

Μια καινοτόμος μεθοδολογία διάγνωσης και διαχείρισης του *Verticillium dahliae* στην ελιά

Ζώης Δ. Ζαρταλούδης⁽¹⁾ και Γεωανάλυση Α.Ε.⁽²⁾

Η τεχνολογία σήμερα μας δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης της κατάστασης μιας καλλιέργειας γρήγορα και με σχετικά μεγάλη ακρίβεια, πράγμα που θα ήταν πολύ δύσκολο, επίπονο και χρονοβόρο να πραγματοποιηθεί από ειδικά επίγεια συνεργεία.

Με το συνδυασμό πολλαπλών πηγών πληροφορίας και τη χρήση υπερφασματικής και θερμικής τηλεσκοπικής κάμερας, επιβεβαιώθηκε μια αποτελεσματική μεθοδολογία που σχετίζεται με τη διάγνωση της βερτισιλλίωσης και την κατάταξη των επιπέδων της προσβολής.

Με τον τρόπο αυτό, είναι δυνατό να εφαρμοστούν διαχειριστικά μέτρα όταν το πρόβλημα είναι περιορισμένης έντασης και τοπικά όπου εντοπίζεται. Με την ανάπτυξη και σύνδεση κατάλληλων οπτικών και φυσιολογικών δεικτών, με τα πρωταρχικά στάδια εξέλιξης της ασθένειας του βερτισιλλί-

ου, σε επίπεδο δένδρου, στην καλλιέργεια της ελιάς επιτυγχάνεται ο εντοπισμός του άδηλου στρες (ασθενές δένδρο χωρίς εμφανή συμπτώματα) σε επίπεδο δένδρου.

Η βερτισιλλίωση της ελιάς είναι αδρομύκωση, δηλαδή προκαλεί φραγή αγγείων και εμποδίζει την κίνηση του νερού εντός του φυτού. Οφείλεται στο μύκητα *Verticillium dahliae*. Υπάρχει σε όλες σχεδόν τις ελαιοπαραγωγικές χώρες. Η εμφάνισή της έχει αναφερθεί σε όλη τη ζώνη της Μεσογείου (Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία, Τουρκία, Μαρόκο, Αλγερία, Συρία), αλλά και στην Καλιφόρνια (Η.Π.Α.). Στη χώρα μας, σημειώθηκε για πρώτη φορά σε ελαιόδενδρα το 1952 στη Στερεά Ελλάδα. Ο μύκητας είναι εξαιρετικά πολυφάγος (προσβάλλει περί τα 200 είδη φυτών). Τομάτα, βαμβάκι, μελιτζάνα, πατάτα, καλλωπιστικά, κτηνοτροφικά και αυτοφυή (κολλι-

τσίδα) κ.α. Η μεγάλη αύξηση και η εντατικοποίηση της καλλιέργειας της ελιάς, που έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια, οφείλονται στη διευρυνόμενη αναγνώριση των ωφελειών της ελιάς στην υγεία του ανθρώπου (Ben-Gal et al., 2009). Η εντατικοποίηση όμως αυτή έχει συμβάλει στη σημαντική εξάπλωση της ασθένειας, που σήμερα αποτελεί μεγάλη απειλή για τους ελαιοπαραγωγούς, επειδή είναι υπεύθυνη για απώλειες φυτικού κεφαλαίου και την υποβάθμιση των εδαφών (Ζαρταλούδης et al., 2010). Ακόμη, σημαντικό λόγο εξαρσης της ασθένειας αποτελεί και η ύπαρξη ή μεταφορά ισχυρών παθοτύπων της ασθένειας από τους δρόμους του παγκόσμιου εμπορίου (διηπειρωτική μεταφορά φυτικού υλικού). Η ασθένεια δεν εμφανίζεται με τα ίδια συμπτώματα σε όλα τα δέντρα και εκδηλώνεται από το Μάρτιο έως και το Νοέμβριο με δύο τύπους:

1. Με τη μορφή του απότομου μαρμαριού (οξεία μορφή ή αποπληξία), όταν προσβάλλεται ολόκληρο το δένδρο. Η αποπληξία χαρακτηρίζεται από γρήγορη ξήρανση κλάδων και οφθαλμών, που οδηγούν σε νέκρωση του δένδρου. Σε αυτή την περίπτωση, η ασθένεια αναπτύσ-

Η Ελιά είναι από τις πιο διαδεδομένες καλλιέργειες στον κόσμο. Η έκταση της καλλιέργειας τριπλασιάστηκε μεταξύ 1960 και 1998 και έφθασε τα 10 εκατομμύρια εκτάρια το 2008. Οι δέκα μεγαλύτερες χώρες παραγωγής, σύμφωνα με τον FAO, βρίσκονται στη μεσογειακή λεκάνη και παράγουν το 95% παγκοσμίως.



Εικόνα 2. Α) Υγής ανθοταξία, Β) Υγής βλάστηση με καρποφορία, Γ) Πρώιμο στρες από βερτισιλλίωση, όπου είναι εμφανής ο περιφερειακός αποχρωματισμός των φύλλων, Δ) Αφυδάτωση του καρπού, Ε) Ξήρανση της ταξιανθίας και ΣΤ) Ξήρανση κλάδου.

σεται ραγδαία από τα τέλη χειμώνα έως τα μέσα της ανοίξεως (Μάρτιο - Απρίλιο). Τα φύλλα συστρέφονται προς τα κάτω, εμφανίζουν σκούρο γκρι ή καστανό χρώμα, αποξηραίνονται και συνήθως παραμένουν πάνω στο δένδρο (Εικ. 1).

2. Με τη χρόνια μορφή ή αργή μάρανση, που μπορεί να έχει και τη μορφή της ημιπληγίας. Τα συμπτώματα εμφανίζονται ευδιάκριτα σε χρονιές καρποφορίας κατά την άνθηση και εντείνονται καθώς αναπτύσσονται τα δένδρα και αυξάνουν οι ανάγκες τους σε νερό (Εικ. 2).

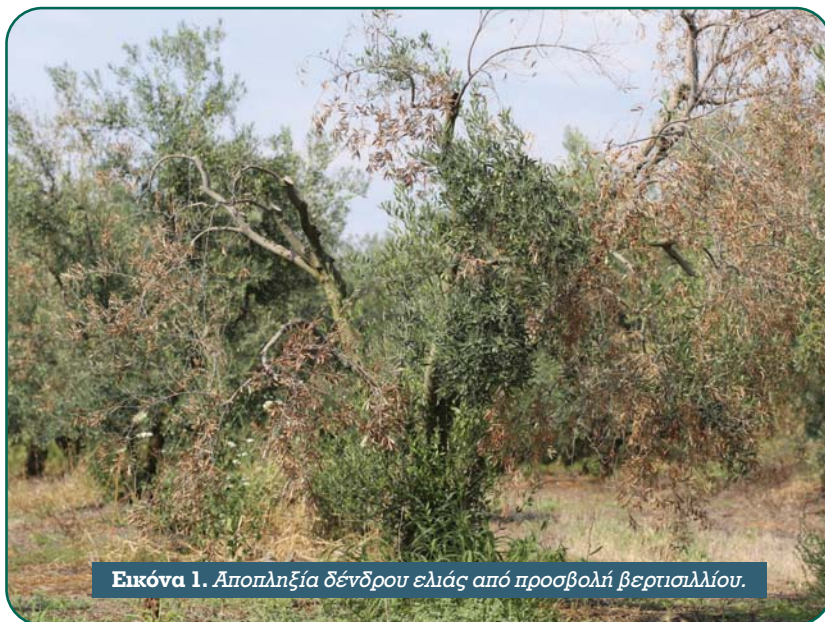
Παρατηρείται ένας γενικός μαρασμός, τα νεαρά φύλλα κυρτώνουν, κάνουν το βαθύ πράσινο χρώμα, τη στιλπνότητά τους και γίνονται γκριζοπράσινα έως καφέ. Παρατηρείται επίσης νέκρωση ταξιανθιών, οι οποίες παραμένουν επάνω στο δένδρο. Ακόμη, αφυδάτωση και νέκρωση καρπών που παραμένουν στο δένδρο μπορεί να συμβεί και λίγο πριν τη συγκομιδή. Συνήθως ακολουθεί αναβλάστηση από μη προσβεβλημένα μέρη που μπορεί να προσβληθούν τις επόμενες χρονιές. Η ασθένεια εκδηλώνεται σε μεμονωμένα δένδρα ή σε κλιδές λίγων δένδρων. Σε περίπτωση νέκρωσης

του ξύλου, συνήθως παρατηρούνται δευτερογενείς προσβολές από ξυλοφάγα έντομα (*Coleoptera: Scolytidae*).

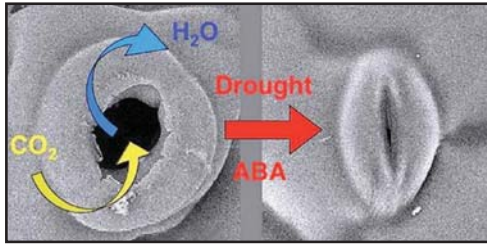
Στοιχεία βιολογίας και επιδημιολογίας του *Verticillium dahliae*

Η πυκνότητα του μολύσματος στο έδαφος επηρεάζει την ένταση της προσβολής στα ελαιόδεντρα (Calderon et al., 2013). Η βερτισιλλίωση είναι τυπικά μια εδαφογενής ασθένεια. Ο μύκητας βρίσκεται στο έδαφος και μολύνει

τις ρίζες του φυτού με τη βλαστική του μορφή (το μυκάλιο). Κάθε νέα προσβολή ξεκινάει από τη ρίζα. Συνεπώς, η ύπαρξη πληγών στις ρίζες εξαιτίας της καλλιέργειας του εδάφους ή παγετού ευνοεί τις μολύνσεις. Ακόμη, η διασπορά φύλλων ή μολυσμένου φυτικού υλικού αυξάνει το μόλυσμα στον αγρό. Μετά την είσοδο, ο μύκητας κινείται ανοδικά προσβάλλοντας κλάδους και βλαστούς, ενώ δεν είναι δυνατή η μετάδοσή του από τον ένα κλάδο ή βλαστό στον άλλο.



Εικόνα 1. Αποπληξία δένδρου ελιάς από προσβολή βερτισιλλίου.



Εικόνα 3. Στομάτια φύλλου: αριστερά ανοικτό - δεξιά κλειστό. Η επίδραση της μείωσης της παροχής από την ρίζα.

Έχει τη δυνατότητα να επιβιώσει στο έδαφος απουσία των φυτών ξενιστών (ελιά, ζιζάνια, κλπ) για πολλά έτη (πάνω από 15), με τη μορφή σκληρών σωματιδίων πολύ μικρού μεγέθους και μελανού χρώματος που ονομάζονται μικροσκληρώτια. Τα μικροσκληρώτια είναι ανθεκτικοί μυκηλιακοί σχηματισμοί που μπορούν να διατηρηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε δυσμενείς συνθήκες περιβάλλοντος. Σε κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και ύπαρξης εκκρίσεων των ριζών, ο μύκητας επαναδραστηριοποιείται και μπορεί να προκαλέσει εκ νέου προσβολές. Ο μύκητας ξεκινά να προσβάλλει όταν οι θερμοκρασίες εδάφους είναι χαμηλές (>8°C, αργά τον χειμώνα, άνοιξη). Άριστη θερμο-

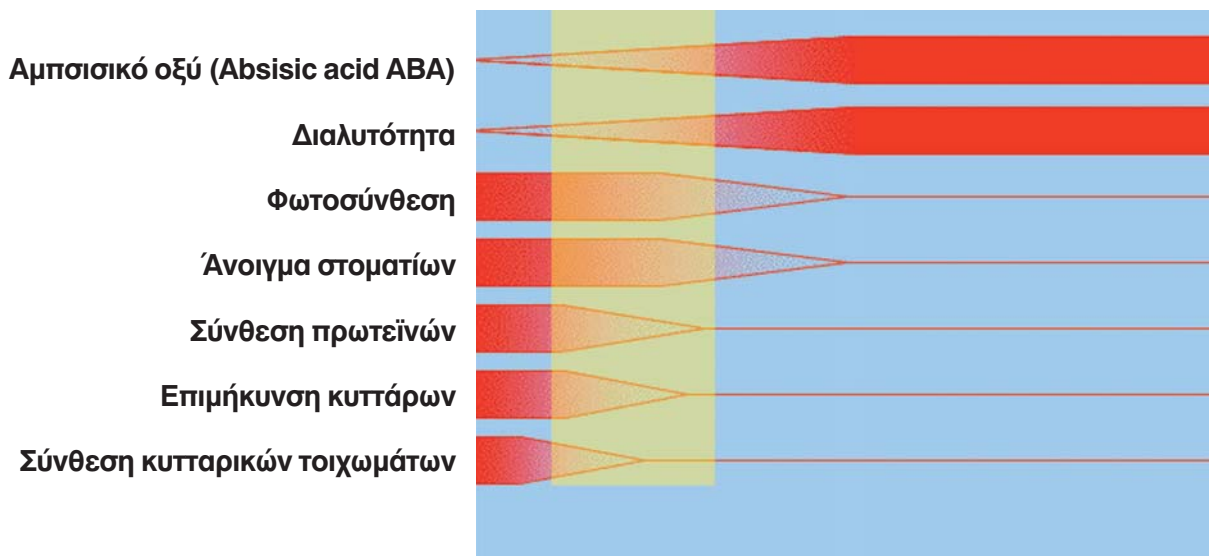
κρασία ανάπτυξής του είναι 23 °C, ενώ πάνω από τους 30 °C η ανάπτυξη του επιβραδύνεται σημαντικά. Επίσης, ευνοείται από την υψηλή εδαφική υγρασία (Ζαργαλούδης et al., 2010).

Τηλεσκοπική για την έγκαιρη διάγνωση της βερτισιλλίωσης

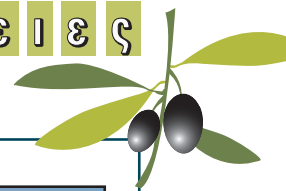
Ορισμένες ασθένειες, όπως οι αδρομυκώσεις, δεν παρουσιάζουν εμφανή συμπτώματα παρά μόνο όταν έχει προκληθεί σοβαρή και συνήθως μη αναστρέψιμη καταστροφή στα φυτά (Arnal Barbedo, 2013). Στην περίπτωση αυτή, τα συμπτώματα εμφανίζονται όταν είναι πολύ αργά. Ο σκοπός της παρούσης μεθοδολογίας είναι να παρέχει διάγνωση της

προσβολής πριν τα συμπτώματα γίνουν ξεκάθαρα ορατά με το γυμνό μάτι. Συγκεκριμένα, ο μύκητας προκαλεί περιορισμό μέχρι πλήρη αναστολή της κίνησης του νερού και κατά συνέπεια της κίνησης του θρεπτικών στοιχείων, από τις ρίζες προς την κόμη των φυτών. Αυτό, συνεπώς, επηρεάζει το άνοιγμα των στοματιών, μειώνοντας την ψύξη των φύλλων, λόγω της περιορισμένης εξάτμισης του νερού στον προσβεβλημένο ιστό και τελικά οδηγώντας σε αυξημένες θερμοκρασίες του προσβεβλημένου τμήματος της κόμης (**Εικ. 3 και 4**) (Calderon et al. 2013). Έτσι, μια υψηλής ανάλυσης θερμική κάμερα, προσαρμοσμένη σε ένα UAV (μη επανδρωμένο ιπτάμενο μέσο), μπορεί να картоγραφήσει το υδατικό στρες που προκαλείται από τη βερτισιλλίωση σε ελαιώνες και άρα να συλλάβει τις θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ των προσβεβλημένων και υγιών δέντρων (Bemi et al., 2009). Επίσης, μειωμένη συγκέντρωση των εππέδων των θρεπτικών στοιχείων στον προσβεβλημένο ιστό μπορεί να ανιχνευθεί χρησιμοποιώντας αναλυτικές μεθόδους φυλλοδιαγνωστικής.

Η επίδραση της μείωσης της παροχής από τη ρίζα



Εικόνα 4. Στην περιοχή της κίτρινης σκίασης είναι η εικόνα των ασθενών δένδρων χωρίς εμφανή συμπτώματα.



Εκτός από την παρακολούθηση της θερμοκρασίας, χρήσιμες πληροφορίες για την κατάσταση των φυτών μπορούν να αντληθούν από τις φασματικές υπογραφές υγιών και μη ελαιόδενδρων, δηλαδή από το πόσο και πως αυτά ανακλούν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Η ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας από τα φύλλα, που γίνεται αντιληπτή από το ανθρώπινο μάτι, οφείλεται κυρίως σε δύο χρωστικές των πράσινων φύλλων, των κλωροφυλλών και των καροτενοειδών. Οι αλλαγές στα επίπεδα των καροτενοειδών του φύλλου χρησιμοποιούνται συχνά ως δείκτης για τη διάγνωση της φυσιολογικής κατάστασης του φυτού, επειδή σε περιπτώσεις περιβαλλοντικού στρες, παρατηρούνται μεταβολές στις συγκεντρώσεις τους, ώστε να περιοριστεί η οξειδωτική ζημιά στο φωτοσύστημα (Middleton et al., 2012). Η κλωροφύλλη είναι το πιο σημαντικό μόριο που εμπλέκεται στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και έτσι η συγκέντρωσή της είναι ένας καλός δείκτης της γενικής κατάστασης του φυτού (Alchanatis and Cohen, 2012). Οι ανθοκυανίνες επίσης μπορεί να αυξηθούν στα φυτά εξαιτίας του υδατικού στρες (Roberts et al., 2012).

Η πρόοδος της τεχνολογίας έχει φέρει στο προσκήνιο τέτοιους εξοπλισμούς, ικανούς να μετρήσουν τα παραπάνω στοιχεία με ακρίβεια. Παράλληλα, η εξέλιξη σύγχρονων μη επανδρωμένων πτητικών μέσων (UAV) προχωράει με γρήγορους ρυθμούς, παρέχοντας ελαφρά μη επανδρωμένα αεροσκάφη με αυξημένη αυτονομία πτήσης (χάρη στον συνδυασμό ηλιακών πάνελ και μπαταριών) και δυνατότητα ελιγμών (Εικ. 5).

Τα σύγχρονα UAVs ακολουθούν με ακρίβεια προγραμματισμένη πορεία, προσγειώνονται και απογειώνονται με μεγάλη ευκολία χωρίς ιδιαίτερους περιορισμούς και πετούν σε διαφορετικά ύψη ανάλογα με τις απαιτήσεις. Ο συνδυασμός των παραπάνω, δηλαδή η προσαρμογή κατάλληλων



Εικόνα 5. Μη επανδρωμένο πτητικό μέσο (εξακόπτερο).

αισθητήρων σε αυτόνομα πτητικά μέσα, δίνει ώθηση στην τηλεσκοπηση, η οποία τείνει να γίνει η κύρια μεθοδολογία απόκτησης γεωργικών πληροφοριών για το επίπεδο και τη γεωγραφία της παθογένειας των αγροοικουσιτημάτων (Paradopoulos et al., 2014) (Εικ. 6).

Είναι προφανές ότι η τηλεσκοπηση υπερτερεί έναντι των παραδοσιακών γεωργικών πρακτικών, αφού δίνει τη δυνατότητα γρήγορης картоγράφησης των ιδιοτήτων των φυτών. Θα χρειαζόταν πολύ περισσότερος χρόνος να συλλεχθούν όλα αυτά τα δεδομένα από εδάφους, ενώ μπορούν να συλλεχθούν σε λίγα λεπτά από ένα απομακρυσμένο δέκτη. Έτσι, διευκολύνονται οι παραγωγοί στο να καλλιεργήσουν τα χωράφια τους πιο αποτε-

λεσματικά και με μικρότερο κόστος. Επιπλέον, χωρίς την ψηφιακή απεικόνιση, η εφαρμογή της χωρικά καθορισμένης διαχείρισης (που είναι ένα προαπαιτούμενο της γεωργίας ακριβείας) θα ήταν δύσκολη, ή και σχεδόν αδύνατη.

Έτσι, μια θερμική κάμερα υψηλής ανάλυσης και ακρίβειας, προσαρμοσμένη σε ένα UAV, μπορεί να μετρήσει τις θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ των προσβεβλημένων και υγιών δέντρων και άρα να картоγραφήσει το υδατικό στρες που προκαλείται από τη βερτισιλώση σε ελαιώνες (Beml et al., 2009). Αντίστοιχα, η χρήση μιας υπερφασματικής κάμερας μπορεί να συλλέξει πληροφορίες σε μεγάλο εύρος του φάσματος δίνοντας τη δυνατότητα υπολογισμού μεγάλου αριθμού



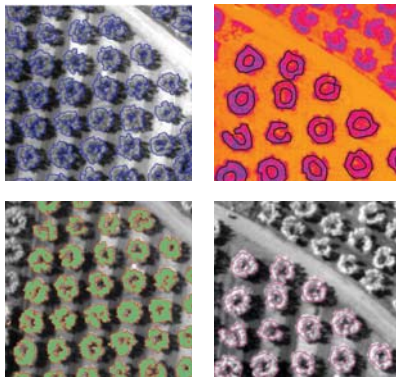
Εικόνα 6. Παράδειγμα λίγης τηλεσκοπικής εικόνας στο RGB από μη επανδρωμένο πτητικό μέσο.



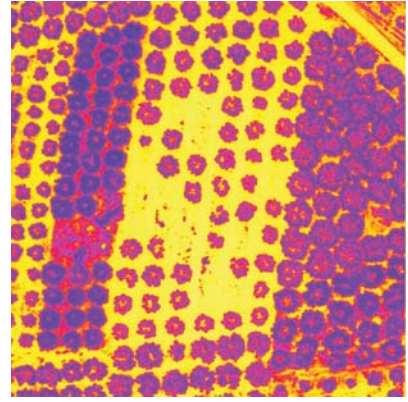
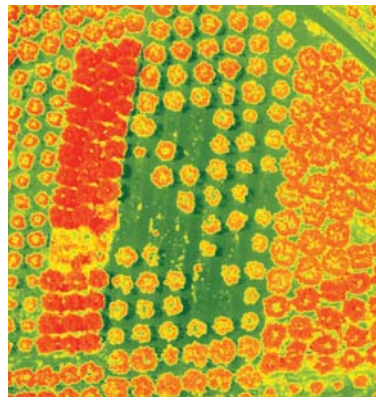
τηλεπισκοπικών δεικτών, οι οποίοι σχετίζονται με τη φυσιολογία των φυτών (Εικ. 7 και 8).

Καινοτόμες συνθέσεις φυσικών ορυκτών σε συνδυασμό με ωφέλιμους μικροοργανισμούς για τη διαχείριση της βερτισιλώσεως

Σήμερα, μετά από μακροχρόνιο πειραματισμό, υπάρχει μια διαχειριστική μεθοδολογία για αυτή την τόσο δύσκολα αντιμετωπίσιμη ασθένεια, βασισμένη σε καινοτόμες συνθέσεις φυσικών ορυκτών (Zeoshell ZF1 - 14002046.2/EP14002046) σε συνδυασμό με ωφέλιμους μικροοργανισμούς (π.χ. Micosat F BS WP ή άλλο παρόμοιο σκεύασμα) και κουμικές ενώσεις. Αυτή η μεθοδολογία είναι ένα δυναμικό εργαλείο στα χέρια του παραγωγού, επειδή περιορίζει τα συμπτώματα της προσβολής και επαναφέρει τα δέντρα σε πλήρη παραγωγικότητα, προστατεύοντάς τα επίσης από αποπληξίες. Ωστόσο, πρέπει να ακολουθηθεί μια ολοκληρωμένη διαχείριση του *Verticillium dahliae* στον ελαιώνα για δύο λόγους: Πρώτον, επειδή, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η δριμύτητα της ασθένειας εξαρτάται από την πυκνότητα των αναπαραγωγικών οργάνων του παθογόνου (μικροσκληρώτια). Δεύτερον, για τη μείωση του κόστους εφαρμογής του



Εικόνα 8. Αυτόματη εξαγωγή της κόμης του δένδρου για τον υπολογισμό του υπερφασματικού δείκτη.



Εικόνα 7. Απεικόνιση των μεταβολών των δεικτών που έχουν εξαχθεί από μια υπερφασματική κάμερα.

Zeoshell ZF1, Micosat F BS WP και κουμικών, είναι καλύτερα η εφαρμογή να περιορίζεται στα προσβεβλημένα δέντρα που παρουσιάζουν πρώιμα συμπτώματα της προσβολής. Έτσι, προληπτικά μέτρα κατά της εξάπλωσης του μολύσματος από τα προσβεβλημένα στα υγιή δέντρα πρέπει να ληφθούν ως ακολούθως:

1. Αποφυγή μεταφοράς κόματος για οποιοδήποτε λόγο από μολυσμένα σε υγιή ελαιόδεντρα.
2. Η κατεργασία του εδάφους πρέπει να μειωθεί στο ελάχιστο και να γίνεται με τρόπο που να ελαχιστοποιείται η μεταφορά κόματος μέσα στον αγρό.
3. Είναι σημαντικό να αποφεύγονται εργασίες που δημιουργούν πληγές στις ρίζες.
4. Στα προσβεβλημένα τμήματα του αγρού πρέπει να εφαρμόζεται ακαλλιέργεια του εδάφους και καταστροφή ζιζανίων με χημικά κυρίως μέσα.
5. Το κλάδεμα των ασθενών ελαιόδένδρων να γίνεται ξεχωριστά από εκείνο των υγιών και πριν από την ξήρανση και την πώση των φύλλων. Οι κλάδοι πρέπει να καίγονται και να μην γίνεται χρήση του καταστροφέα.
6. Αποφυγή διέλευσης νερού ποτίσματος από προσβεβλημένα προς υγιή ελαιόδεντρα.
7. Συνιστάται η στάγδην άρδευση.

Επίσης, θα πρέπει να υιοθετηθούν και μέτρα αποφυγής εισόδου του μολύσματος στον αγρό, όπως η αποφυγή χρήσης μολυσμένου πολλαπλασιαστικού υλικού, συγκαλλιέργεια με ευ-

αίσθητα φυτά και μεταφορά κόματος από γειτονικούς αγρούς. Προφανώς, η ταυτοποίηση των προσβεβλημένων δέντρων εντός του ελαιώνα είναι το πρώτο βήμα μια επιτυχημένης ολοκληρωμένης διαχείρισης της βερτισιλώσεως (Ζαρταλούδης et al., 2010).

Λοιπά καλλιεργητικά μέτρα

Η ορθολογική λίπανση συντελεί στην καλύτερη φυσιολογική κατάσταση των ελαιόδένδρων, η υπερβολή όμως της αζωτούχου λιπάνσεως μπορεί να διευκολύνει τις προσβολές των ριζών από το μύκητα.

Χρησιμοποιούμενα σκεύασμα για τη διαχείριση της ασθένειας

Ριζοπότισμα με 10 λίτρα* νερό ανά δένδρο, 2 φορές το χρόνο με μίγμα των πιο κάτω σκευασμάτων στις αναγραφόμενες δόσεις/δένδρο. Το πρώτο ριζοπότισμα να γίνεται από τα τέλη χειμώνα έως τέλος Απριλίου. Το δεύτερο από τα τέλη καλοκαιριού έως το τέλος Οκτωβρίου.

Σκεύασμα

Δόση/δένδρο

1. MicosatF Tab Plus WP (Ωφέλιμοι μικροοργανισμοί) (*Pseudomonas* spp., *Trichoderma harzianum*, *Glomus* spp. *Bacillus subtilis* κ.ά.) 100g
 2. ZEOSHELL ZF1 (Μίγμα φυσικών ορυκτών με βάση τον κλινοπιτλόλιθο) 400g
 3. Ενεργοποιητής (κουμικές ενώσεις) 50ml.
- Συνιστάται ριζοπότισμα των ασθενών



δένδρων αμέσως μετά την αφαίρεση των ξηρών κλάδων ή τον εντοπισμό τους.

*Η ποσότητα του νερού μπορεί να αυξηθεί σε πολύ μεγάλα δένδρα ή να μειωθεί σε πολύ μικρά.

Συνιστάται επίσης το ριζοπότισμα και των γύρω από τα ασθενή υγειών δένδρων με 50g MicosatF + 400g Μίγμα φυσικών ορυκτών + 50ml Βιοενεργοποιητή.

Την περίοδο του φθινοπώρου έως τα μέσα της ανοίξεως, κατά προτίμηση, συνιστάται η προσθήκη στα ασθενή δένδρα έως 5κιλά/δένδρο, φυσικού ζεολίθου και στα υγιή έως 3 κιλά/δένδρο.

Βιβλιογραφία

Alchanatis V, Cohen Y. Spectral and spatial methods of hyperspectral image analysis for estimation of biophysical and biochemical properties of agricultural crops. In: Thenkabail PS, Lyon GJ, Huete A, editors. Hyperspectral remote sensing of vegetation. Boca Raton, FL: CRS Press; 2012. p. 289-307.

Arnal Barbedo J. Digital image processing techniques for detecting, quantifying and classifying plant diseases. SpringerPlus. 2013; 2(1):1-12.

Ben-Gal A, Agam N, Alchanatis V, Cohen Y, Yermiyahu U, Zipori I, et al. Evaluating water stress in irrigated olives: correlation of soil water status, tree water status, and thermal imagery. Irrig Sci. 2009; 27(5):367-76

Berni JAJ, Zarco-Tejada PJ, Sepulcre-Cant G, Fereres E, Villalobos F. Mapping canopy conductance and CWSI in olive orchards using high resolution thermal remote sensing imagery. Remote Sensing of Environment. 2009;113(11):2380-8.

Calder_n R, Navas-Cortés JA, Lucena C, Zarco-Tejada PJ. High-resolution airborne hyperspectral and thermal imagery for early detection of Verticillium wilt of olive using fluorescence, temperature and narrow-band spectral indices. Remote Sensing of Environment. 2013;139(0):231-45.

Middleton EM, Huemmrich KF, Cheng YB, Margolis HA. Spectral bioindicators of photosynthetic efficiency and vegetation stress, In: Thenkabail PS, Lyon GJ, Huete A, editors. Hyperspectral remote sensing of vegetation. Boca Raton, FL: CRS Press; 2012. p. 265-288.

Papadopoulos A, Iatrou M, Papadopoulos F, Metaxa I, Thoedoridou S, Kalogeropoulos K, Kiparrisi S. Preliminary results for standardization of NDVI using soil nitrates in corn growing. Fresenius Environmental Bulletin, 2014; (2)23:348-354.

Roberts DA, Roth KL, Perroy RL. Hyperspectral vegetation indices. In: Thenkabail PS, Lyon GJ, Huete A, editors. Hyperspectral remote sensing of vegetation. Boca Raton, FL: CRS Press; 2012. p. 309-327. Ζαργαλούδης Ζ. Δ., Φ. Ιωαννίδης, και Σ. Μώκιου, 2010. Ολοκληρωμένη Διαχείριση του Verticillium dahliae στην καλλιέργεια της ελιάς στο Ν. Χαλκιδικής. 15ο Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο, Κέρκυρα 5-8 Οκτωβρίου 2010.

⁽¹⁾ **Αγροοικوسیστημα Ε.Ε., Ν. Μουδανιά, 632 00 Χαλκιδική, www.agroecosystem.gr, e-mail: agroeco@otenet.gr**

⁽²⁾ **Γεωανάλυση Α.Ε., Γ. Γεννηματά 54, 551 34 Θεσσαλονίκη, www.eleagro.gr**

***ΠΗΓΗ ΦΩΤΟ: Γεωανάλυση Α.Ε., Ζώνης Ζαργαλούδης**