

Μυκητολογικές ασθένειες του ξύλου της ελιάς στην
Κρήτη και η ολοκληρωμένη αντιμετώπισή τους

Α. Τ. Ε. Ι. ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΜΥΚΗΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ ΤΗΣ
ΕΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ ΚΑΙ Η ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥΣ .



Verticillium dahliae



Eutypa lata



Phoma incompta



Fomitiporia punctata

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ : ΧΡΥΣΟΥΛΑ Ε. ΚΑΛΑΪΤΖΑΚΗ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : ΔΡ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ Κ. ΛΙΤΟΞΥΤΚΑΚΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | Αρ.σελ. |
|---|---------|
| • Περίληψη | 1 |
| Βερτισιλλίωση | |
| • Εισαγωγή | 2 |
| • Ταξινόμηση και σημασία | 3 |
| • Φάσμα ξενιστών – Συμπτώματα | 6 |
| • Αιτίες εμφάνισης συμπτωμάτων | 9 |
| • Απώλειες παραγωγής | 10 |
| • Βιολογία – Επιδημιολογία | 11 |
| • Βιολογικός κύκλος | 15 |
| • Επίδραση παραγόντων στη μόλυνση και εξέλιξη της ασθένεια | 16 |
| • Τρόποι εξάπλωσης – Τρόποι αντιμετώπισης | 17 |
| • Βιολογική καταπολέμηση | 23 |
| Ευτυπίωση | |
| • Εισαγωγή | 25 |
| • Περιγραφή και ταξινόμηση | 25 |
| • Διάδοση παθογόνου | 27 |
| • Βιολογικός κύκλος | 28 |
| • Φάσμα ξενιστών | 29 |
| • Συμπτώματα | 31 |
| • Μέτρα αντιμετώπισης | 32 |
| Φομιτιπόρια | |
| • Εισαγωγή | 37 |
| • Ταξινόμηση του μύκητα | 37 |
| • Φάσμα ξενιστών | 37 |
| • Συμπτώματα | 37 |
| • Τρόπος μετάδοσης | 37 |
| • Βιολογικός κύκλος, συνθήκες μόλυνσης και ανάπτυξης | 38 |
| • Καταπολέμηση | 38 |
| Φόμα | |
| • Εισαγωγή | 39 |
| • Περιγραφή και ταξινόμηση | 39 |
| • Συμπτώματα | 40 |
| • Παράγοντες υπεύθυνη για την εκδήλωση των συμπτωμάτων | 42 |
| • Διάκριση από άλλες παθήσεις | 42 |
| • Επιδημιολογία | 43 |

| | |
|--|----|
| • Προέλευση μολύσματος | 43 |
| • Ελευθέρωση και διασπορά πυκνιδιοσπορίων | 44 |
| • Διακύμανση πληθυσμού πυκνιδιοσπορίων | 44 |
| • Τρόπος μολύνσεως του ξενιστή | 45 |
| • Προσβολή των ουλών των φύλλων αναλόγως της θέσεως τους πάνω στο βλαστό | 46 |
| • Επίδραση της ηλικίας των ουλών στην μόλυνση του ξενιστή | 46 |
| • Επίδραση της υγρασίας επί της μόλυνσης των ουλών των φύλλων | 47 |
| • Επίδραση της ποσότητας του μολύσματος επί | |
| • Της μολύνσεως των ουλών των φύλλων | 47 |
| • Επίδραση θερμοκρασίας στην μόλυνση του ξενιστή | 48 |
| • Εποχή μολύνσεων του ξενιστή | 48 |
| • Καταπολέμηση | 49 |
| • Βιβλιογραφία | 51 |

Περίληψη

Οι μυκητολογικές ασθένειες της ελιάς (*Olea europaea*) στην Κρήτη είναι οι βερτισιλλίωση (*Verticillium dahliae*), ευτυπίωση (*Eutypa lata*), φομιτυπόρια (*Fomitiporia punctata*) και φόμα (*Phoma incompta*).

Η βερτισιλλίωση είναι σήμερα μια ευρέως διαδεδομένη αδρομύκωση που προσβάλλει πλήθος καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών και είναι ίσως η κυριότερη ασθένεια εδάφους των ετήσιων καλλιεργειών της χώρας μας. Η ασθένεια οφείλεται στο μύκητα *Verticillium dahliae*, που ανήκει στην κλάση των Αδηλομυκήτων (*Adelomycetes*). Προσβάλλει τα αγγεία του ξύλου, προκαλεί χλώρωση του φυλλώματος και ξήρανση των φύλλων που παραμένουν για μεγάλο διάστημα πάνω στους κλαδίσκους και κλάδους. Η αντιμετώπισή της ασθένειας γίνεται με απολύμανση του εδάφους (χημική, ηλιοαπολύμανση, ατμός), χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα, εφαρμογή κατάλληλων καλλιεργητικών φροντίδων κ.ά.

Η ευτυπίωση οφείλεται στο μύκητα *Eutypa lata* που ανήκει στην κλάση των Ασκομυκήτων (*Ascomycetes*). Ο μύκητας προσβάλλει μεγάλο αριθμό καλλιεργούμενων ξυλωδών, οπωροφόρων και καρποφόρων φυτών, καθώς επίσης καλλωπιστικών, δασικών κ.ά. Το χαρακτηριστικότερο σύμπτωμα της ασθένειας είναι η νέκρωση του ξύλου σε μορφή κυκλικού τομέα (σχήμα V) που παρατηρείται σε εγκάρσια τομή του προσβεβλημένου κορμού, κλάδων και δημιουργία έλκους. Η καταπολέμηση της ασθένειας επιτυγχάνεται με εφαρμογή κατάλληλου κλαδέματος εξυγίανσης των δένδρων, καταστροφή των πηγών μολύνσεων, προστασία των τομών με χαλκούχα σκευάσματα και χρήση βιολογικών παραγόντων.

Η φομιτιπόρια οφείλεται στο μύκητα *Fomitiporia punctata* που ανήκει στην κλάση των Βασιδιομυκήτων (Basidiomycetes). Τα τελευταία χρόνια ο μύκητας εκτός από την ελιά προσβάλλει και άλλους ξυλώδεις ξενιστές (π.χ. ακτινιδιά, εσπεριδοειδή και αμπέλι.) Προκαλεί ζημιές οικονομικής σημασίας στους ελαιώνες πολλών περιοχών της χώρας μας, συμπεριλαμβανομένης της Κρήτης. Το κυριότερο σύμπτωμα της ασθένειας είναι ο καστανός μεταχρωματισμός και η σήψη του ξύλου, μονόπλευρη νέκρωση του φλοιού και η δημιουργία έλκους. Η καταπολέμηση της ασθένειας επιτυγχάνεται με κλάδεμα εξυγίανσης και καταστροφή με φωτιά των προσβεβλημένων τμημάτων και απολύμανση των εργαλείων κλαδέματος.

Η φόμα ανήκει στο μύκητα *Phoma incompta* που ανήκει στην κλάση των Αδηλομυκήτων (Adelomycetes). Το χαρακτηριστικότερο σύμπτωμα της ασθένειας είναι η εμφάνιση ξηρών και ημίξηρων κλάδων διάσπαρτων σε όλη την κόμη των προσβεβλημένων δένδρων, τα οποία είναι ευδιάκριτα από μεγάλη απόσταση. Σε σοβαρή προσβολή μεγάλο μέρος της κόμης είναι νεκρωμένο. Η καταπολέμηση της ασθένειας επι

ΒΕΡΤΙΣΙΛΛΙΩΣΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βερτισιλλίωση είναι μια σοβαρή εδαφογενής (soil-borne) ασθένεια που προσβάλλει μεγάλο αριθμό καλλιεργούμενων φυτών, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνεται και η ελιά. Ο μύκητας που ευθύνεται για τη βερτισιλλίωση της ελιάς είναι ο *Verticillium dahliae*. Στη χώρα μας η βερτισιλλίωση αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1935 από το Sarejanni, όμως μόνο τα τελευταία 25 χρόνια έχει αρχίσει να απασχολεί τον παραγωγικό κόσμο, λόγω της μεγάλης έκτασης των ζημιών που προκαλεί στα δένδρα και την παραγωγή τους.

Οι απώλειες της παραγωγής της ελιάς, λόγω προσβολής της βερτισιλλίωσης είναι μεγάλες. Η ασθένεια συντελεί στη μείωση της παραγωγής η οποία οφείλεται στη μειωμένη φωτοσυνθετική δραστηριότητα της φυλλικής επιφάνειας που παραμένει πάνω στο δένδρο, αλλά και στη μειωμένη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας που προκαλείται λόγω της μειωμένης διάρκειας ζωής των φύλλων. Οι απώλειες παραγωγής ελαιοκάρπου στη χώρα μας λόγω της βερτισιλλίωσης ανέρχονται στο 1% της ετήσιας παραγωγής. Το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί σε απώλεια 17.000 τόνων ελαιοκάρπου ετησίως.

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ

Οι μύκητες του γένους *Verticillium* ανήκουν στην κλάση Adelomycetes, στην τάξη Moniliales (Hyphomycetes) και στην οικογένεια Moniliaceae. Τα είδη με τη μεγαλύτερη φυτοπαθολογική σημασία είναι το *V. dahliae* και *V. albo-atrum*. Οι μύκητες αυτοί όταν καλλιεργηθούν σε θρεπτικό υλικό σχηματίζουν λευκές βαμβακώδεις αποικίες, που αναπτύσσονται αργά. Οι αποικίες αυτές γίνονται υπόλευκες μετά από μια εβδομάδα περίπου ενώ αργότερα μπορεί να γίνουν μαύρες λόγω σχηματισμού μικροσκληρωτίων (microsclerotia) (Εικόνα 1). Το μυκήλιο είναι υαλώδες, οι κονιδιοφόροι υαλώδεις με 2-3 σπονδύλους που ο καθένας τους έχει 2-4 ατρακτοειδής κλάδους. Κάθε κλάδος καταλήγει σε φιαλίδιο (phialide) που περιέχει πολυάριθμα φιαλιδοκονίδια, τα φιαλίδια έχουν διάφορα σχήματα και μερικές φορές είναι σπονδυλωτά διακλαδισμένα. Τα κονίδια είναι υαλώδη, μονοκύτταρα, με σχήμα ωοειδές, επίμηκες νεφροειδές ή ελλειψοειδές και διαστάσεις 2,5-10,5x1,4-4 μm περίπου (Εικόνα 2). Τα μικροσκληρώτια έχουν παχειά κυτταρικά τοιχώματα, σκοτεινό καφέ μέχρι μαύρο χρώμα πολύ μεταβλητό σχήμα και μέγεθος. Είναι συνήθως επιμηκυσμένα έως ακανόνιστα σφαιρικά, με διάμετρο 15-50 μm. Ο *V. albo-atrum* αντί για μικροσκληρώτια σχηματίζει σκοτεινόχρωμο μηκύλιο που οι υφές του είναι παχύτερες από τις συνήθεις μυκητιακές υφές. Οι δυο τύποι διατηρητικών οργάνων των εν λόγω ειδών διακρίνονται ως εξής: **α) Διατηρητικό μυκήλιο:** μάζες σκοτεινών σκοτεινών υφών με παχιά τοιχώματα, πολυάριθμα εγκάρσια χωρίσματα και βοτρυόμορφη

εμφάνιση, που θυμίζουν κάπως χλαμυδοσπόρια. **β) Μικροσκληρώτια:** όργανα με παχιά τοιχώματα που μοιάζουν με ιστό και προκύπτουν από τη διαδικασία διαφοροποίησης των υφών.

Τα είδη του γένους *Verticillium* που προκαλούν μια από τις σπουδαιότερες ασθένειες εδάφους πολλών καλλιεργούμενων ειδών: λαχανικών, φυτών μεγάλης καλλιέργειας, δενδρωδών, καρποφόρων, οπωροφόρων, δασικών και καλλωπιστικών είναι πέντε: *V. albo-atrum*, *V. dahliae*, *V. nigrescens*, *V. nubilum* και *V. tricorpus* προκαλούν αδρομυκώσεις σε πολλά είδη φυτών, στα οποία οι δύο πρώτοι προξενούν σοβαρές απώλειες. Ο *V. albo-atrum* αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1879 σε ασθενή φυτά πατάτας (*Solanum tuberosum*) στη Γερμανία. Ο *V. dahliae* αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1913 σε ασθενή φυτά ντάλιας (*Dahlia rosea*) στην Γερμανία. Ο *V. tricorpus* αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1953 σε ασθενή φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum*) στην Αγγλία.

Στην ταξινόμηση των ειδών *V. dahliae* και *V. albo-atrum* παρατηρείται σύγχυση από το ερώτημα εάν ο *V. dahliae* είναι ένα ξεχωριστό είδος ή θα έπρεπε να συμπεριληφθεί στο *V. albo-atrum*. Η πιο χαρακτηριστική διαφορά μεταξύ των εν λόγω ειδών είναι ο τύπος των οργάνων διατήρησής τους. Ο *V. dahliae* σχηματίζει μικροσκληρώτια ενώ ο *V. albo-atrum* σχηματίζει σκοτεινόχρωμο διατηρητικό μυκήλιο, όπως προαναφέρθηκε. Παρόλα όμως αυτά και τα δύο είδη μπορεί να μην σχηματίσουν όργανα διατήρησης, αλλά μόνο λευκούς τομείς (hyaline strains, white variants) που είναι μορφολογικά όμοιοι. Γι' αυτό μερικοί φυτοπαθολόγοι υποστηρίζουν ότι ασχέτως αν οι *V. dahliae* και *V. albo-atrum* παράγουν μικροσκληρώτια ή διατηρητικό μυκήλιο, αντίστοιχα, είναι μέλη του είδους *V. albo-atrum*. Αντίθετα, άλλοι υποστηρίζουν ότι η μορφή των οργάνων διατήρησης είναι κριτήριο διάκρισής τους.

Γενικά, η διάκριση των *V. dahliae* και *V. albo-atrum* σε καθαρή καλλιέργεια μπορεί να γίνει από τη μορφολογία των αποικιών τους. Οι αποικίες στο *V. dahliae* παράγουν μικροσκληρώτια και εμφανίζονται εντελώς μαύρες όταν η επώαση γίνεται σε θερμοκρασία 30 °C, ενώ δεν σχηματίζουν σκοτεινόχρωμο διατηρητικό μυκήλιο. Επίσης το συνεχές φως (24h/ημέρα) εμποδίζει την ανάπτυξη σκούρου διατηρητικού μυκηλίου το *V. albo-atrum* ενώ ευνοεί την παραγωγή μικροσκληρωτίων του *V. dahliae*.

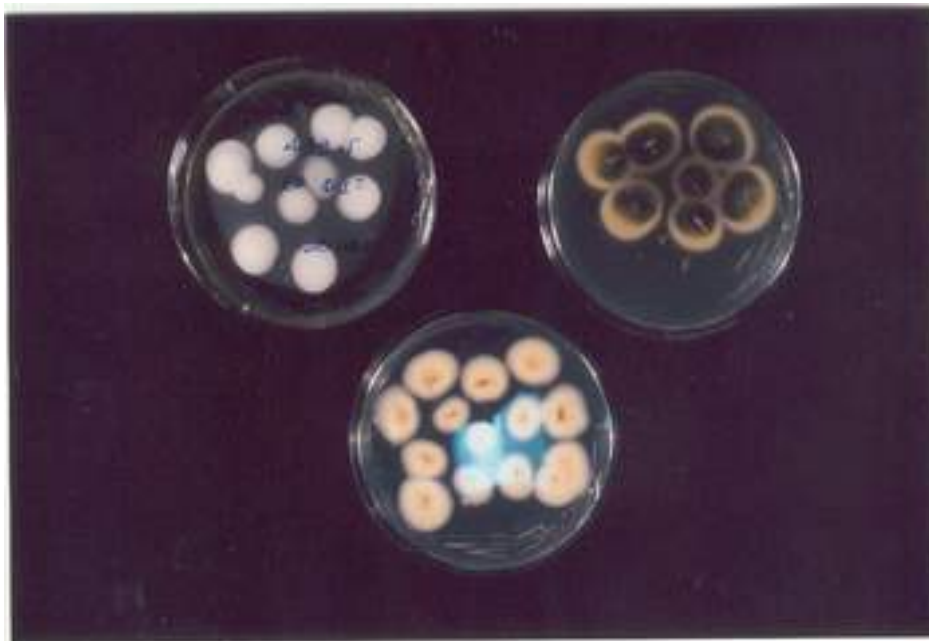
Όμως, μορφολογικές διαφορές εμφανίζονται και μεταξύ απομονώσεων του *V. dahliae*. Για παράδειγμα, ο *V. dahliae* var. *longisporum* που απομονώθηκε από το σταυρανθές *Armoracia rusticana* έχει διπλάσιο μήκος κονιδίων από το τυπικό *V. dahliae*. Επίσης

απομονώσεις του *V. dahliae* από διάφορα είδη σταυρανθών που καλλιεργούνται στην Ιαπωνία, διακρίνονται από απομονώσεις του μύκητα από άλλους ξενιστές, γιατί έχουν μακρύτερα κονίδια, περισσότερα κονίδια ανά κονιδιοφόρο και αραιότερα μικροσκληρώτια ακανόνιστου σχήματος.

Η διάκριση των *V. dahliae* και *V. albo-atrum* μπορεί να βασιστεί, εκτός από μορφολογικά, και σε φυσιολογικά ή φυτοπαθολογικά στοιχεία. Τέτοια στοιχεία είναι: το φάσμα των ξενιστών, η παθογόνος ικανότητα των στελεχών σε πολλούς ξενιστές, οι διάφορες πηγές άνθρακα, ή σε θρεπτικό μέσο που δεν περιέχει άζωτο ή ειδικό υπόστρωμα καθώς επίσης οι διαφορές: στα ηλεκτροφορητικά ενζυμικά τους πρότυπα, στα πρότυπα RFLPs και στα πρότυπα RAPD-PCR.

Από φυσιολογικής πλευράς τα δύο είδη μπορεί να διακριθούν με βάση την ανθεκτικότητα τους στο υπεριώδες φως και στην επίδρασή της θερμοκρασίας στην ανάπτυξή τους. Τα δύο είδη έχουν διαφορετική αντοχή στο υπεριώδες φως: το *V. albo-atrum* είναι πολύ ευαίσθητο ενώ το *V. dahliae* είναι σχετικά ανθεκτικό. Γενικά, η ανάπτυξη απομονώσεων

άγριου τύπου του σκούρου διαχειμάζοντος μυκηλίου μειώνεται απότομα πάνω από τους 28-29 °C



Εικόνα 1 : Ανάπτυξη του μύκητα *Verticillium dahliae* σε τρυβλία με P.D.A



Εικόνα 2 : Καρποφορίες του μύκητα *Verticillium dahliae*.

Φάσμα ξενιστών του *V. dahliae* και *V. albo-atrum*.

Ο *V. dahliae* είναι ένα από τα σπουδαιότερα παθογόνα του αγγειακού συστήματος των ανώτερων φυτών. Ο μύκητας προσβάλλει περισσότερα από 430 είδη φυτών στα οποία περιλαμβάνονται: δένδρα, οπωροφόρα, ακρόδρυα, μικρά φρούτα, βιομηχανικά κλωστικά, ψυχανθή, μεγάλες καλλιέργειες, μονοκοτυλήδονα, λαχανικά, δασικά, ξυλώδη και ποώδη καλλωπιστικά καθώς επίσης διάφορα ζιζάνια. Αναλυτικός κατάλογος ξενιστών του *V. albo-atrum* περιλαμβάνει 132 ξενιστές που ανήκουν σε 107 γένη και 49 οικογένειες, χωρίς όμως να διευκρινίζεται αν οι απομονώσεις αναφέρονται στη μικροσκοπική μορφή ή τη μορφή του σκούρου διατηρητικού μυκηλίου.

Συμπτώματα

Τα συμπτώματα της βερτισιλλίωσης μερικές φορές μπορεί να συγχέονται με τα συμπτώματα των: φουζαριώσεων, αδροβακτηριώσεων και ασθενειών του ριζικού συστήματος (σηψιρριζίες, ασφυξία λόγω της κατάκλισης, έλλειψη υγρασίας εδάφους και ζημιές από ζιζανιοκτόνα). Τα συμπτώματα της βερτισιλλίωσης είναι πολύ όμοια στους διάφορους ξενιστές. Στο σύνδρομο (syndrome) των συμπτωμάτων περιλαμβάνει ένα

ή περισσότερα από τα εξής: επιναστία (epinasty) φύλλων [ελαφρά άμβλυση της γωνίας του μίσχου των φύλλων με το στέλεχος του φυτού], μαρασμός (wilting) που καταλήγει σε νέκρωση και πτώση των φύλλων, καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου και νανισμός.

Στην ελιά, η βερτισιλλίωση προσβάλλει δένδρα κάθε ηλικίας τόσο στους ελαιώνες όσο και στα φυτώρια. Η ασθένεια παρατηρείται σε μεμονωμένα δένδρα του ελαιώνα ή σε μεγάλο αριθμό δένδρων. Η ασθένεια εκδηλώνεται με δύο μορφές: α) **το σύνδρομο του απότομου μαρασμού ή της αποπληξίας** και β) **το σύνδρομο της βραδείας αποξήρανσης (εικόνα 4).**

Η **αποπληξία** εμφανίζεται συνήθως στα φυτώρια και τα νεαρά δένδρα στον αγρό. Τα φύλλα μερικών κλάδων “καρουλιάζουν” ή “στρίβουν” και τελικά, ξηραίνονται γρήγορα χωρίς να πέφτουν από τους κλάδους τους (εικόνα 3). Αρχικά, τα φύλλα των προσβλημένων κλάδων χάνουν το βαθύ πράσινο χρώμα τους, γίνονται άτονα πράσινα και στη συνέχεια καστανά και συγχρόνως καρουλιάζουν. Η αποπληξία χαρακτηρίζεται από ταχεία ξήρανση των κλάδων και βραχιόνων ή νέκρωση ολόκληρων των ελαιόδενδρων και αναπτύσσεται από αργά το χειμώνα μέχρι νωρίς την άνοιξη. Η αποπληξία αναπτύσσεται πιο συχνά σε δένδρα που έχουν προσβληθεί τον προηγούμενο χρόνο.

Η **βραδεία αποξήρανση** εκδηλώνεται ημιπληγικά και βαθμιαία. Τα φύλλα των προσβεβλημένων κλάδων γίνονται χλωρωτικά ή κίτρινα και τελικά ξηραίνονται και αποπίπτουν με αποτέλεσμα την απογύμνωση και ξήρανση των κλάδων αυτών (εικόνα 3). Η βραδεία αποξήρανση αναπτύσσεται σταδιακά από αργά την άνοιξη μέχρι νωρίς το καλοκαίρι και χαρακτηρίζεται από νέκρωση των φύλλων και ανθοταξιών και ξήρανση των κλάδων.

Τα προσβεβλημένα ελαιόδενδρα αντιδρούν έντονα στη μόλυνση του μύκητα. Βραχιόνες, πλευρές ή ολόκληρη η κόμη των δένδρων μπορεί να νεκρωθούν σε μία περίοδο. Σπανίως νεκρώνεται το παλιό δένδρο, που τείνει να αναγεννάται από μη προσβλημένα τμήματα και παραφυάδες της βάσης του. Στα ελαιόδενδρα ο μύκητας είναι ενεργός κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης, όμως τείνει να εξαφανίζεται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου που συχνά τα συμπτώματα της μόλυνσης είναι σοβαρά στην κόμη τους. Αν προληφθούν νέες μολύνσεις μέσω των ριζών, τότε τα δένδρα αναρρώνουν.

Ηλικιωμένα δένδρα μπορεί να αναρρώνουν από την ασθένεια, με συνέπεια στη διακύμανση της έντασης της προσβολής με την πάροδο του χρόνου, όπως συμβαίνει και στα πυρηνόκαρπα. Η εξυγίανση των δένδρων αποδίδεται πιθανώς σε αδρανοποίηση του παθογόνου στον

ετήσιο δακτύλιο του ξύλου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι κάθε παράγοντας που είναι ικανός να μειώσει το επίπεδο μόλυσματος του μύκητα στο έδαφος, θα μπορούσε να βοηθήσει στην εξυγίανση των προσβλημένων δένδρων. Η ηλικία των δένδρων παίζει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της ασθένειας. Γενικά, η ευπάθεια των δένδρων είναι μεγαλύτερη όσο μικρότερη είναι η ηλικία τους. Νεαρά δένδρα μέχρι πέντε ή έξι ετών είναι πιο ευπαθή από δένδρα μεγαλύτερης ηλικίας. Όμως, δένδρα ηλικίας έως 50 ή και 100 ετών είναι ευπαθή.

Στην ελιά, ο μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου φαίνεται πολύ σπάνια και πολύ δύσκολα ή απουσιάζει. Η απουσία μεταχρωματισμού των αγγείων δυσχεραίνει τη διάγνωσή της στην ελιά. Γιαυτό απαιτείται η απομόνωση του παθογόνου, προκειμένου να γίνει ασφαλής διάγνωση της ασθένειας, παρόλο που η επιτυχία των θετικών απομονώσεων του μύκητα από ασθενή δένδρα δεν υπερβαίνει το 50 %.



Εικόνα 3. Βερτισιλλίωση (*V. dahliae*) ελιάς: Ξήρανση και συστροφή των φύλλων κλαδίσκου



Εικόνα 4. Βερτισιλλίωση (*V. dahliae*) ελιάς: Σύνδρομο βραδείας αποξήρανσης

Αιτίες στις οποίες οφείλεται η εμφάνιση των συμπτωμάτων

Το κυριότερο σύμπτωμα της ασθένειας είναι ο μαρασμός, του οποίου η φυσιολογική αιτία δεν έχει πλήρως διευκρινιστεί. Υπάρχουν διάφοροι μηχανισμοί που μπορούν ή θα μπορούσαν από κοινού να προκαλέσουν μαρασμό των προσβλημένων φυτών. Οι θεωρίες που έχουν αναπτυχθεί για την ερμηνεία του φαινομένου αυτού είναι δύο. Η μία θεωρία οφείλεται στη μειωμένη ροή του νερού προς τα φύλλα, που είναι αποτέλεσμα της φυσικής απόφραξης των αγγείων του ξύλου των προσβλημένων φυτών. Η άλλη θεωρία υποστηρίζει ότι στα προσβλημένα φυτά παράγονται κάποιες ουσίες από το παθογόνο, που είναι τοξικές στα φύλλα. Το πιθανότερο όμως είναι να ισχύουν και οι δύο θεωρίες.

Στα αγγεία του ξύλου των προσβλημένων φυτών παρατηρούνται διάφορες αλλαγές, όπως αποθέσεις καστανών χρωστικών, επικάλυψη με ανώμαλης μορφής υλικά (π.χ. πλούσια σε λιπίδια), απόφραξη με γόμες, πηκτές ή θυλώσεις, αποδιοργάνωση των παρεγχυματικών κυττάρων και συσσώρευση σημασμένων υλικών στα κυτταρικά τοιχώματα.

Οι υφές του μύκητα αποφράσσουν μερικά αγγεία του ξύλου και η απόφραξή τους μπορεί να ενισχυθεί από ουσίες που παράγει το παθογόνο ή απελευθερώνονται από τον ξενιστή λόγω της δράσης διαφόρων

ενζύμων του παθογόνου. Οι ουσίες που εκκρίνει ο μύκητας βλάπτουν το φυτό, άμεσα ή έμμεσα, προκαλώντας απόφραξη των αγγείων του. Όμως, δεν υπάρχει ομοφωνία για τη φύση και τη δραστικότητα των ουσιών αυτών. Οι εν λόγω ουσίες μπορεί να είναι:

- ▶ Εξωκυτταρικά ένζυμα, ιδιαίτερα αυτά που δρουν στις κυτταρικές μεμβράνες και προκαλούν βλάβη στην ημιπερατότητά τους, με αποτέλεσμα την απώλεια νερού από τα μολυσμένα φυτά.

- ▶ Τοξίνες, που παράγονται από το παθογόνο, οι οποίες σε μικρή συγκέντρωση μπορούν να προκαλέσουν μαρασμό σε σύντομο χρονικό διάστημα. Έχει διαπιστωθεί ότι είδη του γένους *Verticillium* παράγουν σε καλλιέργεια είτε μικρού είτε μεγάλου μοριακού βάρους τοξίνες, οι οποίες πιθανώς να συμμετέχουν στην παθογένεια της ασθένειας.

- ▶ Μακρομόρια, που είναι πρωτεϊνο-λιποσακχαρίτες (PLP). Έχει αναφερθεί ότι υδατικά διαλύματα πολυμερών μεγάλου μοριακού βάρους και ελεύθερα κυττάρων διηθήματα από καλλιέργειες του *V. albo-atrum* περιέχουν ένα πολυσακχαρίτη που προκαλεί μαρασμό. Τα μεγάλου μοριακού βάρους πολυμερή μπορεί να παράγονται από το παθογόνο ή να προκύπτουν από ενζυμική μετατροπή των πολυμερών του γαλακτουρονικού οξέος (πηκτίνες) των κυτταρικών τοιχωμάτων των αγγείων του ξύλου. Η τελευταία πιθανότητα ενισχύεται από την παρουσία πηκτών (gels) και από την εμφάνιση των συμπτωμάτων της βερτισιλλίωσης.

- ▶ Ρυθμιστές αύξησης. Έχει διαπιστωθεί ότι η απόφραξη των αγγείων του ξύλου μερικές φορές οφείλεται στην ανάπτυξη θυλώσεων. Οι θυλώσεις αυτές, που δημιουργούνται από μια διαδικασία αύξησης, φαίνεται ότι προκαλούνται από την αυξημένη παραγωγική ινδολοξικού οξέος (IAA) και σχετίζεται με αδρομυκώσεις διαφόρων φυτών. Ο σχηματισμός θυλώσεων μερικές φορές οφείλεται σε αντιδράσεις ανοχής σε διάφορα είδη φυτών, που έχουν προσβληθεί από βερτισιλλίωση. Όμως, τα δεδομένα που αφορούν το μηχανισμό ανάπτυξης θυλώσεων στα αγγεία του ξύλου συντελούν σε μερικό περιορισμό της πορείας του νερού στα φύλλα, πιθανώς και στην αλλαγή της πορείας του, η οποία έχει συνήθως ως αποτέλεσμα το μαρασμό τους.

Απώλειες της παραγωγής από την βερτισιλλίωση και παράγοντες που την επηρεάζουν

Οι αδρομυκώσεις που προκαλούνται από είδη του γένους *Verticillium* είναι μεγάλης οικονομικής σπουδαιότητας παγκοσμίως. Όμως, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αδρομύκωση που προκαλείται από το *V. dahliae* στις καλλιέργειες της ελιάς. Στη χώρα μας οι απώλειες της παραγωγής ελαιόκαρπου το έτος 1981 ανερχόταν στο 1,0 % της

ετήσιας παραγωγής της, το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί σε 17.000 tn ελαιόκαρπου. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις απώλειες της παραγωγής φυτών είναι:

- ▶ Το είδος των φυτών, η σοβαρότητα της προσβολής και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών πριν εμφανίσουν τα πρώτα συμπτώματα της προσβολής.
- ▶ Η ποικιλία ή το υβρίδιο του καλλιεργούμενου είδους φυτού.
- ▶ Η πυκνότητα φύτευσης.
- ▶ Η πυκνότητα μολύσματος που υπάρχει στο έδαφος κατά τη σπορά ή τη φύτευση.
- ▶ Ο παθότυπος ή οι παθότυποι, καθώς και η φυλή ή οι φυλές του μύκητα που υπάρχουν στο έδαφος.
- ▶ Η δράση και η αλληλεπίδραση διάφορων μικροοργανισμών του εδάφους με το *V. dahliae* ή το *V. albo-atrum*.
- ▶ Ο τύπος του εδάφους.
- ▶ Η μέθοδος άρδευσης και η ποσότητα του εφαρμοζόμενου νερού άρδευσης.
- ▶ Η λίπανση που εφαρμόζεται στο έδαφος και ιδιαίτερα η ποσότητα του αζώτου που περιέχεται στα εφαρμοσμένα λιπάσματα
- ▶ Οι κλιματικοί παράγοντες της περιοχής

Βιολογία – Επιδημιολογία

Ο *V. dahliae* είναι εδαφογενής μύκητας που μπορεί να ενταχθεί στην κατηγορία των αποικιστών της ρίζας (root inhabitants), τους οποίους χαρακτηρίζει εκτεταμένη παρασιτική φάση στο ζωντανό ιστό του ξενιστή και σαπροφυτική φάση στα φυτικά υπολείμματα.

Το μυκήλιο και τα κονίδια του *V. dahliae* δεν επιβιώνουν εκτός του ξενιστή για περισσότερο από μερικές εβδομάδες, επειδή πιθανώς ο μύκητας δεν μπορεί να ανταγωνισθεί άλλους οργανισμούς του εδάφους καθώς επίσης δεν μπορεί να αναπτυχθεί σαπροφυτικά. Αντιθέτως, ο μύκητας όχι μόνο διατηρήθηκε για επτά μήνες αλλά και αυξήθηκε πάνω στη ρίζα του στύφνου (*Solanum nigrum*) που ήταν φυσικά μολυσμένος και είχε συσσωματωθεί στο έδαφος. Αυτό αποδεικνύει ότι τα αυτοφυή φυτά είναι ιδιαίτερα σημαντικά στην επιβίωση του μύκητα στο έδαφος.

Ο *V. dahliae* επιβιώνει στο έδαφος με τη μορφή μικροσκληρωτίων όπως προαναφέρθηκε. Τα μικροσκληρώτια είναι βυθισμένα σε γηράσκοντα φυτικό ιστό και αναπτύσσονται μονήρη ή σε μικρές ομάδες. Όταν ο φυτικός ιστός αποσυντεθεί τα μικροσκληρώτια ελευθερώνονται και παραμένουν στο έδαφος. Τα μικροσκληρώτια τα οποία απομονώνονται από το έδαφος έχουν διαστάσεις που ποικίλουν μεταξύ

11 και 25 μm και αποτελούνται από ομάδες υάλινων κυττάρων διαμέτρου 7-8 μm με παχιά τοιχώματα, που είναι άχρωμα ή ελαφρά χρωματισμένα. Τα μικροσκληρώτια που βρίσκονται στο έδαφος μπορούν να βλαστάνουν επανειλημμένα και παράγουν κονίδια με μικρή διάρκεια ζωής.

Τα μικροσκληρώτια για να αρχίσουν να βλαστάνουν χρειάζεται να εκτεθούν για έξι ώρες σε ευνοϊκό περιβάλλον και καθένα τους παράγει συνήθως μέχρι 36 βλαστικές υφές και διάφορους κονιδιοφόρους. Σε δείγματα εδάφους που έχουν ξεραθεί στον αέρα, οι πληθυσμοί των μικροσκληρωτίων μειώνονται όταν η αποθήκευσή τους γίνει σε θερμοκρασία δωματίου.

Ο *V. dahliae* επιβιώνει σε ακαλλιέργητο έδαφος για τουλάχιστον τρία, τέσσερα ή πάνω από 10 χρόνια. Όμως, σε αγρούς που καλλιεργούνταν με διάφορα είδη φυτών τα οποία δεν ήταν ξενιστές του μύκητα, επιβίωσε για τέσσερα ή οκτώ χρόνια. Γενικά, ο μύκητας απουσία ξενιστών θεωρείται ότι επιβιώνει στο έδαφος με τη μορφή μικροσκληρωτίων για 13 χρόνια ή περισσότερο από 14 χρόνια. Η βιωσιμότητα των μικροσκληρωτίων σε δείγματα μολυσμένου εδάφους, που έχουν ξεραθεί στον αέρα, κυμαίνεται από 6 μήνες μέχρι 12 χρόνια. Σε μολυσμένο φυσικά έδαφος, που διατηρήθηκε υγρό χωρίς να γίνεται καλλιέργεια του, ο *V. dahliae* διατήρησε τη μολυσματικότητα του σε σπορόφυτα μελιτζάνας για τουλάχιστον 4 χρόνια. Γενικά, αναφέρεται ότι απαιτούνται 10 μέχρι 20 χρόνια για να μηδενιστεί ο πληθυσμός του *V. dahliae* σε καλλιεργημένο και μολυσμένο έδαφος.

Ο μύκητας μπορεί να επιβιώσει για πολλά χρόνια στις ρίζες μερικών καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών, τα οποία παρόλο που φιλοξενούν το μύκητα δεν παρουσιάζουν συμπτώματα. Τα φυτά αυτά αναφέρονται ως ασυμπτωματικοί φορείς (asymptomatic carriers).

Ο *V. dahliae* αναπτύσσεται και αυξάνεται στα στελέχη και τις ρίζες διαφόρων ειδών ευπαθών φυτών. Έχει αναφερθεί ότι το μόλυσμα του μύκητα που υπάρχει στα στελέχη της πατάτας, επιβιώνει συχνά στο έδαφος για 14-17 μήνες και δεν καταστρέφεται όταν τα στελέχη παραμένουν άθικτα.

Μετά από αποθήκευση των μικροσκληρωτίων για 20,5 μήνες σε υγρό έδαφος, διαπιστώθηκε ότι 0,5 mg μικροσκληρωτίων ανά g εδάφους συνέχιζαν να προκαλούν 100% μόλυνση στην τομάτα, ενώ μετά από παρέλευση 3,5 μηνών, 1,3 ή 7 mg κονιδίων και υφών ανά g εδάφους δεν προκαλούσαν μόλυνση.

Τα μικροσκληρώτια που βρίσκονται στο έδαφος δεν βλαστάνουν μόνο μία φορά. Μπορούν να βλαστήσουν αρκετές φορές διεγερόμενα από εκκρίσεις (exudates) των ριζών διαφόρων φυτών. Όταν ένα μικροσκληρώτιο βλαστήσει μπορεί να επανέλθει σε κατάσταση λήθαργου έως ότου διεγερθεί ξανά από εκκρίσεις των ριζών άλλου φυτού. Αυτό συνεχίζεται μέχρι να εξαντληθούν τα αποθέματα ενέργειας

που διαθέτει. Με τη βλάστηση των μικροσκληρωτίων αυξάνεται το δυναμικό του μολύσματος του μύκητα στο έδαφος, με αποτέλεσμα να ευνοείται η προσβολή των ξενιστών του.

Ως μόλυσμα, εκτός των μικροσκληρωτίων, μπορούν να δρουν και τα κονίδια που παράγονται σε μολυσμένες νεκρές ρίζες και σε στελέχη ευπαθών ξενιστών. Τα κονίδια μπορούν να μολύνουν για 3 ή περισσότερες εβδομάδες, πριν νεκρωθούν ή ξεραθούν. Η περίοδος παραγωγής των κονιδίων εξαρτάται από την επάρκεια θρεπτικών στοιχείων στα φυτικά υπολείμματα και μπορεί να είναι μακρά.

Η ταχεία εξάπλωση της ασθένειας από ένα μολυσμένο φυτό σε γειτονικά υγιή δεν οφείλεται στη ανάπτυξη του μυκηλίου που υπάρχει στο έδαφος προς τα υγιή φυτά, αλλά στην ανάπτυξη των ριζών των υγιών φυτών. Οι **ρίζες** των υγιών φυτών που αναπτύσσονται στο έδαφος συναντούν μολυσμένα φυτικά υπολείμματα ή όργανα του μύκητα (π.χ. βλαστώνουν μικροσκληρώτια, μυκήλιο, κονίδια) και μολύνονται από αυτά.

Το μόλυσμα του *V. dahliae* επικρατεί στα ανώτερα 33 cm του εδάφους· όμως, μικροσκληρώτια υπάρχουν και σε βάθος έως ενός μέτρου. Επαφή ριζών υγιών φυτών με ρίζες μολυσμένων δεν καταλήγει πάντα σε μόλυνση των υγιών φυτών. Για να γίνει μόλυνση των ριζών θα πρέπει ο μύκητας να έχει εξαπλωθεί από τα αγγεία του ξύλου στην επιφάνεια της ρίζας του μολυσμένου φυτού· όμως, αυτό συμβαίνει

σπάνια επειδή οι ρίζες μετά την προσβολή των αγγείων του ξύλου τους συνήθως νεκρώνονται.

Ύπαρξη τραυματισμένων ριζών συντελεί συνήθως στην ταχεία διασυστηματική προσβολή των ευπαθών φυτών. Τραυματισμοί στις ρίζες των φυτών προκύπτουν συνήθως από διάφορες αιτίες όπως: α) η μεταφύτευση, β) η καλλιέργεια του εδάφους, γ) η προσβολή των ριζών από νηματώδεις που ανήκουν στην οικογένεια *Tylenchoidea*.

Εκτός του τραυματισμού και της επαφής υγιών με προσβλημένες και νεκρωμένες ρίζες, έχει αναφερθεί και μόλυνση υγιών ριζών αγγουριάς μέσω επιδερμικών κυττάρων ή ριζικών τριχιδίων.

Όταν δεν υπάρχουν ευπαθή φυτά στο έδαφος, τα μικροσκληρώτια βρίσκονται σε λήθαργο λόγω της μυκοστατικής ιδιότητας του εδάφους. Ύπαρξη ευπαθών φυτών στο έδαφος μπορεί να διεγείρει τη βλάστηση των μικροσκληρωτίων λόγω εκκρίσεων των ριζών τους. Έτσι αρχίζει η διαδικασία μόλυνσης, είτε λόγω άμεσης διείσδυσης των ριζών των ξενιστών από βλαστικούς σωλήνες των μικροσκληρωτίων είτε έμμεσα από κονίδια που παράγονται μετά την βλάστηση των μικροσκληρωτίων. Ύπαρξη ανθεκτικών ειδών ξενιστών στο έδαφος διεγείρει τη βλάστηση των μικροσκληρωτίων με τις εκκρίσεις των ριζών τους, όχι όμως τόσο πολύ όσο τα ευπαθή είδη φυτών.

Ο αποικισμός της ρίζας από το *V. dahliae* συμβαίνει πολύ νωρίς στη ζωή της και σε όλη τη διάρκεια ανάπτυξής της. Σε αυτό συμβάλλουν πολύ τα άκρα της ρίζας και ειδικά η ζώνη επιμήκυνσής της. Από εκεί εκλύονται μεγάλες ποσότητες εκκρίσεων, οι οποίες διεγείρουν τα μικροσκληρώτια που βρίσκονται σε λήθαργο στο έδαφος, τα οποία βλαστάνουν λόγω αντίδρασης στις εκκρίσεις. Δεδομένης της ταχύτητας αύξησης των ριζών που κυμαίνεται μεταξύ 3 και 10 mm ημερησίως και της μικρής απόστασης αντίδρασης, που είναι μικρότερη από 1 mm για τους περισσότερους μύκητες, θα πρέπει το μικροσκληρώτιο το οποίο ληθαργεί στο έδαφος να αντιδράσει γρήγορα στις εκκρίσεις της ρίζας που διέρχεται πλησίον του, για να μπορέσει να την προσβάλλει. Εάν το μικροσκληρώτιο χρειασθεί περισσότερο από μερικές ώρες για να αντιδράσει, τότε δεν επιτυγχάνεται μόλυνση, επειδή είναι δύσκολο για το μύκητα να έρθει σε επαφή με το κινούμενο άκρο της ρίζας.

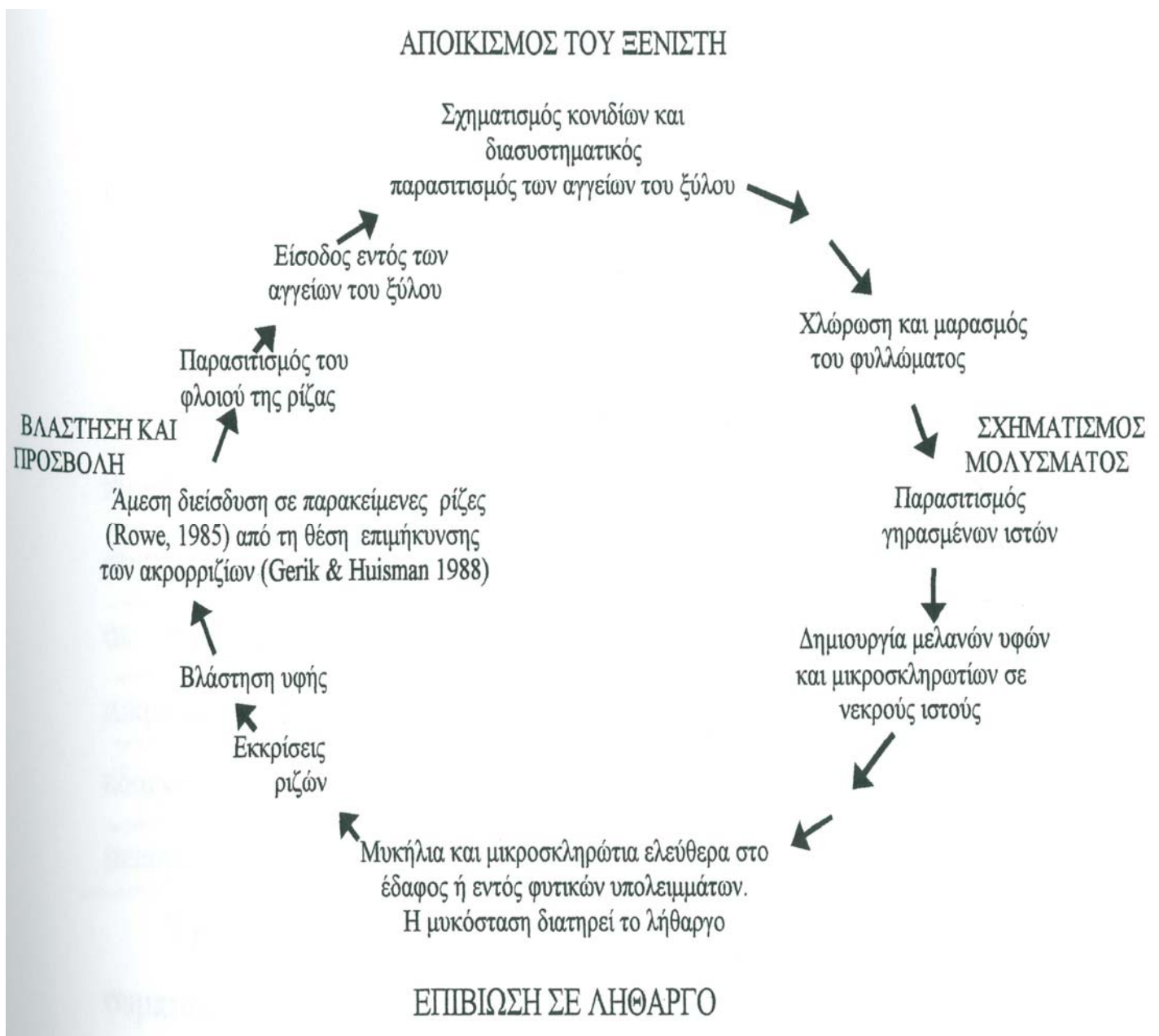
Ο αποικισμός της ρίζας μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από δύο ξεχωριστές φάσεις. Η πρώτη φάση περιλαμβάνει την ενεργοποίηση αναπαραγωγικών μονάδων του μύκητα που ληθαργούν, καθώς επίσης και τη βλάστηση και την αρχική επαφή τους με το άκρο ή με σημεία κοντά στο άκρο της ρίζας. Η δεύτερη φάση περιλαμβάνει την εγκατάσταση και ανάπτυξη του μύκητα επί ή εντός της επιδερμίδας της ρίζας και θα μπορούσε να εκτείνεται για πολλά εκατοστόμετρα πίσω από την κορυφή της ρίζας.

Οι μύκητες *V. dahliae* και *V. albo-atrum* εκτός ότι προσβάλλουν τα φυτά από το ριζικό τους σύστημα, ενίοτε μπορούν να προσβάλλουν ευπαθείς ξενιστές από το φύλλωμά τους. Η προσβολή γίνεται με αερομεταφερόμενα κονίδια και έχει ως αποτέλεσμα τη διασυστηματική προσβολή των φυτών.

Όσον αφορά την επιβίωση του μύκητα εκτός εδάφους, σε τμήματα προσβλημένων φυτικών ιστών και σε τεχνητά θρεπτικά υλικά, υπάρχουν τα εξής δεδομένα: τα κονίδια των ειδών του γένους *Verticillium* είναι ευπαθή και νεκρώνονται εντός 3 ημερών σε ξηρή ατμόσφαιρα σε 49-50 °C και εντός 2 εβδομάδων σε 40 °C. Μικροσκληρώτια του *V. dahliae*, όπως εκείνα που σχηματίζονται σε φυτικούς ιστούς, επιβιώνουν για 6 μήνες σε 49-50 °C σε ξηρή ατμόσφαιρα και για περισσότερα από 2,5 χρόνια σε 40 °C. Ο μύκητας *V. dahliae* παραμένει ζωντανός για τουλάχιστον 3 χρόνια σε θρεπτικά υποστρώματα με άγαρ, ενώ είναι ικανός να επιβιώσει σε ξηρές τεχνητές καλλιέργειες για 13 περίπου χρόνια.

*Μυκητολογικές ασθένειες του ξύλου της ελιάς στην
Κρήτη και η ολοκληρωμένη αντιμετώπισή τους*

Βιολογικός κύκλος (βλ. εικόνα 5)



Εικόνα 5 : Βιολογικός κύκλος του μύκητα *Verticillium dahliae*

Επίδραση διαφόρων παραγόντων στην μόλυνση των φυτών και την εξέλιξη της ασθένειας

Διάφοροι παράγοντες όπως: η θερμοκρασία εδάφους και αέρα, το φως, η υγρασία εδάφους, ο αερισμός εδάφους, η πυκνότητα μολύσματος και η παρουσία παθογόνων νηματωδών των ριζών και εντόμων εδάφους επηρεάζουν σημαντικά τη μόλυνση των ξενιστών του *V. dahliae* και την εξέλιξη της ασθένειας. Ο τρόπος με τον οποίο επιδρούν οι παράγοντες αυτοί στη μόλυνση μπορεί να είναι είτε άμεσος, (επηρεάζουν τη δραστηριότητα των ειδών του γένους *Verticillium* και την αρχική προσβολή των ριζών), είτε έμμεσος, (επηρεάζουν τη θρέψη και την ανάπτυξη του ξενιστή με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η πρόοδος της προσβολής).

► Θερμοκρασία αέρα και εδάφους

Η θερμοκρασία είναι ένας σπουδαίος παράγοντας που επηρεάζει τον ξενιστή, το παθογόνο, τις αλληλεπιδράσεις τους και τελικά την προσβολή και την ανάπτυξη της ασθένειας. Ο *V. dahliae* προκαλεί συμπτώματα προσβολής όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται 12-13°C, ενώ σε θερμοκρασία 35°C μειώνεται σημαντικά ο αριθμός των μικροσκοκληρωτίων που υπάρχουν στο έδαφος. Όταν η θερμοκρασία εδάφους υπερβαίνει τους 30°C η ανάπτυξη της βερτισιλλίωσης μειώνεται αισθητά.

► Φως

Το φως έχει σημαντική επίδραση στην αύξηση και σπορίωση του *V. dahliae*. Σε υψηλή ένταση φωτισμού παρατηρείται οριστική καταστολή του σχηματισμού μικροσκοκληρωτίων και μελανίνης. Γενικά, η μείωση της έντασης του φωτός μπορεί να συντελέσει σε κακή ανάπτυξη των φυτών και αύξηση της ευπάθειας τους στις προσβολές διαφόρων μυκήτων

Η ποιότητα του φωτός επιδρά στην παραγωγή κονιδίων και μικροσκοκληρωτίων του *V. dahliae*.

Το μήκος κύματος του φωτός δεν επηρεάζει την αύξηση, τη σπορίωση και την παθογόνο ικανότητα του *V. dahliae*.

► Υγρασία εδάφους

Η βλαστικότητα των μικροσκοκληρωτίων του *V. dahliae* που υπάρχουν στον αγρό επηρεάζεται από την υγρασία του εδάφους. Σε εδάφη κοντά στην υδατοϊκανότητα παρατηρήθηκε άφθονη ανάπτυξη μικροσκοκληρωτίων. Όμως, σε περιπτώσεις κατάκλισης του εδάφους με νερό άρδευσης παρατηρείται καταστροφή των μικροσκοκληρωτίων που υπάρχουν στο έδαφος, λόγω μείωσης του διαθέσιμου οξυγόνου.

► Αερισμός του εδάφους

Σε χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου στο έδαφος παρεμποδίζεται η βλάστηση και ο σχηματισμός των μικροσκοκληρωτίων του *V. dahliae*.

► Πυκνότητα μολύσματος

Η βερτισιλλίωση είναι μονοκυκλική (single - cycle) ασθένεια. Συνεπώς, η πυκνότητα του μολύσματος κατά τη σπορά ή φύτευση έχει κρίσιμο ρόλο

(critical role) στην ανάπτυξη της ασθένειας και συσχετίζεται αρνητικά με το ύψος της παραγωγής πολλών ειδών φυτών.

Το οριακό επίπεδο (threshold level) μικροσκληρωτίων που απαιτείται να υπάρχει στο έδαφος για να προκληθεί ασθένεια εξαρτάται από το είδος του καλλιεργούμενου φυτού, την ποικιλία του, τις τοπικές εδαφικές και κλιματικές συνθήκες κ.ά. Η αναλογία των μολυσμένων φυτών, όταν αυξάνεται η πυκνότητα μολύσματος στο έδαφος, εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία των φυτών που αναπτύσσονται σε αυτό.

► Βιοτικοί παράγοντες

Διάφορα είδη νηματωδών δημιουργούν πληγές στις ρίζες των φυτών και συντελούν στη αύξηση της συχνότητας προσβολής τους από την βερτισιλλίωση. Επίσης διάφορα έντομα εδάφους μπορεί να παίζουν ρόλο στην προσβολή καλλιεργούμενων φυτών από τη βερτισιλλίωση.

Τρόποι εξάπλωσης της ασθένειας

Η βερτισιλλίωση εξαπλώνεται με :

- α) Καλλιέργεια βλαστικού πολλαπλασιαστικού υλικού σε μολυσμένο έδαφος ή με φύτευση βλαστικού πολλαπλασιαστικού υλικού που έχει αναπτυχθεί σε μολυσμένο έδαφος.
- β) Διασπορά με μολυσμένο φυτικό υλικό και μολυσμένο έδαφος με διάφορους φορείς. Το μολυσμένο έδαφος μεταφέρεται από τον άνθρωπο, τα γεωργικά μηχανήματα και εργαλεία τα αγροτικά ζώα κ.ά.
- γ) Διασπορά κονιδίων με νερό, αέρα, έντομα. Η διασπορά των κονιδίων με τον αέρα γίνεται σε πολύ μικρές αποστάσεις επειδή τα κονίδια είναι πολύ ευπαθή στην ξηρασία. Το νερό αποτελεί πολύ καλό μέσο μεταφοράς των αναπαραγωγικών μονάδων του *V. dahliae*.
- δ) Επαφή των ριζών ασθενούς και υγιούς φυτού. Με την επαφή των ριζών ενός υγιούς φυτού (καλλιεργούμενου, αυτοφυούς) με τις ρίζες μολυσμένου φυτού επιτυγχάνεται η μετάδοση της ασθένειας στα υγιή φυτά και η εξάπλωση της στον αγρό από τα μολυσμένα σημεία στα αμόλυντα. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί η ασθένεια να εξαπλωθεί σε όλο τον αγρό από μια αρχική εστία μόλυνσης.

Τρόποι αντιμετώπισης της ασθένειας

Η αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα γιατί δεν είναι δυνατή η καταπολέμηση της με τα υπάρχοντα σήμερα διασυστηματικά μυκητοκτόνα. Η ικανότητα του μύκητα να επιβιώνει με την μορφή των μικροσκληρωτίων σε φυτικά υπολείμματα που

βρίσκονται στην επιφάνεια του εδάφους ή σε κάποιο βάθος του κάνει οξύτερο το πρόβλημα καταπολέμησής του.

Οι κυριότεροι τρόποι αντιμετώπισης της βερτισιλλίωσης της ελιάς είναι οι εξής:

α) Καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών και εμβολιασμός σε ανθεκτικά υποκειμένα.

β) Απολύμανση εδάφους [χημική, ηλιοαπολύμανση, ατμοαπολύμανση, βιοαπολύμανση, ηλιοαπολύμανση και προσθήκη στο έδαφος ασβεστούχου κυαναμίδης και κοπριάς (μέθοδος PERLKA)].

γ) Εφαρμογή κατάλληλων καλλιεργητικών φροντίδων.

δ) Χρησιμοποίηση βιολογικών παραγόντων (μυκήτων ή βακτηρίων)

Συνήθως, στην αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης γίνεται συνδυασμός δύο ή περισσότερων μεθόδων για να επιτευχθεί ικανοποιητικό αποτέλεσμα.

Οι κυριότεροι τρόποι αντιμετώπισης της βερτισιλλίωσης αναλύονται στη συνέχεια.

α) Καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών.

Μια απλή οικονομική αποτελεσματική και φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος αντιμετώπισης της βερτισιλλίωσης είναι η καλλιέργεια ανθεκτικών ή ανεκτικών ποικιλιών όπως είναι οι παρακάτω: Oblonga, Oblonga N° 113 Allegra, Frangivento και Frantoio.

β) Απολύμανση εδάφους.

Η απολύμανση εδάφους μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους: χημική, με ατμό, ηλιοαπολύμανση ή συνδυασμός ηλιοαπολύμανσης και μειωμένης δόσης απολυμαντικού, όπως περιγράφεται στη συνέχεια.

▶ Χημική απολύμανση.

Στη χημική απολύμανση εδάφους χρησιμοποιούνται συνήθως απολυμαντικά ευρέως φάσματος. Τα ευρέως φάσματος απολυμαντικά εδάφους, που χρησιμοποιούνται στην ολοκληρωμένη καταπολέμηση της βερτισιλλίωσης είναι: metham sodium, formaldehyde, calcium cyanamide κ.ά.

Μειονεκτήματα της χημικής απολύμανσης του εδάφους με χρησιμοποίηση σκευάσματος ευρέως φάσματος.

▶ Σε εδάφη που έχουν απολυμανθεί με απολυμαντικό ευρέως φάσματος παρατηρείται μείωση του ρυθμού αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας, λόγω καταστροφής των μικροοργανισμών αποδόμησής τους.

▶ Η εξόντωση ορισμένων μικροοργανισμών του εδάφους που επηρεάζουν θετικά την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών από τα

καλλιεργούμενα φυτά έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη της ανάπτυξή τους.

▶ Σε χημικώς απολυμασμένα εδάφη, εκτός από την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών, καταστρέφονται και οι ανταγωνιστές μικροοργανισμοί των παθογόνων. Γι' αυτό σε περίπτωση αναμόλυνσης του απολυμασμένου εδάφους από ένα παθογόνο παρατηρείται ταχεία εξάπλωσή του σε αυτό.

▶ Τα τελικά προϊόντα της διάσπασης των χημικών απολυμαντικών είναι διοξείδιο του άνθρακα, νερό και ανόργανα άλατα. Αυτά μπορούν να δημιουργήσουν ενώσεις ή να αποδώσουν ανόργανα στοιχεία, που είναι φυτοτοξικά.

▶ Το κόστος των χημικών απολυμαντικών είναι μεγάλο. Γι' αυτό η χρήση του σε καλλιέργειες με μικρή απόδοση είναι ασύμφορη.

▶ Η αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης διαφόρων καλλιεργειών με χημικά απολυμαντικά δεν είναι πλήρης, επειδή το μόλυσμα του μύκητα επιβιώνει συνήθως στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους που δεν έχει επίδραση το απολυμαντικό.

Πλεονεκτήματα της χημικής απολύμανσης του εδάφους με σκευάσματα ευρέως φάσματος.

Η χρήση των ευρέως φάσματος απολυμαντικών εδάφους συντελεί συνήθως στην καλύτερη ανάπτυξη των φυτών καθώς και στη μεγαλύτερη παραγωγή τους, που οφείλονται στα εξής:

▶ Καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών (εξοντώνονται όλοι ή σχεδόν όλοι οι ανεπιθύμητοι μικροοργανισμοί του εδάφους).

▶ Απελευθέρωση χημικών στοιχείων στο έδαφος (άζωτο, ασβέστιο, χαλκός, σίδηρος, κάλιο, μαγνήσιο, μαγγάνιο, μολυβδαίνιο, φώσφορο, ψευδάργυρος κ.ά.).

▶ Δραστηριοποίηση των ωφέλιμων μικροοργανισμών του εδάφους, οι οποίοι επιβιώνουν συνήθως μετά την απολύμανσή του.

Η αποτελεσματικότητα της χημικής απολύμανσης του εδάφους εξαρτάται τόσο από τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους (χημική σύσταση, μηχανική σύσταση, περιεκτικότητα σε νερό, θερμοκρασία κ.ά) όσο και από το είδος του απολυμαντικού.

Παρόλα όμως τα πλεονεκτήματα που έχουν τα χημικά απολυμαντικά, δεν χρησιμοποιούνται σήμερα για την καταπολέμηση της βερτισιλλίωσης στην ελιά λόγω των πολλών μειονεκτημάτων τους.

▶ **Ηλιοαπολύμανση**

Η ηλιοαπολύμανση βασίζεται στην ίδια αρχή με την απολύμανση του εδάφους με ατμό. Η μέθοδος αυτή έχει τα χαρακτηριστικά μίας

ολοκληρωμένης αντιμετώπισης, αφού αλληλεπιδρούν φυσικοί, χημικοί και βιολογικοί μηχανισμοί και επιτυγχάνεται αντιμετώπιση

διαφόρων παρασίτων. Η ηλιοαπολύμανση είναι μια υδροθερμική μέθοδος, που η θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται από το υγρό έδαφος, το οποίο τους καλοκαιρινούς μήνες είναι καλυμμένο με φύλλο λεπτού και διαφανούς πλαστικού πολυαιθυλενίου.

Η περίοδος κάλυψης του εδάφους θα πρέπει να είναι ικανοποιητική, συνήθως τέσσερις εβδομάδες ή μεγαλύτερη, για να καταστραφούν σε μεγάλο βάθος οι εχθροί και τα παθογόνα που υπάρχουν σε αυτό. Μακράς διάρκειας ηλιοαπολύμανση συντελεί στη καταστροφή του *V. dahliae* σε βάθος 50 cm ή περισσότερο. Σε πειράματα ηλιοαπολύμανσης που έγιναν στην περιοχή Μεσσαράς Ηρακλείου, η θερμοκρασία των εδαφών σε βάθος 5 cm κυμαινόταν μεταξύ 40 και 5°C, ενώ στην Ιεράπετρα η θερμοκρασία σε βάθος 15 cm έφθανε στους 46°C.

Η μέθοδος αυτή είναι αποτελεσματική στην μείωση της προσβολής των φυτών από διάφορα παθογόνα.

Εκτός από την μείωση της προσβολής και της σοβαρότητας της ασθένειας έχει παρατηρηθεί ότι η ηλιοαπολύμανση συντελεί σε αυξημένη ανάπτυξη φυτών και αυξημένη παραγωγή τους. Η ηλιοαπολύμανση είναι αποτελεσματική σε θερμά και εύκρατα κλίματα και είναι μια μέθοδος απλή, εύκολη και φιλική προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Η ηλιοαπολύμανση συντελεί σε σημαντική μείωση του επιπέδου του μολύσματος στο έδαφος, που έχει ως αποτέλεσμα την αποτελεσματική επίδραση στην αντιμετώπιση εδαφογενών παθογόνων όπως το *V. dahliae*. Η μέθοδος αυτή είναι αποτελεσματική σε δενδρώνες.

► **Συνδυασμός ηλιοαπολύμανσης και απολυμαντικού εδάφους (metham sodium).**

Η μέθοδος αυτή είχε καλά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης. Για παράδειγμα, συνδυασμός ηλιοαπολύμανση με metham sodium είχε ως αποτέλεσμα την καταστροφή του μύκητα σε διάστημα μιας εβδομάδας.

► **Ατμοαπολύμανση**

Η απολύμανση με ατμό αποτελεί μέθοδο η οποία εφαρμόζεται εδώ και πολλά χρόνια σε χώρες με φθηνή καύσιμη ύλη. Είναι οικολογική λύση με αξιόπιστα αποτελέσματα, η οποία όμως δεν επεκτάθηκε ιδιαίτερα στη χώρα μας λόγω του μεγάλου κόστους αγοράς του απαιτούμενου εξοπλισμού (λέβητας, σωλήνες, εγχυτήρες κ.τ.λ.) και της χρονοβόρου και ενεργειοβόρου εφαρμογής της.

► **Ηλιοαπολύμανση και προσθήκη στο έδαφος ασβεστούχου κυαναμίδης και κοπριάς (μέθοδος PERLKA)**

Η μέθοδος PERLKA στοχεύει στην επαναφορά του εξαντλημένου εδάφους στα φυσιολογικά του επίπεδα, αυξάνοντας τη γονιμότητα και την αντίσταση του στα παθογόνα. Περιλαμβάνει τη συνδυασμένη χρήση της ηλιοαπολύμανσης, του λιπάσματος PERLKA και ήπιων μέσων αναζωογόνησης του εδάφους.

Το PERLKA είναι κοκκώδες αζωτούχο λίπασμα που περιέχει ασβεστούχο κυαναμίδη που είναι ο δραστικός του παράγοντας. Η σύνθεσή του είναι 19,8 % N και 50 % CaO. Το λίπασμα παρέχει, μέσω της διαδικασίας διασπάσης του στο έδαφος, σταδιακά, άζωτο σε αφομοιώσιμη μορφή από τα φυτά. Έτσι το αμμωνιακό άζωτο παραμένει στο έδαφος για μεγαλύτερο χρόνο και η έκλυσή του μειώνεται θεαματικά. Το κύριο μέρος του ασβεστίου είναι συνδυασμένο με την κυαναμίδη και το υπόλοιπο παραμένει ως CaO. Σε επαφή με το νερό αυτό μετατρέπεται σε Ca(OH)₂. Έτσι οι φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους βελτιώνονται και αυξάνεται η γονιμότητά του. Αυτό επιτυγχάνεται και με τον εμπλουτισμό του εδάφους με καλά ζυμωμένη κοπριά, η οποία :

- Αυξάνει τον αερισμό του εδάφους, καθώς βελτιώνεται το πορώδες και η κατανομή των πόρων από άποψη μεγεθους.
- Μειώνει την πλαστικότητα και συνεκτικότητα του εδάφους
- Επηρεάζει τις θερμικές ιδιότητες του εδάφους. Δημιουργεί συνθήκες ταχείας θερμανσής του, που σε συνδυασμό με την αυξημένη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του.
- Αυξάνει την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους.
- Συμβάλλει στη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους με τα θρεπτικά στοιχεία που περιέχει κατά την διάσπασή της.
- Ευνοεί την εξάπλωση ωφέλιμων μικροοργανισμών στο έδαφος, οι οποίοι επηρεάζουν τις ιδιότητες του εδάφους.
- Αυξάνει την υδατοϊκανότητα του εδάφους.

► Βιοαπολύμανση

Τα τελευταία χρόνια, μια νέα μέθοδος, η βιοαπολύμανση του εδάφους, η οποία βασίζεται στη δημιουργία συνθηκών αναεροβίωσης έχει προταθεί για την αντιμετώπιση των εδαφογενών παθογόνων, όπως είναι ο μύκητας *V. dahliae*. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου γίνεται ενσωμάτωση φυτικής μάζας στο έδαφος, ακολουθεί πότισμα και εφαρμογή στην επιφάνεια διαφανούς πλαστικού επί 12-15 εβδομάδες. Η βιοαπολύμανση

δε μπορούσε να εφαρμοσθεί στη χώρα μας για την αντιμετώπιση της βερτισιλώσεως της ελιάς. Τα πλεονεκτήματα της βιοαπολύμανσης

έναντι της ηλιοαπολύμανσης είναι τα εξής : α) δεν απαιτεί υψηλή ηλιακή ακτινοβολία, β) μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές ή περιόδους με χαμηλή ηλιοφάνεια, γ) είναι οικονομική μέθοδος, δ) δεν επηρεάζει την υγεία του ανθρώπου και ε) δεν έχει δυσμενείς επιδράσεις στο περιβάλλον.

► Εφαρμογή κατάλληλων καλλιεργητικών φροντίδων.

Η αντιμετώπιση της βερτισιλλώσεως στηρίζεται επίσης στην εφαρμογή διαφόρων καλλιεργητικών μέτρων, που έχουν ως σκοπό την μείωση της προσβολής και της σοβαρότητας της ασθένειας των δένδρων στον ελαιώνα. Στα καλλιεργητικά μέτρα περιλαμβάνονται τα εξής:

- Το έδαφος του φυτωρίου πρέπει να είναι απολυμασμένο (χημική, ηλιοαπολύμανση, ατμοαπολύμανση)
- Αν το πολλαπλασιαστικό υλικό είναι μοσχεύματα, τότε απαραίτητως τα μητρικά δένδρα πρέπει να είναι ελεγμένα σχολαστικά και να είναι απολύτως υγιή
- Η εγκατάσταση των νεαρών δενδρυλλίων πρέπει να γίνεται σε αμόλυντον αγρό, στον οποίο να μην έχει προηγηθεί καλλιέργεια ευπαθών στο *V. dahliae* φυτικών ειδών (π.χ. πατάτα, τομάτα, μελιτζάνα, μπάμια). Σε περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατόν, θα πρέπει πριν από τη φύτευση να προηγηθεί περίοδος καλλιεργούμενης αγρανάπαυσης, για 2-3 χρόνια, με έγκαιρη εξολόθρευση της αυτοφυούς βλάστησης ή καλλιέργεια πρακτικώς άνοσων στο μύκητα φυτικών ειδών (π.χ. χειμερινά και εαρινά σιτηρά).
- Πριν από τη φύτευση πρέπει να προηγηθεί απολύμανση του εδάφους με ένα απολυμαντικό εδάφους γενικού φάσματος (π.χ. Beltanol – L 50 SL.)
- Εφαρμογή ισορροπημένης λίπανσης των ελαιοδένδρων (όχι υπερβολική αζωτούχα λίπανση, διότι προκαλεί ταχεία και πλούσια βλάστηση, η οποία δεν μπορεί να εφοδιαστεί με νερό και θρεπτικά στοιχεία, λόγω απόφραξης του αγγειακού τους συστήματός από το μύκητα).
- Αποφυγή εφαρμογής υπερβολικής άρδευσης καθώς και αραιών αρδεύσεων (οι αρδεύσεις να εφαρμόζονται τακτικά).
- Μη διέλευση του αρδευτικού νερού από μολισμένους από το *V. dahliae* αγρούς.
- Αποφυγή συγκαλλιέργειας ελιάς με ευπαθείς ξενιστές (π.χ. λαχανοκομικά φυτά, βαμβάκι, φράουλα, πατάτα). Σε περίπτωση που η συγκαλλιέργεια είναι αναπόφευκτη, θα πρέπει να περιορίζεται στα

ψυχανθή (εκτός του φασολιού που παρουσιάζει σχετικά ευπάθεια στις προσβολές του μύκητα).

- ▶ Επιμελημένος καθαρισμός των γεωργικών μηχανημάτων και εργαλείων κατεργασίας του εδάφους.
- ▶ Έγκαιρη και επιμελημένη καταστροφή της αυτοφυούς βλάστησης.
- ▶ Εφαρμογή σωστού και επιμελημένου κλάδεματος εξυγίανσης των δένδρων, ώστε να επιτυγχάνεται μείωση της ποσότητας του μολύσματος που υπάρχει στα δένδρα. Η τομή των προσβεβλημένων κλαδίσκων και κλάδων πρέπει να γίνεται σε απόσταση 20 cm από το σημείο ξήρανσής τους, ώστε να εξασφαλίζεται ότι δε θα παραμείνει ο μύκητας σε αυτούς.
- ▶ Άμεση απομάκρυνση των νεκρωμένων ή έντονα προσβεβλημένων δένδρων με όλο το ριζικό τους σύστημα και καταστροφή τους με φωτιά.
- ▶ Ηλιοαπολύμανση του εδάφους, γύρω από καθένα μολυσμένο ελαιόδενδρο.

Βιολογική καταπολέμηση

Οι βιολογική εχθροί αποτελούν σήμερα μία από της μελλοντικές ελπίδες για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της βερτισιλίωσης. Οι σπουδαιότεροι βιολογικοί εχθροί του γένους *Verticillium* είναι:

- ▶ **Ανταγωνιστές μύκητες** που επηρεάζουν την επιβίωση των μικροσκληρωτίων τα οποία έχουν ήδη εξασθενήσει από την ηλιοαπολύμανση ή τη χημική απολύμανση του εδάφους και
- ▶ **Ανταγωνιστές μύκητες ή βακτήρια** που εμποδίζουν την προσβολή των φυτών από τα μικροσκληρώτια τα οποία βλαστάνουν στο έδαφος. Οι ανταγωνιστές των ειδών του γένους *Verticillium* που προστίθενται στο έδαφος έχουν δοκιμασθεί ως βιολογικοί παράγοντες με ποικίλλουσα επιτυχία.

Ο *Talaromyces flavus* (ατελής μορφή *Penicillium dangeardii*) είναι ένας ασκομύκητας ευρύτατα διαδεδομένος στις εύκρατες περιοχές του κόσμου. Ο εδαφογενής μύκητας *T. flavus* είναι ανταγωνιστής του *V. dahliae* και αποτελεί ένα υποσχόμενο παράγοντα βιολογικής αντιμετώπισής του. Ο *T. flavus* καταστέλλει την βερτισιλίωση.

Οι μηχανισμοί βιολογικής αντιμετώπισης του *V. dahliae* από τον *T. flavus* περιλαμβάνουν: ανταγωνισμό, παρασιτισμό και αντιβίωση. Βρέθηκε ότι ο πληθυσμός του *T. flavus* αυξήθηκε 8,9 φορές εντός 16 μηνών από την εισαγωγή του σε καλλιεργούμενο αγρό του Αϊντάχο που ήταν μολυσμένος από τον *V. dahliae*. Ο *T. flavus* μπορεί να εμποδίζει την προσβολή του *V. dahliae* σκοτώνοντας τα μικροσκληρώτια που υπάρχουν στο έδαφος. Έχει αναφερθεί ότι απομονώσεις του *T. flavus* παράγουν τέσσερα αντιβιοτικά. Έχει αναφερθεί επίσης ότι ο *T. flavus* παράγει ένα μεταβολίτη που επιβραδύνει *in vitro* τη γραμμική ανάπτυξη

και σκοτώνει τα μικροσκληρώτια του *V. dahliae*. Ο *T. flavus* είναι ένας δυναμικός ανταγωνιστής του *V. dahliae*, επειδή είναι ικανός να αποικίζει

τη ριζόσφαιρα διαφόρων ξενιστών του παθογόνου και να παρεμποδίζει τη βλάστηση των μικροσκληρωτών ή να προκαλεί τη νέκρωσή τους.

Η εγκατάσταση του *T. flavus* στη ζώνη επιμήκυνσης των ριζών συντελεί στη βιολογική αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης, επειδή παρεμποδίζει την είσοδο και εγκατάσταση του παθογόνου στα άκρα της ρίζας.

Ο *T. flavus* επιβίωσε μετά την ηλιοαπολύμανση του εδάφους σε καλλιέργειες αγκινάρας και ελιάς, που είχαν προσβληθεί από το *V. dahliae*. Ο *T. flavus* όχι μόνο επιβίωσε αλλά και αυξήθηκε αριθμητικά στα εδαφοτεμάχια που έγινε η ηλιοαπολύμανση. Ο *T. flavus* θα μπορούσε να καταστείλει τη βερτισιλλίωση αν συνδυαζόταν με ηλιοαπολύμανση ή μειωμένη δόση απολυμαντικού.

Η εταιρία “PROPHYTA” δημιούργησε και κυκλοφόρησε ένα σκεύασμα που περιέχει ασκοσπόρια το *T. flavus* και χρησιμοποιείται στην αντιμετώπιση του *V. dahliae*. Προσπάθησε να τυποποιήσει σε σκεύασμα τρία στελέχη του *T. flavus* χρησιμοποιώντας ασκοσπόρια του σύμφωνα με την τεχνική του Kersten.

Διάφορα βακτήρια της ριζόσφαιρας και της ενδοριζόσφαιρας, που έχουν ιδιαίτερη ικανότητα να εγκαθίστανται στα άκρα της ρίζας ή ενδοφυτικά, βρέθηκε *in vitro* ότι δρουν εναντίον του *V. dahliae* και έχουν την ικανότητα να αντιμετωπίζουν τη βερτισιλλίωση. Για παράδειγμα, είδη των γενών : *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Bacillus* και *Streptomyces*, καθώς επίσης και είδη που δεσμεύουν ατμοσφαιρικό άζωτο, των γενών *Azotobacter* και *Azotomonas* βρέθηκε *in vitro* ότι είναι ανταγωνιστές του *V. dahliae*.

ΕΥΤΥΠΙΩΣΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ευτυπίωση είναι πολύ σημαντική ασθένεια. Προσβάλει 88 διαφορετικά είδη που ανήκουν σε 28 οικογένειες. Στα είδη αυτά συμπεριλαμβάνονται αρκετά καρποφόρα δένδρα και θάμνοι, αλλά και πολλά δασικά και καλλωπιστικά φυτά. Τα περισσότερα από τα είδη αυτά έχουν επισημανθεί εξαιτίας του αυξημένου ενδιαφέροντος που παρουσίασε από φυτοπαθολογική άποψη η ασθένεια, το οποίο ώθησε ορισμένους ερευνητές σε εκτενή μελέτη της.

Στη χώρα μας η ευτυπίωση αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1976 σε καλλιέργεια αμπελιού. Το 1988 απομονώθηκε ο μύκητας *Eutypa lata* για πρώτη φορά διεθνώς στην περιοχή Αλυκών Βόλου από δύο προσβεβλημένα δενδρύλλια ελιάς ποικιλίας Αμφίσσης.

Η ασθένεια αυτή συντελεί στη μείωση της παραγωγής η οποία οφείλεται στην ξήρανση των βραχιόνων του ελαιόδενδρου σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά την προσβολή του από τον μύκητα.

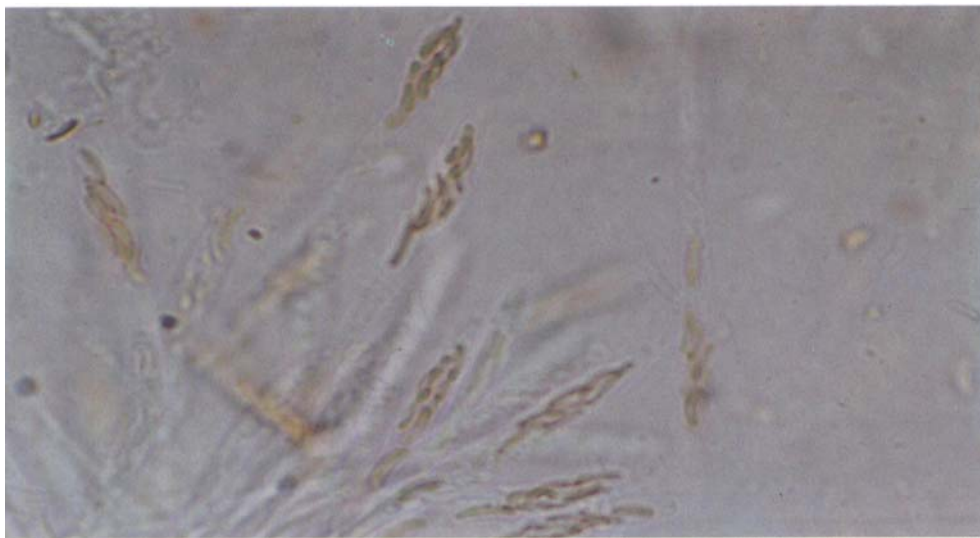
Περιγραφή και ταξινόμηση του μύκητα

Η ευτυπίωση οφείλεται στο μύκητα *Eutypa lata* ο οποίος ανήκει στην κλάση των Ασκομυκήτων και την τάξη Diatrypales.

Η τέλεια μορφή του μύκητα σχηματίζεται επί νεκρού ξύλου μέσα σε μελανό στρώμα. Τα περιθήκια είναι τοποθετημένα πολύ κοντά το ένα με το άλλο και έχουν διάμετρο (300-)400-600(-700) μm με οστίολη μήκους 120-180 μm που προεξέχει του μυκηλιακού στρώματος. Οι ασκοί έχουν μέγεθος (30-)40-60x5-7μm και περιέχουν οκτώ μονοκύτταρα, αλλαντοειδή ασκospόρια χρώματος ωχροκίτρινου και μεγέθους 6,2-11 x 1,5 - 2 μm (εικόνες 6,7).

Η αγενής μορφή του μύκητα για πολλά χρόνια αναφερόταν στο γένος *Cytosporina*. Νεώτερες όμως εργασίες την κατατάσσουν στο γένος *Libertella* (*L. blepharis*).

Τα πυκνίδια έχουν μήκος 1 mm και σχηματίζονται σε 3-4 εβδομάδες. Τα κονίδια έχουν μήκος (20-)30-45(50-) μm και είναι υαλώδη μονοκύτταρα, νηματοειδή, με κυρτό το ένα άκρο τους.



Εικόνα 6. Ασκοί του μύκητα *Eutyra lata* που καθένας περιέχει οκτώ ασκοσπόρια



Εικόνα 7. Ευτυπίωση (*Eutyra lata*): Αλλαντοειδή, ωχροκίτρινα ασκοσπόρια του μύκητα.

Διάδοση του παθογόνου

Ο μύκητας *E. lata* διαδίδεται στη φύση με τα ασκοσπόρια. Τα πυκνιδιοσπόρια της ατελούς μορφής δεν έχουν καμία επιδημιολογική σημασία. Σε πειράματα μετάδοσης της ασθένειας με πριόνι διαπιστώθηκε προσβολή σε 50 % των τομών που έγιναν σε υγιές ξύλο. Τα τμήματα του

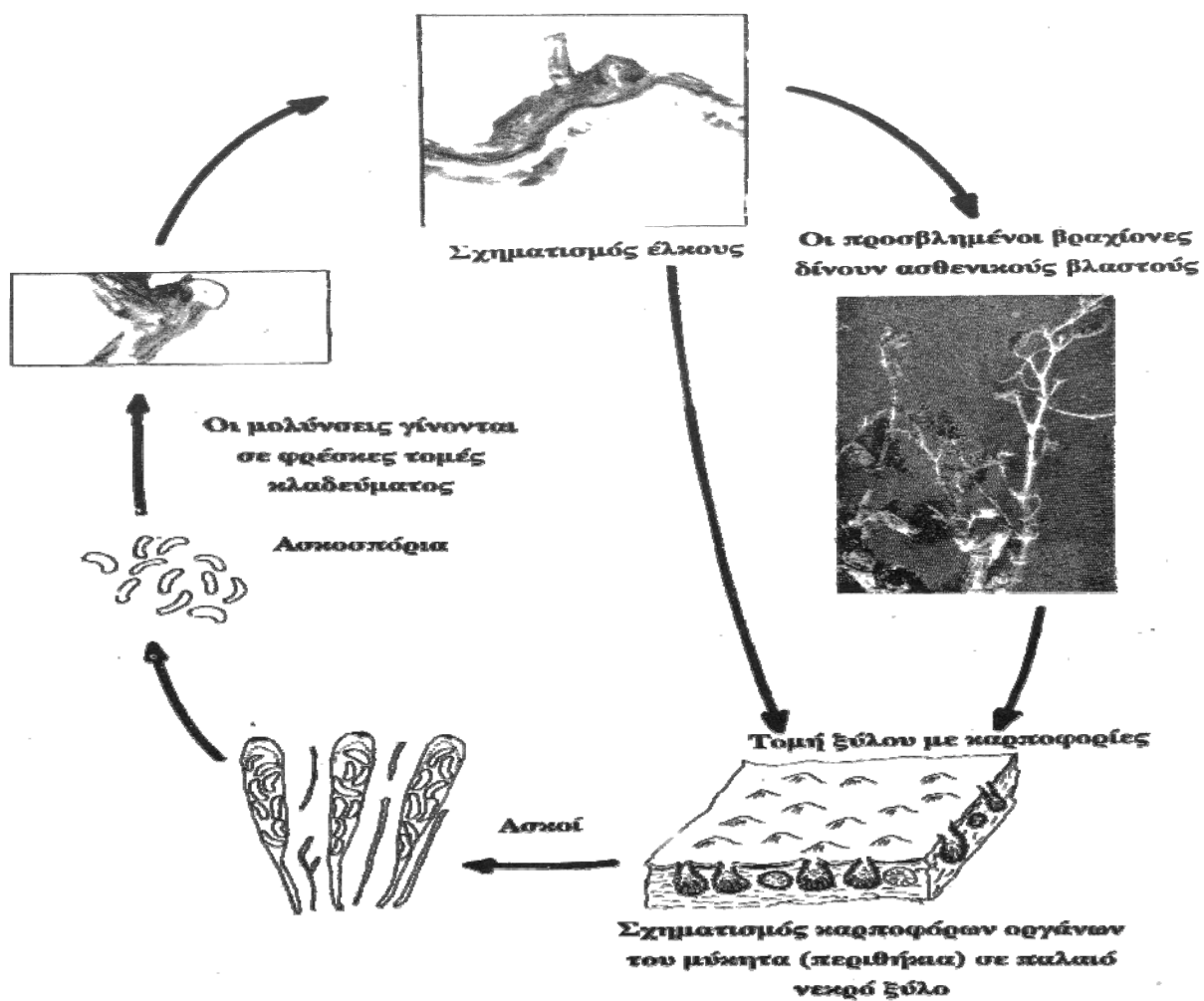
μυκηλίου που μεταφέρονται πάνω στις υγιείς τομές δεν είναι δυνατόν να αυξηθούν και να μολύνουν, εκτός εάν υπάρχει υγρό περιβάλλον.

Ο αέρας και η βροχή είναι βασικοί παράγοντες για την μεταφορά και εξάπλωση των ασκοσπορίων. Με τον αέρα, τα σπόρια μεταφέρονται στην επιφάνεια των βλαστών και στη συνέχεια με τη βροχή, είτε με την εκτίναξη σταγόνων είτε με τη ροή του νερού, μεταφέρονται πάνω στις τομές κλαδέματος. Αρκεί ένα μόνο ασκοσπόριο για να γίνει η μόλυνση.

Τα ασκοσπόρια μετά την ελευθέρωση τους από τα περιθήκια έχουν την ικανότητα κάτω από συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών να διατηρούν τη βλαστικότητα τους σε σημαντικό ποσοστό για αρκετές ημέρες.

Η δυνατότητα μεταφοράς των ασκοσπορίων σε μεγάλες αποστάσεις με τον αέρα είναι πολύ μεγάλες. Οι αποστάσεις που μπορούν να μεταφερθούν είναι 50 km ή ακόμα και 160 km.

Βιολογικός κύκλος (βλ. εικόνα 8)



Εικόνα 8. Βιολογικός κύκλος του μύκητα *Eutypa lata* (στο αμπέλι).

Φάσμα ξενιστών

Το φάσμα ξενιστών που προσβάλλονται από το μύκητα *E. lata* είναι πολύ μεγάλο. Προσβάλει 88 διαφορετικά φυτικά είδη που ανήκουν σε 28 οικογένειες. Στα είδη αυτά συμπεριλαμβάνονται αρκετά καρποφόρα δένδρα και θάμνοι αλλά και πολλά δασικά και καλλωπιστικά είδη που φυτεύονται στους κήπους, πάρκα ή δρόμους.

Τα είδη των φυτών τα οποία διαπιστώθηκε να προσβάλει ο μύκητας *E. lata* παρουσιάζεται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Είδη των φυτών τα οποία προσβάλει ο μύκητας *E. lata*.

| ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ | ΕΙΔΟΣ |
|----------------|--|
| ACERACEAE | <i>Acer campestre</i> L. |
| ANACARDIACEAE | <i>Pistacia lentiscus</i> L. <i>P. terebinthus</i> L. <i>Schinus molle</i> L. <i>S. terebinthifolius</i> Raddi |
| APOCYNACEAE | <i>Nerium oleander</i> L. |
| ARALIACEAE | <i>Hedera helix</i> L. |
| BERBERIDACEAE | <i>Berberis darwinii</i> Hook |
| BETULACEAE | <i>Carpinus betulus</i> L. <i>Corylus avellana</i> L. |
| CAPRIFOLIACEAE | <i>Lonicera alpigena</i> L. <i>L. xylosteum</i> L. <i>Symphoricarpos ordiculatus</i> Moench <i>Viburnum lantana</i> L. <i>V. opulus</i> L. <i>V. tinus</i> L. |

| | |
|-----------|--|
| CORNACEAE | <i>Comus sanguinea</i> L. <i>C. alba</i> L. |
| EBENACEAE | <i>Diospyros kaki</i> L. |

| | |
|-----------------|---|
| ERICACEAE | <i>Actostaphylos stanfordiana</i> var. <i>Hispidula</i> (Howell) Adams |
| FAGACEAE | <i>Fagus sylvatica</i> L. <i>Quercus suber</i> L. <i>Quercus</i> sp. |
| GROSSULARIACEAE | <i>Ribes nigrum</i> L. <i>R. petraeum</i> Wulf. <i>R. rudum</i> L. <i>R. sanguinea</i> Rursh. <i>R. uva-crispa</i> L. |
| JUGLANDACEAE | <i>Juglans regia</i> L. |
| LEGUMINOSAE | <i>Acacia dealbata</i> Link <i>Genista monspessulana</i> (L). Johnston <i>Genista</i> sp. |
| MORACEAE | <i>Ficus carica</i> L. |
| OLEACEAE | <i>Fraxinus excelsior</i> L. <i>Jasminum mesneyi</i> Hance <i>Ligustrum vulgare</i> L. <i>Olea europaea</i> L. <i>Syringa vulgaris</i> L. |
| PITTOSPORACEAE | <i>Pittosporum undulatum</i> Vent. |
| PLATANACEAE | <i>Platanus acerifolia</i> Willd. |
| RHAMNACEAE | <i>Ceanothus cyaneus</i> Eastw. <i>C. megacarpus</i> Nutt. <i>C. spinosus</i> Nutt. <i>C. thyrsiflorus</i> Esch. <i>Frangula alnus</i> Mill. <i>Rhamnus alaternus</i> L. <i>R. alpine</i> L. <i>R. cathartica</i> L. |
| ROSACEAE | <i>Chaenomeles japonica</i> Lindl. <i>Cotoneaster glaucophylla</i> Franch <i>C. pannosa</i> Franch. <i>C. salicifolia</i> Franch. <i>Crataegus monogyna</i> Jacq. <i>Crataegus</i> sp. |

Συμπτώματα της ασθένειας

Μυκητολογικές ασθένειες του ξύλου της ελιάς στην Κρήτη και η ολοκληρωμένη αντιμετώπισή τους

- ▶ Σε εγκάρσια τομή του προσβεβλημένου κλάδου παρατηρείται καστανός μεταχρωματισμός του ξύλου σε μορφή κυκλικού τομέα (σχήμα V) (εικόνα 9).
- ▶ Η ευτυπίωση προσβάλλει συνήθως τους κλάδους των δένδρων, στους οποίους παρατηρείται εκτεταμένη νέκρωση των ιστών γύρω από τις τομές κλαδέματος και δημιουργία έλκους (εικόνα 10).
- ▶ Τελικά οι προσβεβλημένοι κλάδοι νεκρώνονται σε λίγα χρόνια από την εκδήλωση της ασθένειας.
- ▶ Σε επιμήκη τομή των προσβεβλημένων βραχιόνων παρατηρείται διάχυτος καστανός μεταχρωματισμός του ξύλου, που αρχίζει συνήθως από τομή κλαδέματος και προχωρά προς τα κάτω (εικόνα 10).



Εικόνα 9. Ευτυπίωση (*Eutypa lata*) ελιάς: Προσβολή του ξύλου κλάδων και νέκρωση του, που σε εγκάρσια τομή έχει μορφή κυκλικού τομέα (σχήμα V).



Εικόνα 10. Έλκος ευτυπίωσης (*Eutypa lata*) κατά μήκος του κλάδου που αρχίζει από τομή κλαδέματος.

Μέτρα αντιμετώπισης της ασθένειας

Η ικανότητα του μύκητα να προσβάλλει μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών, μεταξύ των οποίων και αρκετά καλλωπιστικά και δασικά είδη, φαίνεται ότι μειώνει τις δυνατότητες αποτελεσματικής αντιμετώπισης της ασθένειας, διότι η εφαρμογή των ενδεικνυόμενων μέτρων για την αντιμετώπισή της περιορίζεται στα καλλιεργούμενα είδη. Όμως, η ιδιαιτερότητα του παθογόνου να προσβάλλει τους ξενιστές κυρίως από τομές κλαδέματος μειώνει τη σημασία αυτών των ειδών ως πηγών μόλυσματος στη φύση.

Αντίθετα, ο μεγάλος αριθμός τομών κλαδέματος που γίνεται στα καλλιεργούμενα είδη δημιουργεί ευνοϊκές προϋποθέσεις για την ταχύτερη εξάπλωση του μύκητα.

Τα συνιστώμενα μέτρα αντιμετώπισης της ασθένειας είναι:

- ▶ Εκτέλεση κλαδέματος εξυγίανσης.
- ▶ Καταστροφή των πηγών μόλυνσης.
- ▶ Προστασία των τομών κλαδέματος με χημικά σκευάσματα.
- ▶ Βιολογική καταπολέμηση της ασθένειας.

Εκτέλεση κλαδέματος εξυγίανσης

Η ανάγκη διενέργειας του κλαδέματος για τη δημιουργία ή διατήρηση του κατάλληλου σχήματος του δένδρου είναι απόλυτα συνυφασμένη με τις προσβολές του από την ευτυπίωση. Ήδη από το πρώτο έτος εγκατάστασης των δενδρυλλίων στον αγρό γίνονται οι πρώτες τομές κλαδέματος, ο αριθμός των οποίων αυξάνεται από χρόνο σε χρόνο αυξάνοντας συγχρόνως και την πιθανότητα μόλυνσής τους. Η

εφαρμογή αυστηρού κλαδέματος δημιουργεί προϋποθέσεις ανάπτυξης πλούσιας βλάστησης το επόμενο έτος και συγχρόνως την ανάγκη εφαρμογής περισσότερων τομών κλαδέματος για τον περιορισμό της.

Ιδιαίτερα θα πρέπει να προβληματισθεί ο παραγωγός όταν θα πρέπει να κάνει μεγάλες τομές αφαιρώντας βραχίονες των δένδρων. Έχει διαπιστωθεί ότι αν υπάρξουν οι κατάλληλες για τη μόλυνση συνθήκες περιβάλλοντος θεωρείται βέβαιη η μόλυνση μεγάλου αριθμού μεγάλων τομών των κλάδων. Γι' αυτό πρέπει να αποφεύγεται η άσκοπη δημιουργία μεγάλων τομών κλαδέματος. Εξίσου σημαντικό επίσης είναι να αποφεύγεται η δημιουργία τομών κλαδέματος πλησίον του κορμού και των κυρίων βραχιόνων.

Προκειμένου να αποφεύγονται οι τομές πλησίον του κορμού, θα πρέπει τα δένδρα να παραμένουν ακλάδευτα το πρώτο έτος μετά την

εγκατάστασή τους στον αγρό. Το δεύτερο έτος κλαδεύονται οι πλάγιοι βλαστοί σε απόσταση «ασφαλείας» από τον κορμό και αφήνονται να αναπτυχθούν στο επιθυμητό μήκος οι νέοι βλαστοί. Με τον τρόπο αυτό οι τομές κλαδεύματος γίνονται σε απόσταση «ασφαλείας» τουλάχιστον 30 cm από τους κύριους βραχίονες. Απαιτείται η κατάλληλη εκπαίδευση των παραγωγών, ώστε να μπορούν να αναγνωρίζουν τα έλκη του μύκητα στους πλάγιους βλαστούς πριν το παθογόνο εισέλθει στον κύριο βραχίονα.

Μεγάλη σημασία επίσης έχει η εποχή που γίνεται το κλάδεμα. Πειραματικά αποτελέσματα έδειξαν ότι κατά τη διάρκεια του χειμώνα οι μολύνσεις των τομών είναι περισσότερες από τις μολύνσεις τους όταν το κλάδεμα εφαρμόζεται νωρίς την άνοιξη. Φαίνεται ότι όταν το κλάδεμα γίνεται αργά την άνοιξη, ο κίνδυνος εισόδου των σπορίων στα αγγεία της τομής είναι περιορισμένος λόγω της πίεσης των χυμών που οφείλεται στην έναρξη της νέας βλαστικής περιόδου. Γι' αυτό συνιστάται στους παραγωγούς της χώρας μας να εφαρμόζουν το κλάδεμα των δένδρων, ιδιαίτερα στις ευπαθείς ποικιλίες, όσο το δυνατόν αργότερα.

Έχει διαπιστωθεί πειραματικά ότι όταν η αφαίρεση του κλάδου δε γίνεται ακριβώς στη βάση του αλλά σε απόσταση περίπου 2 cm, ο κίνδυνος ανάπτυξης της ασθένειας μειώνεται σημαντικά. Φαίνεται ότι στην περίπτωση που ο βλαστός αφαιρείται από τη βάση του ο μύκητας έχει τη δυνατότητα ταχείας εισόδου στο αγωγό σύστημα του φυτού, ενώ όταν αφήνεται τμήμα ύψους 1-2 mm ο μύκητας χρειάζεται αρκετό χρονικό διάστημα για να φθάσει στα λειτουργικά αγγεία, που ίσως είναι αρκετό προκειμένου να ενεργοποίηση το φυτό τον αμυντικό του μηχανισμό και να εμποδίσει τη δίοδο του μύκητα.

Καταστροφή των πηγών μολύσματος

Κανένα μέτρο για την αντιμετώπιση της ευτυπίωσης δεν είναι αποτελεσματικό, αν προηγουμένως δεν καταστραφούν με φωτιά όλες οι πηγές μόλυνσης, οι οποίες μπορεί να προέρχονται:

- α) Από προσβεβλημένα δένδρα που νεκρώνονται και παραμένουν για χρόνια στην αρχική θέση εγκατάστασής τους.
- β) Από προσβεβλημένα και νεκρωμένα δένδρα που έχουν συγκεντρωθεί σε σωρούς στην περιφέρεια του κτήματος.
- γ) Από προσβλημένα δένδρα που βρίσκονται σε κήπους, αυλές, πεζοδρόμια, πάρκα κ.τ.λ.

Η καταστροφή με φωτιά όλων των προσβεβλημένων δένδρων περιορίζει σημαντικά την ποσότητα του μολύσματος. Όμως, το

πρόβλημα μπορεί να εξακολουθεί να υπάρχει σε μία περιοχή γιατί τα σπόρια των μυκήτων μπορεί να μεταφερθούν με τον αέρα από γειτονικές περιοχές ή γειτονικά δάση.

Όσο νωρίτερα γίνει αντιληπτή από τον παραγωγό η προσβολή και αφαιρεθεί το προσβεβλημένο τμήμα του δένδρου, τόσο μικρότερη είναι η επιβάρυνση στην παραγωγή και την επιβίωσή του.

Προστασία των τομών με χημικά σκευάσματα

Κατά καιρούς έχουν δοκιμασθεί από ορισμένους ερευνητές διάφορες απολυμαντικές αλοιφές και μαστίχες εμβολιασμού για την αποτελεσματικότητά τους στην προστασία των τομών κλαδέματος από προσβολές του μύκητα *E. lata*. Όμως, παρόλο που τα εν λόγω υλικά ήταν ενθαρρυντικά διότι περιόρισαν τις προσβολές σε ποσοστό 70-90%, οι παραγωγοί φάνηκαν απρόθυμοι να εφαρμόσουν την χρονοβόρα αυτή τεχνική, που πρέπει να γίνεται κάθε χρόνο.

Από τις ουσίες που δοκιμάστηκαν πολύ καλά αποτελέσματα, ιδίως στην προστασία των μεγάλων τομών, έδωσε η μαστίχα εμβολιασμού και τα χαλκούχα σκευάσματα. Τα χαλκούχα σκευάσματα είναι αποτελεσματικά αν υπάρχει ικανοποιητική ποσότητα χαλκού στην επιφάνεια της τομής κλαδέματος, όταν πέσουν πάνω της τα σπόρια του μύκητα. Η επέμβαση έχει προληπτικό και όχι θεραπευτικό χαρακτήρα. Ουσιαστικά θα πρέπει η τομή κλαδέματος κυριολεκτικά να εμποτισθεί με το χαλκούχο σκεύασμα.

Η ανάγκη ικανοποιητικής διαβροχής της επιφάνειας των τομών με κατάλληλο μυκητοκτόνο αμέσως μετά το κλάδεμα οδήγησε στην επινόηση ενός κλαδευτικού ψαλιδιού που επιτρέπει ταυτόχρονα με το κλάδεμα και ψεκασμό της τομής (εικόνες 11α – 11β).



Εικόνα 11α: Κλαδευτικό ψαλίδι για άμεση απολύμανση της τομής κλαδέματος με μυκητοκτόνο που περιέχεται σε ειδική πλαστική φιάλη.



Εικόνα 11β: Κλαδευτικό ψαλίδι για άμεση απολύμανση της τομής κλαδέματος με μυκητοκτόνο που περιέχεται σε ειδική πλαστική φιάλη.

Βιολογική καταπολέμηση

Για βιολογική καταπολέμηση της ευτυπίωσης υπάρχουν τα ακόλουθα δεδομένα:

► Πειράματα που έγιναν με τον ανταγωνιστικό μύκητα *Fusarium lateritium* έδειξαν ότι επιτυγχάνεται ικανοποιητική προστασία από την ευτυπίωση όταν αμέσως μετά το κλάδεμα οι τομές ψεκαστούν με αιώρημα σπορίων του ανωτέρω μύκητα. Ο μύκητας αναπτύσσεται εντός

των αγγείων του ξύλου και παρεμποδίζει την ανάπτυξη του παθογόνου της ευτυπίωσης. Η προστασία όμως των τομών κλαδέματος ήταν πολύ ικανοποιητική μετά από διάστημα έξι ημερών από την εφαρμογή του *F. lateritium*, ενώ το προηγούμενο διάστημα η προστασία ήταν επισφαλής, και χρειάζονταν ψεκασμός τους με κατάλληλο μυκητοκτόνο γι' αυτό η έρευνα για την χρησιμοποίηση στην πράξη ενός βιολογικού σκευάσματος με βάση το μύκητα *F. lateritium* εγκαταλείφθηκε.

► Επίσης προσπάθειες βιολογικής αντιμετώπισης της ευτυπίωσης έγιναν και με τους μύκητες *Trichoderma* spp. και *Cliocladium roseum*, χωρίς ιδιαίτερη επιτυχία.

► Χρησιμοποίηση μη παθογόνων στελεχών του μύκητα *E. lata*.

Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της διαπίστωσης διαφόρων ακόμα και μεταξύ των οκτώ ασκοσπορίων ενός ασκού. Η ύπαρξη παθογόνων και μη παθογόνων στελεχών του μύκητα μπορεί ίσως να αποτελεί μια ερμηνεία του φαινομένου που παρατηρείται συχνά στη φύση, δηλαδή να σταματά δηλαδή ξαφνικά μετά από ένα ή δύο χρόνια η εξέλιξη ενός σημαντικού αριθμού ελκών στη βερικοκιά.

Σε διάφορα πειράματα έγιναν μολύνσεις με παθογόνα και μη παθογόνα στελέχη του μύκητα, καθώς και με συνδυασμό αυτών και διαπιστώθηκε ότι ενώ τα παθογόνα στελέχη μόνα τους προκάλεσαν το σχηματισμό έλκους, στην περίπτωση της ταυτόχρονης παρουσίας και ενός μη παθογόνου στελέχους, οι μολυνθέντες κλαδίσκοι δεν παρουσίασαν έλκη. Αντίθετα, στις περισσότερες περιπτώσεις το σημείο της μόλυνσης μετά από μερικούς μήνες επουλώθηκε.

▶ Ανάλογες προσπάθειες έγιναν τα τελευταία χρόνια με τη χρησιμοποίηση βακτηριακών σκευασμάτων. Πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα έδωσε σε πειράματα εργαστηρίου ένα στέλεχος βακτήριου το οποίο έχει απομονωθεί από τα αγγεία νεαρών βλαστών που είχαν προσβληθεί από το μύκητα *E. lata*.

Γενικά, ένας μικροοργανισμός για να μπορέσει να ανταγωνισθεί το μύκητα *E. lata* απαιτείται να έχει την ικανότητα:

- ▶ Παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων σπορίων που θα χρησιμοποιηθούν για τον ψεκασμό των τομών κλαδέματος.
- ▶ Ταχείας βλάστησης των σπορίων και ανάπτυξης σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 10 °C.
- ▶ Ταχείας ανάπτυξης μέσα στα αγγεία της τομής κλαδέματος.
- ▶ Παρεμπόδισης της βλάστησης των ασκοσπορίων ή την ανάπτυξη του μύκητα *E. lata*.

ΦΟΜΙΤΙΠΟΡΙΑ

Εισαγωγή

Η φομιτιπόρια είναι χρόνια ασθένεια που προσβάλλει την ελιά αλλά και άλλους ξυλώδεις ξενιστές, όπως είναι η ακτινιδιά, τα εσπεριδοειδή και το αμπέλι. Οφείλεται στο μύκητα *Fomitiporia punctata* (συν. *Phellinus punctatus*) στην κλάση των Βασιδιομυκήτων (Basidiomycetes). Προκαλεί ζημιές οικονομικής σημασίας σε ελαιώνες διαφόρων περιοχών της χώρας μας συμπεριλαμβανόμενης της Κρήτης.

Η καταπολέμηση της ασθένειας βασίζεται στην έγκαιρη διάγνωση, το σωστό κλάδεμα εξυγίανσης και στην απολύμανση των εργαλείων κλαδέματος.

Ταξινόμηση του μύκητα

Ο μύκητας αυτός ανήκει στην τάξη Exobasidiales, κλάση βασιδιομύκητας.

Φάσμα ξενιστών

Τα τελευταία χρόνια ο μύκητας αυτός έχει διαπιστωθεί ότι προσβάλλει και άλλους ξυλώδεις ξενιστές, όπως είναι η ακτινίδα, τα εσπεριδοειδή και το αμπέλι. Στη χώρα μας προσβάλλει συχνά την ελιά σε διάφορες περιοχές της χώρας συμπεριλαμβανομένης της Κρήτης.

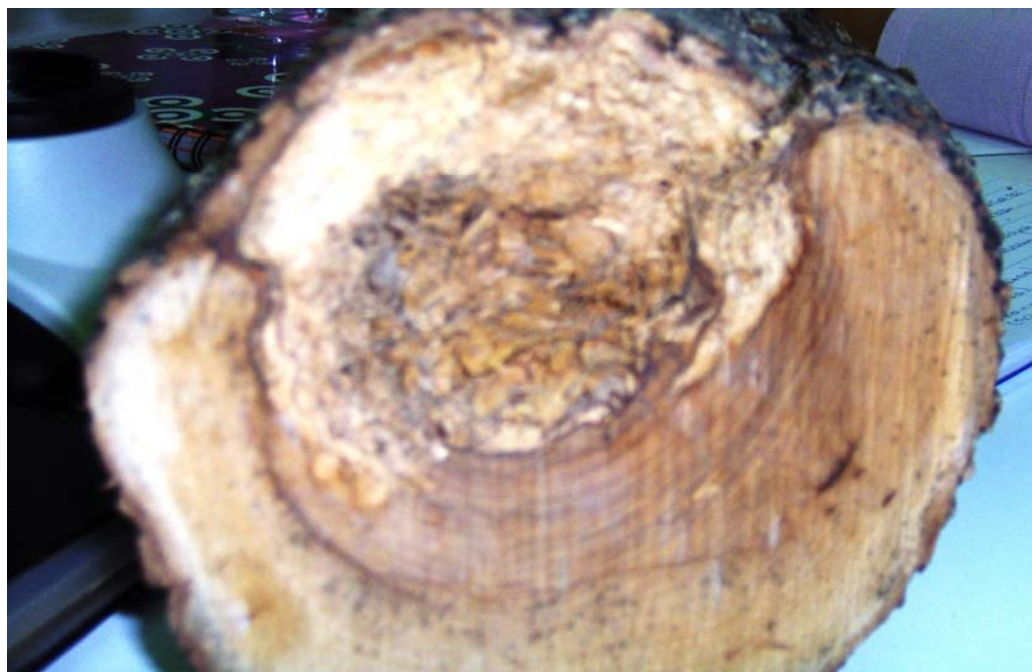
Συμπτώματα

Τα συμπτώματα τα οποία προκαλεί ο μύκητας είναι :

- ▶ Προσβολή του ξύλου του κορμού και των κυρίων βραχιόνων.
- ▶ Ανοικτός καστανός μεταχρωματισμός και σήψη του ξύλου καθώς και νέκρωση του φλοιού συνήθως προς την μία πλευρά του κορμού δημιουργώντας συχνά έλκη. Το ξύλο γίνεται εύθρυπτο, παρουσιάζοντας συμπτώματα παρόμοια με αυτά που προκαλεί η ίσκα στο αμπέλι (εικόνα 12).
- ▶ Εμφάνιση των οστρακόμορφων καρποσωμάτων του μύκητα στην επιφάνεια του κορμού και των κυρίων βραχιόνων. Αυτά είναι πολυετή, ξυλώδη, με πορώδη, καστανή και λεία (βελούδινη) επιφάνεια και επεκτείνονται επι-φανειακά.

Τρόπος μετάδοσης

Πιστεύεται ότι μεταδίδεται με την χρήση του αλυσοπρίονου όταν γίνεται το κλάδεμα των δένδρων.



Εικόνα 12. Προσβολή του ξύλου της ελιάς από το μύκητα *F. punctata*.

Βιολογικός κύκλος, συνθήκες μόλυνσης–ανάπτυξης

Καθώς το παθογόνο ανακαλύφθηκε πολύ πρόσφατα το (2002) δεν υπάρχουν πληροφορίες σχετικές με τις συνθήκες ανάπτυξής τους.

Καταπολέμηση

Απολύμανση των εργαλείων κλαδέματος.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φόμα είναι μια σοβαρή αδρομύκωση της ελιάς. Οφείλεται στο μύκητα *Phoma incompta*, ο οποίος ανήκει στην κλάση των Αδηλομυκήτων (*Adelomycetes*). Η φόμα αναφέρθηκε για πρώτη φορά στην Κρήτη το 1972 και κατόπιν διαπιστώθηκε και στη Λέσβο. Παρόμοια συμπτώματα περιγράφηκαν στη Σικελία.

Η ασθένεια εντοπίστηκε αρχικά στο νοτιοδυτικό τμήμα του νομού Ηρακλείου και στις κοινότητες Δαφνών, Βενεράτου, Αυγενικής, Αγίας Βαρβάρας κ.ά. Η ποικιλία η οποία καλλιεργείται στις περιοχές αυτές είναι σχεδόν αποκλειστικά η θρουμπολιά ενώ στο νομό Ρεθύμνης είναι η Μαστοειδής και στη Λέσβο η Κολοβή. Από όσα είναι γνωστά μέχρι σήμερα η ασθένεια έχει οικονομική σημασία στην Κρήτη στις παραπάνω περιοχές στις οποίες καλλιεργείται η ποικιλία Θρουμπολιά.

Στα προσβεβλημένα δένδρα παρατηρούνται διάσπαρτοι μικροί ξεροί βλαστοί ενώ σπάνια παρατηρείται ολική νέκρωση του δένδρου.

Περιγραφή και ταξινόμηση του μύκητα.

Η ασθένεια οφείλεται στο μύκητα *Phoma incompta*, ο οποίος ανήκει στην κλάση Αδηλομυκήτων. Τα πυκνίδια του μύκητα είναι πολύ μικρά, γι' αυτό είναι δυσδιάκριτα με γυμνό οφθαλμό. Στο στερεοσκόπιο τα πυκνίδια διακρίνονται ως μικρά μαύρα στίγματα βυθισμένα κατά το ήμισυ ή εξολοκλήρου στον ιστό του ξενιστή. Τα πυκνίδια είναι σφαιρικά ή λίγο πεπιεσμένα στους πόλους και μπορεί να βρίσκονται σε γραμμές τριών ή περισσοτέρων ή ακόμα μπορεί να είναι μεμονωμένα ή ενωμένα σε συσσωματώματα. Στη θέση που υπάρχουν πολλά πυκνίδια οι κλαδίσκοι έχουν μαύρο χρώμα. Όταν ο μύκητας καλλιεργηθεί σε θρεπτικό υλικό σχηματίζεται αποικία κυκλική, επίπεδη, διαμέτρου ελαχίστων χιλιοστών και χρώματος υπόλευκου. Μετά από πέντε ημέρες παρατηρούνται αρκετά πυκνίδια.

Το μυκήλιο είναι πολυκύτταρο υαλώδες και πλούσια διακλαδισμένο. Οι διακλαδώσεις του μυκηλίου φέρουν στη βάση τους ελαφρά σύσφιξη. Δίπλα από το σημείο διακλάδωσης, τόσο στην κύρια όσο και στην πλάγια υφή, υπάρχει εγκάρσιο διάφραγμα.

Τα πυκνιδιοσπόρια είναι πολύ μικρά, μονοκύτταρα, υαλώδη. Στο ένα άκρο είναι λίγο στρογγυλεμένα, ενώ στο άλλο περισσότερο οξύληκτα. Ορισμένα από αυτά παρουσιάζουν και μία ελαφριά κάμψη προς το μέσο.

Συμπτώματα

α) Μακροσκοπικά: Το χαρακτηριστικότερο σύμπτωμα της ασθένειας είναι η εμφάνιση ξηρών και ημίξηρων κλάδων διάσπαρτων σε όλη την κόμη των προσβεβλημένων δένδρων, τα οποία είναι ευδιάκριτα από μεγάλη απόσταση. Σε σοβαρή περίπτωση μεγάλο μέρος της κόμης είναι νεκρωμένο.

Η ξήρανση αρχίζει από τους λεπτούς κλάδους ηλικίας δύο έως τριών ετών οι οποίοι είναι διάσπαρτοι στην κόμη του δένδρου, έτσι ώστε τα λίγο προσβεβλημένα δένδρα να συγχέονται με τις προσβολές του φλοιοτρίβη ή ακόμα και της κηκιδόμυγας. Στους προσβεβλημένους κλαδίσκους η βλάστηση ανακόπτεται, τα φύλλα αλλάζουν χρώμα κιτρινίζουν και αργότερα επέρχεται η ξήρανση. Τα φύλλα διατηρούνται πάνω στους ξερούς βλαστούς για μακρύ χρονικό διάστημα.

Προοδευτικά, η προσβολή επεκτείνεται στους περισσότερους κλαδίσκους ως και χονδρούς κλάδους σπανίως διαμέτρου μέχρι και 10 cm. Στους προσβεβλημένους κλάδους, αναλόγως της εντάσεως της προσβολής, παρατηρούνται ξηροί απογυμνωμένοι κλαδίσκοι, ξηροί κλαδίσκοι οι οποίοι διατηρούν μέρος ή ολόκληρο το φύλλωμα και κλαδίσκοι με βλάστηση διαφόρων βαθμών ζωηρότητας. Παρόλα όμως αυτά δένδρα τελείως κατεστραμμένα εξαιτίας της φόμας σπανίως παρατηρούνται.

Τα ανωτέρω συμπτώματα παρατηρούνται περισσότερο στα ανεπτυγμένα δένδρα. Στα δένδρα μικρής ηλικίας (4–5 ετών) οι προσβολές είναι συνήθως μικρότερες λόγω βραδείας εξέλιξης της ασθένειας.

Στην επιφάνεια των ημίξηρων κλάδων παρατηρούνται κεραμόχροες κηλίδες ή λωρίδες λίγο βυθισμένες, με σαφή όρια, ακανόνιστου σχήματος, διαμέτρου 0,5 cm έως και 5 cm οι οποίες βρίσκονται κατά μήκος των κλάδων (εικόνα 13). Μικρές κηλίδες συνήθως παρατηρούνται στους νεαρούς κλαδίσκους, ενίοτε περιβάλλουν την ουλή των πεσμένων φύλλων ή την βάση πολύ λεπτών κλαδίσκων. Ο υποκείμενος των κηλίδων φλοιός εμφανίζει σκοτεινό μεταχρωματισμό (Εικόνα 13). Ο μεταχρωματισμός αυτός προχωρά μέχρι τον κεντρικό κύλινδρο στον οποίο το χρώμα αλλάζει σε βαθύ καστανό, σε αρκετό βάθος και μήκος.

Σε εγκάρσια τομή των προσβεβλημένων κλάδων, ανεξάρτητα αν φέρουν καστανές λωρίδες, παρατηρούνται στον κεντρικό κύλινδρο καστανά στίγματα ή κηλίδες ακανόνιστου σχήματος σε διάφορα βάθη από την περιφέρεια. Σε κατά μήκος τομή παρατηρούνται ραβδώσεις μεγάλου μήκους με σαφή όρια και με μεταχρωματισμό ανοικτό έως βαθύ

καστανό. Στους πολύ προσβεβλημένους κλάδους, το μεγαλύτερο μέρος του κεντρικού κυλίνδρου έχει υποστεί βαθύ καστανό μεταχρωματισμό (εικόνα 14). Ο μεταχρωματισμός αυτός στα έντονα προσβεβλημένα δένδρα παρατηρείται και στους πολύ χονδρούς κλάδους. Αντίθετα, στα ελαφρά προσβεβλημένα δένδρα, όπως τα μικρής ηλικίας, ο μεταχρωματισμός παρατηρείται μόνο στους λεπτούς κλάδους και εξαφανίζεται προοδευτικά από την κορυφή προς τη βάση.

β) Μικροσκοπικά: Στο μικροσκόπιο παρατηρούνται αποφράξεις των αγγείων σε βαθμό ανάλογο του μεταχρωματισμού του ξύλου καθώς και θυλώσεις. Επίσης σε τομές προσφάτως προσβεβλημένων βλαστών παρατηρούνται εντός των αγγείων μυκηλιακές υφές. Όμως τα εν λόγω μικροσκοπικά συμπτώματα παρατηρούνται, συνήθως, στις αδρομυκώσεις της ελιάς (βερτισιλλίωση και φόμα) και δεν έχουν ιδιαίτερη διαγνωστική σημασία στην περίπτωση της φόμας.



Εικόνα 13. Προσβολή κλαδίσκου ελιάς από το μύκητα *Phoma incompta*.



Εικόνα 14 : Προσβολή του ξύλου της ελιάς από το μύκητα *Phoma incompta*.

Παράγοντες υπεύθυνοι για την εκδήλωση των συμπτωμάτων

Η ασθένεια ανήκει στην κατηγορία των αδρομυκώσεων. Το χαρακτηριστικότερο σύμπτωμα των ασθενειών αυτών είναι ο μαρασμός. Για την εξήγηση του μαρασμού έχουν προταθεί δύο θεωρίες: α) της αποφράξεως των αγγείων από το μυκήλιο του μύκητα, από τις θυλώσεις και διάφορες εκκρίσεις κ.ά. β) των τοξινών οι οποίες παραγόμενες από το παθογόνο μεταφέρονται και δρουν πέρα από το σημείο της μόλυνσης (βλ. βερτισιλλίωση).

Διάκριση από άλλες παθήσεις που προκαλούν παρόμοια συμπτώματα.

Η Φόμα της ελιάς ομοιάζει, στα αρχικά τουλάχιστον στάδια, με τις προσβολές των εντόμων *Phloeotribus scarabaeoides* (φλοιοτρίβης) και *Clinodiplosis oleisuga* (κηκιδόμυγα). Επίσης ομοιάζει πολύ με την προσβολή από τον μύκητα *V. dahliae* και την τροφοπενία βορίου.

Η διάκριση από τις ζημιές των εν λόγω εντόμων είναι εύκολη: στην περίπτωση του φλοιοτρίβη οι ξηροί βλαστοί φέρουν στην βάση τους στοές του εντόμου, στην περίπτωση της κηκιδόμυγας ο φλοιός στη βάση του ξηρού βλαστού είναι ανασηκωμένος και από κάτω βρίσκονται οι ρόδινες προνύμφες του εντόμου ή τα ίχνη των εντόμων εάν έχουν εξέλθει τα ακμαία. Επίσης σε καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις δεν παρατηρείται καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου. Στην τροφοπενία βορίου, η οποία προκαλεί επίσης ξηράνσεις των κλαδίσκων, η διάγνωση βασίζεται στη χαρακτηριστική όψη σκούπας την οποία εμφανίζουν οι βλαστοί, καθώς επίσης στην έλλειψη μεταχρωματισμού στον κεντρικό κύλινδρο.

Πιο δύσκολη είναι η διάκριση της φόμας από τη βερτισιλλίωση, με την οποία έχει πολλές ομοιότητες. Οι κυριότερες διαφορές, στις οποίες θα βασιστεί η διάκριση μεταξύ των δύο ασθενειών, είναι οι εξής : α) Η βερτισιλλίωση παρατηρείται πολλές φορές σε δένδρα μικρής ηλικίας σε αντίθεση με την Φόμα. β) Στα προσβεβλημένα από τη βερτισιλλίωση δένδρα συνήθως ξηραίνονται γρήγορα (εντός μικρού χρονικού διαστήματος) κλάδοι ηλικίας άνω των τριών ή τεσσάρων ετών που βρίσκονται στη μία πλευρά του δένδρου ενώ οι παρακείμενοι κλάδοι είναι φαινομενικά τουλάχιστον υγιείς. Ενίοτε παρατηρείται και το φαινόμενο της αποπληξίας. Αντίθετα, στη φόμα η προσβολή αρχίζει από κλαδίσκους ενός-δύο ετών, διάσπαρτους σε ολόκληρη την κόμη. Στη φόμα δεν παρατηρείται ταχεία ξήρανση μεγάλων κλάδων ή συμπτώματα αποπληξίας. γ) Η εξέλιξη της βερτισιλλίωσης, ακόμα και της χρόνιας μορφής, είναι σχετικά ταχεία και συνήθως καταλήγει στην ολοκληρωτική ξήρανση του δένδρου, ενώ η φόμα εξελίσσεται πολύ βραδύτερα και σπανιότατα παρατηρούνται νεκρωμένα δένδρα. δ) Ο μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου στην περίπτωση της βερτισιλλίωσης είναι συνεχής, με ασαφή μάλλον όρια και καστανοκίτρινη απόχρωση. Καστανές λωρίδες στο φλοιό, τουλάχιστον στην Κρήτη, δεν παρατηρούνται ή παρατηρούνται σπάνια. Αντίθετα, στην φόμα παρατηρούνται στον κεντρικό κύλινδρο ραβδώσεις σκοτεινού χρωματισμού σχεδόν μελανές με σαφή όρια, οι οποίες σε εγκάρσια τομή εμφανίζονται ως μελανά στίγματα ή κηλίδες ακανόνιστων σχημάτων. Οι καστανές νεκρωτικές λωρίδες πάνω στο φλοιό είναι συνηθέστερες.

Επιδημιολογία

Η μελέτη της επιδημιολογίας μιας χρόνιας ασθένειας, όπως η φόμα είναι θέμα επίπονο και μακροχρόνιο. Οι δυσκολίες είναι μεγαλύτερες στις περιπτώσεις χρόνιων ασθενειών, όπως στην φόμα.

Προέλευση του μολύσματος.

Οι καρποφορίες οι οποίες αποδεδειγμένως σχηματίζονται στα προσβλημένα δένδρα είναι τα **πυκνίδια** τα οποία περιγράφηκαν παραπάνω. Εξάλλου το πλήθος των πυκνιδίων και ο μεγάλος αριθμός των σπορίων τα οποία ελευθερώνονται σε όλη την διάρκεια του έτους αποτελεί σοβαρότατη ένδειξη ότι αυτά αποτελούν την κύρια πηγή μολύσματος, ανεξάρτητα από την ύπαρξη και άλλου είδους καρποφοριών στην φύση.

Τα πυκνίδια υπάρχουν τόσο στην επιφάνεια των ξηρών κλάδων όσο και από κάτω από το φλοιό. Συνήθως παρατηρούνται πολλά πυκνίδια σε σωρούς. Πυκνίδια σε μη αποξηραμένους κλάδους παρατηρήθηκαν μόνο στην ποικιλία κολοβή στην Λέσβο.

Ο σχηματισμός των πυκνιδίων, τουλάχιστον στη Θρουμπολιά, καθυστερεί πολύ.

Ελευθέρωση και διασπορά των πυκνιδιοσπορίων

Ο χρόνος που απαιτείται για την ύγρανση και ελευθέρωση των πυκνιδιοσπορίων είναι δυνατό να ποικίλλει ανάλογα με την ωρίμανση των πυκνιδίων. Εκτός από αυτό λόγω του μικρού μεγέθους των πυκνιδίων και της λεπτότητας των τοιχωμάτων τους θα πρέπει να αναμένεται ότι τα σπόρια εξέρχονται από τα πυκνίδια μετά από ελάχιστο χρόνο διαβροχής τους. Η διαβροχή είναι δυνατόν να οφείλεται σε βροχοπτώσεις μικρής διάρκειας, ενδεχομένως και στη δροσιά. Όμως, για τα σπόρια τα οποία βρίσκονται κάτω από τον φλοιό απαιτείται βροχόπτωση μεγαλύτερης διάρκειας.

Η μεταφορά των σπορίων γίνεται, όπως και των μυξοσπορίων άλλων μυκήτων, με τη βροχή και τον άνεμο σε μικρές αποστάσεις. Για τη μεταφορά των σπορίων σε μεγαλύτερη απόσταση ίσως να παίζουν κάποιο ρόλο τα πτηνά, όπως συμβαίνει στην κορυφοξήρα των εσπεριδοειδών (που έχει πολλές ομοιότητες με την ευτυπίωση), ακόμα μπορεί να γίνεται και με τα έντομα. Πιθανότερο έντομο ίσως είναι ο φλοιοτρίβης, ο οποίος ενδημεί στην Κρήτη. Η έξοδος των ακμαίων του φλοιοτρίβη από τις στοές λαμβάνει χώρα στα τέλη του χειμώνα, όταν υπάρχουν επαρκείς βροχοπτώσεις για τη διύγρανση των πυκνιδίων.

Διακύμανση του πληθυσμού των πυκνιδιοσπορίων κατά τη διάρκεια του έτους.

Λόγω της επιδεκτικότητας του ξενιστή στις μολύνσεις καθόλη την διάρκεια του έτους και της ύπαρξης ευνοϊκών συνθηκών μόλυνσης των δένδρων κατά το μεγαλύτερο μέρος του, η διακύμανση του μολύσματος

κατά τη διάρκεια του έτους είναι καθοριστικής σημασίας στην επιδημιολογία της ασθένειας. Πρέπει να τονισθεί ότι η διακύμανση του πληθυσμού των σπορίων αφορά τα σπόρια τα οποία είναι δυνατόν να ελευθερωθούν και όχι εκείνα τα οποία πράγματι ελευθερώνονται. Ο αριθμός των σπορίων που ελευθερώνονται εξαρτάται κυρίως από τη βροχή. Η μικρή διακύμανση του πληθυσμού του μολύσματος κατά τη διάρκεια του έτους, ακόμα και ο υποδιπλασιασμός του κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, δε φαίνεται να επηρεάζει τη μόλυνση των νωπών ουλών της ελιάς.

Τρόπος μολύνσεως του ξενιστή.

Ο τρόπος μόλυνσης του ξενιστή γίνεται μέσω πληγών που δημιουργούνται κυρίως από τα έντομα όπως ο φλοιοτρίβης καθώς και από το χαλάζι.

Παρατηρήθηκαν περιπτώσεις όπου οι οπές του φλοιοτρίβου αποτελούσαν τις πύλες εισόδου του μύκητα. Υπάρχει επίσης το ενδεχόμενο ο φλοιοτρίβης και ο φλοιοφάγος να μεταφέρουν με το σώμα τους τα γλοιώδη σπόρια του παθογόνου, τα οποία να αφήνουν στις στοές τις οποίες δημιουργούν κατά την τοποθέτηση των αυγών τους.

Όμως, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις αυτές οι μολύνσεις από τον φλοιοτρίβη είναι περιορισμένης σημασίας. Η άποψη αυτή ενισχύεται από το γεγονός ότι η ένταση της ασθένειας δεν είναι μεγαλύτερη δίπλα σε κατοικημένες περιοχές, όπου κυρίως παρατηρούνται μεγάλες προσβολές φλοιοτρίβου, καθώς και από την περιορισμένη εξάπλωση της ασθένειας παρά την από πολλών ετών εμφάνισή της.

Εξάλλου το χαλάζι δεν παρουσιάζει μεγάλη συχνότητα στις περιοχές όπου παρατηρείται η ασθένεια και οι κλαδίσκοι της ελιάς δεν έχουν ιδιαίτερη ευπάθεια στις πληγές που δημιουργούνται από το χαλάζι. Οι υπάρχουσες παρατηρήσεις δεν επιτρέπουν να θεωρηθεί ο τρόπος αυτός μόλυνσης ιδιαίτερης σημασίας αν και σε περιπτώσεις ισχυρής χαλαζοπτώσης, αν επικρατούν και οι λοιπές ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος, δεν αποκλείεται να υπάρξει σοβαρή μόλυνση.

Οι πολυάριθμες πληγές οι οποίες παρατηρούνται στη θρουμπολιά είναι οι ουλές των φύλλων, είτε πρόκειται για φυσιολογική πτώση, είτε λόγω προσβολής κυκλοκονίου στο οποίο είναι ιδιαίτερος ευαίσθητα τα δένδρα της εν λόγω ποικιλίας.

Εκτός των ουλών των φύλλων, παρόμοια προσβολή παρατηρήθηκε επίσης και από τις ουλές των οφθαλμών. Τέλος πολύ μικρό ποσοστό παρατηρήθηκε προσβολή υπό μορφή καστανών κηλίδων γύρω από τις ουλές.

Από αυτά προκύπτει ότι η μόλυνση της ελιάς είναι εύκολη, τόσο από τις ουλές των φύλλων όσο και από τις ουλές των οφθαλμών και κυρίως από τις ουλές των φύλλων.

Όπως διαπιστώθηκε πειραματικά, η μόλυνση της ελιάς από τις ουλές των φύλλων είναι δυνατών να πραγματοποιηθεί σε θερμοκρασίες από 10–34 °C.

Οι παρατηρήσεις από διάφορα πειράματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι μολύνσεις του κεντρικού κυλίνδρου των βλαστών γίνεται κυρίως από τις ουλές των φύλλων, χωρίς εμφανή εξωτερικά συμπτώματα.

Προσβολή των ουλών των φύλλων αναλόγως της θέσεως τους πάνω στο βλαστό.

Έχει διαπιστωθεί ότι μόνο οι ουλές των δύο πρώτων ζευγών φύλλων από την κορυφή του βλαστού παρουσιάζουν μικρότερο ποσοστό μόλυνσης από το μύκητα *P. incompta*.

Επίδραση της ηλικίας των ουλών στην μόλυνση του ξενιστή.

Σε πειράματα που έγιναν παρατηρήθηκε σε τεχνητές μολύνσεις ότι οι παλιές ουλές των φύλλων δεν μολύνονταν ακόμα και κάτω από συνθήκες πυκνών αιωρημάτων σπορίων του μύκητα, σε αντίθεση με τις πρόσφατες ουλές, οι οποίες όπως έχει διαπιστωθεί μολύνονται ευκολότερα σε υψηλό ποσοστό. Αυτό έχει μεγάλη σημασία στην επιδημιολογία της ασθένειας επειδή η ύπαρξη ουλών που μπορούν να μολυνθούν θα πρέπει να συμπίπτει με την πτώση επαρκούς βροχής για τις μολύνσεις. Έχει διαπιστωθεί ότι η ευαισθησία των ουλών από τη στιγμή της αποφύλλωσης μειώνεται προοδευτικά σε λίγες ημέρες. Κατά την πέμπτη ημέρα από την πτώση των φύλλων, η ευαισθησία των ουλών λαμβάνει την μικρότερη τιμή. Έκτοτε παρατηρείται μικρή ανάκαμψη της ευαισθησίας, η οποία μέχρι την έκτη ημέρα του πειράματος ήταν ελάχιστη.

Κατά την αρχή της αποφύλλωσης η μόλυνση είναι μέγιστη λόγω ύπαρξης ανοικτής πληγής, η οποία την διευκολύνει. Με την πάροδο του χρόνου η πληγή επουλώνεται με αποτέλεσμα η μόλυνση να γίνεται δυσχερέστερα. Μετά την επούλωση της πληγής, ενδεχομένως δημιουργείται εξωτερική νέκρωση, ένεκα της οποίας λαμβάνει χώρα μικρή άνοδος της ευπάθειας τους.

Αποδεικνύεται ότι επιδεκτικές ουλές στην μόλυνση είναι δυνατό να υπάρχουν στη φύση, ιδιαιτέρως όταν υπάρχει προσβολή κυκλοκονίου.

Αυτό ασφαλώς συμβαίνει περισσότερο κατά την περίοδο έντονης φυλλόπτωσης, η οποία για τις περιοχές της Κρήτης στις οποίες παρατηρείται η ασθένεια είναι το χρονικό διάστημα από τον Φεβρουάριο έως τον Ιούνιο. Κατά την περίοδο αυτή αν υπάρξει βροχή συνοδευόμενη και από άνεμο ευνοείται η πτώση των φύλλων και η μεταφορά του μολύσματος, οπότε η μόλυνση θα πρέπει να είναι αυξημένη.

Επίδραση της υγρασίας επί της μόλυνσης των ουλών των φύλλων.

Είναι γνωστή η μεγάλη σημασία της υγρασίας στη μόλυνση των φυτών από τους μύκητες (εξαιρούνται τα ωΐδια). Τα σπόρια όλων των άλλων μυκήτων για να προκαλέσουν μολύνσεις απαιτούν είτε νερό σε υγρή μορφή, κυρίως οι κατώτεροι μύκητες, είτε πολύ υψηλή σχετική υγρασία. Όμως για να γίνουν οι μολύνσεις πρέπει οι συνθήκες αυτές να διατηρηθούν για ορισμένο χρονικό διάστημα ανάλογα με το είδος του μύκητα.

Για να μολυνθούν οι κλάδοι της ελιάς από τα σπόρια της φόμας, οι ουλές θα πρέπει να διαβραχούν για ελάχιστο χρονικό διάστημα περίπου 15 λεπτών. Διαβροχή μεγαλύτερης διάρκειας δεν αυξάνει τον αριθμό των μολυσμένων ουλών ενώ διαβροχή μικρότερης διάρκειας περιορίζει τον αριθμό τους.

Στη φύση όπου η διάρκεια της διυγράνσεως των κλάδων εξαρτάται κυρίως από τη βροχόπτωση, τη θερμοκρασία του πνέοντος ανέμου και τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας, μπορεί να υπάρξουν περιπτώσεις κατά τις οποίες η διύγρανση των φύλλων δεν διαρκεί 15 λεπτά. Παρόλα όμως αυτά η διύγρανση των κλάδων, όταν αυτοί βραχούν μέχρις απορροής, είναι αναγκαία για την ελευθέρωση και τη διασπορά των σπορίων. Η διύγρανση, εκτός εξαιρετικών περιπτώσεων, διαρκεί πέρα των 15 λεπτών και κατά συνέπεια στις περιπτώσεις κατά τις οποίες η διαβροχή των κλάδων είναι επαρκής για τη διασπορά των σπορίων, η μόλυνση των ουλών είναι βέβαιη.

Επίδραση της ποσότητας του μολύσματος επί της μόλυνσεως των ουλών των φύλλων.

Οι διαφορές στην μολυσματικότητα των σπορίων του κάθε μύκητα έχουν μεγάλη σημασία στην επιδημιολογία της ασθένειας. Από διάφορα πειράματα προκύπτει ότι στην περιοχή των χαμηλών συγκεντρώσεων σπορίων η μολυσματικότητα αυξάνει ταχύτητα. Όταν αυξάνεται η συγκέντρωση σπορίων, η ταχύτητα μόλυνσης ελαττώνεται προοδευτικά και τέλος μηδενίζεται.

Επίδραση της θερμοκρασίας στην μόλυνση του ξενιστή.

Η θερμοκρασία, μετά την υγρασία, αποτελεί σπουδαιότατο παράγοντα του περιβάλλοντος, του οποίου ο ρόλος είναι καθοριστικής σημασίας στην επιδημιολογία των παρασιτικών ασθενειών. Οι διάφορες ασθένειες χαρακτηρίζονται ότι ευνοούνται από χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες. Όμως οι θερμοκρασίες αυτές δεν ευνοούν την ανάπτυξη του παθογόνου, *in vitro*. Ορισμένες ασθένειες ευνοούνται από τις χαμηλές θερμοκρασίες και άλλοι από τις υψηλές, ενώ τα παθογόνα τους αναπτύσσονται σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η θερμοκρασία η οποία ευνοεί μια ασθένεια εξαρτάται όχι μόνο από τις επιδράσεις της στο παθογόνο, αλλά και στον ξενιστή και επιπλέον από το αποτέλεσμα της την αλληλεπίδραση παθογόνου και ξενιστή.

Στην περίπτωση της φόμας, η ανάγκη υπάρξης βροχής για την ελευθέρωση και μεταφορά των σπορίων περιορίζει τις μολύνσεις μόνο κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων, τότε που οι θερμοκρασίες είναι σχετικά χαμηλές και ενδεχομένως όχι πολύ ευνοϊκές για την ασθένεια. Επομένως, θα ήταν ενδιαφέρον να γνωρίζουμε εκτός της άριστης θερμοκρασίας και την επίδραση της θερμοκρασίας στη μόλυνση της ελιάς από τον μύκητα. Δεδομένης της δυνατότητας του παθογόνου να προκαλεί μόλυνση τόσο από τις ουλές των φύλλων όσο και εκτός των ουλών, η επίδραση της θερμοκρασίας έχει μελετηθεί και με τους δύο τρόπους μόλυνσης.

Από πειράματα προκύπτει ότι τόσο οι ουλές όσο και οι μίσχοι προσβάλλονται περισσότερο σε θερμοκρασίες μεταξύ 25 °C και 29 °C. Επίσης σε θερμοκρασίες 10 °C και 34 °C, οι μίσχοι δεν προσβάλλονται, οι δε ουλές των φύλλων προσβάλλονται σε πολύ μικρό ποσοστό. Είναι πολύ σημαντικό από άποψη επιδημιολογίας ότι ακόμη και σε περιπτώσεις ισχυρής προσβολής των ουλών, η προσβολή στη βάση των μίσχων των φύλλων είναι πολύ μικρότερη αν όχι ασήμαντη. Εντούτοις σε περιπτώσεις ασθενούς προσβολής, όπως η παρατηρούμενη στην φύση, η προσβολή των μίσχων των φύλλων ήταν ασήμαντη, ενώ όταν η προσβολή των ουλών ήταν μικρότερη του 10% ουδέποτε σημειώθηκε προσβολή των μίσχων. Βάσει των ανωτέρων είναι λογικό να αναμένεται στην Κρήτη μικρότερη προσβολή κατά τις ψυχρές ημέρες του χειμώνα και υψηλότερη προσβολή τις θερμές ημέρες του καλοκαιριού.

Εποχή μολύνσεων του ξενιστή.

Από διάφορα πειράματα δεν προκύπτουν σοβαρές ενδείξεις ότι η προσβολή είναι μεγαλύτερη σε μία ορισμένη εποχή του έτους. Θα πρέπει

να σημειωθεί ότι στα πειράματα αυτά δεν ελήφθη υπόψη η προσβολή από το κυκλοκόνιο, η οποία λόγω της προκαλούμενης αποφυλλώσης δεν είναι δυνατό να μην αποτελεί υποβοηθητικό παράγοντα στην προσβολή των ουλών. Δεδομένου ότι η αποφύλλωση λόγω προσβολής από το κυκλοκόνιο είναι μεγαλύτερη από το Φεβρουάριο μέχρι και τον Ιούνιο είναι προφανές ότι εφόσον κατά τους μήνες αυτούς οι βροχοπτώσεις είναι επαρκείς, οι πιθανότητες να λάβουν χώρα μολύνσεις θα είναι αυξημένη.

Καταπολέμηση.

Η καταπολέμηση μιας ασθένειας βασίζεται πιο πολύ στην καλή γνώση της επιδημιολογίας της. Για το σκοπό αυτό απαιτούνται μακροχρόνιες έρευνες, ιδιαιτέρως στην περίπτωση ασθενειών βραδείας εξέλιξης όπως η μελετώμενη ασθένεια. Στην προκειμένη περίπτωση η γνώση της επιδημιολογίας είναι ελλιπής, πλην όμως έχουν συγκεντρωθεί πληροφορίες πολύ χρήσιμες για την καταπολέμηση της ασθένειας.

Βάσει των πληροφοριών αυτών θα μπορούσαν να συστηθούν οι κάτωθι μέθοδοι καταπολέμησης της ασθένειας: α) Αφαίρεση και καταστροφή με φωτιά των προσβεβλημένων τμημάτων των δένδρων (κλάδεμα εξυγίανσης). β) Καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών όπως (Μανάκι, Κορωνέϊκη) και γ) Εφαρμογή προστατευτικών μυκητοκτόνων. Είναι δυνατόν οι μέθοδοι αυτοί να εφαρμοσθούν είτε σε συνδυασμό είτε ανεξαρτήτως η μία από την άλλη.

Αφαίρεση και καταστροφή με φωτιά προσβεβλημένων κλαδίσκων και κλάδων.

Το γεγονός ότι ο σχηματισμός των πυκνιδίων του μύκητα στην θρουμπολιά, τουλάχιστον στην Κρήτη, καθυστερεί πολύ χρονικά. Ενδεχομένως αποτελεί το πιο τρωτό σημείο στην επιδημιολογία της ασθένειας, τουλάχιστον όσον αφορά τα δένδρα στα οποία η προσβολή βρίσκεται στα αρχικά στάδια. Στις περιπτώσεις αυτές η αφαίρεση των ξηρών κλαδίσκων θα εμπόδιζε το σχηματισμό μολύσματος στο δένδρο, συνεπώς η μόλυνση θα εξαρτιόταν από τα μολύσματα των παρακείμενων δένδρων και θα ήταν περιορισμένη. Σε δένδρα με σοβαρή προσβολή με πυκνίδια σε χονδρούς κλάδους, η αφαίρεση όλων των νεκρών κλάδων είναι επίσης επιβεβλημένη, πλην όμως ο περιορισμός του μολύσματος θα είναι μικρότερος. Οι προσβεβλημένοι κλαδίσκοι και κλάδοι θα πρέπει να συγκεντρώνονται σε σωρούς και να καταστρέφονται αμέσως με κάψιμο. Όπως είναι φυσικό τα παραπάνω μέτρα πλεονάζουν στις περιπτώσεις κατά τις οποίες εφαρμόζεται κάθε χρόνο κλάδεμα, όπως συμβαίνει σε

ελαιώνες που καλλιεργούνται ποικιλίες Κορονέϊκη και Μανάκι. Πρέπει να σημειωθεί ότι η Θρουμπολιά, στην οποία κατεξοχήν έχει παρατηρηθεί η εν λόγω ασθένεια, σπανίως κλαδεύεται στην Κρήτη.

Όπως είναι φυσικό η αποτελεσματικότητα του παραπάνω μέτρου θα είναι περιορισμένη στις περιπτώσεις κατά τις οποίες τα πυκνίδια σχηματίζονται στις νεκρωτικές κηλίδες μη νεκρωθέντων κλάδων, όπως συμβαίνει στην ποικιλία Κολοβή στη Λέσβο.

Καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών.

Η καταπολέμηση πολλών μυκητολογικών ασθενειών της ελιάς, συμπεριλαμβανομένης της φόμας, με μυκητοκτόνα αντιμετωπίζει δύο σοβαρά εμπόδια λόγω: α) της μικρής παραγωγής της, εξαιτίας της οποίας πολλά προγράμματα χημικής καταπολέμησης κρίνονται ασύμφορα και β) της δυσκολίας εφαρμογής ψεκασμών καλύψεως, λόγω του μεγάλου ύψους των δέντρων.

Είναι γνωστό ότι η χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών αποτελεί την καλύτερη μέθοδο αντιμετώπισης των ασθενειών.

Από πειράματα έχει διαπιστωθεί ότι η Θρουμπολιά και η Matzanila είναι περισσότερο ευπαθείς στη φόμα, ενώ το Μανάκι και η Κορωνέϊκη φαίνεται να είναι ανθεκτικότερες. Οι δύο αυτές ποικιλίες έχουν μικρότερο ποσοστό προσβολής από τις άλλες ποικιλίες. Ορισμένες άλλες ποικιλίες (π.χ. η Μεγαρείτικη, η Ραχάτη και η Αμφίσσης) είχαν χαμηλό ποσοστό προσβολής σε ένα πείραμα που δοκιμάστηκαν όμως χρειάζεται επιβεβαίωση με άλλα πειράματα.

Εφαρμογή προστατευτικών μυκητοκτόνων.

Η εφαρμογή προστατευτικών μυκητοκτόνων είναι συνηθέστερος τρόπος αντιμετώπισης των ασθενειών στην πράξη. Εντούτοις σε ασθένειες όπως η φόμα, ο τρόπος αυτός καταπολεμήσεως δεν έχει δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Από τα μυκητοκτόνα που συνιστούνται για την καταπολέμηση του κυκλοκονίου τα καλύτερα αποτελέσματα για την καταπολέμηση της φόμας έδωσαν τα χαλκούχα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αντωνίου, Π.Π Ε.Κ. Τζάμος 2000. Περίληψεις εργασιών, 10^ο Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο, 3-5 Οκτωβρίου 2000, Καλαμάτα.
- Alexopoulos, C.J. 1962. Introductory Mycology. John Wiley & Sons, New York. 13+xviii pp.
- Γιαννοπολίτης, Κ.Ν. 1997. Οδηγός γεωργικών φαρμάκων. Εκδόσεις Αγρότυπος Α.Ε. σελ. 11-59.
- Έλενα Κ. 1990. Μυκητολογικές ασθένειες της ελιάς στην Ελλάδα.
- Engelhard, A.W. 1957. Host index of *Verticillium albo-atrum* Reinke and Berth. (including *Verticillium dahliae* Kleb). Plant. Dis. Rep., Suppl. 244: 23-49.
- Hawksworth, D.L. 1970a. *Verticillium nubilum* Pethybridge. In: C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No 258, pp. 2 Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- Hawksworth, D.L. 1970b. *Verticillium tricorpus* Isaac. In: C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No 260, 2 pp. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- Hawksworth, D.L. 1970c. *Verticillium nigrescens*. Pethybridge. In: C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No 257, p. 1 Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- Hawksworth, D.L., and P.W. Talboys. 1970a. *Verticillium dahliae* Klebahn. . In: C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No 256, pp. 2 Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- Hawksworth, D.L., and P.W. Talboys. 1970b. *Verticillium albo-atrum*. Reinke and Berthold. In: C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria No 255, pp. 2 Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- Θανασουλόπουλος, Κ. 1978. Έρευνες και παρατηρήσεις στη Βερτισιλλίωση της τομάτας. Διατριβή για Υφηγεσία που υποβλήθηκε στην Ανώτατη Γεωπονική Σχολή Αθηνών, σελ. 63.
- Θανασουλόπουλος, Κ. 1992. Μυκητολογικές ασθένειες δένδρων και αμπέλου. Μαθήματα Ειδικής Φυτοπαθολογίας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ. 247.
- Θανασουλόπουλος, Κ.Κ. και Γ.Θ. Κίτσος. 1973^α. Η επίδρασις της ηλικίας του ξενιστού επί της εκδηλώσεως της αδρομυκώσεως της προκαλούμενης από τον μύκητα *Verticillium albo-atrum*. Συμπόσιον Γεωργ. Ερευνών, Β.Π.: 370-380, 1977, Αθήνα.
- Klebahn, H. 1913. [Reports on the characteristics of the fungi imperfecti. A *Verticillium* disease on *Dahlia*]. (In German). Mycol. Centralb. 3: 49-66. [Αναφερόμενος από Presley (1941), βλέπε παρακάτω].
- Λιγοξυγκάκης Κ.Ε. 1998. Μελέτη των βερτισιλλιώσεων των φυτών στη νήσο Κρήτη. Διδακτορική διατριβή Σχολή Γεωπονίας Α.Π.Θ.

- Ligoxigakis, E.C., and D.J. Vakalounakis. 1992. Occurrence of race 2 of *Verticillium dahliae* on tomatoes in Crete. *Plant Pathology* 41: 774-776.
- Ligoxigakis, E.C., and D.J. Vakalounakis. 1994. The incidence and distribution of races of *Verticillium dahliae*. *Plant Pathology* 43: 755-758.
- Ligoxigakis, E.C., and D.J. Vakalounakis. 1997. Hosts of *Verticillium dahliae* Race 2 in Greece. Page 49 in: Abstr. 7th Internl Verticillium Symposium, Oct. 20-24, Athens, Hellas.
- Ligoxigakis, E.K., G. Fragkiadakis, A.G. Manganaris, D.J. Vakalounakis & K.K. Thanassoulopoulos (2002). Isozyme variation in *Verticillium dahliae* isolates from Crete, Greece. *Folia Microbiol.* 47: 167-170.
- Ligoxigakis, E.K., D.J. Vakalounakis & C.C. Thanassoulopoulos (2002). Host range of *Verticillium dahliae* in cultivated species in Crete. *Phytoparasitica* 30: 141-146.
- Ligoxigakis, E.K., D.J. Vakalounakis & C.C. Thanassoulopoulos. 2002. Weed hosts of *Verticillium dahliae* in Crete: Susceptibility, symptomatology and significance. *Phytoparasitica* 30: 511-518.
- Ligoxigakis, E.K., and D.J. Vakalounakis, 1996. Spread of *Verticillium dahliae* in Crete New hosts in Greece and world-wide. (Abstr.) *Phytopath. Mediterr* 35 : 233
- Ligoxigakis, E.K., and D.J. Vakalounakis, 1996. New hosts of *Verticillium dahliae* in Greece and world-wide (Abstr.) *Phytopath. Mediterr.* 39 : 332
- Ligoxigakis, E.K., D.J. Vakalounakis & C.C. Thanassoulopoulos. 2001. New hosts of *Verticillium dahliae* in Greece and world-wide. (Abstr.) *Phytopath. Mediterr.* 40 : 69.
- Ligoxigakis, E.K., D.J. Vakalounakis & C.C. Thanassoulopoulos. 2001. New hosts of *Verticillium dahliae* Race 1 and 2 in Greece and world-wide. (Abstr.) *Phytopath. Mediterr* 40 : 185.
- Ligoxigakis, E.K., D.J. Vakalounakis & C.C. Thanassoulopoulos. 2001. Pathogenicity of *Verticillium dahliae* isolates belongine to naces 1 and 2 and obtained from new and host on varions cultivated plant species. (Abstr.) *Phytopath. Mediterr.* 40 : 73.
- Ligoxigakis, E.K., D.J. Vakalounakis, 1999. New hosts of *Verticillium dahliae*. EPPO/MPU Conference on Cucuroitaceous and Solanaceouns vegetable diseases in the Mediterranean Area. Corfn, Greece (adstr. P. 32).
- Λιγοξυγκάκης, Ε.Κ., Δ.Ι. Βακαλουνάκης, και Κ.Κ. Θανασουλόπουλος. 2000. Νέοι ξενιστές φυλών 1 και 2 του μύκητα *Verticillium dahliae* στην Ελλάδα και διεθνώς. 10^{ov} Πανελλήνιου Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου, Καλαμάτα (περίληψη, σελ. 102).

- Λιγοξυγκάκης, Ε.Κ., Δ.Ι. Βακαλουνάκης, και Κ.Κ. Θανασουλόπουλος, 2002. Νέοι ξενιστές της φυλής 2 του μύκητα *Verticillium dahliae* στην Ελλάδα και διεθνώς. 11^ο Πανελλήνιου Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου, Πρέβεζα (περίληψη, σελ. 108).
- Λιγοξυγκάκης, Ε.Κ., Δ.Ι. Βακαλουνάκης, και Κ.Κ. Θανασουλόπουλος, 2002. Παθότυποι του μύκητα *Verticillium dahliae* στην Ελλάδα. 11^ο Πανελλήνιου Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου, Πρέβεζα (περίληψη, σελ. 109).
- Λιγοξυγκάκης, Ε.Κ. 1994. Η Βερτισιλλίωση των καλλιεργειών της Κρήτης και η αντιμετώπισή της. Γεωτεχνικά Κρήτης, 4 (14-15): 43-46.
- Λιγοξυγκάκης, Ε.Κ. 1998. Χημικά σκευάσματα και φυτοπροστασία. Εκδόσεις Τ.Ε.Ι. Κρήτης. Σελ. 75-83.
- Λιγοξυγκάκης, Ε.Κ. και Δ.Ι. Βακαλουνάκης. 1994. Εξάπλωση του μύκητα *Verticillium dahliae* στην Κρήτη. Νέοι ξενιστές στην Ελλάδα και διεθνώς. Σελίδα 58 στις: Περίληψεις 7^ο Πανελλήνιου Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου, 8-10 Νοέμβ., Αθήνα.
- Λιγοξυγκάκης, Ε.Κ. και Δ.Ι. Βακαλουνάκης. 1996. Νέοι ξενιστές του μύκητα *Verticillium dahliae* στην Ελλάδα και παγκοσμίως. Σελίδα 24 Περίληψεις 8^ο Πανελλήνιου Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου (22-24 Οκτ.), Ηράκλειο Κρήτης.
- Λιγοξυγκάκης, Ε.Κ., Δ.Ι. Βακαλουνάκης, και Κ.Κ. Θανασουλόπουλος. 1998. Παθογένεια διαφόρων απομονώσεων του μύκητα *Verticillium dahliae*, που ανήκουν στις φυλές 1 και 2 και προέρχονται από νέους και γνωστούς ξενιστές, σε διάφορα είδη καλλιεργούμενων φυτών. Σελίδα 93 στις: Περίληψεις 9^ο Πανελλήνιου Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου, 20-22 Οκτ., Αθήνα.
- Λιγοξυγκάκης, Ε.Κ., Δ.Ι. Βακαλουνάκης, και Κ.Κ. Θανασουλόπουλος. 1998. Νέοι ξενιστές του μύκητα *Verticillium dahliae*, στην Χώρα μας και παγκοσμίως. Σελίδα 79 στις: Περίληψεις 9^ο Πανελλήνιου Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου, 20-22 Οκτ., Αθήνα.
- Λιγοξυγκάκης Ε.Κ. και Δ.Ι. Βακαλουνάκης, 1992 Παρουσία και διάδοση της φυλής 2 του μύκητα *Verticillium dahliae* στην Κρήτη. Ημερίδα Φυτοπροστασίας. Δραστηριότητα 1982-91, Ηράκλειο (περίληψη, σελ. 31)
- Λιγοξυγκάκης Ε.Κ. και Δ.Ι. Βακαλουνάκης, 1995. Διάκριση των φυλών 1 και 2 του μύκητα *Verticillium dahliae* με τη χρησιμοποίηση μοριακών τεχνικών. Ημερίδα Φυτοπροστασίας. Δραστηριότητα τριετίας 1992-1994. Ηράκλειο (περίληψη, σελ. 24).
- Λιγοξυγκάκης Ε.Κ. και Δ.Ι. Βακαλουνάκης, 1995. Εξάπλωση του μύκητα *Verticillium dahliae* στην Κρήτη. Νέοι ξενιστές στην Ελλάδα και διεθνώς. Ημερίδα Φυτοπροστασίας. Δραστηριότητα τριετίας 1992-1994. Ηράκλειο (περίληψη, σελ. 23).

- Λιγοξυγκάκης Ε.Κ. Χ.Ξ. Γκατζηλάκης και Δ.Α. Γούτος . 2004. Παθογένεια διαφόρων απομωνώσεων του μύκητα *Verticillium dahliae* σε κοινά είδη ζιζανίων. 12^ο Πανελλήνιου Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου, Καστοριά (περίληψη, σελ. 35).
- Μαλαθράκης Ν.Ε., 1992. Ασθένειες των δενδρωδών καλλιεργειών. Έκδοση ΣΤΕΓ Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης.
- Μαλαθράκης Ν.Ε. 1979. Μελέτη μιας ασθένειας της ελιάς οφειλόμενης στον μύκητα *Phoma incompta*. Διατριβή επί δικτατορία Α.Γ.Σ.Α. Αθήνα.
- Μαγγανάρης, Α.Γ., Ε.Κ. Λιγοξυγκάκης και Δ.Ι. Βακαλουνάκης, 1996. Πολυμορφισμός ισοενζύμων σε απομονώσεις των φυλών 1 και 2 του μύκητα *Verticillium dahliae*. 8^ο Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο, Ηρακλείου (περίληψη σελ. 87).
- Manganaris, A.G., E.K. Ligoxigakis, and D.I. Vacalounakis, 1996. Isoenzymic polymorphism among isolatew of naces 1 and 2 of *Verticillium dahliae*. (Abstr.) Phytopath. Mediterr. 39 : 332.
- Μπίρης Δ. Θανασόπουλος Κ.Β. Τζάμος 1982. Τρόποι μόλυνσεως δένδρων ελιάς από το *Verticillium dahliae* και διασπορά του μύκητα στον αγρό από το αρδευτικό νερό. Γεωργική έρευνα.
- Μπούρμπος, Β.Α.. και Μ.Θ. Σκουντριδάκης. 1993. Ασθένειες και εχθροί των κολοκυνθοειδών. Τόμος 1. Εκδόσεις Γεωρβασάκης Μιχάλης, Χανιά, σελ. 38-45 και 285-303.
- Παναγόπουλος Χ. Γ, 1997. Ασθένειες καρποφόρων δένδρων και αμπέλου, Αθήνα. Εκδόσεις Α. Σταμούλης.
- Παναγόπουλος, Χ.Γ. 1993. Ασθένειες καρποφόρων δένδρων και αμπέλου. Β' Έκδοση. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα, σελ. 463.
- Pegg, G.F. 1974. *Verticillium* diseases. Rev. Pl. Pathol. 53:157-182. Commonwealth Mycological Institute.
- Reinke, J., and G. Berthold. 1879. Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. Undersuch Bot. Lav. Univ. Gottingen, Untersuching Bot. Lab. 1: 1-100. [Αναφερόμενοι από Harrison & Isaac (1969) και Sherf & MacNab (1986), βλέπε παραπάνω και παρακάτω, αντίστοιχα].
- Τζάμος Ε.Κ. 1986. Η βερτισιλλίωση της ελιάς. Γεωργία – Κτηνοτροφία.
- Τζάμος Ε.Κ. 1983. Δυνατότητες αντιμετώπισης του μύκητα *V. dahliae* σε ελαιώνες με την ηλιακή θερμότητα. Α' Πανελλήνιο Συνέδριο επί των Ασθενειών και εχθρών των φυτών.
- Τζάμος Ε.Κ. Μπιρής Δ.Α. Θανασουλόπουλος Κ.Κ 1985. Αξιολόγηση ανθεκτικότητας υποκειμένων ελιάς στο μύκητα *V. dahliae*. α) Τρίτο Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο, Βόλος. Πρόγραμμα και περιλήψεις εργασιών, β) 11^ο Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό συνέδριο 1-4 Οκτωβρίου 2002, Πρέβεζα.

- Τζάμος Ε.Κ και Α. Παρασκευόπουλος. Οδηγός Αντιμετώπισης Ασθενειών των Φυτών. Ελληνική Φυτοπαθολογική Εταιρία. Εκδόσεις Α. Σταμούλης.
- Tjamos, E.C. 1980. Occurrence of race 2 of *Verticillium dahliae* in Greece. *Annls Inst. Phytopath. Benaki (N.S.)* 12: 216-226.
- Tjamos, E.C. 1981. Virulence of *Verticillium dahliae* and *V. albo-atrum* isolates in tomato seedlings in relation to their host of origin and the applied cropping system. *Phytopathology* 71: 98-100.
- Tjamos, E.C., and I.M. Smith. 1974. The role of phytoalexins in the resistance of tomato to *Verticillium* wilt. *Physiol. Plant Pathol.* 4: 249-259.
- Tjamos, E.C., and I.M. Smith. 1975. The expression of resistance to *Verticillium albo-atrum* in monogenically resistant tomato varieties. *Physiol. Plant Pathol.* 6: 215-225.
- Thanassouloupoulos, C.C., D.A. Biris, and E.C. Tjamos. 1981. Weeds as inoculum source of *Verticillium* in olive orchards. *Phytopath. medit.* 20: 164-168.
- Thanassouloupoulos, C.C., and G.T. Kitsos. 1972. *Verticillium* wilt in Greece. *Plant Dis. Rep.* 56: 264-267.