



**Α.Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**Τμήμα Φυτικής Παραγωγής**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΒΕΡΤΙΣΙΛΛΙΩΣΗΣ ΤΩΝ  
ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ Δ. ΑΡΩΝΗ**  
**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ Κ. ΛΙΓΟΞΥΓΚΑΚΗΣ**

**ΙΟΥΝΙΟΣ 2004**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη .....	2
Γενική Εισαγωγή .....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ I .....	4
1.1. Ταξινόμηση των φυτοπαθογόνων ειδών του γένους <i>Verticillium</i> .....	4
1.2. Το φάσμα των ξενιστών του <i>V. dahliae</i> και του <i>V. albo-atrum</i> .....	6
1.3. Εξειδίκευση ως προς τον ξενιστή διαφόρων απομονώσεων του μύκητα <i>V. dahliae</i> .....	9
1.4. Συμπτώματα .....	10
1.5. Αιτίες στις οποίες οφείλεται η εμφάνιση των συμπτωμάτων της ασθένειας .....	16
1.6. Παράγοντες που επηρεάζουν τις απώλειες της παραγωγής από τη Βερτισιλλίωση .....	18
1.7. Γεωγραφική εξάπλωση των Βερτισιλλιώσεων .....	18
1.8. Βιολογία- Επιδημιολογία .....	19
1.9. Επίδραση διαφόρων παραγόντων στη μόλυνση των φυτών και την εξέλιξη της ασθένειας .....	23
1.10. Τρόποι εξάπλωσης της ασθένειας .....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ II .....	32
2.1. Εισαγωγή .....	32
2.2. Τρόποι αντιμετώπισης .....	32
2.2.1. Καλλιέργεια ανθεκτικών γενοτύπων .....	33
2.2.2. Απολύμανση εδάφους .....	38
2.2.2.1. Χημική απολύμανση .....	31
2.2.2.2. Απολύμανση με ατμό (ατμοαπολύμανση) .....	44
2.2.2.3. Ηλιοαπολύμανση .....	47
2.2.3. Χημική αντιμετώπιση .....	49
2.2.4. Βιολογική αντιμετώπιση .....	50
2.2.5. Αμειψισπορά .....	53
2.2.6. Εφαρμογή κατάλληλων καλλιεργητικών φροντίδων.....	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	58

## Περίληψη

Η βερτισιλλίωση (*verticillium wilt*) είναι μια από τις σημαντικότερες ασθένειες που προσβάλλουν τα καλλιεργούμενα φυτά. Οφείλεται στους Αδηλομύκητες *Verticillium dahliae* και *V. albo-atrum*. Ο τελευταίος παρατηρείται σπάνια στη χώρα μας, επειδή δεν επικρατούν οι κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξή του. Ευπαθείς ξενιστές του *V. dahliae* είναι τα **κηπευτικά** (τομάτα, πατάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, μπάμια, καρπούζι κ.ά.). Η βερτισιλλίωση είναι μία από τις κυριότερες ασθένειες της τομάτας και η κυριότερη της πατάτας, της μελιτζάνας και της μπάμιας, καθώς προκαλεί σημαντικές απώλειες της παραγωγής τους. Στο σύνολο των συμπτωμάτων της ασθένειας περιλαμβάνονται: επιναστία φύλλων, μαρασμός, κιτρινομπρούτζινες κηλίδες που καταλήγουν σε νέκρωση και πτώση των φύλλων, καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου και νανισμός. Ο *V. dahliae* έχει την ικανότητα να επιβιώνει στο έδαφος για 14 χρόνια περίπου, απουσία ξενιστών, με τη μορφή μικροσκληρωτίων. Το παθογόνο μεταφέρεται από μολυσμένο αγρό σε αμόλυμτο με: διασπορά μολυσμένου φυτικού υλικού, φύτευση πολλαπλασιαστικού υλικού που έχει αναπτυχθεί σε μολυσμένο έδαφος, διασπορά κονιδίων με το νερό, τον αέρα, τα έντομα, την επαφή των ριζών ασθενούς και υγιούς φυτού κ.ά.

Η αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης γίνεται με διάφορους τρόπους όπως: καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών και υβριδίων ή εμβολιασμός των ευπαθών ποικιλιών σε ανθεκτικά υποκείμενα, απολύμανση εδάφους (χημική απολύμανση, ατμοαπολύμανση και ηλιοαπολύμανση), βιολογική αντιμετώπιση, εφαρμογή προγράμματος πολυετούς αμειψισποράς και εφαρμογή των κατάλληλων καλλιεργητικών φροντίδων.

## Γενική Εισαγωγή

Η βερτισιλλίωση (*verticillium wilt*) είναι μια από τις σημαντικότερες ασθένειες που προσβάλουν τα καλλιεργούμενα φυτά, συμπεριλαμβανομένων των **κηπευτικών**. Τα είδη του γένους *Verticillium* που έχουν τη μεγαλύτερη φυτοπαθολογική σημασία και ευθύνονται για τη βερτισιλλίωση των κηπευτικών είναι ο *Verticillium dahliae* (Klebahn, 1913) και ο *V. albo-atrum* (Reinke & Berthold, 1879). Η μορφή των οργάνων διατήρησης είναι το κυριότερο κριτήριο διάγνωσης των εν λόγω ειδών.

Η βερτισιλλίωση παρόλο που αναφέρθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα το 1935 (Sarejanni), μόλις την τελευταία εικοσαετία άρχισε να απασχολεί τον παραγωγικό κόσμο της χώρας μας. Σήμερα θεωρείται μια από τις κυριότερες ασθένειες του αγγειακού συστήματος των ανώτερων φυτών. λόγω των ζημιών που προκαλεί στην παραγωγή. Η μεγάλη εξάπλωσή της σε ολόκληρη τη γη οφείλεται στο ευρύτατο φάσμα ξενιστών, στο οποίο περιλαμβάνονται είδη των οικογενειών Asteraceae (συν. Compositae), Brassicaceae (συν. Cruciferae), Cucurbitaceae, Fabaceae (συν. Leguminosae), Solanaceae κ.ά. Σύμφωνα με βιβλιογραφικές πηγές, ο μύκητας *V. dahliae* προσβάλλει περισσότερα από 400 είδη φυτών (Bell, 1994).

Οι απώλειες της παραγωγής που προκαλούνται από τη βερτισιλλίωση είναι μεγάλης οικονομικής σπουδαιότητας, παγκοσμίως. Η ασθένεια αποτελεί σοβαρό πρόβλημα σε περιοχές όπου καλλιεργούνται συνεχώς είδη ευπαθών φυτών, όπως τα κηπευτικά. Σύμφωνα με βιβλιογραφικές πηγές, στις Η.Π.Α. έχουν αναφερθεί απώλειες της παραγωγής που κυμαίνονται μεταξύ 33-67% σε ευπαθείς γενότυπους τομάτας και μέχρι 30-50% σε ευπαθείς πατάτες. Επίσης έχουν αναφερθεί απώλειες της παραγωγής μελιτζάνας μεταξύ 60-100%. Λόγω των σημαντικών απωλειών που προκαλεί και της δύσκολης καταπολέμησής της, η βερτισιλλίωση αποτελεί μία από τις σπουδαιότερες ασθένειες των κηπευτικών.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1. Ταξινόμηση των φυτοπαθογόνων ειδών του γένους *Verticillium*

Οι μύκητες του γένους *Verticillium* ανήκουν στην κλάση *Adelomycetes*, στην τάξη *Moniliales* (*Hyphomycetes*) και στην οικογένεια *Moniliaceae*. Τα είδη του γένους *Verticillium* που είναι υπεύθυνα για μία από τις σπουδαιότερες ασθένειες που προσβάλουν τα κηπευτικά, τα φυτά μεγάλης καλλιέργειας τα δένδρωδη και τα καλλωπιστικά, όπως αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία είναι τα εξής πέντε:

*Verticillium albo-atrum* (Reinke & Berth. 1879).

*Verticillium dahliae* (Kleb. 1913).

*Verticillium nigrescens* (Pethybr. 1919).

*Verticillium nubilum* (Pethybr. 1919).

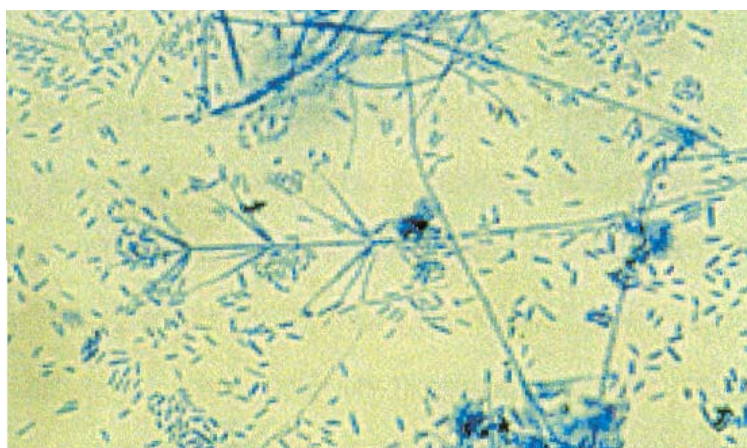
*Verticillium tricorpus* (Isaac. 1953).

Από αυτά, τα *V. dahliae* και *V. albo-atrum* είναι τα είδη με τη μεγαλύτερη φυτοπαθολογική σημασία. Οι μύκητες αυτοί, καλλιεργούμενοι σε θρεπτικό υλικό, σχηματίζουν λευκές βαμβακώδεις αποικίες που αναπτύσσονται αργά, έπειτα από μια εβδομάδα εμφανίζονται υπόλευκες, ενώ αργότερα γίνονται μαύρες λόγω σχηματισμού μικροσκληρωτίων (*V. dahliae*) ή σκούρου διατηρητικού μυκηλίου (*V. albo-atrum*).



Εικόνα 1: Αποικίες του *V. dahliae* σε θρεπτικό υλικό PDA.

Το μυκήλιο είναι υαλώδες, χωρισμένο με διαφράγματα (septa). Δημιουργεί τους κονιδιοφόρους οι οποίοι αποτελούν τις καρποφορίες του μύκητα. Οι κονιδιοφόροι είναι επίσης υαλώδεις, έχουν 2-3 σπονδύλους, που ο καθένας τους έχει 2-4 ατρακτοειδές κλάδους. Κάθε κλάδος καταλήγει σε φιαλίδιο (phialide), που περιέχει πολυάριθμα φιαλιδοκονίδια ή κονίδια. Τα φιαλίδια έχουν διάφορα σχήματα και σε μερικές φορές είναι δευτερογενώς διακλαδισμένα. Τα κονίδια είναι ωοειδή ή ραβδόμορφα, υαλώδη, μονοκύτταρα ή πολυκύτταρα, διαστάσεων 2,5-10,5x1,4-4 μm περίπου.



**Εικόνα 2 Κονιδιοφόροι και φιαλιδοκονίδια του μύκητα *V. dahliae***

Ο μύκητας *V. dahliae* σχηματίζει **μικροσκληρώτια** (MS) ή ψευδοσκληρώτια (PS), τα οποία μοιάζουν με ιστό και προκύπτουν από τη διαδικασία διαφοροποίησης των ιστών. Έχουν παχιά κυτταρικά τοιχώματα, σκοτεινό καφέ μέχρι μαύρο χρώμα, μεταβλητό σχήμα και μέγεθος, επιμηκυσμένα έως ακανόνιστα σφαιρικά με διάμετρο 15-50 μm. Αντίθετα, ο *V. albo-atrum* αντί για μικροσκληρώτια σχηματίζει σκοτεινόχρωμο **διατηρητικό μυκήλιο** (dark resting mycelium ή DM) Αποτελείται από μάζες σκοτεινών υφών με παχιά τοιχώματα, πολυάριθμα εγκάρσια τοιχώματα και βοτρυόμορφη εμφάνιση που θυμίζουν εν μέρει χλαμυδοσπόρια. Οι υφές του είναι παχύτερες από τις συνηθισμένες μυκηλιακές υφές.

Ο *V. dahliae* αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1913 από τον Klebahn στη Γερμανία σε ασθενή φυτά ντάλιας (*Dahlia rosea* Cav.). Ο *V. albo-atrum* αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1879 σε ασθενή φυτά πατάτας (*Solanum tuberosum* L.) από τους Reinke & Berthold επίσης στη Γερμανία.

Στην ταξινόμηση των *V. dahliae* και *V. albo-atrum* υπάρχει σύγχυση αν θα πρέπει ο *V. dahliae* να αναφέρεται ξεχωριστό είδος ή να συμπεριληφθεί στο *V. albo-atrum*. Η χαρακτηριστική διαφορά των παραπάνω ειδών είναι ο **τύπος των οργάνων διατήρησής τους**, καθώς ο *V. dahliae* σχηματίζει μικροσκληρώτια ενώ ο *V. albo-atrum* σκοτεινόχρωμο διατηρητικό μυκήλιο. Γενικά, η διάκριση των εν λόγω ειδών σε καθαρή καλλιέργεια μπορεί να γίνει από τη **μορφολογία** των αποικιών τους. Επιπλέον, η διάκρισή τους μπορεί να βασιστεί και σε **φυσιολογικά ή φυτοπαθολογικά στοιχεία**, όπως είναι το φάσμα των ξενιστών και η παθογόνος ικανότητα των στελεχών σε πολλούς ξενιστές, οι διαφορές στην ανάπτυξή τους σε θρεπτικό μέσο με διαφορετικό pH. Τέτοια στοιχεία είναι επίσης οι διαφορές στα ηλεκτροφορητικά ενζυμικά τους πρότυπα, στα πρότυπα RFLPs και στα πρότυπα RAPD-PCR. Τέλος από φυσιολογικής πλευράς τα δύο είδη διακρίνονται με βάση την ανθεκτικότητά τους στο υπεριώδες φως (το *V. albo-atrum* είναι πολύ ευαίσθητο ενώ το *V. dahliae* είναι σχετικά ανθεκτικό) και την επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξή τους [η ανάπτυξη απομονώσεων άγριου τύπου (wild type) του διατηρητικού μυκηλίου μειώνεται απότομα πάνω από τους 23-24 °C, ενώ του μικροσκληρωτιακού πάνω από τους 28-29 °C].

## **1.2. Το φάσμα των ξενιστών του *V. dahliae* και του *V. albo-atrum***

Ο μύκητας *V. dahliae* έχει ένα ευρύτατο φάσμα ξενιστών μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται διάφορα δενδρώδη, λαχανοκομικά, καλλωπιστικά, λαχανικά, οπωροφόρα, δασικά, ακρόδρυα, ξυλώδη, μεγάλες καλλιέργειες, ψυχανθή, ζιζάνια κ.ά. Ιδιαίτερα οι αυτοφυείς ξενιστές, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην επιβίωση και στον τρόπο διαιώνισης του παθογόνου στο έδαφος. Οι Rudolph & Harrison (1944) ανέφεραν ότι ο *V. dahliae* προσβάλλει περισσότερα από 200 είδη διαφόρων κατηγοριών και η Fravel (1989) ανέφερε ότι ο *V. dahliae* προκαλεί αδρομυκώσεις σε περισσότερα από 250 είδη φυτών. Είδη των οικογενειών Asteraceae (συν. Compositae), Brassicaceae (συν. Cruciferae), Cucurbitaceae, Fabaceae (συν. Leguminosae), Malvaceae και Solanaceae περιλαμβάνονται μεταξύ των κυριότερων ξενιστών του *V. dahliae*. Ο Bell (1994) ανέφερε ότι ο *V. dahliae*

προσβάλλει περισσότερα από 400 είδη φυτών. Ο κατάλογος των ξενιστών του μύκητα εμπλουτίζεται συνεχώς με νέες καταγραφές.

Ο εν λόγω μύκητας είναι από τα σημαντικότερα παθογόνα του αγγειακού συστήματος των ανωτέρων φυτών στη χώρα μας. Ο αριθμός των μέχρι σήμερα αναφερθέντων ξενιστών είναι 78 απ' τα οποία τα 50 είναι καλλιεργούμενα και τα 28 αυτοφυή. Από τα **κηπευτικά** συνήθως προσβάλλονται η τομάτα, η πατάτα, η μελιτζάνα, η μπάμια, και πολύ συχνά προσβάλλονται η πιπεριά, η κολοκυθιά, το αντίδι, το ραδίκι, τα ζαχαρότευτλα, το ραπάνι και η αγκινάρα. Είδη που προσβάλλονται σπανιότερα είναι: η αγγουριά, η πεπονια, η καρπουζιά, η φράουλα, το φασόλι, το κρεμμύδι κ.ά.

Επιπλέον, το παθογόνο έχει απομονωθεί στη χώρα μας από τα ακόλουθα έξι δενδρώδη είδη: βερικοκιά, ελιά, πιστακιά, αμυγδαλιά, ροδακινιά και δαμασκηλιά, εκ των οποίων τα δύο πρώτα υφίστανται τις σοβαρότερες απώλειες. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι αδρομυκώσεις των δενδροκομικών καλλιεργειών προκαλούνται αποκλειστικά από το *V. dahliae*.

Ο μύκητας *V. dahliae* είναι ικανός να επιβιώνει σε μερικά είδη καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών που είναι ασυμπτωματικά,<sup>1</sup> τα οποία αν και φιλοξενούν το παθογόνο δεν παρουσιάζουν συμπτώματα της ασθένειας. Είδη της οικογένειας **Poaceae** (συν. Gramineae) έχουν αναφερθεί ως ασυμπτωματικοί φορείς του μύκητα ενώ παλαιότερα θεωρούνταν ότι ανήκουν στα ανθεκτικά είδη. Βιβλιογραφικές πηγές αναφέρουν ότι η βρώμη και η αγριοβρώμη είναι ξενιστές του μύκητα.

Αναλυτικός κατάλογος ξενιστών του *V. albo-atrum* έχει δημοσιευτεί από τους McCain *et al.* (1974), χωρίς να διευκρινίζεται αν οι απομονώσεις αναφέρονται στη μικροσκληρωτιακή μορφή ή τη μορφή του σκούρου διατηρητικού μυκηλίου. Σ' αυτόν τον κατάλογο περιλαμβάνονται 132 ξενιστές που ανήκουν σε 107 γένη και 49 οικογένειες.

---

<sup>1</sup> Ασυμπτωματικό είδος είναι εκείνο που οι ρίζες του έχουν αποικισθεί (με επιφανειακή διεύθυνση) από το *V. dahliae* ενώ τα αγγεία του στελέχους του δεν έχουν προσβληθεί διασυστηματικά.





τομάτα (*Lycopersicon esculentum*)



καρπουζιά (*Citrullus vulgaris*)



πιπεριά (*Capsicum annuum*)

Εικόνα 3: Είδη κηπευτικών που προσβάλλονται από τον μύκητα *V. dahliae*.

### 1.3. Εξειδίκευση ως προς τον ξενιστή διαφόρων απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae*

Απομονώσεις ειδών του γένους *Verticillium*, που προέρχονται από διάφορα είδη φυτών, συνήθως δεν εμφανίζουν εξειδίκευση ως προς τον ξενιστή (host specificity). Όμως μεταξύ απομονώσεων του *V. dahliae* υπάρχει μεγάλη παραλλακτικότητα στην παθογόνο ικανότητά τους, παρόλο που δεν είναι ακόμα γνωστό αν αυτές οι παραλλαγές προέρχονται η μία από την άλλη ή είναι ξεχωριστοί βιότυποι (biotypes) εντός του είδους.

**Ειδικές μορφές** (formae speciales) δεν έχουν αναφερθεί στο *V. dahliae*. Έχει όμως αναφερθεί η ύπαρξη **εξειδικευμένων στελεχών** (specific strains) ή **παθοτύπων** (pathotypes) που παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλή παθογόνο δύναμη σε ένα συγκεκριμένο ξενιστή ενώ προσβάλλουν σε πολύ μικρότερο βαθμό και άλλα είδη. Στην Ιαπωνία έχει αναφερθεί εξειδίκευση ως προς τον ξενιστή διαφόρων απομονώσεων του *V. dahliae* στα είδη μελιτζάνα (*Solanum melongena*), τομάτα (*Lycopersicon esculentum*), γλυκιά πιπεριά (*Capsicum annuum* L. var. *grossum*), κινέζικο λάχανο (*Brassica campestris* L. ssp. *pekinesis*), ρέβα (*Brassica rapa* L.) και ραπάνι (*Raphanus sativus* L.). Οι εν λόγω απομονώσεις κατατάχθηκαν στην Ιαπωνία σε τέσσερις μεγάλες παθογόνες ομάδες:

- παθογόνες σε μελιτζάνα και γογγύλι (**ομάδα Α, παθότυπος της μελιτζάνας**)
- παθογόνες σε μελιτζάνα, τομάτα και γογγύλι (**ομάδα Β, παθότυπος της τομάτας**)
- παθογόνες σε μελιτζάνα, γλυκιά πιπεριά και γογγύλι (**ομάδα C, παθότυπος της γλυκιάς πιπεριάς**)
- παθογόνες σε γογγύλι (**ομάδα D, παθότυπος των σταυρανθών**)

Η παραπάνω διάκριση των παθοτύπων έχει αποδειχτεί περαιτέρω και από τα διαφορετικά ηλεκτροφορητικά τους πρότυπα RAPD-PCR.

Έχουν αναγνωρισθεί διάφοροι πληθυσμοί του *V. dahliae* που έχουν ονομασθεί **ομάδες βλαστικής συμβατότητας (VCG<sub>s</sub>)**.

Παρόλο που δεν υπάρχουν ειδικές μορφές, στο *V. dahliae*, εντούτοις υπάρχουν **δύο φυσιολογικές φυλές** (physiological races), η 1 και η 2. Οι φυλές αυτές διαφοροποιούνται πάνω σε διάφορα υβρίδια και ποικιλίες τομάτας, όπως το **Earlypak No 7** και η **ACE 55 VF**. Το γονίδιο αντοχής *Ve*, που βρέθηκε στην αυτοφυή τομάτα του Περού (*Lycopersicon esculentum* L. var. *cerasiformae* L.), παρέχει αντοχή στη φυλή 1 του *V. dahliae*. Απομονώσεις παθογόνες σε ευπαθείς γονότυπους τομάτας, όπως η Earlypak No 7 που στερείται το γόνο αντοχής *Ve*, αλλά μη παθογόνες σε ανθεκτικούς γονότυπους όπως η ACE 55 VF που διαθέτει το γονίδιο *Ve*, έχουν ονομασθεί φυλή 1.

Απομονώσεις παθογόνες τόσο σε ευπαθείς όσο και σε ανθεκτικούς γονότυπους τομάτας έχουν ονομασθεί φυλή 2. Η φυλή 1 του μύκητα είναι ευρέως διαδεδομένη στην Κρήτη σε φυτά διαφόρων κατηγοριών (λαχανοκομικά, κτηνοτροφικά, δενδρώδη, καλλωπιστικά και αυτοφυή). Η φυλή 2 επισημάνθηκε για πρώτη φορά το 1988 στο Οροπέδιο Λασιθίου σε ανθεκτικές στη φυλή 1 ποικιλίες και υβρίδια τομάτας αλλά είχε περιορισμένη εξάπλωση. Όμως σε έρευνες που έγιναν στην Κρήτη την τελευταία δεκαετία διαπιστώθηκε η ευρεία διάδοση μας φυλής 2 σε διάφορες περιοχές (ιδιαίτερα στο οροπέδιο Λασιθίου).

#### 1.4. Συμπτώματα

Τα συμπτώματα της βερτισιλλίωσης μπορεί μερικές φορές να συγχέονται με τα συμπτώματα των φουζαριώσεων (*fusarium wilt*), αδροβακτηριώσεων, ασθeneιών του ριζικού συστήματος (σηψιρριζίες, ασφυξία λόγω κατάκλισης κ.ά.) και με ζημιές από ζιζανιοκτόνα. Γίνεται αντιληπτό ότι σίγουρη διάγνωση μπορεί να γίνει μόνο στο εργαστήριο με την απομόνωση του παθογόνου σε τρυβλία με PDA.

Τα συμπτώματα της βαρτισιλλίωσης είναι πολύ όμοια στους διάφορους ξενιστές. Στα συμπτώματα περιλαμβάνονται περισσότερα από τα εξής: επινασσία<sup>2</sup> φύλλων (*epinasty*), μαρασμός, νεκρωτικές κιτρινομπρούτζινες

---

<sup>2</sup> Επινασσία φύλλων είναι η ελαφριά άμβλυση της γωνίας του μίσχου των φύλλων με το στέλεχος του φυτού.

κηλίδες που καταλήγουν σε νέκρωση και πτώση των φύλλων, καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου και νανισμός.

Στα **κηπευτικά**, το πρώτο σύμπτωμα είναι ο παροδικός μαρασμός των φύλλων. Το επόμενο σύμπτωμα είναι κιτρινομπρούτζινες μεσονεύριες κηλίδες στα κατώτερα φύλλα, που στη συνέχεια γίνονται νεκρωτικές. Η κίτρινη αυτή κηλίδωση των φύλλων διαφοροποιεί τη βερτισιλλίωση από τη φουζαρίωση στην τομάτα, τη μελιτζάνα και την πατάτα. Σε προχωρημένο στάδιο της ασθένειας παρατηρείται αποφύλλωση και μονόπλευρη ξήρανση των φυτών. Διακρίνεται ακόμα ελαφρός καστανός μέχρι μαύρος μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου. Ο μαρασμός των φύλλων μπορεί να προχωρά προς τα πάνω στο φυτό και τελικά να παραμένουν μόνο λίγα υγιή φύλλα στις κορυφές των βλαστών. Συμπτώματα της βερτισιλλίωσης μπορεί να εμφανισθούν σε οποιοδήποτε στάδιο ανάπτυξης των κηπευτικών, όμως τα χαρακτηριστικά εμφανίζονται συνήθως μετά την καρπόδεση.

Στην **τομάτα** (*Lycopersicon esculentum* Mill.), από την εμφάνιση των συμπτωμάτων μέχρι τη νέκρωση των φυτών μπορεί να παρέλθουν 3-4 εβδομάδες (ανάλογα με τις τοπικές κλιματικές συνθήκες). Τα φυτά σε προχωρημένο στάδιο παρουσιάζουν νανισμό και τα φύλλα τους, είναι χλωρωτικά, μαραμένα και μερικές φορές νεκρώνονται. Τα αγγεία του ξύλου του στελέχους και της ρίζας των προσβλημένων φυτών γίνονται καστανά κοντά στο λαιμό, που σιγά-σιγά επεκτείνεται ψηλά στο στέλεχος. Ο μεταχρωματισμός των αγγείων είναι χαρακτηριστικό σύμπτωμα της προσβολής της τομάτας από μύκητες του γένους *Verticillium* και είναι χρήσιμο στην αρχική διάγνωση της ασθένειας. Λόγω της έντονης αποφύλλωσης, η βερτισιλλίωση συντελεί σε ζημιές των καρπών από ηλιοκαύματα, που οδηγούν σε ποιοτική και ποσοτική μείωση της παραγωγής.

Γενικότερα, οι αδρομυκώσεις στην τομάτα προκαλούνται συνήθως από τους μύκητες *V. dahliae* και *fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, και σπανιότερα από το *V. albo-atrum*. Αυτές οι δύο ασθένειες μοιάζουν τόσο πολύ συμπτωματολογικά που δύσκολα διακρίνονται μεταξύ τους. Παρόλα όμως αυτά στη διάκρισή τους βοηθάει το γεγονός ότι στην περίπτωση της βερτισιλλίωσης το κιτρίνισμα των φύλλων και ο μεταχρωματισμός των

αγγείων είναι λιγότερο έντονος σε σχέση με τη φουζαρίωση. Επίσης, στην περίπτωση της φουζαρίωσης ο μεταχρωματισμός των αγγείων είναι συνήθως μονόπλευρος και σε προχωρημένο στάδιο προσβολής οι ρίζες σαπίζουν και αποκόπτονται όταν γίνει προσπάθεια εκρίζωσης των φυτών.

Στη **μελιτζάνα** (*Solanum melongena* L.) τα πρώτα συμπτώματα της προσβολής εμφανίζονται συνήθως 6-8 εβδομάδες μετά τη φύτευση. Στη συνέχεια τα φυτά έχουν καθυστερημένη ανάπτυξη και μειωμένη παραγωγή.

Στην **πατάτα** (*Solanum tuberosum* L.) τα συμπτώματα περιλαμβάνουν πρόωρη χλώρωση, νέκρωση των φύλλων της βάσης, πρόωρη αποφύλλωση, νανισμό των σοβαρά προσβεβλημένων φυτών και καστανό μεταχρωματισμό των αγγείων του ξύλου. Τα συμπτώματα που εμφανίζονται στα φύλλα είναι δυσδιάκριτα από τα συμπτώματα της φυσικής γήρανσης. Μερικές φορές τα συμπτώματα εμφανίζονται μόνο στη μια πλευρά του φυτού (μονόπλευρα) ή σε ορισμένα φύλλα.

Στην **αγγουριά** (*Cucumis sativus* L.), την **πεπονιά** (*C. melo* L.) και την **καρπουζιά** (*Citrullus vulgaris* Schrad.), τα προσβεβλημένα φυτά παρουσιάζουν μεσονεύριες χλωρωτικές κηλίδες στα κατώτερα φύλλα, τα οποία στη συνέχεια κιτρινίζουν, μαραίνονται και ξεραίνονται. Ο καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου είναι χαρακτηριστικός. Γενικά, τα προσβεβλημένα φυτά των κολοκυνθοειδών παρουσιάζουν ακροπέταλη απώλεια σπαργής, η οποία τις μεσημβρινές ώρες τις ζεστές μέρες καταλήγει σε πρόσκαιρο μαρασμό της κορυφής τους. Όταν τα φυτά έχουν μικρή προσβολή ο μαρασμός τους είναι παροδικός ενώ όταν έχουν έντονη προσβολή, ο μαρασμός είναι μόνιμος.

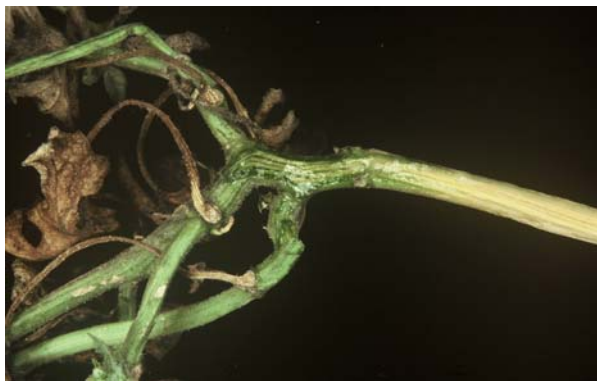
Στη **μπάμια** [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.] εμφανίζονται τα τυπικά συμπτώματα προσβολής των φύλλων και ο χαρακτηριστικός καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου.



τομάτα (*Lycopersicon esculentum*)



αγγουριά (*Cucumis sativus*)



μελιτζάνα (*Solanum melongena*)

Εικόνα 4: Είδη φυτών που έχουν προσβληθεί από τον *V. dahliae*. (Διακρίνεται ο χαρακτηριστικός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου).



πατάτα (*Solanum tuberosum*)



κολοκυθιά (*Cucumis pepo*)

**Εικόνα 5: Είδη φυτών που έχουν προσβληθεί από τον *V. dahliae*. (Διακρίνεται ο χαρακτηριστικός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου).**

Η τάση μαρασμού που παρουσιάζει ένα συγκεκριμένο φυτικό είδος όταν μολυνθεί από το παθογόνο *V. dahliae* εξαρτάται από: **α)** το είδος και/ ή τη φυλή του μύκητα και **β)** τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Γενικά ένα είδος που έχει προσβληθεί από το μύκητα μπορεί να εμφανίσει μαρασμό, μη μαρασμό ή μια ενδιάμεση κατάσταση. Αν εμφανισθεί μαρασμός, η έλλειψη σπαργής των φύλλων (flaccidity) είναι το πρώτο εμφανές σύμπτωμα των φυτών και γίνεται ακόμη πιο έντονο με την πρόοδο της ασθένειας. Αν δεν εμφανισθεί μαρασμός, τα φύλλα δεν εμφανίζουν μείωση σπαργής και νεκρώνονται αμέσως. Μια ενδιάμεση κατάσταση είναι εκείνη στην οποία εμφανίζεται μείωση σπαργής των φύλλων μετά από την εμφάνιση άλλων ορατών συμπτωμάτων (π.χ. χλώρωσης) και είναι πολύ ελαφρά.

Η ευπάθεια των φυτών στους περισσότερους μύκητες που προσβάλλουν τις ρίζες μειώνεται αυξανόμενης της ηλικίας των φυτών. Γιαυτό όσο νωρίτερα εμφανισθούν τα συμπτώματα της βερτισιλλίωσης σε σχέση με την ηλικία του λαχανοκομικού είδους (π.χ. τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά) τόσο μεγαλύτερη είναι η σοβαρότητά της και κατά συνέπεια οι ζημιές της καλλιέργειας. Η εξέλιξη της συμπτωματολογικής κατάστασης εξαρτάται από:

- το χρόνο προσβολής (πρώιμη ή όψιμη)
- τις κλιματολογικές συνθήκες
- την πυκνότητα του μολύσματος
- την ύπαρξη ή απουσία εξειδικευμένου στελέχους (specific strain) ή φυσιολογικής φυλής (race) του μύκητα
- το είδος, την ποικιλία ή το υβρίδιο του καλλιεργούμενου φυτού
- τις καλλιεργητικές φροντίδες
- την περιεκτικότητα του εδάφους και του αρδευτικού νερού σε άλατα
- τη δράση των παρασιτικών νηματωδών των ριζών
- την προσβολή ασυμπτωματικών καλλιεργούμενων φυτών
- την προσβολή αυτοφυών φυτών κ.ά



### **1.5. Αιτίες στις οποίες οφείλεται η εμφάνιση των συμπτωμάτων της ασθένειας**

Τα συμπτώματα της βερτισιλλίωσης είναι ιδιαίτερα έντονα σε περιοχές όπου έχουν καλλιεργηθεί επανειλημμένα για πολλά χρόνια διάφορα ευπαθή είδη φυτών και όπου γίνεται συγκαλλιέργεια ευπαθών δενδρωδών (π.χ. ελιάς) με ευπαθή κηπευτικά (πατάτα, τομάτα μελιτζάνα κ.ά.).

Το επικρατέστερο σύμπτωμα της βερτισιλλίωσης είναι ο μαρασμός, χωρίς όμως να έχει διευκρινιστεί πλήρως η φυσιολογική αιτία του. Έχουν αναπτυχθεί **δύο θεωρίες** για την ερμηνεία αυτού του φαινομένου. Η μία υποστηρίζει ότι η φυσική απόφραξη των αγγείων των προσβεβλημένων φυτών μειώνει τη ροή του νερού στα φύλλα. Η άλλη υποστηρίζει ότι στα προσβεβλημένα φυτά παράγονται κάποιες ουσίες από το παθογόνο που είναι τοξικές στα φύλλα. Το πιο πιθανό όμως είναι να ισχύουν και οι δυο θεωρίες, όπως αναφέρουν πολλοί ερευνητές.

Στα αγγεία του ξύλου των προσβεβλημένων φυτών παρατηρούνται διάφορες αλλαγές όπως: αποθέσεις καστανών χρωστικών, επικάλυψη με ανώμαλης μορφής υλικό (π.χ. πλούσιο σε λιπίδια), απόφραξη με γόμμες, πηκτές ή τυλώσεις, αποδιοργάνωση των παρεγχυματικών κυττάρων και συσσώρευση σημασμένων υλικών στα κυτταρικά τοιχώματα. Για παράδειγμα, ο Bewley (1922) παρατήρησε μια καστανή ουσία σαν κόλλα, η οποία κάλυπτε τα αγγεία του ξύλου φυτών τομάτας προσβεβλημένων από βερτισιλλίωση. Το υλικό αυτό φαίνεται να είναι μεταβλητής πυκνότητας, συχνά με πολλές στρώσεις, όμοιο σε εμφάνιση με το υλικό που καλύπτει τις υφές του μύκητα που βρέθηκαν στα αγγεία του φυτού. Το εν λόγω υλικό περιορίζει τη ροή του νερού στα αγγεία του ξύλου των προσβεβλημένων από το μύκητα φυτών.

Έχει αναφερθεί ότι οι υφές του μύκητα αποφράσσουν μερικά αγγεία του ξύλου και η απόφραξή τους μπορεί να ενισχυθεί με ουσίες οι οποίες είτε παράγονται από το παθογόνο είτε απελευθερώνονται από τον ξενιστή λόγω της δράσης διαφόρων ένζυμων του παθογόνου. Οι ουσίες που εκκρίνει ο μύκητας βλάπτουν το φυτό, άμεσα ή έμμεσα, προκαλώντας απόφραξη των

αγγείων του. Παρόλα αυτά, δεν έχει προσδιοριστεί η φύση αυτών των ουσιών. Οι εν λόγω ουσίες μπορεί να είναι:

- i. **Εξωκυτταρικά ένζυμα**, και ιδιαίτερα αυτά που δρουν στις κυτταρικές μεμβράνες και προκαλούν βλάβη στην ημιπερατότητά τους, με αποτέλεσμα την απώλεια νερού από τα μολυσμένα φυτά.
- ii. **Τοξίνες**, οι οποίες είναι μόρια τα οποία παράγονται από το παθογόνο και όταν εφαρμοσθούν σε φυτικά μοσχεύματα σε χαμηλή συγκέντρωση θα προκαλέσουν μαρασμό σε μικρό χρονικό διάστημα. Έχει διαπιστωθεί ότι είδη του γένους *Verticillium* μπορεί να παράγουν σε καλλιέργεια είτε μικρού είτε μεγάλου μοριακού βάρους τοξίνες, οι οποίες πιθανώς να συμμετέχουν στην παθογένεια της ασθένειας.
- iii. **Μακρομόρια**. 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 σε κομμένους βλαστούς τομάτας. Τα μεγάλου μοριακού βάρους πολυμερή μπορεί να παράγονται από το παθογόνο ή να προκύπτουν από ενζυμική μετατροπή των πολυμερών που περιέχουν οι πηκτίνες των κυτταρικών τοιχωμάτων των αγγείων του ξύλου.
- iv. **Ρυθμιστές αύξησης**. Έχει αναφερθεί η ανάπτυξη τυλώσεων εντός των αγγείων του ξύλου, που προκαλούν την απόφραξή τους. Η ανάπτυξη της τύλωσης είναι μια διαδικασία αύξησης, η οποία φαίνεται ότι προκαλείται από την αυξημένη παραγωγή ινδολοξικού οξέος (IAA) και σχετίζεται με αδρομυκώσεις διαφόρων φυτών. Η ανάπτυξη τυλώσεων στα αγγεία του ξύλου συντελούν στο μερικό περιορισμό της πορείας του νερού στα φύλλα, πιθανώς δε και στην αλλαγή της πορείας του, η οποία έχει συνήθως ως αποτέλεσμα το μαρασμό τους.

## 1.6. Παράγοντες που επηρεάζουν τις απώλειες της παραγωγής από τη Βερτισιλλίωση

Οι απώλειες της παραγωγής των φυτών εξαιτίας της Βερτισιλλίωσης διαφέρουν ανάλογα με:

- Το είδος των φυτών, τη σοβαρότητα της προσβολής και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών πριν εμφανίσουν τα πρώτα συμπτώματα της προσβολής
- Την ποικιλία ή το υβρίδιο (ευπάθεια, αντοχή, ανοχή)
- Την πυκνότητα φύτευσης
- Την πυκνότητα μολύσματος που υπάρχει στο έδαφος κατά τη σπορά ή τη φύτευση
- Τον παθότυπο ή τους παθότυπους του μύκητα που υπάρχουν στο έδαφος
- Τη δράση και ή την αλληλεπίδραση διαφόρων μικροοργανισμών του εδάφους με το *V. dahliae* ή το *V. albo-atrum*
- Τον τύπο του εδάφους
- Τη μέθοδο άρδευσης και την ποιότητα του εφαρμοζόμενου νερού
- Τη λίπανση που εφαρμόζεται στο έδαφος και ιδιαίτερα την ποσότητα του αζώτου
- Τους κλιματικούς παράγοντες μιας περιοχής

## 1.7. Γεωγραφική εξάπλωση των Βερτισιλλίωσεων

Ο μύκητας *V. dahliae* έχει εκτεταμένη γεωγραφική εξάπλωση σε όλες τις εύκρατες χώρες του κόσμου. Ο χάρτης CMI 366, έκδοση 2 αναφέρει το μύκητα *V. dahliae* σε 42 χώρες, ενώ η έκδοση 3 τον αναφέρει σε 53 χώρες. Κατά κανόνα ο μύκητας βρίσκεται στις θερμότερες περιοχές των ΗΠΑ, του Καναδά και της Ασίας.

Οι προσβολές από τον μύκητα *V. albo-atrum* φαίνεται να είναι περιορισμένες σε περιοχές όπου η μέση θερμοκρασία δεν υπερβαίνει τους 21-27 °C κατά το μεγαλύτερο διάστημα της καλλιεργητικής περιόδου. Αντίθετα, ο *V. dahliae* μπορεί να προσβάλλει τα φυτά τόσο σε ψυχρές όσο και σε θερμές περιοχές, όπου η μέση θερμοκρασία δεν υπερβαίνει τους 24 °C για το μεγαλύτερο διάστημα μιας καλλιεργητικής περιόδου. Επιπλέον, ο μύκητας είναι καταστροφικότερος σε θερμότερα κλίματα, ειδικά σε αρδευόμενες καλλιέργειες. Επειδή ο μύκητας ευνοείται από υψηλές μέσες θερμοκρασίες κυριαρχεί στις θερμές περιοχές της Ευρώπης και της Μεσογείου, μεταξύ αυτών και στην Κρήτη. Μετά από πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη χώρα μας προέκυψε ότι και οι 92 απομονώσεις που πάρθηκαν από διάφορες καλλιέργειες λαχανικών, ελαιόδεντρων και ζιζανίων ανήκαν στο είδος *V. dahliae* (Ligoixigakis & Vakalounakis 1994).

Η φυλή 2, η οποία αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1957 στο Ουισκόνσιν των Η.Π.Α. από τον Robinson *et al.* (1957), έχει επίσης εξάπλωση σε πολλές χώρες του κόσμου. Στη χώρα μας έχει αναφερθεί από το Τζάμο και πρόσφατα στην Κρήτη από τους (Ligoixigakis & Vakalounakis, 1992).

### **1.8 Βιολογία- Επιδημιολογία**

Ο *V. dahliae* είναι εδαφογενής μύκητας, ο οποίος έχει ενταχθεί στην κατηγορία των αποικιστών της ρίζας (root inhibitors). Χαρακτηριστικό της εν λόγω κατηγορίας μυκήτων είναι η εκτεταμένη παρασιτική φάση στο ζωντανό ιστό του ξενιστή και περιορισμένη σαπροφυτική φάση στα φυτικά υπολείμματα.

Το μυκήλιο και τα κονίδια του *V. dahliae* επιβιώνουν εκτός του ξενιστή μόνο για μερικές εβδομάδες. Έχει διαπιστωθεί ότι οι πληθυσμοί των *V. dahliae* και *V. albo-atrum* μειώνονται πολύ γρήγορα στο έδαφος γιατί αφενός δεν είναι ικανοί να ανταγωνισθούν άλλους μικροοργανισμούς και αφετέρου δεν αναπτύσσονται σαπροφυτικά. Ομως σε ρίζες διαφόρων αυτοφυών φυτών, όπως ο στύφνος (*Solanum nigrum* L.), που ήταν φυσικά μολυσμένες από το *V. albo-atrum* ή το *V. dahliae* και καλύφθηκαν στο έδαφος για επτά μήνες, ο μύκητας όχι μόνο διατηρήθηκε αλλά και αυξήθηκε σημαντικά. Αυτό

αποδεικνύει ότι τα αυτοφυή φυτά είναι ιδιαίτερα σημαντικά στην επιβίωση του μύκητα στο έδαφος.

Ο μύκητας επιβιώνει στο έδαφος για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα (περισσότερο από 14 χρόνια) με τη μορφή **μικροσκληρωτίων**. Τα μικροσκληρώτια είναι βυθισμένα σε γηράσκοντα φυτικό ιστό και αναπτύσσονται μονήρη ή σε μικρές ομάδες. Ελευθερώνονται στο έδαφος μετά την αποσύνθεση του μολυσμένου ιστού και έχουν διαστάσεις που ποικίλουν μεταξύ 11 και 225 μm. Αποτελούνται από ομάδες υάλινων κυττάρων διαμέτρου 7-8 μm με παχιά κυτταρικά τοιχώματα που είναι άχρωμα ή ελαφρά χρωματισμένα. Τα μικροσκληρώτια έχουν την ικανότητα να βλαστάνουν επανειλημμένα στο έδαφος και να παράγουν κονίδια που έχουν μικρή διάρκεια ζωής. Τα μικροσκληρώτια για να αρχίσουν να βλαστάνουν χρειάζεται να εκτεθούν για έξι ώρες σε ευνοϊκό περιβάλλον και συνήθως παράγουν μέχρι και 36 βλαστικές υφές/ms και διάφορους κονιδιοφόρους. Σε δείγματα εδάφους που έχουν ξεραθεί στον αέρα, οι πληθυσμοί των μικροσκληρωτίων μειώνονται όταν η αποθήκευσή μας γίνει σε θερμοκρασία δωματίου.

**Απουσία ξενιστών** ο *V. dahliae* θεωρείται ότι επιβιώνει στο έδαφος με τη μορφή μικροσκληρωτίων μέχρι 13 χρόνια ή για περισσότερο από 14 χρόνια. Σε φυσικά μολυσμένο έδαφος, που διατηρήθηκε υγρό χωρίς να γίνεται καλλιέργειά του, ο μύκητας διατήρησε τη μολυσματικότητά του σε σπορόφυτα μελιτζάνας για τουλάχιστον τέσσερα χρόνια. Γενικά, αναφέρεται ότι απαιτούνται 10-20 χρόνια για να μηδενισθεί ο πληθυσμός του *V. dahliae* σε καλλιεργημένο και μολυσμένο έδαφος.

Ο μύκητας μπορεί να επιβιώσει για πολλά χρόνια μας ρίζες μερικών ειδών καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών που θεωρούνται **ασυμπτωματικά**, τα οποία ενώ φιλοξενούν το παθογόνο δεν παρουσιάζουν συμπτώματα της ασθένειας.

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

Τα μικροσκληρώτια που βρίσκονται στο έδαφος μπορούν να βλαστήσουν μερικές φορές όταν διεγερθούν από εκκρίσεις των ριζών διαφόρων φυτών. Όταν ένα μικροσκληρώτιο βλαστήσει, μπορεί να επανέλθει σε κατάσταση λήθαργου έως ότου διεγερθεί ξανά από εκκρίσεις ρίζας άλλου φυτού. Αυτό μπορεί να συνεχιστεί μέχρι να εξαντληθούν τα αποθέματα ενέργειας που διαθέτει το μικροσκληρώτιο. Με τη βλάστηση των μικροσκληρωτίων αυξάνεται η ποσότητα του μολύσματος που περιέχει το έδαφος, με αποτέλεσμα να ευνοείται η προσβολή των διαφόρων ξενιστών.

Εκτός από τα μικροσκληρώτια, τα κονίδια που παράγονται σε μολυσμένες νεκρές ρίζες και στελέχη ευπαθών ξενιστών είναι δυνατό να δρουν ως μόλυσμα για τρεις ή περισσότερες εβδομάδες πριν νεκρωθούν ή ξεραθούν. Η περίοδος παραγωγής των κονιδίων εξαρτάται από την επάρκεια θρεπτικών στοιχείων στα φυτικά υπολείμματα.

Η ταχεία εξάπλωση της ασθένειας από ένα μολυσμένο φυτό δεν αποδίδεται σε ανάπτυξη του μυκηλίου που υπάρχει στο έδαφος μας τα γειτονικά φυτά αλλά στην ανάπτυξη των ριζών του φυτού στο μολυσμένο έδαφος γύρω από το αρχικά μολυσμένο φυτό. Οι ρίζες των υγιών φυτών μολύνονται όταν έλθουν σε επαφή με το μύκητα που βρίσκεται σε μολυσμένα φυτικά υπολείμματα ή με διάφορα όργανα του μύκητα, όπως μικροσκληρώτια, μυκήλιο ή κονίδια που βρίσκονται στο έδαφος. Η ύπαρξη τραυματισμένων ριζών συντελεί στην ταχεία διασυστηματική προσβολή των ευπαθών φυτών. Τραυματισμοί μπορεί να συμβούν: **α)** κατά τη μεταφύτευση, **β)** κατά την καλλιέργεια του εδάφους και **γ)** λόγω προσβολής των ριζών από νηματώδεις που ανήκουν στην οικογένεια Tylenchoidea.

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

Η μυκοστατική ιδιότητα του εδάφους διατηρεί τα μικροσκληρώτια του *V. dahliae* σε **λήθαργο**, όταν δεν υπάρχουν φυτά σε αυτό. Οι εκκρίσεις των ριζών των ευπαθών φυτών μπορούν να διεγείρουν τη βλάστηση των μικροσκληρωτίων έτσι ώστε να αρχίσει η διαδικασία μόλυνσης, είτε μέσω άμεσης διείσδυσης των ριζών των ξενιστών από βλαστικούς σωλήνες των

μικροσκληρωτίων, είτε έμμεσα από κονίδια που παράγονται μετά την βλάστηση των μικροσκληρωτίων. Εκκρίσεις ριζών ανθεκτικών ξενιστών, όπως το σιτάρι, θα μπορούσαν να διεγείρουν τη βλάστηση των μικροσκληρωτίων, όχι όμως τόσο πολύ όσο τα ευπαθή φυτά, όπως η τομάτα.

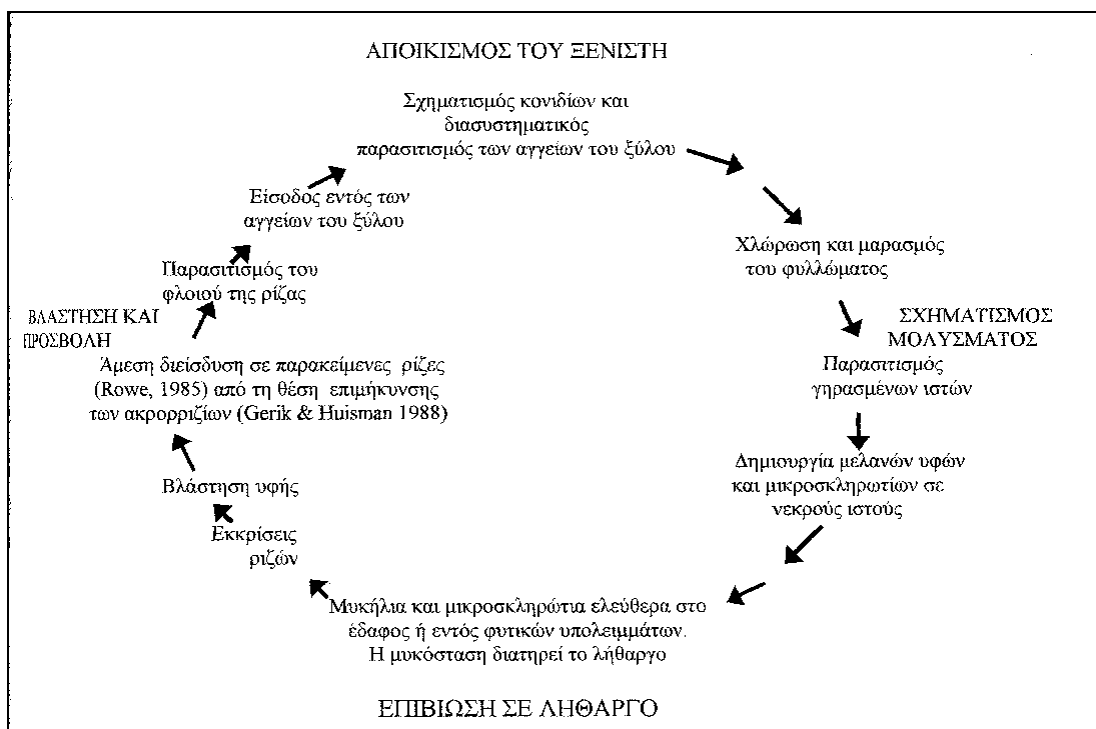
Ο αποικισμός της ρίζας από το *V. dahliae* συμβαίνει πολύ νωρίς στη ζωή της και καθόλη τη διάρκεια ανάπτυξής της. Σε αυτό συμβάλλουν πολύ τα άκρα της ρίζας και ιδιαίτερα η ζώνη επιμήκυνσής της. Από τις περιοχές αυτές εκλύονται μεγάλες ποσότητες εκκρίσεων, οι οποίες διεγείρουν τα μικροσκληρώτια που βρίσκονται σε λήθαργο στο έδαφος, τα οποία βλαστάνουν. 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 να αντιδράσει γρήγορα στις εκκρίσεις της ρίζας που διέρχεται πλησίον του, για να μπορέσει να την προσβάλλει. Εάν χρειαστούν περισσότερο από μερικές ώρες για να αντιδράσει, τότε δεν επέρχεται μόλυνση, επειδή είναι δύσκολο στο μύκητα να έρθει σε επαφή με το κινούμενο άκρο της ρίζας.

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

Οι μύκητες *V. dahliae* και *V. albo-atrum* δύνανται να προσβάλλουν ευπαθείς ξενιστές και από το φύλλωμά μας. Η προσβολή γίνεται με αερομεταφερόμενα κονίδια και έχει ως αποτέλεσμα τη διασυστηματική προσβολή των φυτών. Μια τέτοιου είδους προσβολή έχει αναφερθεί στην τομάτα.

Όσον αφορά στην επιβίωση του μύκητα **εκτός εδάφους** (σε τμήματα προσβεβλημένων 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* επιβιώνουν για 6 μήνες σε 49-50 °C σε ξηρή ατμόσφαιρα και για περισσότερα από 2,5 χρόνια σε 40 °C. Ο μύκητας παραμένει ζωντανός τουλάχιστον για 3 χρόνια σε θρεπτικά υποστρώματα με άγαρ, ενώ είναι δυνατόν να επιβιώσει σε ξηρές τεχνητές καλλιέργειες για περίπου 13 χρόνια.



Εικόνα 6: Ο βιολογικός κύκλος του μύκητα *V. dahliae* (Rowe, 1985)

### 1.9. Επίδραση διαφόρων παραγόντων στη μόλυνση των φυτών και την εξέλιξη της ασθένειας

Η μόλυνση των φυτών από τους μύκητες *V. dahliae* και *V. albo-atrum* επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως:

- Τη θερμοκρασία αέρα και εδάφους
- Το φως
- Την υγρασία του εδάφους
- Τον αερισμό του εδάφους



- Την πυκνότητα του μολύσματος
- Τους βιοτικούς παράγοντες (παρουσία νηματωδών και εντόμων εδάφους)

Οι παραπάνω παράγοντες συμβάλλουν στην ανάπτυξη και εξέλιξη της ασθένειας. Ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζουν την μόλυνση μπορεί να είναι είτε άμεσος (επηρεάζεται η δραστηριότητα των ειδών του γένους *Verticillium* και η αρχική προσβολή των ριζών), είτε έμμεσος (επηρεάζεται η θρέψη και η ανάπτυξη του ξενιστή). Οι εν λόγω παράγοντες, οι οποίοι επιδρούν σημαντικά στις σχέσεις του παθογόνου, του ξενιστή και τις αντιδράσεις ξενιστή-παθογόνου, περιγράφονται παρακάτω αναλυτικά.

#### • **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. Έχει διαπιστωθεί ότι ο *V. dahliae* προκαλεί συμπτώματα προσβολής στα διάφορα φυτικά είδη όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 12-30 °C. Σε αυτές τις θερμοκρασίες αναπτύσσονται συνήθως οι καλλιέργειες στις παραμεσόγειες χώρες. Γιαυτό το λόγω ο μύκητας θεωρείται τόσο επικίνδυνος για τη χώρα μας. Αντίθετα, όταν η θερμοκρασία εδάφους και αέρα υπερβαίνει μας 28-30 °C, η ανάπτυξη της βερτισιλλίωσης μειώνεται αισθητά.

Η θερμοκρασία είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην ανάπτυξη της ασθένειας πολλών φυτικών ειδών, στα οποία συμπεριλαμβάνονται και τα κηπευτικά. Έχει αναφερθεί ότι η προσβολή της **τομάτας** από το μύκητα *V. albo-atrum* ευνοείται από θερμοκρασίες αέρα που κυμαίνονται μεταξύ 15-24 °C. Τα σοβαρότερα συμπτώματα προκλήθηκαν σε θερμοκρασία 24 °C, με 28 °C το ανώτατο όριο θερμοκρασίας για την εκδήλωση της ασθένειας, όταν η θερμοκρασία του αέρα ήταν 20 °C. Σε τεχνητές μολύνσεις τομάτας με το *V. dahliae* έχει διαπιστωθεί ότι τα φυτά ήταν πιο ευπαθή στον μύκητα όταν η μέση θερμοκρασία ήταν 25, 27 και 28 °C, ενώ τα σοβαρότερα συμπτώματα εμφανίσθηκαν όταν θερμοκρασία εδάφους-αέρα ήταν 28 °C. Μετά από

αξιολόγηση της επίδρασης της θερμοκρασίας εδάφους και αέρα στην ανάπτυξη της καλλιέργειας διαπιστώθηκε ότι η θερμοκρασία εδάφους είναι ο σοβαρότερος παράγοντας.

Αναφέρεται ότι ο *V. dahliae* προκάλεσε σοβαρά συμπτώματα στη **μελιτζάνα**, σε θερμοκρασία εδάφους 19-23 °C όταν οι θερμοκρασίες του αέρα παρέμειναν μεταξύ 19 και 23 °C. Η προσβολή ήταν ήπια σε 28 °C όταν οι θερμοκρασίες του αέρα διατηρήθηκαν 22-28 °C.

Γενικά, διαπιστώθηκε ότι οι **μελιτζάνες** και οι **καρπουζιές**, που καλλιεργούνται στο Ισραήλ το καλοκαίρι, δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα προβλήματα από εδαφογενή παθογόνα. Αντίθετα, όταν οι ίδιες ποικιλίες και τα υβρίδια χρησιμοποιηθούν σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες το χειμώνα, διαπιστώνονται σοβαρές προσβολές από το *V. dahliae*.

Σε τεχνητές μολύνσεις **πιπεριάς** με το παθογόνο *V. dahliae* διαπιστώθηκε ότι σε θερμοκρασία αέρα 24 °C η ασθένεια ήταν σοβαρή εάν η θερμοκρασία εδάφους κυμαίνονταν μεταξύ 15 και 30 °C, ενώ σε θερμοκρασία 35 °C ήταν ήπια.

Σε τεχνητές μολύνσεις **μπάμιας** με το *V. dahliae* διαπιστώθηκε ότι τα συμπτώματα της ασθένειας ήταν έντονα σε θερμοκρασία 20 °C, ενώ σε 32 °C η προσβολή ήταν πολύ μικρότερη.

#### • **Φως**

Το φως επιδρά σημαντικά στην αύξηση και σπορίωση των *V. dahliae* και *V. albo-atrum*. Σε υψηλή **ένταση** φωτός παρατηρείται καταστολή του σχηματισμού μικροσκληρωτίων και μελανίνης. Η μείωση της έντασης του φωτός συντελεί σε αύξηση της ευπάθειας των φυτών στις προσβολές διαφόρων μυκήτων. Στη βερτισιλλίωση της τομάτα παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της έντασης του φωτισμού αυξάνει την ένταση της ασθένειας.

Η **φωτοπερίοδος** έχει σημαντική επίδραση στην σπορίωση και την εξέλιξη μιας ασθένειας. Η συνεχής έκθεση σε λευκό φως απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae* είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής των κονιδίων του. Επίσης συνεχής φωτισμός επέδρασε θετικά στην ανάπτυξη

μικροσκληρωτίων. Η φωτοπερίοδος επιδρά σημαντικά στην εξέλιξη της βερτισιλλίωσης της τομάτας και διαπιστώθηκε πως όταν μειωνόταν η φωτοπερίοδος εντεινόταν τα συμπτώματα προσβολής των φυτών.

Η **ποιότητα** του φωτός επιδρά στην εξέλιξη μιας βερτισιλλίωσης διαφόρων φυτών. Για παράδειγμα, μία απομόνωση του *V. dahliae* παρήγαγε περισσότερα σπόρια κάτω από κυανό φως, ενώ κάτω από ερυθρό και υπέρυθρο φως και στο σκοτάδι παρήγαγε άφθονα μικροσκληρώτια.

Έχει διαπιστωθεί από πειράματα ότι το **μήκος κύματος** του φωτός δεν επηρεάζει την αύξηση, τη σπορίωση και την παθογόνο ικανότητα του *V. dahliae*.

#### • **Υγρασία του εδάφους**

Έχει αναφερθεί ότι η υπερβολική υγρασία εδάφους αύξησε την ένταση της προσβολής στην τομάτα και στην πατάτα. Διαπιστώθηκε επίσης ότι η βερτισιλλίωση της πατάτας ήταν ιδιαίτερα σοβαρή σε αρδευόμενες περιοχές.

Η βλαστικότητα των μικροσκληρωτίων του *V. dahliae* που υπάρχουν στον αγρό επηρεάζεται από την υγρασία του εδάφους. Διαπιστώθηκε ότι πλημμύρισμα του εδάφους για διάστημα 6 εβδομάδων είχε ως αποτέλεσμα την καταστροφή των μικροσκληρωτίων του *V. dahliae*. Βαρείες αρδεύσεις, που συντελούν στην μερική έλλειψη του διαθέσιμου οξυγόνου του εδάφους, έχουν ως αποτέλεσμα την καταστροφή των μικροσκληρωτίων τα οποία υπάρχουν στα υπολείμματα των καλλιεργειών και έχουν ενσωματωθεί στο έδαφος. Η υγρασία του εδάφους δεν είναι σοβαρός περιοριστικός παράγοντας στην επιβίωση των μικροσκληρωτίων του μύκητα, εκτός αν είναι στο επίπεδο κορεσμού και συνδυάζεται με θερμοκρασία 28 °C.

#### • **Αερισμός του εδάφους**

Έχει αναφερθεί η επίδραση του αερισμού στην ανάπτυξη και επιβίωση του *V. dahliae* και συγκεκριμένα στην βλαστικότητα των μικροσκληρωτίων που υπάρχουν στο έδαφος. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου στο έδαφος εμποδίζεται ο σχηματισμός των μικροσκληρωτίων του μύκητα.

- **Πυκνότητα του μολύσματος**

Επειδή η βερτισιλλίωση είναι μονοκυκλική (single-cycle) ασθένεια, η πυκνότητα του μολύσματος κατά τη σπορά ή τη φύτευση παίζει σημαντικό ρόλο 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: **α)** από το είδος του φυτού, **β)** την ποικιλία του, **γ)** τις τοπικές εδαφοκλιματικές συνθήκες κ.ά. Όταν αυξάνεται η πυκνότητα του μολύσματος στο έδαφος, η αναλογία των μολυσμένων φυτών εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία των φυτών.

Έχει διαπιστωθεί συσχέτιση της πυκνότητας του μολύσματος και της έντασης της βερτισιλλίωσης σε διάφορα είδη φυτών (**τομάτα, πατάτα**). Στην τομάτα 0,5 ms/g εδάφους προκάλεσαν 50% συχνότητα προσβολής των φυτών, ενώ 6 ms/g εδάφους μπορούσαν να προκαλέσουν 100% συχνότητα μόλυνσης προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Η μέγιστη απώλεια της παραγωγής των φυτών κάτω από αυτές τις συνθήκες ήταν περίπου 40%. Ο ελάχιστος αριθμός κονιδίων του *V. dahliae* για 100% προσβολή **τομάτας** ήταν 50.000 κονίδια/gr εδάφους, ενώ ο ελάχιστος αριθμός μικροσκληρωτίων ήταν 100. Το δυναμικό μολύσματος των κονιδίων μηδενίστηκε μετά από 3 εβδομάδες, ενώ το δυναμικό μολύσματος των μικροσκληρωτίων υπήρχε ακόμη και μετά από 7 εβδομάδες.

Το κατώτατο όριο μολύσματος για πρόκληση οικονομικής ζημιάς σε καλλιέργεια **πατάτας** στο Κολοράντο των Η.Π.Α. κυμαίνεται μεταξύ 17,5-23 ms/gr εδάφους. Διαπιστώθηκε ότι όταν η πυκνότητα μολύσματος μειώθηκε σε 0,3 ms/gr εδάφους μετά από εφαρμογή ηλιοαπολύμανσης, η παραγωγή αυξήθηκε σε ποσοστό μεγαλύτερο από 46%.

- **Βιοτικοί παράγοντες**

Υπάρχουν διάφορα είδη νηματωδών τα οποία δημιουργούν πληγές στις ρίζες των φυτών και συντελούν στην αύξηση της συχνότητας προσβολής τους

από την βερτισιλλίωση. Για παράδειγμα, ο νηματώδης *Pratylenchus penetrans* τραυματίζει τις ρίζες διαφόρων κηπευτικών (τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, πατάτα) και οι τραυματισμένες ρίζες προσβάλλονται από τους μύκητες *V. dahliae* και *V. albo-atrum*.

Έχει αναφερθεί η ύπαρξη συσχέτισης ή **συνέργειας**<sup>3</sup> στη μελιτζάνα, και στη τομάτα μεταξύ του νηματώδη *P. penetrans* και του *V. albo-atrum*, και στην πατάτα μεταξύ *Meloidogyne halpa* και *V. dahliae* ή *V. albo-atrum*.

Έχει διαπιστωθεί ότι η χρησιμοποίηση διαφόρων υποκαπνιστικών ή νηματωδοκτόνων σε αγρούς μολυσμένους από *Verticillium* spp. και διάφορα είδη νηματωδών συντελεί σε μείωση του πληθυσμού των νηματωδών, μείωση της σοβαρότητας της βερτισιλλίωσης και αύξηση της παραγωγής των καλλιεργούμενων φυτών.

Επίσης διάφορα έντομα εδάφους παίζουν ρόλο στην προσβολή καλλιεργούμενων φυτών από τη βερτισιλλίωση.

#### **1.10. Τρόποι εξάπλωσης της ασθένειας**

Η εξάπλωση της βερτισιλλίωσης (*V. dahliae* ή *V. albo-atrum*) γίνεται με τους εξής τρόπους:

##### **α) Με σπόρους**

Το παθογόνο βρίσκεται στο μολυσμένο σπόρο καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών με τη μορφή μυκηλίου ή μικροσκληρωτίων. Η ικανότητα του μύκητα να προσβάλλει το σπόρο εξαρτάται από τη παθογόνο ικανότητα του στελέχους και από το χρόνο προσβολής του φυτού.

---

<sup>3</sup>Η συνέργεια μεταξύ του μύκητα και του νηματώδη συμβαίνει όταν συνυπάρχουν στο έδαφος, που προκαλούν την ανάπτυξη συμπτωμάτων και μείωση της παραγωγής των φυτών σε επίπεδα πληθυσμών που όταν είναι μεμονωμένοι οι οργανισμοί αυτοί έχουν μικρή ή δεν έχουν επίδραση σε αυτά.

**Πίνακας 1: Σπόροι διαφόρων ειδών καλλιεργούμενων φυτών που είναι πηγές εξάπλωσης των παθογόνων *V. dahliae* και *V. albo-atrum*.**

<b>Κατηγορία φυτών</b>	<b>Είδος</b>
<b>Λαχανικά</b>	Κόνδυλοι πατάτας ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) Μελιτζάνα ( <i>Solanum melongena</i> L.) Τομάτα ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) Σπανάκι ( <i>Spinacia oleracea</i> L.) Τεύτλα ( <i>Beta vulgaris</i> L.)
<b>Βιομηχανικά</b>	Βαμβάκι ( <i>Gossypium herbaceum</i> L.) Ηλίανθος ( <i>Helianthus annuus</i> L.) Ατρακτυλίδα ( <i>Carthamus tinctorius</i> L.)
<b>Κτηνοτροφικά</b>	Σόργο ( <i>Sorghum bicolor</i> [(L.) Moench.] Μηδική ( <i>Medicago sativa</i> L.) Άσπρο λούπινο ( <i>Lupinus albus</i> L.) Κίτρινο λούπινο ( <i>Lupinus luteus</i> L.)

Σε μερικά είδη καλλιεργούμενων φυτών η μόλυνση του σπόρου είναι σπάνια. Παρόλα αυτά ο *V. dahliae* έχει απομονωθεί σε ποσοστό 40-50% των σπόρων **τομάτας** και **μελιτζάνας** που δεν ήταν απολυμασμένοι και από το 25-40% από επιφανειακά απολυμασμένους σπόρους των ειδών αυτών.

Όταν εξετάστηκαν 244 πιστοποιημένες παρτίδες **πατατόσπορου** που, προέρχονταν από τις Η.Π.Α. και τον Καναδά, διαπιστώθηκε ότι το 40% των παρτίδων ήταν μολυσμένες από το *V. dahliae* ή το *V. albo-atrum*.

Έχει αναφερθεί μας η προσβολή σπόρων διαφόρων **ζιζανίων** από το *V. dahliae* ή το *V. albo-atrum*. Για παράδειγμα, διαπιστώθηκε ότι πάνω από το 60% των αχαινίων του σενέκιου (*Senecio vulgaris* L.) ήταν μολυσμένα από το *V. albo-atrum*.

**Πίνακας 2: Σπόροι διαφόρων αυτοφυών φυτών που είναι πηγές εξάπλωσης του μύκητα *V. dahliae* ή *V. albo-atrum*.**

---

**Είδος**

---

*Senecio vulgaris* L.

*Xanthium canadense* Mill.

*Xanthium pungens* Wallr.

*Xanthium spinosum* L.

*Carthamus lanatus* L.

*Verbesina encelioides* (Cav.) Benth. & Hook

---

**β) Με φύτευση βλαστικού πολλαπλασιαστικού υλικού σε μολυσμένο έδαφος ή φύτευση βλαστικού πολλαπλασιαστικού υλικού που έχει αναπτυχθεί σε μολυσμένο έδαφος**

**γ) Με επαφή των ριζών ασθενούς και υγιούς φυτού**

**δ) Με διασπορά με μολυσμένο φυτικό υλικό και μολυσμένο έδαφος με διάφορους φορείς.**

Το μολυσμένο έδαφος μεταφέρεται κυρίως με τον άνθρωπο, τα γεωργικά μηχανήματα και εργαλεία, φυτοφάγα ζώα ή έντομα κ.ά.

Τα κονίδια του γένους *Verticillium* διασπείρονται πολύ εύκολα με το νερό. Όμως η διασπορά τους με τον αέρα φαίνεται ότι είναι περιορισμένη. Λόγω της

μεγάλης ευπάθειας των κονιδίων στην ξηρασία, η διασπορά τους γίνεται σε μικρές αποστάσεις.



**Εικόνα 7: Καλλιέργεια τομάτας θερμοκηπίου προσβεβλημένη από το *V. dahliae***



**Εικόνα 8: Καλλιέργεια πατάτας στο οροπέδιο Λασιθίου προσβεβλημένη από το *V. dahliae***



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1. Εισαγωγή

Ο μύκητας *V. dahliae* έχει την ικανότητα να επιβιώνει με τη μορφή μικροσκληρωτίων σε φυτικά υπολείμματα που βρίσκονται στην επιφάνεια του εδάφους ή σε κάποιο βάθος του, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η αντιμετώπισή του. Με εξαίρεση κάποιες περιπτώσεις όπου υπάρχει ανθεκτικό γενετικό υλικό διαθέσιμο (π.χ. ανθεκτικές ποικιλίες και υβρίδια τομάτας), ο έλεγχος της βερτισιλλίωσης στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην χημική απολύμανση του εδάφους. Το βρωμιούχο μεθύλιο (methyl bromide) θεωρείται το αποτελεσματικότερο υποκαπνιστικό εδάφους ευρέως φάσματος. Μετά την απόφαση της Ευρωπαϊκής ένωσης για την απαγόρευσή του το 2005 για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος, κρίνεται αναγκαίο να βρεθούν εναλλακτικές λύσεις για την αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης.

Ως εναλλακτική λύση χρησιμοποιείται η ηλιοαπολύμανση, η χρησιμοποίηση βιολογικών εχθρών, ο εμβολιασμός των ευπαθών ποικιλιών σε ανθεκτικά υποκείμενα κ.ά.

### 2.2. Τρόποι αντιμετώπισης της βερτισιλλίωσης των κηπευτικών

Οι κυριότεροι τρόποι αντιμετώπισης της ασθένειας είναι:

- καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών και υβριδίων ή εμβολιασμός των ευπαθών ποικιλιών σε ανθεκτικά υποκείμενα
- απολύμανση εδάφους
- χημική
- βιολογική
- αμειψισπορά
- εφαρμογή κατάλληλων καλλιεργητικών φροντίδων

Στη χώρα μας η αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες γίνεται συνήθως με απολύμανση εδάφους με χημικά

απολυμαντικά ευρέως φάσματος ή με συνδυασμό ηλιοαπολύμανσης και μειωμένης δόσης απολυμαντικού (κυρίως βρωμιούχου μεθυλίου), καθώς μας και με χρησιμοποίηση ανθεκτικών υβριδίων.

Οι κυριότεροι τρόποι αντιμετώπισης της βερτισιλλίωσης αναφέρονται στη συνέχεια.

### **2.2.1. Καλλιέργεια ανθεκτικών γενοτύπων**

Η χρησιμοποίηση ανθεκτικών ή ανεκτικών γενοτύπων θεωρείται η πιο οικονομική και φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος αντιμετώπισης της βερτισιλλίωσης. Οι περισσότερες ποικιλίες και υβρίδια τομάτας που καλλιεργούνται σήμερα στην Ελλάδα είναι ανθεκτικές στην φυλή 1 του παθογόνου *V. dahliae*, που είναι κυρίως διαδεδομένη στη χώρα μας. Ανθεκτικές ποικιλίες στη βερτισιλλίωση των άλλων λαχανοκομικών φυτών (πλήν της τομάτας) δεν υπάρχουν.

Η πρώτη ποικιλία **τομάτας** που κυκλοφόρησε με ανθεκτικότητα στη βερτισιλλίωση ήταν η Riverside, η οποία δημιουργήθηκε από τους Lesley & Sharovalon το 1937. Αντοχή στη φυλή 2 του μύκητα *V. dahliae* βρέθηκε στην ποικιλία τομάτας Heinz. Η αντοχή αυτή είναι μέτρια και επηρεάζεται από τον τύπο του εδάφους και το pH του.

Επειδή στη χώρα μας η φυλή 2 του *V. dahliae* είναι ελάχιστα διαδεδομένη για την αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης συνίσταται η καλλιέργεια ανθεκτικών στη φυλή 1 ποικιλιών ή υβριδίων, στις περιοχές που η ασθένεια δημιουργεί προβλήματα.

Οι ανθεκτικές ή ανεκτικές ποικιλίες και υβρίδια τομάτας που χρησιμοποιούνται σήμερα στις καλλιέργειες κηπευτικών αναφέρονται παρακάτω.

**Πίνακας 3: Παραδείγματα εμπορικών υβριδίων τομάτας τύπου «Μακράς διατήρησης» με αντοχή σε διάφορες ασθένειες και στους κομβοηματούδεις.**

<b>ΟΝΟΜΑ ΥΒΡΙΔΙΟΥ</b>	<b>ΑΝΤΟΧΗ</b>
<b>Μη αυτοκορυφολογούμενα (για θερμοκηπιακή καλλιέργεια)</b>	
Alambra	TmVF <sub>2</sub> N
Alexandros	TmVF <sub>2</sub>
Alma	TmVF <sub>2</sub> SN
Atletico	TmVF <sub>2</sub> C
Banemi	TmVF <sub>1</sub> N
Berli	TmVF <sub>2</sub>
Carolina (R-154)	TmVF <sub>2</sub>
Clever	TmVF <sub>2</sub> N
Cooper	TmVF <sub>2</sub> A
Daniela (R-144)	TmVF <sub>2</sub>
Derby	TmVF <sub>2</sub>
Diana	TmVF <sub>2</sub>
Dominique	TmVF <sub>2</sub> N
Early Giant	TmVF <sub>2</sub>
FA –1028	TmVF <sub>2</sub> FrN
FA –1415	TmVF <sub>2</sub> FrN
Gabriela	TmVF <sub>2</sub> N
Garnet 622	TmVF <sub>2</sub>
Gloea	TmVF <sub>2</sub> N
Laurina	TmVF <sub>2</sub>
Lory	TmVF <sub>2</sub>
Melvin	TmVF <sub>2</sub>
Nemato	TmVF <sub>2</sub>
Paso	TmVF <sub>2</sub>
Petula	TmVF <sub>2</sub>
Polo	TmVF <sub>2</sub>
Preveza	TmVF <sub>1</sub> N
Rena	TmVF <sub>2</sub>
Risera	TmVF <sub>2</sub>
T 1019	TmVF <sub>2</sub>
Vagos 795	TmVF <sub>2</sub> FrSN
Van	TmVF <sub>2</sub> A
73 –60	TmVF <sub>2</sub>

Πίνακας 4: Παραδείγματα εμπορικών υβριδίων τομάτας τύπου «Ημιμακράς διατήρησης» με αντοχή σε διάφορες ασθένειες και στους κομβοηματούδεις.

ΟΝΟΜΑ ΥΒΡΙΔΙΟΥ	ΑΝΤΟΧΗ
<b>Μη αυτοκορυφολογούμενα</b> (για θερμοκηπιακή καλλιέργεια)	
Abigail	TmVF <sub>2</sub>
Acadia (FA –556)	TmVF <sub>2</sub> N
Amalia (HA –3104)	TmVF <sub>2</sub> Ty
Anath	TmVF <sub>2</sub>
Andrea	TmVF <sub>2</sub> Ty
Batsheva (FA –521)	TmVF <sub>2</sub>
Baya	TmVF <sub>2</sub>
Belladonna (FA –514)	TmVF <sub>2</sub>
Bison	TmVF <sub>2</sub> C
Brillante	TmVF <sub>2</sub>
Colette (FA –832)	TmVF <sub>2</sub>
DRW –5609	TmVF <sub>2</sub>
Efrat	TmVF <sub>2</sub> Ty
Electra	TmVF <sub>2</sub>
Emperor	TmVF <sub>2</sub> NPt
HA –3110	TmVF <sub>2</sub> Ty
HA –3108	TmVF <sub>2</sub> Ty
Iron	TmF <sub>2</sub>
Jumbo	TmVF <sub>2</sub>
Margarita	TmVF <sub>2</sub> N
Marvel	TmVF <sub>2</sub> C
Meridian	TmVF <sub>2</sub> NPt
Noa	TmVF <sub>2</sub>
Prezident	TmVF <sub>2</sub> NPt
Roquetero	TmVF <sub>2</sub>
Sahara	TmF <sub>2</sub>

**Πίνακας 5: Παραδείγματα εμπορικών υβριδίων τομάτας τύπου «Κερασοτομάτα» (Cherry tomato) με αντοχή σε διάφορες ασθένειες και στους κομβοηματούδεις.**

<b>ΟΝΟΜΑ ΥΒΡΙΔΙΟΥ</b>	<b>ΑΝΤΟΧΗ</b>
Camelia (FA –819)	TmVF <sub>1</sub>
Cherelino	TmVF <sub>2</sub> C <sub>5</sub> N
ES 97 –917	VF
Magnolia (FA –818)	Tm
Naomi (BR –124)	VF <sub>1</sub>
SP –1302	TmVF <sub>2</sub> C

Σε φυτικά είδη που δεν υπάρχει διαθέσιμο ανθεκτικό γενετικό υλικό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανθεκτικά υποκείμενα, πάνω στα οποία θα εμβολιασθεί το υβρίδιο με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Η μέθοδος αυτή έχει εφαρμοσθεί με εξαιρετική επιτυχία στην αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης, κυρίως σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες τομάτας και μελιτζάνας. Και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε το υποκείμενο KVFNTm του Ολλανδικού οίκου Brguinsma. Ο εμβολιασμός των κολοκυνθοειδών στα ανθεκτικά υποκείμενα που αναφέρονται στις φουζαριώσεις έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα και εναντίον της βερτισιλλίωσης.

**Πίνακας 6: Παραδείγματα εμπορικών υποκειμένων τομάτας χρησιμοποιούμενα για εμβολιασμό, τα οποία διαθέτουν αντοχή σε διάφορες ασθένειες και στους κομβοηματούδεις.**

<b>ΟΝΟΜΑ ΥΒΡΙΔΙΟΥ</b>	<b>ΑΝΤΟΧΗ</b>
Energy	VF <sub>2</sub> PN
Hires Tm	TmVFNP
KNVF	VFNP
Manthos 785	TmVF <sub>2</sub> FrC <sub>4</sub> SN
PNVF	VFNP
TmKAVF <sub>2</sub>	TmVF <sub>2</sub> NP

**Πίνακας 7: Επεξηγήσεις των συμβόλων των παθογόνων στα οποία οι ποικιλίες και τα υβρίδια τομάτας που αναφέρονται παρουσιάζουν ανοχή.**

<b>V</b>	= <i>Verticillium dahliae</i> φυλή 1 (βερτισιλλίωση, verticillium wilt)
<b>F</b>	= <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> φυλή 1 (αδροφουζαρίωση, fusarium wilt)
<b>F<sub>2</sub></b>	= <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> φυλές 1 και 2 (αδροφουζαρίωση, fusarium wilt)
<b>Fr</b>	= <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i> (σήψη λαιμού και ριζών, crown and root rot)
<b>C</b>	= <i>Cladosporium fulvum</i> (συν. <i>Fulvia fulva</i> ) (κλαδοσπορίωση, leaf mold)
<b>S</b>	= <i>Stemphylium</i> spp. (στεμφυλίωση, gray leaf spot)
<b>A</b>	= <i>Alternaria alternata</i> f.sp. <i>lycopersici</i> (έλκος του στελέχους, stem canker)
<b>P</b>	= <i>Pyrenochaeta lycopersici</i> (φελλώδης σηφιρριζία, corky root)
<b>Pt</b>	= <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> (βακτηριακή στιγμάτωση bacterial speck)
<b>Tm</b>	= Ιός του μωσαϊκού μας τομάτας (tomato mosaic tobamovirus, ToMV)
<b>Ty</b>	= Ιός του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων μας τομάτας (tomato yellow leaf curl begomovirus, TYLCV, ανοχή)
<b>N</b>	= <i>Meloidogyne</i> spp. (κομβοηματούδεις Η ανοχή μπορεί να «σπάσει» σε θερμοκρασίες εδάφους πάνω από 27 °C)

**Πίνακας 8: Ποικιλίες και υβρίδια διαφόρων ειδών λαχανικών με ανοχή στη βερτισιλλίωση**

<b>Είδος</b>	<b>Ανθεκτικές ή ανεκτικές ποικιλίες και υβρίδια</b>
Πατάτα ( <i>Solanum tuberosum</i> L.)	Abnaki, Alpha, Avandel, Baraka, Blanca, Campell 14, Cara, Cascade, Desiree, Frederidton Katahdin, Mirka, Mondial, Reddale, Russet Burbank, Russette, Shoshoni, Spunta, Taghee
Μελιτζάνα ( <i>Solanum melongena</i> L.)	Florida Market, Harris 468 Special Hibush, Harris Hybrid 77631, Santa Genebra, AC4, Διεϊδικό υβρίδιο <i>Solanum melongena</i> x <i>S. torvum</i> , R <sub>1</sub> και R <sub>2</sub> ανθεκτικές σειρές
Πιπεριά ( <i>Capsicum annum</i> L.)	Mariza 786, California Wonder, 1005, Sirria (καθαρή σειρά του <i>C. annum</i> )

## 2.2.2. Απολύμανση εδάφους

Σκοπός της απολύμανσης του εδάφους είναι η εξάλειψη των παθογόνων μικροοργανισμών που ζουν σε αυτό. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί του εδάφους διαφέρουν ως προς τη βιολογία τους, έχουν όμως κοινά χαρακτηριστικά που επιτρέπουν την μαζική καταπολέμησή τους. Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες η απολύμανση του εδάφους γίνεται με: χημικά σκευάσματα (χημική απολύμανση), ατμό (ατμοαπολύμανση), την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας (ηλιοαπολύμανση) ή με συνδυασμό ηλιοαπολύμανσης και μειωμένης δόσης απολυμαντικού.

### 2.2.2.1. Χημική απολύμανση

Η χημική απολύμανση γίνεται πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας, είτε με πτητικές χημικές ουσίες που διαχέονται στο έδαφος (υποκαπνιστικά), ή με χημικές ουσίες που προστίθενται στο έδαφος με το νερό του ποτίσματος (π.χ. metham sodium). Για μερικά υποκαπνιστικά (π.χ. βρωμιούχο μεθύλιο, χλωροπικρίνη) το έδαφος πρέπει να είναι καλυμμένο με πλαστικό πολυαιθυλένιο κατά την εφαρμογή.

Στη χημική απολύμανση χρησιμοποιούνται συνήθως σκευάσματα ευρέως φάσματος (π.χ. βρωμιούχο μεθύλιο, metham sodium) τα οποία δημιουργούν τα εξής **προβλήματα** στο έδαφος:

- ♦ Μείωση του ρυθμού αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας, λόγω καταστροφής των μικροοργανισμών που συντελούν στη διάσπασή της.
- ♦ Διατάραξη μας σχέσης των  $\text{NH}_4^+$  και  $\text{NO}_3^-$ . Η μεγαλύτερη μείωση των νιτροποιητικών σε σχέση με τα αμμωνιακά βακτήρια συντελεί στην παρουσία αζώτου με αμμωνιακή μορφή.
- ♦ Καταστροφή ορισμένων μικροοργανισμών του εδάφους, οι οποίοι επηρεάζουν θετικά την πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών από τα καλλιεργούμενα φυτά, με αποτέλεσμα να μην αναπτύσσονται σωστά (προβλήματα θρέψης).
- ♦ Καταστροφή των ανταγωνιστών μικροοργανισμών των διαφόρων παθογόνων των φυτών. Γιαυτό σε περίπτωση αναμόλυνσης του

απολυμασμένου εδάφους από ένα παθογόνο παρατηρείται ταχεία εξάπλωσή του σε αυτό, λόγω εξόντωσης των φυσικών εχθρών και των ανταγωνιστών του.

- ♦ Παραγωγή φυτοτοξικών ενώσεων λόγω της διάσπασης των χημικών απολυμαντικών σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό και ανόργανα άλατα.
- ♦ Υψηλό κόστος εφαρμογής, γιαυτό χρησιμοποιείται σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες που έχουν μεγάλες αποδόσεις (π.χ. τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, πεπονιά, καρπουζιά).
- ♦ Μειωμένη αποτελεσματικότητα της επέμβασης, επειδή το μόλυσμα του μύκητα επιβιώνει συνήθως στα κατώτερα στρώματα του εδάφους που δεν έχει επίδραση το απολυμαντικό.
- ♦ Μη αξιοποίηση του εδάφους κατά τη διάρκεια της επέμβασης, επειδή μένει ακαλλιέργητο για ορισμένη χρονική περίοδο (μία έως μας εβδομάδες) ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται

Η χρήση των ευρέως φάσματος απολυμαντικών εδάφους συντελεί στην καλύτερη ανάπτυξη των φυτών καθώς και στη μεγαλύτερη παραγωγή τους. Γενικά τα **πλεονεκτήματα** που παρατηρούνται είναι τα εξής:

- ♦ Εξοντώνονται όλοι οι ανεπιθύμητοι μικροοργανισμοί του εδάφους.
- ♦ Απελευθερώνονται χημικά στοιχεία στο έδαφος που είναι απαραίτητα για τη θρέψη του φυτού (άζωτο, ασβέστιο, χαλκός, σίδηρος, κάλιο, μαγνήσιο, φώσφορος κ.ά.).
- ♦ Δραστηριοποιούνται οι ωφέλιμοι οργανισμοί, που επιβιώνουν μετά την απολύμανση.

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, μικροβιολογική δράση κ.ά.), όσο και από το είδος του απολυμαντικού (χημική δράση, σταθερότητα, διαλυτότητα κ.ά.).



Κατά τη χημική απολύμανση χρησιμοποιούνται κυρίως τα εξής σκευάσματα:

#### methyl bromide (Βρωμιούχο μεθύλιο)

Το βρωμιούχο μεθύλιο είναι πολύ αποτελεσματικό και το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο σήμερα υποκαπνιστικό εδάφους για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Είναι 2,5 φορές βαρύτερο από τον αέρα με αποτέλεσμα να διεισδύει στο έδαφος και να καταστρέφει ακόμη και τα παθογόνα που βρίσκονται σε μεγάλο βάθος. Εφαρμόζεται με την ψυχρή (ως υγρό) ή τη θερμή (ως ατμός) μέθοδο. Για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα της επέμβασης το έδαφος θα πρέπει να είναι ψιλοχωματισμένο και να βρίσκεται στο ρώγο του. Κατά την εφαρμογή του βρωμιούχου μεθυλίου το έδαφος θα πρέπει να είναι καλυμμένο με ειδικό φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου.

Η δόση εφαρμογής του βρωμιούχου μεθυλίου εξαρτάται από τη θερμοκρασία του εδάφους (όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του εδάφους, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα του απολυμαντικού να διαχέεται) και από την πυκνότητα του μολύσματος. Γενικά, χρησιμοποιούνται δόσεις 75-100 kg/στρ. σε εδάφη μέσης σύστασης. Η δραστηκότητά του είναι υψηλή σε θερμοκρασία 20-32 °C, όμως μειώνεται σημαντικά σε χαμηλές θερμοκρασίες. Γιαυτό δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε  $\Theta < 8$  °C. Η διάρκεια υποκαπνισμού είναι 3-4 ημέρες.

Η σπορά θα πρέπει να γίνεται 3-6 ημέρες και η μεταφύτευση 6-10 ημέρες μετά την απομάκρυνση του πλαστικού κάλυψης και τον αερισμό του εδάφους, ανάλογα με τη θερμοκρασία του εδάφους και το είδος της καλλιέργειας.

Το πλαστικό που χρησιμοποιείται για την κάλυψη του εδάφους κατά την απολύμανση πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας για να μην το διαπερνούν οι ατμοί του απολυμαντικού. Σήμερα χρησιμοποιούνται δύο ειδών φύλλα πλαστικού: **α)** τα κοινά φύλλα πλαστικού πολυαιθυλενίου και **β)** τα τριπλής στρώσης. Τα κοινά φύλλα αποτελούνται από πλαστικό πάχους 50-75  $\mu\text{m}$  και βάρους 50-75 gr για την κάλυψη ενός τετραγωνικού μέτρου εδάφους.

Το κόστος για την κάλυψη μας στρέμματος ανέρχεται σε 135 € περίπου. Τα φύλλα τριπλής στρώσης αποτελούνται από δύο φύλλα πλαστικού πολυαιθυλενίου ανάμεσα στα οποία παρεμβάλλεται ένα φύλλο πολυαμιδίου για μεγαλύτερη στεγανότητα. Έχουν πάχος 32-35 μm και για την κάλυψη μας στρέμματος απαιτούνται 35 kg πλαστικού. Το κόστος αγοράς για την κάλυψη ενός στρέμματος είναι 140 € περίπου.

Ορισμένες καλλιέργειες είναι ευπαθείς στα υπολείμματα του Br και μπορεί να προκληθεί φυτοτοξικότητα. Γιαυτό απαιτείται κατάκλιση ορισμένων εδαφών με 100-300 m<sup>3</sup> νερό/στρέμμα μετά την απολύμανση με βρωμιούχο μεθύλιο.

Το βρωμιούχο μεθύλιο κυκλοφορεί στην αγορά με τη μορφή υγρού υπό πίεση σε κονσέρβες μας μας λίμπρας (1 λίμπρα=680 gr). Η εγχυμένη σύνθεση του σκευάσματος είναι: 98% methyl bromide, 2% χλωροπικρίνη. Η χλωροπικρίνη προστίθεται υποχρεωτικά στα σκευάσματα σαν προειδοποιητικό αέριο, αφού προκαλεί δακρύρροια. Το κάθε φιαλίδιο στοιχίζει 5,90 € περίπου και για την απολύμανση μας στρέμματος μέσης σύστασης εδάφους απαιτούνται 100 kg βρωμιούχου μεθυλίου (147 φιαλίδια) όταν χρησιμοποιηθεί απλό φύλλο πλαστικού. Το κόστος αγοράς του είναι 867 € περίπου. Όταν χρησιμοποιηθεί πλαστικό κάλυψης τριπλής στρώσης η ποσότητα του βρωμιούχου μεθυλίου είναι περίπου η μισή, άρα και το κόστος αγοράς του μειώνεται σε 433 € ανα στρέμμα περίπου.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση, βάσει του πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ, αποφάσισε την εφαρμογή ενός προγράμματος σταδιακής εξάλειψης του βρωμιούχου μεθυλίου και την οριστική απαγόρευση της κυκλοφορίας του τον Ιανουάριο του 2005. Έχει διαπιστωθεί ότι η χρήση του συμβάλλει στην καταστροφή του στρώματος του όζοντος της στρατόσφαιρας, ενώ τα προϊόντα διάσπασής του μπορεί να καταλήξουν στον υδροφόρο ορίζοντα ή στα εδάφη μέρη των φυτών.

Η απαγόρευση της χρήσης του βρωμιούχου μεθυλίου ως απολυμαντικού εδάφους ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες της χώρας μας επειδή δεν υπάρχει σήμερα κάποιο άλλο εξίσου αποτελεσματικό με αυτό απολυμαντικό εδάφους.

### cloropicrine (Χλωροπικρίνη)

Έχει αναφερθεί ότι η χλωροπικρίνη είναι αποτελεσματικότερη από το βρωμιούχο μεθύλιο εναντίον του μύκητα *V. dahliae*. Κυκλοφορεί σε υγρή μορφή, αλλά στο έδαφος μετατρέπεται σε ατμό. Χρησιμοποιείται σε δόση 30-60 kg/στρέμμα ανάλογα με τη μέθοδο που εφαρμόζεται (διαβροχή και κάλυψη του εδάφους με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου ή μόνο διαβροχή του εδάφους) και τη δομή του εδάφους. Διοχετεύεται με κατάλληλους εγχυτήρες, σε βάθος 15 cm και σε αποστάσεις 30 cm. Η αποτελεσματικότητα της επέμβασης αυξάνεται όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι 15 °C σε βάθος 10 cm, ενώ επηρεάζεται δυσμενώς σε θερμοκρασία 7-10 °C.

### metham sodium (Varam)

Το metham sodium είναι πτητικό απολυμαντικό εδάφους που κατά την αποδόμησή του εκλύει ισοθειοκυανικό μεθύλιο, το οποίο είναι και το δραστικό συστατικό του. Οι ευνοϊκότερες θερμοκρασίες για την εφαρμογή του είναι 13-18 °C. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες η δραστική ουσία διαφεύγει πολύ γρήγορα από το έδαφος, με αποτέλεσμα η συγκέντρωσή του να μειώνεται συνεχώς και να μη φθάνει σε τοξικά επίπεδα. Γιαυτό απαιτείται κάλυψη του εδάφους με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου.

Εφαρμόζεται σε οργωμένο έδαφος που βρίσκεται στο ρώγο του. Η εφαρμογή του γίνεται είτε μέσω του συστήματος τεχνητής άρδευσης, είτε με ειδικό εγχυτήρα σε βάθος 10cm. Η δόση εφαρμογής είναι 50-200 kg/στρ, ανάλογα με τη δομή του εδάφους και το δυναμικό μολύσματος.

Το Varam κυκλοφορεί στο εμπόριο συσκευασμένο σε πλαστικές κανίστρες 12 κιλών. Το κόστος αγοράς ανέρχεται στα 9,34 €/ κανίστρα. Αν χρησιμοποιηθεί το περιεχόμενο 10 κανίστρων ανά στρέμμα και η εφαρμογή του γίνει με το νερό άρδευσης χωρίς κάλυψη του εδάφους, τότε το κόστος απολύμανσης, χωρίς εργατικά, κυμαίνεται γύρω στα 93 € περίπου. Αν γίνει κάλυψη του εδάφους με απλό πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου τότε το κόστος απολύμανσης είναι 229 €/στρέμμα περίπου.

Το έδαφος μένει καλυμένο για 7 ημέρες. Ακολουθεί αερισμός του εδάφους και φρεζάρισμα για να απομακρυνθούν τα υπολείμματα. Η σπορά ή η φύτευση μπορεί να γίνει μετά από 15 ημέρες.

#### formaldehyde (Φορμαλδεΐδη)

Η φορμαλδεΐδη (φορμόλη) είναι ισχυρό βακτηριοκτόνο και μυκητοκτόνο που χρησιμοποιείται ως απολυμαντικό εδάφους θερμοκηπίου. Το σκεύασμα που κυκλοφορεί στο εμπόριο περιέχει 38-40% δραστική ουσία με κόστος αγοράς 2,95 €/kg. Εφαρμόζεται στο έδαφος σε δόση 250-500 ml/m<sup>2</sup> εδάφους. Η εφαρμογή του γίνεται με διαβροχή του εδάφους και στη συνέχεια ακολουθεί άρδευση και κάλυψή του εδάφους με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου, για δύο μέρες. Αφού απομακρυνθεί το πλαστικό κάλυψης, αφήνεται το έδαφος να στεγνώσει και φρεζάρεται για να απομακρυνθούν τα ίχνη του απολυμαντικού. Η σπορά ή η φύτευση μπορεί να γίνει μετά από 10-15 ημέρες.

Η φορμαλδεΐδη χρησιμοποιείται ευρέως και για την απολύμανση του εσωτερικού χώρου του θερμοκηπίου, σε αναλογία 2%. Ψεκάζεται η εσωτερική πλευρά του πλαστικού κάλυψης του εδάφους, οι στύλοι, το οριζόντιο δίκτυο των συρμάτων στήριξης των φυτών, το δίκτυο άρδευσης κ.λπ.

Σήμερα η χρήση μας φορμαλδεΐδης είναι περιορισμένη λόγω μας υψηλής τοξικότητάς μας. Έχει βρεθεί ότι προκαλεί τερατογενέσεις και καρκινογενέσεις. Γιαυτό θα πρέπει να εφαρμόζεται από εξειδικευμένο προσωπικό και κατά την εφαρμογή της να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέσα προσωπικής προστασίας.

#### calcium cyanamide (Ασβεστούχος κυαναμίδη)

Η ασβεστούχος κυαναμίδη (CaCN<sub>2</sub>) είναι λίπασμα και θεωρείται ένα από τα πιο ήπια απολυμαντικά επειδή δεν αφήνει υπολείμματα στο έδαφος. Δεν είναι τοξική για τον άνθρωπο, αφού το τελικό προϊόν της διάσπασής της είναι το αμμώνιο (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) που δεσμεύεται από τα νιτροποιητικά βακτήρια του εδάφους και καταλήγει σε νιτρικό οξύ.

Η παρασιτοκτόνος δράση της οφείλεται στην κυαναμίδη, που είναι η πρώτη χημική ένωση η οποία προκύπτει από τη διάσπασή της. Η κυαναμίδη στη συνέχεια διασπάται σε γουανιδίνη και δικυανδιαμίδη, ουσίες οι οποίες έχουν τις παρασιτοκτόνες ιδιότητες. Η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της αυξάνεται με την αύξηση της εδαφικής υγρασίας, την υψηλή θερμοκρασία και την μεγάλη περιεκτικότητα σε εύκολα αποσυντιθέμενη οργανική ουσία που έχει ομοιόμορφα ενσωματωθεί στο έδαφος.

Η ασβεστούχος κυαναμίδη περιέχει 55-60% ασβέστιο και 19,8-20,5% άζωτο. Η δόση εφαρμογής είναι 100 gr/m<sup>2</sup> και το κόστος της επέμβασης ανέρχεται σε 130 € περίπου. Η φύτευση μπορεί να γίνει 20 περίπου ημέρες μετά την εφαρμογή, ανάλογα με την εδαφική υγρασία και τη θερμοκρασία. Μπορεί να συνδυαστεί και με άλλα απολυμαντικά εδάφους, εκτός από αυτά που έχουν ως βάση το ισοθειοκυανικό μεθύλιο (π.χ metham sodium, dazomet κ.ά.).

Ο συνδυασμός ηλιοαπολύμανσης του εδάφους στο οποίο έχει προστεθεί η απαιτούμενη ποσότητα οργανική ουσίας και ασβεστούχου κυαναμίδης δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Επιτυγχάνεται η ταχύτερη διάσπαση της, καθώς όλοι οι παράγοντες που την ευνοούν βρίσκονται σε ιδανικά επίπεδα. Έτσι συντομεύεται κατά μία εβδομάδα η διάρκεια ηλιοαπολύμανσης του εδάφους και επιπλέον υποβοηθείται η διάσπαση της οργανικής ουσίας και η ανάπτυξη της ανταγωνιστικής μικροχλωρίδας.

Η ασβεστούχος κυαναμίδη κυκλοφορεί στο εμπόριο σε σακιά βάρους 50 kg με το εμπορικό όνομα Perlka. Η τιμή του είναι 65 € το σακί.

#### **2.2.2.2. Απολύμανση με ατμό (ατμοαπολύμανση)**

Η ατμοαπολύμανση χρησιμοποιείται για την απαλλαγή του εδάφους από τους μύκητες, τα βακτήρια, τους νηματώδεις, τα έντομα, τα ζιζάνια και τους ιούς. Η μέθοδος στηρίζεται στη θέρμανση του εδάφους σε βάθος 20-30 cm σε 90-100 °C με την κυκλοφορία εντός αυτού υπέρθερμου ατμού, με αποτέλεσμα το θάνατο όλων των μικροοργανισμών που υπάρχουν σε αυτό. Οι παθογόνοι μύκητες καταστρέφονται σε 57 °C, τα παθογόνα βακτήρια σε 60 °C, οι σπόροι

ζιζανίων σε 80 °C και οι παθογόνοι ιοί σε 93 °C. Έχει αποδειχθεί ότι η θέρμανση του εδάφους μέχρι το βάθος των 30 cm μπορεί να το διατηρήσει αμόλυντο τουλάχιστον για μία καλλιεργητική περίοδο, αρκεί να αποφευχθούν οι αναμολύνσεις του. Όμως σε περίπτωση αναμόλυνσης του εδάφους παρατηρείται ταχεία εξάπλωση του παθογόνου, λόγω εξολόθρευσης των φυσικών ανταγωνιστών του.

Η μέθοδος της απολύμανσης με ατμό παρουσιάζει σημαντικά **πλεονεκτήματα** σε σχέση με το βρωμιούχο μεθύλιο και τα άλλα απολυμαντικά:

- Έχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα από τα χημικά απολυμαντικά.
- Ενεργοποιεί τα ωφέλιμα βακτήρια που διασπών και αποδίδουν στο εδαφικό διάλυμα τα λιπαντικά στοιχεία του εδάφους και της οργανικής του ουσίας.
- Συντελεί σε ταχύτερο φύτευμα των σπόρων των κηπευτικών και πρωιμότερη παραγωγή λόγω, της θέρμανσης του εδάφους.
- Δεν αφήνει τοξικά κατάλοιπα στο έδαφος μας τα χημικά απολυμαντικά και συμβάλλει στη προστασία του περιβάλλοντος.
- Το έδαφος μπορεί να χρησιμοποιηθεί αμέσως μετά την απολύμανση ενώ με το βρωμιούχο μεθύλιο πρέπει να παρέλθουν 15-30 ημέρες ανάλογα με τη θερμοκρασία.
- Η μέθοδος μπορεί να αποδώσει ικανοποιητικά και σε χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους.
- Έχει μικρότερο κόστος εφαρμογής σε σχέση με τα χημικά απολυμαντικά.
- Συγκρατείται ευκολότερα το νερό άρδευσης επειδή έχουν διασταλεί οι πόροι του εδάφους από την επέμβαση.

Πριν από την εφαρμογή του ατμού θα πρέπει το έδαφος να βρίσκεται στο ρώγο του και να είναι ισοπεδωμένο. Μετά την προετοιμασία του εδάφους ακολουθεί κάλυψή του με φύλλο διαφανούς πλαστικού πολυαιθυλενίου πολύ καλής ποιότητας, έτσι ώστε να μην είναι διαπερατό στον ατμό. Το πλαστικό

παραχώνεται επιμελώς περιφερειακά στο έδαφος για την αποφυγή διαφυγής του ατμού.

Η παραγωγή του ατμού γίνεται σε ειδικό λέβητα και διοχετεύεται κάτω από το πλαστικό μέσω σωληνώσεων. Ο ατμός φουσκώνει το πλαστικό και αρχίζει η διείσδυση του ατμού σε βάθος. Η διάρκεια αποστείρωσης εξαρτάται από το βαθμό απόδοσης του λέβητα, τον τύπο του εδάφους και το επιθυμητό βάθος απολύμανσης του εδάφους. Υπολογίζεται ότι η παροχή ατμού πρέπει να διαρκέσει τουλάχιστον για 10-12 ώρες για αποτελεσματικότερη απολύμανση του εδάφους.

Παρόλα αυτά η τεχνική της ατμοαπολύμανσης παρουσιάζει κάποια **μειονεκτήματα**:

- Έχει μεγάλο κόστος αγοράς μηχανήματος, είναι χρονοβόρο και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα σε μεγάλες εκτάσεις.
- Μπορεί να ελευθερώσει υπερβολικά επίπεδα αμμωνίας, μαγγανίου και διαλυτών αλάτων στο έδαφος, γι' αυτό απαιτείται έκπλυση του εδάφους μετά την εφαρμογή.
- Σε περίπτωση κακής χρήσης της δημιουργείται βιολογικό κενό.

Η απολύμανση με ατμό είναι κάπως πολύπλοκη. Έχει εφαρμοσθεί στην Κρήτη με ικανοποιητικά αποτελέσματα.

### **2.2.2.3. Ηλιοαπολύμανση**

Η ηλιοαπολύμανση του εδάφους (soil solarization) είναι μια νέα εναλλακτική της χημικής απολύμανσης μέθοδος κατά την οποία χρησιμοποιείται η ηλιακή ακτινοβολία με στόχο τη μείωση των φυτοπαθογόνων οργανισμών του εδάφους, ενώ παράλληλα ευνοεί την ανταγωνιστική δράση της σαπροφυτικής μικροχλωρίδας. Η αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από 50 °C σε βάθος 20-25 cm κατά τη διάρκεια του θέρους επιτυγχάνει τη νέκρωση των μυκήτων, βακτηρίων, εντόμων, νηματωδών και σπόρων ζιζανίων που υπάρχουν στο έδαφος.

Η ηλιακή ακτινοβολία παγιδεύεται με την κάλυψη του εδάφους με διαφανή φύλλα πλαστικού πολυαιθυλενίου, πάχους 0,025-0,12 mm. Το πλαστικό κάλυψης θα πρέπει να είναι ευκολόχρηστο, να τεντώνει εύκολα, να αντέχει στη φωτοχημική παλαιώση, να μη σκονίζεται, να μην επιτρέπει το σχηματισμό σταγόνων στην εσωτερική πλευρά του κ.ά.

Πριν την εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης θα πρέπει να απομακρυνθούν τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας, οι συνεκτικοί βώλοι και οι πέτρες, το έδαφος να είναι ποτισμένο (στο ρώγο του), οργωμένο και ισοπεδωμένο. Ακολουθεί προσεκτική κάλυψη του εδάφους με το πλαστικό έτσι ώστε οι άκρες του να παραχωθούν καλά στο έδαφος. Η κάλυψη του εδάφους διαρκεί 4-5 εβδομάδες. Μικρότερη διάρκεια κάλυψής του δε θανατώνει όλο το φάσμα των παθογόνων οργανισμών. Η παραμονή του δικτύου άρδευσης κάτω από το πλαστικό κάλυψης αυξάνει τη δράση της ηλιοαπολύμανσης, επειδή αξιοποιείται η δράση της υγρής θερμότητας.



**Εικόνα 9:** Κάλυψη του εδάφους του θερμοκηπίου, με λεπτό φύλλο πολυαιθυλενίου κατά την εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης.

Κατά τη διαδικασία της ηλιοαπολύμανσης του εδάφους αναπτύσσεται πολύπλευρη (θερμική, βιολογική, βιοχημική) δράση πάνω στα παθογόνα που υπάρχουν σε αυτό. Η διαρκής «υγροθερμία» μειώνει την ικανότητα



βλάστησης των παθογόνων, ενώ η υγρασία τα εξαναγκάζει να εγκαταλείψουν τη μορφή με την οποία διαχειμάζουν και να αναπτυχθούν βλαστικά με αποτέλεσμα να καταστραφούν από τις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στο έδαφος.

Συνήθως οι επιζήμιοι μικροοργανισμοί των φυτών είναι ψυχρόφιλοι ενώ οι ωφέλιμοι είναι θερμόφιλοι και έτσι κατά τη διάρκεια της επέμβασης αυξάνεται η δραστηριότητά τους.

Η αποτελεσματικότητα της ηλιοαπολύμανσης εξαρτάται από τη δομή του εδάφους, τη θερμοαγωγημότητά του και την ηλιοφάνεια της περιοχής. Γενικά η εν λόγω επέμβαση ενδείκνυται για θερμές χώρες. Εάν γίνει σωστά η εφαρμογή της δε χρειάζεται να επαναληφθεί για 1-2 χρόνια, γιατί η σύνθεση της νέας βιοκοινότητας δεν επιτρέπει την εγκατάσταση κάποιου φυτοπαθογόνου οργανισμού.

Αναφέρεται ότι σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια **τομάτας** και **μελιτζάνας**, σε έδαφος στο οποίο είχε προηγηθεί ηλιοαπολύμανση, η προσβολή των φυτών από τη βερτισιλλίωση μειώθηκε σε ποσοστό 25-95%, ενώ παράλληλα αυξήθηκε η παραγωγή μελιτζάνας κατά 215%. Σε δεύτερη πειραματική καλλιέργεια τομάτας η μείωση της ασθένειας 166 ημέρες μετά την φύτευση σε αγρό που είχε ηλιοαπολυμανθεί ήταν 65% συγκριτικά με την έντασή της ασθένειες σε μη μολυσμένο αγρό. Σε πειράματα ηλιοαπολύμανσης που έγιναν στη χώρα μας διαπιστώθηκε ότι σε καλλιέργεια τομάτας θερμοκηπίου ο πληθυσμός του *V. dahliae* μειώθηκε έως 93% ενώ συγχρόνως αυξήθηκε η παραγωγή της καλλιέργειας κατά 60-135%.

Σήμερα για την ηλιοαπολύμανση χρησιμοποιούνται δύο ειδών πλαστικά κάλυψης: το απλό πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου πάχους 50-75  $\mu\text{m}$  και τα πλαστικά φύλλα τριπλής στρώσης πάχους 32 και 35  $\mu\text{m}$ . Το κόστος της ηλιοαπολύμανσης όταν χρησιμοποιηθούν απλά φύλλα πλαστικού πολυαιθυλενίου ανέρχεται σε 135 €/στρ περίπου. Αν χρησιμοποιηθούν φύλλα τριπλής στρώσης, πάχους 32  $\mu\text{m}$ , το κόστος ανέρχεται σε 117 €/στρ περίπου ενώ όταν χρησιμοποιηθούν φύλλα τριπλής στρώσης, πάχους 35  $\mu\text{m}$ , το κόστος της επέμβασης είναι 140 €/στρ περίπου.

Η ηλιοαπολύμανση είναι μία μέθοδος απλή, εύκολη, φιλική προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Το συνολικό κόστος της επέμβασης είναι χαμηλό σε σύγκριση με τις προηγούμενες μεθόδους. Επιπλέον εξασφαλίζει βιολογική ισορροπία στο έδαφος.

Βασικό **μειονέκτημα** της μεθόδου είναι το ότι το έδαφος πρέπει να μείνει ακαλλιέργητο για μεγάλο διάστημα, την περίοδο που οι απαιτήσεις των κηπευτικών είναι υψηλές.

Ο συνδυασμός ηλιοαπολύμανσης και μειωμένης δόσης απολυμαντικού εδάφους (35-40 λίμπρες βρωμιούχου μεθυλίου/στρ) έδωσε εξαιρετικά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης. Για παράδειγμα, συνδυασμός ηλιοαπολύμανσης και μειωμένης δόσης metham sodium είχε σαν αποτέλεσμα την καταστροφή του *V. dahliae* σε διάστημα μιας εβδομάδας.

### 2.2.3. Χημική αντιμετώπιση

Ο μύκητας *V. dahliae* αναπτύσσεται ως γνωστόν στα αγγεία του ξύλου των προσβεβλημένων φυτών. Επομένως, δεν είναι εύκολη η αντιμετώπισή του με **διασυστηματικά** μυκητοκτόνα αφού αυτά εφαρμόζονται στα φύλλα. Η πρώτη «γενιά» φαρμάκων δραστικών εναντίον παθογόνων των αγγείων του ξύλου των φυτών ήταν τα μυκητοκτόνα της ομάδας των βενζιμιδαζολών (benomil, carbendazim). Αυτά τα σκευάσματα εφαρμόστηκαν αρχικά σε ριζοποτίσματα και εξασφάλισαν υψηλό βαθμό αντιμετώπισης της βερτισιλλίωσης για μερικές εβδομάδες ή μήνες, παρόλο που η αποτελεσματικότητά τους σχετιζόταν με την ποιότητα του σκευάσματος.

Σήμερα η χρησιμοποίηση των εν λόγω σκευασμάτων έχει περιορισθεί επειδή παρουσιάζουν συνήθως βασικά μειονεκτήματα, όπως μειωμένη αποτελεσματικότητα στην αντιμετώπιση της ασθένειας και ανάπτυξη ανθεκτικότητας του μύκητα.

Δυστυχώς, μέχρι σήμερα δεν έχουν βρεθεί διασυστηματικά μυκητοκτόνα που να αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά τη βερτισιλλίωση. Γιαυτό απαιτείται η δημιουργία βελτιωμένων σκευασμάτων που να διαθέτουν επιθυμητά χαρακτηριστικά όπως: κινητικότητα στο έδαφος, μεγάλη σταθερότητα,

μετακίνηση από τα φύλλα προς τις ρίζες (συμπλαστικά) και δραστικότητα στο ξύλο, κινητικότητα στο ξύλο και σταθερότητα στις ρίζες.

#### **2.2.4. Βιολογική αντιμετώπιση (χρησιμοποίηση βιολογικών σκευασμάτων).**

Η τάση που επικρατεί σήμερα στη γεωργία είναι η παραγωγή γεωργικών προϊόντων με όσο το δυνατόν λιγότερη επιβάρυνση χημικών ουσιών. Έτσι η χρησιμοποίηση ανταγωνιστικών μυκήτων και βακτηρίων είναι μία από τις μελλοντικές ελπίδες για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης αν ληφθεί υπόψιν και το γεγονός ότι δεν υπάρχουν αποτελεσματικά χημικά σκευάσματα για την καταπολέμησή της ασθένειας.

Για να είναι αποτελεσματική η χρήση ενός βιολογικού σκευάσματος απαιτούνται οι εξής προϋποθέσεις:

- Να έχει την ικανότητα παραγωγής μεγάλου αριθμού σπορίων
- Να είναι δυνατή η μαζική παραγωγή του
- Να έχει μεγάλη ανταγωνιστικότητα σε σχέση με τη σαπροφυτική χλωρίδα του εδάφους
- Να έχει γρήγορη βλάστηση και ανάπτυξη
- Να παράγει (αν έχει τη δυνατότητα) αντιβιοτικά ευρέως φάσματος
- Να μπορεί να προσαρμόζεται καλύτερα σε αντίξοες συνθήκες διατροφής και ανάπτυξης

Οι σπουδαιότεροι βιολογικοί εχθροί του γένους *Verticillium* είναι:

**α)** ανταγωνιστές μύκητες που επηρεάζουν την επιβίωση των μικροσκληρωτίων που έχουν ήδη εξασθενήσει από την ηλιοαπολύμανση ή την χημική απολύμανση τους εδάφους

**β)** ανταγωνιστές μύκητες ή βακτήρια που εμποδίζουν την προσβολή των φυτών από τα μικροσκληρώτια τα οποία βλαστάνουν στο έδαφος.

Ο *Talaromyces flavus* [ατελής μορφή *Penicillium dangeardii*, (συν. *P. vermiculatum*)] είναι ένας εδαφογενής ασκομύκητας ιδιαίτερα

διαδεδομένος στις εύκρατες περιοχές του κόσμου. Αποτελεί ένα υποσχόμενο παράγοντα βιολογικής αντιμετώπισης του *V. dahliae* επειδή έχει διαπιστωθεί ότι καταστέλλει τη βερτισιλλίωση τομάτας, πατάτας και μελιτζάνας.

Οι μηχανισμοί βιολογικής αντιμετώπισης του *V. dahliae* από τον *T. flavus* περιλαμβάνουν: **ανταγωνισμό**, **παρασιτισμό** και **αντιβίωση**. Ο *T. flavus* μπορεί να εμποδίσει την προσβολή του *V. dahliae* σκοτώνοντας τα μικροσκληρώτιά του στο έδαφος. Έχει αναφερθεί ότι απομονώσεις του *T. flavus* παράγουν τέσσερα αντιβιοτικά και ένα μεταβολίτη που επιβραδύνει *in vitro* τη γραμμική ανάπτυξη και σκοτώνει τα μικροσκληρώτια του *V. dahliae*. Ο *T. flavus* αποτελεί ένα δυναμικό ανταγωνιστή του *V. dahliae* επειδή είναι ικανός να αποικίζει την ριζόσφαιρα διαφόρων ξενιστών του παθογόνου και να παρεμποδίζει τη βλάστηση των μικροσκληρωτίων του ή να προκαλεί την νέκρωσή τους. Επίσης ο μύκητας αποικίζει τα άκρα των ριζών των φυτών εμποδίζοντας έτσι την εγκατάσταση του σε αυτά.

Έχει αναφερθεί ότι εμφάνιση των ριζών **μελιτζάνας** πριν τη φύτευσή της σε αιώρημα ασκοσπορίων του *T. flavus* μείωσε την προσβολή των φυτών από το *V. dahliae* και συντέλεσε σε αύξηση της παραγωγής τους που ήταν ανάλογη της παραγωγής σε απολυμασμένο έδαφος. Επίσης έχει αναφερθεί ότι ο *T. flavus* αποικίζει κατά προτίμηση τα άκρα της ρίζας ξενιστών της οικογένειας **Solanaceae** από ό,τι το έδαφος της ριζόσφαιρας ή της ριζικής επιφάνειας. Το ποσοστό των μικροσκληρωτίων τα οποία βλάστησαν στο επίπεδο της άκρης της ρίζας φυτών **μελιτζάνας**, που αναπτύσσονταν σε γλάστρες, μειώθηκε κατά 15-40% παρουσία του *T. flavus* σε σχέση με τα μικροσκληρώτια στις ρίζες των φυτών στα οποία δεν είχε γίνει εφαρμογή του.

Η δράση του *T. flavus* εναντίον του *V. dahliae* θα ήταν πιο αποτελεσματική αν μαζί με την εφαρμογή του μύκητα συνδυαζόταν και ηλιοαπολύμανση ή μειωμένη δόση απολυμαντικού. Έχει αποδειχτεί ότι ο *T. flavus* όχι μόνο επιβίωσε σε καλλιέργειες **αγκινάρας** που είχε γίνει ηλιοαπολύμανση αλλά και αυξήθηκε αριθμητικά, πράγμα που αποδεικνύει τη δυνατότητα συνδυασμένης εφαρμογής της ηλιοαπολύμανσης και του ανταγωνιστή στην αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης διαφόρων λαχανικών.

Η εταιρεία "PROPHYTA GmbH" δημιούργησε και κυκλοφόρησε ένα σκεύασμα που περιέχει ασκοσπόρια του *T. flavus* και χρησιμοποιείται στην αντιμετώπιση του *V. dahliae*. Η Zeisse (1997) προσπάθησε να τυποποιήσει σε σκεύασμα τρία στελέχη του *T. flavus*, χρησιμοποιώντας ασκοσπόριά τους σύμφωνα με την τεχνική του Kersten (1997). Το σκεύασμα εφαρμόστηκε *in vivo* πριν από τη φύτευση της **τομάτας** και μερικών άλλων κηπευτικών στα υποστρώματα ανάπτυξής τους. Διαπιστώθηκε ότι η παραγωγή τομάτας ήταν σημαντικά μεγαλύτερη, παρόλο που δεν παρατηρήθηκε μείωση της έντασης των συμπτωμάτων της ασθένειας. Το σκεύασμα δοκιμάστηκε επίσης με ενσωμάτωση σε φυτικά μολυσμένο έδαφος πριν από τη φύτευση **ελαιοκράμβης** (*Brassica napus* L. spp. *oleifera*) και συνετέλεσε σε σημαντικά μεγαλύτερο ξηρό βάρος των φυτών και μειωμένο αποικισμό τους από το *V. dahliae*.

Εκτός από το *T. flavus* έχουν αναφερθεί και άλλοι μύκητες για την αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης. Ο *Trichoderma viride* και ο *Penicillium chrysogenum* χρησιμοποιήθηκαν στην τομάτα με εμφύτευση των ριζών της σε διήθημά τους και αντιμετώπισαν αποτελεσματικά το *V. albo-atrum*.

Οι ανταγωνιστές μύκητες *Trichoderma lignorum*, *Aspergillus fumigatus* και *Gliocladium roseum* μείωσαν τη συχνότητα της βερτισιλλίωσης στη **μελιτζάνα**.

Εκτός από τους μύκητες έχει διαπιστωθεί ότι τη βερτισιλλίωση αντιμετωπίζουν διάφορα βακτήρια της ριζόσφαιρας και της ενδοριζόσφαιρας. Είδη των γενών: *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Clucobacterium*, *Bacillus* και *Streptomyces* καθώς επίσης και είδη που δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο, των γενών *Azotobacter* και *Azotomonas* βρέθηκε *in vitro* ότι είναι ανταγωνιστές του *V. dahliae*.

Δυο είδη του γένους *Bacillus*, τα K165 και 5-127, τα οποία έχουν αποτελεσματική επίδραση στη μείωση της ανάπτυξης των συμπτωμάτων που οφείλονται στο *V. dahliae*, βρέθηκε ότι μπορούν να καταλαμβάνουν τη ριζόσφαιρα και να αναπτύσσονται ενδοφυτικά σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες **μελιτζάνας** και άλλων ειδών της οικογένειας **Solanaceae**. Ένα είδος του γένους *Bacillus*, το K-158 εφαρμόστηκε σαν αιώρημα στη διαβροχή του

εδάφους και μείωσε τη βλάστηση των μικροσκληρωτίων του μύκητα κατά 50-60%.

Παρόλα αυτά, η βιολογική αντιμετώπιση στις βερτισιλλίωσης δεν έχει ακόμα εφαρμοσθεί πρακτικά στη χώρα μας, επειδή υπάρχουν ελάχιστα βιολογικά σκευάσματα διαθέσιμα στην αγορά.

### 2.2.5. Αμειψισπορά

Η αμειψισπορά φαίνεται να είναι μια ενδιαφέρουσα μέθοδος αντιμετώπισης της βερτισιλλίωσης στα είδη των φυτών στα οποία δεν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες και υβρίδια. Όμως οι μικρής διάρκειας αμειψισπορές δεν είναι αποτελεσματικές στην καταπολέμηση του *V. dahliae* αφού ο μύκητας καταφέρνει να επιβιώνει με τη μορφή μικροσκληρωτίων για πολλά χρόνια στο έδαφος απουσία ξενιστών.

Η επιτυχία ενός προγράμματος πολυετούς αμειψισποράς, που εφαρμόζεται ως ένα καλλιεργητικό μέσο για την αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης εξαρτάται από πολλούς και διάφορους παράγοντες, όπως:

- την ικανότητα επιβίωσης του μύκητα σε ασυμπτωματικούς φορείς
- την ικανότητα παραμονής του μύκητα για πολλά χρόνια στο έδαφος ή σε φυτικά υπολείμματα με τη μορφή μικροσκληρωτίων
- τις καλλιεργητικές φροντίδες
- την πυκνότητα του μολύσματος στο έδαφος
- την ύπαρξη ορισμένων μικροοργανισμών στο έδαφος οι οποίοι καταστρέφουν ή επισπεύδουν το θάνατο των μικροσκληρωτίων του μύκητα
- τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής
- την εποχή καλλιέργειας ενός ευπαθούς φυτικού είδους

Θεωρείται ότι το μόλυσμα το οποίο παράγεται από μολυσμένες **πατάτες** θα μπορούσε να μειωθεί σημαντικά απουσία πατάτας σε 2-4 χρόνια συνήθως. Το μόλυσμα που υπάρχει στα στελέχη της πατάτας επιβιώνει για μια χρονική

περίοδο 14-17 μηνών στον αγρό, χωρίς να εκλείπει όμως όταν τα στελέχη παραμένουν άθικτα. Επομένως αμειψισπορές μικρής διάρκειας (π.χ. πατάτες κάθε δεύτερο χρόνο) δεν είναι αποτελεσματικές αφού το μόλυσμα διατηρείται στο έδαφος στα προσβεβλημένα στελέχη της πατάτας. Αμειψισπορές μέχρι πέντε ετών έχουν αποδειχθεί μη αποτελεσματικές την καταπολέμηση της βερτισιλλίωσης της πατάτας. Σε αμειψισπορές όπου μετά την πατάτα καλλιεργήθηκαν ανθεκτικά είδη φυτών, βρέθηκε ότι το 4% του αρχικού πληθυσμού των μικροσκληρωτίων παρέμεινε ζωντανό στο έδαφος μετά από 7 χρόνια αμειψισποράς.

Έχει αναφερθεί ότι στην **μελιτζάνα** συνιστώνται πολυετείς αμειψισπορές και αποφυγή καλλιέργειας της μετά από ευπαθή είδη φυτών.

Σε περιοχές με καλλιέργειες ευπαθών λαχανικών και όπου έχει εμφανιστεί η φυλή 2 του *V. dahliae* θα πρέπει στην αμειψισπορά να περιλαμβάνονται φυτικά είδη που δεν προσβάλλονται συχνά από το μύκητα ή είναι ασυμπτωματικοί φορείς του. Γενικά, οι αμειψισπορές πρέπει να περιλαμβάνουν είδη που ανήκουν στις οικογένειες **Asteraceae** (αντίδι, μαρούλι και ραδίκι), **Apiaceae** (άνηθος, καρότο, μαϊντανός και σέλινο), **Brassicaceae** (κουνουπίδι, λάχανο και μπρόκολο), **Chenopodiaceae** (παντζάρι), **Cucurbitaceae** (κολοκύθα και κολοκυθιά), **Fabaceae** (μηδική, μπιζέλι, κουκί, ρεβίθι, τριφύλλι και φασόλι) και **Poaceae** (αραβόσιτος, βρώμη, κριθάρι, σιτάρι και σόργο) κ.α., τα οποία θα εναλλάσσονται με είδη που προσβάλλονται συχνότερα (π.χ. πατάτα, τομάτα, αγγουριά, πεπονιά, καρπουζιά κ.α.). Τα είδη που προσβάλλονται σπανιότερα πρέπει και να ακολουθούν τα είδη που προσβάλλονται συχνότερα.

Σε περιοχές όπου δεν έχει εντοπιστεί η φυλή 2 του *V. dahliae* θα πρέπει να εφαρμοσθούν προγράμματα αμειψισποράς όμοια με τα παραπάνω, τα οποία θα διαφέρουν μόνο ως προς την καλλιέργεια ευπαθών ποικιλιών και υβριδίων τομάτας για να μην αυξηθεί η πίεση επιλογής (selection pressure) που πιθανώς να έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση της φυλής 2 του μύκητα στις περιοχές αυτές.

Συμπεραίνεται λοιπόν ότι είναι πολύ δύσκολο να είναι επιτυχής μια αμειψισπορά. Ακόμη και πολυετή προγράμματα αμειψισποράς, στα οποία

περιλαμβάνονται είδη φυτών που δεν είναι ξενιστές του μύκητα, δεν κατάφεραν να εξολοθρεύσουν τα μικροσκληρώτια μύκητα που υπήρχε στο έδαφος.

#### **2.2.6. Εφαρμογή κατάλληλων καλλιεργητικών φροντίδων**

Η αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης έχει στηριχθεί επίσης και στην εφαρμογή διαφόρων καλλιεργητικών φροντίδων (λίπανση, άρδευση, ζιζανιοκτονία, νηματωδοκτονία, απομάκρυνση και καταστροφή με φωτιά των υπολειμμάτων των φυτών κ.λπ.), που αποσκοπούν στην ελάττωση της προσβολής και της σοβαρότητας της ασθένειας.

Η **λίπανση** των καλλιεργειών θα πρέπει να είναι ισορροπημένη και να αποφεύγεται η εφαρμογή μεγάλων ποσοτήτων αζώτου. Έχει διαπιστωθεί αρνητική συσχέτιση μεταξύ της διαθεσιμότητας του αζώτου και της προσβολής και σοβαρότητας της βερτισιλλίωσης στην τομάτα. Όσον αυξάνεται η περιεκτικότητα σε άζωτο του μέσου ανάπτυξης του μύκητα, όχι μόνον αυξάνεται και η ικανότητά του να διεισδύει στις ρίζες των φυτών αλλά επίσης μεγαλώνει η παθογόνος ικανότητα του μύκητα.

Έχει διαπιστωθεί ότι η συχνότητα της βερτισιλλίωσης μειώνεται με την προσθήκη διαφόρων **εδαφοβελτιωτικών** στο μολυσμένο έδαφος. Γενικά, τα εδαφοβελτιωτικά σταυρανθών και η χητίνη θα μπορούσε να χρησιμοποιηθούν στην αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης σε διάφορες καλλιέργειες.

Η ενσωμάτωση στο έδαφος **χλωρής λίπανσης** αραβόσιτου (*Zea mays* L.), βρώμης (*Avena sativa* L.), μπιζελιού (*Pisum sativum* L.), γογγυλιού (*Brassica rapa* L.) και σόργου του Σουδάν (*Sorghum vulgare* L. var. *sudanense* L.) διαπιστώθηκε ότι κατέστειλε τη βερτισιλλίωση της πατάτας λόγω αλλαγής στη σύνθεση της μικροχλωρίδας του εδάφους. Το σόργο του Σουδάν είναι η αποτελεσματικότερη χλωρή λίπανση, όσον αφορά στη μείωση του αριθμού προσβολών των ριζών και του πληθυσμού του *V. dahliae* στο έδαφος.

Ο **τρόπος άρδευσης** και η ποσότητα του εφαρμοζόμενου νερού επηρεάζουν την εξάπλωση και ανάπτυξη της ασθένειας. Η άρδευση των



αγρών με αυλάκια αποτελεί έναν εύκολο τρόπο μεταφοράς του μολύσματος από μολυσμένους αγρούς σε υγιείς ή από μολυσμένα σημεία σε αμόλυντα του ίδιου αγρού. Επίσης η **ποσότητα του εφαρμοζόμενου νερού άρδευσης** επηρεάζει την ανάπτυξη του μύκητα. Έχει διαπιστωθεί ότι σε εδάφη με αυξημένη υγρασία, αυξάνεται και η σοβαρότητα της ασθένειας.

Η **ζιζανιοκτονία** θα πρέπει να γίνεται έγκαιρα και αποτελεσματικά. Σε μολυσμένους αγρούς, η καταστροφή των αυτοφυών φυτών θα πρέπει να γίνεται στα πρώτα στάδια ανάπτυξής τους, για να μην αποτελέσουν νέες εστίες μόλυνσης. Επειδή πολλά από τα αυτοφυή φυτά είναι ευπαθείς ξενιστές του *V. dahliae* και ο μύκητας μεταφέρεται με το σπόρο ορισμένων αυτοφυών φυτών όπως προαναφέρθηκε, θα πρέπει τα αυτοφυή φυτά να καταστρέφονται έγκαιρα μόλις εμφανισθούν στους αμόλυντους αγρούς. Η καταστροφή των αυτοφυών φυτών γίνεται είτε μηχανικά (επιμελημένο βοτάνισμα, σκάψιμο, φρεζάρισμα του εδάφους κ.λ.π.), είτε με χρησιμοποίηση χημικών σκευασμάτων (ζιζανιοκτόνα). Στην περίπτωση καλλιεργειών με επιφανειακό ριζικό σύστημα, συνιστάται η χρήση ζιζανιοκτόνων, επειδή η μηχανική κατεργασία του εδάφους μπορεί να προκαλέσει πληγές στο ριζικό σύστημα των φυτών από τις οποίες είναι πολύ εύκολο να εισέλθει το παθογόνο και να προκαλέσει νέα μόλυνση.

Η συλλογή, απομάκρυνση και **καταστροφή με φωτιά των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας** θεωρείται επιβεβλημένη.

Τα **προσβεβλημένα φυτά ή φυτικά μέρη** καθώς και τα **υπολείμματα** των ευπαθών καλλιεργειών (όπως τα κηπευτικά), πρέπει να απομακρύνονται από τον αγρό και να καταστρέφονται με φωτιά για να μειωθεί η ποσότητα του μολύσματος που υπάρχει στο έδαφος. Η απομάκρυνση των φυτικών υπολειμμάτων διαφόρων ευπαθών καλλιεργειών, όπως η πατάτα, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του πληθυσμού του παθογόνου στο έδαφος.

Η **νηματωδοκτονία** θα πρέπει να γίνεται έγκαιρα και επιμελημένα. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα σε κάθε περίπτωση σκευάσματα ώστε να γίνεται αποτελεσματική καταπολέμηση των φυτοπαθογόνων νηματωδών του εδάφους.

Η **συγκαλλιέργεια** δένδρων (ελιάς, πυρηνικάρπων κ.ά.) με ευπαθή

κηπευτικά θα πρέπει να αποφεύγεται επειδή συνήθως μολύνονται οι οπωρώνες από το μύκητα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βακαλουνάκης, Δ.Ι., και Φραγκιαδάκης, Γ.Α., 2003. Φυτοπαθοβελτίωση με έμφαση στη τομάτα & τα κολοκυνθοειδή. Εκδόσεις Τυποκρέτα Α.Ε. σελ. 315-316 και 367-369.
- Bell, A.A., and J. T. Presley. 1969a. Temperature effects on resistance and phytoalexin synthesis in cotton inoculated with *Verticillium albo-atrum*. *Phytopathology* 59: 1141- 1146.
- Bell, A.A., and J. T. Presley. 1969b. Heat-inhibited or heat-killed conidia of *Verticillium albo- atrum* induce disease resistance and phytoalexin synthesis in cotton. *Phytopathology* 59: 1147-1151.
- Easton, G.D. 1967. The number of *Verticillium* propagules in field soils in Washington. (Abstr.) *Phytopathology* 57: 1004.
- Easton, G.D., M.E. Nagle, and D.L. Bailey. 1969. A method of estimating *Verticillium albo- atrum* propagules in field soil and irrigation waste water. *Phytopathology* 50: 1171-1172.
- Easton, G.D., M.E. Nagle, and D.L. Bailey. 1972b. Effect of annual soil fumigation and preharvest vine burning on *Verticillium* wilt of potato. *Phytopathology* 62: 520-524.
- Easton, G.D., M.E. Nagle, and D.L. Bailey. 1974. Fumigants rates and application methods affecting *Verticillium* wilt incidence and potato yield. *Am. Potato* 51: 71-77.
- Evans, G. 1968. Infection of *Xanthium pungens* by seed borne *Verticillium dahliae*. *Plant Dis. Rep.* 52: 976-978.
- Fravel, D.R. 1989. Biocontrol of *Verticillium* wilt of eggplant and potato. In: *Vascular Wilt Diseases of Plants*. E.C. Tjamos and C.H. Beckman, eds. NATO ASI Series, Vol. H28: 487-492. Springer-Verlag, 590 pp.
- Γιαννοπολίτης, Κ.Ν. 1997. Οδηγός γεωργικών φαρμάκων. Εκδόσεις Αγρότυπος Α.Ε. σελ. 11- 59.
- Hall, D.H., K.A. Kimble, and P.G. Smith. 1972. An isolate of *Verticillium* found pathogenic to wilt - resistant tomatoes. *Calif. Agric.* 26:3
- Hastie, A.C. 1973. Hybridization of *Verticillium albo-atrum* and *Verticillium dahliae*. *Trans. Br. mycol. Soc.* 60: 511-523.
- Klebahn, H. 1913. [Reports on the characteristics of the fungi imperfecti. A *Verticillium* disease on *Dahlia*]. (In German). *Mycol. Centralb.* 3: 49-66.
- Ligoxigakis, E.C. 1991. Identification of physiological races of *Verticillium dahliae* Kleb. On tomato in Crete. Master thesis, M.A.I.Ch., pp. 64.
- 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.I. 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.I. Vakalounakis & K.K. Thanassouloupoulos (2002). Isozyme variation in *Verticillium dahliae* isolates from Crete, Greece. *Folia Microbiol.* 47: 167-170.
- Ligoxigakis, E.K., D.I. Vakalounakis & C.C. Thanassouloupoulos (2002). Host range of *Verticillium dahliae* in cultivated species in Crete. *Phytoparasitica* 30: 141-146.
- Ligoxigakis, E.K., D.I. Vakalounakis & C.C. Thanassouloupoulos. 2002. Weed hosts of *Verticillium dahliae* in Crete: Susceptibility, symptomatology and significance. *Phytoparasitica* 30: 511-518.
- 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 ΤΕΙ 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: περιλήψεις 7<sup>ου</sup> Πανελληνίου Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου, 8-10 Νοεμβρ., Αθήνα.
- Λιγοξυγκάκης, Ε.Κ. και Δ.Ι. Βακαλουνάκης 1996. Νέοι ξενιστές του μύκητα *Verticillium dahliae* στην Ελλάδα και παγκοσμίως. Σελίδα 86 στις: Περιλήψεις 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου (22-24 οκτ.), Ηράκλειο κρήτης.
- Λιγοξυγκάκης, Ε.Κ. Δ.Ι. Βακαλουνάκης και Κ.Κ. Θανασουλόπουλος. 1998. Παθογένεια διαφόρων απομωνώσεων 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: Περιλήψεις 9<sup>ου</sup> Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου, 20-22 Οκτ., Αθήνα.
- Λιγοξυγκάκης, Ε.Κ. Δ.Ι. Βακαλουνάκης και Κ.Κ. Θανασουλόπουλος. 1998. Νέοι ξενιστές του μύκητα *Verticillium dahliae*, στη χώρα μας και παγκοσμίως. Σελίδα 79 στις: Περιλήψεις 9<sup>ου</sup> Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου, 20-22 Οκτ., Αθήνα.
- Παναγόπουλος, Χ.Ι. 1993. Ασθένειες καρποφόρων δένδρων και αμπέλου. Β' Έκδοση. Εκδόσεις Α. Σταμούλης Αθήνα, σελ.463.
- Παναγόπουλος, Χ.Ι. 2000. Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών Β' Έκδοση. Εκδόσεις Α. Σταμούλης Αθήνα σελ. 71- 73 και 254-263.
- Thanassouloupoulos, C.C. 1975. A method for assessing of losses by *Verticillium* wilt of tomato and eggplant crop. 4<sup>th</sup> Congr. Phytopath. Medit. Union. Zadar, Yugoslavia. Agric. Consp. Scientif. 39: 21-25.
- 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.
- Thanassoulopoulos, C.C., D.A. Bins, and E.C. Tjamos. 1981. Weeds as inoculum source of *Verticillium* in olive orchards. *Phytopath. medit.* 20: 164-168.
- Thanassoulopoulos, C.C., and G. T. Kitsos. 1972. *Verticillium* wilt in Greece. *Plant Dis. Rep.* 56: 264-267.
- Θανασουλόπουλος, Κ. Και Γ.Θ. Κίτσος. 1973<sup>α</sup>. 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.