

Α.Τ.Ε.Ι ΗΠΕΙΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΛΚΟΥΣ ΤΗΣ
ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ

Χουλιάρας Δημήτριος
Επιβλέπων: Καρυπίδης Χαράλαμπος



Άρτα, Μάιος, 2018

**BIOLOGICAL TREATMENT AGAINST CHESTNUT
CANCER**



Σ τnv Iwávva

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω και γραπτά όλους όσους συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Τον καθηγητή μου κύριο Χαράλαμπο Καρυπίδη που μου έδωσε το έναυσμα να ασχοληθώ με μια ασθένεια η οποία κατέστρεψε όλες τις καστανιές στην ευρύτερη περιοχή.

Τον κύριο Διαμαντή Στέφανο πρώην διευθυντή του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης, ο οποίος μου έδωσε όλο το βιβλιογραφικό υλικό, σχετικά με την βιολογική καταπολέμηση του έλκουσ της καστανιάς, και χωρίς το οποίο θα ήταν αδύνατη η συγγραφή της παρούσας εργασίας. Ήταν ο άνθρωπος που στη δική του θητεία στο Ι.Δ.Ε., φυτεύτηκαν και εγκαταστάθηκαν ξανά καστανιές στο χωριό μου (Μουζακαίοι Ιωαννίνων), απαλλαγμένες από την ασθένεια, μέσω του προγράμματος βιολογικής καταπολέμησης.

Τη δεσποινίδα Λαζοκίτσιου Μαρία για την μετάφραση των ξενόγλωσσων κειμένων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της πτυχιακής μου εργασίας είναι: Η βιολογική καταπολέμηση του έλκους της καστανιάς. Χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος περιγράφεται η καλλιέργεια της καστανιάς και δίνονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία, όσον αφορά σχετικά με την ανάπτυξη και τις απαιτήσεις της καλλιέργειας.

Στο δεύτερο μέρος αναλύεται διεξοδικά το θέμα της εργασίας. Δίνονται στοιχεία για την προέλευση της ασθένειας, την εξάπλωσή της στην Αμερική, στην Ευρώπη, στην Ελλάδα, και αναφέρονται οι προσπάθειες που καταβλήθηκαν για την αντιμετώπισή της. Περιγράφεται ο βιολογικός κύκλος του μύκητα *cryphonectria parasitica* που προκαλεί την ασθένεια, τα συμπτώματα, και ο τρόπος η εξάπλωσής του. Δίνονται τα χαρακτηριστικά του ιού *cryphonectria hypovirus-1* με τον οποίο γίνεται η βιολογική καταπολέμηση του έλκους, και αναφέρονται οι παράγοντες που επηρεάζουν τη λοιμογόνο δράση του. Τονίζεται ο ρόλος της βλαστικής συμβατότητας και ότι είναι το “κλειδί” για την επιτυχία της βιολογικής καταπολέμησης.

Η μέθοδος βιολογικής καταπολέμησης ξεκινά με την απομόνωση του παθογόνου μύκητα, και στο εργαστήριο αναγνωρίζεται ο τύπος βλαστικής συμβατότητας. Στη συνέχεια βρίσκονται τοπικά στελέχη του μύκητα με μειωμένη παθογόνο δύναμη (υπομολυσματικά) τα οποία όμως πρέπει να έχουν τον ίδιο τύπο βλαστικής συμβατότητας με τον παθογόνο μύκητα, αλλιώς η μετατροπή του μολυσματικού στελέχους σε υπομολυσματικό είναι αδύνατη. Σε αυτά τα τοπικά στελέχη με μειωμένη παθογόνο δύναμη εισάγεται ο ιός *cryphonectria hypovirus-1*. Αυτά τα υπομολυσματικά στελέχη τα οποία περιέχουν τον ιό, ενώνονται με αναστόμωση με τα παθογόνα μολυσματικά και τα μετατρέπουν σε υπομολυσματικά, καθώς ο ιός προσβάλλει τον παθογόνο μύκητα και τον καθιστά υποπαθογόνο. Η εφαρμογή της μεθόδου γίνεται στους καστανεώνες με την περιμετρική στα έλκη τοποθέτηση της μυκητικής πάστας που περιέχει τον ιό, σε 2-3 δένδρα ανά στρέμμα για τρία συνεχόμενα έτη, από εξειδικευμένα συνεργεία με επικεφαλής δασολόγο ή δασοπόνο από τις 15 Μαΐου και ολοκληρώνεται στο τέλος Ιουλίου. Σκοπός της μεθόδου είναι η εισαγωγή και εγκατάσταση συμβατών υποπαθογόνων στελεχών του μύκητα *cryphonectria parasitica* , και η μετάδοσή του στη συνέχεια σε όλα τα ασθενή δένδρα με φυσικούς μηχανισμούς.

ABSTRACT

My thesis subject is: A biological treatment against chestnut cancer. This study was divided into two chapters. In the first chapter cultivation of chestnut and all necessary information regarding the development as well as challenges during its cultivation are described.

The second part analyzes the subject of this thesis in detail. Data on the origin of the disease, its spread to America, Europe, Greece, and all relevant efforts being accomplished to deal with such a disease is reported. The biological cycle of *Cryphonectria parasitica* is being further described, the causes of the disease, its symptoms, and certain profiles of outspread. The features of the virus *Cryphonectria hypovirus-1*, through which the biological treatment of the cancer is performed, are given, and the factors influencing its virulence are reported. The role of vegetative compatibility is emphasized and that is the “key” for the success of biological treatment.

The method of biological treatment starts with the immediate isolation of the pathogenic fungus, while a type of breed compatibility is recognized within the laboratory. Then, localized fungal strains equipped with a reduced pathogenic force (hypovirulence) are found, which – however – should bear the same type of vegetative compatibility with the pathogenic fungus, otherwise such a transformation of the infectious strain into a hypovirulence is impossible. In these local strains with reduced pathogenic force, *Cryphonectria hypovirus-1* is introduced. All these sub-infectious strains containing the virus are joined via a procedure we call “anastomosis” through pathogenic contaminants and they transformed them into sub-infectious, as the virus attacks the pathogenic fungus and makes it subpathogenic. The application of the method is executed in chestnut trees with the cancerous placement of the fungal paste containing the virus, in 2-3 trees per acre for three consecutive years, by specialized groups with a forester or tree surgeon by May 15 until the end of July. Purpose of this method is to introduce and compatible subpathogenic strains of *Cryphonectria parasitica*, and then its transmission to all diseased trees via natural mechanisms.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT.....	5
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ Α΄ ΜΕΡΟΥΣ.....	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ/ΕΙΚΟΝΩΝ Α΄ ΜΕΡΟΥΣ.....	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ Β΄ ΜΕΡΟΥΣ.....	12
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ Β΄ ΜΕΡΟΥΣ.....	13
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	15
ΜΕΡΟΣ Α΄	18
 Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ	19
 1.1 Γενικά στοιχεία	19
 1.2 Η παραγωγή καστώνων στην Ευρώπη και στην Ελλάδα.....	20
 1.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά.	23
 1.4 Καρποφορία.....	25
 1.5 Επικονίαση - Γονιμοποίηση.....	26

1.6	Πολλαπλασιασμός –Υποκείμενα.....	26
1.7	Ποικιλίες.....	27
1.8	Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις.....	29
1.9	Εγκατάσταση.....	29
1.10	Καλλιέργεια εδάφους.....	31
1.11	Συστήματα φύτευσης.....	31
1.12	Επικονιάστριες ποικιλίες.....	31
1.13	Άρδευση.....	33
1.14	Λίπανση.....	34
1.15	Κλάδεμα.....	36
1.16	Ωρίμανση - Συγκομιδή.....	38
1.17	Ασθένειες καστανιάς.....	38
1.18.	Εχθροί καστανιάς.....	41
1.19	Μελλοντικοί εχθροί καστανιάς.....	42
1.20	Ενδεικτικό πρόγραμμα φυτοπροστασίας καστανιάς.....	43
1.21	Πλεονεκτήματα καστανοκαλλιέργειας.....	44
1.22	Γιατί πρέπει να αναπτυχθεί η καστανοκαλλιέργεια.....	45
1.23	Ποιο το κόστος καλλιέργειας και πότε γίνεται απόσβεση.....	45
1.24	Προβλήματα και προτάσεις για τη βελτίωση των δενδρώνων και της παραγωγικότητας.....	45
1.25	Προοπτικές μεταποίησης.....	47

ΜΕΡΟΣ Β΄	48
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΛΚΟΥΣ ΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ	49
1.1 Εισαγωγή.....	49
1.2 Ο Βιολογικός κύκλος του <i>c. parasitica</i>	49
1.3 Συμπτώματα	51
1.4 Εξάπλωση	52
1.5 Η συμβολή του εντόμου <i>spulerina simploniella</i> στην εξάπλωση του έλκους της καστανιάς.....	53
1.6 Η χρήση ιών στην καταπολέμηση των μυκήτων.	56
1.7 Είδη <i>Hyponivir</i>	56
1.8 Τα χαρακτηριστικά του <i>cryphonectria hyponivir-1(CHV-1)</i>	57
1.9 Οι υπότυποι του CHV-1	58
1.10 Παράγοντες που επηρεάζουν τη λοιμογόνο δράση του CHV – 1	59
1.11 Ο ρόλος της βλαστικής συμβατότητας (vc) στην βιολογική καταπολέμηση του έλκους της καστανιάς.	61
1.12 Τύποι βλαστικής συμβατότητας (vc).....	64
1.13 Το έλκος της καστανιάς στην Ευρώπη	65
1.14 Προσπάθειες αναζωογόνησης από το έλκος της καστανιάς στην Αμερική...67	
1.15 Λόγοι αποτυχίας της θεραπείας με <i>Hyponivulence</i> (υπομολυσματικότητα) στην Αμερική.....	69

1.16 Καταπολέμηση του έλκους της καστανιάς στην Ελλάδα	70
1.17 Το έλκος της καστανιάς στη χερσόνησο του Αγίου Όρους.....	74
1.18 Έλεγχος εξάπλωσης υπομολυσματικών στελεχών του μύκητα <i>cryphonectria parasitica</i> μετά την εφαρμογή προγράμματος βιολογικής καταπολέμησης.....	76
1.19 Η περίοδος μετά την εφαρμογή βιολογικής καταπολέμησης του έλκους της καστανιάς.....	77
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ Α΄ ΜΕΡΟΥΣ	83
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ Β΄ ΜΕΡΟΥΣ.....	83

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ Α΄ ΜΕΡΟΥΣ

Πίνακας 1. Οι κύριες χώρες καλλιέργειας καστανιάς στην Ευρώπη και η παραγωγή τους το 2006 και το 2007.....20

Πίνακας 2. Συνιστώμενες δόσεις αζώτου για τα πρώτα πέντε χρόνια της ηλικίας των δένδρων.....34

Πίνακας 3. Συνιστώμενες δόσεις μικτού λιπάσματος για τα πρώτα πέντε χρόνια της ηλικίας των δένδρων35

Πίνακας 4. Συνιστώμενες δόσεις αζώτου, φώσφορου, και καλίου από τον έκτο χρόνο της ηλικίας των δένδρων35

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ/ ΕΙΚΟΝΩΝ Α' ΜΕΡΟΥΣ

Διαγράμματα 1 και 2. Εξέλιξη της έκτασης και της παραγωγής κάστανων στην Ελλάδα, 1996-2007.....	21
Διάγραμμα 3. Τρία προτεινόμενα σχήματα για την κατανομή μιας κύριας ποικιλίας και δύο ή τριών επικονιαστριών ποικιλιών.....	32
Χάρτης 1. Χάρτης απεικόνισης των περιοχών της καλλιέργειας καστανιάς στην Ελλάδα	22
Σχέδιο 1. Κλάδεμα διαμόρφωσης των νεαρών δένδρων στον αγρό	38
Εικόνα 1. Φύλλα καστανιάς.....	23
Εικόνα 2. Οφθαλμοί καστανιάς.....	24
Εικόνα 3. Αρσενικοί ίουλοι καστανιάς.....	24
Εικόνα 4. Ανδρόγυνοι ίουλοι καστανιάς.....	24
Εικόνα 5. Καρποί καστανιάς μέσα σε αχίναιο	25
Εικόνα 6. Ποικιλίες κάστανων.....	28
Εικόνα 7.1. Ασθένειες καστανιάς.....	40
Εικόνα 7.2 Εχθροί καστανιάς.....	41
Εικόνα 8, 9, 10. Η σφήκα της καστανιάς.....	42

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ Β΄ ΜΕΡΟΥΣ

Πίνακας 1. Αποτελέσματα ψεκασμού λίκνων νύμφωσης του εντόμου *s. simploniella* με διάλυμα κονιδιοσπορίων.....55

Πίνακας 2. Επικρατέστεροι τύποι βλαστικής συμβατότητας του *c. parasitica* στην Ευρώπη.....62

Πίνακας 3. Τύποι βλαστικής συμβατότητας που παρατηρήθηκαν στους οκτώ πληθυσμούς του *c. parasitica*.....64

Πίνακας 4. Η επιδημία της καστανιάς στην Ευρώπη.....66

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ Β΄ ΜΕΡΟΥΣ

Εικόνα 1. Περιθήκια, ασκοί, και ασκοσπόρια του <i>c. parasitica</i>	50
Εικόνα 2. Πυκνίδια του <i>c. parasitica</i> σε έλκος καστανιάς.....	50
Εικόνα 3. Πυκνίδια με πυκνιδιοσπόρια.....	51
Εικόνα 4. Δενδρύλιο καστανιάς με έλκος στην περιοχή εμβολιασμού.....	51
Εικόνα 5. Ενεργό έλκος σε κορμό νεαρής καστανιάς.....	51
Εικόνα 6. Το έντομο <i>spulerina simploniella</i>	53
Εικόνα 7. Κατανομή των υπότυπων του <i>cryphonectria hypovirus-1</i> στην Ευρώπη.....	58
Εικόνα 8. Χάρτης της Ευρώπης που δείχνει την κυριαρχία των τύπων βλαστικής συμβατότητας των πληθυσμών του <i>c. parasitica</i> σε κάθε χώρα.....	61
Εικόνα 9. Χάρτης της Ευρώπης που δείχνει την παρουσία του έλκους της καστανιάς και το έτος της πρώτης παρατήρησης της ασθένειας.....	65
Εικόνα 10. Θανατηφόρα έλκη σε δένδρο καστανιάς και σε πρεμνοφυές δάσος...	70
Εικόνα 11. Τεχνική μυκητικών εμβολιασμών.....	71

Εικόνα 12. Θεραπευμένο έλκος ένα χρόνο μετά τον εμβολιασμό του.....72

Εικόνα 13. Ανάπτυξη του μύκητα *c. parasitica* στο εργαστήριο.....73

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

Γ'ΚΠΣ.....Γ' Κοινοτικό πλαίσιο στήριξης

Δ'ΚΠΣ.....Δ' Κοινοτικό πλαίσιο στήριξης

ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.....Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας

Ι.Δ.Ε.....Ινστιτούτο δασικών ερευνών

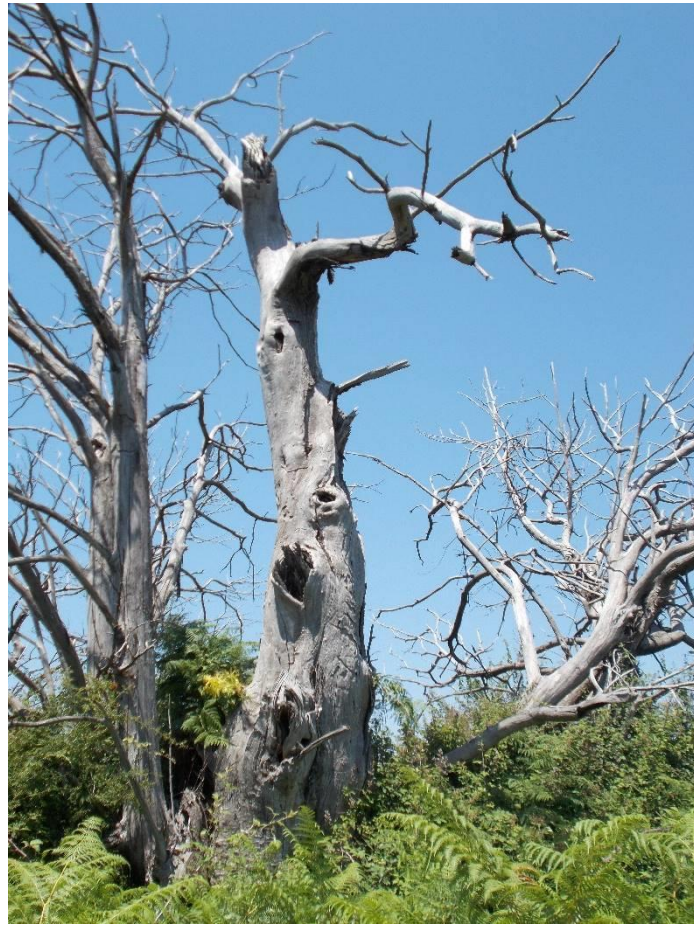
ΑCCF.....Αμερικανικό ίδρυμα συνεργατών καστανιάς

EU.....Τύπος βλαστικής συμβατότητας, π.χ EU-12

CHV.....cryphonectria hypovirus

VC.....Βλαστική συμβατότητα

**Προσβεβλημένο από το έλκος της καστανιάς όλο το καστανοδάσος
στο χωριό του φοιτητή (Μουζακαίοι Ιωαννίνων)**





ΜΕΡΟΣ Α

Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ

1.1 Γενικά στοιχεία

Η καστανιά είναι ένα σημαντικό καρποφόρο και δασικό δένδρο, που ως καλλιέργεια παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις ορεινές και ημιορεινές περιοχές της χώρας μας. Για την εγκατάσταση ενός σύγχρονου καστανεώνα απαιτείται προσεκτική επιλογή του χωραφιού το οποίο θα πρέπει να έχει έδαφος όξινο (pH 4,5 – 6,5), ελαφρύ και καλά στραγγιζόμενο. Για τη φύτευση θα χρησιμοποιηθούν εμβολιασμένα δενδρύλλια της κατάλληλης κύριας ποικιλίας και άλλων δύο ή τριών επικονιαστριών ποικιλιών, επειδή η σταυρεπικονίαση στην καστανιά είναι αναγκαία για καλή ποσοτικά και ποιοτικά παραγωγή. Η άρδευση είναι απαραίτητη στα πρώτα χρόνια εγκατάστασης των νεαρών δενδρυλλίων και χρήσιμη μετέπειτα τουλάχιστον σε περιοχές με μικρή βροχόπτωση.

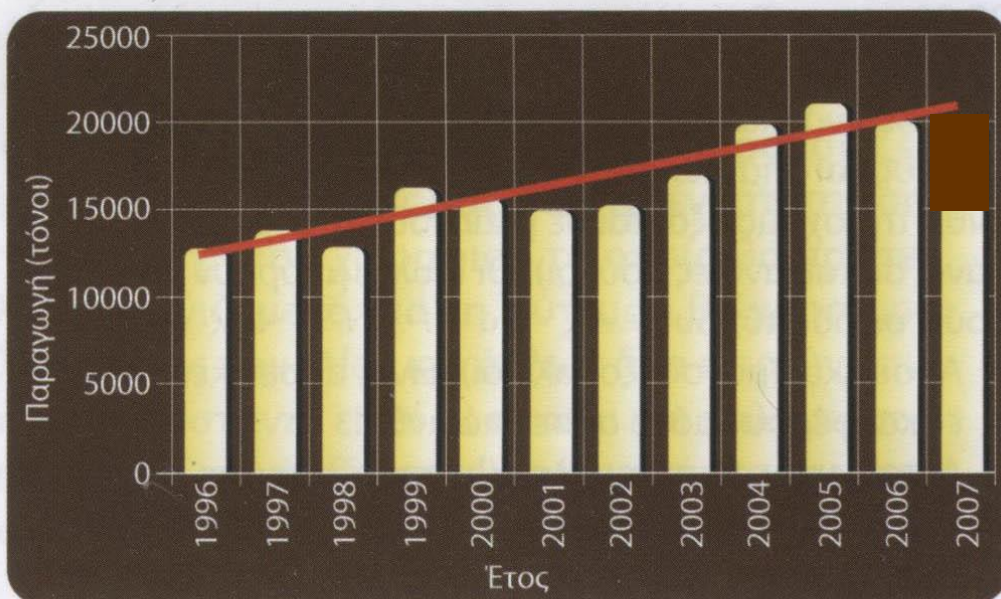
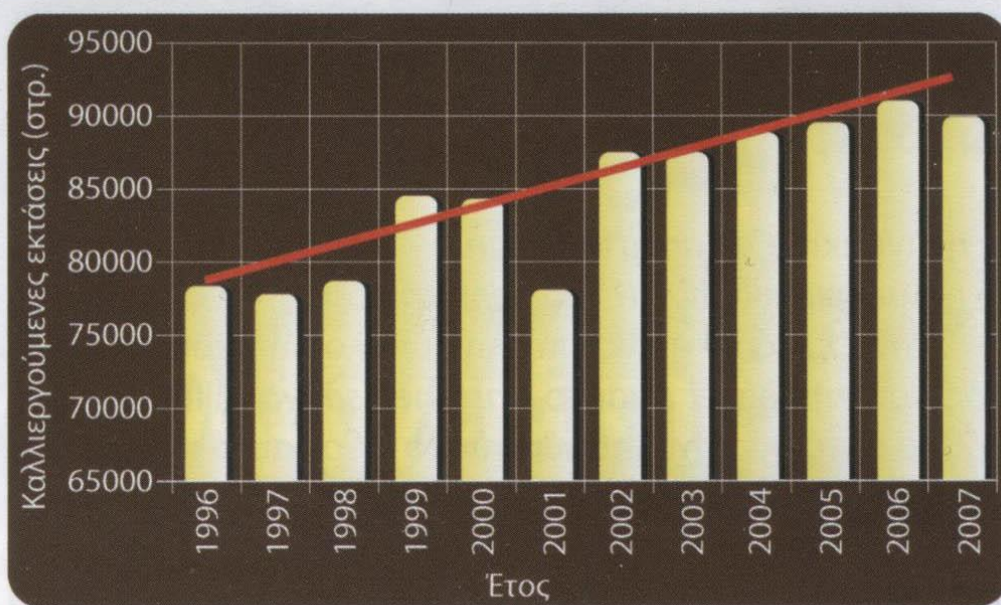
Η καστανιά μαζί με την καρυδιά παρουσιάζουν ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον για τις ορεινές περιοχές της χώρας μας, ενώ είναι σχετικά εύκολη η μετατροπή των καλλιεργειών αυτών σε βιολογικές. Τα καλλιεργούμενα αυτά είδη είναι ταυτόχρονα δασικά και αποτελούν έτσι τη συνέχεια των δασών και συνθέτουν μαζί με τα υπόλοιπα δασικά είδη το περιβάλλον και την ιδιαίτερη φυσιογνωμία των ορεινών όγκων. Η καλλιέργεια της καστανιάς στις ορεινές περιοχές (όπου όμως υπάρχουν οι κατάλληλες εδαφοκλιματικές συνθήκες) είναι μια από τις αποδοτικότερες καλλιέργειες για τους παραγωγούς των περιοχών αυτών που μειονεκτούν σχετικά με τις πιο εύφορες πεδινές.

Η δυνατότητα ανάπτυξης ή επέκτασης της βιολογικής καλλιέργειας της καστανιάς στις ορεινές περιοχές μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση του εισοδήματος των παραγωγών και στη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τη χρήση των γεωργικών φαρμάκων και ανόργανων λιπασμάτων ενώ μπορεί να συνδυαστεί με τον αγροτουρισμό και να συμβάλει στη συγκράτηση του πληθυσμού στις περιοχές αυτές που είναι συνεχώς μειούμενος.

1.2 Η παραγωγή καστανών στην Ευρώπη και στην Ελλάδα.

Οι κυριότερες χώρες καλλιέργειας της καστανιάς (Ευρωπαϊκής) στην Ευρώπη φαίνονται στον Πίνακα 1. Την πρώτη θέση καταλαμβάνουν από κοινού η Ιταλία με την Τουρκία ενώ η Ελλάδα συγκαταλέγεται στις πέντε πρώτες καστανοπαραγωγικές χώρες της Ευρώπης, με σαφή αυξητική τάση τόσο στις καλλιεργούμενες εκτάσεις (Διάγραμμα 1) όσο και στην παραγωγή (Διάγραμμα2)

Πίνακας 1 Οι κύριες χώρες καλλιέργειας καστανιάς (Ευρωπαϊκής) στην Ευρώπη και η παραγωγή τους το 2006 και 2007.		
Χώρα	Παραγωγή (σε τόνους)	
	2006	2007
Τουρκία	53.814	55.100
Ιταλία	53.000	55.000
Πορτογαλία	30.900	22.000
Ελλάδα	17.442	15.000
Ισπανία	10.140	15.000
Γαλλία	9.670	9.449
Ρωσία	2.100	2.200
Αζερμπαϊτζάν	1.765	1.887
Πηγή: FAOstat		



Διαγράμματα 1 και 2. Εξέλιξη της έκτασης της καλλιέργειας και της παραγωγής καστώνων στην Ελλάδα, 1996-2007.



Χάρτης 1: Κλιμάκωση της καλλιέργειας της καστανιάς που απεικονίζει περιοχές στις οποίες η καλλιέργεια καλύπτει τα παραπάνω ποσοστά γεωργικής γης.

Συνολική γεωργική γη: 37000 στρ.

Έκταση καλλιέργειας: 89000 στρ.

Παραγωγή 15.000 τόνοι

Ποσοστό κάλυψης γεωργικής γης: 0.2%

ΠΗΓΗ: ΕΛ. ΣΤΑΤ. (2007)

1.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά.

Το δέντρο της Καστανιάς μπορεί να φτάσει έως τα 25-30 μέτρα ύψος ενώ ο κορμός του αυξάνει έως 2 μέτρα πλάτος. Όταν είναι μεμονωμένο, έχοντας αρκετό χώρο για να αναπτυχθεί παίρνει τεράστιες διαστάσεις, δημιουργεί χοντρούς βραχίονες και παίρνει σχήμα σφαιρικό. Όταν βρίσκεται σε συστάδες δέντρων, όπου ο χώρος είναι περιορισμένος, αυξάνει σε ύψος και παίρνει πυραμοειδές σχήμα. Αν βέβαια έχει δεχτεί κλάδεμα διαμόρφωσης τα πρώτα χρόνια της ηλικίας του, τότε το σχήμα του διαμορφώνεται σε ένα ανοιχτό κυπελλοειδές με τα κλαδιά να πέφτουν προς τη γη (κλαίουσα μορφή).

Η ρίζα είναι πολύ ισχυρή και καταλαμβάνει τεράστιο όγκο εδάφους. Επεκτείνεται τόσο σε βάθος όσο και σε έκταση. Μάλιστα, μπορεί να ξεπεράσει το μήκος της κόμης κατά το ήμισυ της διαμέτρου της.

Οι βλαστοί είναι ευθείς και εύκαμπτοι. Όταν είναι ακόμη τρυφεροί, παρουσιάζουν ιδιαίτερη ευαισθησία στους δυνατούς ανέμους. Έχουν πράσινο χρώμα, ενώ όταν ξυλοποιηθούν αποκτούν καστανοκίτρινο, οι ώριμοι βλαστοί γίνονται γωνιώδεις, με πέντε κύριες γωνίες.

Τα φύλλα είναι απλά, λογχοειδή με πριονωτές παρυφές και μυτερές κορυφές. Η βάση των φύλλων είναι υποστρόγγυλη και φέρουν κοντό μίσχο. Το μήκος τους κυμαίνεται από 12-20 εκ., ενώ το πλάτος από 3-6 εκ. (εικόνα 1). Τα φύλλα του φέρονται κατ' εναλλαγή.

Οι οφθαλμοί διακρίνονται σε ξυλοφόρους και μικτούς καρποφόρους. Σχηματίζονται πλάγια ή επάκρια των βλαστών. Έχουν τριγωνικό σχήμα, είναι χοντροί με ευρεία βάση και είτε είναι λείοι είτε περιβάλλονται από κοντές αραιές τρίχες. Οι ξυλοφόροι οφθαλμοί είναι πιο οξύληκτοι (αιχμηροί) και συνήθως βρίσκονται στους 2-3 πρώτους κόμβους της βάσης των καρποφόρων βλαστών (ετήσιοι). Οι μικτοί καρποφόροι εμφανίζονται πιο



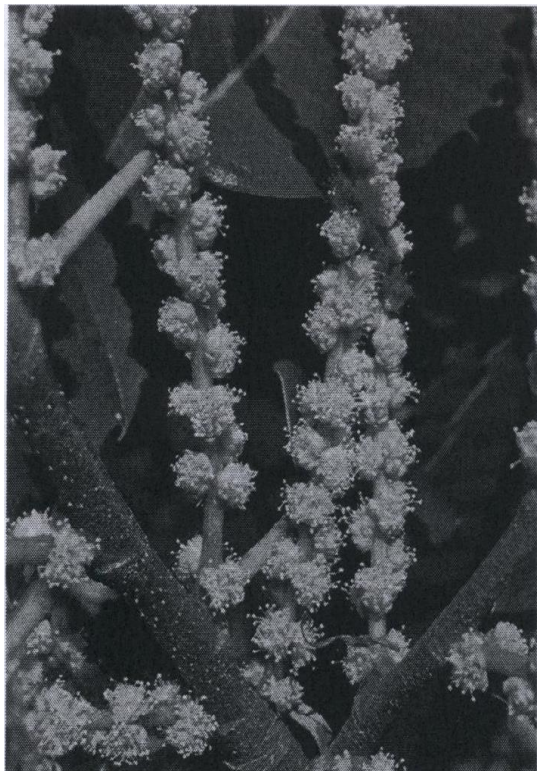
Εικόνα 1.: Φύλλα καστανιάς

διογκωμένοι και ελαφρώς μεγαλύτεροι σε μέγεθος. Βρίσκονται στους 1-2 τελευταίους κόμβους, επάκρια των καρποφόρων βλαστών (εικόνα 2).

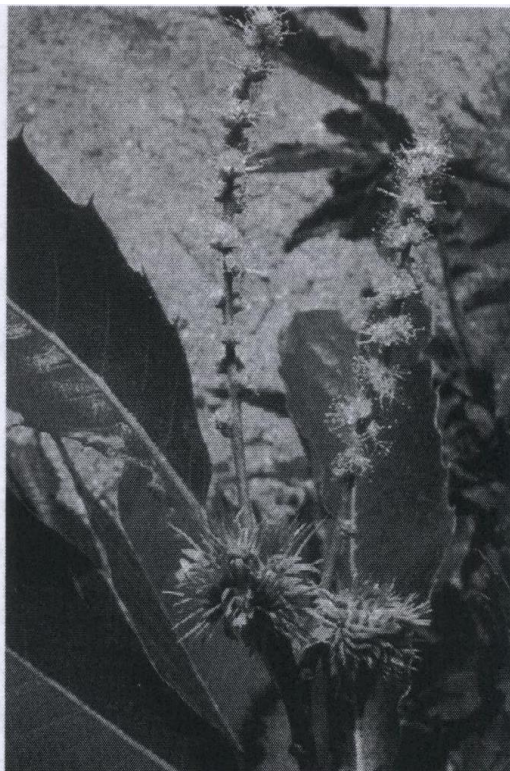
Όσο αφορά τα άνθη, το δέντρο της καστανιάς είναι μόνοικο δικλινές, έχει δηλαδή και τα αρσενικά και τα θηλυκά άνθη στο ίδιο δέντρο, αλλά σε διαφορετικές θέσεις. Τα άνθη εμφανίζονται σε βλαστούς της τρέχουσας εποχής (ετήσιους). Τα αρσενικά άνθη σχηματίζουν ανθοταξίες, οι οποίες βρίσκονται σε όλη τη ράχη της ταξιανθίας του ίουλου, (εικόνα 3), ενώ τα θηλυκά άνθη φέρονται στις βάσεις των ίουλων, (εικόνα 4). Οι ίουλοι στην καστανιά είναι δύο ειδών:



Εικόνα 2.: Οφθαλμοί καστανιάς



Εικόνα 3.: Αρσενικοί ίουλοι καστανιάς



Εικόνα 4.: Ανδρόγυνοι ίουλοι καστανιάς

- Οι αρσενικοί ίουλοι, οι οποίοι φέρουν μόνο αρσενικές ανθοταξίες και τους συναντάμε στα κατώτερα τμήματα των ετήσιων βλαστών.
- Οι ανδρόγυνοι ίουλοι, οι οποίοι φέρουν αρσενικές και θηλυκές ανθοταξίες και τους συναντάμε επάκρια των ετήσιων βλαστών.

Ο καρπός της καστανιάς αναπτύσσεται μέσα σε ένα ακανθώδες περίβλημα, τον αχινό (συνήθως περιβάλλει τρία κάστανα). Ο αχινός φέρει πολυάριθμα αγκάθια που είναι αιχμηρά, πυκνά και συχνά αλληλοπλεκόμενα, καλύπτοντας έτσι όλη του την επιφάνεια, (εικόνα 5). Αντίθετα, στην εσωτερική πλευρά φέρει ένα λεπτό πυκνό και μαλακό χνούδι καστανόλευκου χρώματος. Το κάστανο περιβάλλεται από ένα



Εικόνα 5.: Καρποί καστανιάς μέσα σε αχίναιο

σκληρό κοκκινοκαφετί, με σκούρες γραμμώσεις, δερματώδες περικάρπιο. Το χρώμα του καστανού διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία. Στο ένα άκρο φέρει ουρά και χνούδι, δηλαδή αποξηραμένους στύλους (δάδα), ενώ στο άλλο άκρο φέρει σκληρή βάση (είναι το σημείο πρόσφυσης με τον αχινό). Εσωτερικά υπάρχει ένα λεπτό στρώμα καλύμματος από χνούδι, που περιβάλλει το εδώδιμο τμήμα του καστανού, το οποίο παράγεται από το περίβλημα της σπερματικής βλάστης. Το εδώδιμο τμήμα του καστανού αποτελείται από το σπέρμα που φέρει το έμβρυο και δύο κοτυληδόνες.

1.4 Καρποφορία

Η καστανιά καρποφορεί πλάγια σε βλαστό τρέχουσας εποχής από μικτούς οφθαλμούς. Κάθε ξυλοφόρος οφθαλμός, εκπτυσσόμενος στην 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 ιούλους με αρσενικά και θηλυκά άνθη (στο επάκριο τμήμα του βλαστού)

1.5 Επικονίαση - Γονιμοποίηση.

Παρόλο που η γύρη της καστανιάς είναι γόνιμη, δε μπορεί να επικονιάσει τα άνθη της. Είναι πρακτικά αυτοασυμβίβαστη. Συνεπώς, τα άνθη της θα πρέπει να επικονιαστούν από άλλες ποικιλίες. Η καστανιά θεωρείται και εντομόφιλη και ανεμόφιλη. Έχει βρεθεί ότι εάν η επικονιάστρια ποικιλία είναι μεγαλόκαρπη, τότε αυξάνεται και το μέγεθος της καλλιεργούμενης ποικιλίας. Αυτό καλείται, το φαινόμενο της ετέρωσης. Εάν επιθυμούμε ένα ικανοποιητικό ποσοστό καρπόδεσης από σταυρογονιμοποίηση, τότε η απόσταση μεταξύ των διαφορετικών ποικιλιών δε θα πρέπει να ξεπερνά τα 65 μέτρα. Στα αρσενικά άνθη, οι ανθοταξίες παίρνουν ένα έντονο κίτρινο χρωματισμό και διογκώνονται κάνοντας εμφανή την ωρίμανσή τους. Επίσης, όταν ωριμάζουν αναδύουν ένα χαρακτηριστικό άρωμα προσελκύοντας έτσι πολυάριθμους επικονιαστές. Τα θηλυκά άνθη είναι δεκτικά όταν ανθίζουν και τα τρία άνθη της ανθοταξίας και οι στύλοι από λευκό, πάρουν λευκοκίτρινο χρώμα, φέροντας ένα κολλώδες υγρό στην επιφάνειά τους. Η επικονίαση πραγματοποιείται με την μεταφορά του γυρεόκοκκου στο δεκτικό στίγμα.

Τη στιγμή που θα επικαθήσει ο γυρεόκοκκος στο στίγμα, βλαστάνει και δίνει γυρεοσωλήνες οι οποίοι οδηγούνται χημειοτακτικά προς τη σπερμοβλάστη. Η διαδικασία της γονιμοποίησης διαρκεί 10 με 15 μέρες.

1.6 Πολλαπλασιασμός –Υποκείμενα.

Η καστανιά πολλαπλασιάζεται κυρίως με τη μικτή μέθοδο πολλαπλασιασμού, δηλαδή, με σπόρους και εμβολιασμό των παραγόμενων σπορόφυτων με την επιθυμητή ποικιλία. Ο αγενής πολλαπλασιασμός της με εναέριες καταβολάδες, καταβολάδες εδάφους, φυλλοφόρα μοσχεύματα και ξυλοποιημένα χειμερινά μοσχεύματα είναι περιορισμένος, γιατί δεν εξασφαλίζουν ικανοποιητικό ποσοστό επιτυχίας. Ο πολλαπλασιασμός πάντως με μεριστώματα έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα.

Οι καρποί της καστανιάς αν φυτευτούν αμέσως μετά τη συγκομιδή, δε βλαστάνουν ικανοποιητικά. Επομένως, για τη διακοπή του ληθάργου του εμβρύου και την εξασφάλιση ομοιόμορφης βλαστικότητας πρέπει να δεχθούν την επίδραση υγρής ψύξης για 1-2 μήνες.

Μετά από ανάπτυξη ενός χρόνου, τα σπορόφυτα εμβολιάζονται με την επιθυμητή ποικιλία. Αν και η καστανιά εμβολιάζεται δύσκολα με εγκεντρισμό ή ενοφθαλμισμό, ο υπόφλοιος στεφανίτης και ο ενοφθαλμισμός με ανεστραμμένο (ανάποδο) T δίνουν καλά αποτελέσματα. Το όρθιο T δεν έχει επιτυχία γιατί τα μάτια συνήθως πέφτουν και αυτό οφείλεται στην υπερβολική χυμορροή. Η επιτυχία του εμβολιασμού συνήθως εξαρτάται από 3 παράγοντες που είναι το καλό εμβόλιο, η κατάλληλη εποχή εμβολιασμού και η κατάλληλη τεχνική. Καλό εμβόλιο παράγεται από ξυλοφόρους βλαστούς με καλά μάτια και ελάχιστη εντεριώνη.

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

Σε αυτόρριζες καστανιές, σπορόφυτα καστανιάς εμβολιάζονται με εγκεντρισμό με την επιθυμητή ποικιλία και το σημείο του εμβολιασμού παραχώνεται με χώμα έτσι ώστε μόνο ένα μάτι του εμβολίου να βρίσκεται απ' έξω. Μετά το σχηματισμό ριζών στη βάση του εμβολίου, αυτό αποκόπτεται στο σημείο ένωσης εμβολίου και υποκειμένου και μεταφυτεύεται πλέον ως αυτόρριζο δενδρύλλιο.

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

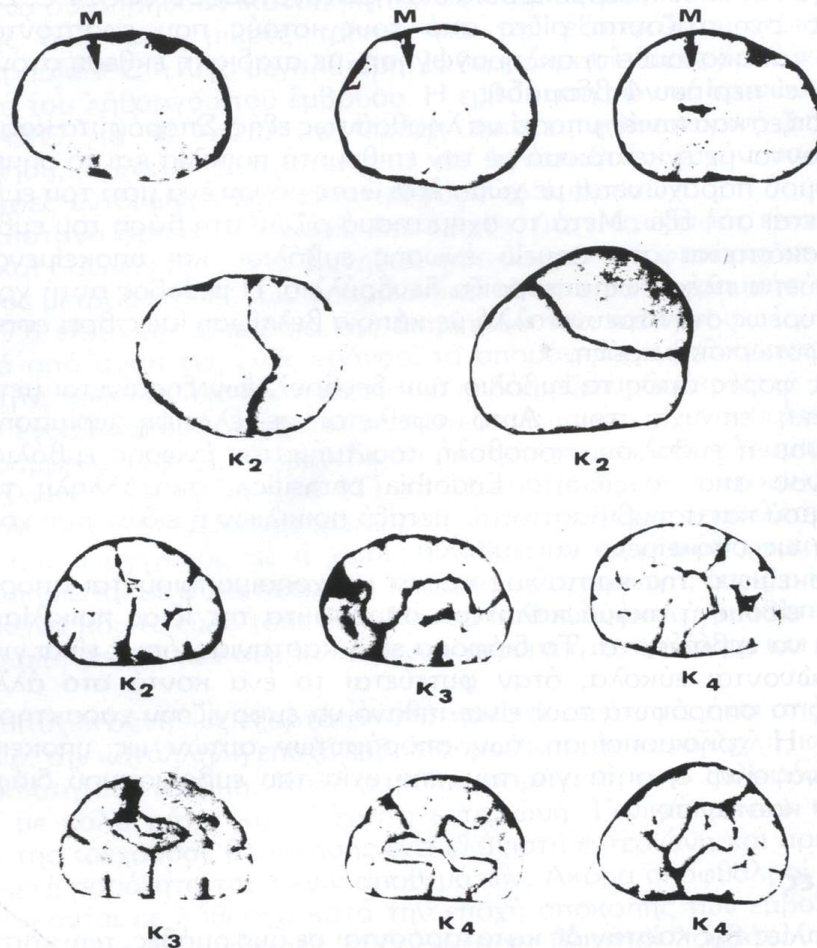
Ως υποκείμενα της καστανιάς, πρέπει να χρησιμοποιούνται σπορόφυτα του ίδιου είδους ή ακόμα καλύτερα σπορόφυτα της ίδια ποικιλίας που πρόκειται να εμβολιαστεί. Τα διάφορα είδη καστανιάς διασταυρώνονται εύκολα, όταν φυτεύεται το ένα κοντά στο άλλο και επομένως τα σπορόφυτά τους είναι πιθανό να εμφανίζουν χαρακτηριστικά υβριδίου.

1.7 Ποικιλίες

Οι ποικιλίες της καστανιάς κατατάσσονται σε δύο ομάδες, των καστώνων και των μαρρονίων: Στην ομάδα των καστώνων υπάγονται οι ποικιλίες εκείνες των οποίων οι καρποί έχουν χρώμα βαθύ καστανό, η ψίχα τους αποτελείται από περισσότερα του ενός σπέρματα (πολύσπερμοι), συνήθως από 2 έως 5, με πιο

επικρατέστερο τον αριθμό 2 (εικ. 6) και κάθε σπέρμα, που φέρει πολλές βαθιές πτυχές, περιβάλλεται από στυφή επιδερμίδα, που εισχωρεί βαθιά σ' αυτές. Στη δε ομάδα των μαρρονίων υπάγονται οι ποικιλίες εκείνες των οποίων οι καρποί έχουν χρώμα κοκκινωπό με καστανόχρωμες ραβδώσεις, η ψίχα τους αποτελείται απ' ένα συνήθως σπέρμα (Εικ. 6), που φέρει αβαθείς πτυχές και περιβάλλεται από επιδερμίδα, που αποχωρίζεται εύκολα.

Μια ποικιλία έχει επικρατήσει να κατατάσσεται στην ομάδα των καστώνων, όταν το μέσο ποσοστό των καρπών της με διπλά ή περισσότερα σπέρματα (πολύσπερμοι), που έχει προσδιοριστεί μετά από συστηματική μελέτη επί σειρά ετών, είναι μεγαλύτερο από 20-25% και στην ομάδα των μαρρονίων, όταν το ποσοστό αυτό, που προσδιορίστηκε κατά τον ίδιο τρόπο και κάτω από τις ίδιες συνθήκες είναι μικρότερο από 20%.



Εικ. 6 M = Μαρρόνια (καρποί με ένα σπέρμα)
 K₂ = Κάστανια (καρποί με δυο σπέρματα)
 K₃ = Κάστανια (καρποί με τρία σπέρματα)
 K₄ = Κάστανια (καρποί με τέσσερα σπέρματα)
 (κατά Solignat, et al., 1975)

1.8 Εδαφοκλιματικές Απαιτήσεις

Η καστανιά θέλει κλίμα ελαφρά ψυχρό και υγρό με μέση ετήσια θερμοκρασία 8-15°C. Κατά τη ληθαργική περίοδο αντέχει σε θερμοκρασίες -15 έως -17° C. Είναι όμως ευαίσθητη στους ανοιξιότατους παγετούς, γιατί την περίοδο εκείνη εκπτύσσεται η νέα βλάστηση και σχηματίζονται τα διάφορα ανθικά μέρη, που είναι ευαίσθητα στον παγετό. Από άποψη υψομέτρου στις πολύ ψυχρές ηπειρωτικές περιοχές ευδοκμεί από 300-900 μέτρα, στις παραθαλάσσιες ηπειρωτικές περιοχές από 400-1000 μέτρα και στις νησιωτικές από 500-1300 μέτρα. Είναι απαιτητική σε νερό και χρειάζεται για τις ανάγκες της ετήσια βροχόπτωση ύψους τουλάχιστον 700mm. Ευδοκμεί καλύτερα σε επικλινείς τοποθεσίες, όπου λόγω διαφυγής των ψυχρών ρευμάτων δε σημειώνονται παγετοί για την αποφυγή ή περιορισμό προσβολών από μυκητολογικές ασθένειες.

Κατάλληλα εδάφη για την καλλιέργεια της καστανιάς θεωρούνται τα αμμώδη ή τα αμμοπηλώδη καθώς επίσης, εδάφη που προέρχονται από αποσάθρωση σχιστολιθικών ή γρανιτικών πετρωμάτων. Πρέπει να είναι βαθιά με καλή στράγγιση, διαφορετικά οι ρίζες της θα υποφέρουν από ασφυξία και θα κινδυνέψουν από φυτόφθορα. Μπορεί όμως να αξιοποιήσει εδάφη σχετικά αβαθή, αρκεί να έχουν καλή στράγγιση ή εδάφη μέτριας γονιμότητας, εκεί όπου άλλες καλλιέργειες θα αδυνατούσαν να αναπτυχθούν. Αν το έδαφος είναι πολύ φτωχής γονιμότητας, συνιστάται χλωρή λίπανση, με τη χρήση αζωτούχων φυτών (βίκου, τριφύλλι κ.ά.).

Το κατάλληλο pH του εδάφους για την καλλιέργεια της καστανιάς είναι 5,5 με 6. Μπορεί να αναπτυχθεί χωρίς ιδιαίτερο πρόβλημα σε pH 4,5 έως 6,5 . Εάν είναι κάτω από 4,5, τότε θα πρέπει οπωσδήποτε να προστεθεί ασβέστιο ώστε να αποκλείσουμε την καλλιέργεια της καστανιάς, διότι θα έχουμε πολλά προβλήματα κατά την ανάπτυξή της. Είναι πάρα πολύ ευαίσθητη στο ασβέστιο, πράγμα που σημαίνει ότι δε θα πρέπει το ολικό ανθρακικό ασβέστιο να υπερβαίνει το 2%

1.9 Εγκατάσταση.

Η εγκατάσταση συστηματικής φυτείας με καστανιές προϋποθέτει την ύπαρξη εδαφών με μικρή κλίση, ώστε να διευκολύνονται οι εργασίες μηχανικής καλλιέργειας

και συγκομιδής. Επειδή όμως τέτοιες εκτάσεις είναι ελάχιστες στη ζώνη προσαρμοστικότητας της καστανιάς, προτείνεται η δημιουργία αναβαθμίδων σε εδάφη με αρκετή κλίση, εφόσον το κόστος δεν είναι απαγορευτικό. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι αναβαθμίδες έχουν πλάτος δύο μέτρα και κλίση προς τα μέσα για τη συγκράτηση του νερού των βροχοπτώσεων.

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 ή ψυχανθή), 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 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.

Στην περίπτωση που το έδαφος καλύπτεται με ποώδη βλάστηση, συνίσταται 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. Στη συνέχεια, ακολουθεί η προετοιμασία του εδάφους, η οποία συνίσταται σε ένα σχετικά βαθύ όργωμα (30-40 εκ.). Βαθύτερο όργωμα αποφεύγεται εκτός και αν συντρέχει συγκεκριμένος λόγος, όπως το σπάσιμο 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 άρωση 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 ή λεκάνες πρέπει να αποφεύγεται για την αποφυγή διάδοσης της μελάνωσης.

1.10 Καλλιέργεια εδάφους.

Η καλλιέργεια του εδάφους του καστανεώνα αποσκοπεί στην αύξηση ή διατήρηση της περιεκτικότητάς του σε χούμο, στην αποθήκευση νερού και παρεμπόδιση της διάβρωσής του, στη διατήρηση της γονιμότητάς του και στην ποσοτική και ποιοτική αύξηση της παραγωγής. Διενεργείται με μηχανικά μέσα και με χημικά μέσα.

1.11 Συστήματα Φύτευσης.

Η καστανιά φυτεύεται κατά τετράγωνα, κατά ορθογώνια παραλληλόγραμμα ή γραμμές, κατά ισόπλευρα τρίγωνα και κατά ισοϋψείς καμπύλες. Τα συνηθέστερα συστήματα είναι κατά ισόπλευρα τρίγωνα και κατά ορθογώνια παραλληλόγραμμα ή γραμμές. Η καστανιά δεν πρέπει να φυτεύεται σε μικρότερες από τις συνιστώμενες αποστάσεις, ιδιαίτερα όταν το έδαφος είναι αρκετό γόνιμο, γιατί μετά από λίγα χρόνια ο συνωστισμός και η αλληλοσκίαση των δένδρων θα επηρεάσουν την απρόσκοπτη εκτέλεση και αποτελεσματικότητα των διάφορων καλλιεργητικών φροντίδων, ως και αρνητικά την ποσοτική και ποιοτική παραγωγή του καστανεώνα.

Η απόσταση φύτευσης καθορίζεται από τη γονιμότητα του εδάφους, το υποκείμενο και την ποικιλία. Για τις ποικιλίες *castanea mollissima* συνίσταται απόσταση 12 x12 m, για τις ποικιλίες *castanea sativa* συνίσταται απόσταση 10 x 10m, για τα δε Ευρω-Ιαπωνικά υβρίδια 7 x7m.

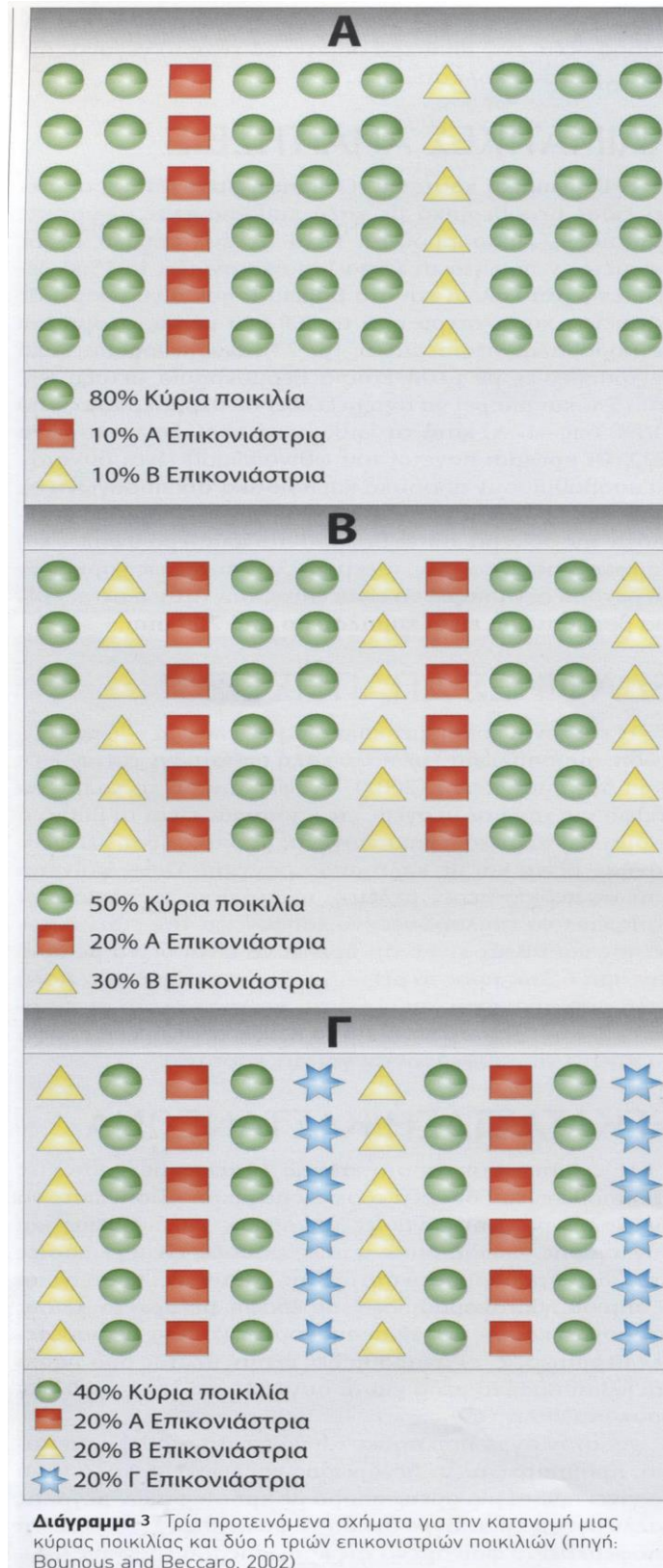
Η φύτευση των δενδρυλλίων στην οριστική τους θέση μπορεί να γίνει από το φθινόπωρο, μετά την πτώση των φύλλων, ως προς την άνοιξη πριν ακόμα φουσκώσουν οι οφθαλμοί (νωρίς την άνοιξη). Σε γενικές γραμμές η πρώτη φύτευση κατά το φθινόπωρο πλεονεκτεί διότι ευνοεί τον εθισμό του φυτού στο νέο του περιβάλλον και την ταχεία έκπτυξη νέων ριζιδίων κατά την επόμενη άνοιξη. Η φύτευση πρέπει να γίνεται πάντα με καλό καιρό και όταν το έδαφος είναι στο ρόγο του.

1.12 Επικονιάστριες Ποικιλίες.

Στους καστανεώνες που προορίζονται για την παραγωγή καρπών, εκτός από την κύρια ποικιλία, ο παραγωγός με γνώμονα την παραγωγικότητα αλλά και την

ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος, πρέπει να εγκαταστήσει και δύο ή τρεις ποικιλίες που θα έχουν ρόλο ως επικονιάστριες (Διάγραμμα 3).

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



- Οι επικονιάστριες ποικιλίες απαιτείται να μπορούν να απελευθερώνουν τη 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 ποικιλίες ως επικονιάστριες, που μπορούν να συνεισφέρουν στην παραγωγή καρπών καλής ποιότητας.
- Πρέπει να γίνεται συγκαλλιέργεια 2 ή περισσότερων ποικιλιών.
- Η απόσταση μεταξύ των επικονιαστριών και των κύριων ποικιλιών δεν πρέπει να ξεπερνά τα 65μ.

1.13 Άρδευση.

Όταν το δέντρο βρίσκεται στη νεαρή του ηλικία έχει ανάγκη από συχνά ποτίσματα μέχρι να μπορέσει να αναπτύξει ικανοποιητικά το ριζικό του σύστημα και να γίνει αυτάρκες. Αν δεν υπάρχει διαθέσιμο νερό τότε συνιστάται η κάλυψη του εδάφους με κοπριά σε ακτίνα 1μ περίπου γύρω από τον κορμό ή με φύλλο μαύρου πλαστικού (σκεπασμένο με χώμα). Η κάλυψη αυτή, που περιορίζει τις απώλειες λόγω εξάτμισης και εμποδίζει τη βλάστηση των ζιζανίων, συγκρατεί παράλληλα την υγρασία την περίοδο ξηρασίας, στο χώρο των ριζών του δέντρου. Αν υπάρχει η δυνατότητα για τουλάχιστον μία άρδευση, καλό είναι να εφαρμόζεται κατά την περίοδο της αύξησης του καρπού το Σεπτέμβριο, διότι το μεγαλύτερο πρόβλημα που παρατηρείται, είναι το μικρό μέγεθος των καρπών, λόγω της έλλειψης νερού κατά την περίοδο του γεμίσματος του καρπού, με αποτέλεσμα τη μικρή τιμή διάθεσης του προϊόντος. Στις ποτιστικές καλλιέργειες όπως είναι ευνόητο άλλωστε, έχουμε μεγαλύτερες αποδόσεις και καλύτερη ποιότητα, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται μεγαλύτερο εμπορικό κέρδος (μεγάλο μέγεθος καρπών, μεγαλύτερες αποδόσεις).

Έτσι, για κτήματα με δένδρα ηλικίας μέχρι πέντε ετών, προτείνονται 5-6 ποτίσματα ανά 15νθήμερο, αρχίζοντας περίπου στις αρχές Ιουνίου ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Για δένδρα μεγαλύτερα των πέντε ετών τα ποτίσματα να περιορίζονται σε 4-5 ανά 15νθήμερο αρχίζοντας από 1 Ιουλίου. Δεν πρέπει να ποτίζουμε μετά την πρώτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου γιατί ο καρπός μετασυλλεκτικά θα σχίζεται, με αποτέλεσμα τη γρήγορη αφυδάτωση και μυκητίαση

καθώς και την αντιαισθητική του εμφάνιση στα σημεία διάθεσής του προς πώληση. Κατά το πότισμα δεν πρέπει να διαβρέχεται ο κορμός των δένδρων.

1.14 Λίπανση.

Η καστανιά είναι απαιτητική σε άζωτο. Αυτό μπορεί να χορηγηθεί σε μια δόση των 50 γραμμαρίων, κάθε χρόνο και για κάθε χρόνο ηλικίας του δένδρου, από 15 του Μάρτη μέχρι στις 15 του Απρίλη ή σε δυο δόσεις κατά τα 2/3 στα τέλη του

Συνιστώμενες δόσεις αζώτου για τα πρώτα πέντε χρόνια της ηλικίας των δένδρων

Χρόνος	Δόση καθαρού αζώτου κατά δένδρο	Ποσότητα νιτρικής αμμωνίας ¹
1ος	50g	150g νιτρικής αμμωνίας σε ακτίνα 1μ.
2ος	100g	300g νιτρικής αμμωνίας σε ακτίνα 1.5μ.
3ος	150g	450g νιτρικής αμμωνίας σε ακτίνα 2μ.
4ος	200g	500g νιτρικής αμμωνίας σε ακτίνα 2.5μ.
5ος	250g	650g νιτρικής αμμωνίας σε ακτίνα 3μ.

1. Το λίπασμα διασκορπίζεται λίγα εκατοστά μακριά από τον κορμό προς αποφυγή εγκαυμάτων.

Πίνακας 2

Μάρτη και κατά το 1/3 στις αρχές του Μάη. Η ποσότητα αζώτου κατ' ηλικία δένδρου φαίνεται στον πίνακα 2.

Αν η περιεκτικότητα του εδάφους σε κάλιο και φώσφορο είναι ανεπαρκής, τότε συνιστάται η παροχή μικτού λιπάσματος σε δόσεις, όπως εμφανίζεται στον πίνακα 3.

Συνιστώμενες δόσεις μικτού λιπάσματος για τα πρώτα πέντε χρόνια της ηλικίας των δένδρων

Χρόνος	Ποσότητα μικτού λιπάσματος 15-15-15
1ος	500g
2ος	1000g
3ος	1500g
4ος	2000g
5ος	2500g

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

Πίνακας 3

Από τον έκτο χρόνο της ηλικίας των δένδρων συνιστάται λίπανση με N, P και K σε ποσότητες, όπως φαίνεται στον πίνακα 4.

Συνιστώμενες δόσεις αζώτου, φώσφορου και καλίου από τον έκτο χρόνο της ηλικίας των δένδρων

Άζωτο	9-12 μονάδες στο στρέμμα	Από 27 έως 36 χιλιόγ. νιτρικής αμμωνίας στο στρέμμα
Φώσφορος	6-9 μονάδες στο στρέμμα	Από 30 έως 45 χιλιόγ. υπερφωσφορικού (super 25) στο στρέμμα
Κάλι	9-12 μονάδες στο στρέμμα	Από 18 έως 24 χιλιόγ. χλωριούχου ή θειϊκού καλίου στο στρέμμα

Αν η βλάστηση των δένδρων είναι υπερβολικά ζυηρή και η παραγωγή μη ικανοποιητική, η ποσότητα του άζωτου πρέπει να μειωθεί.

Πίνακας 4

Η ανάλυση φύλλων, όπως σε όλα τα οπωροφόρα δένδρα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην κασταλιά 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 εκείνη που θα αποσκοπεί τελικά στην αύξηση της παραγωγικότητάς του.

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.

1.15 Κλάδεμα.

Κλάδεμα διαμόρφωσης

Το επικρατέστερο σχήμα μόρφωσης στην καλλιέργεια της καστανιάς για την παραγωγή κάστανων, είναι το κυπελλοειδές που αποτελείται από 3-4 πλάγιους βραχίονες. Βασικός στόχος του συγκεκριμένου κλαδέματος είναι η δημιουργία 3-4 πλάγιων βραχιόνων, όπου κάθε βραχίονας θα φέρει από δύο έως τρεις καλά αναπτυγμένους σκελετικούς κλάδους.

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα του πρώτου έτους, μετά τη φύτευση, δε γίνεται καμία επέμβαση, παρά μόνο κατά την άνοιξη του ίδιου έτους οπότε και πραγματοποιείται κορυφολόγημα όλων των πλάγιων βλαστών μετά το δεύτερο ή τρίτο φύλλο, για να ευνοηθεί η καθ' ύψος ανάπτυξη του φυτού. Το δεύτερο έτος κατά τη διάρκεια του χειμώνα αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί και κορυφολογείται το κεντρικό στέλεχος στα 1,20 με 1,50 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 τους αυτούς που έχουν επιλεγεί ως βραχίονες και οι οποίοι θα πρέπει να είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι γύρω από τον κορμό και με μεταξύ τους απόσταση περίπου στα 15 cm. Επίσης, η γωνία πρόσφυσής τους με τον κορμό θα πρέπει να είναι μεταξύ 40° και 60° για μεγαλύτερη σταθερότητα. Τέλος, κατά το χειμώνα του τέταρτου 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. (Σχέδιο 1)

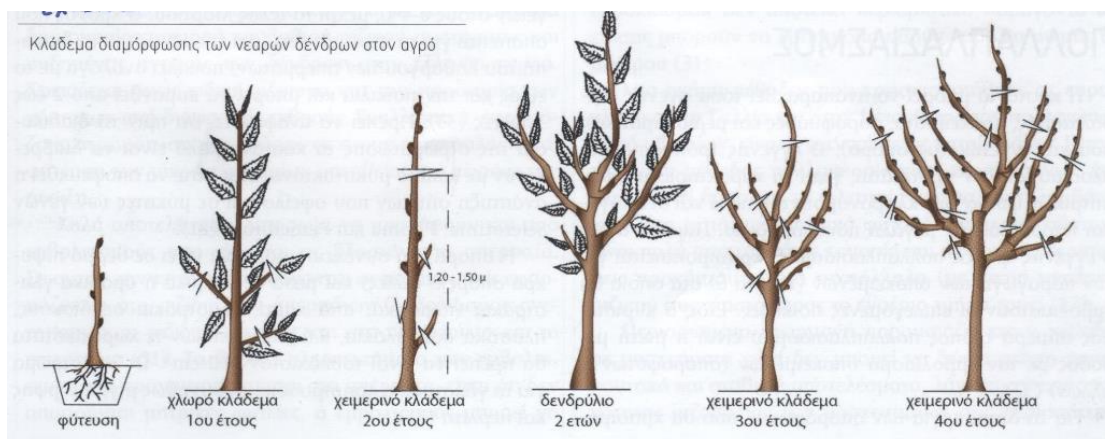
Κλάδεμα παραγωγικών δένδρων

Σε παραγωγικά δένδρα καστανιάς το κλάδεμα μπορεί να διαχωριστεί σε κλάδεμα καρποφορίας και σε κλάδεμα ανανέωσης.

Το κλάδεμα καρποφορίας εφαρμόζεται κάθε χρόνο κατά τη διάρκεια του χειμώνα για τις ήπιες περιοχές και μετά την παρέλευση της περιόδου των ισχυρών παγετών για τις πολύ ψυχρές περιοχές. Η συγκεκριμένη επέμβαση συνίσταται στην καθ' έτος αφαίρεση όλων των προσβεβλημένων και ξερών κλάδων, στη διατήρηση του σχήματος των δένδρων, στην αφαίρεση εκείνων των κλάδων και βλαστών που περιορίζουν την είσοδο του φωτός και τον αερισμό του εσωτερικού μέρους της κόμης, καθώς και στην ανανέωση του καρποφόρου ξύλου.

Το κλάδεμα ανανέωσης πραγματοποιείται σε γερασμένα δένδρα τα οποία στις περισσότερες περιπτώσεις παράγουν καρπούς μικρότερους απ' αυτούς που παρήγαγαν όταν ήταν σε πιο νεαρή ηλικία. Η συγκεκριμένη πρακτική μέσω της αυστηρής επιβράδυνσης της κόμης των δένδρων, αποσκοπεί στη δημιουργία νέων σκελετικών συστατικών της κόμης, τα οποία μετά από μία περίοδο ανάπτυξης, μπορούν να ωθήσουν την παραγωγή και πάλι σε υψηλά ποσοτικά και ποιοτικά επίπεδα. Παραδοσιακά το 1/3 της κόμης των παλαιών δένδρων καστανιάς ανανεώνεται κάθε 8 με 10 χρόνια. Αυτό επιτρέπει στο 1/3 της κόμης του δένδρου να είναι σε υψηλή παραγωγικότητα, το άλλο 1/3 να βρίσκεται στην έναρξη της παραγωγής και το υπόλοιπο τμήμα να ανανεώνεται.

Κλάδεμα ανανέωσης μπορεί να γίνει και με αποκοπή όλων των βραχιόνων όπως εφαρμόζεται και στην ελιά. Αυτό επιβάλλεται σε γερασμένα και πολύ μειωμένης παραγωγικότητας δέντρα. Παρόμοιο κλάδεμα ανανέωσης μπορεί να εφαρμοστεί σε ορισμένες περιπτώσεις και σε δέντρα ζημιωμένα από παγετούς ή πυρκαγιές.



Σχέδιο 1

1.16 Ωρίμανση - Συγκομιδή.

Ωρίμανση

Τα κάστανα είναι ώριμα όταν το εχινώδες περίβλημα που τα περικλείει σχιστεί και η περιεκτικότητά τους σε υγρασία είναι περίπου 50%

Συγκομιδή

Η συγκομιδή αρχίζει από τα μέσα του Σεπτεμβρη και συνεχίζεται μέχρι τα τέλη του Οκτώβρη. Στην Ελλάδα γίνεται από το έδαφος με τα χέρια και σε περισσότερα από ένα χέρι λόγω της σταδιακής τους ωρίμανσης. Σε άλλες χώρες γίνεται κυρίως με μηχανικά μέσα (δογητές). Καλό είναι οι καρποί να μην αφήνονται να πέφτουν στο έδαφος, αλλά να συλλέγονται απ' ευθείας από το δένδρο, γιατί προσβάλλονται από μικροοργανισμούς και υποβαθμίζεται έτσι η ποιότητά τους.

1.17 Ασθένειες Καστανιάς.

Οι πιο σοβαρές ασθένειες της καστανιάς είναι η μελάνωση και το έλκος.

Η μελάνωση είναι ασθένεια των ριζών η οποία παρουσιάζεται με μία σειρά συμπτωμάτων όπως είναι η προοδευτική ξήρανση τμημάτων του δένδρου (φύλλα, βλαστοί), η ημιπληγία ή και η αποπληξία. Το τυπικό της σύμπτωμα είναι η παρουσία νεκρώσεων στη βάση του κορμού και στο λαιμό των δένδρων, με ακανόνιστο σχήμα και με εκροή σκοτεινόχρωμου υγρού (λόγω της οξείδωσης των τανίνων που περιέχει). Πολύ συχνά παρατηρείται το φαινόμενο τα δένδρα τα οποία έχουν προσβληθεί από μελάνωση να συγκρατούν τους αχινούς προσκολλημένους στα κλαδιά κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Αποτέλεσμα της προσβολής είναι η

προοδευτική καταστροφή των ριζών και εν συνεχεία η ξήρανση του δένδρου. Η ασθένεια στην Ελλάδα προκαλείται κυρίως από το μύκητα *phytophthora cambivora* ο οποίος μέσω της μετακίνησής του με το επιφανειακό νερό, προσβάλλει τις ρίζες, το λαιμό και τη βάση του κορμού των δένδρων, κυρίως από πληγές που προκαλούνται από διάφορες μηχανικές αιτίες. Η αντιμετώπισή του μπορεί να γίνει προληπτικά με την αποφυγή της άρδευσης με κατάκλυση και αυλάκια, με τον περιορισμό των εργασιών που προκαλούν πληγές στο ριζικό σύστημα (αρόσεις – φρεζαρίσματα), καθώς και με τη χρήση υποκειμένων ανθεκτικών στη μελάνωση. Σε περιπτώσεις που το παθογόνο έχει εγκατασταθεί στον αγρό προτείνεται η έκθεση των προσβεβλημένων τμημάτων στο φως και η επάλειψή τους με πάστα θειικού χαλκού 10%, η λίπανση με αμμωνιακό N που καταστρέφει τα ζωοσπόρια, ριζοπότισμα και ψεκάσμος με φωσφορικές ενώσεις (Aliette κ.α.), χρησιμοποίηση διαφόρων ανταγωνιστικών μυκήτων (π.χ. διάφορα είδη ενδότροφων μυκόρριζων) κ.α. (Εικόνα 7.1).

Επιπλέον, στην καστανιά μπορεί να εμφανιστούν σηψιρριζίες κυρίως από το είδος *armillaria mellea* (μύκητας μανιταριού), οίδιο, σκληρωτινίαση, κορύνεο, φώμοψη ή μουμιοποίηση των κάστανων, καρκινώματα, καθώς και περιπτώσεις σήψεων των καρπών και ασθενειών του ξύλου.



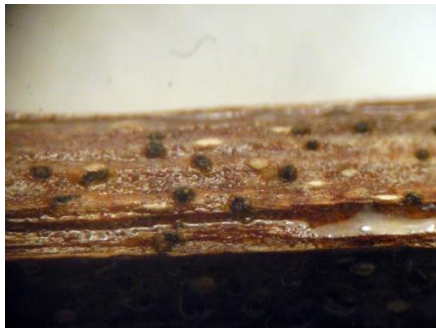
Προσβολή *phytophthora cinnamomi*
(Μελάνωση)



Προσβολή *phytophthora Cambivora*
(Μελάνωση)



Προσβολή *agrobacterium tumefaciens*
(Βακτήριο το εξοιδωτικό)



Προσβολή *diplodina castanea*
(Καρκίνος του κορμού)



Προσβολή *c.parasitica*
(Ελκος της καστανιάς)



Προσβολή *mycosphaerella maculiformis*
(Ανθράκωση)



Προσβολή *microsphaera alphitoides*
(Ωίδιο)



Προσβολή *phomopsis endogena*
(Μουμποποίηση καρπων)

Εικόνα 7.1.: Ασθένειες καστανιάς

1.18. Εχθροί Καστανιάς.

Ζημιές στην καστανιά μπορούν να προκληθούν κυρίως από έντομα που προσβάλλουν τους καρπούς, το ξύλο, τα φύλλα, καθώς και τη νέα βλάστηση. Ωστόσο, τα πιο σημαντικά έντομα που είναι ικανά να ζημιώσουν την παραγωγή και τα οποία προσβάλλουν τους καρπούς είναι: από τα λεπιδόπτερα η καρπόκαψα (*laspeyresia* ή *cydia splendana*), το ρόδινο σκουλήκι (*laspeyresia* ή *cydia fagiglandana*), το κόκκινο σκουλήκι (*laspeyresia* ή *cydia amplana*), ο σκώρος των κάστανων (*rammene fasciana*) και από τα κολεόπτερα ο βαλανίσκος (*curculio elephas*).



Castaña afectada por *Cydia* (*Laspeyresia*) *splendana*
Προσβολή *cydia splendana*

(Καρπόκαψα)



Προσβολή *laspeyresia fagiglandana*

(Ρόδινο σκουλήκι)



Απεικόνιση *cydia amplana* (Κόκκινο σκουλήκι)



Προσβολή *rammene fasciana*

(Σκώρος)



Προσβολή *curculio elephas*

(Βαλανίσκος)



Προσβολή *peritelus sphaeroides*

(Οφθαλμοκόπτης)



Προσβολή *lachnus roboris*

(Μαύρη αφίδα)

Εικόνα 7.2.: Εχθροί καστανιάς

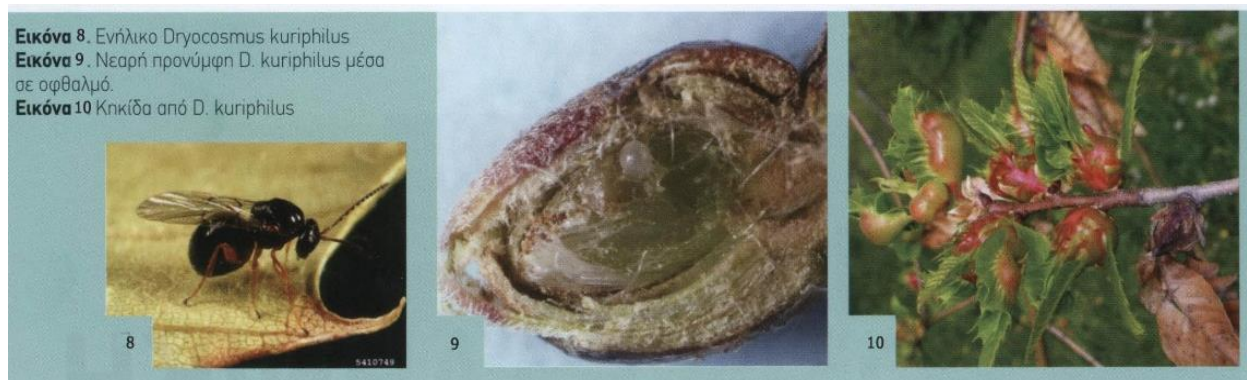
Για την καταπολέμηση των παραπάνω εντόμων και ιδιαίτερα της καρπόκαψας, προτείνεται η έγκαιρη συλλογή και απομάκρυνση των προσβεβλημένων

καρπών και όπου είναι εφικτό ο ψεκασμός με κατάλληλα εντομοκτόνα, σύμφωνα με τις υποδείξεις των τοπικών γεωπόνων.

1.19 Μελλοντικοί εχθροί καστανιάς.

Εκτός από τους παραπάνω, ήδη υπάρχοντες στην Ελλάδα, εχθρούς της καστανιάς, σημαντικό πρόβλημα δύναται να αποτελέσει στο μέλλον το έντομο *dryocosmus kuriphilus*. Θεωρείται από πολλούς ερευνητές, ο σοβαρότερος εχθρός της καστανιάς, η εξάπλωσή του γίνεται κυρίως, με την εισαγωγή νεαρών φυτών ή εμβολίων που φέρουν ωά ή νεαρές προνύμφες του εντόμου μέσα στους οφθαλμούς.

Το έντομο *dryocosmus kuriphilus* γνωστό και σαν «σφήκα της καστανιάς» εισήχθη στη Β. Ιταλία το έτος 2000 από τη Ν. Κορέα. Το έντομο, που νανοποιεί την καστανιά και σχεδόν μηδενίζει την παραγωγή, έχει εξαπλωθεί σε ολόκληρη την Ιταλία και ακόμη χειρότερα έχει μεταφερθεί στη Γαλλία και Σλοβενία. Έκκληση στα ελληνικά φυτώρια που εισάγουν φυτευτικό υλικό (δενδρύλλια) ή πολλαπλασιαστικό υλικό (μοσχεύματα, οφθαλμούς κ.α.) από την Ιταλία, τη Γαλλία και τις Βαλκανικές χώρες, να σταματήσουν αμέσως τις εισαγωγές τους, το έντομο ωτοκεί στους οφθαλμούς και έστω και αν το φορτίο συνοδεύεται με πιστοποιητικό φυτοϋγειονομικού ελέγχου δεν είναι δυνατόν να ανιχνευτεί με ασφάλεια. Η χώρα μας έκανε μια τεράστια προσπάθεια για την καταπολέμηση του έλκου της καστανιάς. Θα είναι έγκλημα για του Έλληνες καστανοπαραγωγούς και την εθνική καστανοκαλλιέργεια να μπούμε σε μια νέα περιπέτεια με απρόβλεπτες συνέπειες.



Εικόνες 8, 9, 10.: Η σφήκα της καστανιάς

1.20 Ενδεικτικό πρόγραμμα φυτοπροστασίας καστανιάς.

Η σημερινή άποψη για την ολοκληρωμένη δενδροκομία δε στηρίζεται σε τέτοιου τύπου ημερολογιακά προγράμματα ψεκασμών αλλά σε ανάπτυξη κατάλληλης τεχνογνωσίας, έλεγχο για ύπαρξη και ένταση κάθε προβλήματος και γνώση και εφαρμογή λοιπών μεθόδων μείωσης κάθε συγκεκριμένου προβλήματος στην καλλιέργεια οποιουδήποτε οπωροφόρου. Η λύση της εφαρμογής χημικών φυτοπροστατευτικών πρέπει να είναι η τελευταία και μόνο όταν είναι δικαιολογημένα απαραίτητη. Δυστυχώς στο τομέα της ολοκληρωμένης διαχείρισης της καστανιάς έχουμε περιορισμένες έως ελάχιστες περιπτώσεις μελετών και υποστηρικτικών εργαλείων πρόβλεψης ή εναλλακτικών μεθόδων προστασίας από τους εχθρούς και ασθένειες. Πέραν από το ημερολογιακό πρόγραμμα ψεκασμών που περιγράφεται αμέσως μετά, παραθέτουμε και μια σειρά μεθόδων βιολογικής φυτοπροστασίας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους καστανοπαραγωγούς.

Εποχή επέμβασης	Εχθροί-Ασθένειες	Συνιστώμενα φυτοφάρμακα
Έκπτυξη οφθαλμών	Ανθράκωση	Ζινέμπ, Μανέμπ, Ντοντίν, βορδιγάλειος 1%
15-20 ημέρες μετά Τέλος άνθισης θηλυκών	Σκολύτης, αφίδες	Όποιο εντομοκτόνο επιτρέπεται
15-20 ημέρες μετά	Σκώρος	Ένα από τα εντομοκτόνα του 2 ^{ου} ψεκ.
	Ανθράκωση, σκώρος	Ένα από τα μυκητοκτόνα 1 ^{ου} ψεκ (όχι Βορδιγάλειο) και ένα εντομοκτόνο 2 ^{ου} ψεκασμού
Μέσα Αυγούστου	Ανθράκωση, σκώρος, καρπόκαψα, βαλανίσκος	Όπως στον 4 ^ο ψεκασμό
Τέλη Αυγούστου	Ανθράκωση, καρπόκαψα, βαλανίσκος	Όπως στον 4 ^ο ψεκασμό
Μέσα Σεπτεμβρίου	Ανθράκωση, βαλανίσκος	Όπως στον 4 ^ο ψεκασμό

Βιολογική αντιμετώπιση των ασθενειών και εχθρών

Παρουσιάζονται σύντομα διάφορα στοιχεία για τη βιολογική φυτοπροστασία της καστανιάς που έχουν ληφθεί από στοιχεία άλλων χωρών (επιτρεπόμενα μυκητοκτόνα το 2010: ΚΑΝΕΝΑ οργανικό, μόνο χαλκούχα)

Μελάνωση

Όχι βαριά και υγρά εδάφη.

Όχι συχνά ποτίσματα με κατάκλυση.

Κατά την άρδευση το νερό να περνά από τσουβάλι με βορδιγάλειο.

Άρδευση κατά προτίμηση με σταγόνες ή ατομικά μπεκ (να μην έχουμε βρεγμένο «λαιμό» δέντρου)

Αποκάλυψη και έκθεση επιφανειακών ριζών.

Ριζοπότισμα με βορδιγάλειο 5%.

Λίπανση με Κ, Ρ.

Προσθήκη οργανικών ουσιών ή μικροοργανισμών (μηδικάλυρο, μυκόρριζα).

Νέες φυτείες: ανθεκτικές ποικιλίες.

Ενδόθια – Αποπληξία (c.parasitica)

Εισαγωγή από πληγές στον κορμό και βραχίονες.

Ιωμένες φυλές (υποπαθογόνες) μελετώνται και υπάρχουν στη φύση και χρησιμοποιούνται ήδη σε άλλες χώρες και σε πολλές περιοχές της Ελλάδας.

Νέες φυτείες: Ανθεκτικές ποικιλίες.

Καρπόκαψα – Βαλανίσκος

Καρπόκαψα: ενήλικες Ιούλιο – Αύγουστο, μετά αυγά στα φύλλα.

Βαλανίσκος: Τέλη Αυγούστου – μέσα Σεπτεμβρίου βγαίνουν τα ενήλικα.

Διαχειμάζουν στο έδαφος το Φθινόπωρο, κύρια στους καρπούς.

Συλλογή προσβεβλημένων καρπών.

(Επιτρεπόμενα το 2010: deltamethrin, lambda cyhalothrin, primicarb)

1.21 Πλεονεκτήματα Καστανοκαλλιέργειας.

Το κάστανο αποτελεί καρπό πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία (άμυλο, σάκχαρα, πρωτεΐνες, λίπη και φυτικές ίνες), μεταλλικά στοιχεία και βιταμίνες Β1, Β2, Β3, Β5, C, ενώ αποτελεί τροφή με αρκετά υψηλή θερμιδική αξία χωρίς χοληστερόλη (189 θερμίδες / 100 γραμ.). Σημειώνεται πως η βιταμίνη C είναι θερμο-ανθεκτική και επομένως δεν διασπάται κατά το βράσιμο ή ψήσιμο των καρπών. Η γεύση της σάρκας του καρπού είναι υπόγλυκη, ζαχαρώδης και στους άγριους καρπούς ελαφρά πικρή, ιδιαίτερα όταν τρώγεται με το περισπέρμιο (χνουδωτή επιδερμίδα).

Το μέλι ανθέων καστανιάς δεν είναι ιδιαίτερα γνωστό στη χώρα μας. Είναι σκουρόχρωμο και έχει ιδιαίτερα έντονη γεύση και μοναδικό άρωμα. Όμως, το μέλι

που παράγεται από άνθη καστανιάς έχει τον ιδιαίτερο βιολογικό χαρακτήρα να εμποδίζει την ανάπτυξη βακτηριακών προσβολών στον άνθρωπο. Στην Ιταλία το μέλι καστανιάς παραδοσιακά χρησιμοποιείται για επικάλυψη χρόνιων πληγών, εγκαυμάτων και δερματικών ελκών, ακριβώς λόγω της αντιβακτηριακής του δράσης.

Συμπερασματικά, το κάστανο όχι μόνον αποτελεί καρπό υψηλής διατροφικής αξίας, αλλά είναι και εξαιρετικά ευεργετικό για την ανθρώπινη υγεία. Το ίδιο ισχύει και για το μέλι που παράγεται από άνθη καστανιάς.

1.22 Γιατί πρέπει να αναπτυχθεί η Καστανοκαλλιέργεια

Μπορεί η καλλιέργεια κάστανου να μη θεωρούνταν τα προηγούμενα χρόνια ελκυστική στη χώρα μας, ωστόσο δεν είναι λίγοι εκείνοι που υποστηρίζουν ότι θα μπορούσε να αποτελέσει βασικό άξονα ανάπτυξης ορεινής οικονομίας σε πολλές περιοχές της χώρας μας. Η Ελλάδα, ενώ θα μπορούσε να είναι εξαγωγική, εισάγει τα τελευταία χρόνια περίπου 7.000 τόνους νωπό κάστανο από την Τουρκία, την Πορτογαλία και πρόσφατα από την Κίνα και τη Ν. Κορέα, ενώ απροσδιόριστη ποσότητα επεξεργασμένου κάστανου εισάγεται από την Ιταλία και τη Γαλλία.

1.23 Ποιο το κόστος καλλιέργειας και πότε γίνεται απόσβεση.

Το κόστος για την καλλιέργεια καστανιάς σε μια έκταση 10 στρεμμάτων ανέρχεται σε 8.000 ευρώ, ενώ τα ετήσια καθαρά κέρδη φτάνουν τις 4.000 ευρώ. Βάσει, δηλαδή, του κόστους και της ετήσιας απόδοσης η απόσβεση της επένδυσης θα έχει ολοκληρωθεί σε δύο χρόνια από τη στιγμή που αρχίσει η καρποφορία.

1.24 Προβλήματα και προτάσεις για τη βελτίωση των δενδρώνων και της παραγωγικότητας.

Τα βασικά προβλήματα της καλλιέργειας του κάστανου στην Ελλάδα μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Ένα μεγάλο ποσοστό των καλλιεργούμενων εκτάσεων είναι διάσπαρτα δένδρα. Από στοιχεία του υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων (2006), το σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων με καστανιές στη χώρα μας είναι 99.750 στρέμματα. Από αυτά μόνο τα

58.600 στρέμματα είναι σε κανονικούς δενδρώνες και τα υπόλοιπα σε διάσπαρτα δένδρα (πάνω από το 1/3 των καλλιεργούμενων εκτάσεων).

- Η μεγάλη ποικιλομορφία των καρπών που δίνουν χαμηλή ποιότητα και μικρή εμπορική αξία.
- Η χαμηλή γενικά παραγωγικότητα των δένδρων που οφείλεται σε πολλούς παράγοντες (δομής των δενδρώνων, καλλιεργητικών πρακτικών, ασθενειών κ.ά.)
- Η **μελάνωση** και το **έλκος** της καστανιάς είναι δύο από τα σοβαρότερα προβλήματα μείωσης του πληθυσμού των δέντρων αλλά και της παραγωγής.
- Προβλήματα επικονίασης σε ορισμένες περιοχές και μη καλής ανάπτυξης καρπών.

Η βελτίωση της κατάστασης όσον αφορά την καλλιέργεια του κάστανου μπορεί να επιτευχθεί με μέτρα όπως:

- Επιλογή και φύτευση παραγωγικότερων ποικιλιών στις κατάλληλες περιοχές.
- Βελτίωση των καλλιεργητικών φροντίδων και ειδικά της λίπανσης με την εφαρμογή της ανάλυσης του εδάφους και της φυλλοδιαγνωστικής.
- Η δημιουργία σύγχρονων παραγωγικών φυτειών και η μείωση των διάσπαρτων δένδρων για την αύξηση της παραγωγικότητας και τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων.
- Η φύτευση νέων καστανεώνων να γίνεται κύρια με ντόπιες ποικιλίες και τα φυτά να είναι απαλλαγμένα από ασθένειες (χρήση υγείων και πιστοποιημένης ποικιλίας φυτών).
- Επιλογή των κατάλληλων επικονιαστριών και αποστάσεων φύτευσης. Η επικονιάστρια να είναι συμβατή με την κύρια και να ελευθερώνει τη γύρη την εποχή πλήρους άνθησης των θηλυκών της κυρίας.
- Να συνεχιστεί και να ολοκληρωθεί το πρόγραμμα βιολογικής καταπολέμησης του έλκους.
- Να ξεκινήσει η μελέτη των ντόπιων ποικιλιών και κλώνων με τις σύγχρονες μεθόδους ταυτοποίησης (DNA) (σε συνδυασμό και με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά) για την επιλογή και διάδοση των

καλύτερων σε αποδόσεις και με καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών.

- Να γίνει μελέτη και των ξένων ποικιλιών και υβριδίων στις ελληνικές συνθήκες πριν διαδοθεί η καλλιέργειά τους στη χώρα μας.

1.25 Προοπτικές Μεταποίησης

Αν και η καστανιά είναι ένα σπουδαίο δένδρο για τη χώρα μας εν τούτοις η καστανοκαλλιέργεια βρέθηκε για πολλά χρόνια σε καθεστώς αδιαφορίας σε όλα τα επίπεδα (κυβέρνησης, τοπικής Αυτοδιοίκησης και παραγωγών) ενώ το κάστανο στην ελληνική αγορά είναι ένα παρεξηγημένο προϊόν. Καταναλώνεται σε ποσοστό 90% περίπου ως νωπό (ψητό ή βραστό) και μόνον το μισό περίπου χρόνο ήτοι 3 μήνες πριν και 2 μήνες μετά τα Χριστούγεννα. Η μεταποίηση του κάστανου είναι άγνωστη στην Ελλάδα. Μικρή μόνον ποσότητα «μεταποιείται» σε γλυκό κουταλιού που δεν αποτελεί εξαγωγίμο προϊόν. Είναι λυπηρό στις ημέρες μας οι Έλληνες παραγωγοί να διαθέτουν στους Ιταλούς το νωπό τους προϊόν και αυτοί να καρπώνονται την προστιθέμενη αξία από τη μεταποίηση του κάστανου.

ΜΕΡΟΣ Β

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΛΚΟΥΣ ΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ

1.1 Εισαγωγή.

Το έλκος της καστανιάς που προκαλεί ο μύκητας *cryphonectria (endothia) parasitica* διαγνώσθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα στο Πήλιο από τον Δ. Μπίρη το 1963. Αμέσως μετά ίσχυσε απαγορευτική διάταξη του Υπ. Γεωργίας με την οποία ρυθμίστηκε η μετακίνηση έμφλοιας ξυλείας καστανιάς εκτός Ν. Μαγνησίας για τον περιορισμό επέκτασης της ασθένειας. Παρόλα τα μέτρα, η ασθένεια εντοπίστηκε τα επόμενα χρόνια σε όλες σχεδόν τις περιοχές όπου αναπτύσσεται η καστανιά σε δάση και καστανεώνες. Ο μύκητας εισήλθε στη Β. Αμερική από την Ασία στις αρχές του 20ού αιώνα. Κατά το διάστημα 1904- 1950 νέκρωσε περισσότερα από 30 εκατ. στρ. αμερικανικής καστανιάς *castanea dentedata*. Στην Ευρώπη η ασθένεια αναφέρθηκε το 1938 στην Ιταλία και από εκεί μεταδόθηκε σταδιακά σε όλη την περιοχή εξάπλωσης της καστανιάς. Στην Ευρώπη όμως η εξέλιξη της ασθένειας παρουσιάζεται λιγότερο δραματική από ότι στις Η.Π.Α., αφενός διότι η ευρωπαϊκή καστανιά (*castanea sativa*) αποδείχθηκε λιγότερο ευαίσθητη από την αμερικανική και αφετέρου διότι εδώ εμφανίσθηκαν στελέχη του μύκητα με μειωμένη παθογόνο ικανότητα (υπομολυσματικά). Στα στελέχη αυτά που είναι προσβεβλημένα με τον ιό *cryphonectria hypovirus* (με διπλή αλυσίδα RNA) βασίζεται η βιολογική καταπολέμηση της ασθένειας.

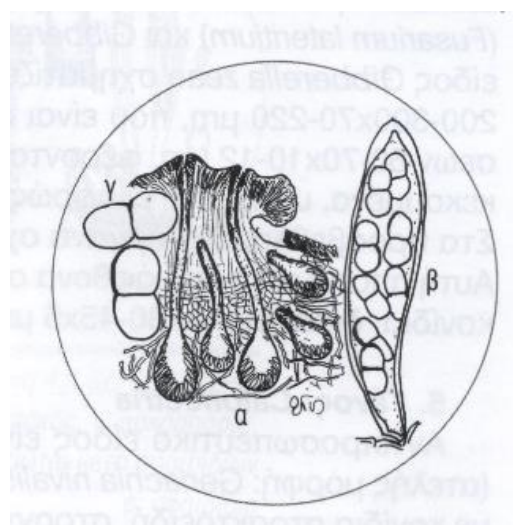
1.2 Ο Βιολογικός κύκλος του c. parasitica

Βασίλειο	: Μύκητες
Φύλο	: Ασκομύκητες
Κλάση	: Μυκηλιακοί ασκομύκητες (πυρηνομύκητες)
Τάξη	: diarthales
Γένος	: cryphonectria
Είδος	: parasitica

Έλκος Καστανιάς.

Φυτοπαθογόνος μύκητας	Στάδιο	Διάρκεια Επιβίωσης	Συνθήκες Διατηρήσεως	Βιβλιογραφική Αναφορά.
<i>c. parasitica</i>	Ασκοσπόρια	1 έτος	Αποξηραμένα σε φλοιό	Anderson & Rankin 1914
<i>c. parasitica</i>	Ασκοσπόρια	< 5 μήνες	Απομάκρυνση από φλοιό	Anderson & Rankin 1914
<i>c. parasitica</i>	Πυκνιδιοσπόρια	1 έτος	Ως ξηρά σπειράματα	Anderson & Rankin 1914

Ο μύκητας είναι τραυματοπαράσιτο. Σχηματίζει περιθήκια κάτω από το φλοιό, μέσα στα οποία παράγεται η τέλεια (εγγενής) μορφή του μύκητα, τα ασκοσπόρια (εικόνα 1), ενώ στην επιφάνεια του φλοιού εμφανίζεται η ατελής (αγενής) μορφή του μύκητα, τα πυκνίδια, μέσα στα οποία παράγονται τα πυκνιδιοσπόρια (εικόνες 2,3). Τα περιθήκια είναι συνενωμένα σε ομάδες των 5-10 εντός στρώματος χρώματος κιτρινοπορτοκαλόχρουν, σχηματίζονται σε έλκη ξύλου. Είναι ακανόνιστου σχήματος και διαστάσεων 100-300μm. Εσωτερικά τα πυκνίδια έχουν λοβωτή κοιλότητα,

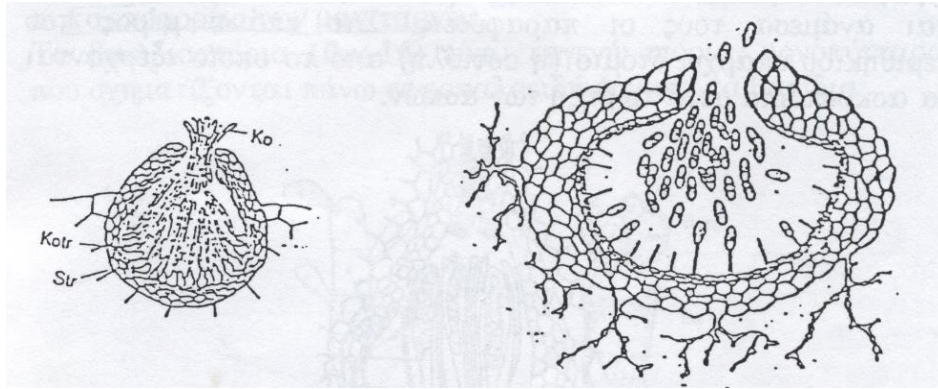


Εικόνα 1: *cryphonectria*, συν. *endothia*, α: περιθήκιο, β: ασκός, γ: ασκοσπόρια



Εικόνα 2: Πυκνίδια του *c. parasitica* σε έλκος καστανιάς

κεκαμμένη, επενδεδυμένη με κονιδιοφόρους απλούς ή διακλαδιζόμενους, ροπαλοειδούς σχήματος και διαστάσεων 10x1,5μm. Στην κορυφή των κονιδιοφόρων υπάρχουν μικρά μονοκύτταρα, κυλινδρικά υαλώδη κονίδια, διαστάσεων 3,6x1,3μm. Το τέλειο (εγγενές) στάδιο του μύκητα (ασκοσπόρια) δεν έχει μέχρι στιγμής παρατηρηθεί στην Ελλάδα, γεγονός που καθιστά εφικτή την εξάπλωση του παθογόνου μόνο με τα πυκνιδιοσπόρια.



Εικόνα 3: Πυκνίδια με πυκνιδιοσπόρια.

Προϋπόθεση για την εγκατάσταση του μύκητα στον ξενιστή (καστανιά) είναι ο τραυματισμός του φλοιού. Η εξάπλωση του μύκητα γίνεται κάτω από ευνοϊκές συνθήκες υψηλής υγρασίας και θερμοκρασίας (17-24°C).

1.3 Συμπτώματα

Ο μύκητας προσβάλλει το φλοιό. Η προσβολή συνήθως εκδηλώνεται σε σημεία όπου υπάρχει διάρρηξη του φλοιού όπως τομές κλάδευσης, διχάλες, σημεία



Εικόνα 4: Δενδρύλιο καστανιάς με έλκος στην περιοχή εμφολιασμού.



Εικόνα 5: Ενεργό έλκος σε κορμό νεαρής καστανιάς. Διακρίνονται οι λαίμαργοι βλαστοί.

τριβής κλαδιών, σημεία εμβολιασμού (εικ 4), φαγώματα εντόμων κλπ. Στο σημείο προσβολής ο φλοιός νεκρώνεται και σε νεαρά δένδρα ή κλαδιά γίνεται πορτοκαλέρυθρος έως καστανός. Μέσα και κάτω από το φλοιό δημιουργούνται λευκοκίτρινες μυκηλιακές πλάκες με μορφή βεντάλιας. Στο κάτω μέρος του έλκους εκπύσσονται λαίμαργοι βλαστοί (εικ. 5) Όταν η νέκρωση του φλοιού και στη συνέχεια του καμβίου επέρχεται με βραδύ ρυθμό, το δένδρο σχηματίζει νέα κύτταρα φλοιού (επουλωτικό ιστό) με αποτέλεσμα τη διόγκωση του κορμού στο σημείο του έλκους και την κατά μήκος ραγάδωσή του. (εικ. 5). Όταν το έλκος περιβάλλει τον κορμό, τότε το επάνω από αυτό τμήμα του δένδρου νεκρώνεται. Οι ρίζες δεν προσβάλλονται από τον μύκητα, σε αντίθεση με την ασθένεια της μελάνωσης της καστανιάς όπου είδη του γένους *phytophthora* προσβάλλουν και νεκρώνουν το ριζικό σύστημα των δένδρων. Στην επιφάνεια του φλοιού εμφανίζονται κιτρινοπορτοκαλόχρωμες διογκώσεις όχι μεγαλύτερες από 2 χιλ., τα πυκνίδια, μέσα στα οποία παράγονται τα αγενή πυκνιδιοσπόρια ενώ κάτω από το φλοιό σχηματίζονται τα περιθήκια, μέσα στα οποία παράγονται τα εγγενή σπόρια, τα ασκοσπόρια.

1.4 Εξάπλωση

Στην Ελλάδα η εξάπλωση της ασθένειας γίνεται με τα πυκνιδιοσπόρια τα οποία μεταφέρονται κυρίως με τη βροχή και το υδρονέφος που δημιουργείται μέσα στο δάσος. Θα πρέπει ιδιαίτερα να τονιστεί ότι έναρξη νέας προσβολής δεν είναι δυνατή εάν δεν υπάρχει διάρρηξη του φλοιού, φυσική ή ανθρωπογενής. Όταν επικρατούν ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες, όπως υψηλή σχετική υγρασία και θερμοκρασίες 17-24 °C τότε τα σπόρια του μύκητα εκβλαστάνουν και εισέρχονται στο φλοιό. Στο σημείο προσβολής εμφανίζεται νέο έλκος. Πυκνιδιοσπόρια είναι δυνατό να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις με πουλιά, έντομα και βέβαια τον άνθρωπο. Ιδιαίτερα η μεταφορά έμφλοιας ξυλείας και φυτευτικού υλικού και εμβολίων φαίνεται ότι αποτελούν τους κύριους τρόπους διάδοσης της ασθένειας. Μέσα στο δάσος, σημαντικό ρόλο στη μετάδοση της ασθένειας πιστεύεται ότι παίζουν τα έντομα και συγκεκριμένα το έντομο *spulerina simploniella*, που υπονομεύει το φλοιό της καστανιάς και απαντάται σε μεγάλους πληθυσμούς στα καστανοδάση του Αγίου Όρους αλλά και σε άλλες περιοχές.

1.5 Η συμβολή του εντόμου *spulerina simploniella* στην εξάπλωση του έλκους της καστανιάς

Το έντομο *spulerina simploniella* Fischer von Roeslerstamm (Lepidoptera:



Εικόνα 6.: Το έντομο *spulerina simploniella*

gracilariidae), (εικόνα 6), καταγράφηκε σε πρεμνοφυή καστανοδάση της χώρας μας αλλά όχι σε καστανεώνες. Η λάρβα του εντόμου υπονομεύει την επιδερμίδα του φλοιού νεαρών δένδρων καστανιάς ηλικίας 4-8 ετών. Υπό φυσιολογικές συνθήκες δεν προκαλεί βλάβη στα δένδρα. Με την παρουσία

όμως της ασθένειας του έλκους της καστανιάς στην περιοχή αποτελεί παράγοντα επέκτασης της ασθένειας.

Το έντομο είναι υπονομευτής φλοιού της καστανιάς αλλά και της δρυός. Απαντάται σε διάφορες περιοχές της χώρας μας όπου όμως η πυκνότητα των πληθυσμών του διαφέρει σημαντικά. Απαντάται σε μεγαλύτερους πληθυσμούς στα νεαρά πρεμνοφυή καστανοδάση απ' ότι σε εντατικά καλλιεργούμενους καστανεώνες. Έτσι στα καστανοδάση του Αγίου Όρους και ιδιαίτερα σε συστάδες ηλικίας μέχρι 7-8 ετών αναπτύσσει μεγάλους πληθυσμούς σε ετήσια βάση ενώ είναι σπάνιο στους καστανεώνες του Πάρνωνα.

Το έντομο απαντάται στην Ιταλία, Γερμανία (Βαυαρία) και Ουγγαρία όπου προσβάλλει νεαρούς κορμούς και κλαδιά δρυός και καστανιάς. Νέκρωση νεαρών δρυών αναφέρθηκε από την Ουγγαρία τη 10ετία του 1980. Προσβάλλει δένδρα νεαρής ηλικίας διότι αυτά έχουν ακόμη λείο φλοιό τον οποίο υπονομεύει με στοά κάτω από την επιδερμίδα χωρίς να εκτίθεται στους κινδύνους περιβάλλοντος. Στην

Ελλάδα τα τέλεια αποθέτουν τα αυγά τους ανά ένα σε μικροανωμαλίες του φλοιού στα μέσα Ιουλίου. Τα αυγά εκκολάπτονται την ερχόμενη άνοιξη. Κάθε λάρβα διανοίγει ατομική, μεανδροειδή στοά κάτω από την επιδερμίδα του φλοιού, αρχικά στενή και αργότερα πλατύτερη ανάλογη δηλαδή, με τις διαστάσεις της λάρβας. Κατά την περίοδο νύμφωσης, η λάρβα δημιουργεί λίκνο στο εσωτερικό τμήματος της επιδερμίδας το οποίο υπονομεύει δεξιοτεχνικά κόβοντάς το μόνο στη μία κατακόρυφη πλευρά εκθέτοντας έτσι τον εσωτερικό φλοιό. Η νύμφωση διαρκεί ένα περίπου μήνα, από 15 Ιουνίου έως 10 Ιουλίου.

Μελετήθηκε η δυνατότητα των κονιδίων του μύκητα *cryphonectria parasitica* από το Ι.Δ.Ε (Διαμαντής Σ., Περγέρου Χ.), στην περιοχή του Αγίου Όρους σε πρεμνοφυή συστάδα καστανιάς ηλικίας 8 ετών, να προκαλέσουν νέα έλκη στις θέσεις νύμφωσης του εντόμου, εκεί δηλαδή που ο εσωτερικός φλοιός βρίσκεται ακάλυπτος από την επιδερμίδα του.

Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον Πίνακα 1. Σε όλες τις θέσεις νύμφωσης που ψεκάσθηκαν με διάλυμα κονιδιοσπορίων δημιουργήθηκαν έλκη όμοια με αυτά που προκαλεί ο μύκητας *c. parasitica* στη φύση. Αντίθετα, αποδείχθηκε ότι τα κονιδιοσπόρια δεν είναι δυνατό να διατρυπήσουν την επιδερμίδα του φλοιού όταν δεν υπάρχουν σημεία εισόδου φυσικά ή τεχνητά. Τέλος, στο χειρισμό του ψεκασμού με νερό εμφανίσθηκε ένα μόνο έλκος. Πιθανόν από παρακείμενα φυσικά κονίδια τα οποία παρά τις προφυλάξεις που ελήφθησαν παρασύρθηκαν επάνω στη θέση νύμφωσης.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα ψεκασμού λίκνων νύμφωσης του εντόμου <i>s. simploniella</i> με διάλυμα κονιδιοσπορίων. (Treatment of pupation sites of <i>S. simploniella</i> with conidial suspension)		
Χειρισμός (Treatment)	Αριθμός λίκνων / θέσεων (Number of pupation sites)	Αριθμός δημιουργηθέντων ελκών (Number of cankers)
Ψεκασμός λίκνων νύμφωσης με κονίδια (Spraying of pupation sites with spore suspension)	23	23
Ψεκασμός θέσεων υγιούς φλοιού με κονίδια (Spraying of undisturbed bark with spore suspension)	21	0
Ψεκασμός λίκνων νύμφωσης με νερό (Spraying of pupation sites with sterile water)	23	1

Το έντομο *s. simploniella* αποτελεί παράγοντα «τραυματισμού» του φλοιού και μάλιστα μπορεί να δημιουργήσει ιδανικές συνθήκες επικάθισης των σπορίων και ακόμη εκβλάστησής τους. Ακόμη και ελαφρά βροχόπτωση κατά τις 2-3 ημέρες από την έκθεση του εσωτερικού φλοιού κατά την περίοδο προετοιμασίας των λίκνων αυτών (25 Μαΐου -15 Ιουνίου) θα είχε ως αποτέλεσμα τη μεταφορά κονιδίων από την επιφάνεια του κορμού, των κλαδιών και των φύλλων και εναπόθεσή τους στο ευπρόσβλητο αυτό σημείο.

Η προσβολή του εντόμου προηγείται της προσβολής του μύκητα καθώς το έντομο επιλέγει πάντα δένδρα αλλά και σημεία του κορμού που ο φλοιός είναι εντελώς λείος και συνεχής. Ασυνέχεια στην επιδερμίδα θα εξέθετε τη λάρβα στο περιβάλλον κατά τη στιγμή υπονόμησης του συγκεκριμένου σημείου. Είναι απίθανη επομένως η περίπτωση η λάρβα να άρχιζε την υπονόμηση επάνω σε έλκος όπου ο φλοιός χαρακτηρίζεται από κατακόρυφες ραγαδώσεις και μπορεί να είναι και νεκρός.

Η εμφάνιση του εντόμου σε πρεμνοφυή καστανοδάση και όχι σε καστανεώνες δεν έχει διερευνηθεί. Από στοιχεία του Ι.Δ.Ε, πάντως το έντομο έχει καταγραφεί στις εξής περιοχές: σε όλα τα καστανοδάση του Αγίου Όρους, στα Στάγειρα Ν. Χαλκιδικής, στην Πορταριά, Χανιά, Ζαγορά και Τσαγκαράδα Πηλίου και στο Άνω Κεράσοβο Αιτωλοακαρνανίας. Η απουσία του εντόμου από καστανεώνες πρέπει να

θεωρείται ευτύχημα διότι έτσι λείπει ένας επιπλέον παράγων εξάπλωσης της ασθένειας.

1.6 Η χρήση ιών στην καταπολέμηση των μυκήτων

Οι ιοί που προσβάλλουν βακτήρια λέγονται βακτηριοφάγοι ή απλά φάγοι. Τέτοιοι ιοί μπορούν να εμποδίσουν τη μόλυνση από φυτοπαθογόνα βακτήρια, αν εμβολιαστούν μαζί με το βακτήριο στο φυτό. Πιο κοντά όμως στην πρακτική εφαρμογή φαίνεται να είναι η χρήση ιών για την καταπολέμηση μυκητολογικών ασθενειών.

Ότι και οι μύκητες μπορεί να προσβληθούν από ιούς δεν ήταν γνωστό μέχρι το 1962, οπότε διευκρινίσθηκε η αιτιολογία μιας ασθένειας του καλλιεργούμενου μανιταριού. Στα χρόνια, που έχουν μεσολαβήσει από τότε, έχουν περιγραφεί ιοί και σε Φυκομύκητες και σε Ασκομύκητες και Βασιδιομύκητες. Στους ιούς αυτούς θα μπορούσε να δοθεί το όνομα μυκητοφάγοι (σε αναλογία με τους βακτηριοφάγους), επικράτησε όμως να λέγονται μυκητοϊοί (mycoviruses). Φαίνεται δε ότι σε όλες τις περιπτώσεις πρόκειται για RNA ιούς. Στις ανωμαλίες που μπορεί να προκαλέσει η μόλυνση από μυκητοϊούς, περιλαμβάνεται και η μεταδοτική **μειωμένη παθογόνος δύναμη** ή **μεταδοτική υπομολυσματικότητα** (transmissible hypovirulence) που είναι ένας από τους μηχανισμούς δράσης των βιολογικών παραγόντων στη βιολογική καταπολέμηση. *Χρήση στελεχών με μεταδοτική μειωμένη παθογόνο δύναμη γίνεται τώρα στην πράξη στην περίπτωση του έλκους της καστανιάς, που προκαλείται από τον *cryphonectria parasitica*. Έχουμε δηλαδή στην περίπτωση αυτή μυκοπαρασιτισμό από ένα ιοειδές.*

1.7 Είδη Hypovirus

Υπάρχουν τέσσερα είδη hypovirus:

Ο CHV-1 δεν επικρατεί μόνο στην Ευρώπη αλλά και στην Ασία η οποία θεωρείται ότι είναι το κέντρο προέλευσής του. Δε βρέθηκε στη Βόρεια Αμερική εκτός από μερικές περιοχές που απελευθερώθηκε για βιολογικό έλεγχο.

Ο CHV-2 βρέθηκε σε δύο τοποθεσίες μόνο: ένας μικρός πληθυσμός στο Νιου Τζέρσευ και μερικά ανεξάρτητα στελέχη στην Κίνα. Ο CHV-2 επάγει

υπομολυσματικότητα στον *c. parasitica*, εξουθενώνει το μύκητα περισσότερο από ότι ο CHV-1 αλλά έχει πολύ χαμηλή οικολογική ικανότητα.

Ο CHV-3 υπάρχει από τη φύση του στη Βόρεια Αμερική αλλά ούτε στην Ασία ούτε στην Ευρώπη. Είναι διαδεδομένος στο Μίσιγκαν και στο Οντάριο, αλλά η επίδρασή του στο μύκητα είναι πολύ χαμηλότερη από αυτή του CHV-1 και του CHV-2

Ο CHV-4 τέλος, είναι ευρέως διαδεδομένος σε όλη τη Βόρεια Αμερική αλλά έχει πολύ μικρή ή καθόλου επίδραση στον *c. parasitica*.

1.8 Τα χαρακτηριστικά του cryphonectria hypovirus-1(CHV-1)

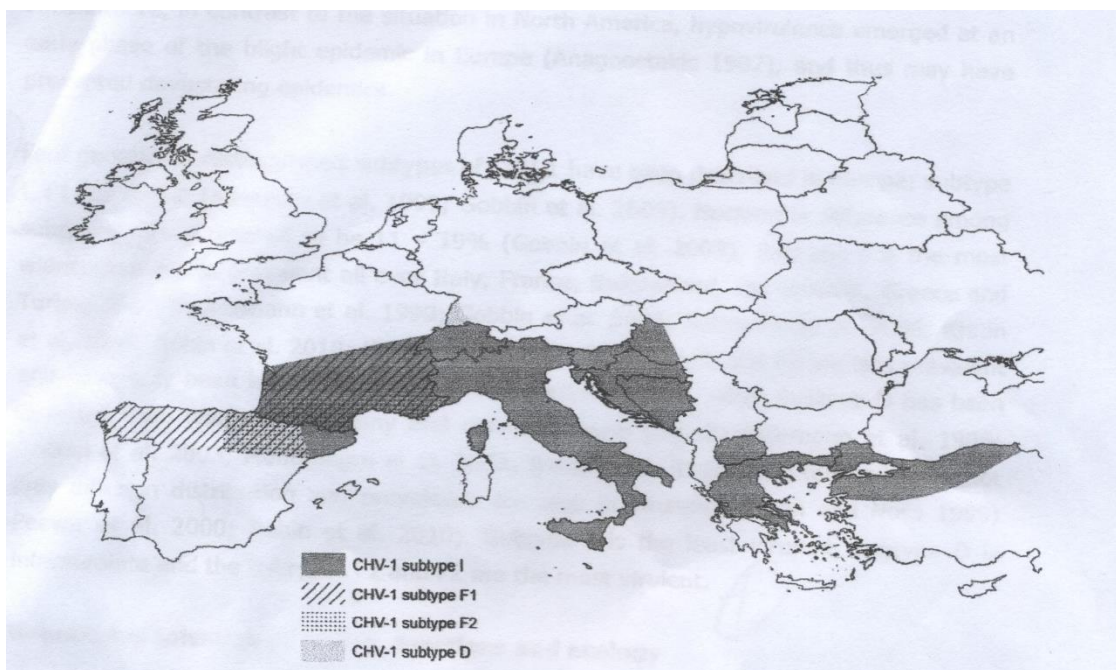
Ο CHV-1 ανακαλύφθηκε αφού η επούλωση των ελκών βρέθηκε ότι ήταν αποτέλεσμα της λοίμωξης του μύκητα από τον CHV-1. Ανήκει στην οικογένεια Hypoviridae, το γένος Hypovirus. Είναι ένας έλικας (ds) διπλού RNA που μολύνει τον ασκομύκητα *c. parasitica*. Σε αντίθεση με τους περισσότερους ιούς RNA οι οποίοι προκαλούν οξείες μολύνσεις, οι μολύνσεις με CHV-1 είναι επίμονες. Επιπλέον το CHV-1 είναι μολυσματικό και εξασθενεί ενίοτε τον ξενιστή *c. parasitica*. Αναστέλλει τη σεξουαλική αναπαραγωγή, εξασθενίζει έντονα την ανάπτυξη και μειώνει τον χρωματισμό του μύκητα. Η πλειονότητα των μυκητιακών ιών είναι ασυμπτωματική στον ξενιστή, γεγονός που συμβαδίζει με το γεγονός ότι όλοι οι μυκητοϊοί εξαρτώνται πλήρως από τον ξενιστή τους για επιβίωση και μετάδοση. Ο CHV-1 δεν εξαρτάται μόνο από οριζόντια μετάδοση (σε άλλα άτομα), αλλά και από κάθετη (προς απογόνους, δηλαδή μέσω σπορίων) για τη διάδοσή του. Επιπλέον επειδή είναι μολυσματικός διαφέρει από τους περισσότερους μυκητοϊούς, οι οποίοι δεν προκαλούν καθόλου συμπτώματα στους οικοδεσπότες τους.

Η φυσική διασπορά και η δραστήρια βιολογική καταπολέμηση έχουν οδηγήσει σε υψηλή αφθονία του CHV-1 στην Ευρώπη.

Παρόλα αυτά οι περιβαλλοντικές συνθήκες μπορούν να αλλάξουν, μπορούν να εισαχθούν νέα στελέχη του *c. parasitica* και ο CHV-1 μπορεί να εξελιχθεί, γεγονός που θα μπορούσε να επηρεάσει τη βιωσιμότητα του βιολογικού ελέγχου.

1.9 Οι υπότυποι του CHV-1

Τέσσερις γενετικά διακεκριμένοι υπότυποι του CHV-1 έχουν περιγραφεί στην Ευρώπη: υπότυπος I, F₁, F₂ και D. Ο υπότυπος I είναι ο πιο διαδεδομένος και επικρατεί σε όλη την Ιταλία, την ανατολική Γαλλία, την Ελβετία, τα Βαλκάνια συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, και την Τουρκία. Οι υπότυποι F₁ και F₂ είναι λιγότερο διαδεδομένοι και έχουν εντοπιστεί μόνο στη Γαλλία και τη Βόρεια Ισπανία, ενώ ο υπότυπος D έχει καταγραφεί στη νότια Γερμανία και το Μαυροβούνιο. Οι τέσσερις υπότυποι (Εικόνα 7) διαφέρουν όχι μόνο στην κατανομή και τον επιπολασμό (αφθονία), αλλά και από τη λοιμογόνο δράση. Ο υπότυπος I είναι ο λιγότερο μολυσματικός, ο υπότυπος D είναι ενδιάμεσος και οι υπότυποι F₁ και F₂ είναι οι περισσότερο μολυσματικοί.



Εικόνα 7: Κατανομή των υπότυπων του *Cryptosporidium parvum* 1 στην Ευρώπη.

1.10 Παράγοντες που επηρεάζουν τη λοιμογόνο δράση του CHV -1

Οι παράγοντες βιολογικού ελέγχου πρέπει να είναι αρκετά παθογόνοι για να επιτευχθεί επαρκής έλεγχος της νόσου, αλλά και θα πρέπει να είναι σε θέση να εξαπλωθούν ανεξάρτητα και να υπάρξουν στο οικοσύστημα.

Ένας σημαντικός παράγοντας, που επηρεάζει τη λοιμογόνο δράση και το αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων ξενιστή – παρασίτου είναι το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία για παράδειγμα έχει αποδειχθεί ότι μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη μόλυνση στα συστήματα ξενιστή – παρασίτου.

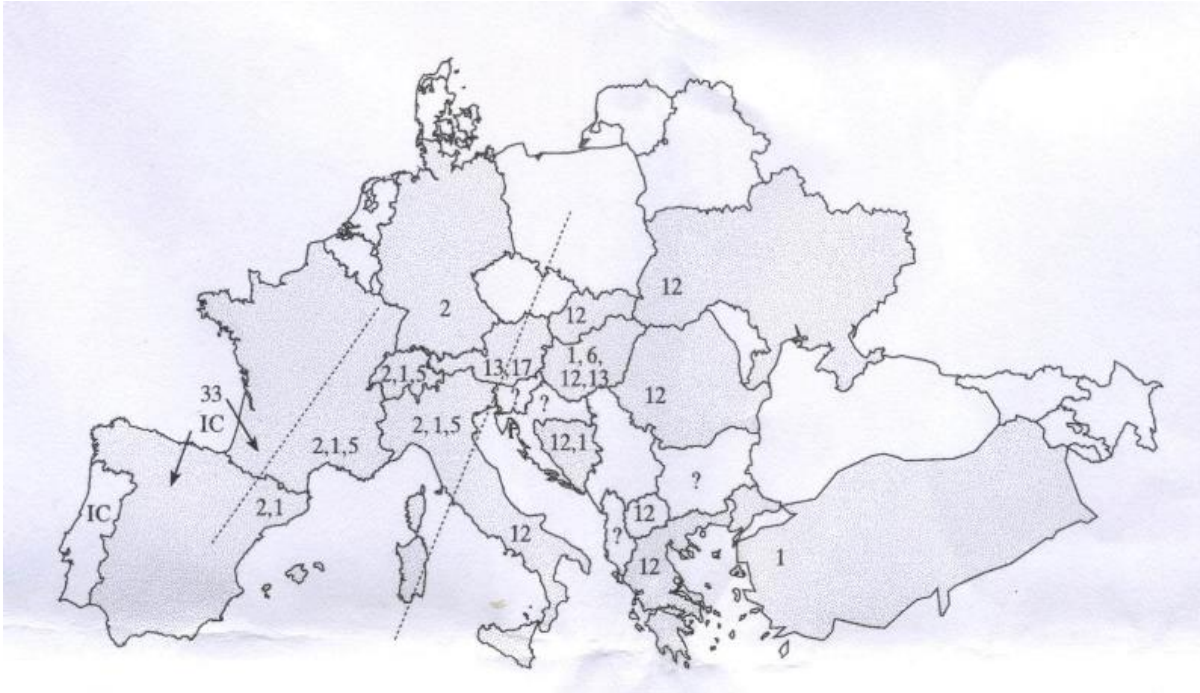
Η θερμοκρασία μπορεί γενικά να αυξήσει ή να μειώσει την επίδραση του παρασιτισμού. Για παράδειγμα οι ιοί που ελέγχουν με επιτυχία το «έλκος της καστανιάς» σε ορισμένες περιοχές, μπορεί να είναι αναποτελεσματικοί σε άλλες περιοχές με άλλο κλίμα. Επιπλέον η αλλαγή του κλίματος θα μπορούσε να διαταράξει τη λεπτή αλληλεπίδραση μεταξύ CHV – 1 και *c.parasitica*. Αυτό μπορεί να μετατρέψει έναν παλαιότερο λοιμογόνο μύκητα σε πιο επιθετικό και να οδηγήσει σε επανεμφάνιση της επιδημίας του έλκους καστανιάς σε περιοχές, όπου η νόσος βρίσκεται υπό έλεγχο.

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την τοξικότητα και την επιτυχία του βιολογικού ελέγχου του CHV – 1 είναι ο πληθυσμός υποδοχής (πληθυσμός ξενιστών), με διαφορετικούς τύπους *vc*. Μεταξύ των συμβατών ατόμων του *c.parasitica*, ο CHV-1, μεταδίδεται σχεδόν 100% των επαφών του ξενιστή με τον παράσιτο οργανισμό. Επομένως η πιθανότητα μετάδοσης του CHV-1 σε πληθυσμούς μολυσμένων δέντρων καστανιάς από τον *c.parasitica* που παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία *vc*, είναι αναμενόμενο να μειωθεί σημαντικά οδηγώντας στον περιορισμό της εξάπλωσης του CHV-1. Εκτός από το περιβάλλον και τον πληθυσμό ξενιστών, οι ιοί, εξαρτώνται και από άλλους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν επίσης τη μολυσματικότητα τους. Όπως από τη σχέση του παρασίτου με τον ξενιστή. Μεγάλη λοίμωξη παρουσιάζεται από παράσιτα που πολλαπλασιάζονται γρήγορα για να εκμεταλλευτούν τους ξενιστές τους αποτελεσματικά. Αυτό ωστόσο, λαμβάνει χώρα σε βάρος του ξενιστή, που εξασθενεί ή παρουσιάζει αυξημένη θνησιμότητα περιορίζοντας την ικανότητά του να μεταδίδει το παράσιτο.

Ο μεγάλος βαθμός παθογένειας μεγιστοποιεί την ικανότητα του παρασίτου για μετάδοση και έτσι η παθογένεια εξαρτάται από την σχέση αλληλεπίδρασης ξενιστή-παρασίτου.

1.11 Ο ρόλος της βλαστικής συμβατότητας (vc) στην βιολογική καταπολέμηση του έλκους της καστανιάς

Ως βλαστική συμβατότητα (vc) ορίζεται η ικανότητα των διαφόρων



Εικόνα 8: Χάρτης της Ευρώπης που δείχνει την κυριαρχία των vc τύπων των πληθυσμών του *c. parasitica* σε κάθε χώρα.

απομονώσεων του μύκητα, να σχηματίζουν μεταξύ των υφών τους αναστομώσεις (μετά από άνοιγμα, η συνένωση δύο κοίλων οργάνων), ελέγχεται δε η ικανότητα αυτή από ορισμένα γονίδια. Η βλαστική συμβατότητα (vc), αποτελεί μεγάλο εμπόδιο για τη διάχυση του ηγρονίριου. Σε ευρωπαϊκή κλίμακα, εντοπίστηκαν και δοκιμάστηκαν 31 τύποι ευρωπαϊκών vc. [EU – 1 μέχρι EU – 31]. Αυτά τα δείγματα χρησιμοποιήθηκαν ώστε να μελετηθεί ο γενετικός έλεγχος της βλαστικής συμβατότητας στην *c. parasitica*. 33 επιπλέον τύποι vc, αποκτήθηκαν μετά από διασταυρώσεις, μεταξύ των πρώτων 31 vc – τύπων, και προστέθηκαν στο δείγμα [EU – 32 μέχρι EU – 64].

Έχουν διεξαχθεί μελέτες σχετικά με την ποικιλομορφία τύπου vc σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες, με τα διαθέσιμα ευρωπαϊκά δείγματα και τα αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκαν για ενημέρωση του χάρτη της κυριαρχίας vc τύπων στην Ευρώπη (Εικόνα 8). Ο τύπος vc EU – 12, είναι ο κυρίαρχος vc τύπος στην νότια και ανατολική Ευρώπη, εκτός από την Τουρκία, ενώ στη δυτική και βορειοδυτική

χώρα	Έτος 1 ^{ης} παρατήρησης της ασθένειας	αριθμός τύπων vc	Σημαντικότεροι τύποι vc και περιλαμβανούν πάνω από το 50% των απομονώσεων	Υπαρξη περιθηκίων	Προσωπική επικοινωνία ή αναφορά
Austria	1970	15	EU-2	-	E. Wilhelm, U. Kudera
Bosnia-Herzegovina	1961	27	EU-12, EU-1	+	M. Uscuplic
France	1956	40 + unknown	EU-2, EU-5, EU-1, EU-33	+	C. Robin
Germany	1992	4	EU-2	-	D. Seemann
Greece	1963	4	EU-12	-	S. Diamandis, C. Perlerou
Hungary	1938	18	EU-1, EU-6, EU-12, EU-13	+	L. Radócz
Italy	1938	20	EU-2, EU-1, EU-5	+	CORTESI <i>et al.</i> , 1998
Δ. Σκοπίων	1974	5?	EU-12	+	K. Sotirovski
Portugal	1989	4	?	-	N. Santos
Slovak Republic	1976	8	EU-12	+	G. Juhásová
Spain	1947	13	EU-2	?	C. Colinas
Switzerland	1948	28	EU-2, EU-1, EU-5	+	U. Heiniger, D. Rigling
Turkey	1968		EU-1	+	M. Gurer, M. Çeliker

Πίνακας 2: Επικρατέστεροι τύποι vc του *c. parasitica* στην Ευρώπη.

Ευρώπη κυριαρχεί ο τύπος vc EU – 2. Ο αριθμός τύπων vc, που βρέθηκε ανά χώρα ποικίλλει σημαντικά. Πάνω από 40 vc τύποι βρέθηκαν στη Γαλλία, ενώ σε ορισμένες χώρες εντοπίστηκαν μόνο 4 vc τύποι και στην Τουρκία μόνο ένας (Πίνακας 2). Ωστόσο βρέθηκε μια ποικιλία χαμηλού τύπου vc σε δύο περιπτώσεις:

- Σε περιοχές ή χώρες, όπου ο *c. parasitica* έχει πρόσφατα εισαχθεί π.χ. Γερμανία, την Πορτογαλία, Βόρεια Ελβετία.
- Σε περιοχές, όπου δεν παρατηρήθηκαν περιθήκια, π.χ. Ελλάδα και Δημοκρατία των Σκοπίων.

Μια σημαντική ποικιλομορφία μεταξύ πληθυσμών *c. parasitica* μπορεί να βρεθεί εντός των χωρών. Παράδειγμα, στη Β. Ιταλία η ποικιλομορφία τύπου vc είναι πολύ μεγαλύτερη, από ότι στη Νότια Ιταλία, και στη Βοσνία Ερζεγοβίνη βρέθηκαν 2 μέχρι 29 vc τύποι ανά θέση. Σημαντική διαφοροποίηση παρατηρείται επίσης στην Ισπανία, όπου στις περιοχές του Ατλαντικού βρέθηκαν τύποι vc ασύμβατοι με ευρωπαϊκούς τύπους vc. Αν και ο αριθμός των Ευρωπαϊκών τύπων vc μπορεί να είναι τοπικά ακόμα χαμηλός σε ευρωπαϊκό επίπεδο είναι αρκετά υψηλός υποδεικνύοντας δυναμικά τοπική αύξηση της ποικιλίας τύπου vc.

Καθώς η επιτυχία του βιοελέγχου με hypovirus CHV – 1 είναι αρνητικά συσχετιζόμενη με τον αριθμό των τύπων vc που υπάρχουν, η αύξηση της

ποικιλομορφίας τύπου νc μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τις προσπάθειες για βιολογική παρακολούθηση. Η κίνηση των φυτών της καστανιάς και του ξύλου πρέπει να περιοριστεί και μείγματα μυκήτων του CHV – 1 μολυσμένα με *c.parasitica* για βιοέλεγχο, θα πρέπει αν περιέχουν μόνο τοπικούς τύπους νc και τύπους ζευγαρώματος.

1.12 Τύποι βλαστικής συμβατότητας (vc).

Vc Type	Go	Pu	Ka	Iv	Ra	He	Bu	Ya
EU-1	23	24	4	17			96	89
EU-2	37	18	15	12	2			
EU-3	3	2	1	1				
EU-4	4	4		1				
EU-5	10	10	4	3				
EU-6	4	8	3					
EU-7		2	2	2				
EU-8		2	1	1				
EU-9		1	1					
EU-10			1					
EU-11		1						
EU-12	6	2	5	1	70	93		
EU-13		2	2	1				
EU-14		2						
EU-16				1				
EU-17	2	1	2					
EU-18	1	2	1					
EU-19			1					
EU-21		2						
EU-22	1	3	1	2				
EU-23	3	1						
EU-25		1		1				
EU-26		3	1					
EU-27	1		1					
EU-28	1	1						
EU-29	1	3						
EU-31		1		1				
EU-43		1						

Πίνακας 3: τύποι βλαστικής συμβατότητας (vc) που παρατηρήθηκαν στους οκτώ πληθυσμούς του *c. parasitica*.

Σημείωση: τα δείγματα ελήφθησαν από πληθυσμούς σε διάφορες περιοχές της Ευρώπης.

Go: Gnosca, Ελβετία Γ.Π.: 46,24N, 9,01E

Pu: Pura, Ελβετία Γ.Π.: 45,98N, 8,86E

Ka: Kastajnica, Βοσνία-Ερζεγοβίνη Γ.Π.: 45,22N, 16,55E

Iv: Ivanjska, Βοσνία-Ερζεγοβίνη Γ.Π.: 44,88N, 17,04E

Ra: Radolista, Δ. Σκοπίων Γ.Π.: 41,16N, 20,62E

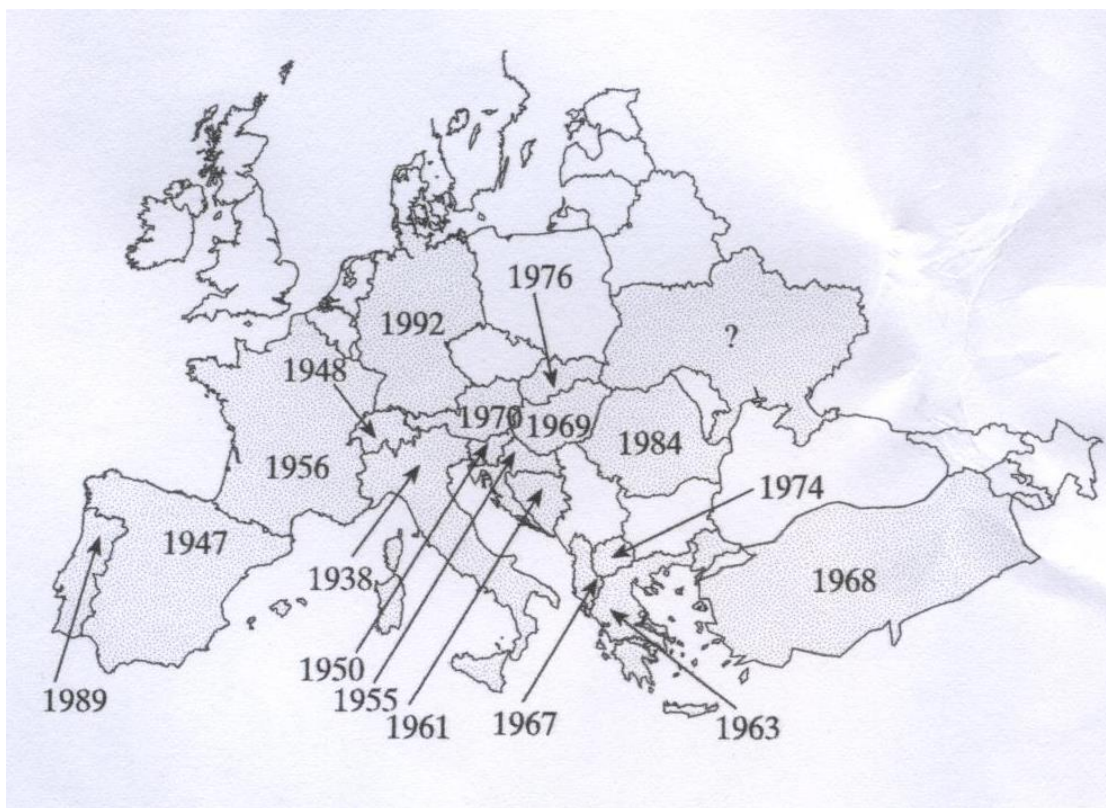
He: Ανήλιο πηλίου, Ελλάδα Γ.Π.: 39,43N, 23,14E

Bu: Kursunlu, Τουρκία Γ.Π.: 40,36N, 29,02E

Ya: Kouytkoy, Τουρκία Γ.Π.: 40,58N, 29,22E

1.13 Το έλκος της καστανιάς στην Ευρώπη

Από την εισαγωγή του, το 1938 στην Ιταλία, το έλκος έχει εξαπλωθεί σε όλη την Ευρώπη, με εξαίρεση το Ηνωμένο Βασίλειο, την Ολλανδία και τη Βόρεια Γαλλία. Πρόσφατα η μάλιστα έχει αρχίσει να έχει πολύ μεγαλύτερη επίδραση στις καστανιές στη Βορειοδυτική Ισπανία και Πορτογαλία. Η υπολυσματικότητα, (Hyponivulence) είναι ευρέως διαδεδομένη. Στις περισσότερες χώρες παρατηρήθηκε θεραπεία ελκών και επιβεβαιώθηκε η παρουσία του dsRNA. Ωστόσο η hyponivulence εξακολουθεί να απουσιάζει από πρόσφατα μολυσμένες περιοχές στη Β. Γαλλία, Βόρεια Ελβετία, Πορτογαλία και Βορειοδυτική Ισπανία. Αν και η ποικιλία τύπου vc μπορεί να είναι χαμηλή σε τοπικό επίπεδο, πάνω από 40 τύποι vc έχουν ταυτοποιηθεί στην Ευρώπη.



Εικόνα 9: Χάρτης της Ευρώπης, που δείχνει την παρουσία του έλκους της καστανιάς και το έτος της πρώτης παρατήρησης της ασθένειας.

Από τη Γένοβα (Ιταλία) η ασθένεια εξαπλώθηκε ταχέως εντός της Ιταλίας και των γειτονικών περιοχών καλλιέργειας της καστανιάς. Μια έρευνα στη Γαλλία, αποκάλυψε μια σημαντική εξέλιξη του έλκους στο Βορρά, όπως επίσης σε περιοχές με διάσπαρτες καστανιές, όπως π.χ. η Ελβετική καστανιά βόρεια των Άλπεων και στην κοιλάδα του Ρήνου στη Γερμανία, που είναι μολυσμένες. Η ασθένεια εξαπλώνεται επίσης και έχει μεγάλη επίδραση στις βορειοδυτικές περιοχές της Ισπανίας και εντός της Πορτογαλίας. Σήμερα μόνο οι διασκορπισμένες εκτάσεις καστανιών των κάτω χωρών (Ολλανδία) και οι εκτάσεις που βρίσκονται στο νότιο τμήμα του Ηνωμένου Βασιλείου, είναι χωρίς έλκος. (Εικόνα 9).

Country	ha ¹	Chestnut blight ²	Επούλωση ελκών	White isolates ⁴	dsRNA ⁵	Communicated by
Albania		1967	1983	1984	yes	L. Bashkim
Austria	45	1970	1993	1993	no	E. Wilhelm, U. Kudera
Bosnia-Herzegovina	100	1961	1980	1980	yes	M. Uscuplic
Croatia	50	1955	1978	1978–1980	yes	S. Novak Agbaba
France	90	1956	1964	1964	yes	C. Robin
Germany	0.5	1992	1992	1992	yes	D. Seemann
Greece	100	1963	1986	1986	yes	S. Diamandis
Hungary	100	1969	1951	1964	yes	L. Radócz
Italy	95	1938	1951	1964	yes	P. Cortesi
Portugal	10	1989	1992	no	no	C. Abreu
Δ. Σκοπίων	–	1974	1995	1995	yes	K. Sotirovski
Romania	55	1984	–	–	yes	D. Floarea
Slovak Republic	8	1976	1992	1999	yes	G. Juhásová
Slovenia	–	1950	1985	1985	–	A. Solar
Spain	75	1947	1992	1992	yes	C. Colinas
Switzerland	100	1948	1975	1975	yes	U. Heiniger
Turkey	35	1968	1999	1999	yes	M. Gurer, M. Çeliker

Πίνακας 4: Η επιδημία της καστανιάς στην Ευρώπη.

Χρονιά της πρώτης παρατήρησης της ασθένειας στην καστανιά και θεραπεία του έλκους.

1. Επιρροή στην περιοχή της καστανιάς επί %
2. Έτος πρώτης παρατήρησης του έλκους της καστανιάς.
3. Έτος της πρώτης παρατήρησης της θεραπείας των ελκών.
4. Έτος πρώτης απομόνωσης του στελέχους *c. parasitica*.
5. Επιβεβαίωση dsRNA.

Σε αντίθεση με τις Ηνωμένες Πολιτείες, που το έλκος έχει εξαλείψει την Αμερικανική καστανιά, η Ευρωπαϊκή καστανιά έχει αναρρώσει από την ασθένεια λόγω της φυσικής εμφάνισης της *hyronivulence*, που προκαλείται από τον dsRNA *hyronivirus CHV – 1*. Στις περισσότερες χώρες, παρατηρήθηκαν θεραπείες επούλωσης των ελκών και επιβεβαιώθηκε η παρουσία του dsRNA. (Πίνακας 4).

Η παραγωγή και ο διασκορπισμός των ασκοσπορίων διερευνήθηκαν σε έναν οπωρώνα στη Γαλλία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα ασκοσπόρια απορρίφθηκαν από την άνοιξη μέχρι το τέλος του φθινοπώρου με μια κορυφαία παγίδευση των σπορίων την άνοιξη μετά τις βροχοπτώσεις.

Με μια εξαίρεση του Ηνωμένου Βασιλείου και της Β. Γαλλίας όλη η Ευρωπαϊκή περιοχή καλλιέργειας καστανιάς έχει μολυνθεί από τη σήψη που προκαλείται από τον *c.parasitica*. Ωστόσο η κατανομή της καταστροφής δεν αποτελεί ένδειξη της σοβαρότητας, εκτός αν συνδέεται με την παρουσία ή την απουσία του CHV – 1 υπεύθυνου παράγοντα υπομολυσματικότητας. Η διαχείριση της ασθένειας εφαρμόζεται σύμφωνα με την παρουσία ή απουσία του CHV – 1, είναι καλά εδραιωμένη και έτσι η σήψη δεν αποτελεί σοβαρό πρόβλημα. Αλλά υπάρχουν επίσης περιοχές όπου η εμφάνιση του μαρασμού είναι πρόσφατη και δεν έχει ακόμα ακολουθήσει εξέλιξη με CHV – 1. Εδώ η επιδημία των μολύνσεων μπορεί να αποδειχθεί καταστροφική.

1.14 Προσπάθειες αναζωογόνησης από το έλκος της καστανιάς στην Αμερική.

Διασταύρωση επιζώντων Αμερικάνικων καστανιών.

Επιλέχθηκαν δέντρα που παρουσίασαν μεγάλη αντοχή στο φυσικό τους περιβάλλον.

Το Αμερικάνικο Ίδρυμα Συνεργατών Καστανιάς (ACCF), δε χρησιμοποίησε διασταυρώσεις με Ευρωπαϊκά ή Ασιατικά δέντρα καστανιάς, αλλά διασταυρώσεις ανάμεσα σε Αμερικανικά δέντρα καστανιάς που επιλέχθηκαν για τη φυσική αντοχή στην ασθένεια από το έλκος. Ο John Rush Elkins, ένας χημικός ερευνητής και επίτιμος καθηγητής της χημείας στο πανεπιστήμιο Concord και ο Cary Griffin, καθηγητής της παθολογίας των φυτών στο Τεχνολογικό Ίδρυμα της Virginia πίστεψαν ότι μπορεί να υπήρχαν πολλά διαφορετικά χαρακτηριστικά τα οποία ευνοούν την αντίσταση στο έλκος. Ο Griffin εμβολίαζε πέντε ετών καστανιές με ένα πρότυπο θανατηφόρο στέλεχος μύκητα και μετρήθηκε η ανάπτυξη των ελκών. Καστανιές χωρίς αντοχή στην ασθένεια, σημείωσαν ταχέως αναπτυσσόμενα, βυθισμένα έλκη τα οποία ήταν βαθιά και νέκρωσαν ιστούς απευθείας στο ξύλο. Ανθεκτικά δέντρα παρουσίασαν αργά αναπτυσσόμενα πρησμένα έλκη τα οποία ήταν

επιφανειακά και ο ζωντανός ιστός μπορούσε να αναπτυχθεί κάτω από αυτά τα έλκη. Το επίπεδο της αντοχής στην ασθένεια κρίθηκε από την περιοδική μέτρηση των ελκών. Μοσχεύματα από επιζώντα δέντρα επιδημιών της ασθένειας αξιολογήθηκαν, ακολουθώντας εμβολιασμούς και ελέγχθηκαν από διασταυρώσεις, ανάμεσα σε ανθεκτικές Αμερικάνικες καστανιές, οι οποίες δημιουργήθηκαν στις αρχές του 1980.

Πολλά δέντρα του ιδρύματος ACCF έδειξαν αντοχή στην ασθένεια ίση ή μεγαλύτερη από αυτή που επέδειξαν τα πρωτότυπα (αρχικά) δέντρα στη μάστιγα αλλά μέχρι στιγμής, μόνο λίγα επέδειξαν ανώτερη αντοχή σε διαρκή έλεγχο της ασθένειας. Ο χρόνος θα δείξει αν οι απόγονοι από αυτά τα καλύτερα δέντρα καστανιάς θα εμφανίσουν αντίσταση στην ασθένεια, μέσα σε διαφορετικά κλιματολογικά περιβάλλοντα.

Αναδιασταύρωση

Η αναδιασταύρωση ως θεραπεία για το έλκος, προτάθηκε για πρώτη φορά από τον Dr Charles R. Burnham, από το πανεπιστήμιο Μινεσότα μέσα στη δεκαετία του 1970. Ο Burnham ένας ομότιμος καθηγητής στη γεωπονία και τη γενετική των φυτών, ο οποίος θεωρείται ένας από τους πρωτοπόρους της γενετικής του καλαμποκιού, συνειδητοποίησε ότι, τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν από το USDA,(Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αμερικής) διασταυρώνοντας την Αμερικανική καστανιά με Ευρωπαϊκές και Ασιατικές καστανιές, θεωρήθηκαν εσφαλμένα ,ότι ένας μεγάλος αριθμός γονιδίων ήταν υπεύθυνος για την αντοχή στην ασθένεια, ενώ πιστεύεται σήμερα ότι ο αριθμός των υπεύθυνων γονιδίων είναι μικρός. Το USDA εγκατέλειψε το πρόγραμμα διασταύρωσης και κατέστρεψε την τοπική φύτευση, γύρω στο 1960 έπειτα την αποτυχία να παράξει υβρίδια ανθεκτικά στην ασθένεια. Η αναγνώριση του Burnham από το λάθος του USDA οδήγησε αυτόν να ενώνεται με άλλους και να δημιουργούν το «Αμερικανικό Ίδρυμα Καστανιάς» μέσα στο 1983, με μοναδικό σκοπό την αναπαραγωγή ενός αντίδοτου στο έλκος των Αμερικάνικων καστανιών. Ο Αμερικάνικος Οργανισμός Καστανιάς αναδιασταύρωσε ανθεκτικές στην ασθένεια κινέζικες καστανιές σε αμερικάνικα δέντρα ώστε να ανακτήσει τα αμερικάνικα χαρακτηριστικά ανάπτυξης και γενετικού υλικού, και τελικά διασταύρωση με προηγούμενες γενιές. Όμως και αυτή η μέθοδος έδειξε περιορισμένη αντοχή στο έλκος.

Διαγονιδιακή αντίσταση στο έλκος στην Αμερικάνικη καστανιά.

Ερευνητές στο κρατικό Πανεπιστήμιο της Ν. Υόρκης College Environmental Science and Forestry (SUNY ESF), έχουν αναπτύξει διαγονιδιακά Αμερικανικές καστανές με πλήρη αντίσταση στο έλκος. Αυτό έγινε με την εισαγωγή ενός συγκεκριμένου γονιδίου από σιτάρι, οξαλική οξειδάση, στην Αμερικάνικη καστανιά. Το ένζυμο «οξαλική οξειδάση» είναι μια εξαιρετικά κοινή μυκητιακή άμυνα στα φυτά και βρίσκεται σε φράουλες, μπανάνες, βρώμη, κριθάρι και άλλα δημητριακά. Η οξαλική οξειδάση διασπά το οξαλικό οξύ, που εκκρίνει ο μύκητας στο μαλακό φλοιό (κάμβιο) για να μειώσει το PH και στη συνέχεια να σκοτώσει τους φυτικούς ιστούς. Οι καστανιές που περιέχουν αυτό το γονίδιο αντίστασης μπορούν να μολυνθούν από το έλκος αλλά το δέντρο δεν είναι προστατευμένο από τον καρκίνο που προκύπτει γύρω στην πληγή. Αυτό επιτρέπει στο μύκητα να εκπληρώσει τον κανονικό κύκλο ζωής του, χωρίς το θάνατο του δέντρου. Το γονίδιο ανθεκτικότητας στην ασθένεια μεταφέρεται στους απογόνους τους δέντρου, ώστε οι επόμενες γενιές να απαιτήσουν πλήρη ανοχή στη μάστιγα. Το 2015, οι ερευνητές υποβάλλαν αίτηση για κυβερνητική άδεια για να καταστήσουν αυτά τα δέντρα διαθέσιμα στο κοινό, μέσα στα επόμενα 5 χρόνια. Αυτά τα δέντρα θα μπορούσαν να είναι τα πρώτα γενετικά τροποποιημένα δάση που εκλύονται σε φυσικό περιβάλλον των Ηνωμένων πολιτειών.

Επιζώντα δείγματα

Περίπου 2500 δέντρα καστανιάς αναπτύσσονται σε 60 στρέμματα κοντά στο West Salem, Wisconsin, το οποίο είναι το μεγαλύτερο απόθεμα του Αμερικάνικου κάστανου στον κόσμο. Αυτά τα δέντρα είναι απόγονοι φυτών, που φυτεύτηκαν από τον Martin Hicks, έναν πρώιμο εγκαταστάτη στην περιοχή. Στα τέλη του 18^{ου} αιώνα ο Hicks φύτεψε λιγότερες από 12 καστανιές. Αυτά τα δέντρα ξέφυγαν από την αρχική επίθεση του έλκους αλλά το 1987 επιστήμονες βρήκαν την ασθένεια στα φυτά, οι οποίοι, προσπάθησαν να σώσουν τα δέντρα, χωρίς όμως ιδιαίτερη επιτυχία.

1.15 Λόγοι αποτυχίας της θεραπείας με Hypovirulence στην Αμερική.

Όπως αναφέρθηκε ο μόνος τρόπος αντιμετώπισης της ασθένειας είναι η βιολογική καταπολέμηση με την εισαγωγή στον καστανεώνα ενός από τα τέσσερα είδη Hypovirus (CHV-1, CHV-2, CHV-3, CHV-4) του *Cryphonectria hypovirus* – 1,

τα άλλα είδη ή δεν υπάρχουν στις πληγμένες περιοχές ή έχουν μηδαμινή έως ελάχιστη αντιμετώπιση της ασθένειας.

Ο CHV-1 δε βρέθηκε στην Αμερική παρά μόνο έγινε εισαγωγή του για την αντιμετώπιση της ασθένειας αλλά όμως με ελάχιστη επιτυχία. Απαντήσεις στην ερώτηση γιατί απέτυχε η αντιμετώπιση της ασθένειας με την εισαγωγή του CHV-1 στην Αμερική είναι μη τελεσίδικες.

Οι πιθανοί λόγοι μπορεί να είναι η υψηλότερη ευαισθησία της Αμερικάνικης καστανιάς στην ασθένεια, διαφορές στη δομή των μυκήτων, διαφορές στη λοιμοτοξικότητα των εφαρμοζόμενων ιών, περιβαλλοντικών διαφορών, ή αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων.

Ένας από τους λόγους για την αποτυχία του βιολογικού ελέγχου με CHV-1 στη Β. Αμερική υποτίθεται ότι είναι η πολύ μεγαλύτερη ποικιλομορφία τύπου *nc* των αμερικάνικων πληθυσμών *c. parasitica* συγκριτικά με τους ευρωπαϊκούς πληθυσμούς.

Επιπλέον σε αντίθεση με την κατάσταση στη Β. Αμερική η υπομολυσματικότητα στην Ευρώπη προέκυψε στην πρώιμη φάση της ασθένειας στην Ευρώπη και έτσι αυτό μπορεί να είχε σαν συνέπεια να αποτρέψει την εξάπλωση της καταστροφικής επιδημίας.

1.16 Καταπολέμηση του Έλκους της Καστανιάς στην Ελλάδα



Εικόνα 10: Θανατηφόρα έλκη σε οπωροφόρο δένδρο καστανιάς (αριστερά) και σε πρεμνοφυές δάσος (δεξιά).

Η ασθένεια του έλκους της καστανιάς (εικόνα 10) εξαπλώθηκε σε όλη την Ελλάδα προκαλώντας σοβαρές απώλειες στο φυτικό κεφάλαιο πολλών καλλιεργητών καστανιάς. Σοβαρές νεκρώσεις προκάλεσε και σε δημόσια κοινοτικά και ιδιωτικά πρεμνοφυή καστανοδάση τα οποία παράγουν πολύτιμη

ξυλεία καστανιάς.

Το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε εμπλέκεται στην καταπολέμηση της ασθένειας από το 1988 όταν για πρώτη φορά η ασθένεια εντοπίστηκε στα πολύτιμα καστανοδάση του Αγίου Όρους. Το εργαστήριο Δασικής Παθολογίας επικέντρωσε την έρευνα στη βιολογική καταπολέμηση της ασθένειας με τη χρήση ιού του γένους *Hyponivus* με διπλή περιέλιξη RNA (ds-RNA). Η βελτιωμένη τεχνική που αναπτύχθηκε εφαρμόστηκε στα 70.000 στρέμματα καστανοδασών του Αγίου Όρους την περίοδο 1998-2000 με αποτέλεσμα την εξάλειψη της ασθένειας.



Εικόνα 11: Τεχνική μυκητικών εμβολιασμών.

Α. Η τοποθέτηση της μυκητικής πάστας γίνεται σε μικρές οπές περιφερειακά του έλκους έτσι ώστε να δημιουργείται μια γραμμή άμυνας (βέλη).

Β. Οι οπές διανοίγονται σε απόσταση 3 περίπου εκατ. από τα όρια του έλκους και 4 περίπου εκατ. μεταξύ τους (η απόξεση του φλοιού έγινε στη φωτογραφία για κατανόηση της τεχνικής).

Γ. Οι οπές καλύπτονται με κολλητική χαρτοταινία. Σε διάστημα 3-4 ημερών ο υποπαθογόνος μύκητας εγκαθίσταται στο φλοιό. Η κορδέλα που δένεται σημαίνει ότι το δένδρο έχει υποστεί θεραπευτικό χειρισμό. Οι παραγωγοί παρακαλούνται να μην απομακρύνουν τις κορδέλες ούτε να υλοτομούν τα εμβολιασμένα δένδρα.

Το έλκος της καστανιάς, ως εκτατική ασθένεια, ήταν αναμενόμενο ότι θα εξαπλωνόταν σε όλη τη χώρα παρ' όλες τις ενημερωτικές διαλέξεις που έγιναν σε διάφορες περιοχές (Γρίβα και Καστανερή Ν. Κιλκίς, Άγιο Πέτρο, Άστρος και Ασέα Ν. Αρκαδίας, Αρτεμίσιο Ν. Μεσσηνία, Ζαγορά και Τσαγκαράδα Ν. Μαγνησίας, Άγιο Γεώργιο Ν. Φθιώτιδας, Χαλκίδα, Δαμασκηνιά Ν. Κοζάνης κ.ά.). Έτσι μεθοδευμένα και συστηματικά από το 1995 δημιουργήθηκε η επιστημονική υποδομή για την εφαρμογή της βιολογικής καταπολέμησης σε εθνικό επίπεδο. Αρχικά

χαρτογραφήθηκε η ασθένεια σε όλη την Ελλάδα και στη συνέχεια αναγνωρίστηκαν και χαρτογραφήθηκαν οι τύποι βλαστικής συμβατότητας (vc types) του παθογόνου μύκητα *cryphonectria parasitica* ο οποίος και προκαλεί την ασθένεια.

Για την αποφυγή λαθών που έγιναν ιδιαίτερα στη Γαλλία και Ιταλία , το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών υπέβαλε το 1999 πρόταση προς τη Γενική Διεύθυνση Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος του τότε Υπουργείου Γεωργίας για την ένταξη ενός έργου εθνικής εμβέλειας.

Το καλοκαίρι του 2006 συντάχθηκε η σχετική μελέτη από το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών ενώ το Δεκέμβριο έγινε η οριστική της παραλαβή από τον τελικό δικαιούχο που είναι η Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης & Προστασίας Δασών & Φυσικού Περιβάλλοντος του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων. Σύμφωνα με τη μελέτη η καταπολέμηση εφαρμόστηκε σε 17 νομούς της χώρας (Καβάλας, Δράμας, Θεσσαλονίκης, Πέλλας, Κιλκίς, Πιερίας, Λάρισας, Καρδίτσας, Ιωαννίνων, Άρτας, Φθιώτιδας, Εύβοιας, Ευρυτανίας, Αιτωλοακαρνανίας, Αρκαδίας, Λακωνίας και Μεσσηνίας). Παρόμοιο πρόγραμμα εφαρμόστηκε στο Ν. Χαλκιδικής από το 2005.

Ο παθογόνος μύκητας απομονώνεται από την υπό μελέτη περιοχή. Καλλιεργείται στο εργαστήριο και αναγνωρίζεται ο τύπος βλαστικής συμβατότητας στον οποίο ανήκει με βάση το ευρωπαϊκό σύστημα ταξινόμησης. Στη συνέχεια στα τοπικά μολυσματικά στελέχη εισάγεται ο ιός *Hypovirgus* (CHV-1) με αναστόμωση από δοκιμασμένο υπολυσματικό στέλεχος που ανήκει στον ίδιο τύπο βλαστικής συμβατότητας. Το νέο αυτό υπομολυσματικό στέλεχος θα αποτελέσει το υλικό για την παρασκευή των μυκητικών εμβολίων. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η εισαγωγή στην περιοχή νέου γενετικού μυκητικού υλικού.



Εικόνα 12: Θεραπευμένο έλκος ένα χρόνο μετά τον εμβολιασμό του με μυκητική πάστα. Τα βέλη δείχνουν τα σημεία εμβολιασμού

Η εφαρμογή της καταπολέμησης στο ύπαιθρο γίνεται με την περιμετρική στα



Εικόνα 13: Ανάπτυξη του μύκητα *c. parasitica* στο εργαστήριο (in vitro): Αριστερά έχει εισαχθεί το υπομολυσματικό στέλεχος του CHV-1 και έχει περιορίσει την ανάπτυξη του μύκητα, ενώ δεξιά χωρίς την εισαγωγή του CHV-1 έχουμε ευρεία ανάπτυξη των спорίων του μύκητα, τα οποία έχουν πορτοκαλί χρώμα.

έλκη τοποθέτηση μυκητικής πάστας (μυκητικού εμβολίου) η οποία περιέχει τον ιό σε 2-3 δένδρα ανά στρέμμα το χρόνο για τρία συνεχόμενα έτη. (Εικόνα 11). Ο ιός προσβάλλει τον παθογόνο μύκητα και τον καθιστά υποπαθογόνο.

Διασπείρεται με

φυσικούς μηχανισμούς με αποτέλεσμα τη συνολική ύφεση της ασθένειας. Η εργασία υπαίθρου γίνεται από εξειδικευμένα συνεργεία που επικεφαλής τους είναι δασολόγος ή δασοπόνος, αρχίζει δε στις 15 Μαΐου και ολοκληρώνεται στο τέλος Ιουλίου. Την προμήθεια της κατάλληλης συμβατής μυκητικής πάστας για όλους τους νομούς αναλαμβάνει το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών σύμφωνα με το χάρτη τύπων βλαστικής συμβατότητας του παθογόνου μύκητα. Το έργο βιολογικής καταπολέμησης ολοκληρώθηκε σε τρία χρόνια 2007, 2008, 2009. Σύμφωνα πάντα με τη μελέτη τοποθετήθηκαν συνολικά 3 εκατομμύρια μυκητικά εμβόλια.

Σύμφωνα με το γενικό σχεδιασμό τα συνεργεία είχαν εντολή να απλώσουν τον ιό κατά το δυνατόν ομοιόμορφα στην ευρύτερη περιοχή σύμφωνα με τους χάρτες της μελέτης. Τα αποτελέσματα άρχισαν να γίνονται ορατά 1-2 χρόνια μετά την επέμβαση. (εικόνα 12).

Τέλος οι Νομοί Σερρών, Φλώρινας, Κοζάνης, Τρικάλων, Ηλείας, Αχαΐας, Λέσβου και Χανίων, όπου η κασταλιά καταλαμβάνει μικρή έκταση και η ασθένεια είναι περιορισμένη εντάχθηκαν στο Δ' ΚΠΣ.

1.17 Το έλκος της καστανιάς στη χερσόνησο του Αγίου Όρους

Ο αρχικός εντοπισμός και η διάγνωση της ασθένειας του έλκους της καστανιάς στο Άγιον Όρος όπως αναφέρθηκε έγινε το Μάιο 1988 στο δάσος της Ιεράς Μονής Καρακάλλου. Χαρτογράφηση της ασθένειας έδειξε ότι υπήρχαν 2 κύριες εστίες προσβολής στην Ανατολική πλευρά της Χερσονήσου, στα καστανοδάση των Ιερών Μονών Καρακάλλου και Φιλοθέου έκτασης 700 και 200 στρεμμάτων αντίστοιχα και μία Τρίτη εστία στη Δυτική πλευρά τα δάση των Ιερών Μονών Αγίου Παντελεήμονος και Ξενοφώντος έκτασης 800 περίπου στρεμμάτων. Μικρότερες εστίες εντοπίστηκαν διάσπαρτα σε όλη σχεδόν τη Χερσόνησο. Αρχικά η ασθένεια εξαπλώθηκε σε έκταση 15.000 περίπου στρέμματα.

Είναι βέβαιο, ότι ο μύκητας μετά την είσοδό του, πιθανότατα γύρω στο 1975, απλώθηκε σε όλη τη Χερσόνησο ευνοούμενος και από το γεγονός ότι κατά τους καλλιεργητικούς καθαρισμούς και αραιώσεις δεν απομακρύνονταν ποτέ τα ασθενή πρεμνοβλαστήματα ώστε να επέλθει μείωση του μολυσματικού δυναμικού του μύκητα και εξυγίανση των συστάδων. Απεναντίας, παρατηρήσεις έδειξαν ότι η μέθοδος διαχείρισης των πρεμνοφυών αυτών δασών με αποψιλωτική υλοτομία και η διατήρηση 3-4 παρακρατημάτων ανά στρέμμα, συνέβαλε στη διασπορά του μύκητα. Καθώς τα συχνά ασθενή παρακρατήματα κυριαρχούσαν στις συστάδες από άποψη ύψους μετά την αποψιλωτική υλοτομία, διέσπειραν εύκολα κονιδιοσπόρια από τα έλκη τους κυρίως με σταγονίδια βροχής επάνω στα νεαρά πρεμνοβλαστήματα, δημιουργώντας έτσι νέες, κυκλικές εστίες με ποσοστό προσβολής 80-100%. Σημαντικό επίσης ρόλο στην εγκατάσταση και ταχύτατη επέκταση της ασθένειας έπαιξαν οι υλοτομικές κακοτεχνίες, όπως εγκατάλειψη υψηλών πρέμων, κλαδεύσεις που δημιουργούν εισόδους για το μύκητα καθώς και η χρήση μολυσμένων εργαλείων.

Ολοκληρωμένο πρόγραμμα βιολογικής καταπολέμησης της ασθένειας.

Μετά από επισταμένη μελέτη του παθογόνου, της ασθένειας και των ιδιόμορφων τοπικών συνθηκών, το 1989 προτάθηκε ολοκληρωμένο πρόγραμμα βιολογικής καταπολέμησης της ασθένειας που περιλάμβανε 2 ενότητες μέτρων:

Η ενότητα Α αποσκοπούσε στην εισαγωγή στη Χερσόνησο Αγίου Όρους υπομολυσματικών φυλών του μύκητα *c. parasitica* οι οποίες σταδιακά θα μετέτρεπαν τη μολυσματική φυλή Αγίου Όρους σε υπομολυσματική. Με την ανάπτυξη νέων

εργαστηριακών τεχνικών, μετατράπηκαν μολυσματικές φυλές του Αγίου Όρους σε υπομολυσματικές στο Εργαστήριο Δασικής Παθολογίας του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών με τη βοήθεια υπομολυσματικών φυλών, από τις οποίες η αποτελεσματικότερη και με μεγάλο εύρος μετατροπής είναι αυτή του Πηλίου.

Η ενότητα Β περιλάμβανε δασοκομικούς και διαχειριστικούς χειρισμούς που συντέλεσαν στη μείωση του μολυσματικού δυναμικού του παθογόνου μύκητα, ώστε να ελαττωθεί η ταχύτητα εξάπλωσης της ασθένειας και να δοθεί χρόνος για την εγκατάσταση και δράση των υπομολυσματικών εμβολίων. Αν και όχι αμέσως, οι χειρισμοί που είχαν προταθεί εφαρμόστηκαν από όλες τις Μονές, γεγονός που συνέβαλε θετικά στο όλο πρόγραμμα καταπολέμησης. Οι χειρισμοί αυτοί συνίστανται:

- Στην αποψιλωτική υλοτομία έντονα ασθενών (κρίσιμων) συστάδων με ποσοστό προσβολής > 50%.
- Σε εξυγιαντικές υλοτομίες (δευτέρια) μέτρια ασθενών (ασταθών) συστάδων με ποσοστό προσβολής μέχρι 40%
- Στη σύρριζα κοπή των πρεμνών σε όλες τις περιπτώσεις.
- Στην εκτέλεση καθαρισμών μόνο με αφαίρεση των πρεμνοβλαστημάτων και χωρίς αποκλάδωση εκείνων που παραμένουν. Έχει αποδειχθεί και είναι πλέον αποδεκτό, ότι η πλήγωση των δένδρων και ιδιαίτερα οι κλαδεύσεις κατά τους καθαρισμούς ευνοούν σημαντικά την εξάπλωση της ασθένειας.
- Στην παρακράτηση υγιών διπερίτροπων παρακρατημάτων μόνο κατά μήκος των δασικών δρόμων όπου η επιθεώρηση της υγείας τους θα είναι συχνή, η δε πιθανή πρόωρη υλοτομία και μετατόπισή τους εύκολη. Στην παρούσα φάση είναι επιθυμητή ή απομάκρυνση όλων των παλιών ασθενών παρακρατημάτων από τις εστίες προσβολής.
- Στην αποφλοίωση όλων των προϊόντων ξύλου που εξάγονται από τη Χερσόνησο καθώς και την απαγόρευση εξαγωγής καυσόξυλων από ασθενείς συστάδες, για την αποτροπή επέκτασης της ασθένειας και στην υπόλοιπη χώρα.

Θα πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό, ότι η δασική έρευνα απαιτεί μακροχρόνια προσπάθεια για να καταλήξει σε αξιόπιστα αποτελέσματα, επειδή η δασοπονία λειτουργεί με μεγάλους χρόνους παραγωγής σε αντίθεση με τη γεωργία. Η

μέθοδος βιολογικής καταπολέμηση του έλκους της καστανιάς αποτελεί την απόρροια εντατικής, τριακονταετούς έρευνας στην Ευρώπη και τις Η.Π.Α. Ήδη παρόμοια προγράμματα καταπολέμησης με εισαγωγή υπομολυσματικών φυλών εφαρμόζονται σήμερα στην Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, Ιταλία, Σλοβακία, Κροατία, Αυστρία, Γαλλία, Πορτογαλία. Στην Ιταλία μάλιστα ιδιωτικές εταιρείες αναλαμβάνουν τους εμβολιασμούς με εργολαβία. Τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα σε παγκόσμιο επίπεδο είναι αισιόδοξα χρειάζεται όμως χρόνος και υπομονή για την ανατροπή της διαμορφωθείσας κατάστασης. Κάθε άλλη προσπάθεια αποδείχθηκε αναποτελεσματική και μάταιη.

Θετικό στοιχείο στην επιτυχία του προγράμματος βιολογικής καταπολέμησης της ασθένειας αποτέλεσε και η αποδοχή και εφαρμογή από τη Μονή Σίμωνος Πέτρας, οικολογικής διαχείρισης των καστανοδασών της. Σημαντικότερη καινοτομία της νέας αυτής διαχείρισης, που ευνόησε τον περιορισμό της ασθένειας, αποτέλεσε η σταδιακή επιμήκυνση του χρόνου παραγωγής, από 20 σε 30 και 40 χρόνια που συνεπάγεται λιγότερη ανθρώπινη παρουσία στα δάση, λιγότερες πληγώσεις των δένδρων και επομένως μείωση των νέων προσβολών. Πιστεύεται ότι και άλλες Μονές θα ακολουθήσουν παρόμοια διαχείριση στο εγγύς μέλλον.

Σύντομα θα γνωρίζουμε τον αριθμό και την κατανομή των ομάδων βλαστικής συμβατότητας του μύκητα *cryphonectria parasitica* σε όλη την Ελλάδα. Έτσι θα καταστεί δυνατή η επιλογή των καταλλήλων υπομολυσματικών φυλών για κάθε περιοχή και η επιτυχής βιολογική καταπολέμηση της ασθένειας.

1.18 Έλεγχος εξάπλωσης υπομολυσματικών στελεχών του μύκητα *cryphonectria parasitica* μετά την εφαρμογή προγράμματος βιολογικής καταπολέμησης.

Σε καμία από τις απομονώσεις του μύκητα *cryphonectria parasitica* δεν είχε εντοπιστεί προσβολή από τον ιό *cryphonectria hypovirus CHV-1* που μετατρέπει τα στελέχη του μύκητα σε υπομολυσματικά και οδηγεί σε υποβάθμιση της έντασης της ασθένειας. Κατά την περίοδο 1998 – 2000 εφαρμόστηκε πρόγραμμα βιολογικής καταπολέμησης στην περιοχή με εμβολιασμό 90 ελκών/εκτάριο. Για την παρασκευή του υλικού εμβολιασμού χρησιμοποιήθηκε τοπική απομόνωση του μύκητα που μετατράπηκε σε υπομολυσματική με μεταφορά του ιού CHV-1 από απομόνωση του

Πηλίου. Οκτώ χρόνια μετά την εφαρμογή του προγράμματος έγινε έλεγχος της εξάπλωσης υπομολυσματικών στελεχών του μύκητα στην περιοχή. Η δειγματοληψία έγινε από μη εμβολιασμένα έλκη σε τρεις δοκιμαστικές επιφάνειες των 100 τμ. με δένδρα ηλικίας 4, 9 και 14 ετών. Τα ποσοστά υπομολυσματικότητας κυμάνθηκαν από 38,5% έως 73,3% στις τρεις επιφάνειες. Κανένα νεκρό δένδρο δεν καταγράφηκε μέσα στις επιφάνειες. Όλες οι απομονώσεις ανήκαν σε έναν μόνο τύπο βλαστικής συμβατότητας EU-12 που υπήρχε στην περιοχή και πριν την εφαρμογή του προγράμματος. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οκτώ χρόνια μετά από την εφαρμογή του προγράμματος, υπομολυσματικά στελέχη του μύκητα έχουν εγκατασταθεί και εξαπλωθεί σε σημαντικό βαθμό. Θετικό ρόλο στην εξάπλωση του ιού CHV-1 και της υπομολυσματικότητας φαίνεται ότι έχει η ύπαρξη ενός μόνο τύπου βλαστικής συμβατότητας του μύκητα σε όλη την περιοχή. (Χ. Περλέρου, Σ. Διαμαντής, Α. Μητσακάκη και Ζ. Νακοπούλου).

1.19 Η περίοδος μετά την εφαρμογή βιολογικής καταπολέμησης του έλκους της καστανιάς.

Οι τρεις σημαντικότεροι λόγοι υποβάθμισης της καλλιέργειας της καστανιάς στην Ελλάδα είναι 1) η εγκατάλειψη των ορεινών οικισμών και η μετακίνηση των κατοίκων στα αστικά κέντρα που είχε σαν αποτέλεσμα την εγκατάλειψη των καστανιώνων, 2) η ασθένεια του έλκους της καστανιάς και 3) η παντελής και διαχρονική έλλειψη ευνοϊκών κυβερνητικών πολιτικών.

Η χώρα μας, χάρη σε 20ετή έρευνα των Ινστιτούτων Δασικών Ερευνών της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης κατέστη τρίτη στην Ευρώπη που κατάφερε να εφαρμόσει ένα παρόμοιο πρόγραμμα σε εθνική κλίμακα, μετά την Γαλλία και την Ιταλία.

Η προετοιμασία για την εφαρμογή βιολογικής καταπολέμησης σε εθνικό επίπεδο είναι μακρά, επίπονη και κοστοβόρα. Ο παθογόνος μύκητας *cyphonectria parasitica* παρουσιάζει στη φύση γενετική παραλλακτικότητα η οποία εκδηλώνεται με τύπους βλαστικής συμβατότητας (vc types). Εάν αυτοί δεν ταυτοποιηθούν και χαρτογραφηθούν δεν είναι δυνατόν να εφαρμοσθεί καταπολέμηση καθόσον τα υποπαθγόνα στελέχη που απελευθερώνονται πρέπει να είναι συμβατά με τα παθγόνα στελέχη κάθε περιοχής. Η Γαλλική και Ιταλική μέθοδοι εφαρμογής της

βιολογικής καταπολέμησης αποδείχτηκε στην πράξη ότι είχαν μεγάλες αδυναμίες. Η δική μας μέθοδος βελτιώθηκε και ο τρόπος εφαρμογής της δοκιμάστηκε στο Άγιον Όρος με επιτυχία για να φθάσουμε στο έτος 1999 όταν το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών υπέβαλε πρόταση στην τότε Γεν. Δ/ση Δασών για ένταξη ενός εθνικού προγράμματος στο Γ' ΚΠΣ ώστε η καταπολέμηση να εφαρμοσθεί ταυτόχρονα σε 17 νομούς της χώρας με δημόσια δαπάνη.

Δυστυχώς, η γραφειοκρατία δεν επέτρεψε την ένταξη του έργου στο Γ' ΚΠΣ μέχρι το 2006. Η εκπόνηση της μελέτης ανετέθη στο Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών ενώ η ασθένεια ανέπτυσσε ταχύτητα και εξαπλώνονταν γοργά σε όλη τη χώρα. Η εφαρμογή της καταπολέμησης έγινε κατά την περίοδο 2007-2009 με εκπαιδευμένους εργολήπτες δασολόγους. ΣΚΟΠΟΣ της καταπολέμησης δεν ήταν η θεραπεία κάθε δένδρου στον καστανεώνα του κάθε παραγωγού. Για κανένα νομό της χώρας δεν υπήρξε ονομαστικός κατάλογος των παραγωγών που τα συνεργεία θα έπρεπε να επισκεφθούν έναν-έναν και να εφαρμόσουν καταπολέμηση. Αυτός δεν ήταν ο ΣΚΟΠΟΣ!

Ο ΣΚΟΠΟΣ ήταν και παραμένει η εισαγωγή συμβατών υποπαθογόνων στελεχών του μύκητα *cryphonectria parasitica* (του «αντιμύκητα» ή «εμβολίου») στους 17 νομούς και η μετάδοσή του στη συνέχεια σε όλα τα ασθενή δένδρα με φυσικούς μηχανισμούς. Η πυκνότητα του δικτύου δένδρων επάνω στα οποία τοποθετήθηκε η μυκητική πάστα ήταν υπερδιπλάσια εκείνης που χρησιμοποίησαν οι Γάλλοι και οι Ιταλοί. Και γίνεται εύκολα αντιληπτό πως δεν είναι δυνατόν αυτό το δίκτυο των δένδρων να είναι ομοιόμορφο σε όλη τη χώρα ή ακόμη και σε μια περιορισμένη περιοχή διότι τα ασθενή δένδρα δεν είναι κατανομημένα ομοιόμορφα. Είναι λανθασμένη η άποψη ορισμένων παραγωγών ότι σε κάποιο καστανεώνα τοποθετήθηκε περισσότερη πάστα και σε κάποιους άλλους λιγότερη. Σε καμία περίπτωση δεν έγιναν διακρίσεις. Ούτε και έχει μεγάλη σημασία να τοποθετηθεί λίγη η περισσότερη πάστα στο ένα ή το άλλο κτήμα. Ο στόχος είναι ο «αντιμύκητας» να εγκατασταθεί στην ευρύτερη περιοχή. Στη συνέχεια η φύση θα επιτύχει τα υπόλοιπα.

Η επιλογή των ασθενών δένδρων επάνω στα οποία είναι δυνατόν να τοποθετηθεί η πάστα έχει περιορισμούς. Επιλέχθηκαν ασθενή δένδρα ηλικίας μέχρι 15 - 20 ετών. Σε μεγαλύτερη ηλικία ο φλοιός της καστανιάς είναι παχύς και παρουσιάζει επιμήκεις ραγαδώσεις με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η επιτυχής τοποθέτηση της μυκητικής πάστας. Η πάστα είναι δυνατόν να τοποθετηθεί μόνον

στον κορμό και μάλιστα σε ύψος που μπορεί να φθάσει ο χειριστής. Όμως το ότι η πάστα δεν τοποθετείται σε δένδρα μεγάλης ηλικίας δε σημαίνει πως αυτά δεν θα θεραπευτούν. Τα υποπαθαγόνα στελέχη θα μεταφερθούν αργά ή γρήγορα σε όλα τα δένδρα.

Η ονομασία «εμβόλιο» που δώσαμε στη μυκητική πάστα επίσης αποδείχτηκε λανθασμένη και παραπλανητική. Πολλοί παραγωγοί ακόμη πιστεύουν ότι το «εμβόλιο» λειτουργεί όπως στον άνθρωπο. Ότι μπορεί δηλαδή να τοποθετηθεί σε όλα τα δένδρα: στα μεν υγιή για να προλάβει πιθανή προσβολή στα δε ασθενή για να τα θεραπεύσει. Αυτό όμως δεν είναι αληθές. Τα υποπαθογόνα στελέχη του μύκητα όταν και όπου συναντήσουν τα παθογόνα στελέχη (που είναι υπεύθυνα για τις νεκρώσεις) τα μετατρέπουν σε υποπαθογόνα. Όταν αυτό επιτευχθεί σε επίπεδο Τοπ. Κοινότητας και νομού τότε παρατηρείται μια γενική υποβάθμιση της ασθένειας σε εθνική κλίμακα.

Μετά από τα εξαιρετικά αποτελέσματα που είχε η εφαρμογή της καταπολέμησης στους 17 νομούς, το 2009 ένα νέο πρόγραμμα προετοιμάστηκε από τη Γεν. Δ/ση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών & Αγροπεριβάλλοντος του Υπ. Περιβάλλοντος και Ενέργειας σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών για την επέκταση της βιολογικής καταπολέμησης σε 10 άλλους νομούς μεταξύ των οποίων και στη Λέσβο. Το τριετούς διάρκειας έργο άρχισε να υλοποιείται σε 10 νομούς το 2014, ενώ μόνον στην Αγιάσο μικρός αριθμός εμβολίων τοποθετήθηκε το 2013 με έκτακτη χρηματοδότηση. Στην Τοπ. Κοινότητα Αγιάσου πραγματοποιήθηκαν ενημερώσεις των καστανοπαραγωγών στις οποίες αναλύθηκε το πως θα εφαρμοσθεί η καταπολέμηση και τι πρέπει να γνωρίζουν οι ιδιοκτήτες καστανοκτημάτων. Τονίσθηκε επανειλημμένα ότι δεν υπάρχει άλλος τρόπος αντιμετώπισης της ασθένειας. Αν υπήρχε θα τον είχαν εφαρμόσει οι Αμερικανοί και μετά οι Γάλλοι και Ιταλοί που έπρεπε να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα πριν από εμάς. Τονίσθηκε ότι η μέθοδος εξελίσσεται αργά διότι η μετάδοση των υποπαθογόνων στελεχών γίνεται με φυσικούς μηχανισμούς. Αναρίθμητα έλκη δεν υπάρχουν μόνον στους κορμούς των δένδρων αλλά και στα κλαδιά σε όλο τον όγκο της κόμης των δένδρων. Πως θα μπορούσαμε να τοποθετήσουμε μυκητική πάστα στα λεπτά κλαδιά υψηλά και μέσα στην κόμη; Η μέθοδος βασίζεται στο ότι η θεραπεία εκεί θα επέλθει με φυσική μετάδοση των υποπαθογόνων στελεχών. Τονίσθηκε ότι οι παραγωγοί δεν θα έπρεπε να τρέχουν πίσω από τα συνεργεία και να απαιτούν εφαρμογή της

καταπολέμησης στους καστανεώνες τους. Τέτοια ενέργεια ανατρέπει την προγραμματισμένη πυκνότητα την οποία εκτιμήσαμε στη μελέτη. Τονίσθηκε τέλος ότι θα πάρει τουλάχιστον μία 5ετία μετά το πέρας των επεμβάσεων για να γίνει αισθητή η γενική υποβάθμιση της ασθένειας.

Η ελληνική μέθοδος βιολογικής καταπολέμησης ήδη εφαρμόζεται στη Ρουμανία στα πλαίσια διμερούς ερευνητικού προγράμματος. Η Πορτογαλία και η Τουρκία επιζητούν συνεργασία μαζί μας για την εφαρμογή της μεθόδου μας και στις χώρες αυτές.

Το σύνολο των παραγωγών διαπιστώνει ότι «το εμβόλιο δουλεύει». Δυστυχώς κάπου-κάπου ακούγονται και αρνητικά σχόλια από ανθρώπους που δεν έχουν ιδέα για το τι εφαρμόστηκε, για τον τρόπο που λειτουργεί η βιολογική μέθοδος καταπολέμησης και για το πόσο σύντομα θα υπάρχει εμφανής βελτίωση. Όλοι αντιλαμβανόμαστε τον πόνο των παραγωγών όταν βλέπουν τα δένδρα τους να χάνονται. Μακάρι να υπήρχε άλλη μέθοδος με ταχύτερα αποτελέσματα. Όμως δεν υπάρχει.

Η αξιολόγηση του πρώτου έργου που πραγματοποιήθηκε το 2011, μόλις δηλαδή δύο χρόνια μετά το πέρας των επεμβάσεων, έδειξε πολύ αισιόδοξα αποτελέσματα. Τα υποπαθογόνα στελέχη εγκαταστάθηκαν παντού ενώ άρχισε και η μετάδοσή τους σε δένδρα στα οποία δεν τοποθετήθηκε μυκητική πάστα. Από την αξιολόγηση που πραγματοποιήσαμε διαπιστώθηκε ότι 60% των ελκών δένδρων τα οποία ΔΕΝ εμβολιάστηκαν έχουν ήδη θεραπευτεί. Υπάρχει μεγάλη διακύμανση στα αποτελέσματα, γεγονός όμως αναμενόμενο διότι στη φύση τίποτε δεν είναι τυποποιημένο. Τα επόμενα χρόνια και χρόνο με το χρόνο η κατάσταση θα βελτιώνεται συνεχώς. Εν τω μεταξύ κλαδιά πιθανόν να συνεχίζουν να νεκρώνονται ή ακόμη και δένδρα. Η ένταση όμως θα είναι συνεχώς μειούμενη.

Το έργο βιολογικής καταπολέμησης του έλκους της καστανιάς στην Αγιάσο περατώθηκε στο τέλος του 2016. Μια πρώτη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έγινε τον Νοέμβριο-Δεκέμβριο του 2017, αν και επιθυμητό ήταν η αξιολόγηση να γίνει το 2018 ώστε να δοθεί χρόνος στα υποπαθογόνα στελέχη να διαδοθούν. Τα αποτελέσματα θα κοινοποιηθούν εν καιρώ μέσω της Δ/σης Δασών Λέσβου.

Κατά την περίοδο που ακολουθεί την εφαρμογή της βιολογικής καταπολέμησης οι παραγωγοί θα πρέπει να έχουν υπόψη τους τα εξής:

- Να αξιολογούν την υγεία των δένδρων και των καστανεώνων τους όχι σύμφωνα με τα έλκη τα οποία παρατηρούν στους κορμούς και τα κλαδιά των δένδρων. Πολλά από τα έλκη τώρα οφείλονται στον «αντιμύκητα» και οι παραγωγοί δεν είναι σε θέση να τα διακρίνουν. Ένας γενικός κανόνας διάκρισης είναι ότι τα θανατηφόρα έλκη χαρακτηρίζονται από αδηφάγους (λαίμαργους) βλαστούς που εκπτύσσονται στο κάτω μέρος τους. Αντίθετα στα «καλά» έλκη που είναι επιφανειακά δεν υπάρχουν τέτοιοι βλαστοί
- Η αξιολόγηση της υγείας των δένδρων πρέπει να βασίζεται στο αν υπάρχουν ΝΕΑ νεκρά κλαδιά ή ΝΕΑ νεκρά δένδρα.
- Εάν στα κτήματά τους έχουν νεκρά δένδρα ή δένδρα πολύ έντονα προσβεβλημένα θα πρέπει να τα υλοτομήσουν και να τα απομακρύνουν. Τέτοια δένδρα δεν πρόκειται να αναστηθούν.
- Η ασθένεια δεν έχει ακόμη εκριζωθεί από την περιοχή της Αγιάσου. Γι αυτό όταν κάνουν κλαδεύσεις θα πρέπει να αποστειρώνουν τα κλαδευτικά εργαλεία πριν μεταβούν από ένα δένδρο στο άλλο, με διάλυμα χλωρίνης και νερού σε αναλογία 1:2. Καλό είναι οι τομές κλάδευσης να επαλείφονται επιμελώς με πάστα επικάλυψης τομών. Επίσης, όσο υπάρχει η ασθένεια το «κέντρωμα» νεαρών άγριων δένδρων είναι μάταιο. Οι παραγωγοί θα πρέπει να κάνουν λίγη ακόμη υπομονή έως ότου η ασθένεια υποβαθμιστεί.
- Παρατηρήθηκε (σε άλλες περιοχές) ότι ορισμένοι παραγωγοί ξεφλοιώνουν το νεκρό φλοιό τριγύρω από τα έλκη θεωρώντας πως έτσι βοηθούν τα δένδρα. Αυτός είναι λανθασμένος χειρισμός. Εάν τέτοιος χειρισμός είχε νόημα θα σας τον είχαμε υποδείξει από την αρχή.
- Να μην πληγώνουν τα δένδρα κατά το κλάδεμα, το φρεζάρισμα ή την κοπή των ζιζανίων. Ο παθογόνος μύκητας είναι τραυματοπαράσιτο και караδοκεί. Μόλις υπάρξει πλήγωση στο φλοιό θα εγκατασταθεί αμέσως και θα δημιουργήσει έλκος.
- Να δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στο κλάδεμα διαμόρφωσης των νεαρών φυτειών. Η διατήρηση πολλών βραχιόνων δεν σημαίνει ότι τα δένδρα θα έχουν μεγαλύτερη παραγωγή.
- Όσοι δε διαθέτουν εδαφολογική ανάλυση από το κτήμα τους να πάρουν εδαφικά δείγματα (αφού πρώτα ενημερωθούν για τον τρόπο δειγματοληψίας)

και να προβούν σε εδαφολογική ανάλυση. Έτσι εκάστοτε θα λιπαίνουν σωστά και οικονομικά.

Συμπερασματικά, τα στοιχεία που διαθέτουμε δείχνουν ότι ο στόχος του έργου της βιολογικής καταπολέμησης επιτυγχάνεται σε όλη τη χώρα καθόσον τα υποπαθογόνα στελέχη του μύκητα *cryphonectria parasitica* εγκαταθίστανται στα εμβολιασμένα δένδρα και από εκεί διαδίδονται σε όλα τα δένδρα της περιοχής. Η ασθένεια πάντως δεν έχει ακόμη εκριζωθεί στην Αγιάσο. Όμως αναμένεται να υποβαθμίζεται χρόνο με το χρόνο. Αυτό που χρειάζεται από μέρους των παραγωγών είναι εμπιστοσύνη στο έργο που επιτεύχθηκε και ακόμη λίγη υπομονή και εφαρμογή των ενδεδειγμένων καλλιεργητικών χειρισμών μέχρι την πλήρη υποβάθμιση της ασθένειας. (Σ. Διαμαντής)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ Α΄ ΜΕΡΟΥΣ

- 1 Καραδήμας Σταύρος, Η καλλιέργεια της καστανιάς, πτυχιακή εργασία, Λάρισα 2011, Ελλάδα, "<http://www.gaiapedia.gr/>"
- 2 Νάνος Γεώργιος, Διδακτικές σημειώσεις για το μάθημα Ειδική δενδροκομία, εκδόσεις πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος 2011, Ελλάδα, σελ. 7-8.
- 3 Ποντίκης Κων/νος, Ειδική Δενδροκομία, τόμος Δεύτερος, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα 1996, Ελλάδα σελ. 138-144, 159-162.
- 4 Τσακιράκη Αργυρώ, Coleoptera καρποφόρων δένδρων και αμπέλου, πτυχιακή εργασία, Ηράκλειο 2010, Ελλάδα, "<http://www.gaiapedia.gr/>"
- 5 Γεωργία Κτηνοτροφία, τεύχος 7/2009, σελ. 44, 46, 55-56.
- 6 Γεωργία Κτηνοτροφία, τεύχος 10/2013, σελ. 63-65, 82, 83,-85.
- 7 Αγροτική έκφραση,εφημερίδα, <http://www.thessalikhgi.gr/enot-news/908>
- 8 ``<http://www.minagric.gr>``

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ Β΄ ΜΕΡΟΥΣ

- 1 Διαμαντής Σ., Περλέρου Χ., Το έντομο Spulerina Simploniella συμβάλλει στην εξάπλωση του έλκους της καστανιάς.
- 2 Διαμαντής Σ., Περλέρου Χ., Βιολογική καταπολέμηση του έλκους της καστανιάς, "<http://www.nagref.gr/journals>"
- 3 Διαμαντής Σ., Περλέρου Χ., Βιολογική καταπολέμηση του έλκους της καστανιάς στην Ελλάδα, "<http://www.nagref.gr/outnals>"
- 4 Διαμαντής Σ., Η περίοδος μετά την εφαρμογή βιολογικής καταπολέμησης του έλκους της καστανιάς.
- 5 Ζιώγας Β., Μαρκόγλου Α., Γεωργική φαρμακολογία, Εκτυπωτική Αττικής, Αθήνα 2007, σελ. 242-243.
- 6 Ζωάκη Δ., Σημειώσεις Φυτοπροστασίας, Α.Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, σελ. 9
- 7 Περλέρου Χ., Έλκος της καστανιάς, "<http://www.minagric.gr/greek/agro>"
- 8 Περλέρου Χ., Διαμαντής Σ., Μητσακάκη Α., Νακοπούλου Ζ., Έλκος της Καστανιάς στη Χερσόνησο του Αγίου Όρους – Έλεγχος εξάπλωσης

υπομολυσματικών στελεχών του μύκητα *C. Parasitica* μετά τον εφαρμογή προγράμματος βιολογικής καταπολέμησης. 15^ο Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο.

- 9 Τζάμος Ε., Φυτοπαθολογία, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2007, σελ. 212-214.
- 10 Πρακτικά 16^ο Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου Θεσσαλονίκης, Οκτώβριος 2013, σελ. 158.
- 11 American Chestnut, From Wikipedia, the free encyclopedia
- 12 Brayner Franziska Sarah, Οικολογία και εξέλιξη της υπομολυσματικότητας του *Cryphonectria Hyponovirus-1* Ζυρίχη 2012, σελ. 4,7,8,13,15-16,18-20,36,122.
- 13 Brayner και άλλοι, Η μορφολογία του έλκους, σελ. 3.
- 14 Robin Cecile and Heiniger Ursula, Το έλκος της καστανιάς στην Ευρώπη: Ποικιλομορφία του *C. Parasitica*, υπομολυσματικότητα και βιοέλεγχος σελ. 361-367.