίση προτιμώνται από άποψης ευκολίας των εργασιών. Ωστόσο ευδοκιμεί καλύτερα σε επικλινείς τοποθεσίες, όπου λόγω διαφυγής των ψυχρών ρευμάτων δεν σημειώνονται παγετοί, ενώ η ταυτόχρονη έκθεση στον ήλιο περιορίζει ή αποτρέπει την προσβολή μυκητολογικών ασθενειών. Θερμοκρασίες από 25-30 °C είναι επιθυμητές για την ωρίμανση των καρπών, ενώ αναπτύσσεται καλά σε τοποθεσίες με μέση θερμοκρασία μεταξύ 8 °C και 15 °C και μπορεί να ανταπεξέλθει σε θερμοκρασίες από -15 °C έως -17 °C κατά τη ληθαργική περίοδο το χειμώνα. Οι πρώιμοι παγετοί του φθινοπώρου είναι δυνατόν να υποβαθμίσουν ποσοτικά και ποιοτικά την παραγωγή σε όσιμες ποικιλίες. Βροχές το καλοκαίρι και το φθινόπωρο είναι απαραίτητες προκειμένου να αποκτήσουν οι καρποί το επιθυμητό μέγεθος, διαφορετικά επιβάλλεται η άρδευση. Σύμφωνα με αναφορές, η εκμετάλλευση της

καστανιάς ως καρποφόρο δέντρο δεν μπορεί να είναι επικερδής όταν η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι χαμηλότερη από 700 mm (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009, Ποντίκης, 1996). Σε νεαρή ηλικία τα δέντρα είναι ευαίσθητα στον άνεμο, ιδιαίτερα όταν αρχίζει η νέα βλάστηση την άνοιξη και εκπτώσσονται οι θηλυκές ταξιανθίες.

2.1.5. Πολλαπλασιασμός

Η καστανιά μπορεί να αναπαραχθεί τόσο αγενώς (εμβολιασμός, μοσχεύματα, παραφυάδες και μεριστωματικά), όσο και εγγενώς (με σπόρο). Ο εγγενής πολλαπλασιασμός δεν προτιμάται, γιατί τα χαρακτηριστικά των μητρικών φυτών δεν κληρονομούνται πιστά και οι απόγονοι παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία. Παρ' όλα αυτά, ο εγγενής τρόπος πολλαπλασιασμού, χρησιμοποιείται για την παραγωγή των υποκειμένων στα οποία θα εμβολιαστούν οι επιλεγόμενες ποικιλίες. Έτσι, ο κυριότερος τρόπος πολλαπλασιασμού είναι η μικτή μέθοδος με τον εμβολιασμό των υποκειμένων (σποροφύτων ή άλλων) (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009). Έτσι λοιπόν συνήθως πολλαπλασιάζεται με εμβολιασμό της επιθυμητής ποικιλίας πάνω σε σπορόφυτα καστανιάς. Για να αποφεύγεται όμως ασυμβατότητα εμβολίου και υποκειμένου συνιστάται σπορόφυτο (υποκείμενο) και εμβόλιο να προέρχονται από την ίδια ποικιλία.

Οι καρποί της καστανιάς, αν φυτευτούν αμέσως μετά τη συγκομιδή, δεν βλαστάνουν ικανοποιητικά. Επομένως για τη διακοπή του ληθάργου του εμβρύου και την εξασφάλιση ομοιόμορφης βλαστικότητας πρέπει να δεχτούν την επίδραση υγρής ψύξης (θερμοκρασία 0 έως 2 °C) για 1 έως 2 μήνες μέσα σε υγρό υπόστρωμα. Οι καρποί μόλις ωριμάσουν, συλλέγονται και φυτεύονται αμέσως το φθινόπωρο σε ελαφρύ, πλούσιο σε οργανική ουσία και καλά αποστραγγιζόμενο έδαφος, ή συντηρούνται για 1 έως 2 μήνες σε υγρό μέρος και σε θερμοκρασία 0 έως 2 °C προκειμένου να φυτευτούν την άνοιξη. Ωστόσο μπορούν να συντηρηθούν ικανοποιητικά σε κλειστά μεταλλικά δοχεία, με μία έως δύο μικρές τρύπες για την εξασφάλιση αερισμού, σε θερμοκρασία 0 °C ή λίγο μεγαλύτερη. Η θερμοκρασία αυτή βοηθάει και στη διακοπή του ληθάργου του εμβρύου. Η εμβάπτιση των καστανίων σε ζεστό νερό (49 °C για 30 λεπτά της ώρας), πριν τη φθινοπωρινή φύτευση ή συντήρηση, κρίνεται αναγκαία για να θανατωθούν τυχόν υπάρχουσες προνύμφες εντόμων, οι οποίες καταστρέφουν το έμβρυο. (Ποντίκης, 1996)

Τα κάστανα φυτεύονται νωρίς την άνοιξη, όταν το έδαφος είναι ελαφρά ζεστό και δουλεύεται καλά. Συνήθως φυτεύονται στο φυτώριο σε αποστάσεις ενός μέτρου μεταξύ των γραμμών και 15 εκ. επί της γραμμής, σε βάθος 5 έως 7,5 εκ ή σε τριπλάσιο της διαμέτρου του καστανίου. (Ποντίκης, 1996)

Μετά την ανάπτυξη ενός χρόνου, τα σπορόφυτα εμβολιάζονται με την επιθυμητή ποικιλία. Για τον εμβολιασμό μπορούν να εφαρμοστούν τόσο οι ενοφθαλμισμοί όσο και οι εγκεντρισμοί ανάλογα και με την εποχή. Όσον αφορά τους ενοφθαλμισμούς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος του ανεστραμμένου T, ειδικά όταν υπάρχει έντονη χυμοροή (η αντίστροφη εγκοπή εμποδίζει το νερό που ρέει στο στέλεχος να εισέλθει στο σημείο ένωσης εμβολίου και υποκειμένου και η οποία δίνει αρκετά καλά αποτελέσματα, καθώς και ο πλακίτης ενοφθαλμισμός. Η καλύτερη εποχή για την διενέργεια των ενοφθαλμισμών είναι τον Αύγουστο-Σεπτέμβριο με κοιμώμενο οφθαλμό. Η εφαρμογή ενοφθαλμισμών νωρίς (Ιούλιο- αρχές Αυγούστου) πρέπει να αποφεύγεται, γιατί οι οφθαλμοί εκπτύσσονται την ίδια χρονιά και δίνουν αδύνατο βλαστό. Αντίθετα, οι κοιμώμενοι οφθαλμοί δίνουν την άνοιξη ζωηρή και ισχυρή βλάστηση. Οι ενοφθαλμισμοί όμως (πλακίτης και ανεστραμμένο T) μπορεί να εφαρμοστούν και την άνοιξη. Στην Αρκαδία, εφαρμόζεται μάλιστα (με επιτυχία) και σε υποκείμενα μεγάλης ηλικίας ο πλακίτης ενοφθαλμισμός την άνοιξη με εμβόλια από βλαστούς διαμέτρου 5-8 εκ.. Οι βλαστοί αυτοί φέρουν (όπως και στην ελιά) λανθάνοντες οφθαλμούς που εκπτύσσονται μετά τον επιτυχή εμβολιασμό. Οι εγκεντρισμοί εφαρμόζονται κύρια κατά την περίοδο Μαρτίου-Απριλίου. Ο σχιστός και κύρια ο υπόφλοιος, που στην Ελλάδα έχει δώσει καλά αποτελέσματα, είναι οι κυριότεροι τρόποι, ενώ σε άλλες χώρες εφαρμόζονται και οι πλευρικός και αγγλικός τύπος εγκεντρισμού. (Ποντίκης, 1996)

Η επιτυχία εξαρτάται συνήθως από τρεις παράγοντες, ήτοι από το καλό εμβόλιο, την κατάλληλη εποχή εμβολιασμού και την κατάλληλη, κατά σειρά σπουδαιότητας, τεχνική. Καλό εμβόλιο παράγεται από ξυλοφόρους βλαστούς με καλά «μάτια» και ελάχιστη εντεριώνη. Γενικά μόνο το βασικό τμήμα της τρέχουσας βλάστησης έχει ελάχιστη εντεριώνη και αρκετό ξύλο με αρκετή ποσότητα τροφικών αποθεμάτων. Ακόμα οι οφθαλμοί θα πρέπει να βρίσκονται σε λήθαργο κατά την εποχή αποκοπής των εμβολιοφόρων βλαστών. Τέτοιας ποιότητας εμβολιοφόροι βλαστοί λαμβάνονται μόνο από μητρικά δέντρα καστανιάς, που έχουν δεχθεί ελαφρό

σκελετοκλάδεμα. Η διατήρηση των εμβολιοφόρων βλαστών μήκους 20-25 εκ. είναι δυνατή μέσα σε σακούλες πολυαιθυλενίου σε θερμοκρασία 0 έως 2 °C. (Ποντίκης, 1996)

Σε αυτοφυείς καστανεώνες επιτυγχάνεται γρήγορα η δημιουργία παραγωγικού καστανεώνα με αποκοπή των καστανόδενδρων και εμβολιασμό των πρεμνοβλαστημάτων.

Πολλές φορές όμως το εμβόλιο των δενδρυλλίων ξηραίνεται μετά από την αρχική του επιτυχία. Αυτό οφείλεται σε έλλειψη ωρίμανσης του υποκειμένου ή του εμβολίου, προσβολή του τμήματος ένωσης εμβολίου και υποκειμένου από τον μύκητα *Cryphonectria parasitica*, ακατάλληλη τεχνική εμβολιασμού και ασυμβατότητα μεταξύ ποικιλιών ή ειδών που χρησιμοποιούνται ως υποκείμενο και εμβόλιο.

Ως υποκείμενα της καστανιάς πρέπει να χρησιμοποιούνται σπορόφυτα του ίδιου είδους ή ακόμα καλύτερα της ίδιας ποικιλίας, που πρόκειται να εμβολιαστεί. Τα διάφορα είδη καστανιάς, όπως είναι γνωστό, διασταυρώνονται εύκολα, όταν φυτεύονται το ένα κοντά στο άλλο και επομένως τα σπορόφύτά τους είναι δυνατόν να εμφανίζουν χαρακτηριστικά υβριδίου. Η χρησιμοποίηση των σπορόφυτων αυτών ως υποκειμένων πιθανόν να είναι η αιτία για την αποτυχία του εμβολιασμού διαφόρων ποικιλιών καστανιάς. (Ποντίκης, 1996)

Σε ορισμένες περιοχές της χώρας μας εφαρμόζεται και η απευθείας στο χωράφι σπορά των κάστανων και επιτόπιος εμβολιασμός. Ο τρόπος αυτός δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας ισχυρού ριζικού συστήματος και αυξημένης αντοχής των δέντρων στην έλλειψη νερού. Χρειάζεται όμως ειδική μέριμνα για την προστασία των κάστανων από διάφορους εχθρούς. Εναλλακτικά, εφαρμόζεται στρωμάτωση των σπόρων σε ατομικά σακουλάκια και φύτευση των μικρών φυταρίων απευθείας στο χωράφι την άνοιξη. (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009)

Μία ακόμη μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε σε ευρεία κλίμακα στην Γαλλία και στην Ισπανία για τον πολλαπλασιασμό των υβριδίων, είναι η τεχνική με τις καταβολάδες. Εντούτοις, σαν μέθοδος πολλαπλασιασμού της καστανιάς έχει περιοριστεί δραστικά τα τελευταία χρόνια γιατί λαμβάνονται λίγα φυτά ανά μητρικό

φυτό, και σαν σύστημα είναι πολύ απαιτητικό σε εργασία και σε αρκετές περιπτώσεις προκύπτουν φυτά ακατάλληλα (με μικρή αναλογία ριζικού συστήματος προς το εναέριο τμήμα τους). (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009)

Περιορισμένη εφαρμογή παρουσιάζει και η μέθοδος με μοσχεύματα γιατί δεν μπορεί να δώσει ακόμη ικανοποιητικά και σταθερά αποτελέσματα, λόγω της μικρής ικανότητας ριζοβολίας των μοσχευμάτων στις περισσότερες ποικιλίες και είδη καστανιάς.

Ωστόσο σε ορισμένες περιπτώσεις και κυρίως με τη χρήση φυλλοφόρων (ημιξύλοποιημένων) μοσχευμάτων που λαμβάνονται κατά το τέλος της άνοιξης με αρχές καλοκαιριού, μπορούν να ληφθούν σχετικά καλά αποτελέσματα, εφόσον τα μοσχεύματα τοποθετηθούν σε θάλαμο υδρονέφωσης και χρησιμοποιηθούν ορμόνες ριζοβολίας (π.χ. IBA).

Προοπτικές όσον αφορά τον πολλαπλασιασμό της καστανιάς μπορεί να δώσει και η χρήση του μικροπολλαπλασιασμού-ιστοκαλλιέργειας. Σαν μεριστωματικό υλικό έχουν χρησιμοποιηθεί πλάγιοι οφθαλμοί τρυφερών βλαστών, κοτυληδόνες, τμήματα επικοτυλίου και το κορυφαίο μερίστωμα βλαστημένων κάστανων. Τα κυριότερα προβλήματα της συγκεκριμένης τεχνικής έχουν να κάνουν με τη μεγάλη παραλλακτικότητα ως προς τα ποσοστά ριζοβολίας των κλώνων, το υψηλό κόστος των εγκαταστάσεων, όπως και στην απαίτηση της μεθόδου για εξειδικευμένο προσωπικό. (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009)

2.1.6. Εγκατάσταση οπωρώνα-Αποστάσεις φύτευσης

Αν στον αγρό που πρόκειται να εγκατασταθεί η καστανιά, προϋπήρχε άλλη δενδρώδης καλλιέργεια, καλό είναι να γίνει πρώτα μία αμειψισπορά με χρήση φυτών μεγάλης καλλιέργειας (π.χ. αγρωστώδη, ψυχανθή ή σταυρανθή), έτσι ώστε να αποφευχθεί το φαινόμενο της κόπωσης του εδάφους. Ουσιαστικά, η κόπωση του εδάφους είναι μία παθολογική κατάσταση, η οποία σχετίζεται με αποτυχία στην εγκατάσταση του νέου δενδρώνα σε έδαφος που προϋπήρχαν άλλες δενδρώδεις καλλιέργειες. Τα αίτια της κατάστασης αυτής μπορεί να είναι θρεπτικά, παθολογικά (μύκητες, έντομα, νηματώδεις, κ.α.) ή τοξικά. (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009)

Στην περίπτωση που το έδαφος καλύπτεται με ποώδη βλάστηση, συνιστάται να γίνει ενσωμάτωση με μία κοινή άροση 6 μήνες πριν την εγκατάσταση των δενδρυλλίων, ώστε να προλάβει να αποσυντεθεί η φυτομάζα.

Πρέπει να τονιστεί ότι λίγο πριν την έναρξη των εργασιών που αφορούν το έδαφος, λαμβάνονται εδαφικά δείγματα για ανάλυση, έτσι ώστε να καθοριστεί το είδος και η ποσότητα των λιπασμάτων που θα χρησιμοποιηθούν για την μετέπειτα ανάπτυξη των νεαρών δένδρων. Στην συνέχεια, ακολουθεί η προετοιμασία του εδάφους, η οποία συνίσταται σε ένα σχετικά βαθύ όργωμα (30-40 εκ.). Βαθύτερο όργωμα αποφεύγεται εκτός και αν συντρέχει συγκριμένος λόγος, όπως το σπάσιμο των αδιαπέραστων εδαφικών στρωμάτων. Η συγκεκριμένη επέμβαση αποσκοπεί στην καταστροφή των πολυετών ζιζανίων και στην αφρατοποίηση του εδάφους, που είναι απαραίτητη για την καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος.

Μετέπειτα και για την περίοδο λίγο πριν τη φύτευση των δενδρυλλίων, ακολουθεί η ενσωμάτωση της βασικής λίπανσης με άροση ή σβάρνισμα, η ισοπέδωση του αγρού, ειδικότερα όταν η άρδευση γίνει με αυλάκια ή κατάκλιση και η επισήμανση της θέσεως των δένδρων. Πάντως, η άρδευση με αυλάκια πρέπει να αποφεύγεται για την αποφυγή διάδοσης της μελάνωσης (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009).

Η φύτευση των δενδρυλλίων γίνεται από το Νοέμβριο, μόλις συμπληρωθεί η φυλλόπτωση, μέχρι τις αρχές της άνοιξης και πάντοτε με ευνοϊκές εδαφοκλιματικές συνθήκες.

Οι αποστάσεις φύτευσης που συνιστώνται είναι 6-7 * 6-7 μ.. Συχνό όμως είναι το φαινόμενο της πυκνότερης φύτευσης και στη συνέχεια η αφαίρεση του 50% των δέντρων ώστε να καταλήξουν σε μεγαλύτερες αποστάσεις 10*10 ή 12*12 μ. Στην Ελλάδα, όταν τα δενδρύλλια φθάσουν σε ηλικία 3 ετών, τότε προβαίνουν σε εμβολιασμό (ενοφθαλμισμό ή με σχιστό και υπόφλοιο εγκεντρισμό) με εμβόλια τα οποία προμηθεύονται από εκλεκτούς φαινότυπους (plus trees) που κατά την κρίση τους εντόπιζαν σε δικά τους ή γειτονικά κτήματα. Όμως στον 21^ο αιώνα, η προσέγγιση αυτή είναι απαράδεκτη. Οι παραγωγοί θα πρέπει πρώτα να προβαίνουν σε εδαφολογική ανάλυση των αγροτεμαχίων και εάν το έδαφος είναι κατάλληλο τότε θα πρέπει να κάνουν έρευνα αγοράς και να προμηθεύονται τα δενδρύλλια επιθυμητής

ποικιλίας ή προέλευσης, σταυρεπικονιαζόμενων και με παραγωγή καρπών για τις ανάγκες της αγοράς. (Διαμαντής, 2010)

Για την καλύτερη καρπόδεση είναι απαραίτητοι οι επικονιαστές. Έτσι είναι απαραίτητη η παρουσία δύο ποικιλιών σε αναλογία 1:1 ή 2:1 για να έχουμε ικανοποιητική καρπόδεση. Καλά γονιμοποιημένα δέντρα σχηματίζουν 2-3 κάστανα/ταξιανθία, ενώ ανεπαρκής γονιμοποίηση οδηγεί στο σχηματισμό υποανάπτυκτων καρπών ή κακοσχηματισμένα και μικρού μεγέθους κάστανα. (Διαμαντής, 2010)

Τα βασικά κριτήρια για την επιλογή και την εγκατάσταση των επικονιάστριων ποικιλιών πρέπει να είναι:

- Οι επικονιάστριες ποικιλίες απαιτείται να μπορούν να απελευθερώσουν την γύρη τους κατά την περίοδο της πλήρους άνθησης των θηλυκών ανθέων της κύριας ποικιλίας.
- Να είναι συμβατές με την κύρια ποικιλία.
- Επειδή η γύρη επηρεάζει τα χαρακτηριστικά του παραγόμενου καρπού, πρέπει να επιλέγονται επικονιαστές που μπορούν να συνεισφέρουν στην παραγωγή καρπών καλής ποιότητας.
- Πρέπει να γίνεται συγκαλλιέργεια 2 ή περισσότερων ποικιλιών.
- Η απόσταση μεταξύ των επικονιάστριων και των κύριων ποικιλιών δεν πρέπει να ξεπερνά τα 65 μ. (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009).

2.1.7. Άρδευση

Είναι απαραίτητη ειδικά σε περιοχές που η μέση ετήσια βροχόπτωση δεν επαρκεί να καλύψει τις υδατικές της ανάγκες, δηλαδή όταν η τιμή είναι κάτω από 700 mm και οι θερινές βροχές ελάχιστες. Ειδικότερα, κατά τα πρώτα χρόνια της εγκατάστασης απαιτεί τακτικά ποτίσματα τόσο κατά τη διάρκεια της βλάστησης, όσο και κυρίως κατά τους θερινούς μήνες για να μην επιβραδυνθεί η επιμήκυνση των νεαρών βλαστών. Πρέπει να αναφερθεί ότι τα νεαρά δενδρύλλια είναι πολύ δύσκολο να εγκατασταθούν χωρίς την παροχή αρδευτικού νερού, καθώς δεν μπορούν να

ανεχθούν την ξηρασία. Μεγαλύτερη αντοχή στην ξηρασία έχουν τα δέντρα που έχουν αναπτυχθεί από εμβολιασμό σποροφύτων τα οποία αναπτύχθηκαν απευθείας στην τελική τους θέση στο χωράφι (χωρίς μεταφύτευση).

Όσον αφορά τα δέντρα που βρίσκονται σε πλήρη παραγωγικότητα, για να μπορέσουν να δώσουν υψηλή παραγωγή και καλή ποιότητα καρπών το πιο πιθανό είναι ότι θα χρειαστούν άρδευση ειδικότερα προς τα τέλη καλοκαιριού με αρχές φθινοπώρου. Κατά την περίοδο αυτή, οι ανάγκες της καστανιάς σε νερό είναι υψηλές, γιατί ο καρπός της τετραπλασιάζεται σε μέγεθος, ωστόσο υπερβολικές αρδεύσεις μπορούν να οδηγήσουν σε σχίσιμο καρπών και άρα σε εμπορική υποβάθμιση προϊόντος. Σύμφωνα με μελέτες, η άρδευση της καστανιάς συμβάλλει μόνο στην αύξηση μεγέθους του καρπού και όχι στη μεταβολή του αριθμού των καρπών. Όσον αφορά τον τρόπο άρδευσης προτείνεται άρδευση με σταγόνες και με μικροεκτοξευτές (μπεκάκια). Η κατάκλιση πρέπει να αποφεύγεται, διότι συμβάλλει στην μετάδοση της ασθένειας της μελάνωσης. (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009)

2.1.8. Λίπανση

2.1.8.1. Λίπανση κατά την εγκατάσταση του οπωρώνα-δενδρώνα

Η βασική λίπανση έχει σαν σκοπό τη δημιουργία ενός ικανού αποθέματος θρεπτικών στοιχείων στην εδαφική περιοχή της ριζόσφαιρας των φυτών, ώστε να ευνοείται η απρόσκοπτη ανάπτυξη τους. Η ενσωμάτωση των βασικών λιπασμάτων γίνεται με μια κοινή άρροση νωρίς το φθινόπωρο.

Η λίπανση θα πρέπει να ανταποκρίνεται πλήρως στα πορίσματα των εδαφολογικών αναλύσεων, με χρήση κατάλληλων λιπασμάτων στη σωστή δοσολογία. Εάν η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία είναι μικρότερη από 2%, απαιτείται προσθήκη 3-5 τόνων κοπριάς / στρέμμα ή άλλης πηγής οργανικής ουσίας (Δημουλάς, 1986).

Σε περίπτωση που το pH είναι πολύ χαμηλό (δηλ. κάτω από 5), τότε πρέπει να γίνει προσθήκη ασβεστίου για τη διόρθωσή του, σε ποσότητα που εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους και τις τιμές του pH. Επιπλέον η προσθήκη αζώτου σε πολύ όξινα εδάφη πρέπει να γίνεται σε μορφή ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας.

Πριν την εγκατάσταση των δενδρυλλίων και με την εφαρμογή της βασικής λιπάνσεως, αποδίδεται η συνολική ποσότητα σε φώσφορο και κάλιο και το συνολικό ή ένα μέρος του αζώτου. Σε περίπτωση που το άζωτο χορηγηθεί σε περισσότερες από μία δόσεις τότε μπορεί να γίνει αρχές άνοιξης (για να ευνοηθεί η επιμήκυνση της νεαρής βλάστησης) και στις αρχές φθινοπώρου (για να ευνοηθεί ο αποθησαυρισμός θρεπτικών στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν την επόμενη χρονιά) (Δημουλάς, 1986). Σε περιοχές όμως με πρώιμους παγετούς, θα πρέπει να αποφεύγεται η φθινοπωρινή λίπανση με άζωτο. Η ποσότητα αζωτούχου λιπάσματος που χορηγείται στα νεαρά δέντρα αυξάνεται χρόνο με το χρόνο κατά τα 5 πρώτα έτη (Ποντίκης, 1996).

Εφόσον παρατηρείται έλλειψη σε κάλιο και φώσφορο (από εδαφολογικές αναλύσεις), προτείνεται χρήση μικτών λιπασμάτων όπως 11-15-15 και σε ποσότητες που εξαρτώνται από τις μετρήσεις των αναλύσεων και την ηλικία των δενδρυλλίων (Ποντίκης, 1996).

2.1.8.2. Λίπανση κατά τα παραγωγικά έτη

Από τη στιγμή που τα δέντρα εισέλθουν στην παραγωγική φάση (μετά το 6^ο έτος από τη χρονιά φύτευσης), το θρεπτικό στοιχείο το οποίο φαίνεται να επηρεάζει άμεσα και σε μεγάλο βαθμό την παραγωγικότητα και την ανάπτυξη των δέντρων είναι το άζωτο και ιδιαίτερα το μαγνήσιο. Υπερβολικές όμως λιπάνσεις με άζωτο μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση της καρποφορίας και της καρπόδεσης, καθώς και σε οψίμιση της παραγωγής. Αντιθέτως, έλλειψη αζώτου οδηγεί σε μείωση του αριθμού των σχηματιζόμενων ανθέων και της ανάπτυξης του δέντρου, όπως και σε αύξηση της τάσης για παρενιαυτοφορία. Γι' αυτό και η δοσολογία θα πρέπει να ρυθμίζεται με φυλλοδιαγνωστική εξέταση και ανάλογα με τη ζωηρότητα του δέντρου. Η εποχή χορήγησης του αζώτου προτείνεται σε δύο δόσεις, αρχής και τέλος της άνοιξης (Bounous and Beccaro, 2002).

Σε περιπτώσεις που το έδαφος είναι ελλειμματικό σε κάλιο, πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για τη χορήγησή του κατά το φθινόπωρο, καθώς το κάλιο απαιτείται από την κασταλιά σε σχεδόν παραπλήσιες ποσότητες με το άζωτο. Όσον αφορά το φώσφορο, εάν είχε χορηγηθεί κατά τη βασική λίπανση πριν την εγκατάσταση των δέντρων, το πιο πιθανό είναι να μη χρειαστεί χορήγηση για 10

χρόνια από τη χρονιά φύτευσης. Σε αντίθετη περίπτωση, η χορήγηση του γίνεται το φθινόπωρο μαζί με το κάλιο κάθε 1-3 έτη ανάλογα με τη διαθεσιμότητα του στο έδαφος. (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009). Γενικά οι φωσφοροκαλιούχες λιπάνσεις γίνονται συνήθως Νοέμβριο-Δεκέμβριο. Όταν η αντιμετώπιση των ζιζανίων γίνεται με καλλιέργεια του εδάφους (άροση-φρεζάρισμα) ταυτόχρονα μπορεί να γίνει και η ενσωμάτωση των λιπασμάτων. Συνήθως η διασπορά των λιπασμάτων γίνεται κάτω από την κόμη των δέντρων, ενώ τα φωσφοροκαλιούχα μπορούν να ενσωματωθούν και σε αυλάκια (βάθους 20-25 εκ.) που ανοίγονται στις δύο πλευρές της κόμης και τα οποία εφάπτονται στο περίγραμμα της κόμης. (Bounous and Beccaro, 2002)

Πίνακας 4: Συνιστώμενες δόσεις μικτού λιπάσματος για τα πέντε πρώτα χρόνια της ηλικίας των δέντρων

Χρόνος	Ποσότητα μικτού λιπάσματος 15-15-15 (γρ.)
1 ^{ος}	500
2 ^{ος}	1000
3 ^{ος}	1500
4 ^{ος}	2000
5 ^{ος}	2500

Ανάλογα με την περιεκτικότητα του εδάφους σε N,P και K και τη ζωηρότητα των δέντρων, θα πρέπει να διορθώνεται και η συνιστώμενη δόση.

Προτείνεται χορήγηση 9-12 μονάδες αζώτου, 6-9 μονάδες φωσφόρου και 9-12 μονάδες καλίου ανά στρέμμα και ανά έτος μετά τον 6^ο χρόνο ηλικίας των δέντρων. Αν όμως η βλάστηση των δέντρων είναι υπερβολικά ζωηρή και η παραγωγή μη ικανοποιητική, η ποσότητα του αζώτου πρέπει να μειωθεί (Ποντίκης, 1996).

Από υπερβολική λίπανση οι ρίζες της καστανιάς αφενός μπορεί να πάθουν εγκαύματα, και αφετέρου να παρατηρηθεί απώλεια στοιχείων. Η απώλεια των ανόργανων στοιχείων με έκπλυση είναι πολύ εύκολη σε αβαθή εδάφη και με κλίση (Βασιλακάκης, 2007).

Πίνακας 5: Συνιστώμενη χορήγηση αζωτούχου λίπανσης τα πρώτα 5 χρόνια της καλλιέργειας

Έτος καλλιέργειας	Ποσότητα νιτρικής αμμωνίας (gr./δέντρο)	Δόση καθαρού αζώτου κατά δέντρο (gr.)	Απόσταση λιπάσματος από τον κορμό (μέτρα)
1 ^ο	150-200	50-67	1
2 ^ο	300	100	1,5
3 ^ο	450	150	2
4 ^ο	500-600	200-225	2,5
5 ^ο	650-750	250-300	3

Η φυλλοδιαγνωστική ανάλυση, όπως σε όλα τα οπωροφόρα δέντρα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην καστανιά για να διαπιστώσουμε τη θρεπτική της κατάσταση, να διαγνώσουμε τυχόν τροφοπενία ή περίσσεια θρεπτικών στοιχείων και σε συνδυασμό με τις αναλύσεις εδάφους, τις καλλιεργητικές εργασίες και τις επικρατούσες καλλιεργητικές συνθήκες του καστανεώνα, να προγραμματίσουμε και να καθορίσουμε τη λίπανση που θα αποσκοπεί τελικά στην αύξηση της παραγωγικότητάς του. (Ποντίκης, 1996)

Πίνακας 6: Συνιστώμενες δόσεις αζώτου, φωσφόρου και καλίου από τον έκτο χρόνο της ηλικίας των δέντρων

Αζότο	9-12 μονάδες ανά στρέμμα	Από 27 έως 36 kg νιτρικής αμμωνίας στο στρέμμα
Φώσφορος	6-9 μονάδες ανά στρέμμα	Από 30 έως 45 kg νιτρικής αμμωνίας στο στρέμμα
Κάλιο	9-12 μονάδες ανά στρέμμα	Από 18 έως 24 kg νιτρικής αμμωνίας στο στρέμμα

Αν η βλάστηση των δέντρων είναι υπερβολικά ζοηρή και η παραγωγή των δέντρων μη ικανοποιητική, η ποσότητα αζώτου πρέπει να μειωθεί.

Τέλος, οι απαιτήσεις της καστανιάς σε ασβέστιο είναι πολύ σημαντικές, αν και προτιμά τα όξινα εδάφη. Αναλύσεις που έγιναν στα φύλλα έδειξαν ότι η περιεκτικότητα σε ασβέστιο ήταν σχεδόν ίση με εκείνη του αζώτου. Επιπλέον είναι γνωστό ότι σε όξινα εδάφη (pH 4-5) τα περισσότερα θρεπτικά στοιχεία αδρανοποιούνται και έτσι όποια λίπανση και να γίνει δεν είναι αποτελεσματική. Η μόνη λύση που συνιστάται σε αυτές τις περιπτώσεις είναι η προσθήκη ασβεστίου για τη διόρθωση του pH. Σε έδαφος με pH μικρότερο από 5 πρέπει να ενσωματωθούν 300kg/στρέμμα λειοτριβημένου ασβέστη ενώ σε pH 5-5,5 η ποσότητα του ασβέστη που προστίθεται μειώνεται στα 100-200 kg/στρέμμα. Ας σημειωθεί ότι το ασβέστιο

είναι προτιμότερο να μην προστίθεται μαζί με την κόπρο, διότι ευνοείται η αμμωνιοποίηση του αζώτου που χάνεται σαν αέριο από το κοπριασμένο χώμα, αλλά να προστίθεται κατά το καλοκαίρι ή νωρίς το φθινόπωρο. (Δημουλάς, 1986)

Δυστυχώς στη διεθνή βιβλιογραφία δεν υπάρχουν στοιχεία, που να αφορούν τις απόλυτες τιμές των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα που θα χρησίμευαν ως οδηγός για τη διάγνωση της θρεπτικής κατάστασης της καστανιάς. (Ποντίκης, 1996)

2.1.9. Κλάδεμα

2.1.9.1. Κλάδεμα διαμόρφωσης

Το επικρατέστερο σχήμα διαμόρφωσης στην καλλιέργεια της καστανιάς, είναι το κυπελλοειδές που αποτελείται από 3-4 πλάγιους βραχίονες, που σχηματίζουν γωνία 50° έως 60° με τον κορμό. Βασικός στόχος είναι η δημιουργία 3-4 πλάγιων βραχιόνων, όπου κάθε βραχίονας θα φέρει από δύο έως τρεις καλά αναπτυγμένους σκελετικούς κλάδους, που σχηματίζονται σε απόσταση περίπου 40-50 εκ. ο πρώτος από τη βάση του και σε περίπου ίδια απόσταση οι άλλοι μεταξύ τους και αντίθετα ως προς τον προηγούμενο τους. (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009)

Η πρώτη επέμβαση κλαδέματος γίνεται την άνοιξη του έτους που έχουν φυτευτεί τα δέντρα, με κορυφολόγημα όλων των πλάγιων βλαστών μετά το δεύτερο ή τρίτο φύλλο, προκειμένου να ευνοηθεί η καθ' ύψος ανάπτυξη του φυτού. Το δεύτερο έτος, και κατά τη διάρκεια του χειμώνα, αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί και κορυφολογείται το κεντρικό στέλεχος στα 1,2 με 1,5 μ. Το καλοκαίρι, επιλέγονται οι βλαστοί που θα γίνουν βραχίονες και όλοι οι άλλοι κορυφολογούνται στο 3^ο φύλλο. Το χειμώνα του 3^{ου} έτους αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί, εκτός από αυτούς που έχουν επιλεγεί ως βραχίονες και οι οποίοι θα πρέπει να είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι γύρω από τον κορμό και με μεταξύ τους απόσταση 15 cm. Επίσης, η γωνία πρόσφυσης τους με τον κορμό θα πρέπει να είναι μεταξύ 40° και 60° για μεγαλύτερη σταθερότητα. Τέλος, κατά το χειμώνα του τετάρτου έτους από κάθε βραχίονα επιλέγονται δύο με τρεις καλά σχηματισμένοι βλαστοί (ως μελλοντικοί σκελετικοί κλάδοι), οι οποίοι θα βρίσκονται σε απόσταση 40-50 cm μεταξύ τους και κορυφολογούνται σε εξωτερικό πλάγιο οφθαλμό. Όλοι οι υπόλοιποι βλαστοί που είναι στο εσωτερικό του κυπέλλου, καθώς και οι βλαστοί που μπλέκονται θα πρέπει

να αφαιρούνται (Δημουλάς, 1986). Προσοχή πρέπει να δίνεται στην εφαρμογή του κλαδέματος πάντα με ξηρό καιρό και στην καθαριότητα – απολύμανση των κλαδευτικών εργαλείων για τον κίνδυνο μετάδοσης του έλκους της καστανιάς από ασθενή σε υγιή δέντρα.

2.1.9.2. Κλάδεμα παραγωγικών δέντρων

Στα παραγωγικά δέντρα, το κλάδεμα διαχωρίζεται σε κλάδεμα καρποφορίας και κλάδεμα ανανέωσης.

Το κλάδεμα καρποφορίας αποσκοπεί στη διατήρηση του σχήματος των δέντρων και εφαρμόζεται κάθε χρόνο το χειμώνα για τις ήπιες περιοχές και στις ψυχρές περιοχές με την παρέλευση των ισχυρών παγετών. Με το κλάδεμα καρποφορίας, έχουμε αφαίρεση όλων των προσβεβλημένων και ξηρών κλάδων, στη διατήρηση του σχήματος, στην αφαίρεση κλάδων και βλαστών που εμποδίζουν την είσοδο φωτός και στον αερισμό του εσωτερικού της κόμης, καθώς και στην ανανέωση του καρποφόρου ξύλου (Ποντίκης, 1996, Boumous & Beccaro, 2002).

Το κλάδεμα ανανέωσης πραγματοποιείται σε γερασμένα δέντρα τα οποία στις περισσότερες περιπτώσεις παράγουν καρπούς μικρότερους απ' αυτούς που παρήγαγαν σε πιο νεαρή ηλικία. Η συγκεκριμένη πρακτική αποσκοπεί στη δημιουργία νέων σκελετικών δομών της κόμης, με αυστηρή βράχυνση της υπάρχουσας, τα οποία νέα σκελετικά κλαδιά θα ωθήσουν την παραγωγή και πάλι σε υψηλά ποσοτικά και ποιοτικά επίπεδα. Σύμφωνα με τους Βαχαμίδη και Βέμμο (2009), παραδοσιακά το 1/3 της κόμης των παλαιών δέντρων ανανεώνεται κάθε 8-10 χρόνια. Αυτό επιτρέπει στο 1/3 της κόμης να είναι σε υψηλή παραγωγικότητα, το άλλο 1/3 να βρίσκεται στην έναρξη της παραγωγής και το υπόλοιπο να ανανεώνεται. (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009)

Κλάδεμα ανανέωσης μπορεί να γίνει και με ταυτόχρονη αποκοπή όλων των βραχιόνων όπως γίνεται και στην ελιά. Αυτό επιβάλλεται σε γερασμένα και πολύ μειωμένης παραγωγικότητας δέντρα. Παρόμοιο κλάδεμα μπορεί να εφαρμοστεί και σε δέντρα ζημιωμένα από παγετούς και πυρκαγιές (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009).

2.1.10. Άλλες καλλιεργητικές εργασίες

Η αντιμετώπιση των ζιζανίων μπορεί να γίνει τόσο με την καλλιέργεια του εδάφους, όσο και με τη χρήση χημικών σκευασμάτων. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται όταν υπάρχει πιθανότητα παρουσίας του μύκητα που προκαλεί τη μελάνωση. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι επεμβάσεις που προκαλούν τραύματα στο ριζικό σύστημα όπως αρότρου και σκαπτικών μηχανημάτων, θα πρέπει να μειωθεί στο ελάχιστο δυνατό. Η χρήση χορτοκοπτικών μηχανημάτων και χημικής καταπολέμησης είναι οι πιο ενδεδειγμένες πρακτικές για τον περιορισμό της εξάπλωσης της ασθένειας. Στη χημική ζιζανιοκτονία, έχουμε αυστηρά κατευθυνόμενους ψεκασμούς με μη εκλεκτικά, μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα (π.χ. glyphosate, diquat). (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009). Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν το paraquat και ο συνδυασμός paraquat μαζί με το diquat για καταστροφή όλων των ετησίων ζιζανίων, ενώ στα πολυετή προκαλείται προσωρινή αποξήρανση και αναβλάστηση των ζιζανίων. Η δράση τους είναι ταχεία αλλά περιορισμένης διάρκειας, γι' αυτό χρειάζονται 2 έως 3 επαναλήψεις για να επιτύχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα. Πιο αποτελεσματικά ζιζανιοκτόνα όπως το simazine και το aminotriazole μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μεγάλο αριθμό πλατύφυλλων και αγροστοδών ζιζανίων, αλλά με μεγάλη προσοχή διότι μπορεί να προκληθούν σοβαρές ζημιές ιδιαίτερα σε ελαφρά και περατά εδάφη ή όταν η ξυλοποίηση του κορμού δεν είναι ικανοποιητική. (Σε πειράματα που έγιναν στη Γαλλία παρατηρήθηκαν καρκινωματώδεις εξελκώσεις στην περιοχή του κορμού των δέντρων). (Δημουλάς, 1986). Εφαρμόζονται από τη στιγμή της εμφάνισης των ζιζανίων και μέχρι αυτά να φτάσουν σε ύψος τα 20 εκ.. Τα χορτοκοπτικά μπορούν να χρησιμοποιούνται για απομάκρυνση των ζιζανίων αφού δεν προσβάλλουν το ριζικό σύστημα των δέντρων, αλλά παρουσιάζεται γρήγορη αναβλάστηση.

Η καταπολέμηση των ζιζανίων γίνεται κατά την περίοδο που η υγρασία του εδάφους αρχίζει να είναι ανεπαρκής. Η διαμόρφωση της επιφάνειας του αγρού και η απαλλαγή του από τα ζιζάνια είναι επίσης αναγκαία κατά την περίοδο της ωρίμανσης των καρπών, προκειμένου να συλλεχθούν οι καρποί με ευκολία (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009).

Η καλλιέργεια του εδάφους αποσκοπεί στην αύξηση ή διατήρηση της περιεκτικότητάς του σε χούμο, στην αποθήκευση νερού, στη διατήρηση της

γονιμότητάς του και στην ποιοτική και ποσοτική αύξηση της παραγωγής. Διενεργείται με μηχανικά ή χημικά μέσα. Τα μηχανικά μέσα (χλοοκοπτικά) θα μπορούσαμε να πούμε ότι έχουν εφαρμογή σε πολλές περιοχές της Ελλάδος, αν και έχουν υψηλό κόστος χρήσης σε σχέση με τα χημικά μέσα-ζιζανιοκτόνα. Ωστόσο τα ζιζανιοκτόνα πρέπει να χρησιμοποιούνται με μεγάλη προσοχή, ώστε να μην διαβρεχτεί η κόμη των δέντρων ή και ο νεαρός κορμός. Γι' αυτό πρέπει να επιλέγεται πάντα το κατάλληλο ζιζανιοκτόνο και να παρέχεται στη συνιστώμενη δόση, στον κατάλληλο χρόνο, και με το πιο κατάλληλο μέσο. Η διασπορά του ζιζανιοκτόνου θα πρέπει να είναι ομοιόμορφη, γιατί τότε τα αποτελέσματα καταστροφής των ζιζανίων είναι πιο ικανοποιητικά. Για την αποφυγή διασποράς ψεκαστικού υγρού πάνω στα δέντρα, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οριζόντιοι εκτοξευτές χαμηλής πίεσης. Τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται σε καστανεώνες, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τα προφυτρωτικά, που προστίθενται στο έδαφος προτού φυτρώσουν τα ζιζάνια, και στα μεταφυτρωτικά που εφαρμόζονται στο φύλλωμα των ζιζανίων.

2.1.11. Συγκομιδή

Οι καρποί συγκομίζονται από το έδαφος, ώριμοι το φθινόπωρο (αρχές Σεπτεμβρίου- τέλη Νοεμβρίου), όταν το εχινώδες περίβλημα σχιστεί, η περιεκτικότητά τους σε υγρασία προσεγγίσει το 50% και όταν το χρώμα της ουλής του καρπού μετατραπεί από λευκό σε καστανόξανθο. Η συγκομιδή τόσο στην Ελλάδα όσο και στις υπόλοιπες καστανοπαραγωγικές χώρες γίνεται εξ' ολοκλήρου με τον παραδοσιακό τρόπο -με τα χέρια, μια διαδικασία επίπονη και χρονοβόρα- και θεωρητικά πρέπει να συγκομίζονται κάθε ημέρα την περίοδο της μαζικής πτώσης τους, εξ αιτίας της φθαρτότητας των καρπών αφενός, και των απωλειών, αφετέρου, από τρωκτικά, σκίουρους και άλλα ζώα του δάσους. Η συγκομιδή μπορεί να γίνει και μηχανικά με μηχανές κενού (αναρροφητικές μηχανές) διαφόρων μεγεθών, υπό προϋποθέσεις, όπως μικρές κλίσεις εδάφους, κατάλληλη προετοιμασία εδάφους, ομοιόμορφη ωρίμανση καρπών και χρήση μηχανημάτων με αρκετά μεγάλο βάρος. (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009)

2.1.12. Συντήρηση

Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των καρπών σε νερό και υδατάνθρακες, συχνά έχουμε προσβολή των καρπών από μύκητες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι

τα κάστανα προσβάλλονται από μύκητες που ευνοούνται από τις κακές συνθήκες που επικράτησαν κατά τη συγκομιδή (υγρασία, προσβολές από έντομα, σχίσσιμο καρπών), ή από τις συνθήκες που επικράτησαν κατά την αποθήκευση. Έτσι οι καρποί εφόσον συγκομιστούν θα πρέπει να αποθηκευτούν σε θερμοκρασία 0-2 °C. Για να αποφευχθεί όμως απώλεια υγρασίας, οι καρποί θα πρέπει να αποθηκευτούν σε πλαστικούς σάκους πολυαιθυλενίου με μικρής διαμέτρου οπές οι οποίες επιτρέπουν τον αερισμό και εμποδίζουν ταυτόχρονα την απώλεια υγρασίας. Επίσης, σε περίπτωση συντήρησης σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, τα επίπεδα οξυγόνου πρέπει να είναι 2-5%, η σχετική υγρασία τουλάχιστον 90-95%, και η συγκέντρωση CO₂ 5-10%. Εάν τα επίπεδα οξυγόνου πέσουν κάτω από 2% ευνοείται η αναερόβια αναπνοή και έχουμε υποβάθμιση ποιότητας καρπού, χαμηλή σχετική υγρασία προκαλεί απώλεια νερού του καρπού και συρρίκνωση (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009).

Η διάρκεια συντήρησης τους εξαρτάται από την υγιεινή τους κατάσταση. Μπορούν να διατηρηθούν σε ψυγείο περίπου 6 μήνες εφόσον βέβαια δεν προσβληθούν από μύκητες. Επίσης, τα νωπά κάστανα μπορούν να συντηρηθούν σε οικιακό ψυγείο (4,5 °C) επί 8 εβδομάδες, εφόσον δεν προσβληθούν από μύκητες. Εάν όμως οι καρποί αφυδατωθούν (μειώνουμε στο 10% υγρασία την υγρασία του σπόρου), τότε μπορούν να συντηρηθούν έως ένα έτος. Στην πορεία εφυγραίνονται εάν εμβάπτιστούν σε νερό ή εκτεθούν σε ατμό για 30 λεπτά της ώρας. Εμβάπτιση επί μία ώρα σε νερό θερμοκρασίας 60°C εμποδίζει την ανάπτυξη μυκήτων και τη σήψη των κάστανων χωρίς να επηρεάζεται η ποιότητα τους. (Βασιλακάκης, 2006).

Κάστανα συσκευασμένα σε ημιδιαπερατή μεμβράνη-τροποποιημένη ατμόσφαιρα (με άριστο το 10% CO₂ και 10% O₂) και θερμοκρασία 0 °C συντηρήθηκαν ικανοποιητικά για 6 μήνες. Αποφλοιωμένα κάστανα συσκευασμένα σε ημιδιαπερατή μεμβράνη και θερμοκρασία 4°C συντηρήθηκαν ικανοποιητικά για 3 μήνες (Βασιλακάκης, 2006).

2.1.13. Ποιότητα

Το μέγεθος των καστώνων επηρεάζεται άμεσα από τη γονιμότητα του εδάφους και την υπερπαραγωγή και ηλικία των δέντρων. Μεγαλύτερου μεγέθους καρπούς παράγουν τα μικρότερης ηλικίας δέντρα ως και εκείνα που καλλιεργούνται

σε γόνιμα εδάφη, ενώ η μεγάλη παραγωγή καρπών επηρεάζει αρνητικά το μέγεθός τους.

Η ποιότητα των καστώνων επηρεάζεται πολύ και από την αποξηράνση. Η ψίχα των φρέσκων καστώνων περιέχει κυρίως άμυλο και μικρή ποσότητα σακχάρων. Κάστανα, που αποξηράνθηκαν μέχρι ποσοστό υγρασίας 15%, αύξησαν την περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα πάνω από 5%. Γενικά η ποιότητα των καστώνων επηρεάζεται άμεσα από τους χειρισμούς και τη συντήρηση, και η εκτίμησή της από ποικιλία σε ποικιλία είναι δύσκολη.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι στις ΗΠΑ κατά καιρούς έχουν επισυμβεί θανατηφόρα κρούσματα από την κατανάλωση καστώνων, χωρίς να διαπιστωθεί το αίτιο που τα προκάλεσε. Πιθανόν να οφείλεται σε λήψη υψηλής συγκέντρωσης τοξινών, που παράγονται σε προβλαστημένα κάστανα (κάτω ή πάνω στο δέντρο) από ένζυμα, ή σε κάστανα προσβλημένα από διάφορους μικροοργανισμούς (μύκητες, βακτήρια, κ.α.) ακόμα δε και από υψηλή συγκέντρωση ταννινών (περιεκτικότητα του φλοιού και ξύλου της καστανιάς σε ταννίνες 6 έως 12%).

2.1.14. Χρήσεις

Τα κάστανα τρώγονται βραστά ή ψητά καθώς και μεταποιημένα. Ιδιαίτερα προτιμάται το ψητό κάστανο. Επίσης τρώγεται μαγειρεμένο ή χρησιμοποιείται ως προσθετικό π.χ. γέμισμα γαλοπούλας. Σε περιοχές όπου υπάρχουν πολλές αυτοφυείς καστανιές, οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τα κάστανα πολύ περισσότερο στη διατροφή τους. Επίσης χρησιμοποιείται σε βιοτεχνίες παραγωγής ζαχαρωδών προϊόντων, και τέλος αποτελεί πολύτιμη τροφή για πολλά άγρια ζώα του δάσους. (Βασιλακάκης, 2007)

2.1.15. Μεταποίηση-Τυποποίηση

Η τυποποίηση των καρπών και η μεταποίηση τους είναι σχεδόν άγνωστες στην Ελλάδα. Το 90% περίπου της Ελληνικής παραγωγής κάστανου, καταναλώνεται στο εσωτερικό ως βραστό ή ψητό. Το 10% φέρεται στην αγορά ως *maroons-glaces* και πωλείται σε αστρονομικές τιμές (16-20 €/kg) ή ως γλυκό συντηρημένο σε σιρόπι που παρασκευάζεται τοπικά από μικρές οικογενειακές επιχειρήσεις.

Τα κάστανα μπορούν να αποφλοιωθούν και στη συνέχεια να καταψυχθούν. Μπορούν να κονσερβοποιηθούν ολόκληρα αποφλοιωμένα ή υπό κενό. Να χρησιμοποιηθούν από τη βιοτεχνία ζαχαροπλαστικής για την παρασκευή διαφόρων γλυκισμάτων και ζαχαρωτών, να αποτελέσει πρώτη ύλη για την παρασκευή παιδικών τροφών, να αποξηρανθούν ολόκληρα, να παρασκευαστεί αλεύρι για ψωμί, μπισκότα, φαρίνα, πουρέ, κάστανα συντηρημένα σε νερό ή συσκευασμένα σε κενό, ηδύποτα και εξαιρετική μπίρα. (Βασιλακάκης, 2007) Τα περισσότερα από αυτά τα προϊόντα είναι άγνωστα στα ελληνικά νοικοκυριά και στον μέσο Έλληνα. Τέλος θα μπορούσαμε να πούμε ότι η μεταποίηση προσδίδει προστιθέμενη αξία στο προϊόν, δίνει διέξοδο στην αποσυμφόρηση της αγοράς των νωπών κάστανων, δημιουργώντας προϋποθέσεις εξαγωγών με τελικό στόχο την αύξηση του εισοδήματος του παραγωγού. (Διαμαντής, 2010).

2.1.16. Διαιτητική αξία κάστανου

Το κάστανο περιέχει πολύ άμυλο (45% περίπου) και 50% νερό. Είναι καρπός πλούσιος σε υδατάνθρακες (45%), χαμηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες (5%) και πολύ χαμηλής περιεκτικότητας σε λίπη (0,5%). Περιέχει ακόμα πολλά άλλα συστατικά και αποτελεί σημαντική πηγή βιταμινών, καλίου, φωσφόρου και ασβεστίου (Πίνακας 4). Η πρωτεΐνη που περιέχει είναι υψηλής ποιότητας, παρόμοιας με αυτή των αυγών, και αφομοιώνεται εύκολα από τον ανθρώπινο οργανισμό. Η γεύση του κάστανου ποικίλλει από ποικιλία σε ποικιλία και από περιοχή σε περιοχή. (Βασιλακάκης, 2007)

Πίνακας 7: Σύνθεση αποφλοιωμένων νωπών κάστανων σε 100 γρ. (Δημουλάς, 1986)

Στοιχείο	Βάρος	Μονάδα	Στοιχείο	Βάρος	Μονάδα
Νερό	52	g	Μαγνήσιο	40	mg
Πρωτεΐνες	3.7	g	Ψευδάργυρος	0.19	mg
Λίπη	2.25	g	Χαλκός	0.6	mg
Υδατάνθρακες	40	g	Μαγγάνιο	0.7	mg
Θερμίδες	206.5	kcal	Ιώδιο	0,001	mg
Νάτριο	7	mg	Ασκορβικό οξύ	23	mg
Κάλιο	530	mg	Θειαμίνη	0.15	mg
Σίδηρος	1.1	mg	Ριβοφλαβίνη	0.2	mg
Ασβέστιο	35	mg	Νιασίνη	14	mg
Φώσφορος	93	mg	Νικοτινικό οξύ	0.4	mg
Θείο	48	mg	Παντοθενικό οξύ	0,9	mg
Χλώριο	10	mg			

2.1.17. Εχθροί και ασθένειες

Η καστανιά προσβάλλεται από πολλά έντομα και μύκητες. Οι μύκητες που έχουν παίξει καθοριστικό ρόλο στην εξάπλωση της καλλιέργειας της καστανιάς είναι ο *Cryphonectria parasitica* που προκαλεί την ασθένεια «καρκίνο του φλοιού-έλκος καστανιάς» στον κορμό και τους βλαστούς και οι φυτόφθορες-μελάνωση *Phytophthora cinnamomi*, *P. cambivora*, *P. cactorum*, που προσβάλλουν το λαιμό και τις ρίζες του δέντρου και προκαλούν σήψη του φλοιού και του ξύλου.

2.1.17.1. Το έλκος της καστανιάς

Μεγάλη μείωση στην παραγωγή κάστανων στην Ευρώπη παρουσιάστηκε εξ' αιτίας της εισόδου από τη Β. Αμερική του μύκητα που προκαλεί το έλκος της καστανιάς *Cryphonectria parasitica*, περισσότερο ίσως γνωστό με την παλαιότερη ονομασία *Endothia parasitica*. Η ασθένεια εντοπίστηκε το 1904 στο ζωολογικό κήπο του Bronx στην Νέα Υόρκη, απ' όπου και εξαπλώθηκε σε όλη την Αμερική, προσβάλλοντας και νεκρώνοντας 3-4 δις. δέντρα καστανιάς. (Anagnostakis 1987, Fulbright 1999) Το 1938 ο μύκητας βρέθηκε στη Βόρεια Ιταλία, και η ασθένεια επεκτάθηκε σε όλη την Ευρώπη, αποτελώντας ανασταλτικό παράγοντα στην ανάπτυξη της καστανοκαλλιέργειας. (Heiniger and Rigling, 1994)

Η πλέον ευαίσθητη στο έλκος του φλοιού είναι η αμερικάνικη καστανιά και η πιο ανθεκτική είναι η ιαπωνική. Η ευρωπαϊκή βρίσκεται κάπου ενδιάμεσα, αν και τελευταία παρατηρείται μια μείωση της επιθετικότητας του μύκητα. Είναι Ασκομύκητας και ανήκει στην Τάξη Diaporthales, οικογένεια Valsaceae, με αγενή μορφή τον *Endothiella parasitica*. Θεωρείται ισχυρό πρωτογενές παράσιτο. Είναι ασθένεια του φλοιού και εμφανίζεται στο υπέργειο τμήμα του δέντρου. Έστω λοιπόν και αν το υπέργειο τμήμα του δέντρου νεκρωθεί το πρέμνο πρεμνοβλαστάνει για να προσβληθούν όμως στη συνέχεια τα νέα πρεμνοβλαστήματα και πάλι από την ασθένεια. Αποτελεί εκτατική ασθένεια, και ο μύκητας είναι τραυματοπαράσιτο. Διαδίδεται με πυκνιδιοσπόρια τα οποία παράγονται σε μικροσκοπικές, κυκλικές, κιτρινωπές καρποφορίες (τα πυκνίδια) που έχουν διάμετρο 1-2 χιλ. και οι οποίες εμφανίζονται στο νεκρό φλοιό ιδιαίτερα μετά από βροχή. Κάθε πυκνίδιο περιέχει μερικά εκατομμύρια σπορίων. Αυτά με το υδρονέφος κολλούν στο φλοιό και όταν επικαθήσουν σε σημείο όπου υπάρχει διάσπαση του φλοιού προκαλούν νέα

προσβολή. Προκαλεί έλκη ελλειψοειδούς μορφής, με το μεγάλο άξονα να επεκτείνεται κατά μήκος του κλάδου. Σε νεαρούς κορμούς, ο φλοιός παίρνει χρώμα πορτοκαλοκοκκινωπό έως καστανό που έρχεται σε αντίθεση με το ελαιώδες-πράσινο του υγιούς φλοιού. Σε μεγαλύτερης ηλικίας δέντρα με ραγαδωμένο φλοιό αυτή η διάκριση δεν είναι εμφανής. Τα φύλλα που βρίσκονται πάνω από το σημείο του έλκους γίνονται αρχικώς χλωρωτικά, στη συνέχεια ξεραίνονται και πέφτουν ή μπορεί να πραγματοποιηθεί απότομη ξήρανση του κλάδου και τα φύλλα να παραμείνουν προσκολλημένα ακόμη και τον χειμώνα. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας αυτής είναι επίσης και η έκπτυξη λαίμαργων βλαστών στην περιοχή κάτω από το έλκος. (Περλέρου, 2004)

Μετά την εγκατάστασή του, ο μύκητας δημιουργεί γρήγορα λευκοκίτρινες μυκηλιακές πλάκες σε σχήμα ριπιδίων κάτω από το φλοιό και πληθώρα μικρών πορτοκαλόχρωμων πυκνιδίων στην επιφάνεια του φλοιού, ορατών και με γυμνό οφθαλμό. Μέσα στα πυκνίδια παράγονται τα κονιδιοσπόρια τα οποία απελευθερώνονται με τη μορφή σπειραμάτων όταν επικρατούν υγρές κλιματικές συνθήκες. Την άνοιξη, μέσα στο πορτοκαλοκόκκινο μυκηλιακό στρώμα δημιουργούνται περιθήκια με ασκοσπόρια τα οποία κατά την ωριμότητα απελευθερώνονται από επιμήκη λαιμό που φθάνει μέχρι την επιφάνεια του φλοιού και καταλήγει σε μικρή οπή (οστιόλη). Τα κονιδιοσπόρια μεταφέρονται με τις σταγόνες του νερού (βροχή) και φορείς (έντομα, ακάρεα και πιθανόν πουλιά), ενώ τα ασκοσπόρια συμβάλλουν στη μεταφορά της ασθένειας σε μεγάλες αποστάσεις καθώς μεταφέρονται με ρεύματα αέρα (Καϊλίδης 1990, Sinclair et al., 1987).

Ο μύκητας νεκρώνει το εσωτερικό του φλοιού και στη συνέχεια το κάμβιο, όταν δε τα έλκη γίνουν περιμετρικά τότε νεκρώνεται το υπεράνω του έλκους τμήμα του δέντρου. Η ρίζα παραμένει απρόσβλητη με αποτέλεσμα τα πρέμνα να ξαναβλαστάνουν. Αυτή είναι και μία από τις χαρακτηριστικές διαφορές από την ασθένεια της μελάνωσης που προκαλείται από τους μύκητες του γένους *Phytophthora*, καθώς και της σηψιρριζίας που προκαλείται από μύκητες του γένους *Armillaria*.

Παραγωγοί οι οποίοι δεν είναι ενήμεροι για την ύπαρξη της ασθένειας στα κτήματά τους προβαίνουν σε καλλιεργητικές φροντίδες που ευνοούν την ασθένεια όπως: Κλαδεύουν ασθενή δέντρα και στη συνέχεια υγιή με τα ίδια κλαδευτικά

εργαλεία με αποτέλεσμα να μεταδίδουν την ασθένεια σε όλο το κτήμα. Έχουν παρατηρηθεί περιποιημένα κτήματα με προσβολή 50-80% του μύκητα και άλλα εγκαταλελειμμένα με ελάχιστη ασθένεια. Πληγώνουν άσκοπα τα δέντρα. Έχουν παρατηρηθεί «σκαλοπάτια» σε μεγάλα δέντρα, στα οποία όταν έφτασε η ασθένεια στην περιοχή, μετατράπηκαν σε εστίες εισόδου του μύκητα. Συνεχίζουν να πραγματοποιούν εμβολιασμούς (κεντρώματα) στα κτήματα. Είναι βέβαιο ότι όταν υπάρχει έλκος στην περιοχή, ο εμβολιασμός είναι καταδικασμένος σε αποτυχία. Διατηρούν τα κτήματά τους έντονα προσβεβλημένα, ημίνεκρα δέντρα με αποτέλεσμα να διατηρούν και υψηλό μολυσματικό δυναμικό.

Όσον αφορά την αντιμετώπιση του έλκους προτείνεται: απολύμανση κλαδευτικών εργαλείων για τον περιορισμό της μετάδοσης της ασθένειας σε υγιή δέντρα, χρήση ουσιών για την επικάλυψη τομών κατά το κλάδεμα, αποφυγή άσκοπων τραυματισμών στα δέντρα καθώς και αποφυγή εμβολιασμών σε περιοχές που έχει εμφανιστεί η ασθένεια (προτείνεται η προμήθεια και εγκατάσταση έτοιμων εμβολιασμένων δενδρυλλίων). Τέλος οι παραγωγοί θα πρέπει να προβαίνουν σε εξυγιαντικές αφαιρέσεις ασθενών δέντρων συμβάλλοντας έτσι στη στασιμότητα της ασθένειας (Διαμαντής, 2002).

Σύμφωνα με το Εργαστήριο Δασικής Παθολογίας του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών, μπορεί να πραγματοποιηθεί και βιολογική καταπολέμηση του *Endothia parasitica* με εμβολιασμό των ελκών με υπομολυσματικά στελέχη του μύκητα (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009).

Το 1964, όταν η ένταση της επιδημίας άρχισε να μειώνεται, ο Γάλλος μυκητολόγος Grente, απομόνωσε από τα ιδιόμορφα αυτά έλκη ένα μύκητα που είχε διαφορετική μορφή στην καλλιέργεια από το γνωστό παθογόνο. Μακροχρόνιες έρευνες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ένας κυτταροπλασματικός ιός, με διπλή αλυσίδα RNA (dsRNA) άλλαζε την εμφάνιση του μύκητα στην καλλιέργεια (λευκό χρώμα αντί πορτοκαλί που παρουσίαζε ο παθογόνος μύκητας και λιγότερη καρποφορία) και προκαλούσε μείωση της παθογόνου ικανότητας του (Heiniger and Rigling, 1994). Ο ιός αυτός εντάχθηκε στο γένος *Hypovirus* της οικογένειας *Hypoviridae* και πήρε το όνομα *Cryphonectria hypovirus* CHV1 (Hillman et al., 1995). Επιπλέον ανακάλυψαν ότι αυτός ο dsRNA ιός είναι δυνατόν να μεταφερθεί

από υπομολυσματικά στελέχη του μύκητα που τον περιέχουν σε μολυσματικά στελέχη και να τα καταστήσει και αυτά υπομολυσματικά, με την προϋπόθεση τα στελέχη αυτά να ανήκουν στον ίδιο τύπο βλαστικής συμβατότητας έτσι ώστε τα μυκήλια τους όταν έρθουν σε επαφή να αναστομώνονται οι υφές τους (Anagnostakis, 1983). Η παρατήρηση αυτή ακριβώς αποτελεί και τη βάση για τη βιολογική καταπολέμηση της ασθένειας. Έτσι, στη Γαλλία και την Ιταλία, και αργότερα στην Ελλάδα, άρχισε να εφαρμόζεται πρόγραμμα βιολογικής καταπολέμησης της ασθένειας, το οποίο συνίστατο στην τεχνητή μόλυνση 5-20 δέντρων/ha με εμβόλια των υπομολυσματικών στελεχών του μύκητα. Σημαντικό γεγονός αποτέλεσε η φυσική εξάπλωση των υπομολυσματικών στελεχών μετά τις μολύνσεις, με αποτέλεσμα σήμερα να αναφέρεται έλεγχος της ασθένειας του έλκους και ανάκαμψη στην καλλιέργεια της ευρωπαϊκής καστανιάς (Grente and Bertheley-Sauret, 1978, Calza, 1993).

Η προέλευση του ιού CHV1 είναι ακόμη άγνωστη. Το dsRNA του ιού που συνδέεται με τη μειωμένη παθογόνο ικανότητα συγγενεύει περισσότερο με φυτικούς ιούς παρά με το dsRNA των γνωστών μυκητοϊών. Πάντως είναι πιθανόν στελέχη του μύκητα *C. parasitica* με ιό CHV1 να έχουν εισαχθεί από την Ασία μαζί με τα μολυσματικά, καθόσον τέτοια στελέχη εντοπίστηκαν στην Κίνα όπου ο μύκητας θεωρείται ενδημικός (Peever et al., 1998).

Η ασθένεια του έλκους της καστανιάς διαγνώστηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα, στη Ζαγορά του Πηλίου το 1963 (Μπίρης, 1964). Στην συνέχεια εντοπίστηκε στο Μεσολόγγι (Άνω Κεράσοβο) (Ξενόπουλος, 1988), στη Μεγαλόχαρη Άρτας το 1988 και στο Άγιο Όρος (Διαμαντής, 1989).

Η ένταση και η έκταση της ζημιάς ποικίλει από περιοχή σε περιοχή. Μεγάλο ρόλο στην εξάπλωση φαίνεται να παίζουν οι καλλιεργητικοί χειρισμοί. Τα περισσότερα έλκη εντοπίζονται σε τομές κλαδέματος, σε διχάλες, σε πληγές κορμών από τα μηχανήματα και στα σημεία εμβολιασμού. Στα πρεμνοφυή δάση, τα έλκη εμφανίζονται στη βάση των νεαρών πρεμνοβλαστημάτων όταν δεν γίνεται επιμελής σύρριζα κοπή των δέντρων. Σημαντικό ρόλο στην εξάπλωση της ασθένειας σε μεγάλες αποστάσεις και την εγκατάσταση σε νέες περιοχές φαίνεται να παίζει εκτός από τους φυσικούς εχθρούς, η μετακίνηση φυτευτικού υλικού και πολλές φορές και

έμφλοιας ξυλείας καστανιάς. Μετά την πρώτη καταγραφή της ασθένειας στο Πήλιο το 1963 το Υπουργείο Γεωργίας εξέδωσε διάταξη απαγόρευσης για τη μετακίνηση έμφλοιας ξυλείας από την περιοχή του Πηλίου προς άλλες περιοχές της χώρας. Η εμπορία ξυλείας επιτρεπόταν μόνο εφόσον τα προϊόντα ξύλου αποφλοιώνονταν πριν από τη μετακίνησή τους. Όμως δεν διακόπηκε η μεταφορά πολλαπλασιαστικού υλικού. Επειδή το Πήλιο αποτελούσε πάντα το κέντρο της καστανοκαλλιέργειας στην Ελλάδα και η τοπική προέλευση «κάστανα Πηλίου» ήταν ιδιαίτερα γνωστή πανελλήνια είναι πιθανόν πολλαπλασιαστικό υλικό (εμβόλια) να μετέφεραν την ασθένεια σε καστανεώνες άλλων περιοχών (Περλέρου κ.ά., 2002). Στην περιοχή του Πηλίου εντοπίστηκε για πρώτη φορά και η ιωμένη υπομολυσματική μορφή του μύκητα. Το 1988 αναφέρεται μία απομόνωση από επουλωμένο επιφανειακό έλκος στην περιοχή του Νεοχωρίου. Τα αποτελέσματα της μέχρι τώρα έρευνας δείχνουν ότι σήμερα υπομολυσματικά στελέχη του μύκητα υπάρχουν σε όλη την περιοχή της καστανιάς στο Πήλιο, από το Πουρί και τη Ζαγορά μέχρι τις Μηλίες και το Νεοχώρι, πράγμα που δείχνει την επέκτασή της με φυσικούς μηχανισμούς. Η ασθένεια φαίνεται να μην αποτελεί πλέον απειλή για την περιοχή. Υπομολυσματικά στελέχη του μύκητα και επουλωμένα έλκη εντοπίστηκαν και σε άλλες περιοχές όπως στα πρεμνοφυή δάση του Ν. Ιωαννίνων και του Ν. Αιτωλοακαρνανίας. Αντίθετα δεν έχουν εντοπιστεί ακόμα σε κύριες καστανοπαραγωγικές περιοχές όπως η περιοχή του Πάρνωνα, του Πάικου και της Όσσας. Σε όλες τις περιοχές που καταγράφηκε η ασθένεια του έλκους έγιναν δειγματοληψίες και προσδιορίστηκαν οι τύποι βλαστικής συμβατότητας του μύκητα. Συνολικά αναγνωρίστηκαν τέσσερις τύποι σε όλη την Ελλάδα και μελετήθηκε η κατανομή τους σε κάθε περιοχή (Περλέρου, 2002).

Για τη βιολογική καταπολέμηση του έλκους της καστανιάς, εκπονήθηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα από το Εργαστήριο Δασικής Παθολογίας του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών, στο οποίο επιλέχθηκαν δύο περιοχές που είχαν το πρόβλημα της ασθένειας, το Άγιο Όρος με πρεμνοφυή καστανοδάση, και οι καστανεώνες του Πάρνωνα. Μολυσματικά στελέχη της κάθε περιοχής, μετατράπηκαν σε υπομολυσματικά στο εργαστήριο με τη μεταφορά του ιού CHV1 από δοκιμασμένα υπομολυσματικά στελέχη του ίδιου τύπου βλαστικής συμβατότητας. Με τη μετατροπή των τοπικών στελεχών σε κάθε περιοχή αποφεύγεται η εισαγωγή στην περιοχή νέου γενετικού υλικού του μύκητα. Στη συνέχεια ο ιωμένος πλέον μύκητας

καλλιεργείται και το μολύσμα τοποθετείται περιμετρικά του έλκους. Μετά την επιτυχή εγκατάσταση του μολύσματος σταματά η εξέλιξη του έλκους και το δέντρο δημιουργεί επουλωτικό ιστό στο σημείο της προσβολής.

Σκοπός της τοποθέτησης των εμβολίων δεν είναι ο χειρισμός όλων των ελκών μιας περιοχής αλλά η εγκατάσταση των υπομολυσματικών στελεχών του μύκητα στις περιοχές που δεν έχουν εντοπιστεί όπως είναι οι περιοχές με καστανέωνες και η πύκνωση του πληθυσμού τους σε περιοχές που εμφανίζεται σε πολύ μικρά ποσοστά.

Τα πρώτα αποτελέσματα της εφαρμογής της βιολογικής καταπολέμησης του έλκους της καστανιάς στην Ελλάδα ήταν ενθαρρυντικά και με βάση αυτά ξεκίνησε μια προσπάθεια εφαρμογής του προγράμματος σε πολλές περιοχές της Ελλάδας.

2.1.17.2. Η μελάνωση της καστανιάς

Η ασθένεια της μελάνωσης των ριζών συνεχίζει να προκαλεί πονοκέφαλο στους επιστήμονες διεθνώς, ενώ σημαντική απώλεια καρπών (περίπου 20% της παραγωγής) παρατηρείται και από την προσβολή από τα καρποφάγα έντομα καρπόκαψα και βαλάνινος (Διαμαντής, 2002).

Οι φυτόφθορες ενδημούν στα υγρά και κακώς αεριζόμενα εδάφη. Για τον λόγο αυτό η καστανιά αναπτύσσεται ακόμη και σε πολύ φτωχά εδάφη αρκεί να στραγγίζουν καλά και να μπορεί το ριζικό σύστημα να αναπτύσσεται ανεμπόδιστα (Βασιλακάκης, 2007).

Η μελάνωση είναι ασθένεια των ριζών η οποία παρουσιάζεται με μία σειρά συμπτωμάτων όπως η προοδευτική ξήρανση τμημάτων του δέντρου (φύλλα, βλαστοί), η ημιπληγία ή και η αποπληξία. Το τυπικό σύμπτωμά της είναι η παρουσία νεκρώσεων στη βάση του κορμού και στο λαϊμό του δέντρου, με ακανόνιστο σχήμα και με εκροή μελανού υγρού (λόγω της οξειδωσης των τανινών με το σίδηρο), και γι' αυτό αποκαλείται μελάνωση. Παρατηρείται δέντρα τα οποία είναι προσβεβλημένα με το μύκητα να συγκρατούν τα αχάινια προσκολλημένα στα κλαδιά κατά τη διάρκεια του χειμώνα και, όταν ξεραθούν οι περισσότερες από τις κύριες ρίζες, τα φύλλα της κόμης μαραίνονται και συστρέφονται. Αν η προσβολή είναι γρήγορη τότε τα δέντρα παθαίνουν αποπληξία, και τα φύλλα παραμένουν στο δέντρο ξηραμένα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αν όμως η προσβολή προχωρεί αργά, τότε τα συμπτώματα στην

κόμη του δέντρου εκδηλώνονται με κιτρίνισμα των φύλλων και αποξήρανση μερικών μόνο κλαδιών που τροφοδοτούνται από την προσβληθείσα ρίζα. Αποτέλεσμα της προσβολής είναι η καταστροφή των ριζών και επομένως η ξήρανση κλάδων ή ολόκληρου του δέντρου.

Τα μολύσματα αυτής της ασθένειας εμφανίζονται κυρίως σε βαριά αργιλώδη εδάφη που έχουν περίσσεια υγρασίας και που είναι ξηρά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Γενικά, η υγρασία του εδάφους, η μικρή περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία και η εκτός ζώνης εξάπλωση της καλλιέργειας της καστανιάς αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την ανάπτυξη και εξάπλωση της ασθένειας της μελάνωσης. Η ασθένεια αυτή έχει καταστρέψει όλα τα δάση με καστανιά της Αμερικής και έχει προκαλέσει σοβαρές ζημιές σε πολλές χώρες της Ευρώπης και κυρίως στην Ιταλία, Γαλλία, Ισπανία και Πορτογαλία. Η ασθένεια στην Ελλάδα προκαλείται από τον μύκητα *P. cambivora*, ο οποίος μέσω της μετακίνησης του με το επιφανειακό νερό, προσβάλλει ρίζες, λαιμό και βάση κορμού εισχωρώντας κυρίως από πληγές που προκαλούνται από μηχανικά αίτια. Η αντιμετώπιση μπορεί να είναι προληπτική με αποφυγή άρδευσης με κατάκλιση και αυλάκια, περιορισμό εργασιών που δημιουργούν πληγές στο ριζικό σύστημα και χρήση ανθεκτικών υποκειμένων. Σε περίπτωση εγκατάστασης του παθογόνου στον αγρό, πλέον υπάρχουν χημικά σκευάσματα τα οποία έχουν διασυστηματική δράση σε σχέση με το παρελθόν που δεν υπήρχαν, δηλαδή σκευάσματα τα οποία από το φύλλωμα εισέρχονται μέσα στο φυτό και φτάνουν μέχρι και τις ρίζες, καταπολεμώντας το παθογόνο και αυξάνοντας την ανθεκτικότητα του ίδιου του φυτού έναντι της ασθένειας. Επίσης, προτείνεται έκθεση των προσβεβλημένων τμημάτων στο φως και η επάλειψη αυτών με πάστα θειϊκού χαλκού 10%, λίπανση με αμμωνιακό άζωτο που καταστρέφει τα ζωοσπόρια, ριζοπότισμα και ψεκασμός με φωσφονικές ενώσεις (εμπορικό όνομα διασυστηματικού μυκητοκτόνου Alliette). Όπως και χρησιμοποίηση διαφόρων ανταγωνιστικών μυκήτων (π.χ. διάφορα είδη ενδότροφων μυκόρριζων). Η κυριότερη μέθοδος όμως αντιμετώπισης της ασθένειας είναι η προληπτική, δηλαδή η χρήση ανθεκτικών υβριδίων καστανιάς, τα οποία προέρχονται από διασταύρωση Ιαπωνικής με Ευρωπαϊκή καστανιά (*C. crenata* * *C. sativa*), συνδυάζοντας έτσι το χαρακτηριστικό της ανθεκτικότητας στη μελάνωση από την ιαπωνική με τα ποιοτικά

χαρακτηριστικά του καρπού από την ευρωπαϊκή, και την καλή προσαρμογή στις ξηροθερμικές συνθήκες της χώρας μας.

2.1.17.3. Άλλες ασθένειες και εχθροί

Υπάρχουν και άλλοι μύκητες όπως *Phomopsis* ή μουμιοποίηση των καρπών, κορύνεο, σκληρωτινίαση, ωίδιο, καρκινώματα, σηψιρριζία από τον μύκητα *Armillaria mellea*, και *Botrytis* που κάνουν ζημιά στον καρπό και στο φύλλωμα καθώς και έντομα που προσβάλλουν το ξύλο ή τους καρπούς.

Έντομα που προκαλούν ζημιά στο δένδρο είναι ο *Xyleborus dispar*, που προσβάλλει το ξύλο, η *Cydia splendana* (καρπόκαψα), το ρόδινο σκουλήκι (*Cydia fagiglandana*), το κόκκινο σκουλήκι (*Cydia amplana*), ο σκώρος (*Pammene fasciana*) και από τα κολεόπτερα το *Curculio elephas* (βαλάνινος) που προσβάλλουν τον καρπό (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009).

Εάν πρόκειται για εμπορική και εντατική καλλιέργεια καστανιάς, τότε απαιτείται συστηματικό πρόγραμμα ψεκασμών, καθώς, και αν είναι εφικτό, συλλογή και απομάκρυνση των προσβεβλημένων καρπών, ειδάλλως τα δέντρα βρίσκονται στο έλεος των εχθρών και των ασθενειών που την προσβάλλουν. Εάν δεν εφαρμόζεται πρόγραμμα ψεκασμών, τότε θα πρέπει να συλλέγονται χωριστά οι καρποί οι οποίοι δεν έχουν προσβληθεί από έντομα και μύκητες και χωριστά οι προσβεβλημένοι καρποί (Βασιλακάκης, 2007).

Να σημειωθεί ότι οι απώλειες παραγωγής από εχθρούς υπολογίζεται στο 20% της συνολικής πανελλήνιας παραγωγής ετησίως ή αλλιώς 3.000 τόνοι και αν αυτή η παραγωγή αναχθεί σε κόστος αγγίζει το ποσό των 4.500.000-6.000.000 ευρώ/έτος, αναλόγως της τιμής πώλησης που είναι 1,5-2 ευρώ/κιλό κατά μέσο όρο.

2.1.18. Ποικιλίες

Οι ποικιλίες της καστανιάς μπορούν να διαιρεθούν σε δύο βασικές ομάδες. Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται οι ποικιλίες των οποίων ο καρπός αποτελείται από περισσότερα του ενός σπέρματα σαφώς διαχωριζόμενα μεταξύ τους, με χρώμα βαθύ καστανό, και κάθε σπέρμα, που φέρει πολλές βαθιές πτυχές εσωτερικά,

περιβάλλεται από στυφή επιδερμίδα, που εισχωρεί βαθιά σ' αυτές. Στη δεύτερη ομάδα των μαρρονιών περιλαμβάνονται ποικιλίες των οποίων οι καρποί αποτελούνται από ένα μόνο σπέρμα, με κοκκινωπό χρώμα και καστανόχρωμες ραβδώσεις, ενώ το σπέρμα φέρει αβαθείς πτυχές και περιβάλλεται από επιδερμίδα που αποχωρίζεται εύκολα από το σπέρμα. Διεθνώς, και σύμφωνα με την κατάταξη των Bergougnoux έχει επικρατήσει ότι μια ποικιλία ανήκει στα μαρρόνια, όταν παράγει καρπούς με διπλά ή περισσότερα σπέρματα σε ποσοστό κάτω από 12%, ενώ στην ομάδα των καστώνων όταν το μέσο ποσοστό των καρπών της με διπλά ή περισσότερα σπέρματα είναι μεγαλύτερο από 20-25% (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009, Ποντίκης, 1996).

Στην Ελλάδα υπάρχουν 6 σαφείς πληθυσμοί και όχι ποικιλίες καστανιάς, οι οποίοι διακρίνονται μάλλον από τη γεωγραφική τους διασπορά παρά από τις γενετικές τους διαφορές και ανήκουν στο είδος *C. sativa*. Αυτοί είναι οι εξής: Κοζάνης ή Βόιου, Βόλου ή Πηλίου, Καρπενησίου, Πάρωνα, Λέσβου και Κρήτης, ενώ τα εμβόλια-οφθαλμοί που χρησιμοποιούνται για ενοφθαλμισμούς είναι πολλές φορές «από την καστανιά του γείτονα», ειδικότερα στο παρελθόν. Αυτοί οι πληθυσμοί έχουν εγκλιματισθεί και η ποσοτική και ποιοτική τους απόδοση είναι ικανοποιητική. Είναι λυπηρό όμως που οι πληθυσμοί αυτοί δεν έχουν μελετηθεί και αξιολογηθεί επαρκώς και βέβαια δεν έχουν πιστοποιηθεί ώστε σε κάθε περιοχή να δίδεται το άριστο τοπικό γενετικό υλικό. Το ίδιο βέβαια συμβαίνει και με τα πρεμνοφυή δάση καστανιάς, καθώς δεν έχει γίνει κάποια απογραφή και αξιολόγηση του γενετικού υλικού, και ο σπόρος που συλλέγεται και προορίζεται για αναδασώσεις γίνεται χωρίς κανένα επιστημονικό κριτήριο. Νέοι καλλιεργητές καταφεύγουν στην προμήθεια εισαγόμενων γαλλικών ποικιλιών καστανιάς σε υπερβολικά υψηλές τιμές, οι οποίες δεν υπερτερούν σε χαρακτηριστικά των Ελληνικών. Μετά την καταπολέμηση του έλκουσ της καστανιάς και τον έλεγχο της μελάνωσης με φειδωλή άρδευση, δεν υπάρχει κανένας λόγος οι ενδιαφερόμενοι καλλιεργητές να καταφεύγουν σε Γαλλικές ή άλλες ξενόφερτες ποικιλίες με άνοστο καρπό, και οι οποίες διαφημίζονται ως ανθεκτικές σε ασθένειες. Πρόσφατα και μετά από δημοσίευση στην εφημερίδα της κυβερνήσεως, άρχισε η προσπάθεια για την πιστοποίηση του ελληνικού γενετικού υλικού καστανιάς (Διαμαντής, 2010).

2.1.19. Ιαπωνική Καστανιά (*Castanea crenata*)

Γίνεται δέντρο μικρότερου μεγέθους σε σχέση με την ευρωπαϊκή (ύψους 15 μ. περίπου), και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως καλλωπιστικό. Οι αποστάσεις φύτευσης που συνιστώνται είναι 5*5 μ.. Ο εμβολιασμός των δέντρων πρέπει να γίνεται σε υποκείμενα ιαπωνικής προέλευσης λόγω ασυμβατότητας με την ευρωπαϊκή. Τα δέντρα μπαίνουν γρηγορότερα σε καρποφορία (3^ο έτος από το χρόνο φύτευσης) σε σχέση με την ευρωπαϊκή, είναι περισσότερο παραγωγικά και ο καρπός ωριμάζει πρωϊμότερα (νωρίς το Σεπτέμβριο). Είναι περισσότερο ανθεκτική στις ασθένειες που προσβάλλουν τα φύλλα καθώς και στο μύκητα *Endothia parasitica*, απαιτεί όμως γονιμότερα εδάφη, υψηλότερη ατμοσφαιρική υγρασία και γενικότερα είναι απαιτητικό είδος σε σχέση με την ευρωπαϊκή. (Βασιλακάκης, 2007)

Γνωστές ποικιλίες ιαπωνικής προέλευσης είναι οι Tsukuba, Tanzawa, Ginyose. Η ιαπωνική κασταριά εξαιτίας των πλεονεκτημάτων της έναντι της ευρωπαϊκής και ιδιαίτερα η αντοχή της στον μύκητα *Endothia parasitica* έχει χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή υβριδίων. Μερικά από αυτά κυκλοφορούν ως νέες ποικιλίες (Marygoule, Bournette, Vingols, Precoce Migoule, Marsol, Iphara, Marki, Maraval). Η πιο γνωστή ποικιλία από τα υβρίδια είναι η Marygoule με επικονιάστρια τη Maraval.

Τα υβρίδια γίνονται αρκετά μεγάλα δέντρα και συνιστώνται να φυτεύονται σε αποστάσεις 7*7 μ.. Παράγουν από τον 3^ο-4^ο χρόνο καρπούς και συνήθως ωριμάζουν τους καρπούς νωρίτερα από την ευρωπαϊκή. Όπως και η ιαπωνική έτσι και τα υβρίδια της για να παράγουν αρκετούς καρπούς απαιτούν καλές εδαφο-κλιματικές συνθήκες, λίπανση και συστηματικό κλάδεμα. (Βασιλακάκης, 2007)

2.1.20. Αμερικάνικη Καστανιά (*Castanea mollissima*)

Σε δάση γίνεται δέντρο που φθάνει έως και 30 μ. ύψος και διάμετρο κορμού 1-1,2 μ., ενώ στα ανοιχτά γίνεται χαμηλότερο δέντρο και περισσότερο ανοιχτόκλαδο. Η κασταριά αυτού του είδους έχει σχεδόν εξαφανιστεί εξαιτίας της ευπάθειας της στο μύκητα *Endothia parasitica* (Βασιλακάκης, 2007).

2.1.21. Επιλογή ποικιλίας

Η επιλογή ποικιλίας για την εγκατάσταση μιας εμπορικής καλλιέργειας με καστανιές πρέπει να ακολουθεί συγκεκριμένα κριτήρια:

- Προσαρμοστικότητα ποικιλίας στο μικροκλίμα (εδαφο-κλιματικές συνθήκες της περιοχής).
- Ο εμπορικός προσανατολισμός του παραγόμενου προϊόντος. Για νωπή κατανάλωση προτιμώνται πρώιμες και μεγαλόκαρπες ποικιλίες. Για τη μεταποίηση χρησιμοποιούνται και οι μικρόκαρπες εξίσου καλά.
- Η ύπαρξη των ασθενειών της μελάνωσης και του έλκους στην ευρύτερη περιοχή.
- Η απουσία αξιολόγησης του εγχωρίου πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού αλλά και του ξένου δημιουργεί ρίσκο στην εγκατάσταση δενδρώνα με καστανιές, και θα πρέπει να γίνεται με επιστημονική καθοδήγηση ειδικών στην καλλιέργεια της καστανιάς (Βαχαμίδης και Βέμμος, 2009).

2.2. Φυσιολογία καστανιάς κατά τη φωτοσύνθεση

Με τον όρο φωτοσύνθεση, χαρακτηρίζεται η μεταβολή της ακτινοβόλου ενέργειας σε ελεύθερη χημική ενέργεια, η οποία πραγματοποιείται μέσα σε πολλά φυτικά κύτταρα. Η διαδικασία συνδέεται με τη σύνθεση οργανικών μορίων πλούσιων σε υδρογόνο και άνθρακα (π.χ. υδατάνθρακες) από ανόργανα μόρια και CO₂. Θεωρείται ως το σημαντικότερο βιολογικό φαινόμενο στη φύση, καθώς προμηθεύει στους φυτικούς οργανισμούς τον ανθρακικό σκελετό για τα οργανικά μόρια, την ελεύθερη ενέργεια (ως υδρογόνο πλούσιο σε ενέργεια) καθώς και το οξυγόνο που χρησιμοποιείται για την οξείδωση του υδρογόνου κατά την αναπνοή του κυττάρου. Για να εξηγηθεί ο μηχανισμός της φωτοσύνθεσης διατυπώθηκαν κατά καιρούς διάφορες απόψεις από πολλούς ερευνητές. Η όλη διαδικασία πραγματοποιείται με σειρά αλληλοδιαδοχικών φυσικών και χημικών φαινομένων, τα οποία δεν έχουν πλήρως διαλευκανθεί, παρά το γεγονός ότι μεγάλη μερίδα ερευνητών εργάστηκε και εργάζεται με το θέμα αυτό. Τελικός σκοπός των διαδοχικών φυσικοχημικών

φαινομένων είναι η αναγωγή του CO₂ προς τη θεμελιώδη ομάδα δομής των υδατανθράκων (H-C-OH) με υδρογόνο, που ελευθερώνεται από τη φωτόλυση του νερού. Μεγάλο μέρος των αντιδράσεων αυτών είναι ανεξάρτητο του φωτός, δηλαδή μπορούν να συμβούν τόσο παρουσία φωτός όσο και στο σκοτάδι, γι' αυτό και χαρακτηρίζονται σκοτεινές αντιδράσεις σε αντίθεση προς τις φωτεινές αντιδράσεις, στις οποίες είναι απαραίτητη η παρουσία φωτός, ενώ οι σκοτεινές επηρεάζονται σημαντικά από τη θερμοκρασία.

Στη φωτοσύνθεση, το φυτό χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια για να οξειδώσει το νερό, οπότε απελευθερώνεται οξυγόνο, το οποίο προκαλεί την αναγωγή του διοξειδίου του άνθρακα σε οργανικά συστατικά, κατά κύριο λόγο σάκχαρα. Οι σύμπλοκες σειρές αντιδράσεων που αποκορυφώνονται στην αντίδραση του CO₂ περιλαμβάνουν τις αντιδράσεις στα θυλακοειδή (φωτεινές αντιδράσεις) και τις αντιδράσεις ενσωμάτωσης του άνθρακα (σκοτεινές αντιδράσεις). Τα θυλακοειδή είναι εξειδικευμένες εσωτερικές μεμβράνες του χλωροπλάστη. Τα τελικά προϊόντα αυτών των αντιδράσεων στα θυλακοειδή είναι υψηλής ενέργειας χημικές ενώσεις ATP και NADPH, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση των σακχάρων στις αντιδράσεις ενσωμάτωσης του άνθρακα. Αυτές οι διεργασίες σύνθεσης πραγματοποιούνται στο στρώμα των χλωροπλαστών, την υδαρή περιοχή που περιβάλλει τα θυλακοειδή (Τσέκος, 2004).

Το πρωταρχικό βήμα για την μετατροπή της φωτεινής ενέργειας σε χημική είναι η απορρόφηση φωτός, που πραγματοποιείται από τις χρωστικές των χλωροπλαστών. Όταν λέμε χρωστική εννοούμε κάθε ουσία, που απορροφά ορατό φως και η οποία φυσικά δεν μπορεί να κάνει καμιά φωτοχημική αντίδραση χωρίς ν' απορροφήσει φως. Κατά συνέπεια οι χρωστικές είναι τα πιο σημαντικά συστατικά της φωτοσύνθεσης. Ο πλέον ενεργός φωτοσυνθετικός ιστός στα ανώτερα φυτά είναι ο ιστός του μεσόφυλλου, ο οποίος αποτελείται από δύο επιμέρους ιστούς, το δρυφακτοειδές παρέγχυμα και το σπογγώδες παρέγχυμα. Τα κύτταρα του μεσόφυλλου έχουν πολλούς χλωροπλάστες, οι οποίοι περιέχουν τις εξειδικευμένες πράσινες χρωστικές, τις χλωροφύλλες, οι οποίες είναι οι ουσίες που απορροφούν κάθε ορατό φως. Εκτός από τις χλωροφύλλες υπάρχουν και οι δευτερεύουσες συμπληρωματικές χρωστικές, τα καροτενοειδή και οι φυκοβιλίνες. Πέρα από αυτές, έχουν βρεθεί στους χλωροπλάστες και άλλες χρωστικές όπως η φλαβοπρωτεΐνη, η

πλαστοκυανίνη, τα κυτοχρώματα, η φερεδοξίνη και οι κινόνες, οι οποίες όμως κατά πάσα πιθανότητα δε συμμετέχουν άμεσα στη συλλογή του φωτός, αλλά μάλλον στη μεταφορά ηλεκτρονίων (Τσέκος, 2004).

Έτσι, οι χλωροφύλλες είναι τα πιο σημαντικά συστατικά της φωτοσύνθεσης. Υπάρχουν περισσότερα του 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. Η χλωροφύλλη a εμφανίζεται σ' όλους τους φωτοσυνθετικά ευκαρυωτικούς οργανισμούς και στα προκαρυωτικά κυανοβακτήρια, συνδεδεμένη πάντοτε με τα θυλακοειδή. Συγκεκριμένα, το μόριο της χλωροφύλλης a συνδέεται με δομικές πρωτεΐνες (σύμπλοκο χλωροφύλλης-πρωτεΐνης). Είναι ευνόητο ότι η χλωροφύλλη a μπορεί να εκφράσει τη λειτουργική της δράση στη φωτοσύνθεση μόνο μέσα σ' αυτό το σύμπλοκο. Στα περισσότερα ανώτερα φυτά η χλωροφύλλη a βρίσκεται σε ποσότητα 2,5 έως και 3 φορές μεγαλύτερη από την χλωροφύλλη b. Κατά συνέπεια οι χλωροφύλλες a, b και τα καροτενοειδή είναι οι τυπικές χρωστικές των ανώτερων φωτοσυνθετικών οργανισμών. Όλοι όμως οι οργανισμοί αυτοί περιέχουν περισσότερες της μιας χρωστικής, που η κάθε μία από αυτές προσφέρει και μια ειδική λειτουργία.

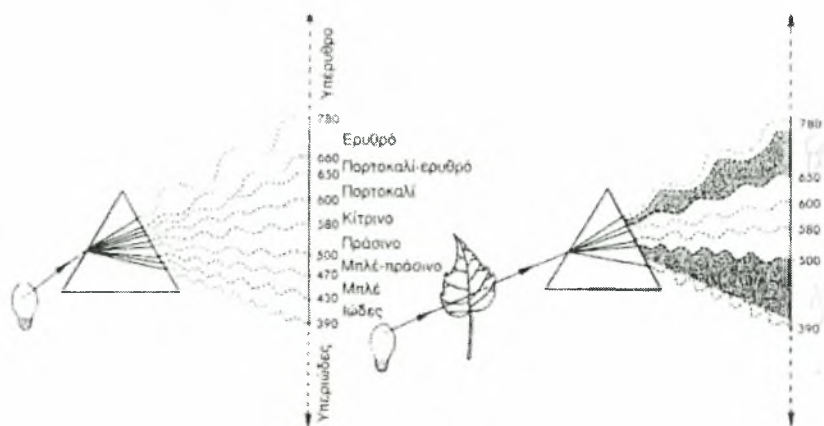
Η χλωροφύλλη b απορροφάει σε διαφορετικό μήκος κύματος φωτός από ότι η χλωροφύλλη a, και έτσι θεωρείται ως μια δευτερεύουσα χρωστική, που βοηθάει στη διεύρυνση του φάσματος απορρόφησης του φωτός κατά τη φωτοσύνθεση. Επίσης μπορεί να λείπει εντελώς από μερικές ομάδες φυκών και άλλες χρωστικές απαντούν σε αυτούς τους οργανισμούς. 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 b, c, και d καθώς και η βακτηριοχλωροφύλλη είναι απλές χημικές παραλλαγές της δομής της χλωροφύλλης a, από την οποία επιπλέον διαφέρουν και ως προς το φάσμα απορρόφησης τους.

Οι δευτερεύουσες χρωστικές, τα καροτενοειδή και τις φυκοβιλίνες, οι οποίες απορροφούν και αυτές ενέργεια για χρήση στη φωτοσύνθεση, συμβάλλουν στην προστασία της χλωροφύλλης από την οξειδωση-φωτοοξειδωση, όταν τα επίπεδα

ακτινοβολίας είναι υψηλά και συνεπώς και του O₂. Τα καροτενοειδή (καροτένια και ξανθοφύλλες) είναι ερυθρές, πορτοκαλί ή κίτρινες λιποδιαλυτές χρωστικές, που βρίσκονται σε όλους τους χλωροπλάστες και τα κυανοβακτήρια, συνδεδεμένες με την χλωροφύλλη a, στις μεμβράνες των θυλακοειδών, και μεταδίδουν το 20-25% της απορροφούμενης ενέργειας στη χλωροφύλλη. Τα β-καροτένια, είναι οι κύριες πηγές της βιταμίνης A, από τις οποίες τροφοδοτείται ο άνθρωπος και τα ζώα, αλλά το χρώμα των καροτενοειδών στα φύλλα καλύπτεται από την πληθώρα των χλωροπλαστών (Καράταγλης, 1994).

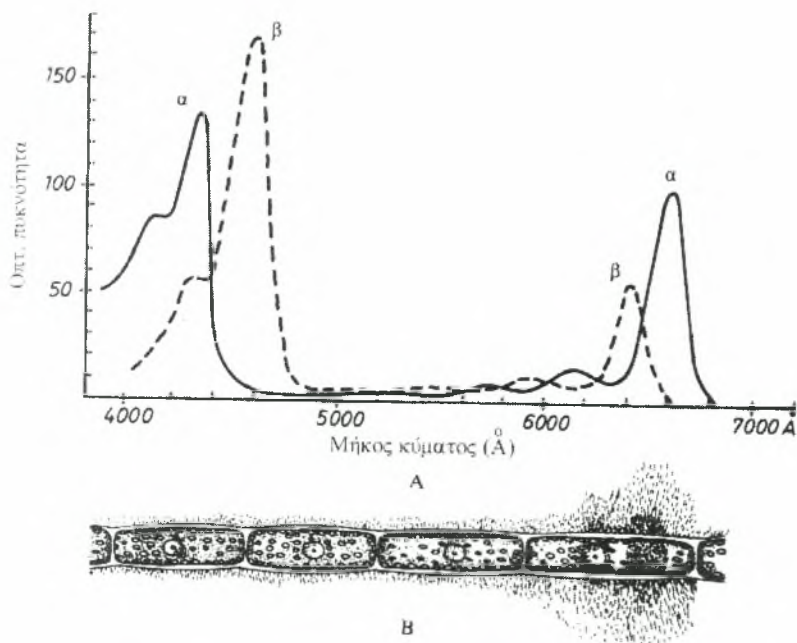
Η χλωροφύλλη, χρωστική στην οποία οφείλεται το πράσινο χρώμα των φύλλων, απορροφά φως στο ερυθρό και στο κυανό τμήμα του φάσματος, αντανακλά όμως το πράσινο φως και γι' αυτό φαίνεται πράσινη. Το πρότυπο απορρόφησης μιας χρωστικής είναι γνωστό ως φάσμα απορρόφησης της χρωστικής αυτής (Εικ. 1, Καράταγλης, 1994).

Αν συγκριθεί η πιο δραστική περιοχή με τις καμπύλες απορρόφησης των χλωροφυλλών που παρατηρούνται στο φασματοφωτόμετρο (Εικ. 2, Τσέκος, 2004), πιστοποιείται ότι αυτή η περιοχή συμπίπτει με τα μέγιστα απορρόφησης των χλωροφυλλών στο ερυθρό. Αντίθετα, η κυανή ακτινοβολία, που επίσης απορροφάται ισχυρά από τις χλωροφύλλες, είναι σχετικά ασθενική. Σ' άλλες όμως περιπτώσεις και το κυανούν φως δείχνει ισχυρότερη δράση.



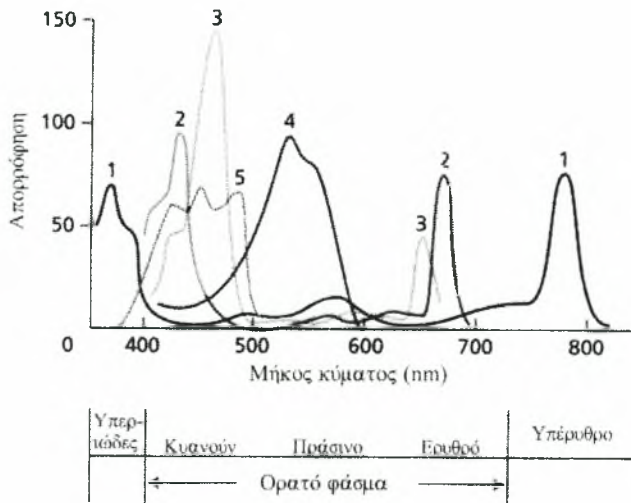
Εικόνα 1: Αριστερά: Δέσμη ορατού φωτός διερχόμενη από πρίσμα όπου αναλύεται σε απλές ακτινοβολίες διαφόρων χρωμάτων, από ιώδες μέχρι ερυθρό. Δεξιά: Αν μεταξύ πηγής και

πρίσματος τοποθετηθεί ένα φύλλο, τότε εμφανίζονται σκοτεινές ζώνες μεταξύ 390-500nm και 650-740nm που σημαίνει ότι η χλωροφύλλη έχει απορροφήσει φως σ' αυτά τα μήκη κύματος.



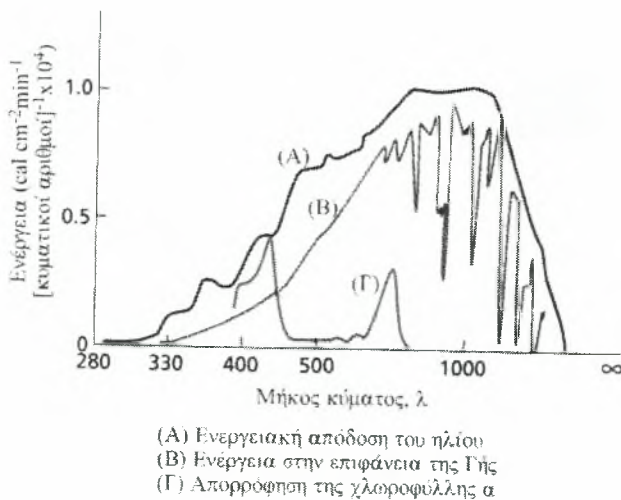
Εικόνα 2: (Α) Φάσματα απορροφήσεως των χλωροφυλλών α και β στον αιθέρα. (Β) Πείραμα του Engelmann. Το φάσμα προβάλλεται πάνω σε νήματα του χλωροφύκου *Oedogonium*. Στην ερυθρή περιοχή του φάσματος παρατηρείται μεγάλη συνάθροιση αερόφιλων βακτηρίων.

Όπως προκύπτει από την Εικόνα 3 (Εικ. 3, Τσέκος, 2004), οι καμπύλες απορροφήσεως των χλωροφυλλών α και β διαφέρουν κατά κύριο λόγο ως προς το ότι στη χλωροφύλλη β τα μέγιστα στην κυανή και στην ερυθρή φασματική περιοχή πλησιάζουν μεταξύ τους. Η ενδιάμεση πράσινη φασματική περιοχή απορροφάται ελάχιστα και από τις δύο χλωροφύλλες, ενώ το πολύ σκοτεινό ερυθρό δεν απορροφάται.



Εικόνα 3: Φάσματα απορρόφησης ορισμένων χρωστικών. (1) Βακτηριοχλωροφύλλη-α, (2) χλωροφύλλη-α, (3) χλωροφύλλη-β, (4) Φυκοερυθροβιλίνη, (5) β-καροτένιο

Έτσι μόνο ορισμένο φως, εμπλουτισμένο στα πράσινα μήκη κύματος (περίπου στα 550 nm) αντανακλάται στα μάτια μας (εικ.4, Τσέκος Ι., 2004). Η απορρόφηση του φωτός αντιπροσωπεύεται από την παρακάτω εξίσωση: $Chl + h\nu \rightarrow Chl^*$, όπου η χλωροφύλλη (Chl) στην πιο χαμηλή κατάσταση ενέργειας απορροφά ένα φωτόνιο (που αντιπροσωπεύεται από $h\nu$) και μεταπίπτει σε μία υψηλότερη κατάσταση ενέργειας (Chl^*).



Εικόνα 4: Το ηλιακό φάσμα και η σχέση του με το φάσμα απορρόφησης της χλωροφύλλης. Η καμπύλη Γ είναι το φάσμα απορρόφησης της χλωροφύλλης α, η οποία απορροφά ισχυρά στο κυανούν (στα 430 nm περίπου) και στο ερυθρό (στα 660 nm περίπου) τμήμα του φάσματος.

Επειδή το πράσινο φως στο μέσον της ορατής περιοχής απορροφάται ασθενικά μόνο, γι' αυτό το λόγο πολύ από αυτό το φως αντανακλάται στα μάτια μας και δίνει στα φυτά το χαρακτηριστικό τους πράσινο χρώμα. (Calvin, 1976)

Βασική προϋπόθεση για την μετατροπή της φωτεινής ενέργειας σε χημική είναι η απορρόφηση φωτός. Στον χλωροπλάστη, η φωτεινή ενέργεια συλλέγεται από δύο διαφορετικές λειτουργικές μονάδες, που ονομάζονται φωτοσυστήματα. Κάθε φωτοσύστημα είναι ένα άθροισμα από 250-400 μόρια χρωστικής. Όλες οι χρωστικές μέσα σ' ένα φωτοσύστημα είναι ικανές να απορροφούν φωτόνια, μόνο όμως ένα ζευγάρι μορίων χλωροφύλλης σε κάθε φωτοσύστημα είναι σε θέση να χρησιμοποιεί την ενέργεια στη φωτοχημική αντίδραση. Αυτό το ειδικό ζευγάρι μορίων της χλωροφύλλης βρίσκεται στο μέσο ενός συστήματος που ονομάζεται κέντρο αντίδρασης του φωτοσυστήματος, ενώ τα άλλα μόρια της χρωστικής ονομάζονται χρωστικές αντένας, επειδή σχηματίζουν ένα δικτύωμα σαν αντένα για τη συλλογή του φωτός.

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε, ότι και τα δύο φωτοσυστήματα έχουν κοινό γνώρισμα, ότι πολλά μόρια χλωροφύλλης συνδυάζονται με δευτερεύουσες συμπληρωματικές χρωστικές για να σχηματίσουν μια μονάδα. Όσον αφορά τη χρωστική του φωτοσυστήματος I είναι γνωστό με βεβαιότητα, και για τη χρωστική του φωτοσυστήματος II με κάποια πιθανότητα, ότι μόνο ένα από τα πολλά μόρια της χλωροφύλλης μπορούν να διεγερθούν από ένα φωτόνιο προσπίπτοντος φωτός.

Τα δύο φωτοσυστήματα συνεργάζονται αρμονικά μεταξύ τους. Πέρα από τη συνεργασία αυτή το φωτοσύστημα I μπορεί να λειτουργήσει και ανεξάρτητα από το φωτοσύστημα II. Στην περίπτωση αυτή τα διεγερμένα μόρια της χλωροφύλλης P_{700} ελευθερώνουν ηλεκτρόνια, τα οποία αντί να ακολουθήσουν την πορεία αποδέκτης $Z \rightarrow$ φερρεδοξίνη \rightarrow ρεδουκτάση του NADP προς τον τελικό αποδέκτη, που είναι το $NADP^+$, επανέρχονται στην οξειδωμένη P_{700} . Η μεταφορά αυτή πραγματοποιείται με τη μεσολάβηση πιθανώς της πλαστοκινόνης, κυτόχρωμα b_6 , κυτόχρωμα f, πλαστοκυανίνη για να καταλήξει στον τελικό αποδέκτη P_{700} . Με την καθοδική αυτή πορεία των ηλεκτρονίων από ψηλότερο σε χαμηλότερο ενεργειακό

επίπεδο, η ενέργεια, που απελευθερώνεται χρησιμοποιείται για τη μετατροπή του ADP σε ATP. Επειδή όμως η διαδικασία αυτή συνδυάζεται με κυκλική ροή ηλεκτρονίων αντίστοιχα ονομάζεται κυκλική φωτοφωσφορυλίωση.

Με τη διαδικασία της κυκλικής ροής των ηλεκτρονίων, όπως είδαμε, σχηματίζεται μόνο ATP, χωρίς να έχουμε διάσπαση του νερού, ούτε απελευθέρωση οξυγόνου, αλλά ούτε και σχηματισμό NADPH₂. Πιθανότατα η κυκλική ροή των ηλεκτρονίων και η κυκλική φωτοφωσφορυλίωση να συμβαίνουν όταν το κύτταρο διαθέτει αναγωγική δύναμη με τη μορφή του NADPH₂, αλλά δεν διαθέτει το επιπλέον ATP που χρειάζεται για άλλες μεταβολικές του ανάγκες. Συνεπώς ο χλωροπλάστης μπορεί να προσαρμόζεται σε εναλλασσόμενες συνθήκες, μεταβάλλοντας την αναλογία της κυκλικής και μη κυκλικής ροής των ηλεκτρονίων.

Η ενέργεια, που παράγεται με μορφή ATP και NADPH + H⁺ από τις φωτεινές αντιδράσεις, χρησιμοποιείται στη συνέχεια για την αναγωγή του άνθρακα από τις σκοτεινές αντιδράσεις, που περιλαμβάνουν τρία στάδια: την καρβοξυλίωση του αποδέκτη του CO₂, την αναγωγή των καρβοξυλικών οξέων σε αλδεϋδική μορφή και την αναγέννηση του αποδέκτη του CO₂ από την 3-φωσφορική γλυκεριναλδεϋδη, για να επαναληφθεί κυκλικά το φαινόμενο (κύκλος Calvin) (Καράταγλης, 1994).

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε ορεινό αγρό, ιδιόκτητο, στην τοποθεσία Παλιάμπελα-Γκούτζιμπος στη Μελιβοία Λάρισας του δήμου Αγιάς, 50 χιλιόμετρα περίπου από τη Λάρισα, στους ανατολικούς πρόποδες του Κισσάβου, σε υψόμετρο 400 μ. περίπου από τη θάλασσα, με υψομετρικές διαφορές εντός του αγρού έως 10 μ. περίπου, και ολική έκταση αγρού 6 στρέμματα περίπου. Δοκιμάστηκαν δέντρα μίας ποικιλίας-πληθυσμού καστανιάς, η Βολιώτικη (Πηλίου). Το έδαφος είναι αμμοπηλώδες (Sandy loam-SL) και συγκεκριμένα 54% Άμμο, 9% Άργιλλο και 37% Ιλύ, με pH=5,4, μετρίως εφοδιασμένο με οργανική ουσία 1,1%, απουσία ανθρακικού ασβεστίου 0%, μετρίως εφοδιασμένο σε Φώσφορο 12 mg/kg και Κάλιο 83 mg/kg σύμφωνα με εδαφολογική ανάλυση που έγινε στις 17/3/2010 και περίπου 8% κλίση προς την ανατολή. Η άρδευση γινόταν με 1 ή 2 χαμηλής πίεσης μικροεκτοξευτήρες ανά δέντρο αναλόγως την ανάπτυξη του κάθε δέντρου. Κάθε μικροεκτοξευτήρας εφαρμόζει περίπου 100 L h⁻¹ νερού. Η άρδευση γινόταν κάθε 13 μέρες από ομαδική γεώτρηση παραγωγών για 9-10 ώρες στο συγκεκριμένο αγρό.

Χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα 9 δέντρα καστανιάς ηλικίας 9 και 10 ετών. Τα δέντρα είναι φυτεμένα στα 6 m * 6 m και κλαδεύονται κάθε δύο έτη για διατήρηση του σχήματος-κλάδεμα καρποφορίας. Η λίπανση του παρόντος αγρού γίνεται κάθε δύο έτη. Ο έλεγχος της βλάστησης του εδάφους γίνεται με μηχανική κοπή ζιζανίων τόσο μεταξύ των γραμμών-χρήση καταστροφέα, όσο και επί των γραμμών-χρήση χλοοκοπτικών. Επίσης γίνονται 3 ψεκασμοί με εντομοκτόνα εναντίον της καρπόκαψας του καστανού *Laspeyresia splendana* και *Laspeyresia fagiglandana* και τον βαλάνινο της καστανιάς *Curculio elephas* από Ιούνιο έως Αύγουστο (ένας ψεκασμός κάθε μήνα), και 2 ή 3 ψεκασμοί τους ίδιους μήνες με προστατευτικό μυκητοκτόνο Dithane M-45. Τα κάστανα του παρόντος αγρού συγκομίζονται με τον παραδοσιακό τρόπο-με το χέρι, από το έδαφος, και προορίζονται για νωπή κατανάλωση, ύστερα από αποθήκευση σε ψυκτικό θάλαμο, διαλογή βάσει μεγέθους καρπού και τυποποίηση σε μικρή συσκευασία.

Τόσο στον παρόντα αγρό όσο και στην ευρύτερη περιοχή του Κισσάβου έχουν πραγματοποιηθεί ειδικοί εμβολιασμοί παραγωγικών δέντρων καστανιάς από κλιμάκιο

του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.) κυρίως την άνοιξη και το καλοκαίρι (από 15 Μαΐου-τέλη Ιουλίου) για 3 χρόνια (2007-2009), εμβολιάζοντας διαφορετικά δέντρα την κάθε χρονιά και σηματοδοτώντας αυτά με κορδέλα διαφορετικού χρώματος κάθε φορά (κόκκινη, κίτρινη και μπλε). Οι εμβολιασμοί αυτοί έγιναν σε τυχαία δέντρα και όχι σε όλα, τα οποία εμφάνιζαν έλκος στον λαιμό του υποκειμένου, και τα εμβόλια περιείχαν ιό του γένους *Hyronivirus* με διπλή περιέλιξη RNA (ds-RNA), αντιμετωπίζοντας έτσι βιολογικά την ασθένεια του έλκους. Η εφαρμογή της βιολογικής καταπολέμησης του έλκους γίνεται με την περιμετρική τοποθέτηση στα έλκη μυκητικής πάστας (μυκητικού εμβολίου) η οποία περιέχει τον ιό σε 2-3 δέντρα/στρέμμα/χρόνο. Ο ιός αυτός στη συνέχεια προσβάλλει τον παθογόνο μύκητα και τον καθιστά υποπαθογόνο διασπείροντας έτσι τον ιό με φυσικούς μηχανισμούς και με αποτέλεσμα τη συνολική ύφεση της ασθένειας. Τέλος, τα εμβόλια αυτά δεν κυκλοφορούν στο εμπόριο, τουλάχιστον στην Ελλάδα, και παρασκευάζονται από το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., το οποίο είναι και υπεύθυνο για τους εμβολιασμούς σε όλη τη χώρα. Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι τα κλιμάκια που εκτελούν τους εμβολιασμούς έχουν εντολή να απλώσουν τον ιό κατά το δυνατόν ομοιόμορφα στην ευρύτερη περιοχή σύμφωνα με τους χάρτες της μελέτης και όχι να καταπολεμηθεί η ασθένεια σε μεμονωμένους αγρούς. Τέλος θα πρέπει να τονιστεί ότι αυτή η μέθοδος αντιμετώπισης της ασθένειας είναι βιολογική, και επομένως τα αποτελέσματα θα αρχίσουν να είναι ορατά μετά από 1-2 χρόνια από την επέμβαση.

Τρία δέντρα ήταν οι πειραματικές μονάδες – επαναλήψεις ανά μεταχείριση. Στο πείραμα μας είχαμε 3 μεταχειρίσεις, οπότε το σύνολο των επαναλήψεων ήταν 9 δέντρα. Οι μεταχειρίσεις ήταν οι ακόλουθες:

1) Δέντρα εμβολιασμένα με έλκος (ΕΕ), όπου τα τρία επιλεγμένα δέντρα ήταν ασθενή, είχαν δηλαδή έλκος, και είχαν εμβολιαστεί από το ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. και είχαν χρωματιστή κορδέλα.

2) Δέντρα μη εμβολιασμένα με έλκος (ΜΕ), όπου τα τρία επιλεγμένα δέντρα εμφάνιζαν έλκος, αλλά δεν είχαν εμβολιαστεί και επομένως δεν είχαν σηματοδοτηθεί με χρωματιστή κορδέλα.

3) Δέντρα υγιή (ΔΥ), όπου τα τρία επιλεγμένα δέντρα ήταν υγιή, ή τουλάχιστον

φαίνονταν υγιή, δεν είχαν έλκη, δεν είχαν εμβολιαστεί και δεν είχαν σηματοδοτηθεί με χρωματιστή κορδέλα.

3.1. Φυσιολογία φύλλων

3.1.1. Μετρήσεις ξηράς ουσίας, ειδικού βάρους και χλωροφύλλης

Μια φορά το μήνα από τον Ιούνιο ως τον Οκτώβριο και εκτός του Σεπτεμβρίου (2/6/09, 1/7/09, 11/8/09 και 19/10/09 (μετά τη συγκομιδή των καρπών), από κάθε δέντρο συλλέγονταν πέντε φύλλα υγιή και καλοαναπτυγμένα. Χρησιμοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση. Τα φύλλα επιλέγονταν από βλαστούς του προηγούμενου έτους από την εξωτερική περιφέρεια της κόμης του δέντρου-φωτιζόμενα φύλλα. Τα επιλεγμένα φύλλα κάθε επανάληψης μεταφέρονταν στο εργαστήριο σε πλαστικές σακούλες όπου και γίνονταν οι ακόλουθες μετρήσεις: συγκέντρωση χλωροφύλλης, ξηράς ουσίας και ειδικό βάρος. Η ανάλυση γίνονταν την επόμενη μέρα και γι' αυτό το λόγο αποθηκεύονταν στο ψυγείο. Πιο αναλυτικά:

3.1.1.1. Υπολογισμός της ξηράς ουσίας και του ειδικού βάρους φύλλου

Για τον υπολογισμό του ποσοστού ξηράς ουσίας των φύλλων λαμβάνονταν πέντε δίσκοι ελάσματος φύλλου από τα πέντε φύλλα της δειγματοληψίας με διακορευτή διαμέτρου 9 mm, τοποθετούνταν σε προζυγισμένο Petri και ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας 4 δεκαδικών, ξηραίνονταν σε ξηραντήρα-φούρνο στους 80 °C μέχρι οι δίσκοι με απλή πίεση να θρυμματίζονται (περίπου 24 ώρες) και επαναζυγίζονταν. Κατόπιν υπολογίζονταν το % ξηράς ουσίας φύλλων κάθε επανάληψης. Επιπλέον υπολογίστηκε το ειδικό βάρος φύλλου (Specific Leaf Weight, SLW) ως γραμμάρια ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου.

3.1.1.2. Μέθοδος υπολογισμού χλωροφύλλης

Για τον υπολογισμό της χλωροφύλλης ακολουθήθηκε η αναλυτική φασματοφωτομετρική μέθοδος που περιγράφεται από τους Wintermans and Motts (1965). Πέντε δίσκοι αφαιρέθηκαν με τον ίδιο τρόπο όπως ανωτέρω και στη συνέχεια τεμαχίστηκαν στα δύο ώστε να πάρουμε τη μισή επιφάνεια από κάθε δίσκο, ζυγίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε δοκιμαστικούς σωλήνες με βιδωτό καπάκι-screw top, που περιείχαν 15 mL αιθανόλης 95%. Με βιδωμένα τα πώματα, διατηρήθηκαν σε υδατόλουτρο στους 80 °C μέχρι τα ελάσματα να αποχρωματιστούν πλήρως (περίπου

μιάμιση ώρα). Μετά τον αποχρωματισμό οι σωλήνες αφέθηκαν σε σκοτεινό χώρο για να ψυχθούν. Στη συνέχεια ανακινήθηκαν για καλύτερη ομοιομορφία και μετρήθηκε η απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο (Davo SF3E) στα 665 και 649 nm με τη βοήθεια κρυσταλλικής κυψελίδας. Ακολούθησε ο υπολογισμός της συγκέντρωσης χλωροφύλλης a και b σε $\mu\text{g mL}^{-1}$ αιθανόλης, και σε mg g^{-1} Ξ.Β. φύλλου, της ολικής χλωροφύλλης και του λόγου της χλωροφύλλης a προς τη χλωροφύλλη b με τη βοήθεια των εξισώσεων:

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

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

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

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

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

$$- \text{Λόγος της Chla} / \text{Chlb}$$

Τέλος, υπολογίστηκε η ποσότητα χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου (σε g m^{-2} επιφάνειας φύλλου) με κατάλληλους υπολογισμούς γνωρίζοντας την επιφάνεια των δίσκων ελάσματος που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση της χλωροφύλλης.

3.2. Υπολογισμός Φθορισμού Χλωροφύλλης

Για τις μετρήσεις του φθορισμού χλωροφύλλης χρησιμοποιήθηκε το φορητό όργανο OS-3P (ADC, BioScientific Ltd, Αγγλία). Οι μετρήσεις με το φθορισμόμετρο χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκαν ως εξής: επιλέχθηκαν τρία δένδρα από κάθε μεταχείριση και σε αυτά σημάνθηκαν με χάρτινα καρτελάκια συνολικά 18 υγιή και καλά ανεπτυγμένα φύλλα στην περιφέρεια της κόμης των δέντρων (φωτιζόμενα φύλλα), δύο σε κάθε δένδρο ώστε να μετριοούνται τα ίδια φύλλα κατά τη διάρκεια των πειραμάτων.

Η διαδικασία της μέτρησης περιελάμβανε τοποθέτηση των κλιπ στα σημασμένα φύλλα για 30 λεπτά και μετά λαμβάνονταν η μέτρηση. Το OS-3P μετρά και υπολογίζει αυτόματα τις παρακάτω παραμέτρους:

- F₀: Ελάχιστος φθορισμός (σε αυθαίρετες μονάδες).
- F_m: Μέγιστος φθορισμός (σε αυθαίρετες μονάδες).
- F_{tr}: Τελικός φθορισμός (αυθαίρετες μονάδες).

- $F_v/F_m = (F_m - F_o)/F_m$. Ο λόγος της μεταβολής του φθορισμού προς το μέγιστο φθορισμό

3.2.1. Αρχή λειτουργίας οργάνου

Η φωτοχημική ικανότητα του φωτοσυστήματος II (ΦPSII) αντιπροσωπεύει την ικανότητα του φύλλου για τη διεξαγωγή των φωτεινών αντιδράσεων της φωτοσύνθεσης. Η παράμετρος ΦPSII αποτελεί έναν πολύ ευαίσθητο δείκτη τόσο για τη φωτοσυνθετική ταχύτητα όσο και για τους παράγοντες καταπόνησης που την περιορίζουν. Η μέτρηση της παραπάνω παραμέτρου πραγματοποιείται μέσω του φθορισμού της χλωροφύλλης.

Κάθε φωτόνιο που απορροφάται από τις χλωροφύλλες αντιπροσωπεύει την ενέργεια η οποία θα χρησιμοποιηθεί για τη φωτοσύνθεση. Ωστόσο, για διάφορους λόγους δεν χρησιμοποιείται το σύνολο αυτής της ενέργειας με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια περίσσεια ενέργειας. Η περίσσεια της ενέργειας διοχετεύεται μέσω δύο εναλλακτικών δρόμων: ο πρώτος είναι αυτός της θερμικής απόσβεσης, κυρίως μέσω του κύκλου των ξανθοφυλλών, και ο δεύτερος είναι αυτός του φθορισμού της χλωροφύλλης. Επειδή η συμβολή των παραπάνω τρόπων διοχέτευσης της ενέργειας αλλάζει ανάλογα με τις συνθήκες, η μελέτη των αλλαγών στην ένταση του φθορισμού της χλωροφύλλης παρέχει πληροφορίες για τη σχετική συνεισφορά των άλλων δύο δρόμων διοχέτευσης της ενέργειας δηλαδή αυτών του φωτοχημικού έργου και της θερμικής απόσβεσης. Η πρώτη διαδικασία σχετίζεται άμεσα με τη φωτοσύνθεση, ενώ η δεύτερη έχει σημαντικό φωτοπροστατευτικό ρόλο για τα φυτά.

3.2.2. Διαδικασία μέτρησης

Η φωτεινή πηγή του οργάνου διαμορφώνει τις συνθήκες φωτισμού του δείγματος, ενώ ο ανιχνευτής του καταγράφει τον εκπεμπόμενο φθορισμό. Στην μέτρηση καταγράφουμε τον φθορισμό της χλωροφύλλης των φύλλων και συνεπώς την παράμετρο ΦPSII κάτω από διάφορες εντάσεις φωτός. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι με την αύξηση της έντασης του φωτός παρατηρείται μείωση της παραμέτρου ΦPSII.

Το φαινόμενο αυτό είναι φυσιολογικό και δεν σημαίνει πως η φωτοσυνθετική συσκευή δεν λειτουργεί σωστά. Ωστόσο, μεγάλη πτώση της παραμέτρου ΦPSII υποδηλώνει μικρή ικανότητα του φωτοσυστήματος II να αξιοποιήσει τη συλλεγόμενη ενέργεια για φωτοσύνθεση. Όσο μεγαλύτερη η καταπόνηση, τόσο μεγαλύτερη η πτώση της παραμέτρου ΦPSII.

3.3. Μετρήσεις της χλωροφύλλης με χρήση του χλωροφυλλόμετρου SPAD

Οι μετρήσεις της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκαν και με το φορητό χλωροφυλλόμετρο 2900DL Minolta SPAD 502DL (που ανήκει στο Εργαστήριο Ζαζανιολογίας), το οποίο είναι μία συσκευή φτιαγμένη, σύμφωνα με τον κατασκευαστή της, να δίνει τιμές που σχετίζονται με την περιεκτικότητα του φύλλου σε ολική χλωροφύλλη. Η χλωροφύλλη έχει δύο κορυφές διαπερατότητας στο φάσμα φωτός, η μία κορυφή βρίσκεται στην περιοχή 600-700 nm και η δεύτερη στην περιοχή 400-500 nm, επίσης η χλωροφύλλη έχει σχεδόν μηδενική διαπερατότητα στην περιοχή κοντά στο υπέρυθρο. Το όργανο εκμεταλλευόμενο αυτή την ιδιότητα της χλωροφύλλης μετρά τη διαπερατότητα του φύλλου στην περιοχή του ερυθρού και του υπέρυθρου. Χρησιμοποιώντας τώρα αυτές τις δύο διαπερατότητες το όργανο υπολογίζει το ποσοστό παρουσίας χλωροφύλλης.

Η μέτρηση με τη χρήση του φορητού χλωροφυλλόμετρου SPAD γινόταν ως εξής: επιλέγονταν 5 υγιή και καλά αναπτυγμένα φύλλα από κάθε επανάληψη-δέντρο, και μετρούσαμε εμμέσως την τιμή της χλωροφύλλης από το κάθε φύλλο, και στο τέλος της κάθε επανάληψης λαμβάναμε από το μετρητή τον μέσο όρο της ολικής χλωροφύλλης ανά δέντρο.

3.4 Ποιότητα καρπού

Οι μετρήσεις ποιότητας που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν το χλωρό και το ξηρό βάρος καρπών καστανιάς στη συγκομιδή. Συγκεκριμένα, συγκομίστηκαν ξεχωριστά και τυχαία ορισμένοι καρποί από κάθε επανάληψη συγκροτώντας νέες επαναλήψεις των 6-7 καρπών η κάθε μία και 6 επαναλήψεις ανά μεταχείριση. Στη συνέχεια οι επαναλήψεις των καρπών ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας ως νωπό

συνολικό βάρος. Μετά καθαρίσαμε τους καρπούς και ζυγίσαμε ξεχωριστά το νωπό βάρος των φλοιών και το νωπό βάρος του εδώδιμου τμήματος για κάθε μία από τις νέες μας επαναλήψεις, υπολογίζοντας και το βάρος της χαρτοσακούλας που χρησιμοποιούσαμε κάθε φορά. Μετά την ολική ξήρανση τόσο των φλοιών όσο και των εδώδιμων τμημάτων, ζυγίσαμε πάλι τις επαναλήψεις μας τόσο στους φλοιούς, όσο και στα εδώδιμα τμήματα. Το διάστημα ξήρανσης ήταν 8 ημέρες σε θερμοκρασία 85-90 °C.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

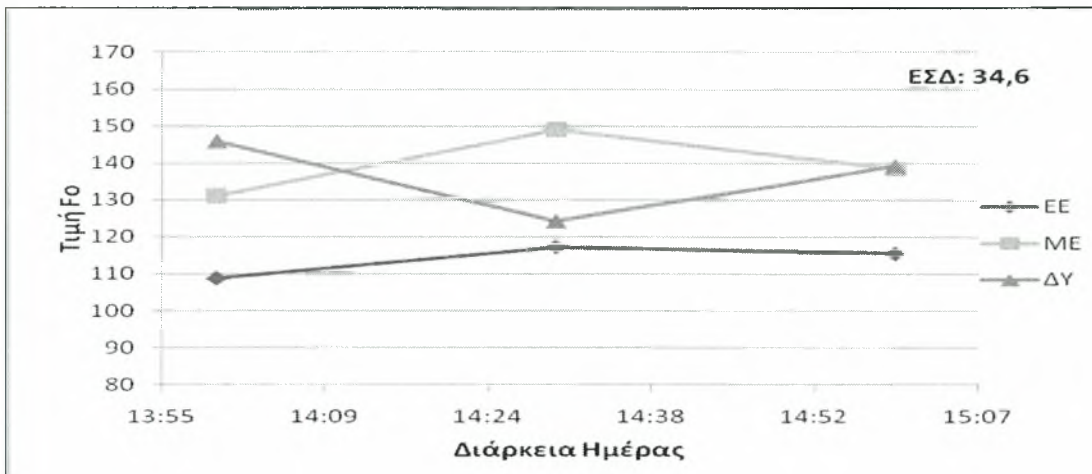
4.1. Φθορισμός χλωροφύλλης

4.1.1. Αλλαγές κατά τη διάρκεια του μεσημεριού της 2ας Ιουνίου 2009

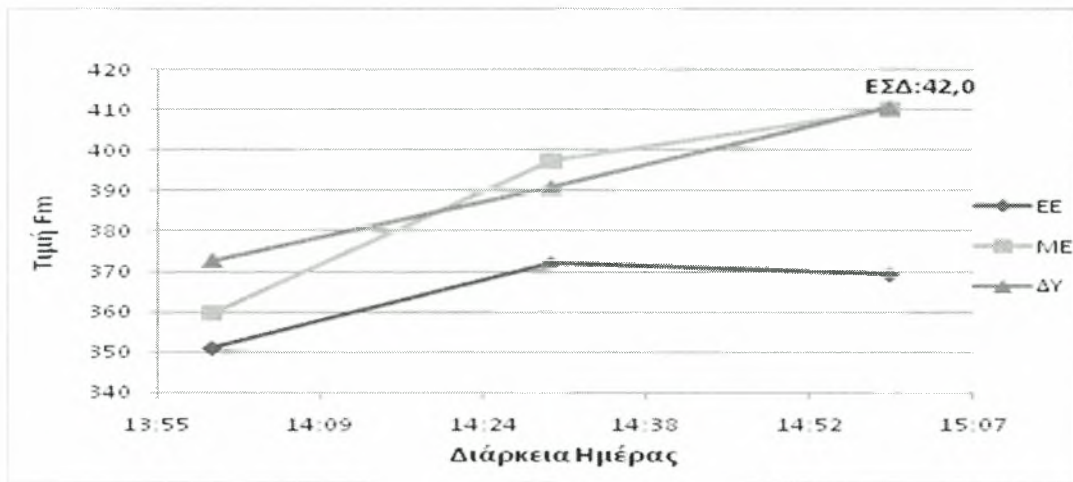
Πίνακας 5: Τιμές του ελάχιστου και μέγιστου φθορισμού και του λόγου μεταβολής φθορισμού προς το μέγιστο φθορισμό φύλλων καστανιάς κατά τη διάρκεια των πρώτων απογευματινών ωρών της 2/6/2009. ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

Μεταχείριση	Στις 2/6/2009	F _o	F _m	F _v /F _m
ΕΕ	14:00	108,833	351	0,685
	14:30	117,167	372	0,683
	15:00	115,5	369,333	0,691
ΜΕ	14:00	131,167	359,5	0,636
	14:30	149	397,333	0,626
	15:00	138,333	410,167	0,661
ΔΥ	14:00	145,833	372,667	0,608
	14:30	124,333	390,833	0,682
	15:00	139,167	410,833	0,66

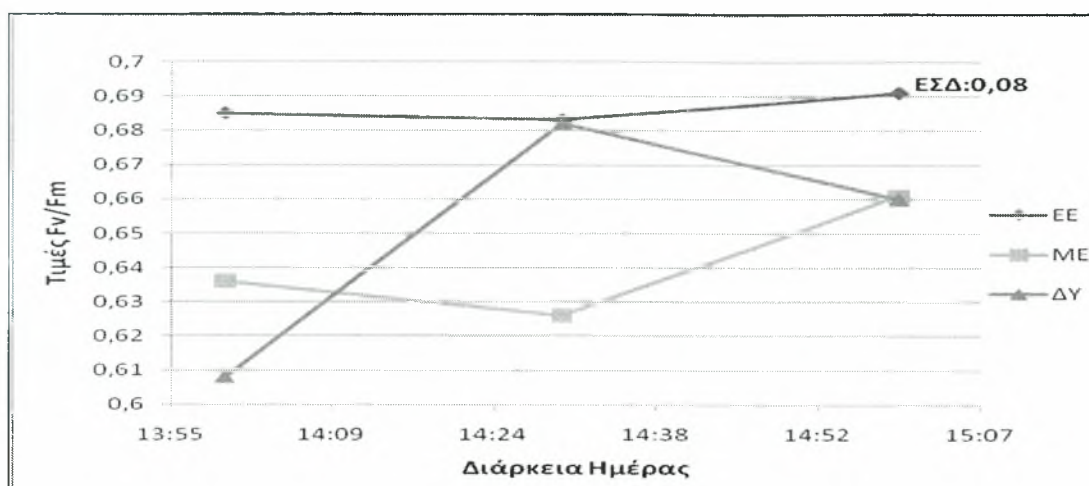
Ο φθορισμός χλωροφύλλης μελετήθηκε στις 2 Ιουνίου 2009 τρεις φορές κατά τις πρώτες απογευματινές ώρες για να δούμε τυχόν αλλαγή με την αύξηση της μεσημβρινής θερμοκρασίας αλλά και να βρούμε τον καλύτερο χρόνο για λήψη των μετρήσεων τις επόμενες φορές, καθώς ο φθορισμός χλωροφύλλης δεν έχει μετρηθεί ποτέ στον κόσμο στην καστανιά, όσο τουλάχιστον βρήκαμε στη βιβλιογραφία. Η παράμετρος F_o δεν άλλαξε με το χρόνο αργά το μεσημέρι (Διάγραμμα 1). Τα εμβολιασμένα με έλκος (ΕΕ) δέντρα είχαν μικρότερες τιμές F_o από τα άρρωστα και μη εμβολιασμένα (ΜΕ) και τα υγιή δέντρα (ΔΥ). Η παράμετρος F_m αυξήθηκε αργά το μεσημέρι σε σχέση με τις 14:00 (Διάγραμμα 2). Αργά το μεσημέρι (στις 15:00) επίσης βρέθηκε ότι τα ΕΕ είχαν μικρότερες τιμές F_m από τα δέντρα των άλλων μεταχειρίσεων. Στις 14:00 και στις 14:30 δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Η σχέση F_v/F_m δεν άλλαξε με το χρόνο ή με τη μεταχείριση (Διάγραμμα 3). Αυτή η σχέση είναι η χρησιμότερη παράμετρος του φθορισμού της χλωροφύλλης, που προέρχεται από τις προηγούμενες δύο και σχετίζεται με την κατάσταση καταπόνησης των φύλλων.



Διάγραμμα 1: Τιμές του ελάχιστου φθορισμού Fo φύλλων καστανιάς σε αυθαίρετες μονάδες κατά τις 2/6/2009. EE: ασθενή και εμβολιασμένα, ME: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.



Διάγραμμα 2: Τιμές του μέγιστου φθορισμού Fm φύλλων καστανιάς σε αυθαίρετες μονάδες κατά τις 2/6/2009. EE: ασθενή και εμβολιασμένα, ME: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.



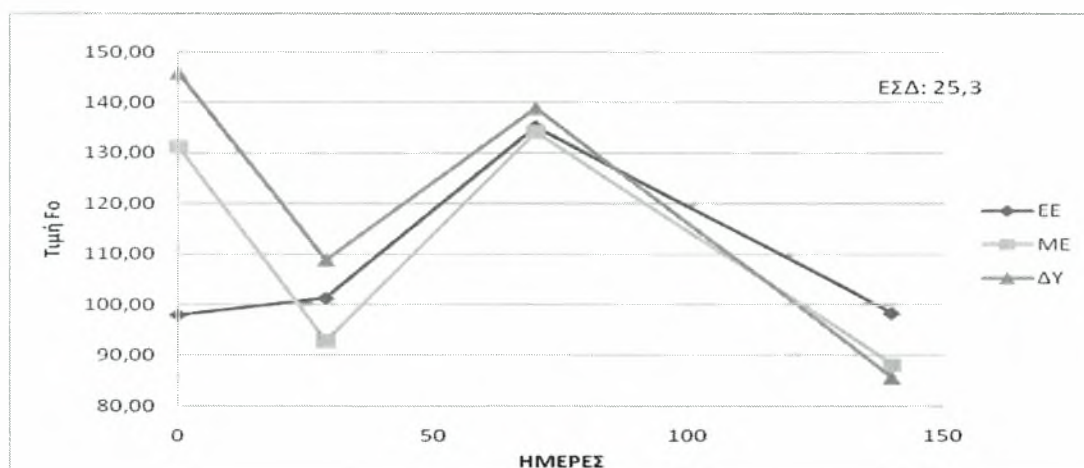
Διάγραμμα 1: Διάγραμμα τιμών του λόγου της μεταβολής του φθορισμού προς το μέγιστο φθορισμό $Fv/Fm = (Fm-Fo)/Fm$ φύλλων καστανιάς. EE: ασθενή και εμβολιασμένα, ME: ασθενή, ΔY: μακροσκοπικά υγιή.

4.1.2. Αλλαγές με το χρόνο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού

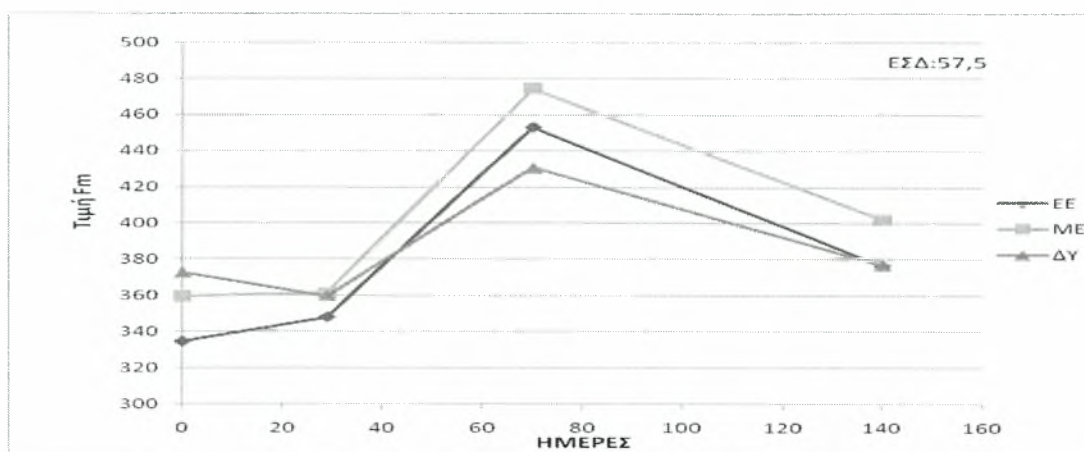
Η παράμετρος Fo αυξομειώθηκε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων το καλοκαίρι, έφτασε την υψηλότερη τιμή της τον Αύγουστο για όλες τις μεταχειρίσεις μαζί με τον Ιούνιο στις ΔY και ME (Πίνακας 6, Διάγραμμα 4). Η παράμετρος Fm ήταν μέγιστη τον Αύγουστο χωρίς αλλαγές στις υπόλοιπες ημερομηνίες μεταξύ τους (Πίνακας 6, Διάγραμμα 5). Η παράμετρος Fv/Fm είχε τιμές που κυμάνθηκαν από 0,66-0,76 (Πίνακας 6, Διάγραμμα 6). Στις μεταχειρίσεις ΔY και ME, η παράμετρος Fv/Fm αυξήθηκε ελαφρά και σταδιακά από τον Ιούνιο έως τον Οκτώβριο. Στη μεταχείριση EE η παράμετρος Fv/Fm δεν μεταβλήθηκε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

Πίνακας 6: Τιμές του ελάχιστου και μέγιστου φθορισμού, του λόγου μεταβολής φθορισμού προς το μέγιστο φθορισμό φύλλων καστανιάς και τιμές SPAD του χλωροφυλλόμετρου από φύλλα καστανιάς. ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

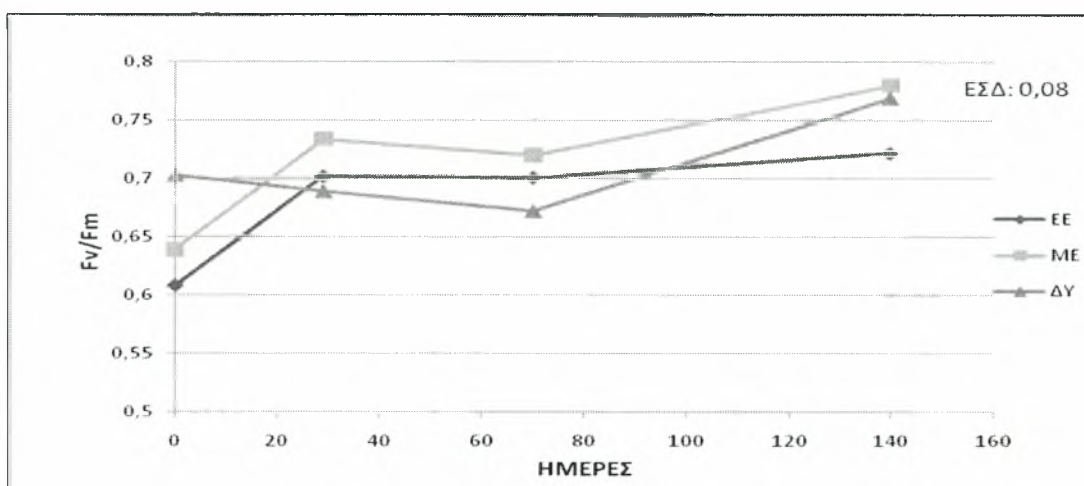
Μεταχείριση	Ημερομηνία	Ημέρες	Fo	Fm	Fv/Fm	SPAD
ΕΕ	2/6/2009	0	98,0	334,5	0,608	39,5
	1/7/2009	29	101,3	348,0	0,702	40,5
	11/8/2009	70	135,2	452,8	0,701	41,8
	19/10/2009	140	98,3	376,3	0,722	39,9
ΜΕ	2/6/2009	0	131,2	359,5	0,639	37,9
	1/7/2009	29	92,8	361,3	0,734	39,7
	11/8/2009	70	134,2	474,3	0,720	41,6
	19/10/2009	140	88,2	402,0	0,780	39,9
ΔΥ	2/6/2009	0	145,8	372,7	0,703	37,0
	1/7/2009	29	108,8	359,7	0,689	38,1
	11/8/2009	70	138,8	430,7	0,672	40,5
	19/10/2009	140	85,5	376,4	0,769	40,0



Διάγραμμα 2: Τιμές του μέσου όρου του ελάχιστου φθορισμού Fo φύλλων καστανιάς σε σχέση με το χρόνο. ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.



Διάγραμμα 3: Τιμές του μέσου όρου του μέγιστου φθορισμού Fm φύλλων καστανιάς σε σχέση με το χρόνο. ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.



Διάγραμμα 4: Διάγραμμα τιμών του μέσου όρου του λόγου μεταβολής φθορισμού προς το μέγιστο φθορισμό (Fv/Fm) φύλλων καστανιάς σε σχέση με το χρόνο. ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

4.1.3. Αλλαγές λόγω των μεταχειρίσεων και της υγείας των δέντρων

Τον Ιούνιο, τα ΕΕ είχαν μικρότερη τιμή F₀ από τα δέντρα ΔΥ και ΜΕ (Πίνακας 6, Διάγραμμα 4). Τις υπόλοιπες χρονικές στιγμές τα δέντρα των 3 μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια τιμή F₀. Οι τρεις μεταχειρίσεις είχαν παρόμοιες τιμές F_m και F_v/F_m καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων (Πίνακας 6, Διαγράμματα 5 και 6).

4.2. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά φύλλων

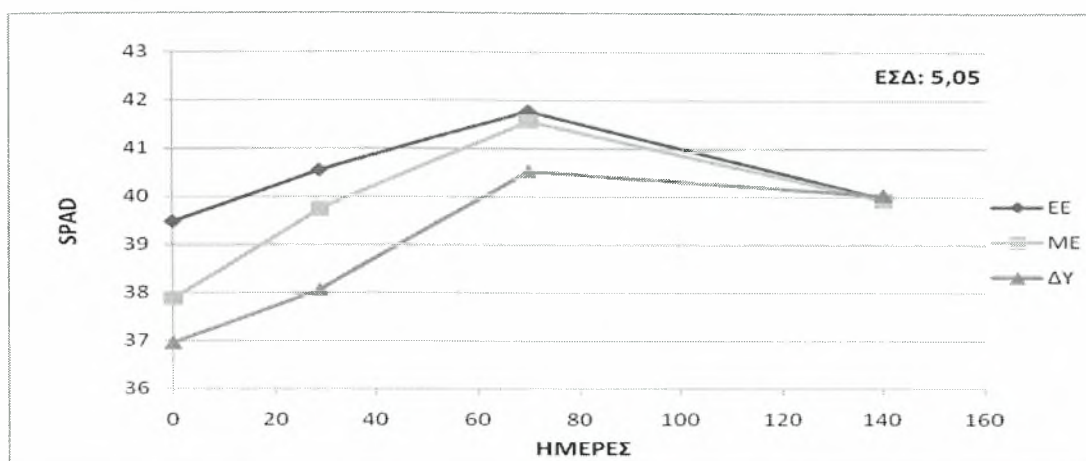
4.2.1. Αλλαγές με το χρόνο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού

Πίνακας 7: Τιμές ποσοστού ξηρού βάρους φύλλου (pcDM), συγκέντρωσης α, β και ολικής χλωροφύλλης (εκφρασμένα ανά g ξηράς ουσίας ή ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλου), λόγου χλωροφύλλης α/β, και ειδικού βάρους φύλλου καστανιάς (ξηρό βάρος ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλου). ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

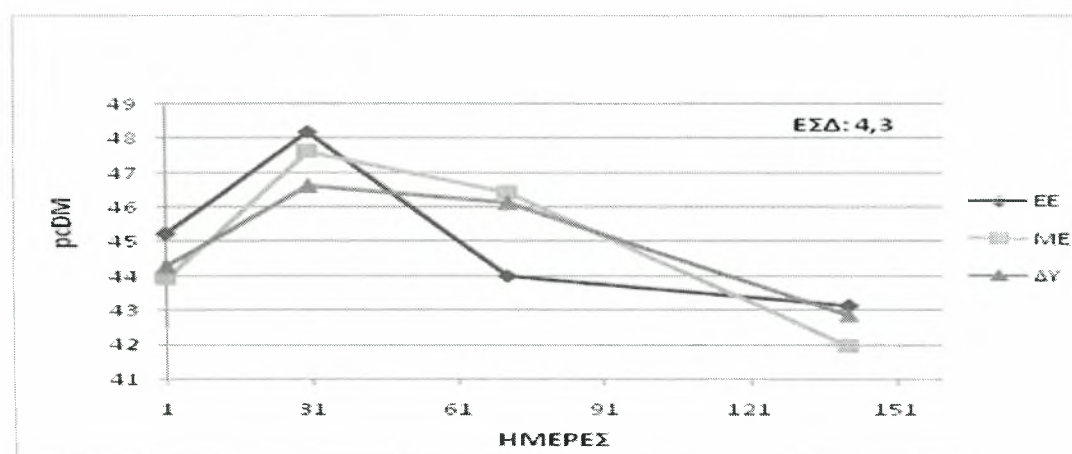
Μεταχ	Ημερο- μηνία	Ημέρες	Ξηρά ουσία (%)	Χλωρ a (mg g ⁻¹ ΞΟ)	Χλωρ b (mg g ⁻¹ ΞΟ)	Ολική Χλωρ (mg g ⁻¹ ΞΟ)	Χλωρα/ Χλωρb	Ειδικό βάρος (g m ⁻²)	Χλωρ a (mg m ⁻²)	Χλωρ b (mg m ⁻²)	Ολική Χλωρ (mg m ⁻²)
ΕΕ	3/6/09	1	45,2	4,54	3,19	7,73	1,42	89,1	403,5	283,5	686,9
	2/7/09	30	48,2	4,97	2,97	7,93	1,68	90,7	450,3	268,7	719,1
	12/8/09	71	44,0	5,33	3,03	8,36	2,26	83,8	445,7	253,6	699,4
	20/10/09	141	43,1	4,91	2,20	7,11	1,76	89,9	435,9	194,7	630,7
ΜΕ	3/6/09	1	43,9	3,66	2,57	6,23	1,43	82,9	298,5	209,2	507,8
	2/7/09	30	47,6	4,77	2,75	7,52	1,74	93,5	450,7	260,1	710,8
	12/8/09	71	46,4	5,12	2,87	7,99	1,78	86,7	443,6	249,3	692,9
	20/10/09	141	41,9	4,92	2,20	7,13	2,24	82,8	405,0	181,2	586,3
ΔΥ	3/6/09	1	44,3	4,28	2,83	7,11	1,50	83,2	350,2	232,3	582,4
	2/7/09	30	46,6	4,64	2,76	7,40	1,69	92,2	421,7	250,1	671,9
	12/8/09	71	46,1	4,69	2,54	7,23	1,85	89,9	416,3	225,5	641,8
	20/10/09	141	42,9	4,56	2,01	6,56	2,27	81,5	371,1	163,2	534,3

Ο δείκτης SPAD είχε τιμές περίπου 40 (Πίνακας 6, Διάγραμμα 7). Στα φύλλα των δέντρων ΔΥ και ΜΕ, ο δείκτης SPAD αυξήθηκε ελαφρά και έφτασε τη μέγιστη τιμή του τον Αύγουστο, ενώ παρουσίασε μια ελαφρά μείωση τον Οκτώβριο. Στα φύλλα των δέντρων ΕΕ ο δείκτης SPAD δεν μεταβλήθηκε με το χρόνο.

Το ποσοστό ξηράς ουσίας των φύλλων αυξήθηκε ελαφρά από τον Ιούνιο προς τον Ιούλιο-Αύγουστο, αλλά μειώθηκε σημαντικά τον Οκτώβριο στα φύλλα των δέντρων ΔΥ και ΜΕ (Πίνακας 7, Διάγραμμα 8). Στα φύλλα των ΕΕ η μείωση του % ΞΟ παρατηρήθηκε από τον Αύγουστο. Το ειδικό βάρος φύλλου δεν μεταβλήθηκε με το χρόνο σε καμιά από τις μεταχειρίσεις (Πίνακας 7, Διάγραμμα 15).

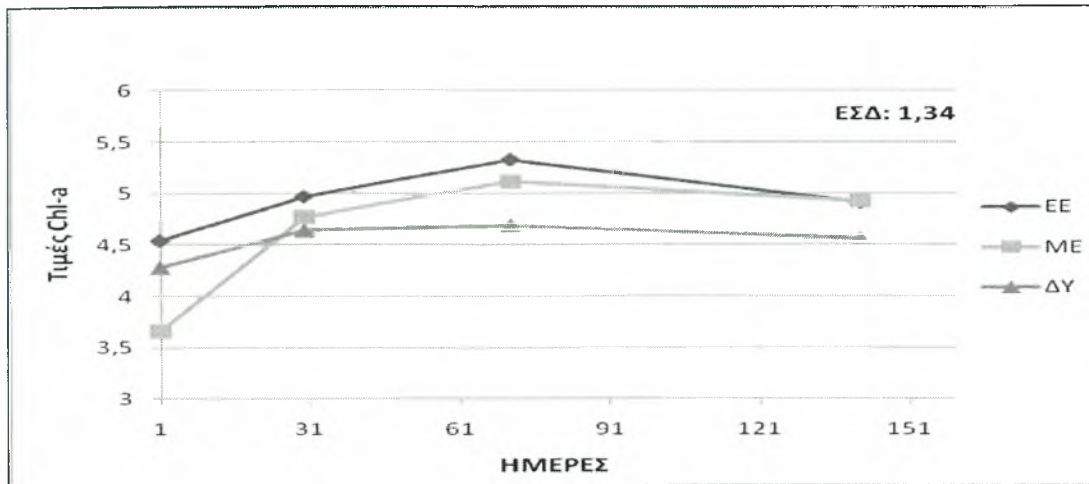


Διάγραμμα 5: Διάγραμμα τιμών του μέσου όρου των τιμών SPAD του χλωροφυλλόμετρου φύλλων καστανιάς σε σχέση με το χρόνο. EE: ασθενή και εμβολιασμένα, ME: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

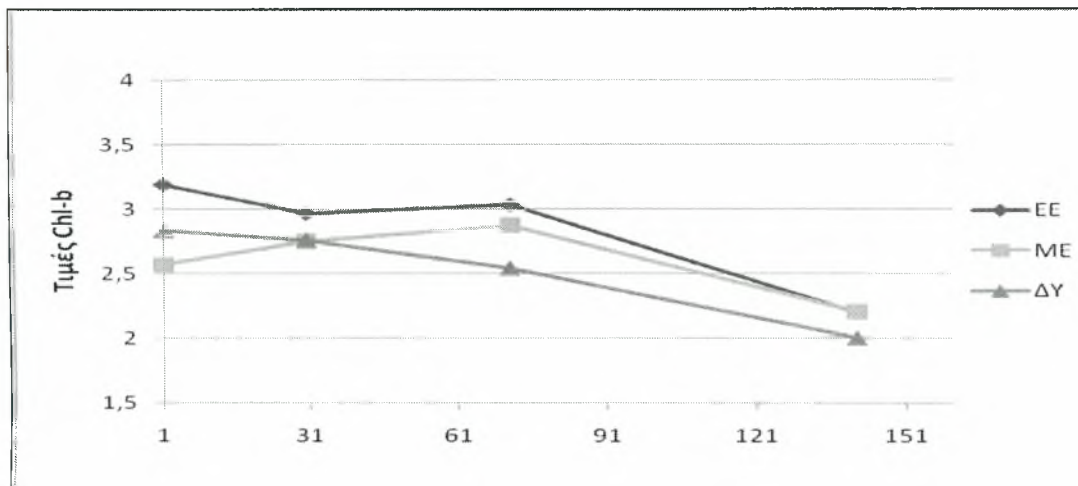


Διάγραμμα 6: Τιμές των μέσων όρων του ποσοστού ξηρού βάρους (pcDM) φύλλων καστανιάς σε σχέση με το χρόνο. EE: ασθενή και εμβολιασμένα, ME: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

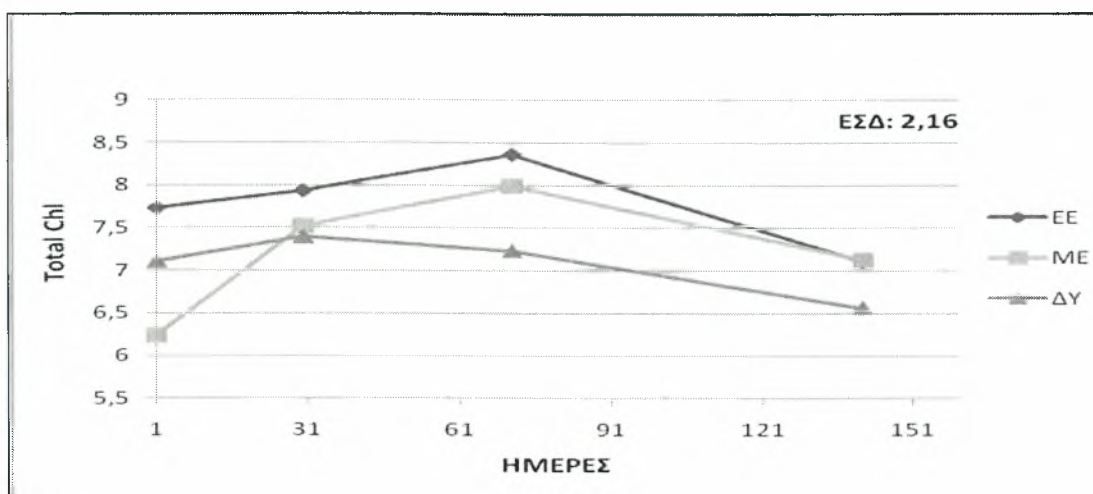
Η συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά g ΞΟ παρουσίασε ένα μέγιστο τον Αύγουστο στα φύλλα των άρρωστων δέντρων ανεξαρτήτως εμβολιασμού (Πίνακας 7, Διάγραμμα 9). Η συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά g ΞΟ δεν μεταβλήθηκε με το χρόνο στα φύλλα των υγιών δέντρων. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά g ΞΟ διατηρήθηκε σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού και μειώθηκε μόνο τον Οκτώβριο στα φύλλα όλως των μεταχειρίσεων (Πίνακας 7, Διάγραμμα 10). Η συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά g ΞΟ δεν μεταβλήθηκε ουσιαστικά με το χρόνο εκτός από τα φύλλα των ME όπου παρουσίασε ένα ελαφρό μέγιστο τον Αύγουστο σε σχέση κύρια με τον Ιούνιο (Πίνακας 7, Διάγραμμα 11).



Διάγραμμα 7: Τιμές των μέσων όρων της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη α σε σχέση με το χρόνο σε mg/g ξηρού βάρους φύλλων καστανιάς. ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

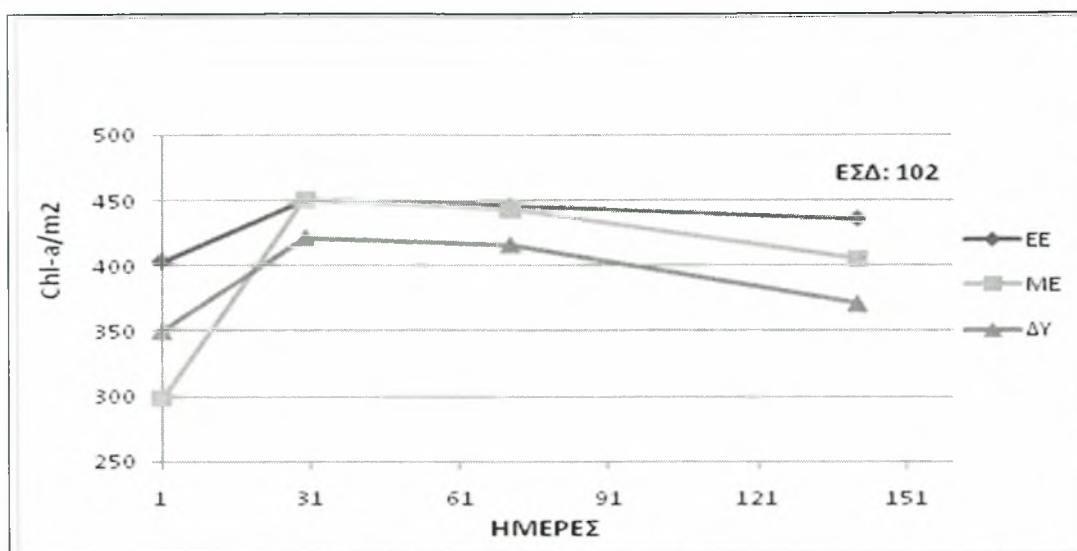


Διάγραμμα 8: Τιμές των μέσων όρων της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη β σε σχέση με το χρόνο σε mg/g ξηρού βάρους φύλλων καστανιάς. ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

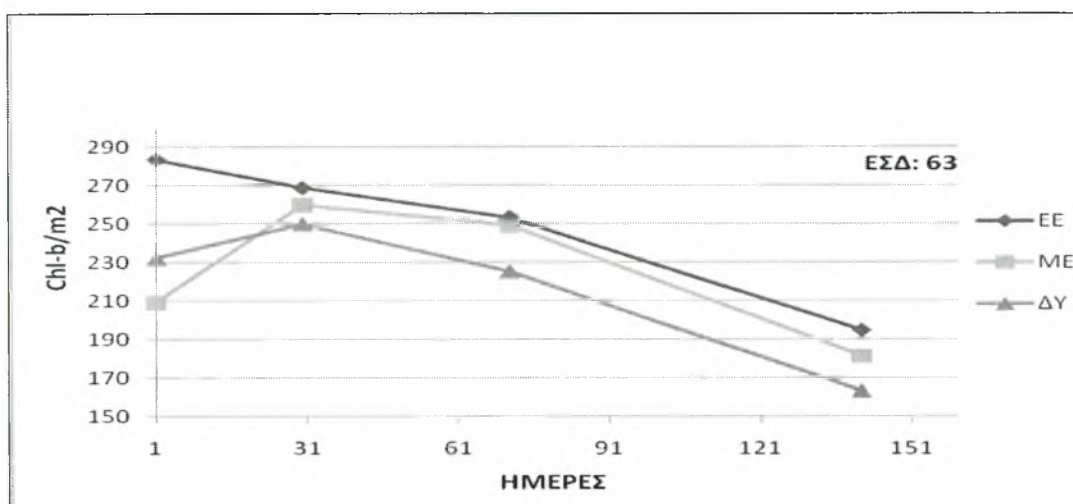


Διάγραμμα 9: Τιμές των μέσων όρων της περιεκτικότητας σε ολική χλωροφύλλη σε σχέση με το χρόνο σε mg/g ξηρού βάρους φύλλων καστανιάς. EE: ασθενή και εμβολιασμένα, ME: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

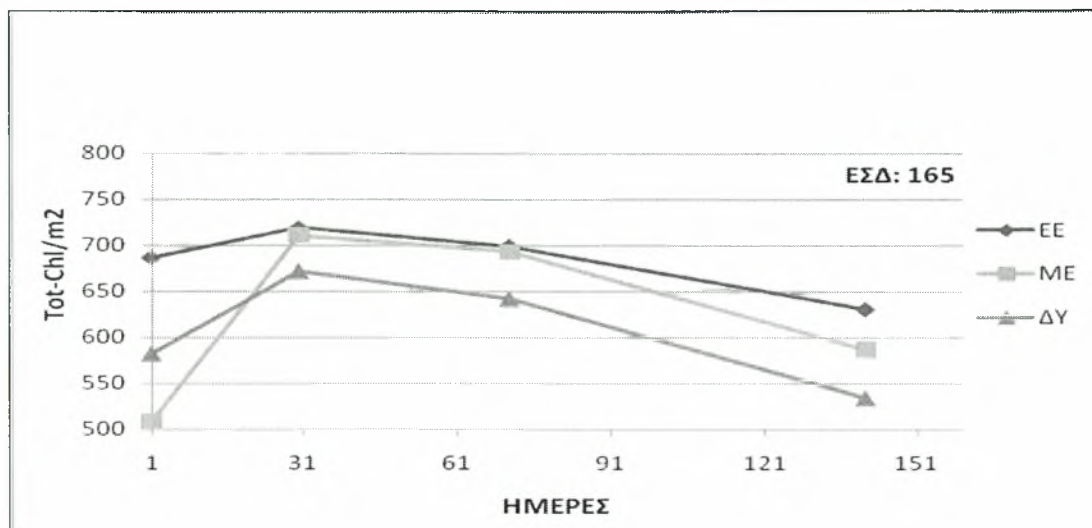
Η συγκέντρωση χλωροφύλλης α ανά m^2 φυλλικής επιφάνειας παρουσίασε ένα μέγιστο τον Ιούλιο και Αύγουστο στα φύλλα όλων των μεταχειρίσεων αλλά ιδιαίτερα στα φύλλα των ME δέντρων (Πίνακας 7, Διάγραμμα 12). Η συγκέντρωση χλωροφύλλης β ανά m^2 φυλλικής επιφάνειας διατηρήθηκε σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού και μειώθηκε μόνο τον Οκτώβριο στα φύλλα όλων των μεταχειρίσεων (Πίνακας 7, Διάγραμμα 13). Η συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά m^2 φυλλικής επιφάνειας αυξήθηκε ελαφρά τον Ιούλιο και μειώθηκε σταδιακά κατόπιν ιδιαίτερα στα ανεμβολίαστα δέντρα ME (Πίνακας 7, Διάγραμμα 14). Τέλος, η σχέση χλωρ. α / χλωρ. β αυξήθηκε σταδιακά καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίνακας 7, Διάγραμμα 16).



Διάγραμμα 10: Τιμές των μέσων όρων της περιεκτικότητας χλωροφύλλης α ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλων καστανιάς σε σχέση με το χρόνο (mg /m² φυλλικής επιφάνειας). ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.



Διάγραμμα 11: Τιμές των μέσων όρων της περιεκτικότητας χλωροφύλλης β ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλων καστανιάς σε σχέση με το χρόνο (mg /m² φυλλικής επιφάνειας). ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

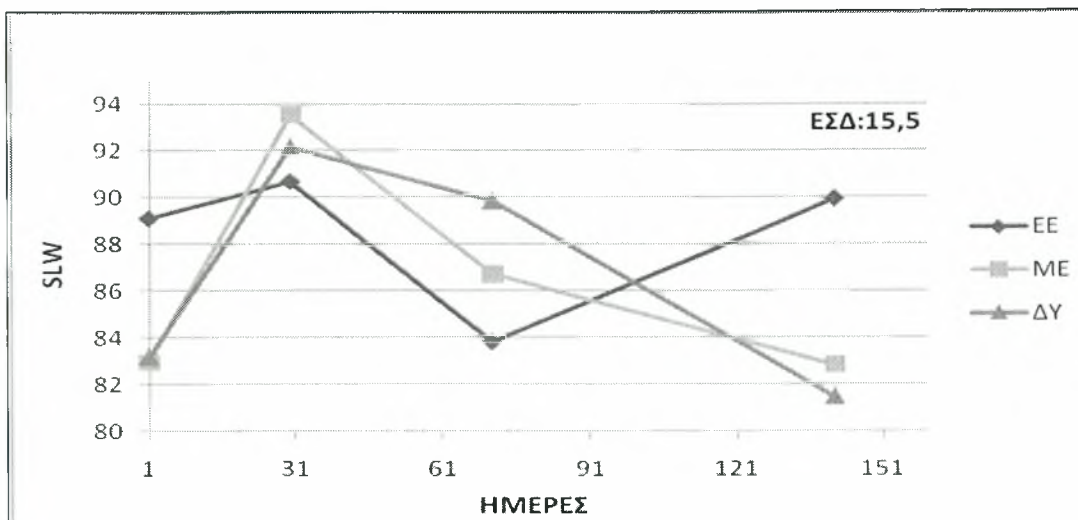


Διάγραμμα 12: Τιμές των μέσων όρων της περιεκτικότητας ολικής χλωροφύλλης ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλων καστανιάς σε σχέση με το χρόνο (mg /m^2 φυλλικής επιφάνειας). ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

4.2.2. Αλλαγές λόγω των μεταχειρίσεων και της υγείας των δέντρων

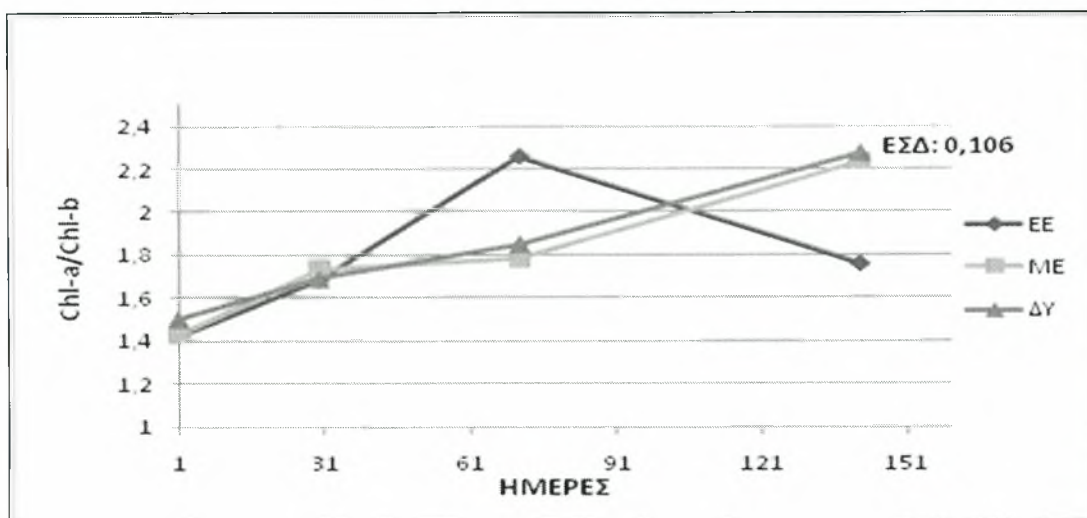
Ο δείκτης SPAD ήταν παρόμοιος σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίνακας 6, Διάγραμμα 7). Το %ΞΒ και το ειδικό βάρος φύλλου ήταν παρόμοιο στα φύλλα όλων των μεταχειρίσεων καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων (Πίνακες 6 και 7, Διαγράμματα 8, 15).

Παρόμοια δεν βρέθηκαν διαφορές στη συγκέντρωση χλωροφύλλης α, χλωροφύλλης β και συνολικής χλωροφύλλης ανά g ΞΟ φύλλου μεταξύ των μεταχειρίσεων σε όλες τις χρονικές στιγμές εκτός από τον Ιούνιο, όπου τα φύλλα των ΜΕ δέντρων είχαν ελαφρά χαμηλότερες συγκεντρώσεις όλων των χλωροφυλλών από τα φύλλα των ΕΕ δέντρων (Πίνακας 7, Διαγράμματα 9, 10, 11).



Διάγραμμα 13: Τιμές των μέσων όρων του ειδικού βάρους φύλλου, δηλ. του ξηρού βάρους ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλων καστανιάς σε σχέση με το χρόνο (g ΞB/m² φυλλικής επιφάνειας). EE: ασθενή και εμβολιασμένα, ME: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

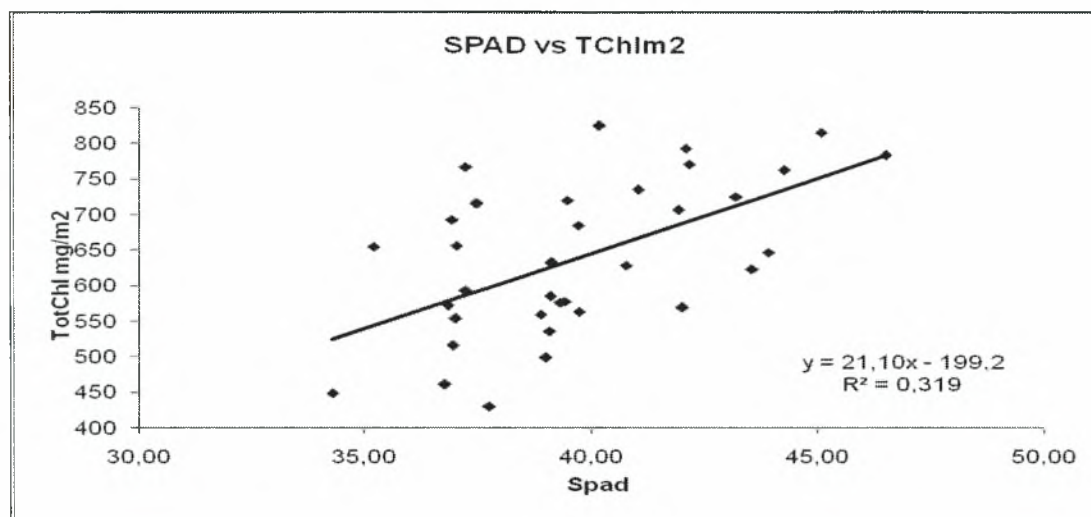
Τέλος, δεν βρέθηκαν διαφορές στη συγκέντρωση χλωροφύλλης α, χλωροφύλλης β και συνολικής χλωροφύλλης ανά m² φυλλικής επιφάνειας μεταξύ των μεταχειρίσεων σε όλες τις χρονικές στιγμές εκτός από τον Ιούνιο, όπου τα φύλλα των ME δέντρων είχαν χαμηλότερες συγκεντρώσεις όλων των χλωροφυλλών από τα φύλλα των EE δέντρων (Πίνακας 7, Διαγράμματα 12, 13, 14).



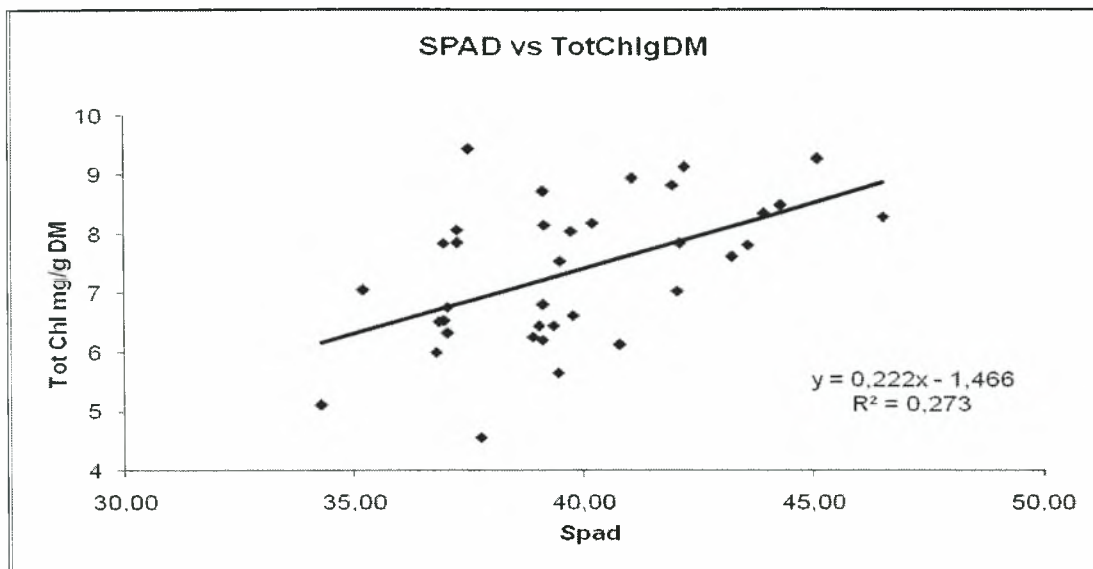
Διάγραμμα 14: Τιμές των μέσων όρων του λόγου της χλωροφύλλης α προς χλωροφύλλη β (Chl-a/Chl-b) φύλλων καστανιάς σε σχέση με το χρόνο. EE: ασθενή και εμβολιασμένα, ME: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

4.2.3. Συσχετίσεις SPAD και αναλυτικής μέτρησης της χλωροφύλλης στα φύλλα καστανιάς

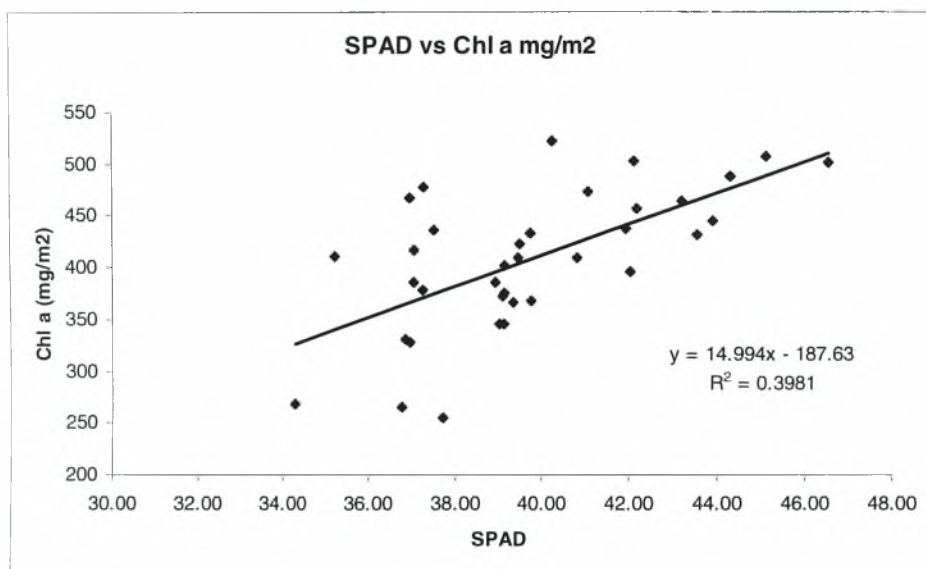
Έγινε επίσης συσχέτιση μεταξύ των τιμών SPAD του χλωροφυλλόμετρου και της συνολικής χλωροφύλλης φύλλων εκφρασμένης με τους δύο ανωτέρω τρόπους. Ο συντελεστής συσχέτισης ήταν μικρός και κυμάνθηκε περίπου στο 0,32 για την χλωροφύλλη εκφρασμένη ανά m^2 φυλλικής επιφάνειας και στο 0,27 για την χλωροφύλλη εκφρασμένη ανά g ΞΟ φύλλου .



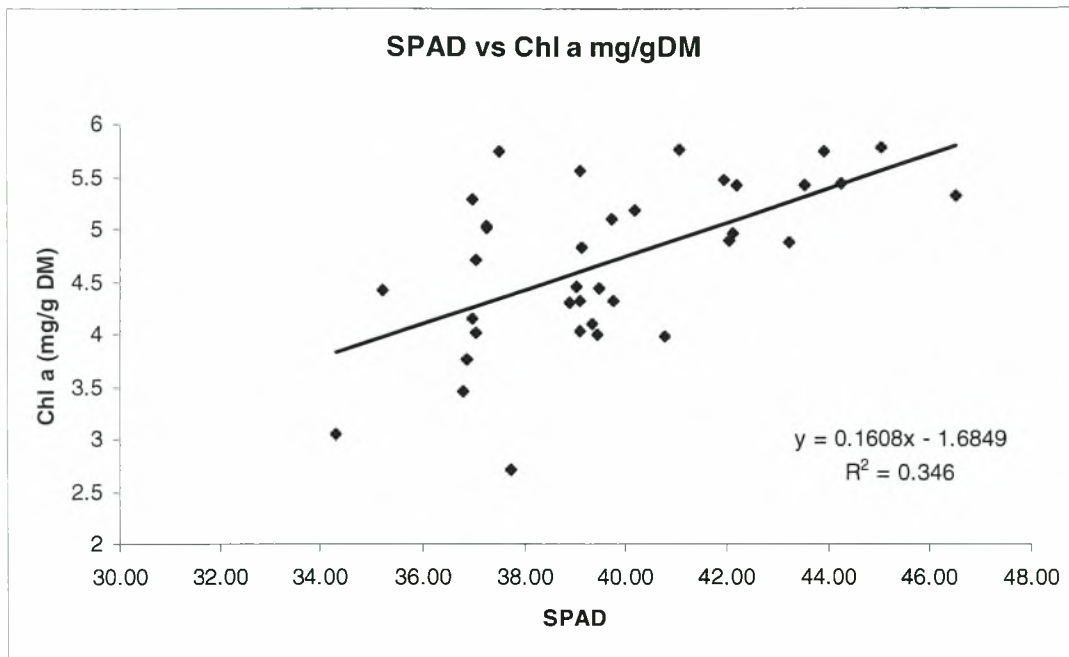
Διάγραμμα 15: Συσχέτιση των τιμών SPAD και της συνολικής χλωροφύλλης ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλων καστανιάς. ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.



Διάγραμμα 16: Συσχέτιση των τιμών SPAD και της συνολικής χλωροφύλλης ανά g ξηράς ουσίας φύλλων καστανιάς. ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.



Διάγραμμα 17: Συσχέτιση των τιμών SPAD και της χλωροφύλλης a ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλων καστανιάς. ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.



Διάγραμμα 20: Συσχέτιση των τιμών SPAD και της χλωροφύλλης α ανά g ξηράς ουσίας φύλλων καστανιάς. ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

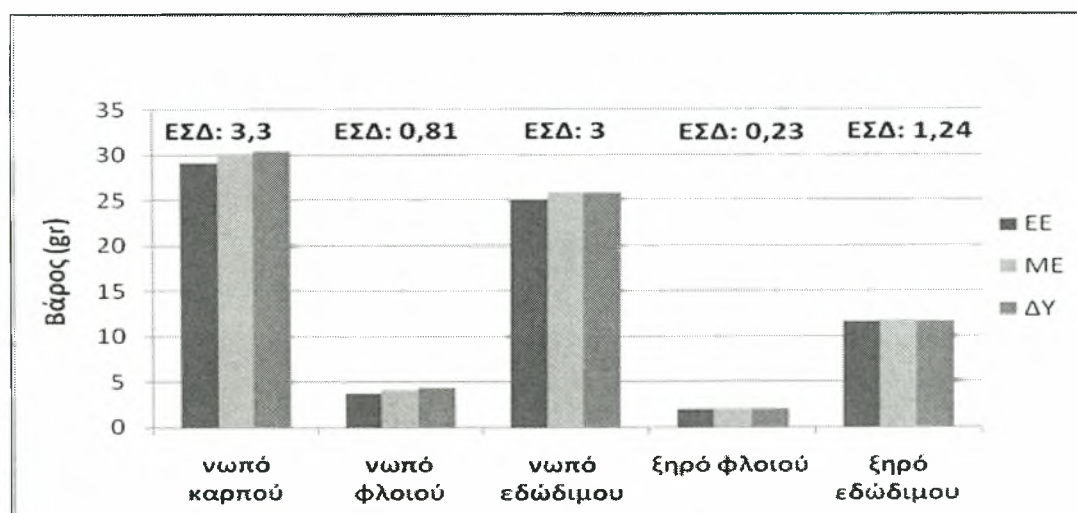
Όταν όμως η συσχέτιση μεταξύ των τιμών SPAD του χλωροφυλλόμετρου έγινε με τη χλωροφύλλη α των φύλλων, τότε οι συντελεστές συσχέτισης ήταν καλύτεροι φτάνοντας το 0,4, όταν η χλωροφύλλη εκφράστηκε ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλου και περίπου 0,35, όταν η χλωροφύλλη εκφράστηκε ανά γραμμάριο ξηράς ουσίας (Διαγράμματα 19 και 20). Είναι λοιπόν προφανές ότι, τουλάχιστον στην καστανιά, το χλωροφυλλόμετρο μετρά πιο αποτελεσματικά τη χλωροφύλλη α από τη χλωροφύλλη β, όπου οι συντελεστές συσχέτισης ήταν σημαντικά μικρότεροι (αποτελέσματα δεν φαίνονται). Είναι επίσης προφανές ότι σε μακροσκοπικά υγιή φύλλα οι διαφορές μεταξύ τους είναι ελάχιστες, παρόλα αυτά είχαμε μια σχετικά καλή συσχέτιση μεταξύ των μετρήσεων του χλωροφυλλόμετρου και της χλωροφύλλης α, κύρια όταν αυτή εκφράστηκε ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου.

4.3. Επίδραση των μεταχειρίσεων στην ποιότητα καρπού

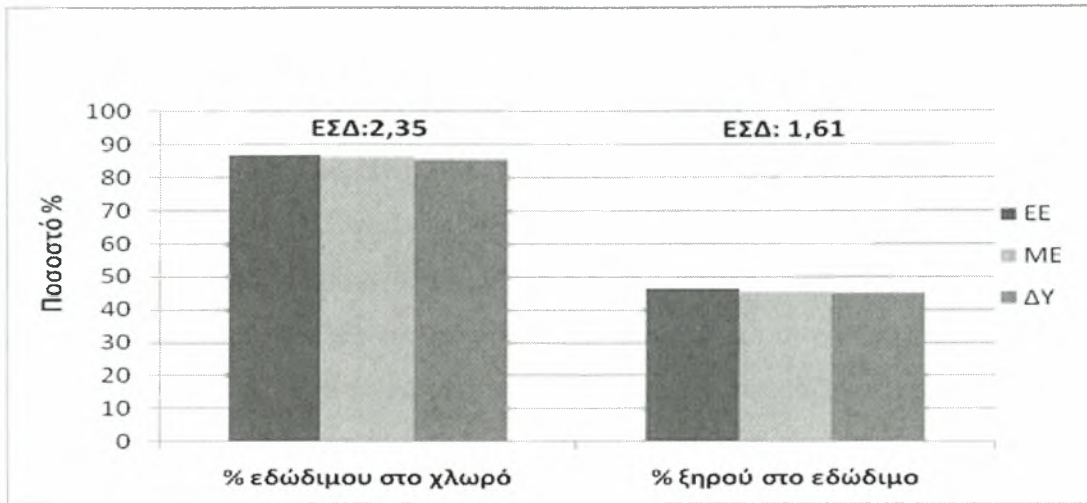
Πίνακας 8: Μέσοι όροι νωπού βάρους καρπού (g), νωπού βάρους φλοιού (g), νωπού βάρους εδώδιμου (g), ξηρού βάρους φλοιού (g), ξηρού βάρους εδώδιμου (g), ποσοστού νωπού εδώδιμου επί του συνολικού βάρους καρπού και ποσοστού ξηρού βάρους στο εδώδιμο του καρπού καστανιάς. ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

Μετα- χειρί- ση	Νωπό βάρος καρπού	Νωπό βάρος φλοιού	Νωπό βάρος εδώδιμου	Ξηρό βάρος φλοιού	Ξηρό βάρος εδώδιμου	% εδώδιμο (σύνολο)	% Εδώδιμο	ΞΟ
ΕΕ	29,1	3,79	25,10	2,03	11,67	86,9		46,5
ΜΕ	30,1	4,10	25,86	2,02	11,72	86,3		45,4
ΔΥ	30,3	4,39	25,78	2,06	11,63	85,4		45,1
ΕΣΔ _{0,05}	3,3	0,81	3,0	0,23	1,24	2,3		1,6

Δεν βρέθηκε καμιά διαφορά στα χαρακτηριστικά καρπού λόγω των μεταχειρίσεων (Πίνακας 8, Διαγράμματα 21 και 22). Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν περιελάμβαναν το νωπό βάρος καρπού (περίπου 30 g ανά καρπό), το νωπό βάρος φλοιού (περίπου 4,1 g), το νωπό εδώδιμο βάρος κάθε καρπού (περίπου 25,6 g), και επομένως το % εδώδιμου από το συνολικό νωπό βάρος καρπού ήταν περίπου 86%, το ξηρό βάρος φλοιού (περίπου 2,0 g, δηλ. % ξηράς ουσίας στο φλοιό περίπου 50%), και το ξηρό βάρος του εδώδιμου τμήματος του καρπού (περίπου 11,7 g, δηλ. % ξηράς ουσίας στο εδώδιμο περίπου 46%).



Διάγραμμα 18: Μέσοι όροι των τριών μεταχειρίσεων συνολικού βάρους νωπού καρπού, και νωπού και ξηρού βάρους του φλοιού και του εδώδιμου τμήματος κάθε καρπού καστανιάς (σε g). ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.



Διάγραμμα 19: Μέσοι όροι των τριών μεταχειρίσεων του ποσοστού του εδώδιμου τμήματος στο συνολικό νωπό (χλωρό) βάρος καρπού και του ποσοστού % του ξηρού βάρους στο εδώδιμο τμήμα καρπού καστανιάς. ΕΕ: ασθενή και εμβολιασμένα, ΜΕ: ασθενή, ΔΥ: μακροσκοπικά υγιή.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τα στοιχεία τα ποιότητας του καρπού βρήκαμε ότι μόνο το 15% του προϊόντος που αγοράζουμε είναι φλοιός και μη εδώδιμο. Αλλά στο εδώδιμο μέρος το 55% περίπου είναι νερό. Επομένως με το ψήσιμο παραμένει περίπου για κατανάλωση το 40% του προϊόντος που αγοράσαμε και αποτελείται από υδατάνθρακες κύρια και δευτερευόντως από πολλές άλλες θρεπτικές ουσίες. Αν συγκριθεί αυτό με τους νωπούς καρπούς, όπου λιγότερο από το 15% αυτού που αγοράζουμε έχει διατροφική αξία συνδεδεμένη κύρια με τη θερμιδική αξία, τα κάστανα μας προσφέρουν αρκετά περισσότερα. Αν όμως συγκρίνουμε τα κάστανα με τους ξηρούς καρπούς, τότε λόγω της υψηλής συγκέντρωσης σε πρωτεΐνη, οι ξηροί καρποί υπερτερούν αλλά είναι και πολύ πιο ακριβοί. Έτσι τα κάστανα αξίζουν την αγοραστική τους αξία και, με τη διατροφική αξία που έχουν, αποτελούν ένα υψηλής ποιότητας εδώδιμο καρπό. Γι' αυτό και στον κόσμο η ζήτηση για κάστανα είναι υψηλή. Το θέμα είναι να υπάρξουν μορφές εδωδιμων προϊόντων που θα αυξήσουν την κατανάλωση κάστανων και θα καλύψουν τις ανάγκες των καταναλωτών. Υπάρχει όμως και ακόμα ένα θέμα: έχουμε τη δυνατότητα με τους υπάρχοντες ορεινούς πληθυσμούς και υποδομές να αυξήσουμε την παραγωγή κάστανων στη χώρα;

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο φθορισμός της χλωροφύλλης των φύλλων της καστανιάς δεν έχει ξαναμετρηθεί όσο τουλάχιστον βρήκαμε στη βιβλιογραφία. Ο φθορισμός της χλωροφύλλης αποτελεί ένα πρόσφατα διαθέσιμο παράγοντα εκτίμησης της καταπόνησης των φυτών στο χωράφι με φορητά εύχρηστα όργανα. Συνήθως στα περισσότερα φυτά τιμές του F_v/F_m κοντά στο 0,8 σημαίνουν ότι το φυτό είναι ελάχιστα ή καθόλου καταπονημένο (Maxwell and Johnson, 2000). Όταν όμως αυτές οι τιμές μειωθούν και βρεθούν κάτω από 0,75, τότε το φυτό είναι καταπονημένο. Εμείς σε όλη την περίοδο του καλοκαιριού βρήκαμε τιμές F_v/F_m κάτω από 0,75 και συχνά κάτω από 0,7. Μόνο τον Οκτώβριο οι τιμές F_v/F_m ήταν κάπως υψηλότερες και πλησίασαν το 0,8. Αυτό σημαίνει ότι ή τα φυτά μας από τον Ιούνιο βρίσκονταν σε καταπόνηση ή η χλωροφύλλη των φύλλων της καστανιάς εκπέμπει φυσιολογικά περισσότερο ποσοστό των προσπίπτοντος φωτός σαν φθορισμό. Μπορεί όμως και όλα τα φυτά του πειράματος (ακόμα και αυτά που χρησιμοποιήσαμε σαν μακροσκοπικά υγιή) να είναι ασθενή από το έλκος και να μπορούμε έτσι να μετρήσουμε την καταπόνηση που δέχονται από τον μύκητα.

Γενικά, η μέτρηση του φθορισμού αξίζει να μελετηθεί πολύ περισσότερο και στην καστανιά, όπως και μελετάται για πολλά φυτά πρόσφατα, καθώς πιθανόν να παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Το ειδικό βάρος των φύλλων της καστανιάς ήταν παρόμοιο του ειδικού βάρους των περισσότερων φυλλοβόλων. Το ειδικό βάρος των φύλλων σχετίζεται με την φωτοσυνθετική παραγωγικότητα σε πολλά φυτικά είδη (Hall, 1993, Hallik et al., 2012). Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης που βρήκαμε στα φύλλα καστανιάς ήταν αρκετά υψηλή. Καθώς και η σχέση χλωροφύλλης α προς χλωροφύλλη β ήταν περίπου 1,8 και αρκετά κατώτερη των τιμών των περισσότερων οπωροφόρων που είναι πάντα πάνω από 2, και στο θέμα της χλωροφύλλης η καστανιά παρουσιάζει αρκετό επιστημονικό ενδιαφέρον. Τα ανωτέρω σημαίνουν ότι τα φύλλα της καστανιάς έχουν πολύ υψηλή σχετικά συγκέντρωση χλωροφύλλης β, η οποία είναι υποβοηθητική για τη συλλογή φωτός από τη χλωροφύλλη α και συνήθως αυξάνεται σε συνθήκες σκίασης (Hallik et al., 2012). Με άλλα λόγια η υψηλή συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης λόγω και της υψηλής συγκέντρωσης χλωροφύλλης β στα φύλλα καστανιάς μπορεί να οφείλεται είτε στη σκίαση είτε στη μειωμένη αποτελεσματικότητα της χλωροφύλλης των φύλλων της καστανιάς να υποστηρίξει τη φωτοσύνθεση. Η πραγματικότητα όμως είναι ότι τα φύλλα που συλλέγαμε ήταν φωτιζόμενα επομένως η σκίαση μάλλον αποκλείεται. Έτσι, και στο θέμα της χλωροφύλλης και της συσχέτισης της με τη φωτοσύνθεση η καστανιά έχει ιδιαιτερότητες που αξίζει να μελετηθούν, καθώς η συγκέντρωση χλωροφύλλης σχετίζεται και με τις απαιτήσεις σε λίπανση με N και Mg και η φωτοσυνθετική δραστηριότητα σχετίζεται με την παραγωγικότητα και την αποτελεσματικότητα χρήσης των εισροών όπως είναι τα θρεπτικά στοιχεία και το αρδευτικό νερό.

Λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης της χλωροφύλλης β, η εκτίμηση της περιεχόμενης χλωροφύλλης με τις μετρήσεις SPAD του χλωροφυλλόμετρου ήταν σχετικά περιορισμένης αποτελεσματικότητας. Δηλ. κατ' αρχήν φαίνεται ότι το χλωροφυλλόμετρο ίσως να μην είναι χρήσιμο για την εκτίμηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης στα φύλλα καστανιάς. Αν όμως σκεφτούμε ότι τα φύλλα μας ήταν σε καλή μακροσκοπικά κατάσταση με ελάχιστο εύρος 'πρασινάδας' και δεν χρησιμοποιήσαμε φύλλα μακροσκοπικά πιο πράσινα σκούρα ή φύλλα σχετικά άρρωστα ή γηρασμένα (πιο κίτρινα), τότε το χλωροφυλλόμετρο είναι πολύ πιθανόν

να μας έδινε πολύ υψηλότερη συσχέτιση και να ήταν επομένως πολύ πιο αποτελεσματικό στην εκτίμηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης στα φύλλα της καστανιάς, ιδιαίτερα τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης α εκφρασμένης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου. Το χλωροφύλλόμετρο έχει χρησιμοποιηθεί σε αγρονομικές καλλιέργειες επιτυχώς για την εκτίμηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης (και κατ' επέκταση της λειτουργικότητας των φύλλων) αλλά και της συγκέντρωσης του αζώτου στα φύλλα. Στα οπωροκηπευτικά όμως βρέθηκε συνήθως μόνο συσχέτιση των μετρήσεων του χλωροφυλλόμετρου με τη χλωροφύλλη, δηλ. την 'πρασινάδα' του φύλλου. Στο Φίκο Μπένζαμιν και σε ένα είδος λεύκας η συσχέτιση της ολικής χλωροφύλλης προς τις τιμές του χλωροφυλλόμετρου ήταν πολύ υψηλή με $R^2 = 0,90$ (Loh et al., 2002). Αλλά σε αυτή τη μελέτη οι διαφορές στη συγκέντρωση χλωροφύλλης ήταν τεράστιες ξεκινώντας από 0,05 έως 1,6 mg g⁻¹ ΞΟ στο φίκο και 0,2 έως 4 mg g⁻¹ ΞΟ στη λεύκα και εύρος τιμών στο χλωροφυλλόμετρο από 9 έως 55.

Τώρα, σχετικά με τις αλλαγές που μετρήσαμε με το χρόνο από νωρίς το καλοκαίρι έως μετά τη συγκομιδή και πριν τη γήρανση των φύλλων τον Οκτώβριο. Στην καστανιά, οι καρποί αναπτύσσονται όλη την καλοκαιρινή περίοδο αλλά κύρια αργά το καλοκαίρι και έως τη συγκομιδή. Επομένως ήταν ενδιαφέρον να παρακολουθήσουμε τις αλλαγές στο ειδικό βάρος και τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα της αρδευόμενης καστανιάς όλο το καλοκαίρι έως και μετά τη συγκομιδή. Βρήκαμε μόνο μια ελαφρά αύξηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης α τον Αύγουστο σε σχέση με τον Ιούνιο και μια μείωση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης β και του % ξηρού βάρους στα φύλλα τον Οκτώβριο. Αυτά σημαίνουν ότι τα φύλλα έχουν ωριμάσει (=αναπτυχθεί πλήρως) από τον Ιούνιο, παραμένουν ενεργά χωρίς μεταβολές όλο το καλοκαίρι και έως τη συγκομιδή το Σεπτέμβριο με αρχές Οκτωβρίου, καθώς οι καρποί 'απαιτούν' σημαντικές ποσότητες θρεπτικών συστατικών, και μόνο μετά τη συγκομιδή έχουμε περιορισμένη απώλεια χλωροφύλλης β και ξηράς ουσίας. Η τελευταία πιθανόν να μετακινήθηκε στους καρπούς για την ανάπτυξή τους καθώς οι καρποί είναι ισχυροί 'καταναλωτές', μπορεί όμως και να μετακινήθηκε στο υπόλοιπο φυτό σαν τυπική διεργασία κατά τη γήρανση των φύλλων το Φθινόπωρο. Πάντως η μείωση νωρίς το Φθινόπωρο πριν την εμφανή γήρανση των φύλλων της χλωροφύλλης β μόνο, παρουσιάζει επίσης ενδιαφέρον για περαιτέρω μελέτη.

Όσον αφορά τις μεταχειρίσεις τώρα, η υπόθεση μας ήταν ότι τα ασθενή δέντρα θα έχουν διαφορετική φυσιολογία φύλλου και πιθανόν διαφορετική ποιότητα καρπού από τα φύλλα των μακροσκοπικά υγιών δέντρων. Αυτό το στηρίξαμε στο γεγονός ότι η νέκρωση του φλοιού στον κορμό θα περιόριζε την κίνηση θρεπτικών προς τις ρίζες που απαιτούνται για την ομαλή λειτουργία τους. Επομένως οι ρίζες δεν θα λειτουργούσαν ικανοποιητικά και, μέσω των αγγείων του ξύλου, λιγότερα ανόργανα θρεπτικά και νερό θα μεταφέρονταν στα φύλλα. Έτσι, τα φύλλα θα είχαν λιγότερη χλωροφύλλη και ειδικό βάρος και, σαν γενικό αποτέλεσμα, θα ήταν λιγότερο παραγωγικά. Επίσης υποθέσαμε ότι η έναρξη επούλωσης των πληγών του έλκους της καστανιάς με τον εμβολιασμό τους με τον ασθενή μύκητα και την επέκταση του ιού, θα είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία νέου φλοιού, ο οποίος με τη σειρά του, θα βελτιώνει τη διατροφή των ριζών και τη λειτουργικότητά τους και εμμέσως τη λειτουργικότητα των φύλλων και παραγωγικότητα καρπών. Από τα αποτελέσματά μας βρέθηκε ότι η ασθένεια, παρότι λέγεται ότι παρεμποδίζει την κίνηση χυμών στο φλοιό του κορμού των δέντρων, δεν έχει καμία επίδραση στα χαρακτηριστικά των φύλλων που μελετήσαμε ούτε και στην ποιότητα των καρπών. Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στο ότι τα ασθενή δέντρα δεν ήταν πολύ προσβεβλημένα από το μύκητα και η λειτουργικότητα των φύλλων τους παρέμεινε υψηλή είτε και τα μακροσκοπικά υγιή δέντρα ήταν προσβεβλημένα αλλά χωρίς εξωτερικά συμπτώματα και λειτουργούσαν όχι ικανοποιητικά και παρόμοια με τα μακροσκοπικά ασθενή δέντρα. Σε κάθε περίπτωση αφενός δεν υπάρχουν εργασίες στο ανωτέρω αντικείμενο για την καστανιά αλλά και για άλλες ασθένειες που προσβάλουν το βλαστό και αφετέρου το όλο σκεπτικό παρουσιάζει ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον.

Σαν συμπέρασμα μπορούμε να πούμε ότι το έλκος δεν βρέθηκε στην περιορισμένη μελέτη μας να επηρεάζει τα χαρακτηριστικά των φύλλων και την ποιότητα των καρπών της καστανιάς. Πάντως, το έλκος επηρεάζει έμμεσα την παραγωγικότητα του δέντρου και του οπωρώνα ευρύτερα, καθώς η επέκταση του νεκρώνει τμήματα ή και ολόκληρα δέντρα. Μπορούμε ακόμα να πούμε ότι η παραγωγικότητα και η ποιότητα των καρπών επηρεάζεται έμμεσα από τον εμβολιασμό με τον ασθενή μύκητα, καθώς βελτιώνεται η βιωσιμότητα των δέντρων.

Τέλος, ένα γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από το πείραμα είναι ότι, εάν παρατηρηθεί η εμφάνιση της ασθένειας του έλκους της καστανιάς σε κάποιον αγρό, θα πρέπει να αποφευχθούν τα λάθη που έχουν γίνει στο παρελθόν, όπως αναφέρονται στην ανασκόπηση βιβλιογραφίας, ώστε να περιοριστεί η επέκταση του. Μία σωστή μέθοδος αντιμετώπισης ή περιορισμού της ασθένειας είναι η πραγματοποίηση εμβολιασμών με τον ασθενή μύκητα από ειδικούς επιστήμονες. Ωστόσο, ο σημαντικότερος παράγοντας για την μη εμφάνιση και επέκταση της ασθένειας είναι η πρόληψη.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία:

Anagnostakis, S.L., 1983. Conversion to curative morphology in *Endothia parasitica* and its restriction by vegetative compatibility. *Mycologia*, 75:777-780.

Anagnostakis, S.L., 1987. Chestnut blight: The classical problem of an introduced pathogen. *Mycologia*, 79:23-27.

Bounous, G., 2002. Inventory of chestnut research, germplasm and references. FAO corporate document repository AD235/E, pp. 186.

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

Calza, C.A., 1993. Biological control of chestnut blight: large scale application techniques. In: E. Antognozzi (ed.), *Proceedings of the International Congress on Chestnut*, Spoleto, Italy, pp. 559-602.

Fulbright, D.W., 1999. Chestnut blight and hipovirulence. In: G. Stacey, N. Keen (eds), *Plant-Microbe Interactions*, Vol. 4, pp. 57-59, APS Press, St. Paul, Minnesota.

Grente, M.J. and Bertheley- Sauret, S., 1978. Biological control of chestnut blight in France. In: W.L., MacDonald (ed.), *Proceedings of the American Chestnut Symposium*, Morgantown, W.V., pp. 30-34.

Hall, D.O., 1993. *Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual.* Publisher Chapman & Hall, London, pp. 435.

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.

Heiniger, U. and Rigling, D., 1994. Biological control of chestnut blight in Europe. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 32:581-599.

Joesting, H.M., 2005. Physiology and leaf characteristics of American chestnut (*Castanea dentata* (Marsh.) Borkh.) seedlings, saplings and mature trees in Ohio and Wisconsin. College of Arts and Sciences of Ohio University. pp. 81.

Loh, F.C.W., Grabosky, J.C. and Bassuk, N.L., 2002. Using the SPAD-502 meter to assess chlorophyll and nitrogen content of Benjamin fig and Cottonwood leaves. HortTechnology 12:682-686

Maxwell, K. and Johnson, G.N., 2000. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. J. Experim. Bot. 51:659-668.

Peever, T.L., Liu, Y.C., Wang, K., Hillman, B.I., Foglia, R. and Milgroom, M.G., 1998. Incidence and diversity of double-stranded RNAs occurring in the chestnut blight fungus, *Cryphonectria parasitica*, in China and Japan. Phytopathology, 88:811-817.

Sinclair, W., Lyon, H. and Johnson, W., 1987. Diseases of Trees and Shrubs. Cornell University Press. Ithaca, NY, USA, pp. 575.

Conedera, M., Krebs, P., Tinner, W., Pradella, M. and Torriani, D., 2004. The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. Veget. Hist. Archaeobotany 13:161–179.

Ελληνική βιβλιογραφία:

Ανώνυμος, 2002. Ημερίδα για την καστανιά., Εκδόσεις ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Αθήνα.

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

Βασιλακάκης, Μ., 2004. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Β' Έκδοση. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.

Βασιλακάκης, Μ., 2006. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία, Μεταχείριση Οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία. Α' Έκδοση. Εκδ. Γαρταγάνη, 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, Σ., 2004.** Επίδραση των καλλιεργητικών πρακτικών σε καστανεώνες και πρεμνοφυή καστανοδάση στο έλκος και τη μελάνωση της καστανιάς. Πρακτικά ημερίδας για την καστανιά, ΕΘΙΑΓΕ, Αθήνα
- Διαμαντής, Σ., 2004.** Νέες προοπτικές της καλλιέργειας της καστανιάς στην Ευρώπη με έμφαση ειδικά στην Ελλάδα. Πρακτικά ημερίδας για την καστανιά, ΕΘΙΑΓΕ, Αθήνα
- Διαμαντής, Σ., 2010.** Τρεις αποδοτικές καλλιέργειες για την αξιοποίηση σημαντικών εκτάσεων στην ορεινή και ημιορεινή Ελλάδα. Γεωργία-Κτηνοτροφία, Τεύχος 1. Εκδ. ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ Α.Ε., Αθήνα.
- Καϊλίδης, Δ.Σ., 1990.** Ασθένειες Δέντρων των Δασών και Πάρκων. Εκδ. Κ. Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.
- Καράταγλης, Σ.Σ., 1994.** Φυσιολογία Φυτών. Γ' Έκδοση, Εκδ. Art of Text, Θεσσαλονίκη.
- Μαλλίδης, Κ., 2004.** Συντήρηση του κάστανου. Πρακτικά ημερίδας για την καστανιά, ΕΘΙΑΓΕ, Αθήνα
- Περλέρου, Χ., 2002.** Έρευνα των παθογόνων ειδών του γένους *Cryphonectria* (= *Endothia*) στην καστανιά (*Castanea sativa* Mill.). Διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- Περλέρου, Χ., 2004.** Η ασθένεια του έλκους της καστανιάς και η αντιμετώπιση της με βιολογική καταπολέμηση. Πρακτικά ημερίδας για την καστανιά, ΕΘΙΑΓΕ, Αθήνα
- Ποντίκης, Κ.Α., 1996.** ΕΙΔΙΚΗ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑ. Ακρόδρυα, Πυρηνόκαρπα, Λοιπά καρποφόρα. Τόμος Β'. Εκδ. Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Σαρλής, Γ.Π. 1999.** Συστηματική Βοτανική (Εφαρμογές κορμόφυτων). Εκδ. Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Στεφανάκη-Νικηφοράκη, Μ. 1999.** Συστηματική Βοτανική (Κλείδες), Τόμος Β'. Εκδ. Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Τζάμος, Ε.Κ. 2004.** Φυτοπαθολογία. Εκδ. Αθ. Σταμούλης. Αθήνα.
- Τζανακάκης, Μ.Ε. και Κατσόγιαννος, Β.Ι., 2003.** Έντομα καρποφόρων δέντρων και αμπέλου. Εκδ. ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ Α.Ε., Αθήνα.

Τσέκος, Β.Ι., 2004. Φυσιολογία Φυτών. Β' Έκδοση. Εκδ. Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.

Διαδίκτυο:

<http://www.fao.org/docrep/x5348e/x5348e03.htm>

http://www.ubcbotanicalgarden.org/potd/2006/10/castanea_sativa.php

http://www.ibiblio.org/pfaf/cgi-bin/arr_html?Castanea+sativa

http://www.floridata.com/ref/c/cast_sat.cfm

<http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/Chestnut/>

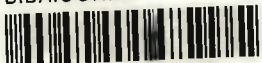
http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0010/392545/chestnut-blight.pdf

<http://www.chestnutsaustralia.com.au/growing-chestnuts/chestnut-production.html>

<http://www.chestnutsaustralia.com.au/chestnut-blight-info.html>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000110319