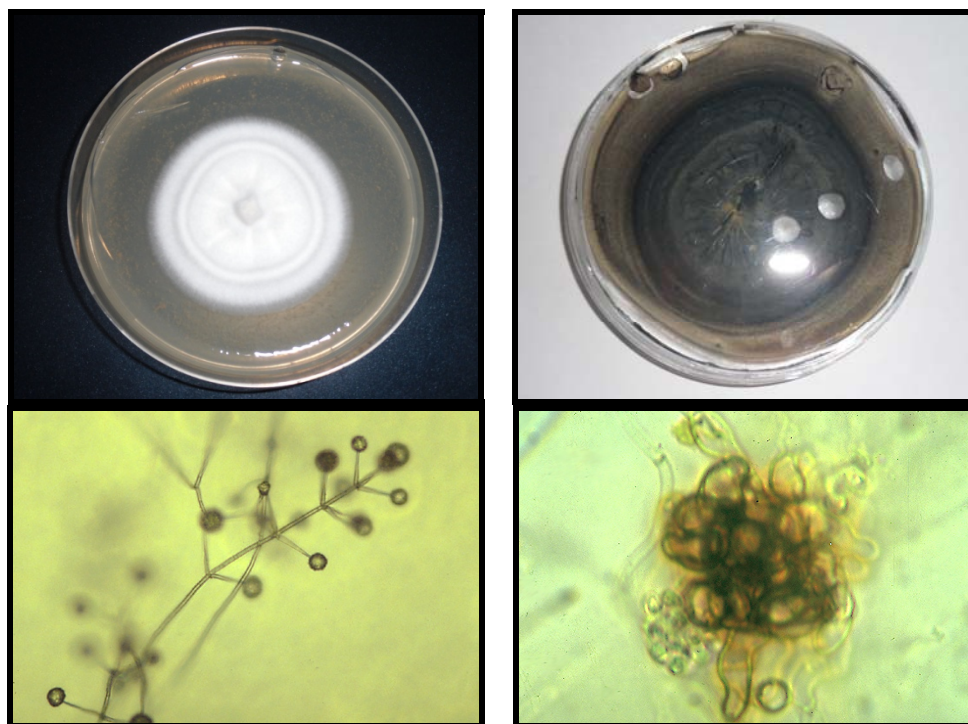


**Α.Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**Χαρακτηρισμός απομονώσεων του μύκητα**  
***Verticillium dahliae***  
**βάσει μορφολογικών και φυσιολογικών στοιχείων**



**ΚΑΛΛΙΟΠΗ Θ. ΤΣΙΚΟΥΔΗ**  
**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Α. ΜΑΡΚΑΚΗΣ**  
**ΜΑΡΤΙΟΣ 2011**

*Αφιερώνεται στην οικογένεια μου*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Μυκητολογίας του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Ηρακλείου (Ι.Π.Φ.Η.) με την καθοδήγηση του Δρ. Ελευθέριου Λιγοξυγκάκη (Γεωπόνος-Φυτοπαθολόγος), τον οποίο και ευχαριστώ θερμά για τη βοήθεια, τη συμπαράσταση και το υλικό που μου προσέφερε για την εκπόνηση της μελέτης, καθώς και την άψογη συνεργασία που είχαμε κατά την διάρκεια της παρουσίας μου στο Εργαστήριο.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Εμμανουήλ Μαρκάκη (Καθηγητής Α.Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου) για την ευχάριστη συνεργασία που είχαμε, την πολύτιμη βοήθεια, την προθυμία και ενθάρρυνση που μου προσέφερε για την συγγραφή και παρουσίαση της μελέτης.

Επίσης, ευχαριστώ πολύ το προσωπικό του Εργαστηρίου και του Ινστιτούτου για τη βοήθεια, τη συμπαράσταση και την διευκόλυνση που μου προσέφεραν.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και όλους όσους με υποστήριξαν και μου συμπαραστάθηκαν, ο καθένας με τον δικό του τρόπο, όλα τα χρόνια φοίτησής μου στη σχολή.

## Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η

Ο φυτοπαθογόνος μύκητας *Verticillium dahliae* Kleb. είναι εδαφογενής, προκαλεί αδρομύκωση και μπορεί να νεκρώσει τους ξενιστές του μειώνοντας σημαντικά την παραγωγή τους. Το φάσμα των ξενιστών του υπερβαίνει τα 400 είδη (καλλιεργούμενα και αυτοφυή), στους οποίους περιλαμβάνονται: μεγάλες καλλιέργειες, λαχανικά, οπωροφόρα δένδρα, μικρά φρούτα, ακρόδρυα, βιομηχανικά, ανθοκομικά και ξυλώδη καλλωπιστικά φυτά. Μεταξύ των ευπαθών ποωδών ξενιστών του είναι τα: πατάτα, μελιτζάνα, τομάτα, μπάμια, φράουλα, πεπονιά, καρπουζιά κ.ά. ενώ μεταξύ των ξυλωδών ξενιστών του τα: ελιά, φιστικιά, βερικοκιά κ.ά.

Όταν ο μύκητας καλλιεργηθεί σε θρεπτικό υπόστρωμα σχηματίζει λευκές βαμβακώδεις αποικίες, οι οποίες αργότερα μπορεί να γίνονται μαύρες λόγω σχηματισμού των μικροσκληρωτίων, τα οποία αποτελούν τις διαχειμάζουσες μορφές του παθογόνου.

Ο *V. dahliae* έχει δύο φυσιολογικές φυλές (την 1 και την 2), που έχουν αναγνωρισθεί σε ευπαθείς και ανθεκτικές ποικιλίες και υβρίδια τομάτας και μαρουλιού.

Γενικά, ο μύκητας δεν εμφανίζει εξειδίκευση ως προς τον ξενιστή, εκτός απομονώσεων του από πιπεριά, λάχανο Βρυξελλών, μηδική κ.ά.

Στην Ιαπωνία έχουν καταταχθεί Ιαπωνικές απομονώσεις του μύκητα σε τέσσερις παθοτύπους (πιπεριάς, τομάτας, μελιτζάνας και σταυρανθών). Παρομοίως, στην Ελλάδα έχουν καταταχθεί απομονώσεις του μύκητα, προερχόμενες από διάφορες περιοχές της Κρήτης, σε τρεις παθοτύπους.

Στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκαν 70 Κρητικές απομονώσεις του *V. dahliae* προερχόμενες από 20 είδη καλλιεργούμενων φυτών που ανήκουν σε 11 βοτανικές οικογένειες και 5 αυτοφυή είδη φυτών που ανήκουν σε 4 βοτανικές οικογένειες, καθώς επίσης και ως μάρτυρες χρησιμοποιήθηκαν 24 απομονώσεις του *V. dahliae*, *V. albo-atrum* και *V. longisporum* που προέρχονταν από καλλιεργούμενα είδη φυτών εκτός Κρήτης, με σκοπό τη μελέτη διαφόρων μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών τους.

Οι απομονώσεις αναπτύχθηκαν σε τριβλία με θρεπτικό υπόστρωμα PDA και καθ'όλη τη διάρκεια ανάπτυξής τους μελετήθηκαν τα παρακάτω μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά: η πυκνότητα των υφών, η ένταση χρωστικής (μελανίνης), η ταχύτητα ανάπτυξης των υφών και εμφάνισης της χρωστικής καθώς επίσης και ο αριθμός και το μήκος των παραγόμενων κονιδίων.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας φαίνεται να μην υπάρχουν σημαντικές διαφορές ως προς την πλειονότητα των μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών των απομονώσεων *V. dahliae* που μελετήθηκαν. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την ικανότητά τους να σχηματίζουν μικροσκληρώτια (ένταση χρωστικής) και ως προς τον αριθμό των παραγόμενων κονιδίων (σποριοποίηση) *in vitro*.

Ο στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η προσπάθεια ομαδοποίησης των χρησιμοποιηθέντων απομονώσεων βάση: γεωγραφικής και βοτανικής προέλευσης, καθώς και μορφολογικών, φυσιολογικών και γενετικών χαρακτηριστικών τους, προκειμένου να προταθούν τα ενδεικνύόμενα μέτρα αντιμετώπισης της ασθένειας, που ως γνωστόν δεν καταπολεμάται χημικά (δεν υπάρχουν σήμερα στο εμπόριο αποτελεσματικά μυκητοκτόνα για εφαρμογή στις προσβλημένες καλλιέργειες).

# Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

E1. Το γένος <i>Verticillium</i> .....	σελ. 1
E2. Μορφολογικά χαρακτηριστικά του μύκητα <i>V. dahliae</i> .....	« 2
E3. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά του μύκητα <i>V. dahliae</i> .....	« 2
E4. Βιοσύνθεση μελανίνης .....	« 3
E5. Φάσμα ξενιστών του μύκητα <i>V. dahliae</i> .....	« 3
E6. Εξειδίκευση ως προν τον ξενιστή του μύκητα <i>V. dahliae</i> .....	« 5
E7. Συμπτωματολογία .....	« 6
E8. Απώλειες παραγωγής των καλλιεργούμενων φυτών από το μύκητα <i>V. dahliae</i> ...	« 8
E9. Βιολογία – Επιδημιολογία του μύκητα <i>V. dahliae</i> .....	« 9
E10. Βιολογικός κύκλος του μύκητα <i>V. dahliae</i> .....	« 11
E11. Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του <i>V. dahliae</i> και την εξέλιξη της ασθένειας .....	« 12
E12. Τρόποι εξάπλωσης του μύκητα <i>V. dahliae</i> .....	« 13
E13. Τρόποι αντιμετώπισης του μύκητα <i>V. dahliae</i> .....	« 13
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	« 18

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1. Προέλευση και διατήρηση των απομονώσεων <i>V. dahliae</i> , <i>V. albo-atrum</i> και <i>V. longisporum</i> .....	« 19
2. Παρασκευή του θρεπτικού υποστρώματος PDA.....	« 21
3. Μετρήσεις του αριθμού των κονιδίων.....	« 22
4. Μετρήσεις του μήκους των κονιδίων.....	« 22
5. Μετρήσεις της πυκνότητας των υφών.....	« 22
6. Μετρήσεις της ταχύτητας ανάπτυξης των υφών.....	« 23
7. Μετρήσεις της έντασης της χρωστικής (μελανίνης).....	« 23
8. Μετρήσεις της ταχύτητας εμφάνισης της χρωστικής (μελανίνης).....	« 23

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1. Πυκνότητα υφών.....	« 24
2. Ταχύτητα ανάπτυξης υφών.....	« 29
3. Ένταση χρωστικής (μελανίνης).....	« 34

4. Ταχύτητα εμφάνισης χρωστικής.....	« 40
5. Σποριοποίηση (αριθμός κονιδίων).....	« 46
6. Μήκος κονιδίων .....	« 51
<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>« 55</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>« 58</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....</b>	<b>« 69</b>

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## Ε1. Το γένος *Verticillium*

Το γένος *Verticillium* δημιουργήθηκε το 1816 από τον Nees von Essenberg (Isaac, 1967; Pegg & Brady, 2002) και περιλαμβάνει μια κοσμοπολίτικη ομάδα φυτοπαθογόνων ειδών μυκήτων, που προκαλούν αδρομυκώσεις σε ευρύ φάσμα ξενιστών. Η διάκριση του γένους βασίσθηκε στους σπονδυλωτά διακλαδισμένους κονιδιοφόρους, που καταλήγουν σε χαρακτηριστικά φιαλίδια, τα οποία περιέχουν πολυάριθμα κονίδια (Εικόνα 1).

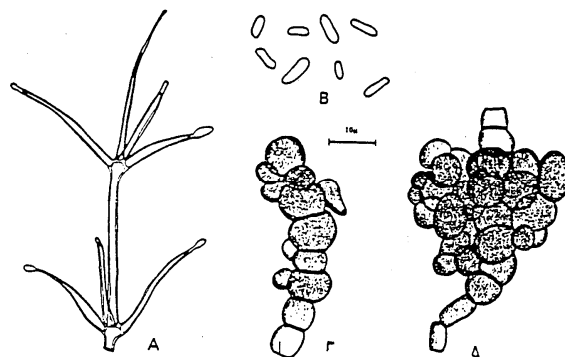
Το γένος *Verticillium* περιλαμβάνει τα είδη: *V. dahliae*, *V. albo-atrum*, *V. longisporum*, *V. nigrescens*, *V. nubilum*, *V. tricorpus* και *V. theobromae*. Παρόλο που μερικά είδη του εν λόγω γένους έχουν συνδεθεί με Ασκομύκητες (Ascomycetes) [Pegg & Brady, 2002; Zare *et al.*, 2007], οι *V. dahliae*, *V. albo-atrum*, *V. longisporum* και *V. tricorpus* είναι Αδηλομύκητες (Adelomycetes), γιατί στερούνται σεξουαλικού ανασυνδυασμού ή μειοσπορικού σταδίου.

Το είδος *V. albo-atrum* παρατηρήθηκε για πρώτη φορά να προκαλεί αδρομύκωση σε φυτά πατάτας (*Solanum tuberosum* L.) το 1879 από τους Reinke & Berthold. Το 1913 ο Klebahn περιέγραψε ένα άλλο μορφολογικά διακριτό είδος, το *V. dahliae*, που προκαλεί αδρομύκωση της ντάλιας (*Dahlia rosea* Cav.). Το 1953, το είδος *V. tricorpus* αναφέρθηκε για πρώτη φορά στην Αγγλία σε ασθενή φυτά τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.) από τον Isaac (1953a).

Το 1961 παρατηρήθηκε από τον Stark μια διαφορετική μορφή του *V. dahliae*, η οποία σχημάτιζε κονίδια πολύ μακρύτερα (σχεδόν διπλάσια σε μήκος) από τα τυπικά κονίδια του *V. dahliae* και για αυτό αρχικά ονομάστηκε *V. dahliae* var. *longisporum*. Όμως, βάσει της εν λόγω μορφολογικής διαφοράς και άλλων χαρακτηριστικών που θεωρήθηκαν επαρκή, δημιουργήθηκε ένα νέο είδος που ονομάστηκε *V. longisporum*.

Επίσης, πρόσφατα, ο Zare *et al.* (2007) ανακατέταξαν το *V. nigrescens* και το *V. theobromae* ως είδη στα γένη *Gibellulopsis* και *Musicillium*, αντίστοιχα.

Τα είδη του γένους *Verticillium* διακρίνονται βάσει του τύπου των διαχειμαζόντων οργάνων, δηλαδή: σκοτεινόχρωμο διαχειμάζον μυκήλιο (dark resting mycelium, dm), σκοτεινόχρωμα μικροσκληρώτια (microsclerotia, ms) και χλαμυδοσπόρια (chlamydosporia). Επίσης, η διάκριση τους βασίζεται σε μορφολογικά αλλά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά, όπως αναφέρονται παρακάτω.



**Εικόνα 1.** Α: Κονιδιοφόρος, Β: Κονίδια, Γ: Άωρο μικροσκληρώτιο, Δ: Ωριμο μικροσκληρώτιο του μύκητα *Verticillium dahliae*.

## **E2. Μορφολογικά χαρακτηριστικά του μύκητα *V. dahliae***

Ο μύκητας *V. dahliae*, όταν καλλιεργηθεί σε θρεπτικό υπόστρωμα, σχηματίζει λευκές βαμβακώδεις αποικίες που αναπτύσσονται αργά, εμφανίζονται υπόλευκες μετά από μια εβδομάδα ενώ αργότερα μπορεί να γίνουν μαύρες λόγω σχηματισμού μικροσκληρωτίων (Hawksworth, 1970a; 1970b; 1970c).

Το μυκήλιο είναι υαλώδες, οι κονιδιοφόροι είναι επίσης υαλώδεις, ελεύθεροι, πολυκύτταροι, ανορθωμένοι με χαρακτηριστική διακλάδωση κατά σπονδύλους. Στα εγκάρσια τοιχώματα των κονιδιοφόρων σχηματίζονται 3-4 πλάγια, κοντά και μονοκύτταρα φιαλίδια (διαστάσεων 16-35x1-2,5 μm) [Τζάμος, 2004], τα οποία έχουν διάφορα σχήματα και μερικές φορές είναι δευτερογενώς διακλαδισμένα (Hawksworth & Talboys, 1970a; 1970b).

Τα φιαλιδόσπορια ή κονίδια του μύκητα σχηματίζονται στα ανοίγματα των φιαλιδίων και είναι μονοκύτταρα, υαλώδη με σχήμα ωοειδές μέχρι ελλειψοειδές, διαστάσεων 2,5-8x1,4-3,2 μm. Στην κορυφή κάθε φιαλιδίου παράγονται διαδοχικά πολλά κονίδια, τα οποία συγκρατούνται μεταξύ τους με μια κολλώδη ουσία και σχηματίζονται συνήθως μικρές κεφαλές κονιδίων (Τζάμος, 2004).

Επίσης, ο μύκητας σχηματίζει μικροσκληρώτια (ή ψευδοσκληρώτια) από τη διαφοροποίηση συναφών υφών ή μιας υφής σε όλες τις κατευθύνσεις. Τα μικροσκληρώτια είναι διαστάσεων 40-80 μm, έχουν παχιά κυτταρικά τοιχώματα, σκοτεινό καφέ μέχρι μαύρο χρώμα, ακανόνιστο σχήμα και μέγεθος, ανώμαλη επιφάνεια και συνενώνονται πλευρικά μεταξύ τους (Θανασουλόπουλος, 1992).

Γενικά, η διάκριση του *V. dahliae* από το *V. albo-atrum* βασίζεται στα εξής μορφολογικά χαρακτηριστικά: i) την παραγωγή μελανόμορφων μικροσκληρωτίων ως όργανα επιβίωσης από το *V. dahliae*, σε αντίθεση με τον *V. albo-atrum* που παράγει μελανόμορφες υφές (όχι μικροσκληρώτια) [Robinson *et al.*, 1957; Isaac, 1967; Pegg & Brady, 2002; Barbara & Clewes, 2003] και ii) την μορφολογία των αποικιών τους σε καθαρή καλλιέργεια: οι αποικίες του *V. dahliae* παράγουν μικροσκληρώτια και εμφανίζονται εντελώς μαύρες, όταν η επώαση γίνεται σε 30 °C (Smith, 1965) ενώ δεν σχηματίζουν σκοτεινόχρωμο διατηρητικό μυκήλιο (Isaac, 1949).

Επίσης, όπως προαναφέρθηκε, το είδος *V. longisporum* διακρίνεται από το *V. dahliae* βάσει του μήκους και του σχήματος των κονιδίων: ο *V. dahliae* σχηματίζει μικρά και σφαιρικά κονίδια, μήκους 3,5-6 μm, ενώ ο *V. longisporum* επιμήκη κονίδια, μήκους 6,5-12 μm (Kararara *et al.*, 1997; Steventon *et al.*, 2002).

## **E3. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά του μύκητα *V. dahliae***

Η διάκριση των ειδών του γένους *Verticillium* μπορεί να βασισθεί εκτός από μορφολογικά και σε φυσιολογικά ή φυσιοπαθολογικά χαρακτηριστικά. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι το φάσμα των ξενιστών, η παθογόνος ικανότητα των στελεχών σε πολλούς ξενιστές (Isaac, 1953a; Smith, 1965), οι διαφορές στην ανάπτυξη τους σε θρεπτικό μέσο με διαφορετικό pH (Isaac, 1953a), η αντοχή τους στο υπεριώδες φως και η επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη τους κ.λπ.

Όσον αφορά το *V. dahliae*: i) χαρακτηρίζεται από σχετική αντοχή στο υπεριώδες φως, σε αντίθεση με το *V. albo-atrum* που είναι πολύ ευπαθές (Puhalla, 1973), ii) παρόλο που ο *V. albo-atrum* δεν αναπτύσσεται σε τεχνητή καλλιέργεια (τριβλία με PDA) ή προσβεβλημένα φυτά σε 30 °C, ο *V. dahliae* αναπτύσσεται και μολύνει ευπαθή φυτά σε 30 °C ανεμπόδιστα (Robinson *et al.*, 1957; Isaac, 1967; Pegg & Brady, 2002) και iii) η ανάπτυξη απομονώσεων του



μικροσκληρωτιακού άγριου τύπου (wild type) μειώνεται απότομα πάνω από τους 28-29 °C, ενώ του διατηρητικού μυκηλίου πάνω από τους 23-24 °C.

Επίσης, τα είδη του γένους *Verticillium* μπορούν να διακριθούν βάσει των διαφορών τους ως προς: τα ηλεκτροφορητικά πρωτεϊνικά τους πρότυπα (Hall, 1969), τα ηλεκτροφορητικά ενζυμικά τους πρότυπα (Okoli *et al.*, 1996), τα πρότυπα RFLPs (Okoli *et al.*, 1993) και τα πρότυπα RAPD-PCR (Koike *et al.*, 1996).

**Πίνακας 1.** Μέγιστη, ελάχιστη και άριστη θερμοκρασία για τη βλαστική ανάπτυξη διαφόρων απομονώσεων των μυκήτων *V. dahliae* και *V. albo-atrum* σε υπόστρωμα PDA.

Θερμοκρασία (°C)						
<i>V. dahliae</i>			<i>V. albo-atrum</i>			Βιβλιογραφικές αναφορές
Μέγιστη	Ελάχιστη	Άριστη	Μέγιστη	Ελάχιστη	Άριστη	
32		20-24	28		22-24	Robinson <i>et al.</i> (1957)
>33		24, 27	30		24, 27	Martinson & Englander (1967)
>32	5	22-25		5	22-25	Brinkerhoff (1969)
32,5	4,5	22,5	<30	4,5	22,5	Schnathorst (1973)

#### E4. Βιοσύνθεση μελανίνης

Η παραγωγή μελανίνης είναι ένα χαρακτηριστικό του *V. dahliae*, που έχει ενδιαφέροντα ρόλο στην επιβίωσή του. Πρόκειται για χρωστική σκούρου μαύρου χρώματος που σχηματίζεται υπό μορφή κόκκων στην εξωτερική πλευρά των κυτταρικών τοιχωμάτων των μικροσκληρωτίων και σκοπός της είναι να προστατεύει τα κυτταρικά τοιχώματα του μύκητα από τη δράση των ενζύμων, που παράγουν άλλοι μικροοργανισμοί στο έδαφος καθώς και την αντοχή του σε αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος. (Bell *et al.*, 1976; Wheeler, 1982).

Ο Bell *et al.* (1976) σε μελέτη τους, διαπίστωσαν ότι η σκυταλόνη είναι το φυσικό υπόστρωμα από το οποίο παράγεται η μελανίνη και η μετατροπή της σε μελανίνη περιλαμβάνει δύο ή περισσότερα ένζυμα. Όμως, μόνο τα μικροσκληρώτια περιέχουν τα οξειδωτικά ένζυμα που μετατρέπουν φαινολικά και ναφθαλενικά παράγωγα σε χρωστικές (Wheeler, 1982).

Η μελανίνη φαίνεται να προστατεύει τον μύκητα *V. dahliae* από την UV ακτινοβολία, ξήρανση και ακραίες τιμές θερμοκρασίας και αποτελεί ένα από τα αμυντικά συστήματα του μύκητα ενάντια των ανταγωνιστών του.

Επίσης, έχουν αναφερθεί χημικές ουσίες που παρεμποδίζουν τη βιοσύνθεση της μελανίνης. Ωστόσο, αυτές οι χημικές ουσίες δεν επιδρούν σε άλλα παθογόνα και είναι τοξικές σε ορισμένα φυτά. (Bell & Wheeler, 1986).

#### E5. Φάσμα ξενιστών του μύκητα *V. dahliae*

Ο *V. dahliae* είναι ένα από τα σπουδαιότερα παθογόνα του αγγειακού συστήματος των ανωτέρων φυτών. Έχει ευρύτατο φάσμα ξενιστών (host range), επειδή διαθέτει την ικανότητα να προσβάλλει περισσότερα από 400 είδη φυτών (Bell, 1992), στα οποία περιλαμβάνονται λαχανοκομικά και ανθοκομικά φυτά με μεγάλη οικονομική σημασία, ψυχανθή και φυτά μεγάλης καλλιέργειας, καθώς επίσης οπωροφόρα και καλλωπιστικά δένδρα και μεγάλος αριθμός αυτοφυών. Είδη των οικογενειών Asteraceae (συν. Compositae), Brassicaceae (συν. Cruciferae), Cucurbitaceae, Fabaceae (συν. Leguminosae), Malvaceae και Solanaceae περιλαμβάνονται

μεταξύ των κυριότερων ξενιστών του *V. dahliae*. Αξίζει να σημειωθεί, ότι ο αριθμός των ειδών που προσβάλλονται από τον μύκητα συνεχώς αυξάνεται, καθώς η εκδήλωση της ασθένειας καταγράφεται σε νέους ξενιστές (Bhat *et al.*, 2003; du Toit *et al.*, 2005).

Μεταξύ των ευπαθών **λαχανοκομικών** ειδών, που προσβάλλονται από τον μύκητα, περιλαμβάνονται τα εξής: τομάτα, πατάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, αγγουριά, πεπονιά, καρπουζιά, κολοκυθιά, μπάμια, φασόλι, αγκινάρα κ.ά., ενώ σπάνια προσβάλλονται τα είδη: σινάπι, κρεμμύδι, πράσο, σκόρδο, σπαράγγι, σέλινο κ.ά. (Sherf & MacNab, 1986).

Επίσης, ο Ligoxigakis *et al.* (2002a), σε μελέτη που αφορούσε τον προσδιορισμό των νέων ξενιστών του μύκητα μεταξύ καλλιεργούμενων ειδών στην Κρήτη, διαπίστωσαν ότι ο μύκητας προσβάλλει και τα εξής είδη: άνηθο, βίκο, παπούλα (νέοι ξενιστές διεθνώς) σπανάκι, αντίδι, μαρούλι, ραδίκι, ραπάνι, λάχανο, κουνουπίδι, μπρόκολο (νέοι ξενιστές στην Ελλάδα) κ.ά.

Στις **δενδροκομικές** καλλιέργειες, οι αδρομυκώσεις προκαλούνται αποκλειστικά από τον μύκητα *V. dahliae* (Θανασουλόπουλος, 1992; Χιτζανίδου, 1994) και συγκεκριμένα στη χώρα μας, έχει παρατηρηθεί ότι προσβάλλει τα εξής είδη: βερικοκιά, ελιά, φιστικιά, αμυγδαλιά, ροδακινιά και δαμασκηλιά (Θανασουλόπουλος, 1992).

Διάφορα είδη **αυτοφύων φυτών** έχουν αναφερθεί ως ευπαθείς ξενιστές του *V. dahliae*, όπως το βλήτο, η καφέλα, η μολόχα, το μαρτιάκο, η περιπλοκάδα, ο στύφνος, το βρωμόλαχανο, η λουβουδιά, η ανθεμίδα κ.ά. (Θανασουλόπουλος, 1992; Resende *et al.*, 1994; Ligoxigakis *et al.*, 2002b).

Επίσης, ο μύκητας είναι ικανός να επιβιώσει σε μερικά είδη καλλιεργούμενων και αυτοφύων φυτών που είναι ασυμπτωματικά, τα οποία αν και φιλοξενούν το παθογόνο δεν παρουσιάζουν συμπτώματα της ασθένειας. Είδη της οικογένειας *Roaceae* (συν. *Gramineae*) έχουν αναφερθεί ως **ασυμπτωματικοί φορείς** του μύκητα, ενώ παλαιότερα θεωρούνταν ότι ανήκουν στα ανθεκτικά είδη, όπως για παράδειγμα η βρώμη και η αγριοβρώμη (Thanassoulouopoulos *et al.*, 1981).

**Πίνακας 2.** Κατάλογος των ξενιστών του μύκητα *Verticillium dahliae* στη χώρα μας.

Κατηγορία ξενιστών	Είδη ξενιστών
Δένδρα	<i>Olea europaea</i> , <i>Pistacia vera</i> , <i>Prunus armeniaca</i> , <i>Prunus domestica</i> , <i>Prunus dulcis</i> , <i>Prunus persica</i>
Μικρά φρούτα	<i>Fragaria vesca</i> , <i>Vitis vinifera</i>
Λαχανικά	<i>Abelmoschus esculentus</i> , <i>Allium porrum</i> , <i>Anethum graveolens</i> , <i>Beta vulgaris</i> spp. <i>seriola</i> , <i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> , <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> , <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> , <i>Capsicum annuum</i> , <i>Cichorium endivia</i> , <i>Cichorium intybus</i> , <i>Citrullus vulgaris</i> , <i>Cucumis melo</i> , <i>Cucumis sativus</i> , <i>Cynara scolymus</i> , <i>Foeniculum vulgare</i> , <i>Lathyrus ochrus</i> , <i>Lycopersicon esculentum</i> , <i>Phaseolus vulgaris</i> , <i>Raphanus sativus</i> , <i>Solanum melongena</i> , <i>Solanum tuberosum</i> , <i>Vicia faba</i>
Όσπρια	<i>Cicer arietinum</i> , <i>Lens culinaris</i> , <i>Pisum sativum</i>
Βιομηχανικά	<i>Gossypium hirsutum</i> , <i>Mentha piperita</i>
Καλλωπιστικά	<i>Calendula</i> sp., <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Chrysanthemum</i> sp., <i>Dahlia</i> sp., <i>Dimorphotheca</i> sp., <i>Gerbera</i> sp., <i>Hedera helix</i> , <i>Impatiens balsamina</i> , <i>Koerleuteria</i> sp., <i>Laurus nobilis</i> , <i>Laurus tinus</i> , <i>Lonicera japonica</i> , <i>Rosa</i> sp., <i>Tagetes erecta</i>
Κτηνοτροφικά	<i>Avena sativa</i> , <i>Medicago sativa</i> , <i>Vicia sativa</i>

Αυτοφυή φυτά	<i>Amaranthus</i> sp., <i>Amaranthus retroflexus</i> , <i>Anthemis melanolepis</i> , <i>Avena fatua</i> , <i>Calendula arvensis</i> , <i>Callistephus sinensis</i> , <i>Capsella bursa-pastoris</i> , <i>Cardaria draba</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Erodium</i> sp., <i>Euphorbia helioscopia</i> , <i>Euphorbia</i> sp., <i>Geranium</i> sp., <i>Geranium dissectum</i> , <i>Helminthotheca echioides</i> , <i>Lactuca serriola</i> , <i>Malva sylvestris</i> , <i>Raphanus raphanistrum</i> , <i>Rubus</i> sp., <i>Senecio vulgaris</i> , <i>Sinapis alba</i> , <i>Sinapis arvensis</i> , <i>Solanum nigrum</i> , <i>Sonchus oleraceus</i> , <i>Trifolium</i> sp., <i>Xanthium spinosum</i> , <i>Xanthium strumarium</i>
--------------	--

### Ε6. Εξειδίκευση ως προς τον ξενιστή του μύκητα *V. dahliae*

Οι απομονώσεις ειδών του γένους *Verticillium*, που προέρχονται από διάφορα είδη φυτών, δεν εμφανίζουν συνήθως εξειδίκευση ως προς τον ξενιστή (host specificity) [Isaac, 1949], όμως μεταξύ των απομονώσεων του *V. dahliae* υπάρχει μεγάλη παραλλακτικότητα στην παθογόνο ικανότητά τους (Kaiser, 1964; Tolmsoff, 1972).

Σε πειράματα τεχνητών μολύνσεων οι εξειδικευμένες απομονώσεις (specific isolates) του *V. dahliae* είτε προκαλούν έντονα συμπτώματα στους ομόλογους ξενιστές και δεν προσβάλλουν άλλα είδη φυτών (Riley & Bosland, 1997), είτε προσβάλλουν έντονα τους ομόλογους και συγγενικούς ξενιστές και ελαφρότερα διάφορα άλλα είδη φυτών (Heale & Isaac, 1963).

Γενικά, έχει αναφερθεί εξειδίκευση ως προς τον ξενιστή σε απομονώσεις του *V. dahliae* από **μέντα** (Horner, 1954), **πιπεριά** (Louis & Linn, 1953), **λάχανο Βρυξελλών**, **μηδική** (Isaac, 1957), **καπνό** (Taylor, 1969) και **κακαό** (Resende *et al.*, 1994).

Στην **Ιαπωνία** έχει επίσης αναφερθεί εξειδίκευση ως προς τον ξενιστή διαφόρων απομονώσεων του *V. dahliae* στα είδη: μελιτζάνα (*Solanum melongena* L.), τομάτα (*Lycopersicon esculentum* Mill.), γλυκειά πιπεριά (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* L.), διάφορα σταυρανθή, όπως το κινέζικο λάχανο (*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*), τη ρέβα (*Brassica rapa* L.) και το ραπάνι (*Raphanus sativus* L.). Οι εν λόγω απομονώσεις κατατάχθηκαν σε τέσσερις μεγάλες ομάδες:

- **Ομάδα Α, παθότυπος της μελιτζάνας**, που περιλαμβάνει απομονώσεις παθογόνες σε μελιτζάνα και ρέβα
- **Ομάδα Β, παθότυπος της τομάτας**, που περιλαμβάνει απομονώσεις παθογόνες σε μελιτζάνα, τομάτα και ρέβα
- **Ομάδα C, παθότυπος της γλυκειάς πιπεριάς**, που περιλαμβάνει απομονώσεις παθογόνες σε μελιτζάνα, γλυκειά πιπεριά και ρέβα
- **Ομάδα D, παθότυπος των σταυρανθών**, που περιλαμβάνει απομονώσεις παθογόνες μόνο σε ρέβα (Hagiwara, 1990; Horiuchi *et al.*, 1990).

Η παραπάνω διάκριση των παθότυπων στις απομονώσεις του μύκητα από την Ιαπωνία έχει αποδειχθεί περαιτέρω και από τα διαφορετικά ηλεκτροφορητικά τους πρότυπα RAPD-PCR (Koike *et al.*, 1996).

Επίσης, στην **Ελλάδα**, ελέγχθηκε η παθογόνος ικανότητα απομονώσεων του μύκητα από 37 είδη φυτών (25 καλλιεργούμενα και 12 αυτοφυή), τα οποία είχαν συλλεχθεί από διάφορες περιοχές της Κρήτης, σε τέσσερα διαφορίζοντα φυτικά είδη: τη ρέβα (*Brassica rapa* var. *rapifera*), την γλυκειά πιπεριά (*Capsicum annuum* L.), την τομάτα (*Lycopersicon esculentum* Mill.) και τη μελιτζάνα (*Solanum melongena* L.). Οι εν λόγω απομονώσεις κατατάχθηκαν σε τρεις παθότυπους:

- ο **Παθότυπος I**, που περιλαμβάνει απομονώσεις παθογόνες σε τομάτα, μελιτζάνα και ρέβα και προέρχονται από 22 καλλιεργούμενα και 9 αυτοφυή είδη.
- ο **Παθότυπος II**, που περιλαμβάνει απομονώσεις παθογόνες σε μελιτζάνα και ρέβα και προέρχονται από 10 καλλιεργούμενα και 6 αυτοφυή είδη.
- ο **Παθότυπος III**, που περιλαμβάνει απομονώσεις παθογόνες και στα τέσσερα διαφορίζοντα φυτικά είδη και προέρχονται από δύο καλλιεργούμενα είδη (Λιγοξυγκάκης κ.ά., 2002).

Επίσης, έχει αναφερθεί η ύπαρξη **εξειδικευμένων στελεχών** (specific strains) ή **παθοτύπων** (pathotypes) που παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλή παθογόνο δύναμη και έντονη αποφύλλωση σε ένα συγκεκριμένο ξενιστή, ενώ προσβάλλουν σε πολύ μικρότερο βαθμό και άλλα είδη φυτών.

Συγκεκριμένα, ο Schnathorst (1964) ανέφερε ότι ένα πολύ παθογόνο αποφυλλωτικό στέλεχος του μύκητα προκαλούσε σημαντικές απώλειες στην παραγωγή βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.) στην Καλιφόρνια. Το στέλεχος αυτό ονομάστηκε T-1 από τους Schnathorst & Mathre (1966b), οι οποίοι πρότειναν τη διάκρισή του από το λιγότερο παθογόνο και ευρέως εξαπλωμένο στέλεχος SS-4. Με τεχνητές μολύνσεις, διάφορα άλλα είδη φυτών διαφοροποιούν επίσης τα στελέχη T-1 και SS-4. Τέτοιοι **διαφορίζοντες ξενιστές** (differential hosts) είναι η τομάτα, το αντίρρινο και η ατρακτυλίδα (Schnathorst & Mathre, 1966a), ο ηλίανθος (Klisiewicz, 1981) και η ελιά (Schnathorst & Sibbett, 1971a; 1971b).

Ειδικές μορφές (formae speciales) δεν έχουν αναφερθεί στο *V. dahliae* (Puhalla, 1979), όμως υπάρχουν **φυσιολογικές φυλές** (physiological races) του μύκητα.

Συγκεκριμένα, υπάρχουν 2 φυλές, οι οποίες διαφοροποιούνται σε υβρίδια και ποικιλίες **τομάτας** (π.χ. Earlypak No 7 και ACE 55 VF). Το γονίδιο αντοχής *Ve*, που βρέθηκε στην αυτοφυή τομάτα του Περού (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. *cerasiformae*) παρέχει αντοχή στη φυλή 1 του *V. dahliae*. Απομονώσεις παθογόνες σε ευπαθείς γονότυπους τομάτας, όπως η Earlypak No 7 που στερείται το γόνιο αντοχής *Ve*, αλλά μη παθογόνες σε ανθεκτικούς γονότυπους, όπως η ACE 55 VF που διαθέτει το γονίδιο *Ve*, έχουν καταταχθεί στη φυλή 1 ή στο στέλεχος 1 της τομάτας. Αντίθετα, απομονώσεις παθογόνες τόσο σε ευπαθείς όσο και σε ανθεκτικούς γονότυπους τομάτας έχουν καταταχθεί στη φυλή 2 ή στο στέλεχος 2 της τομάτας (Hall *et al.*, 1972; Grogan *et al.*, 1979; Ligoxigakis, 1991; Ligoxigakis & Vakalounakis, 1992).

Στο **μαρούλι**, υπάρχουν επίσης 2 φυλές: η φυλή 1 περιλαμβάνει απομονώσεις (ή στελέχη) του *V. dahliae* που είναι παθογόνες σε ευπαθείς ποικιλίες μαρουλιού (π.χ. Salinas) και η φυλή 2 περιλαμβάνει απομονώσεις του *V. dahliae* που είναι παθογόνες σε ευπαθείς αλλά και ανθεκτικές ποικιλίες μαρουλιού (π.χ. La Brillante) [Hayes *et al.*, 2007].

## E7. Συμπτωματολογία

Τα συμπτώματα που παρατηρούνται στα φυτά, μετά τη προσβολή τους από το *V. dahliae* είναι παρόμοια στους διάφορους ξενιστές (Therlfall, 1959) και μερικές φορές μπορεί να συγχέονται με τα συμπτώματα των φουζαριώσεων, αδροβακτηριώσεων και ασθeneιών του ριζικού συστήματος (π.χ. σηψιρριζίες) [Θανασουλόπουλος, 1978].

Τα κυριότερα συμπτώματα είναι: χλώρωση, μαρασμός και ξήρανση των κατώτερων φύλλων, νανισμός των προσβεβλημένων φυτών, καθώς και καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου. Επίσης, παρουσιάζονται και άλλα συμπτώματα, τα οποία διαφέρουν ανάλογα τον ξενιστή, όπως για παράδειγμα επιναστία των φύλλων, ημιπληγία, αποπληξία κ.ά.

Στα **λαχανοκομικά** είδη (τομάτα, πατάτα, μελιτζάνα, αγγουριά, πεπονιά, μπάμια κ.ά.), τα πιο χαρακτηριστικά συμπτώματα είναι ο παροδικός μαρασμός των φύλλων και οι κιτρινομπρούζινες κηλίδες στα κατώτερα φύλλα, που αργότερα γίνονται νεκρωτικές. Επίσης, διακρίνεται ελαφρώς καστανός έως μαύρος μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου. Σε

προχωρημένα στάδια της ασθένειας, παρατηρείται αποφύλλωση και μονόπλευρη ξήρανση των φυτών (Thanassoulopoulos & Kitsos, 1972).

Η τάση μαρασμού που παρουσιάζει ένα συγκεκριμένο είδος όταν μολυνθεί από το *V. dahliae*, εξαρτάται από: το γονότυπο, το είδος ή/και τη φυλή του μύκητα και τις κλιματικές συνθήκες (Robb *et al.*, 1982).

Τα συμπτώματα μπορεί να εμφανισθούν σε κάθε στάδιο ανάπτυξης των λαχανοκομικών φυτών, όμως τα χαρακτηριστικά συμπτώματα εμφανίζονται συνήθως μετά την καρπόδεση (Thanassoulopoulos & Kitsos, 1972; Sherf & MacNab, 1986). Όσο νωρίτερα εμφανισθούν τα συμπτώματα σε σχέση με την ηλικία ενός λαχανοκομικού είδους, τόσο μεγαλύτερη είναι η σοβαρότητα της (Θανασουλόπουλος & Κίτσος, 1977) και κατά συνέπεια οι ζημιές της καλλιέργειας (Θανασουλόπουλος, 1978).

Η εξέλιξη της συμπτωματολογικής κατάστασης εξαρτάται από: το χρόνο προσβολής (πρώιμη ή όψιμη), τις κλιματικές συνθήκες (Θανασουλόπουλος, 1978), την πυκνότητα του μολύσματος (Robb *et al.*, 1982), την ύπαρξη ή απουσία εξειδικευμένου στελέχους ή φυσιολογικής φυλής του μύκητα, το είδος, την ποικιλία ή το υβρίδιο του καλλιεργούμενου φυτού, τις καλλιεργητικές φροντίδες (άρδευση, λίπανση) κ.ά. (Robb *et al.*, 1982).

Στις **δενδροκομικές** καλλιέργειες, τα συμπτώματα εμφανίζονται σε ένα ή περισσότερα δένδρα. Αρχικά, παρατηρείται ανοικτότερο πράσινο χρώμα των φύλλων, που αργότερα γίνεται κίτρινο. Τα φύλλα μαραίνονται και πέφτουν, με αποτέλεσμα την αποφύλλωση και ξήρανση των ακραίων κλαδίσκων. Στη συνέχεια, τα συμπτώματα επεκτείνονται και σε μεγαλύτερους κλάδους. Τα συμπτώματα εμφανίζονται συνήθως στη μία πλευρά του δένδρου με τη μορφή ημιπληγίας, όμως στη συνέχεια προσβάλλεται και η άλλη πλευρά του και συχνά ακολουθεί η ολική νέκρωσή του.

Στα **πυρηνόκαρπα** (βερικοκιά, ροδακινιά, δαμασκηνιά και κερασιά) και την **αμυγδαλιά** τα πρώτα συμπτώματα της προσβολής παρατηρούνται νωρίς ή στα μέσα του καλοκαιριού, που λόγω των υψηλών θερμοκρασιών τα φύλλα βρίσκονται σε συνθήκες έλλειψης ύδατος. Τα συμπτώματα που εμφανίζουν τα προσβεβλημένα δένδρα είναι: χλώρωση και μαρασμός των φύλλων, πρώιμη αποφύλλωση μερικών βραχιόνων ή σε μερικές περιπτώσεις του μισού ή σχεδόν ολόκληρου του δένδρου. Συνήθως, οι προσβεβλημένοι βραχιόνες και κλάδοι εμφανίζουν μεταχρωματισμό των αγγείων του ξύλου (Harrison & Clare, 1970; Wilhelm, 1981). Οι προσβεβλημένοι βραχιόνες όλων των πυρηνοκάρπων μπορεί να αποφυλλώνονται μερικώς για δύο ή περισσότερα χρόνια και στη συνέχεια να εξυγιαίνονται και να εμφανίζονται σχεδόν κανονικοί (Blodgett, 1964). Σε μερικές περιπτώσεις, νεκρώνονται ξαφνικά ολόκληρα τα δένδρα και τα νεκρωμένα φύλλα παραμένουν στους κλάδους τους. Κατά κανόνα, τα νεαρά δένδρα μέχρι 6 ετών είναι πιο ευπαθή από τα ηλικιωμένα (Θανασουλόπουλος, 1992).

Στην **φιστικιά**, τα συμπτώματα της προσβολής μοιάζουν με τα συμπτώματα των πυρηνοκάρπων, όμως τα προσβεβλημένα φύλλα ξηραίνονται χωρίς να πέφτουν από τους κλάδους τους (Papaioannou, 1956).

Στην **ελιά**, η βερτισιλλίωση προσβάλλει δένδρα κάθε ηλικίας στους ελαιώνες και στα φυτώρια (Demetriades *et al.*, 1958; Thanassoulopoulos *et al.*, 1979). Η ασθένεια εκδηλώνεται με δύο μορφές: α) το σύνδρομο του απότομου μαρασμού ή της αποπληξίας και β) το σύνδρομο της βραδείας αποξήρανσης (Cirulli, 1975; Blanco-Lopez *et al.*, 1984; Rodriguez-Jurado *et al.*, 1993).

Η αποπληξία εμφανίζεται συνήθως στα φυτώρια και τα νεαρά δένδρα στον αγρό (Zachos, 1963) και χαρακτηρίζεται από ταχεία ξήρανση των κλάδων και βραχιόνων ή νέκρωση ολόκληρων των ελαιόδεντρων και αναπτύσσεται από αργά το χειμώνα μέχρι νωρίς την άνοιξη, ιδιαίτερα σε δένδρα που έχουν προσβληθεί τον προηγούμενο χρόνο (Jimenez-Diaz *et al.*, 1984).

Η βραδεία ξήρανση εκδηλώνεται ημιπληγικά και βαθμιαία (Zachos, 1963; Cirulli, 1981), αναπτύσσεται σταδιακά από αργά την άνοιξη μέχρι νωρίς το καλοκαίρι και χαρακτηρίζεται από νέκρωση των φύλλων και ανθοταξιών και ξήρανση των κλάδων (Jimenez-Diaz *et al.*, 1984). Ο μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου στην ελιά φαίνεται πολύ σπάνια ή απουσιάζει, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η διάγνωση της ασθένειας (Zachos, 1963; Θανασουλόπουλος, 1992).

Στο **αμπέλι**, η βερτισιλλίωση εμφανίζεται κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. Συνήθως παρατηρείται απότομος μαρασμός και αποξήρανση των φύλλων μερικών κληματίδων και σπανιότερα ολόκληρου του πρέμνου. Οι προσβεβλημένες κληματίδες και ο κορμός του πρέμνου εμφανίζουν χαρακτηριστικό έντονο καστανό μεταχρωματισμό των αγγείων του ξύλου (Zachos & Panagopoulos, 1963).

Τα συμπτώματα της βερτισιλλίωσης είναι ιδιαίτερα έντονα: α) σε αρδευόμενους οπωρώνες (Cirulli, 1981), β) σε περιοχές όπου έχουν καλλιεργηθεί επανειλημμένα ή καλλιεργούνται συνεχώς για πολλά χρόνια διάφορα είδη ευπαθών φυτών και γ) όπου γίνεται συγκαλλιέργεια ευπαθών δενδρωδών (π.χ. ελιά) με ευπαθή κηπευτικά (πατάτα, τομάτα, μελιτζάνα κ.ά.) ή βαμβάκι (Zachos, 1963; Θανασουλόπουλος, 1978; Jimenez-Diaz *et al.*, 1984).

### **E8. Απώλειες παραγωγής των καλλιεργούμενων φυτών από το μύκητα *V. dahliae***

Οι αδρομυκώσεις που προκαλούνται από είδη του γένους *Verticillium*, ιδιαίτερα από τα *V. dahliae* και *V. albo-atrum*, έχουν μεγάλη οικονομική σημασία σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι απώλειες της παραγωγής είναι μεγάλες και η ασθένεια αποτελεί σοβαρό πρόβλημα, κυρίως σε περιοχές όπου καλλιεργούνται συνεχώς για πολλά χρόνια διάφορα είδη ευπαθών φυτών (πατάτα, τομάτα κ.ά.) [Ligoxigakis & Vakalounakis, 1994].

Η αδρομύκωση που προκαλείται από το *V. dahliae* παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε καλλιέργειες λαχανικών (π.χ. τομάτας, πατάτας, μελιτζάνας), βαμβακιού και ελιάς, βερικοκιάς και φιστικιάς, γιατί έχει αναφερθεί ως η κυριότερη ή από τις κυριότερες ασθένειες των ειδών αυτών (Schaible *et al.*, 1951; Cotton *et al.*, 1969; Tjamos *et al.*, 1991; Θανασουλόπουλος, 1992; Davis *et al.*, 1994; Cirulli *et al.*, 1997).

Οι απώλειες της παραγωγής των καλλιεργειών εξαιτίας του *V. dahliae* διαφέρουν ανάλογα με:

- Το είδος των φυτών, τη σοβαρότητα της προσβολής και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών πριν εμφανισθούν τα πρώτα συμπτώματα (Thanassoulouropoulos & Kitsos, 1972).
- Την ποικιλία ή το υβρίδιο (Paplomatas *et al.*, 1992).
- Την πυκνότητα του μολύσματος που υπάρχει στο έδαφος κατά τη σπορά ή φύτευση.
- Τις καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζονται, και ιδιαίτερα τη πυκνότητα φύτευσης, τη λίπανση (DeVay *et al.*, 1974) και τη μέθοδο άρδευσης (Xiao *et al.*, 1998).
- Τον παθότυπο ή τους παθότυπους του μύκητα που υπάρχουν στο έδαφος (Bejarano-Alcazar *et al.*, 1995).
- Τη δράση και/ή την αλληλεπίδραση διάφορων μικροοργανισμών του εδάφους με το *V. dahliae* ή το *V. albo-atrum*.
- Τον τύπο του εδάφους (Martin *et al.*, 1981).
- Τους κλιματικούς παράγοντες (DeVay *et al.*, 1974).

Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι οι απώλειες παραγωγής σε καλλιέργειες πατάτας μπορεί να φθάσουν μέχρι και 50%, αν και συνήθως κυμαίνονται μεταξύ 10-15% (Rowe *et al.*, 1987;

Powelson & Rowe, 1993; Rowe & Powelson, 2002), ενώ σε καλλιέργειες μαρουλιού οι απώλειες μπορεί εύκολα να φθάσουν στο 100% (Subbarao *et al.*, 1997).

### **E9. Βιολογία – Επιδημιολογία του μύκητα *V. dahliae***

Ο *V. dahliae* είναι ένας **εδαφογενής** (soilborne) μύκητας που μπορεί να ενταχθεί στην κατηγορία των «αποικιστών της ρίζας» (root inhabitants) του Garrett (1950), οι οποίοι χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη εκτεταμένης παρασιτικής φάσης στο ζωντανό ιστό του ξενιστή και από περιορισμένη σαπροφυτική φάση στα φυτικά υπολείμματα.

Ο μύκητας επιβιώνει στο έδαφος, συνήθως σε βάθος έως 60-70 cm, για πάρα πολλά χρόνια (8-14 χρόνια) κυρίως με τη μορφή μικροσκληρωτίων, καθώς επίσης με μυκήλιο και κονίδια σε προσβεβλημένα υπολείμματα καλλιεργειών (κυρίως ετήσιων φυτών) [Wilhelm, 1955; Schreiber & Green, 1962; Menzies & Griebel, 1967].

Ένας άλλος τρόπος διαίωσης του μύκητα και αύξησης των μολυσμάτων του στο έδαφος είναι διάφορα είδη ζιζανίων. Αρκετά είδη ζιζανίων, παρόλο που έχουν προσβληθεί από τον μύκητα, δεν εκδηλώνουν συμπτώματα (ασυμπτωματικοί φορείς) και όταν με τα γεωργικά μηχανήματα ενσωματωθούν στο έδαφος, συντελούν στον εμπλουτισμό του με μολύσματα του μύκητα (κυρίως μικροσκληρώτια). Επίσης, πολλά είδη ζιζανίων παράγουν μολυσμένο σπόρο, με τον οποίο μπορεί να μολυνθεί ο αγρός ή ακόμα και γειτονικοί αγροί (Wilhelm, 1956; Thanassoulopoulos *et al.*, 1980; Resende *et al.*, 1994).

Τα **κονίδια** επιβιώνουν για μικρό χρονικό διάστημα στο έδαφος και δεν έχουν επιδημιολογική σημασία, επειδή με τη μορφή αυτή ο μύκητας δεν μπορεί να επιβιώσει μακριά από τον ξενιστή περισσότερο από μερικούς μήνες (Schreiber & Green, 1963). Τα κονίδια που παράγονται σε μολυσμένες νεκρές ρίζες και στελέχη ευπαθών ξενιστών είναι δυνατό να δρουν ως μόλυσμα για περισσότερες από τρεις εβδομάδες πριν νεκρωθούν ή αφυδατωθούν. Η περίοδος παραγωγής των κονιδίων μπορεί να είναι μακρά και εξαρτάται από την επάρκεια θρεπτικών στοιχείων στα φυτικά υπολείμματα (Sherf & MacNab, 1986).

Τα **μικροσκληρώτια** ζουν για πολλά χρόνια στο έδαφος και σε ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος βλαστάνουν και δίνουν μολυσματική υφή. Τα μικροσκληρώτια αναπτύσσονται μονήρη ή σε μικρές ομάδες και είναι βυθισμένα σε τεμάχια φυτικού ιστού (π.χ. στελέχη πατάτας). Με τη μορφή μικροσκληρωτίων ο μύκητας μπορεί να επιβιώσει σε ακαλλιέργητο έδαφος για 3-6 χρόνια, απουσία ξενιστών, ενώ η επιβίωση του σκοτεινόχρωμου διατηρητικού μυκηλίου του *V. albo-atrum* περιορίζεται σε 2-5 χρόνια (Keyworth, 1942; Sewell & Wilson, 1964). Γενικά, αναφέρεται ότι απαιτούνται από 10 μέχρι 20 χρόνια για να μηδενισθεί ο πληθυσμός του *V. dahliae* σε καλλιεργούμενο και μολυσμένο έδαφος (Huisman & Ashworth, 1976b).

Τα μικροσκληρώτια μολύνουν τα φυτά με απευθείας είσοδο του μύκητα από τις ρίζες. Η μόλυνση διευκολύνεται ιδιαίτερα από την ύπαρξη πληγών που προκαλούνται στις ρίζες από νηματώδεις ή έντομα. Τα μικροσκληρώτια βλαστάνουν λόγω των εκκρίσεων που παράγονται στο άκρο της ρίζας και στη συνέχεια οι βλαστανούσες υφές εισέρχονται στους ιστούς της ρίζας, από όπου αρχίζει η ανάπτυξη του μύκητα εντός των αγγειώδων δεσμίδων του φυτού.

Έχει αναφερθεί, ότι τα μικροσκληρώτια βλαστάνουν στο έδαφος πολλές φορές (Menzies & Griebel, 1967; Farley *et al.*, 1971). Όταν ένα μικροσκληρώτιο έχει βλαστήσει επανειλημμένα εξαιτίας των εκκρίσεων της ρίζας ενός φυτού, μπορεί να περιέλθει ξανά σε κατάσταση ληθάργου μέχρι να διεγερθεί ξανά από κάποια άλλη ρίζα. Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι όταν τα

μικροσκληρώτια βλαστήσουν, η πυκνότητα μολύσματος του μύκητα στο έδαφος αυξάνεται δυο έως έξι φορές (Farley *et al.*, 1971).

Η ταχεία εξάπλωση της ασθένειας από ένα μολυσμένο φυτό, δεν αποδίδεται σε ανάπτυξη του μυκηλίου που υπάρχει στο έδαφος προς τα γειτονικά φυτά, αλλά στην ανάπτυξη των ριζών των φυτών στο μολυσμένο έδαφος γύρω από το μολυσμένο φυτό (Isaac, 1953b). Οι ρίζες των υγιών φυτών μπορεί να μολυνθούν 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 (Sherf & MacNab, 1986). Η ύπαρξη τραυματισμένων ριζών συντελεί στην ταχεία διασυστηματική προσβολή των ευπαθών φυτών. Τραυματισμοί μπορεί να συμβούν κατά τη μεταφύτευση, κατά την καλλιέργεια του εδάφους και λόγω προσβολής των ριζών από νηματώδεις που ανήκουν στην οικογένεια Tylenchoidea (Sherf & MacNab, 1986).

Η μυκοστατική ιδιότητα του εδάφους διατηρεί το **λήθαργο των μικροσκληρωτίων** του *V. dahliae*, όταν δεν υπάρχουν φυτά σε αυτό (Εικόνα 2). Αλλαγές στη ριζόσφαιρα που προκαλούνται από εκκρίσεις των ριζών, διεγείρουν τη βλάστηση των μικροσκληρωτίων και επιτρέπουν σε αυτά να εισέλθουν στη διαδικασία της μόλυνσης, είτε μέσω άμεσης διείσδυσης των ριζών των ξενιστών από βλαστικούς σωλήνες των μικροσκληρωτίων ή έμμεσα από κονίδια που παράγονται μετά τη βλάστηση των μικροσκληρωτίων. Εκκρίσεις ριζών ανθεκτικών ξενιστών, όπως το σιτάρι, θα μπορούσαν να διεγείρουν τη βλάστηση των μικροσκληρωτίων, όχι όμως τόσο πολύ όσο οι ρίζες ευπαθών ξενιστών, όπως η τομάτα (Schreiber & Green, 1963).

Ο **αποικισμός της ρίζας** από το *V. dahliae* συμβαίνει πολύ νωρίς στη ζωή της (Huisman & Gerik, 1989) και καθόλη τη διάρκεια ανάπτυξης της (Pullman & DeVay, 1981a). Τα ακρορίζια παίζουν σοβαρό ρόλο στη διαδικασία του αποικισμού (Huisman & Gerik, 1989), καθώς και η ζώνη επιμήκυνσης της ρίζας, γιατί είναι περιοχές από τις οποίες εκλύονται μεγάλες ποσότητες απεκκρίσεων (Ronira, 1965). Δεδομένης της ταχύτητας αύξησης των ριζών, που σύμφωνα με το Huisman (1982) κυμαίνεται μεταξύ 3 και 10 mm ημερησίως, και της μικρής απόστασης αντίδρασης, που είναι μικρότερη από 1 mm για τους περισσότερους μύκητες, θα πρέπει το μικροσκληρώτιο το οποίο ληθαργεί στο έδαφος να αντιδράσει ταχέως στις απεκκρίσεις της ρίζας που διέρχεται πλησίον του, για να μπορέσει να την προσβάλλει. Γι'αυτό, όταν τα διαστήματα αντίδρασης των μικροσκληρωτίων είναι πολύ μεγαλύτερα από μερικές ώρες, είναι δύσκολο στο μύκητα να έρθει σε επαφή με το κινούμενο άκρο της ρίζας (Huisman & Gerik, 1989).

Ο αποικισμός της ρίζας μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από δυο ξεχωριστές φάσεις. Η πρώτη φάση περιλαμβάνει την ενεργοποίηση των μικροσκληρωτίων του μύκητα που ληθαργούν, καθώς επίσης τη βλάστηση και αρχική επαφή τους με το άκρο ή με σημεία κοντά στο άκρο της ρίζας. Η δεύτερη φάση περιλαμβάνει την εγκατάσταση και ανάπτυξη του μύκητα επί ή εντός της επιδερμίδας της ρίζας. Η αλληλεπίδραση μεταξύ του *V. dahliae* και των ριζών ευπαθών φυτών διαιρείται σε δύο ξεχωριστές φάσεις. Η πρώτη φάση είναι ο αποικισμός της επιδερμίδας της ρίζας και η δεύτερη η είσοδος στα αγγεία του ξύλου (Εικόνα 2). Η πρώτη φάση μπορεί να θεωρηθεί ως επιφυτική, παρόλο που γίνεται εισβολή στον ιστό του ξενιστή η οποία παρατηρείται τόσο στα ευπαθή όσο και στα ασυμπτωματικά φυτά. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα ευπαθή φυτά διαφέρουν από τα ασυμπτωματικά στο ότι τα αγγεία του ξύλου τους προσβάλλονται διασυστηματικά από τον μύκητα (Huisman & Gerik, 1989).

Ο *V. dahliae* ενίοτε μπορεί να προσβάλλει τα **φύλλα** ευπαθών ξενιστών με **αερομεταφερόμενα κονίδια**, που έχει ως αποτέλεσμα τη διασυστηματική προσβολή τους. Προσβολή των φύλλων έχει αναφερθεί στην τομάτα, μελιτζάνα, πατάτα, χρυσάνθεμο, *Arabidopsis thaliana* και ελιά (Provvidenti & Schroeder, 1959; Brinkerhoff, 1969; Thanassouloupoulos & Hooker, 1970; Hall & Busch, 1971; Termorshuizen, 1997; Τζάμος, 1998).

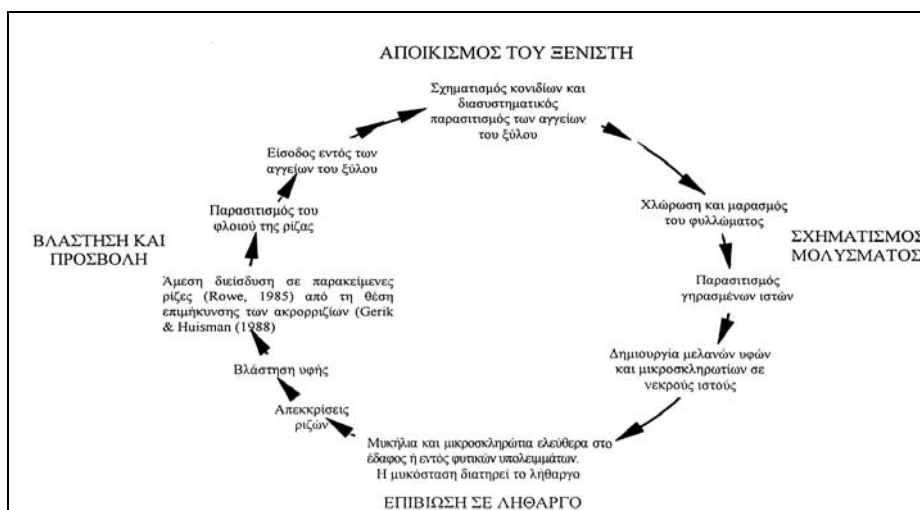


Όσον αφορά την επιβίωση του μύκητα **εκτός εδάφους** (σε τεχνητά θρεπτικά υλικά), ο *V. dahliae* παραμένει ζωντανός για τουλάχιστον 3 χρόνια σε θρεπτικά υποστρώματα με άγαρ (Isaac, 1946), ενώ είναι ικανός να επιβιώνει σε ξηρές τεχνητές καλλιέργειες για 13 χρόνια περίπου. Όταν εξετάστηκαν καθαρές καλλιέργειες του μύκητα, που η ηλικία τους κυμαινόταν μεταξύ 13 και 22 χρονών, βρέθηκαν ζωντανές μόνο όσες ήταν ηλικίας μέχρι 13 ετών (Schnathorst, 1981a).

### **E10. Βιολογικός κύκλος του μύκητα *V. dahliae***

Αρκετές έρευνες έχουν γίνει για την πλήρη μελέτη του βιολογικού κύκλου του *Verticillium dahliae*. Το 1973, ο Tolmsoff προσδιόρισε το βιολογικό κύκλο, ο οποίος απαρτίζεται από τα εξής 9 στάδια:

1. Διέγερση της βλάστησης των μικροσκληρωτίων από τις απεκκρίσεις των ριζών του ξενιστή. Αυτό συμβαίνει ιδιαίτερα την εποχή της άνοιξης.
2. Παραγωγή μεγάλων απλοειδών κονιδίων που βλαστάνουν γρήγορα και μολύνουν τις ρίζες.
3. Είσοδος του μύκητα στο αγγειακό σύστημα με την εισχώρηση απλοειδών υφών.
4. Εγκατάσταση του μύκητα στα αγγεία και παραγωγή κονιδίων τα οποία μεταφέρονται και διαχέονται με το ανιόν ρεύμα.
5. Νέκρωση των ιστών του ξενιστή, ιδιαίτερα των φύλλων, από την απλοειδή μορφή του μύκητα.
6. Δευτερογενής εισβολή στους νεκρούς ιστούς του ξενιστή από απλοειδή μυκήλια, παραγωγή περισσότερων κονιδίων από σπονδυλωτούς πλέον κονιδιοφόρους.
7. Μετάπτωση του μυκηλίου από απλοειδές σε διπλοειδές εντός των ανεπτυγμένων υφών και κονιδίων για την παραγωγή ανθεκτικών μορφών (μικροσκληρωτίων) στους ήδη νεκρωμένους ιστούς.
8. Ενηλικίωση των μικροσκληρωτίων.
9. Απελευθέρωση των ώριμων πλέον μικροσκληρωτίων από αποσυντεθημένα υπολείμματα προσβεβλημένων φυτών, τυχαία βλάστηση των λιγότερο ληθαργούντων μικροσκληρωτίων που αφήνουν τα περισσότερο ληθαργούντα μικροσκληρώτια να διεργεθούν από τα εκκρίματα των ριζών της νέας καλλιέργειας.



**Εικόνα 2.** Βιολογικός κύκλος του μύκητα *Verticillium dahliae* (Tolmsoff, 1973).

## **E11. Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του *V. dahliae* και την εξέλιξη της ασθένειας**

Διάφοροι παράγοντες, όπως η θερμοκρασία εδάφους και αέρα, το φως, η υγρασία εδάφους, η πυκνότητα του μολύσματος κ.ά., επηρεάζουν σημαντικά τη μόλυνση των ξενιστών του *V. dahliae* και την εξέλιξη της ασθένειας.

Η **θερμοκρασία** είναι ένας σπουδαίος παράγοντας που επηρεάζει τον ξενιστή, το παθογόνο, τις αλληλεπιδράσεις τους και τελικά την προσβολή και την ανάπτυξη της ασθένειας. Ο *V. dahliae* προκαλεί συμπτώματα προσβολής στα διάφορα είδη φυτών σε θερμοκρασίες μεταξύ 12-30 °C και είναι φανερό ότι σε αυτές τις θερμοκρασίες οι περισσότερες καλλιέργειες κινδυνεύουν να προσβληθούν (Θανασουλόπουλος, 1992).

Το **φως** έχει σημαντική επίδραση στην αύξηση και σπορίωση πολυάριθμων ειδών μυκήτων, συμπεριλαμβανομένου του *V. dahliae*. Σε υψηλή **ένταση** φωτισμού παρατηρείται οριστική καταστολή του σχηματισμού μικροσκληρωτίων και μελανίνης (Brandt, 1964) και γενικότερα η μείωση της έντασης του φωτός μπορεί να συντελέσει σε κακή ανάπτυξη των φυτών και σε αύξηση της ευπάθειάς τους στις προσβολές διαφόρων μυκήτων (Walker, 1957). Η **φωτοπερίοδος** επιδρά σημαντικά στη σπορίωση και στην εξέλιξη της ασθένειας. Η συνεχής έκθεση σε λευκό φως διαφόρων απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae* είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής των κονιδίων του. Όμως, η σπορίωση του μύκητα μειώθηκε δραστικά όταν οι απομονώσεις εκτέθηκαν σε 12h φως / 12h σκοτάδι (Kaiser, 1964). Επίσης, ο συνεχής φωτισμός επέδρασε θετικά στην ανάπτυξη μικροσκληρωτίων του μύκητα (Heale & Isaac, 1965). Η **ποιότητα** του φωτός επιδρά στην εξέλιξη της ασθένειας. Για παράδειγμα, μια απομόνωση του *V. dahliae* παρήγαγε περισσότερα σπόρια κάτω από κυανό φως ενώ κάτω από ερυθρό και υπέρυθρο φως και στο σκοτάδι παρήγαγε άφθονα μικροσκληρώτια (McClellan *et al.*, 1955).

Σχετικά με την επίδραση της **υγρασίας του εδάφους** στην επιβίωση του *V. dahliae* υπάρχουν αντιφατικά δεδομένα. Για παράδειγμα, ο Brinkerhoff (1969) ανέφερε ότι παράχθηκαν άφθονα μικροσκληρώτια του *V. dahliae* σε πεσμένα φύλλα βαμβακιού, που προέρχονταν από μολυσμένα φυτά, όταν η υγρασία εδάφους έφθανε στον κορεσμό. Αντιθέτως, ο Menzies (1962) διαπίστωσε ότι πλημμύρισμα του εδάφους, για διάστημα έξι εβδομάδων, είχε ως αποτέλεσμα την καταστροφή των μικροσκληρωτίων του *V. dahliae*. Επίσης, αναφέρεται ότι 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 (Green, 1980).

Όσον αφορά τον **αερισμό του εδάφους**, έχει αναφερθεί ότι η ανάπτυξη και η επιβίωση του *V. dahliae*, ιδιαίτερα η βλαστικότητα των μικροσκληρωτίων που υπάρχουν στο έδαφος εξαρτάται από τον αερισμό του (Henis, 1971). Ο Ioannou *et al.* (1977) παρατήρησαν ότι η παραγωγή μικροσκληρωτίων του *V. dahliae* ήταν μέγιστη σε 20,9% O<sub>2</sub> και μειώθηκε προοδευτικά με κάθε μείωση της συγκέντρωσης του O<sub>2</sub>.

Επειδή η βερτισιλλίωση είναι μονοκυκλική (single-cycle) ασθένεια, η **πυκνότητα του μολύσματος** κατά τη σπορά ή τη φύτευση παίζει κρίσιμο ρόλο στην ανάπτυξη της ασθένειας και συσχετίζεται αρνητικά με την παραγωγή πολλών ειδών φυτών (Harris & Yang, 1996). Το οριακό επίπεδο μικροσκληρωτίων που απαιτείται να υπάρχει στο έδαφος για να προκληθεί ασθένεια εξαρτάται από το είδος του φυτού, την ποικιλία του, τις τοπικές εδαφικές και κλιματικές συνθήκες κ.ά. Η αναλογία των μολυσμένων φυτών, όταν αυξάνεται η πυκνότητα του μολύσματος στο έδαφος, εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία των φυτών (Λιγοξυγκάκης, 1998).

Επίσης, **βιοτικοί παράγοντες** συντελούν στην αύξηση της συχνότητας προσβολής των φυτών από το *V. dahliae*, όπως για παράδειγμα διάφορα είδη νηματωδών και εντόμων εδάφους, που δημιουργούν πληγές στις ρίζες διευκολύνοντας τη μόλυνσή τους από τον μύκητα (Λιγοξυγκάκης, 1998).

## **E12. Τρόποι εξάπλωσης του μύκητα *V. dahliae***

Η εξάπλωση του μύκητα *V. dahliae* μπορεί να γίνει με:

i) Με **σπόρους καλλιεργούμενων φυτών** (λαχανικά, βιομηχανικά κ.ά.), με **κονδύλους πατάτας** και με **σπόρους αυτοφυών φυτών** (Sherf & MacNab, 1986; Parnis & Sackston, 1979).

Ο μύκητας βρίσκεται στο μολυσμένο σπόρο με τη μορφή μυκηλίου ή μικροσκληρωτίων (Evans *et al.*, 1966; Evans, 1971). Η ικανότητα του μύκητα να προσβάλλει το σπόρο εξαρτάται από την παθογόνο ικανότητα του συγκεκριμένου στελέχους και από το χρόνο προσβολής του φυτού (πρώιμα ή όψιμα) [Sherf & MacNab, 1986].

Έχουν αναφερθεί αρκετές περιπτώσεις φυτικών ειδών που προσβάλλονται συχνά από το *V. dahliae*. Για παράδειγμα, ο Kadow (1934) απομόνωσε το *V. dahliae* από το 40-50% των σπόρων **μελιτζάνας** και **τομάτας** και από το 25-40% των επιφανειακά απολυμασμένων σπόρων των ειδών αυτών. Το 9% του σπόρου εμπορικού δείγματος **σπανακιού**, που είχε απολυμανθεί επιφανειακά, βρέθηκε μολυσμένο από το *V. dahliae* (Snyder & Wilhelm, 1962). Επίσης, ο du Toit *et al.* (2005) εξέτασαν 75 παρτίδες εμπορικών σπόρων σπανακιού που παράχθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες και στην Ευρώπη και βρήκαν ότι οι 68 είχαν προσβληθεί από είδη του γένους *Verticillium*.

Ο Easton *et al.* (1972) εξέτασαν 244 πιστοποιημένες παρτίδες **πατατόσπορου**, που προέρχονταν από δέκα πολιτείες των ΗΠΑ και από τον Καναδά και διαπίστωσαν ότι το 40% περίπου των παρτίδων αυτών ήταν μολυσμένες από το *V. albo-atrum* ή το *V. dahliae*. Ο Robinson *et al.* (1957) χρησιμοποίησαν κονδύλους από ένα μολυσμένο αγρό και διαπίστωσαν ότι η προσβολή των φυτών, που προήλθαν από τους κονδύλους αυτούς, έφθανε το 33%.

Επίσης, έχει αναφερθεί η προσβολή σπόρων διαφόρων **ζιζανίων** από το *V. dahliae*. Ο Evans (1968) διαπίστωσε ότι περίπου το 40% ανώριμων και ώριμων περιβλημάτων των καρπών του ξάνθιου (*Xanthium pungens* Wallr.) ήταν μολυσμένα από το *V. dahliae*, καθώς επίσης το 1971 διαπίστωσε ότι το 33% περίπου των καρπών που προέρχονταν από προσβεβλημένα φυτά *Xanthium spinosum* L. και *Carthamus lanatus* L. ήταν και αυτοί μολυσμένοι από το *V. dahliae*. Ο Vallad *et al.* (2006) διαπίστωσαν ότι αρκετά είδη ζιζανίων, που αναπτύσσονταν σε καλλιέργειες μαρουλιού στην Καλιφόρνια, συνέβαλαν στην επιβίωση του *V. dahliae* και από τα οποία βρέθηκαν αρκετά στελέχη του μύκητα, που ήταν ιδιαίτερα ζημιογόνα στο μαρούλι.

ii) Με **φύτευση βλαστικού πολλαπλασιαστικού υλικού σε μολυσμένο έδαφος** (Hawksworth & Talboys, 1970a; Rowe, 1985) ή **φύτευση βλαστικού πολλαπλασιαστικού υλικού που έχει αναπτυχθεί σε μολυσμένο έδαφος** (Hawksworth & Talboys, 1970a).

iii) Με τα **φυτικά υπολείμματα των καλλιεργειών**, τα οποία όταν ενσωματωθούν στο έδαφος συντελούν στον εμπλουτισμό του με μολύσματα του μύκητα (Evans *et al.*, 1967; Rowe, 1985).

iv) Με **διασπορά μολυσμένου εδάφους**, το οποίο μεταφέρεται κυρίως με τον άνθρωπο, τα γεωργικά μηχανήματα και εργαλεία, με φυτοφάγα ζώα και έντομα κ.ά. (Sewell, 1959; Rowe, 1985).

v) Με την **άρδευση**, ιδιαίτερα όταν γίνεται με τη μέθοδο της κατάκλυσης, επειδή τα κονίδια και τα μικροσκληρώτια του μύκητα διασπείρονται πολύ εύκολα με το νερό άρδευσης (Thanassoulouropoulos et al., 1980; Davis & Everson, 1986).

vi) Με **επαφή των ριζών ασθενούς και υγιούς φυτού** (Isaac, 1953b; 1957).

### **E13. Τρόποι αντιμετώπισης του μύκητα *V. dahliae***

Η αντιμετώπιση του *V. dahliae* είναι ιδιαίτερα δύσκολη, εξαιτίας: i) της μακροπρόθεσμης διατήρησης του μύκητα στο έδαφος, ii) του ευρύτατου φάσματος ξενιστών του, iii) της έλλειψης ανθεκτικότητας των ξενιστών και iv) του απροπέλαστου του μύκητα κατά τη διάρκεια της μόλυνσης (Klosterman et al., 2009).

Οι κυριότεροι τρόποι αντιμετώπισης είναι:

#### **i) Καλλιέργεια ανθεκτικών ή ανεκτικών ποικιλιών και υβριδίων**

Η καλλιέργεια ανθεκτικών γονοτύπων είναι μια αποτελεσματική, οικονομική και ευρύτατα χρησιμοποιούμενη μέθοδος αντιμετώπισης του *V. dahliae* (Cirulli & Ciccamese, 1984; Sherf & MacNab, 1986). Έχουν δημιουργηθεί ανθεκτικές ή ανεκτικές ποικιλίες και υβρίδια ορισμένων κηπευτικών (π.χ. τομάτα, πατάτα), καθώς επίσης ανθεκτικές ποικιλίες καρποφόρων δένδρων που χρησιμοποιούνται ως υποκείμενα (π.χ. ελιά, φιστικιά). Όμως, στους περισσότερους ξενιστές δεν έχει βρεθεί οικονομικά αποδεκτή ανοχή στο *V. dahliae* (Fravel, 1989).

**Πίνακας 3.** Σπόροι διαφόρων ειδών καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών που είναι πηγές εξάπλωσης του μύκητα *V. dahliae*.

<b>Κατηγορία φυτών</b>	<b>Είδος</b>
Λαχανικά	Κόνδυλοι πατάτας ( <i>Solanum tuberosum</i> ) Μελιτζάνα ( <i>Solanum melongena</i> ) Τομάτα ( <i>Lycopersicon esculentum</i> ) Σπανάκι ( <i>Spinacia oleracea</i> ) Τεύτλα ( <i>Beta vulgaris</i> )
Βιομηχανικά	Βαμβάκι ( <i>Gossypium hirsutum</i> ) Ηλίανθος ( <i>Helianthus annuus</i> ) Ατρακτυλίδα ( <i>Carthamus tinctorius</i> )
Κτηνοτροφικά	Σόργο ( <i>Sorghum bicolor</i> ) Μηδική ( <i>Medicago sativa</i> ) Άσπρο λούπινο ( <i>Lupinus albus</i> ) Κίτρινο λούπινο ( <i>Lupinus luteus</i> )
Αυτοφυή	<i>Senecio vulgaris</i> <i>Xanthium canadense</i> <i>Xanthium pungens</i> <i>Xanthium spinosum</i> <i>Carthamus lanatus</i> <i>Verbesina encelioides</i>

## **ii) Χημική απολύμανση εδάφους**

Το αποτελεσματικό χημικό απολυμαντικό σε περιπτώσεις μόλυνσης του εδάφους από είδη του γένους *Verticillium* ήταν το methyl bromide (βρωμιούχο μεθύλιο). Όμως, η κατάργηση κυκλοφορίας του, λόγω δυσμενών επιδράσεων του στο περιβάλλον και τον άνθρωπο, προκάλεσε πρόσθετα προβλήματα στους καλλιεργητές λόγω μη ύπαρξης άλλου απολυμαντικού εδάφους που να έχει ικανοποιητική αποτελεσματικότητα.

Ένα απολυμαντικό εδάφους που χρησιμοποιείται σήμερα για την καταπολέμηση των βερτισιλιώσεων είναι το metham sodium (Varam), το οποίο εφαρμόζεται πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας μέσω του συστήματος στάγδην άρδευσης. Για την εφαρμογή του εν λόγω σκευάσματος, το έδαφος θα πρέπει να είναι ψιλοχωματισμένο, να είναι στο ρώγο του και η θερμοκρασία του σε βάθος 10 cm να κυμαίνεται μεταξύ 10-30 °C (Γιαννοπολίτης, 1997).

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

## **iii) Απολύμανση εδάφους με ατμό (ατμοαπολύμανση)**

Η ατμοαπολύμανση χρησιμοποιείται για την απαλλαγή του εδάφους από μύκητες, βακτήρια, νηματώδεις, έντομα, ζιζάνια και ιούς. Η μέθοδος στηρίζεται στη θέρμανση του εδάφους σε βάθος 20-30 cm, μέχρι 90-100 °C, με την κυκλοφορία εντός αυτού υπέρθερμου ατμού, που έχει ως αποτέλεσμα το θάνατο όλων των μικροοργανισμών που υπάρχουν σε αυτό.

Έχει αποδειχθεί ότι η θέρμανση του εδάφους μέχρι το βάθος των 30 cm μπορεί να το διατηρήσει αμόλυντο τουλάχιστον για μια 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 κατά την εφαρμογή της μεθόδου.

## **iv) Ηλιοαπολύμανση**

Η ηλιοαπολύμανση (soil solarization) του εδάφους είναι μια εναλλακτική μέθοδος που χρησιμοποιείται η ηλιακή ακτινοβολία με στόχο τη μείωση των φυτοπαθογόνων οργανισμών του εδάφους. Είναι μια υδροθερμική μέθοδος, που η θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται από το υγρό έδαφος, το οποίο τους καλοκαιρινούς μήνες είναι καλυμμένο με φύλλο λεπτού και διαφανούς πλαστικού πολυαιθυλενίου (Katan, 1980; 1981).

Η περίοδος κάλυψης του εδάφους θα πρέπει να είναι ικανοποιητική, συνήθως τέσσερις εβδομάδες ή μεγαλύτερη, για να καταστραφούν σε μεγάλο βάθος οι εχθροί και τα παθογόνα που υπάρχουν σε αυτό (Katan *et al.*, 1976a). Μακράς διάρκειας ηλιοαπολύμανση του εδάφους συντελεί στην καταστροφή του *V. dahliae* σε βάθος 50 cm ή περισσότερο (Katan *et al.*, 1984) και γενικά στη μείωση του επιπέδου μόλυσματος του μύκητα στο έδαφος (Katan *et al.*, 1981).

Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι η ηλιοαπολύμανση συντελεί σε αυξημένη ανάπτυξη των φυτών και σε αυξημένη παραγωγή τους, όμως είναι αποτελεσματική σε θερμά και εύκρατα κλίματα (Katan *et al.*, 1976b; 1984).

## **v) Χημική αντιμετώπιση**

Ο μύκητας *V. dahliae* αναπτύσσεται, ως γνωστόν, στα αγγεία του ξύλου των προσβλημένων φυτών. Επομένως, δεν είναι εύκολη η αντιμετώπιση του με διασυστηματικά μυκητοκτόνα, που

εφαρμόζονται στα φύλλα. Τα πρώτα δραστικά φάρμακα εναντίον παθογόνων των αγγείων του ξύλου των φυτών ήταν τα μυκητοκτόνα της ομάδας των βενζιμιδαζολών. Αυτά τα σκευάσματα εφαρμόστηκαν αρχικά σε ριζοποτίσματα και εξασφάλισαν υψηλό βαθμό αντιμετώπισης της βερτισιλλίσωσης για μερικές εβδομάδες ή μήνες (Talboys, 1984).

Σήμερα η χρησιμοποίηση των εν λόγω σκευασμάτων έχει περιορισθεί επειδή παρουσιάζουν συνήθως βασικά μειονεκτήματα, όπως η μειωμένη αποτελεσματικότητα στην αντιμετώπιση της ασθένειας και η ανάπτυξη ανθεκτικότητας του μύκητα (Talboys, 1984; Tjamos, 1989).

Μέχρι σήμερα δεν έχουν βρεθεί διασυστηματικά μυκητοκτόνα που να αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά τη βερτισιλλίσωση. Γι' αυτό απαιτείται η δημιουργία βελτιωμένων σκευασμάτων που να διαθέτουν επιθυμητά χαρακτηριστικά όπως κινητικότητα στο έδαφος, μεγάλη σταθερότητα, μετακίνηση από τα φύλλα προς τις ρίζες, δραστικότητα στο ξύλο κ.ά. (Talboys, 1984).

#### **vi) Αμειψισπορά**

Η αμειψισπορά είναι μια ενδιαφέρουσα μέθοδος αντιμετώπισης στα είδη των φυτών, στα οποία δεν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες και υβρίδια. Όμως, οι μικρής διάρκειας (2-3 έτη) αμειψισπορές δεν είναι αποτελεσματικές στην αντιμετώπιση του *V. dahliae* (Scholte & s'Jacob, 1990) επειδή τα μικροσκληρώτια του μύκητα επιβιώνουν στο έδαφος για μακρύ χρονικό διάστημα, απουσία ξενιστών (Wilhelm, 1951a).

Η **επιτυχία της μεθόδου** αυτής εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως:

- i) Η επιβίωση του μύκητα σε ασυμπτωματικούς φορείς (Busch *et al.*, 1978b)
- ii) Η ικανότητα του μύκητα να παραμένει για πολλά χρόνια στο έδαφος ή σε φυτικά υπολείμματα (Johnson *et al.*, 1980)
- iii) Η πυκνότητα του μολύσματος στο έδαφος (DeVay *et al.*, 1974; Busch *et al.*, 1978b)
- iv) Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής (Busch *et al.*, 1978b)
- v) Η εποχή καλλιέργειας ενός ευπαθούς είδους (Ben-Yephet & Szmulewich, 1985) κ.ά.

Επίσης, η έλλειψη εξειδίκευσης του μύκητα ως προς τον ξενιστή, η μακροχρόνια επιβίωση των μικροσκληρωτίων στο έδαφος απουσία ξενιστών και ο σχηματισμός μικροσκληρωτίων σε ηλικιωμένους ιστούς διαφόρων αυτοφυών φυτών και σε φύλλα καλλιεργούμενων φυτών (Busch *et al.*, 1978b; Johnson *et al.*, 1980; Davis *et al.*, 1996), συντελούν στη αποτυχία διαφόρων προγραμμάτων αμειψισποράς.

#### **vii) Εφαρμογή καλλιεργητικών φροντίδων**

Η αντιμετώπιση της βερτισιλλίσωσης έχει στηριχθεί επίσης και στην εφαρμογή διαφόρων καλλιεργητικών φροντίδων (λίπανση, άρδευση, ζιζανιοκτονία, νηματωδοκτονία, κλάδεμα των δένδρων, απομάκρυνση και καταστροφή των υπολειμμάτων των φυτών κ.ά.), που αποσκοπούν στη μείωση της προσβολής και της σοβαρότητας της ασθένειας.

Η **λίπανση** των καλλιεργειών θα πρέπει να είναι ισορροπημένη και να αποφεύγεται η εφαρμογή μεγάλων ποσοτήτων αζώτου. Όσον αυξάνεται η περιεκτικότητα σε άζωτο του μέσου ανάπτυξης του μύκητα, τόσο αυξάνεται η ικανότητά του να διεισδύει στις ρίζες των φυτών και η παθογόνος ικανότητα του μύκητα (Δημητριάδης, 1970).

Έχει διαπιστωθεί ότι η συχνότητα της ασθένειας μειώνεται με την προσθήκη διαφόρων **εδαφοβελτιωτικών** στο μολυσμένο έδαφος, όμως δεν είναι βέβαιο αν αυτό σχετίζεται με την επίδραση τους πάνω στο παθογόνο, τον ξενιστή ή και στα δύο (Wilhelm, 1951; Tolmsoff & Young, 1959).

Η ενσωμάτωση στο έδαφος **χλωρής λίπανσης** διαφόρων ειδών (π.χ. αραβόσιτου, βρώμης, μιτζελιού, γογγυλιού και σόργου του Σουδάν) κατέστειλε την ασθένεια στην πατάτα λόγω αλλαγής στη σύνθεση της μικροχλωρίδας του εδάφους. Ιδιαίτερα το σόργο του Σουδάν είναι η αποτελεσματικότερη χλωρή λίπανση, όσον αφορά τη μείωση του αριθμού προσβολών των ριζών και του πληθυσμού του *V. dahliae* στο έδαφος (Davis *et al.*, 1993).

Η **άρδευση** των καλλιεργειών με αυλάκια αυξάνει τη σοβαρότητα της ασθένειας σε σχέση με την στάγδην άρδευση, λόγω πιθανής διασποράς αναπαραγωγικών μονάδων του μύκητα (Davis & Everson, 1986). Επίσης, η **ποσότητα του εφαρμοζόμενου νερού** άρδευσης επηρεάζει την ανάπτυξη του μύκητα, καθώς έχει διαπιστωθεί ότι σε εδάφη με αυξημένη υγρασία, αυξάνεται και η σοβαρότητα της ασθένειας (Cappaert *et al.*, 1992).

Η **ζιζανιοκτονία** θα πρέπει να γίνεται έγκαιρα και αποτελεσματικά. Σε μολυσμένους αλλά και αμόλυντους αγρούς, η καταστροφή των ζιζανίων πρέπει να γίνεται μόλις εμφανισθούν, για να μην αποτελέσουν νέες εστίες μόλυνσης, επειδή τα ζιζάνια είναι ευπαθείς ξενιστές του *V. dahliae* και ο μύκητας μεταφέρεται με σπόρο ορισμένων ζιζανίων, όπως προαναφέρθηκε. Η καταστροφή των ζιζανίων γίνεται είτε μηχανικά (σκάψιμο, φρεζάρισμα κ.λπ.) είτε χημικά (χρησιμοποίηση ειδικών σκευασμάτων) [Thanassouloupoulos *et al.*, 1980; Tjamos, 1989; Θανασουλόπουλος, 1992].

Η **νηματωδοκτονία** θα πρέπει να γίνεται έγκαιρα και επιμελημένα, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα χημικά σκευάσματα, ώστε να γίνεται αποτελεσματική καταπολέμηση των φυτοπαθογόνων νηματωδών εδάφους (Krikun *et al.*, 1984).

Τα **προσβεβλημένα φυτά** μαζί με το κατά το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος του ριζικού τους συστήματος καθώς και τα **υπολείμματα** των ευπαθών καλλιεργειών, πρέπει να απομακρύνονται άμεσα από τον αγρό και να καταστρέφονται με φωτιά για να μειώνεται η ποσότητα μολύσματος του μύκητα στο έδαφος (Evans *et al.*, 1966; Δημητριάδης, 1970; Easton *et al.*, 1972; 1975).

Η **συγκαλλιέργεια** δενδρωδών (ελιά, πυρηνόκαρπα κ.ά.) με ευπαθή ποώδη φυτά θα πρέπει να αποφεύγεται επειδή συνήθως μολύνονται οι οπωρώνες από τον μύκητα (Thanassouloupoulos *et al.*, 1979).

#### **viii) 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. Γι' αυτό, η χρησιμοποίηση ανταγωνιστικών μυκήτων και βακτηρίων είναι μια από τις μελλοντικές ελπίδες για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της βερτισιλλίωσης αν ληφθεί υπόψη ότι δεν υπάρχουν αποτελεσματικά χημικά σκευάσματα για την καταπολέμηση της ασθένειας.

Για να είναι αποτελεσματική η χρήση ενός βιολογικού σκευάσματος όπως προαναφέρθηκε, απαιτούνται σύμφωνα με τη Fravel (1989) 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 ταχεία 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 τη χημική απολύμανση του εδάφους και

β) ανταγωνιστές μύκητες ή βακτήρια που εμποδίζουν την προσβολή των φυτών από τα μικροσκληρώτια τα οποία βλαστάνουν στο έδαφος (Tjamos, 1997).

Τα ανταγωνιστικά βακτήρια επιβιώνουν της ηλιοαπολύμανσης και συνεισφέρουν στο βιολογικό τρόπο δράσης της ηλιοαπολύμανσης του εδάφους (Gamliel & Katan, 1991; Antoniou *et al.*, 1995). Ο Berg *et al.* (1994) έχει καταδείξει ότι φυσικά ριζοσφαιρικά βακτήρια είναι αποτελεσματικά ως παράγοντες βιολογικής καταπολέμησης κατά του *V. dahliae*. Ο Zhengjun *et al.* (1996) κατέγραψε ριζοσφαιρικά και ενδοφυτικά βακτήρια ικανά να καταπολεμούν τη βερτισιλλίωση του βαμβακιού. Επίσης, οι Berg & Lottmann (2000) διαπίστωσαν ότι η βερτισιλλίωση της ελαιοκράμβης μπορεί να καταπολεμηθεί από ένα βακτηριακό στέλεχος του είδους *Stemotrophomonas maltophilia*.

Ο Mercado-Blanco *et al.* (2004) διαπίστωσε ότι στελέχη του γένους *Pseudomonas*, που αναπτύσσονται στις ρίζες της ελιάς, μπορούν να ανταγωνιστούν τον μύκητα *V. dahliae* και να καταστείλουν αποτελεσματικά την βερτισιλλίωση της ελιάς, που προκαλείται από τον αποφυλλωτικό παθότυπο. Επίσης, έχει αναφερθεί ότι στελέχη του γένους *Pseudomonas* είναι ωφέλιμα στα φυτά λόγω της ικανότητάς τους να προάγουν την ανάπτυξη των φυτών και/ή να δρουν ως παράγοντες βιολογικής καταπολέμησης και μερικά από αυτά τα στελέχη μπορούν να εγκαταστηθούν ενδοφυτικά (Rosenblueth & Martinez-Romero, 2006; Mercado-Blanco & Bakker, 2007).

Συνοπτικά, θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την αντιμετώπιση του *V. dahliae* οι κυριότεροι ανταγωνιστές είναι ο εδαφογενής ασκομύκητας *Talaromyces flavus* (ατελής μορφή *Penicillium dangeardii*) και διάφορα βακτήρια της ριζόσφαιρας και ενδοριζόσφαιρας που ανήκουν στα γένη *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Glucobacterium*, *Bacillus* και *Streptomyces* (Azad *et al.*, 1985; Sherf & MacNab, 1986; Azad *et al.*, 1987).

## **ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Πολλές εργασίες έχουν πραγματοποιηθεί πάνω στη μελέτη του φυτοπαθογόνου μύκητα *V. dahliae* σε κλασσικό και μοριακό επίπεδο, και την αλληλεπίδρασή του με ποώδεις και δενδρώδεις ξενιστές (Lopez-Esquedero *et al.*, 2005; Markakis *et al.*, 2009). Έχουν γίνει μελέτες που διερευνάται η κατάταξη απομονώσεων του *V. dahliae* σε φυλές και παθοτύπους (Hagiwara, 1990; Λιγοξυγκάκης κ.ά., 2002), καθώς και εργασίες στις οποίες γίνονται προσπάθειες αντιμετώπισης της βερτισιλλίωσης (Tjamos *et al.*, 2004; Paplomatas *et al.*, 2005; Malandraki *et al.*, 2007; Markakis *et al.*, 2008). Όμως, από όσα γνωρίζουμε μέχρι σήμερα δεν έχει πραγματοποιηθεί εκτεταμένη μελέτη των μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών του μύκητα, με απώτερο σκοπό την πιθανή εύρεση διαφορών μεταξύ των φυλών και παθοτύπων στις οποίες ανήκουν οι απομονώσεις του *V. dahliae*.

Γι' αυτό, ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη ορισμένων μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών, όπως η πυκνότητα των υφών, η ένταση της χρωστικής, το μήκος των κονιδίων, η σποριοποίηση κ.ά., διαφόρων απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae*, που προέρχονται από διάφορα είδη καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών, κυρίως της Κρήτης και απομονώσεων των *V. dahliae*, *V. albo-atrum* και *V. longisporum* που προέρχονται από καλλιεργούμενα είδη φυτών εκτός Κρήτης.



# ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

## 1. Προέλευση και διατήρηση των απομονώσεων *V. dahliae*, *V. albo-atrum* και *V. longisporum*

Για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκαν 70 απομονώσεις του μύκητα *Verticillium dahliae* προερχόμενες από 20 είδη καλλιεργούμενων φυτών που ανήκουν σε 11 βοτανικές οικογένειες και 5 είδη ζιζανίων που ανήκουν σε 4 βοτανικές οικογένειες (Πίν. 4). Οι εν λόγω απομονώσεις είχαν συλλεχθεί παλαιότερα από τον Δρα Ελευθέριο Κ. Λιγοξυγκάκη και προέρχονταν από φυτά που αναπτύσσονταν σε διάφορες περιοχές της Κρήτης και εμφάνιζαν τυπικά συμπτώματα αδρομύκωσης (χλώρωση, μαρασμό και ξήρανση φύλλων, καθώς επίσης περιορισμένη ανάπτυξη, νέκρωση βλαστών ή κλάδων, καστανό μεταχρωματισμό των αγγείων του ξύλου κ.λπ.). Οι απομονώσεις διατηρούνταν σε καθαρές καλλιέργειες σε δοκιμαστικούς σωλήνες σε ειδικούς θαλάμους (θερμοκρασία 0 °C) του Εργαστηρίου Μυκητολογίας του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Ηρακλείου. Ως μάρτυρες για την ταυτοποίηση των Κρητικών απομονώσεων *V. dahliae*, χρησιμοποιήθηκαν 24 απομονώσεις του *V. albo-atrum*, *V. longisporum* και *V. dahliae* (Πίν. 5), που παραχωρήθηκαν στο Εργαστήριο από τον Δρα Μιλτιάδη Τύπα, Καθηγητή του Βιολογικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Οι εν λόγω απομονώσεις μεταφυτεύτηκαν και αναπτύχθηκαν σε τριβλία με θρεπτικό υπόστρωμα PDA (Potato Dextrose Agar) και όταν ο μύκητας αναπτυσσόταν ικανοποιητικά, λαμβάνονταν περιφερειακό τμήμα της αποικίας του, με τη βοήθεια φυλλοτρυπητή (διαμέτρου 6 mm) και γινόταν εκ νέου μεταφύτευσή του σε τριβλίο με PDA προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για τους σκοπούς της εργασίας μας.

**Πίνακας 4.** Κατάλογος απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae* που χρησιμοποιήθηκαν και προέρχονται από καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά της Κρήτης.

Κωδικός Απομόνωσης	Βοτανική οικογένεια / Είδος φυτού	Γεωγραφική προέλευση	Φυλή (1 ή 2 Τομάτας)	Παθότυπος
423-1	<b>Οικογένεια Anacardiaceae</b> <i>Pistacia vera</i> L. (κν. Φιστικιά)	Σκαλάνι Ηρακλείου	1	Τομάτας
456-1	<b>Οικογένεια Apiaceae (συν. Umbelliferae)</b> <i>Anethum graveolens</i> (κν. Άνηθος)	Πινακιανό Λασιθίου	ΜΠ	Μελιτζάνας
487-1	<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b> <i>Anthemis melanolepis</i> L. (κν. Ανθεμίδα)	Τζερμιάδο Λασιθίου	2	Τομάτας
451-1	<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i> Lam. (κν. Μαρούλι Ρωμάνα)	Τζερμιάδο Λασιθίου	2	Τομάτας
451-2	« « «	« « «	2	Τομάτας
Lettuce	« « «	« « «	2	Τομάτας
490-2	<i>Senecio vulgaris</i> L. (κν. Μαρτιάκο)	Πινακιανό Λασιθίου	ΜΠ	Τομάτας
465-1	<i>Tagetes erecta</i> L. (κν. Κατηφές)	Λαγού Λασιθίου	2	Τομάτας
465-2	« « «	« « «	2	Τομάτας
469-1	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b> <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>botrytis</i> L. (κν. Κουνουπίδι)	Πινακιανό Λασιθίου	1	Τομάτας
469-2	« « «	« « «	1	Τομάτας
413-5	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> L. (κν. Λάχανο)	Τζερμιάδο Λασιθίου	2	Τομάτας
414-1	« « «	« « «	2	Τομάτας
449-2	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i> L. (κν. Μπρόκολο)	« « «	ΜΠ	Μελιτζάνας
467-2	<i>Cardaria draba</i> (L) Desv. (κν. Βρωμολάχανο)	Λαγού Λασιθίου	2	Τομάτας
447-1	<i>Raphanus sativus</i> L. (κν. Ραπάνι)	Πινακιανό Λασιθίου	2	Τομάτας
570-2	« « «	Τζερμιάδο Λασιθίου	2	Τομάτας
592-2	« « «	« « «	2	Τομάτας

577-1	<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b> <i>Chenopodium album</i> L. (κν. Λουβουδιά)	Τζεργιάδο Λασιθίου	2	Τομάτας
578-1	« « «	« « «	ΜΠ	Μελιτζάνας
586-2	« « «	« « «	ΜΠ	Μελιτζάνας
457-5	<i>Spinacia oleracea</i> L. (κν. Σπανάκι)	Πινακιανό Λασιθίου	ΜΠ	Μελιτζάνας
476-3	« « «	Τζεργιάδο Λασιθίου	ΜΠ	Μελιτζάνας
479-1	<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b> <i>Cichorium endivia</i> L. (κν. Αντίδι)	Λαγού Λασιθίου	1	Τομάτας
455-1	<i>Cichorium intybus</i> L. (κν. Ραδίκι)	Πινακιανό Λασιθίου	2	Τομάτας
478-1	« « «	Λαγού Λασιθίου	1	Τομάτας
554-1	« « «	Πινακιανό Λασιθίου	ΜΠ	Μελιτζάνας
354-1	<b>Οικογένεια Cucurbitaceae</b> <i>Cucurbita pepo</i> L. (κν. Κολοκυθάκι)	Τζεργιάδο Λασιθίου	2	Τομάτας
473-1	« « «	« « «	2	Τομάτας
454-1	<b>Οικογένεια Fabacea (συν. Leguminosae)</b> <i>Lathyrus ochrus</i> L. (κν. Παπούλα)	Τζεργιάδο Λασιθίου	2	Τομάτας
xxx-1	« « «	Πινακιανό Λασιθίου	ΜΠ	Μελιτζάνας
453-1	<i>Vicia sativa</i> L. (κν. Βίκος)	Τζεργιάδο Λασιθίου	ΜΠ	Μελιτζάνας
116-1	<b>Οικογένεια Malvaceae</b> <i>Abelmoschus esculentus</i> Moench. (κν. Μπάμια)	Πηγιανός Κάμπος Ρεθύμνου	1	Τομάτας
123-3	<b>Οικογένεια Oleaceae</b> <i>Olea europaea</i> L. (κν. Ελιά)	Άγιος Μύρων Ηρακλείου	1	Πιπεριάς
802-1	« « «	Τύλισσος Ηρακλείου	2	Τομάτας
530-1	<b>Οικογένεια Solanaceae</b> <i>Capsicum annuum</i> L. (κν. Πιπεριά)	Τζεργιάδο Λασιθίου	1	Πιπεριάς
98-1	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. (κν. Τομάτα)	Νεροκούρου Χανίων	1	Τομάτας
124-8	« « «	Πετροκεφάλι Λασιθίου	ΜΠ	Μελιτζάνας
136-1	« « «	Γαλιά Ηρακλείου	1	Τομάτας
136-2	« « «	« « «	1	Τομάτας
136-3	« « «	« « «	1	Τομάτας
140-2	« « «	« « «	2	Τομάτας
150-5	« « «	Τυμπάκι Ηρακλείου	2	Πιπεριάς
164-1	« « «	Βαγιωνιά Ηρακλείου	2	Τομάτας
171-2	« « «	Πηγιανός Κάμπος Ρεθύμνου	1	Πιπεριάς
235-1	« « «	Τζεργιάδο Λασιθίου	1	Τομάτας
247b-3	« « «	« « «	2	Τομάτας
433-2	« « «	« « «	2	Τομάτας
434-2	« « «	« « «	2	Τομάτας
435-1	« « «	Πινακιανό Λασιθίου	2	Τομάτας
437-1	« « «	Τζεργιάδο Λασιθίου	2	Τομάτας
437-2	« « «	« « «	2	Τομάτας
460-1	« « «	« « «	2	Τομάτας
461-1	« « «	« « «	2	Τομάτας
461-3	« « «	« « «	2	Τομάτας
463-1	« « «	« « «	2	Τομάτας
464-1	« « «	« « «	2	Τομάτας
464-3	« « «	« « «	2	Τομάτας
17-1	<i>Solanum melongena</i> L. (κν. Μελιτζάνα)	Νεροκούρου Χανίων	2	Πιπεριάς
113-1	« « «	Πηγιανός Κάμπος Ρεθύμνου	1	Τομάτας
525-1	« « «	Τζεργιάδο Λασιθίου	1	Τομάτας
526-1	« « «	« « «	2	Τομάτας
997-1	« « «	Πόμπια Ηρακλείου	2	Τομάτας
998-1	« « «	« « «	2	Τομάτας
999-1	« « «	« « «	1	Πιπεριάς
273-1	<i>Solanum nigrum</i> L. (κν. Στύφος)	Τζεργιάδο Λασιθίου	2	Τομάτας
466-1	« « «	Πινακιανό Λασιθίου	2	Τομάτας
16-1	<i>Solanum tuberosum</i> L. (κν. Πατάτα)	Μάλλια Ηρακλείου	1	Μελιτζάνας
43-4	« « «	Κάμπος Χανίων	1	Τομάτας
444-1	« « «	Τζεργιάδο Λασιθίου	ΜΠ	Μελιτζάνας

Σύνολο απομονώσεων : 70

**Πίνακας 5.** Κατάλογος απομονώσεων που στάλθηκαν στο Ι.Π.Φ.Η. από τον Καθηγητή Μ. Τύπα και προέρχονται από είδη φυτών καλλιεργούμενα σε διάφορες χώρες.

Κωδικός Απομόνωσης	Βοτανική οικογένεια / Είδος φυτού	Γεωγραφική προέλευση
ATH-2	<b>Οικογένεια Anacardiaceae</b> <i>Pistacia vera</i> L. (κν. Φιστικιά)	Καλιφόρνια, ΗΠΑ
<i>V. longisporum</i> K 12 <i>V. longisporum</i> G 19	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b> <i>Brassica napus</i> spp. <i>oleifera</i> (κν. Ελαιοκράμβη) « « «	Lipetsk, Ρωσσία Rosenhagen, Γερμανία
<i>V. albo-atrum</i> M 33	<b>Οικογένεια Cannabaceae</b> <i>Humulus lupulus</i> L. (κν. Λυκίσκος)	UK
pn 4 <i>V. albo-atrum</i> 220	<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b> <i>Arachis hypogaea</i> L. (κν. Αραχίδα) <i>Medicago sativa</i> L. (κν. Μηδική)	Ισραήλ UK, Condrand/USA
cot 11 cot 201 cot 274 ATH-1 ATH-10 <i>V. albo-atrum</i> V 90	<b>Οικογένεια Malvaceae</b> <i>Gossypium hirsutum</i> L. (κν. Βαμβάκι) « « « « « « « « « « « « « « «	Ισραήλ « « « « « « Καλιφόρνια, ΗΠΑ Ελλάδα Middle Asia
ATH-4 ATH-5 ATH-6 <i>V. dahliae</i> Ca 38 <i>V. dahliae</i> Ca 146 ATH-3 ep 8 pt 72 pt 112 ATH-7 ATH-8 ATH-9	<b>Οικογένεια Solanaceae</b> <i>Capsicum annuum</i> L. (κν. Πιπεριά) « « « « « « « « « <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. (κν. Τομάτα) <i>Solanum melongena</i> L. (κν. Μελιτζάνα) <i>Solanum tuberosum</i> L. (κν. Πατάτα) « « « « « « « « « « « «	Burgenland, Αυστρία ΗΠΑ Καλιφόρνια, ΗΠΑ « « « « « « Οντάριο, Καναδάς Ισραήλ « « « « « « ΗΠΑ New Brunswick, USA ΗΠΑ
<b>Σύνολο απομονώσεων : 24</b>		

## 2. Παρασκευή του θρεπτικού υποστρώματος PDA

Για την παρασκευή 1 λίτρου PDA, σε κωνική φιάλη χωρητικότητας 2 λίτρων προστέθηκαν 0,5 λίτρα απεσταγμένου νερού και 200 γραμμάρια καθαρισμένων κονδύλων πατάτας τεμαχισμένων σε μικρούς κύβους. Η κωνική φιάλη τοποθετήθηκε σε χύτρα με νερό που έβραζε (100 °C) για τρεις (3) ώρες. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε διήθηση του περιεχόμενου της κωνικής, χρησιμοποιώντας τουλουπάνι (cheesecloth), για την παραλαβή του εκχυλίσματος. Το διήθημα μεταφέρθηκε σε κωνική φιάλη χωρητικότητας δύο (2) λίτρων, η οποία συμπληρώθηκε με απεσταγμένο νερό μέχρι τελικού όγκου ενός λίτρου. Ακολούθως προστέθηκαν 20 γραμμάρια δεξτρόζης (dextroze) και 20 γραμμάρια άγαρ, και η κωνική τοποθετήθηκε σε κλίβανο θερμοκρασίας 180 °C και πίεσης 1 atm για 30 λεπτά, για αποστείρωση. Μετά το πέρας της αποστείρωσης, η κωνική φιάλη μεταφέρθηκε στο θάλαμο νηματικής ροής και όταν η θερμοκρασία του υλικού ήταν 60 °C περίπου προστέθηκαν 120 σταγόνες διαλύματος γαλακτικού οξέος (12 %). Στη συνέχεια το περιεχόμενο της κωνικής επιστρώθηκε σε τριβλία διαμέτρου 8,5 cm (περίπου 20 ml υλικού/τριβλίο) υπό ασηπτικές συνθήκες.

### 3. Μετρήσεις του αριθμού των κονιδίων

Για τις μετρήσεις του αριθμού των κονιδίων κάθε απομόνωσης, δισκία διαμέτρου 6 mm από φρέσκια (ηλικίας 7 ημερών) καλλιέργεια του μύκητα μεταφέρθηκαν σε τριβλία διαμέτρου 8,5 εκατοστών που περιείχαν θρεπτικό υπόστρωμα PDA. Τα τριβλία τοποθετήθηκαν σε επωαστικό θάλαμο θερμοκρασίας 23 °C σε συνθήκες σκότους. Ανά εβδομαδιαία χρονικά διαστήματα, για τρεις συνεχόμενες εβδομάδες, τεμάχια διαμέτρου 6 mm από την περιφέρεια της αποικίας λαμβάνονταν με φυλλοτρυπητή (cork borer) και μεταφέρονταν σε τριβλία τα οποία περιείχαν 1 ml αποστειρωμένο νερό και πραγματοποιούνταν απόξυση του μυκηλίου από το υλικό καλλιέργειας για απόσπαση των κονιδίων. Στη συνέχεια, το αιώρημα του τριβλίου αραιωνόταν με ανάλογη ποσότητα απεσταγμένου νερού (1:120 έως 1:200). Τελικά, μια σταγόνα καλώς αναδευθέντος αιωρήματος τοποθετούνταν σε αιματομέτρο (blood counter) για τη μέτρηση του αριθμού τους υπό μεγέθυνση μικροσκοπίου (προσοφθάλμιος φακός  $\times 16$ , αντικειμενικός φακός  $\times 25$ ). Ο αριθμός των κονιδίων κάθε απομόνωσης, υπολογίστηκε ως εξής: ο μέσος όρος των κονιδίων των δύο πεδίων του αιματομέτρου πολλαπλασιαζόταν με τη σταθερά του αιματομέτρου ( $10^4$  κονίδια/  $\text{ml}^{-1}$ ) και με τον συντελεστή αραιώσης που είχε γίνει στη συγκεκριμένη απομόνωση. Για παράδειγμα,  $21 \text{ κονίδια} \times 10^4 \times 200 = 4,20 \times 10^7$  κονίδια /ml.

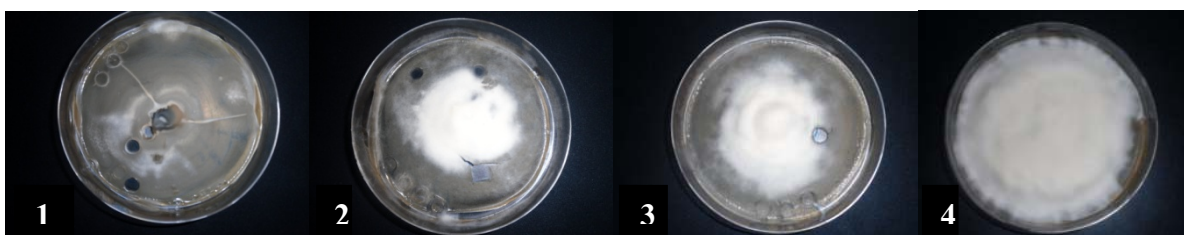
Ο τελικός αριθμός των κονιδίων κάθε απομόνωσης προέκυψε από το μέσο όρο των τριών εβδομαδιαίων μετρήσεων.

### 4. Μετρήσεις του μήκους των κονιδίων

Σταγόνα υδατικού αιωρήματος, το οποίο είχε παρασκευαστεί για την καταμέτρηση του αριθμού των κονιδίων κάθε απομόνωσης (βλέπε παραπάνω), τοποθετήθηκε σε αντικειμενοφόρο πλάκα προκειμένου να πραγματοποιηθεί μέτρηση του μήκους των κονιδίων. Η αντικειμενοφόρος πλάκα τοποθετήθηκε σε μικροσκόπιο και ακολούθησε παρατήρηση και μέτρηση του μήκους εικοσιπέντε (25) κονιδίων, με τη χρήση προσοφθάλμιου φακού  $\times 16$  (στον οποίο είχε προσαρμοσθεί ειδική κλίμακα) και αντικειμενικού φακού  $\times 40$ . Το μήκος των κονιδίων (σε  $\mu\text{m}$ ) προέκυπτε μετά από πολλαπλασιασμό του μέσου όρου του μήκους των 25 κονιδίων με τη σταθερά 2,43 της κλίμακας που είχε προσαρμοσθεί στον προσοφθάλμιο φακό.

### 5. Μετρήσεις της πυκνότητας των υφών

Για τον προσδιορισμό της πυκνότητας των υφών των απομονώσεων *V. dahliae*, ορίστηκε αυθαίρετη τετραβάθμια κλίμακα κατά την οποία η πυκνότητα του μυκηλίου της καλλιέργειας απεικονίζεται ως εξής: **1**=λίγες υφές, **2**=μερικές υφές, **3**=πολλές υφές και **4**=πάρα πολλές υφές (Εικόνα 1).



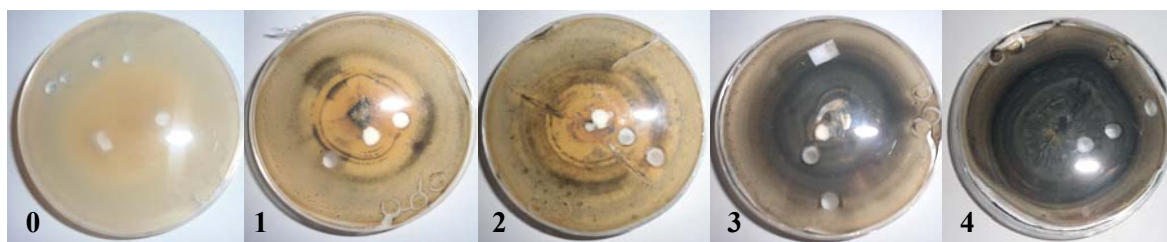
Εικόνα 1. Κλίμακα πυκνότητας υφών των απομονώσεων του *V. dahliae*.

## 6. Μετρήσεις της ταχύτητας ανάπτυξης των υφών

Για τις μετρήσεις ανάπτυξης των υφών κάθε απομόνωσης, δισκία διαμέτρου 6 mm από φρέσκια (ηλικίας 7 ημερών) καλλιέργεια του μύκητα μεταφέρθηκαν σε τριβλία διαμέτρου 8,5 εκατοστών με υλικό PDA. Τα τριβλία τοποθετήθηκαν σε επωαστικό θάλαμο θερμοκρασίας 23 °C σε συνθήκες σκότους. Κάθε τρεις ημέρες, γινόταν μέτρηση της διαμέτρου της αποικίας (σε cm) μέχρι πλήρους καλύψεως του τριβλίου από τον μύκητα. Στο τέλος, η ταχύτητα ανάπτυξης των υφών της κάθε απομόνωσης, αποδόθηκε με τη χρήση αυθαίρετης τετραβάθμιας κλίμακας, ανάλογα με τον αριθμό των ημερών που απαιτήθηκαν για την πλήρη κάλυψη του τριβλίου από την καλλιέργεια κατά την οποία: **1**= αργή ανάπτυξη (41-45 ημέρες), **2**= μέτρια ανάπτυξη (35-40 ημέρες), **3**= ταχεία ανάπτυξη (30-34 ημέρες) και **4**= πολύ ταχεία ανάπτυξη (< 30 ημέρες).

## 7. Μετρήσεις της έντασης της χρωστικής (μελανίνης)

Για τον προσδιορισμό της έντασης της χρωστικής (μελανίνης) των απομονώσεων του *V. dahliae*, χρησιμοποιήθηκε αυθαίρετη πενταβάθμια κλίμακα, βασιζόμενη στην οπτική εικόνα που παρουσίαζαν τα τριβλία, κατά την οποία: **0**=λευκό, **1**=ελαφρώς καστανό, **2**=καστανό, **3**=έντονα καστανό και **4**=μαύρο μυκήλιο (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Κλίμακα έντασης χρωστικής των απομονώσεων του *V. dahliae*.

## 8. Μετρήσεις της ταχύτητας εμφάνισης της χρωστικής

Για τον προσδιορισμό της ταχύτητας εμφάνισης της χρωστικής των απομονώσεων του *V. dahliae* καταγράφονταν το διάστημα (ο αριθμός ημερών) από τη μεταφύτευση του μύκητα στο τριβλίο μέχρι την έναρξη εμφάνισης της χρωστικής στην καλλιέργεια. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε αυθαίρετη εξαβάθμια κλίμακα βάση της οποίας η μέτρηση της ταχύτητας εμφάνισης της χρωστικής στα τριβλία διαβαθμίστηκε ως εξής: **0**= μη εμφάνιση χρωστικής, **1**= 38-45 ημέρες, **2**= 30-37 ημέρες, **3**= 22-29 ημέρες, **4**= 15-21 ημέρες και **5**=7-14 ημέρες.

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

## 1. Πυκνότητα υφών

**Πίνακας 1α.** Απομονώσεις που ανέπτυξαν λίγες υφές (βαθμολογία «1» βάση της αντίστοιχης κλίμακας).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
<i>V. longisporum</i> K 12	<i>Brassica napus</i> spp. <i>oleifera</i> (κν. Ελαιοκράμβη)
	<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b>
455-1	<i>Cichorium intybus</i> (κν. Ραδίκι)
	<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>
<i>V. albo-atrum</i> 220	<i>Medicago sativa</i> (κν. Μηδική)
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
cot 201	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
cot 11	« « «
ATH-1	« « «
ATH-10	« « «
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
ATH-4	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
<i>V. dahliae</i> Ca 146	« « «
461-3	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
464-3	« « «
98-1	« « «
444-1	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
pt 72	« « «
ATH-8	« « «
ATH-9	« « «

**Σύνολο: 16 απομονώσεις προερχόμενες από 7 είδη φυτών που ανήκουν σε 5 βοτανικές οικογένειες**

**Εικόνα 1α.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που ανέπτυξαν λίγες υφές.



**Εικόνα 1β.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που ανέπτυξαν μερικές υφές.



**Πίνακας 1β.** Απομονώσεις που ανέπτυξαν μερικές υφές (βαθμολογία «2» βάση της αντίστοιχης κλίμακας).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>
487-1	<i>Anthemis melanolepis</i> (κν. Ανθεμίδα)
451-2	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνο)
Lettuce	« « «
490-2	<i>Senecio vulgaris</i> (κν. Μαρτιάκο)
465-2	<i>Tagetes erecta</i> (κν. Κατηφές)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
<i>V. longisporum</i> G 19	<i>Brassica napus</i> spp. <i>oleifera</i> (κν. Ελαιοκράμβη)
469-1	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> (κν. Κουνουπίδι)
469-2	« « «
570-2	<i>Raphanus sativus</i> (κν. Ραπάνι)
592-2	« « «
	<b>Οικογένεια Cannabaceae</b>
<i>V. albo-atrum</i> M 33	<i>Humulus lupulus</i> (κν. Λυκίσκος)
	<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>
577-1	<i>Chenopodium album</i> (κν. Λουβουδιά)
	<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b>
478-1	<i>Cichorium intybus</i> (κν. Ραδίκι)
	<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>
pn 4	<i>Arachis hypogaea</i> (κν. Αραχίδα)
454-1	<i>Lathyrus ochrus</i> (κν. Παπούλα)
xxx-1	« « «
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
cot 274	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
<i>V. albo-atrum</i> V 90	« « «
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
<i>V. dahliae</i> Ca 38	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
235-1	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
247b-3	« « «
433-2	« « «
434-2	« « «
435-1	« « «
460-1	« « «
464-1	« « «
ATH-3	« « «
525-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
526-1	« « «
ep 8	« « «
43-4	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
pt 112	« « «
ATH-7	« « «
<b>Σύνολο: 33 απομονώσεις προερχόμενες από 17 είδη φυτών που ανήκουν σε 8 βοτανικές οικογένειες</b>	

**Πίνακας 1γ.** Απομονώσεις που ανέπτυξαν πολλές υφές (βαθμολογία «3» βάση της αντίστοιχης κλίμακας).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Anacardiaceae</b>
423-1	<i>Pistacia vera</i> (κν. Φιστικιά)
ΑΤΗ-2	« « «
	<b>Οικογένεια Apiaceae (συν. Umbelliferae)</b>
456-1	<i>Anethum graveolens</i> (κν. Άνηθος)
	<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>
465-1	<i>Tagetes erecta</i> (κν. Κατηφές)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
413-5	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (κν. Λάχανο)
414-1	« « «
449-2	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> (κν. Μπρόκολο)
467-2	<i>Cardaria draba</i> (κν. Βρωμόλαχανο)
447-1	<i>Raphanus sativus</i> (κν. Ραπάνι)
	<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>
578-1	<i>Chenopodium album</i> (κν. Λουβουδιά)
586-2	« « «
457-5	<i>Spinacia oleracea</i> (κν. Σπανάκι)
	<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b>
479-1	<i>Cichorium endivia</i> (κν. Αντίδι)
554-1	<i>Cichorium intybus</i> (κν. Ραδίκι)
	<b>Οικογένεια Cucurbitaceae</b>
354-1	<i>Cucurbita pepo</i> (κν. Κολοκυθάκι)
473-1	« « «
	<b>Οικογένεια Oleaceae</b>
123-3	<i>Olea europaea</i> (κν. Ελιά)
802-1	« « «
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
530-1	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
ΑΤΗ-5	« « «
ΑΤΗ-6	« « «
136-1	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
136-2	« « «
136-3	« « «
140-2	« « «
164-1	« « «
171-2	« « «
437-2	« « «
463-1	« « «
17-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
113-1	« « «
997-1	« « «
999-1	« « «
273-1	<i>Solanum nigrum</i> (κν. Στύφνος)
<b>Σύνολο: 34 απομονώσεις προερχόμενες από 17 είδη φυτών που ανήκουν σε 9 βοτανικές οικογένειες</b>	



**Πίνακας 1δ.** Απομονώσεις που ανέπτυξαν πάρα πολλές υφές (βαθμολογία «4» βάση της αντίστοιχης κλίμακας).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>
451-1	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνο)
	<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>
476-3	<i>Spinacia oleracea</i> (κν. Σπανάκι)
	<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>
453-1	<i>Vicia sativa</i> (κν. Βίκος)
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
116-1	<i>Abelmoschus esculentus</i> (κν. Μπάμια)
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
124-8	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
150-5	« « «
437-1	« « «
461-1	« « «
998-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
466-1	<i>Solanum nigrum</i> (κν. Στύφνος)
16-1	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
<b>Σύνολο: 11 απομονώσεις προερχόμενες από 8 είδη φυτών που ανήκουν σε 5 βοτανικές οικογένειες</b>	

**Εικόνα 1γ.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που ανέπτυξαν πολλές υφές.

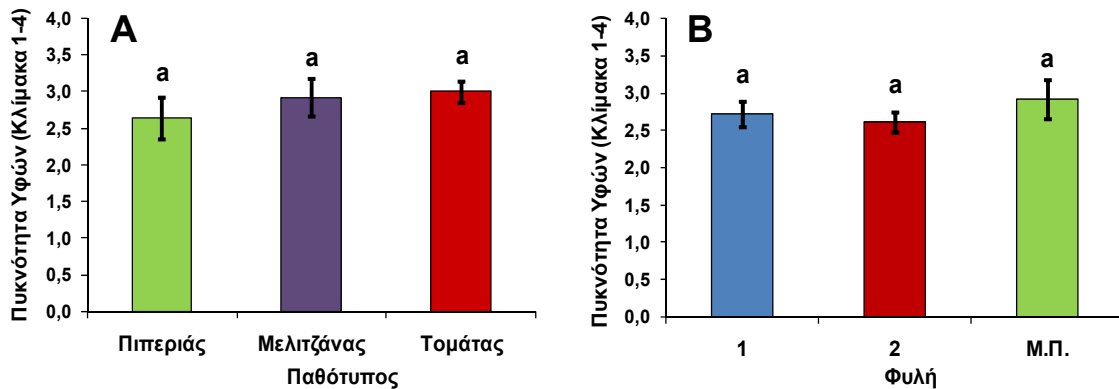


**Εικόνα 1δ.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που ανέπτυξαν πάρα πολλές υφές.

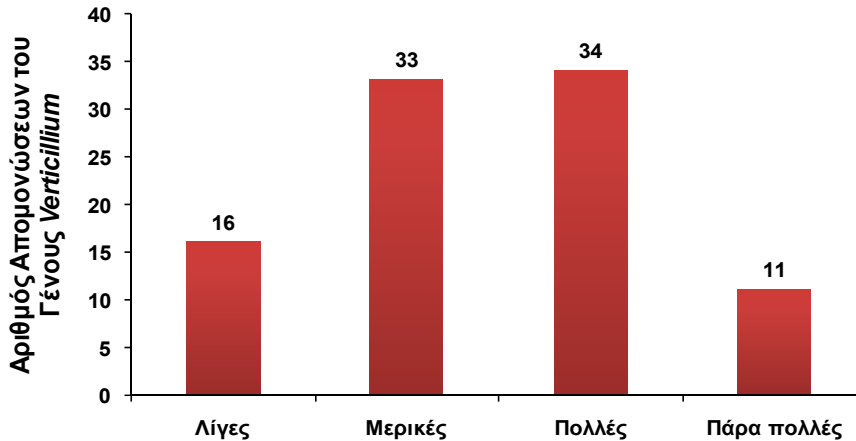


Όσον αφορά την πυκνότητα υφών του μύκητα: i) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Solanaceae κατατάχθηκαν και στις τέσσερις κατηγορίες (λίγες, μερικές, πολλές, πάρα πολλές υφές). Όμως, η πλειονότητα των απομονώσεων από τομάτα και μελιτζάνα ανέπτυσαν μερικές ή πολλές υφές ενώ η πλειονότητα των απομονώσεων της πατάτας ανέπτυξαν λίγες ή μερικές υφές. ii) Οι απομονώσεις που προέρχονται από είδη της οικογένειας Asteraceae (συν. Compositae) κατατάχθηκαν επίσης στις τέσσερις παραπάνω κατηγορίες. iii) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Brassicaceae (συν. Cruciferae) κατατάχθηκαν σε δύο κατηγορίες (μερικές ή πολλές υφές). iv) Οι απομονώσεις που προέρχονταν

από είδη της οικογένειας *Malvaceae* κατατάχθηκαν σε τρεις κατηγορίες (λίγες, μερικές ή πάρα πολλές υφές). ν) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από ελιά, φιστικιά και κολοκυθάκι ανέπτυξαν πολλές υφές. νι) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από διάφορα ζιζάνια (λουβουδιά, στύφνος, ανθεμίδα, μαρτιάκο) ανέπτυξαν μερικές, πολλές ή πάρα πολλές υφές.



**Γράφημα 1.** Διαφοροποίηση της πυκνότητας των υφών των απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae* μεταξύ παθοτύπων (Α) και φυλών (Β). Οι στήλες που δεν συνδέονται με το ίδιο γράμμα, διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με τη στατιστική δοκιμασία του Tukey για  $P \leq 0.05$ . (Ο συμβολισμός «Μ.Π.» αντιστοιχεί στις απομονώσεις εκείνες οι οποίες δεν ήταν παθογόνες στην τομάτα, συνεπώς δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστεί η φυλή στην οποία ανήκαν).



**Γράφημα 2.** Κατανομή των απομονώσεων των μυκήτων του γένους *Verticillium* (*V. dahliae*, *V. albo-atrum* και *V. longisporum*) με βάση την πυκνότητα των υφών που ανέπτυξαν.

Όπως απεικονίζεται στα γραφήματα 1Α και 1Β, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών παθοτύπων και φυλών των 94 απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae* οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη. Επίσης, η πλειονότητα των απομονώσεων των μυκήτων του γένους *Verticillium* οι οποίες ελέγχθηκαν, ανέπτυξαν μερικές έως πολλές υφές ενώ οι απομονώσεις που εμφάνισαν λίγες και πάρα πολλές υφές ήταν λιγότερες (Γράφημα 2).

## 2. Ταχύτητα ανάπτυξης υφών

**Πίνακας 2α.** Απομονώσεις που παρουσίασαν αργή ταχύτητα ανάπτυξης υφών (41-45 ημέρες) [βαθμολογία «1» βάση της αντίστοιχης κλίμακας].

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
<i>V. longisporum</i> G 19	<i>Brassica napus</i> spp. <i>oleifera</i> (κν. Ελαιοκράμβη)
	<b>Οικογένεια Cannabaceae</b>
<i>V. albo-atrum</i> M 33	<i>Humulus lupulus</i> (κν. Λυκίσκος)
	<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>
578-1	<i>Chenopodium album</i> (κν. Λουβουδιά)
	<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>
pn 4	<i>Arachis hypogaea</i> (κν. Αραχίδα)
<i>V. albo-atrum</i> 220	<i>Medicago sativa</i> (κν. Μηδική)
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
<i>V. albo-atrum</i> V 90	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
<i>V. dahliae</i> Ca 38	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
463-1	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
464-3	« « «
444-1	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
pt 72	« « «
<b>Σύνολο: 11 απομονώσεις προερχόμενες από 9 είδη φυτών που ανήκουν σε 6 βοτανικές οικογένειες</b>	

**Εικόνα 2α.** Απομονώσεις του *V. dahliae* με αργή ταχύτητα ανάπτυξης υφών (41-45 ημέρες).



**Εικόνα 2β.** Απομονώσεις του *V. dahliae* με μέτρια ταχύτητα ανάπτυξης υφών (35-40 ημέρες).



**Πίνακας 2β.** Απομονώσεις που παρουσίασαν μέτρια ταχύτητα ανάπτυξης υφών (35-40 ημέρες) [βαθμολογία «2» βάση της αντίστοιχης κλίμακας].

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>	
451-1	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνα)
465-1	<i>Tagetes erecta</i> (κν. Κατηφές)
465-2	« « «
<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>	
<i>V. longisporum</i> K 12	<i>Brassica napus</i> spp. <i>oleifera</i> (κν. Ελαιοκράμβη)
413-5	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (κν. Λάχανο)
<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>	
476-3	<i>Spinacia oleracea</i> (κν. Σπανάκι)
<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b>	
554-1	<i>Cichorium intybus</i> (κν. Ραδίκι)
<b>Οικογένεια Malvaceae</b>	
cot 274	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
cot 201	« « «
cot 11	« « «
<b>Οικογένεια Oleaceae</b>	
802-1	<i>Olea europaea</i> (κν. Ελιά)
<b>Οικογένεια Solanaceae</b>	
136-1	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
150-5	« « «
437-1	« « «
460-1	« « «
998-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
999-1	« « «
273-1	<i>Solanum nigrum</i> (κν. Στύφνος)
pt 112	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
<b>Σύνολο : 19 απομονώσεις προερχόμενες από 12 είδη φυτών που ανήκουν σε 7 βοτανικές οικογένειες</b>	

**Εικόνα 2γ.** Απομονώσεις του *V. dahliae* με ταχεία ανάπτυξη υφών (30-34 ημέρες).



**Εικόνα 2δ.** Απομονώσεις του *V. dahliae* με πολύ ταχεία ανάπτυξη υφών (<30 ημέρες).



**Πίνακας 2γ.** Απομονώσεις που παρουσίασαν ταχεία ανάπτυξη υφών (30-34 ημέρες) [βαθμολογία «3» βάση της αντίστοιχης κλίμακας].

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Apiaceae</b>
456-1	<i>Anethum graveolens</i> (κν. Άνηθος)
	<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>
487-1	<i>Anthemis melanolepis</i> (κν. Ανθεμίδα)
Lettuce	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνα)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
469-1	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> (κν. Κουνουπίδι)
469-2	« « «
467-2	<i>Cardaria draba</i> (κν. Βρωμολάχανο)
570-2	<i>Raphanus sativus</i> (κν. Ραπάνι)
	<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b>
455-1	<i>Cichorium intybus</i> (κν. Ραδίκι)
	<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>
454-1	<i>Lathyrus ochrus</i> (κν. Παπούλα)
xxx-1	« « «
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
116-1	<i>Abelmoschus esculentus</i> (κν. Μπάμια)
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
ATH-6	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
124-8	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
136-2	« « «
164-1	« « «
235-1	« « «
433-2	« « «
434-3	« « «
437-2	« « «
464-1	« « «
98-1	« « «
525-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
526-1	« « «
466-1	<i>Solanum nigrum</i> (κν. Στύφνος)
<b>Σύνολο: 24 απομονώσεις προερχόμενες από 13 είδη φυτών που ανήκουν σε 7 βοτανικές οικογένειες</b>	

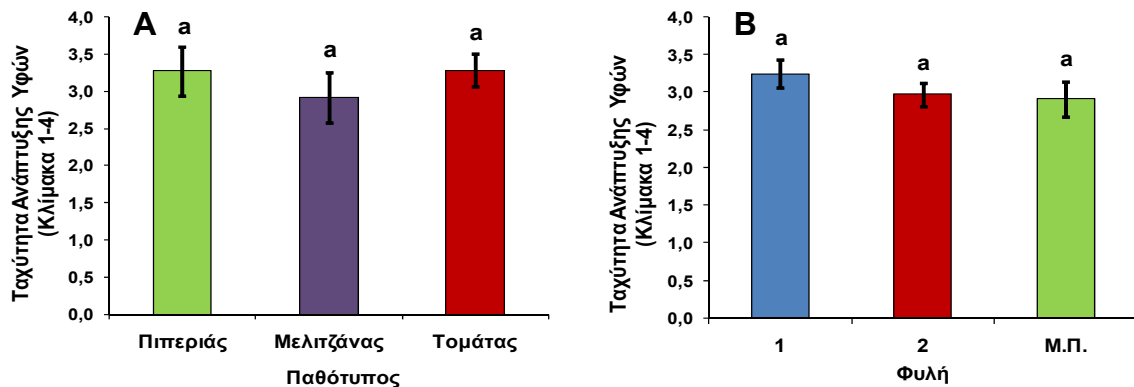
**Πίνακας 2δ.** Απομονώσεις που παρουσίασαν πολύ ταχεία ανάπτυξη υφών (< 30 ημέρες) [βαθμολογία «4» βάση της αντίστοιχης κλίμακας].

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Anacardiaceae</b>
423-1	<i>Pistacia vera</i> (κν. Φιστικιά)
ATH-2	« « «
	<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>
451-2	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνα)
490-1	<i>Senecio vulgaris</i> (κν. Μαρτιάκο)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae</b>
414-1	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (κν. Λάχανο)
449-2	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> (κν. Μπρόκολο)

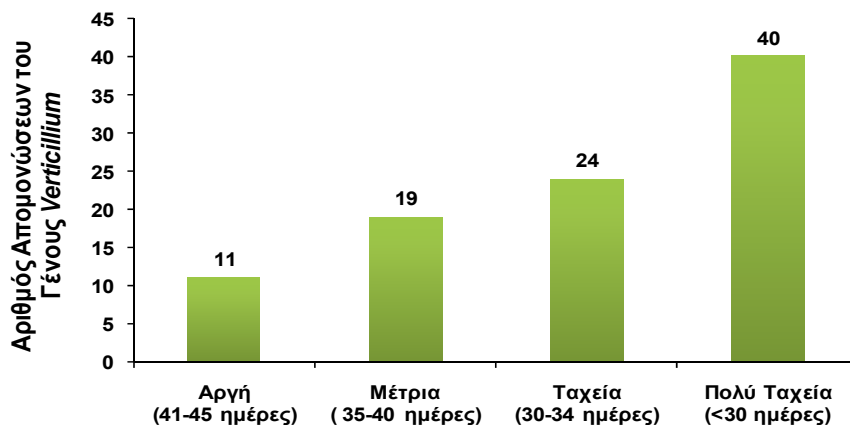
447-1	<i>Raphanus sativus</i> (κν. Ραπάνι)
592-2	« « «
<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>	
577-1	<i>Chenopodium album</i> (κν. Λουβουδιά)
586-2	« « «
457-5	<i>Spinacia oleracea</i> (κν. Σπανάκι)
<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b>	
479-6	<i>Cichorium endivia</i> (κν. Αντίδι)
478-1	<i>Cichorium intybus</i> (κν. Ραδίκι)
<b>Οικογένεια Cucurbitaceae</b>	
354-1	<i>Cucurbita pepo</i> (κν. Κολοκυθάκι)
473-1	« « «
<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>	
453-1	<i>Vicia sativa</i> (κν. Βίκος)
<b>Οικογένεια Malvaceae</b>	
ATH-1	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
ATH-10	« « «
<b>Οικογένεια Oleaceae</b>	
123-3	<i>Olea europaea</i> (κν. Ελιά)
<b>Οικογένεια Solanaceae</b>	
530-1	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
ATH-4	« « «
ATH-5	« « «
<i>V. dahliae</i> Ca 146	« « «
136-3	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
140-2	« « «
171-2	« « «
247b-3	« « «
435-1	« « «
461-1	« « «
461-3	« « «
ATH-3	« « «
17-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
113-1	« « «
997-1	« « «
ep 8	« « «
16-1	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
43-4	« « «
ATH-7	« « «
ATH-8	« « «
ATH-9	« « «
<b>Σύνολο: 40 απομονώσεις προερχόμενες από 18 είδη φυτών που ανήκουν σε 10 βοτανικές οικογένειες</b>	

Όσον αφορά την ταχύτητα ανάπτυξης των υφών του μύκητα: i) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Solanaceae κατατάχθηκαν και στις τέσσερις κατηγορίες (αργή, μέτρια, ταχεία και πολύ ταχεία ανάπτυξη υφών). Όμως, η πλειονότητα των απομονώσεων από τομάτα, πατάτα και πιπεριά είχαν ταχεία ή πολύ ταχεία ανάπτυξη ενώ οι απομονώσεις από μελιτζάνα είχαν μέτρια, ταχεία ή πολύ ταχεία ανάπτυξη. ii) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Asteraceae (συν. Compositae) κατατάχθηκαν στις κατηγορίες μέτρια, ταχεία και πολύ ταχεία ανάπτυξη. iii) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της

οικογένειας Brassicaceae (συν. Cruciferae) κατατάχθηκαν στις κατηγορίες ταχεία και πολύ ταχεία ανάπτυξη. iv) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Malvaceae κατατάχθηκαν στις κατηγορίες μέτρια και πολύ ταχεία (βαμβάκι) και ταχεία ανάπτυξη (μπάμια). v) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Fabaceae (συν. Leguminosae) κατατάχθηκαν στις κατηγορίες ταχεία και πολύ ταχεία ανάπτυξη. vi) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Chenopodiaceae κατατάχθηκαν στις κατηγορίες αργή, μέτρια και πολύ ταχεία ανάπτυξη. vii) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από φιστικιά και κολοκυθάκι κατατάχθηκαν στην κατηγορία της πολύ ταχείας ανάπτυξης. Επίσης, οι απομονώσεις που ανήκουν στα είδη *V. longisporum* και *V. albo-atrum* έχουν αργή ανάπτυξη, συγκριτικά με τις απομονώσεις του *V. dahliae*.



**Γράφημα 3.** Διαφοροποίηση της ταχύτητας ανάπτυξης των υφών των απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae* μεταξύ παθοτύπων (Α) και φυλών (Β). Οι στήλες που δεν συνδέονται με το ίδιο γράμμα, διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με τη στατιστική δοκιμασία του Tukey για  $P \leq 0.05$ . (Ο συμβολισμός «Μ.Π.» αντιστοιχεί στις απομονώσεις εκείνες οι οποίες δεν ήταν παθογόνες στην τομάτα, συνεπώς δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστεί η φυλή στην οποία ανήκαν).



**Γράφημα 4.** Κατανομή των απομονώσεων των μυκήτων του γένους *Verticillium* (*V. dahliae*, *V. albo-atrum* και *V. longisporum*) με βάση την ταχύτητα ανάπτυξης των υφών.

Παρόμοια με τα αποτελέσματα της πυκνότητας των υφών, ούτε και η ταχύτητα ανάπτυξης των υφών των απομονώσεων, που ελέγχθηκαν, παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ παθοτύπων και φυλών (Γράφημα 3Α και 3Β). Ωστόσο, η πλειονότητα των απομονώσεων που αξιολογήθηκαν παρουσίασε πολύ ταχεία ανάπτυξη, όπως απεικονίζεται στο Γράφημα 4.

### 3. Ένταση χρωστικής (μελανίνης)

**Πίνακας 3α.** Απομονώσεις που εμφάνισαν λευκό χρωματισμό (βαθμολογία «0» βάση της αντίστοιχης κλίμακας).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Anacardiaceae</b>
ATH-2	<i>Pistacia vera</i> (κν. Φιστικιά)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
<i>V. longisporum</i> K 12	<i>Brassica napus</i> spp. <i>oleifera</i> (κν. Ελαιοκράμβη)
	<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b>
554-1	<i>Cichorium intybus</i> (κν. Ραδίκι)
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
ATH-1	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
ATH-4	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
ATH-5	« « «
ATH-6	« « «
235-1	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
98-1	« « «
ATH-3	« « «
pt 72	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
ATH-7	« « «
ATH-8	« « «
ATH-9	« « «

**Σύνολο: 14 απομονώσεις προερχόμενες από 7 είδη φυτών που ανήκουν σε 5 βοτανικές οικογένειες**

**Εικόνα 3α.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που εμφάνισαν λευκό χρωματισμό.



**Εικόνα 3β.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που εμφάνισαν ελαφρώς καστανό χρωματισμό.





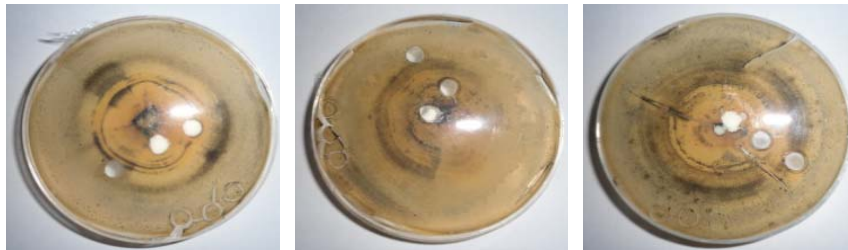
**Πίνακας 3β.** Απομονώσεις που εμφάνισαν ελαφρώς καστανό χρωματισμό (βαθμολογία «1» βάση της αντίστοιχης κλίμακας).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>	
478-1	<i>Anthemis melanolepis</i> (κν. Ανθεμίδα)
Lettuce	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνο)
490-1	<i>Senecio vulgaris</i> (κν. Μαρτιάκο)
465-2	<i>Tagetes erecta</i> (κν. Κατηφές)
<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>	
469-1	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> (κν. Κουνουπίδι)
469-2	« « «
449-2	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> (κν. Μπρόκολο)
<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>	
578-1	<i>Chenopodium album</i> (κν. Λουβουδιά)
586-2	« « «
476-3	<i>Spinacia oleracea</i> (κν. Σπανάκι)
<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b>	
479-6	<i>Cichorium endivia</i> (κν. Αντίδι)
455-1	<i>Cichorium intybus</i> (κν. Ραδίκι)
<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>	
pn 4	<i>Arachis hypogaea</i> (κν. Αραχίδα)
454-1	<i>Lathyrus ochrus</i> (κν. Παπούλα)
V. <i>albo-atrum</i> 220	<i>Medicago sativa</i> (κν. Μηδική)
453-1	<i>Vicia sativa</i> (κν. Βίκος)
<b>Οικογένεια Malvaceae</b>	
116-1	<i>Abelmoschus esculentus</i> (κν. Μπάμια)
cot 201	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
<b>Οικογένεια Solanaceae</b>	
V. <i>dahliae</i> Ca 146	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
V. <i>dahliae</i> Ca 38	« « «
124-8	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
136-1	« « «
433-2	« « «
434-3	« « «
437-1	« « «
460-1	« « «
461-1	« « «
461-3	« « «
464-1	« « «
113-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
526-1	« « «
ep 8	« « «
466-1	<i>Solanum nigrum</i> (κν. Στύφνος)
43-4	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
444-1	« « «
pt 112	« « «
<b>Σύνολο: 36 απομονώσεις προερχόμενες από 21 είδη φυτών που ανήκουν σε 7 βοτανικές οικογένειες</b>	

**Πίνακας 3γ.** Απομονώσεις που εμφάνισαν καστανό χρωματισμό (βαθμολογία «2» βάση της αντίστοιχης κλίμακας).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>	
451-1	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνο)
465-1	<i>Tagetes erecta</i> (κν. Κατηφές)
<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>	
<i>V. longisporum</i> G 19	<i>Brassica napus</i> spp. <i>oleifera</i> (κν. Ελαιοκράμβη)
414-1	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (κν. Λάχανο)
467-2	<i>Cardaria draba</i> (κν. Βρωμολάχανο)
447-1	<i>Raphanus sativus</i> (κν. Ραπάνι)
<b>Οικογένεια Solanaceae</b>	
136-2	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
437-2	« « «
463-1	« « «
998-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
16-1	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
<b>Σύνολο: 11 απομονώσεις προερχόμενες από 9 είδη φυτών που ανήκουν σε 3 βοτανικές οικογένειες</b>	

**Εικόνα 3γ.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που εμφάνισαν καστανό χρωματισμό.



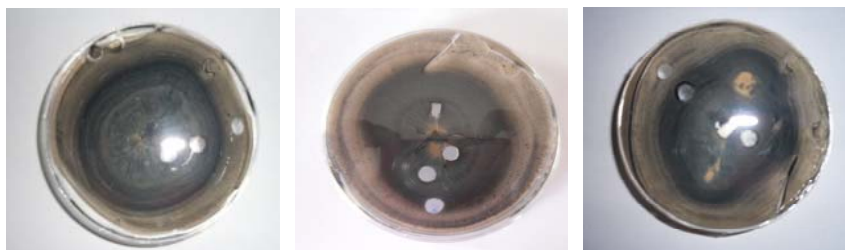
**Εικόνα 3δ.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που εμφάνισαν έντονα καστανό χρωματισμό.



**Πίνακας 3δ.** Απομονώσεις που εμφάνισαν έντονα καστανό χρωματισμό (βαθμολογία «3» βάση της αντίστοιχης κλίμακας).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Apiaceae (συν. Umbelliferae)</b>
456-1	<i>Anethum graveolens</i> (κν. Άνηθος)
	<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>
451-2	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνο)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
592-2	<i>Raphanus sativus</i> (κν. Ραπάνι)
	<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>
457-5	<i>Spinacia oleracea</i> (κν. Σπανάκι)
	<b>Οικογένεια Cucurbitaceae</b>
354-1	<i>Cucurbita pepo</i> (κν. Κολοκυθάκι)
473-1	« « «
	<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>
xxx-1	<i>Lathyrus ochrus</i> (κν. Παπούλα)
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
cot 11	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
<i>V. albo-atrum</i> V 90	« « «
	<b>Οικογένεια Oleaceae</b>
802-1	<i>Olea europaea</i> (κν. Ελιά)
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
140-2	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
164-1	« « «
435-1	« « «
997-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
<b>Σύνολο: 14 απομονώσεις προερχόμενες από 10 είδη φυτών που ανήκουν σε 9 βοτανικές οικογένειες</b>	

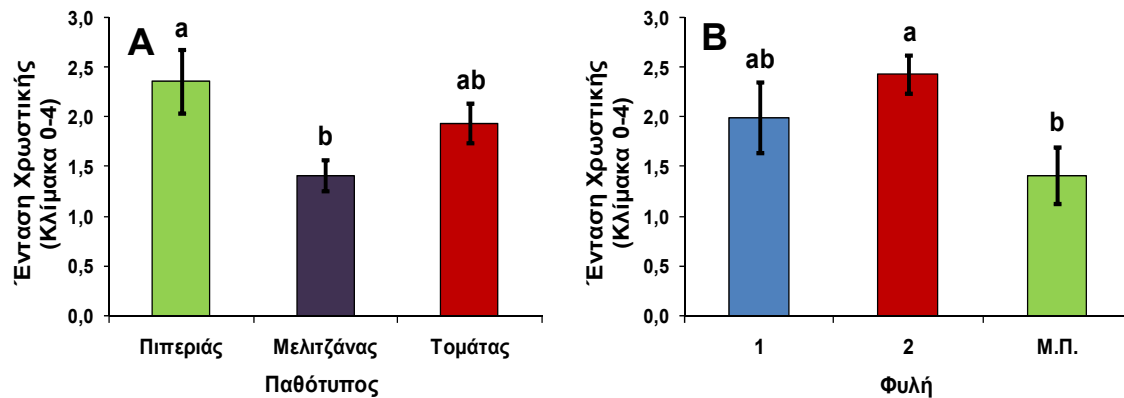
**Εικόνα 3ε.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που εμφάνισαν μαύρο χρωματισμό.



**Πίνακας 3ε.** Απομονώσεις που εμφάνισαν μαύρο χρωματισμό (βαθμολογία «4» βάση της αντίστοιχης κλίμακας).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Anacardiaceae</b>
423-1	<i>Pistacia vera</i> (κν. Φιστικιά)
	<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>
487-1	<i>Anthemis melanolepis</i> (κν. Ανθεμίδα)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
413-5	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (κν. Λάχανο)
570-2	<i>Raphanus sativus</i> (κν. Ραπάνι)
	<b>Οικογένεια Cannabaceae</b>
<i>V. albo-atrum</i> M 33	<i>Humulus lupulus</i> (κν. Λυκίσκος)
	<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>
577-1	<i>Chenopodium album</i> (κν. Λουβουδιά)
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
cot 274	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
ATH-10	« « «
	<b>Οικογένεια Oleaceae</b>
123-3	<i>Olea europaea</i> (κν. Ελιά)
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
530-1	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
136-3	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
150-5	« « «
171-2	« « «
247b-3	« « «
464-3	« « «
17-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
525-1	« « «
999-1	« « «
273-1	<i>Solanum nigrum</i> (κν. Στύφνος)
<b>Σύνολο: 19 απομονώσεις προερχόμενες από 12 είδη φυτών που ανήκουν σε 8 βοτανικές οικογένειες</b>	

Όσον αφορά την ένταση της χρωστικής (μελανίνης): i) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Solanaceae κατατάχθηκαν και στις πέντε κατηγορίες (λευκός, ελαφρώς καστανός, καστανός, έντονα καστανός και μαύρος χρωματισμός). Όμως, η πλειονότητα των απομονώσεων από τομάτα εμφάνισαν ελαφρώς καστανό ή μαύρο χρωματισμό ενώ οι απομονώσεις από πατάτα και πιπεριά εμφάνισαν κυρίως λευκό και ελαφρώς καστανό χρωματισμό. ii) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Asteraceae (συν. Compositae) κατατάχθηκαν επίσης και στις πέντε παραπάνω κατηγορίες, όμως οι περισσότερες εμφάνισαν ελαφρώς καστανό χρωματισμό. iii) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Brassicaceae (συν. Cruciferae) κατατάχθηκαν επίσης σε όλες τις κατηγορίες, όμως στην πλειονότητά τους εμφάνισαν ελαφρώς καστανό ή καστανό χρωματισμό. iv) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από διάφορα είδη ζιζανίων (λουβουδιά, μαρτιάκο, στύφνος, ανθεμίδα, βρωμολάχανο) εμφάνισαν ελαφρώς καστανό, καστανό ή μαύρο χρωματισμό. v) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από χώρες του εξωτερικού (Αυστρία, Καναδάς, Ρωσία, ΗΠΑ κ.ά.) εμφάνισαν κυρίως λευκό ή ελαφρώς καστανό χρωματισμό ενώ οι απομονώσεις των ειδών *V. albo-atrum* και *V. longisporum* κατατάχθηκαν και στις πέντε κατηγορίες.



**Γράφημα 5.** Διαφοροποίηση της έντασης της χρωστικής των απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae* μεταξύ παθοτύπων (A) και φυλών (B). Οι στήλες που δεν συνδέονται με το ίδιο γράμμα, διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με τη στατιστική δοκιμασία του Tukey για  $P \leq 0.05$ . (Ο συμβολισμός «Μ.Π.» αντιστοιχεί στις απομονώσεις εκείνες οι οποίες δεν ήταν παθογόνες στην τομάτα, συνεπώς δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστεί η φυλή στην οποία ανήκαν).



**Γράφημα 6.** Κατανομή των απομονώσεων των μυκήτων του γένους *Verticillium* (*V. dahliae*, *V. albo-atrum* και *V. longisporum*) με βάση την ένταση της χρωστικής (μελανίνης).

Απο τις 94 συνολικά απομονώσεις που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα εργασία, στις 14 δεν παρατηρήθηκε παρουσία χρωστικής, και οι καλλιέργειες εμφάνισαν λευκό χρωματισμό. Στις υπόλοιπες 80 απομονώσεις παρατηρήθηκε παρουσία λιγότερο ή περισσότερο έντονης χρωστικής, όπως απεικονίζεται στο γράφημα 6. Επίσης, στατιστικά υψηλότερη ήταν η ένταση της χρωστικής στις απομονώσεις που ανήκαν στον παθότυπο της πιπεριάς σε σχέση με εκείνες οι οποίες ανήκαν στον παθότυπο της μελιτζάνας, ενώ δεν ήταν σημαντική η διαφορά που παρατηρήθηκε μεταξύ του παθοτύπου της τομάτας και της μελιτζάνας ή της πιπεριάς (Γράφημα 5A). Ακόμη, στατιστικά σημαντική ήταν η διαφορά που παρατηρήθηκε μεταξύ της έντασης της χρωστικής σε απομονώσεις οι οποίες ανήκαν στη φυλή 2 και σε εκείνες οι οποίες ήταν μη παθογόνες στην τομάτα, ενώ δεν ήταν σημαντικές οι διαφορές οι οποίες βρέθηκαν μεταξύ των απομονώσεων οι οποίες ανήκαν στη φυλή 1 και 2 (Γράφημα 5B).

#### 4. Ταχύτητα Εμφάνισης Χρωστικής

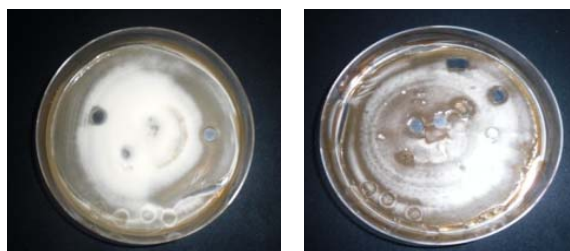
**Πίνακας 4α.** Απομονώσεις που δεν εμφάνισαν χρωστική (βαθμολογία «0» βάση της αντίστοιχης κλίμακας).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Anacardiaceae</b>
ATH-2	<i>Pistacia vera</i> (κν. Φιστικιά)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
<i>V. longisporum</i> K 12	<i>Brassica napus</i> spp. <i>oleifera</i> (κν. Ελαιοκράμβη)
	<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b>
554-1	<i>Cichorium intybus</i> (κν. Ραδίκι)
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
ATH-1	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
ATH-4	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
ATH-5	« « «
ATH-6	« « «
235-1	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
98-1	« « «
ATH-3	« « «
pt 72	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
ATH-7	« « «
ATH-8	« « «
ATH-9	« « «
<b>Σύνολο: 14 απομονώσεις προερχόμενες από 7 είδη φυτών που ανήκουν σε 5 βοτανικές οικογένειες</b>	

**Πίνακας 4β.** Απομονώσεις που είχαν αργή ταχύτητα εμφάνισης χρωστικής (38-45 ημέρες) [βαθμολογία «1» βάση της αντίστοιχης κλίμακας].

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
<i>V. longisporum</i> G 19	<i>Brassica napus</i> spp. <i>oleifera</i> (κν. Ελαιοκράμβη)
	<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>
pn 4	<i>Arachis hypogaea</i> (κν. Αραχίδα)
<i>V. albo-atrum</i> 220	<i>Medicago sativa</i> (κν. Μηδική)
<b>Σύνολο: 3 απομονώσεις προερχόμενες από 3 είδη φυτών που ανήκουν σε 2 βοτανικές οικογένειες</b>	

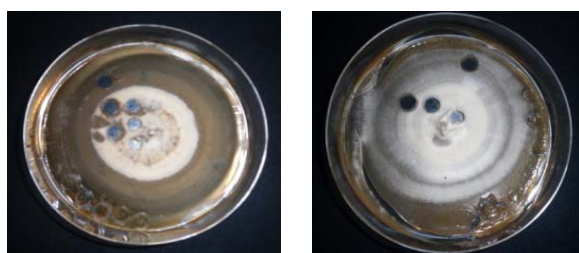
**Εικόνα 4α.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που δεν εμφάνισαν χρωστική.



**Πίνακας 4γ.** Απομονώσεις που είχαν μέτρια ταχύτητα εμφάνισης χρωστικής (30-37 ημέρες) [βαθμολογία «2» βάση της αντίστοιχης κλίμακας].

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>
Lettuce	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνο)
465-1	<i>Tagetes erecta</i> (κν. Κατηφές)
465-2	« « «
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
469-1	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> (κν. Κουνουπίδι)
469-2	« « «
	<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>
578-1	<i>Chenopodium album</i> (κν. Λουβουδιά)
476-3	<i>Spinacia oleracea</i> (κν. Σπανάκι)
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
116-1	<i>Abelmoschus esculentus</i> (κν. Μπάμια)
	<b>Οικογένεια Oleaceae</b>
802-1	<i>Olea europaea</i> (κν. Ελιά)
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
<i>V. dahliae</i> Ca 38	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
434-3	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
460-1	« « «
463-1	« « «
464-3	« « «
998-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
273-1	<i>Solanum nigrum</i> (κν. Στύφνος)
466-1	« « «
444-1	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
<b>Σύνολο: 18 απομονώσεις προερχόμενες από 12 είδη φυτών που ανήκουν σε 6 βοτανικές οικογένειες</b>	

**Εικόνα 4β.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που είχαν αργή ταχύτητα εμφάνισης χρωστικής (38-45 ημέρες).



**Εικόνα 4γ.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που είχαν μέτρια ταχύτητα εμφάνισης χρωστικής (30-37 ημέρες).



**Πίνακας 4δ.** Απομονώσεις που είχαν ταχεία εμφάνιση χρωστικής (22-29 ημέρες) [βαθμολογία «3» βάση της αντίστοιχης κλίμακας].

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Apiaceae (συν. Umbelliferae)</b>
456-1	<i>Anethum graveolens</i> (κν. Άνηθος)
	<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>
478-1	<i>Anthemis melanolepis</i> (κν. Ανθεμίδα)
451-1	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνο)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
413-5	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (κν. Λάχανο)
449-2	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> (κν. Μπρόκολο)
467-2	<i>Cardaria draba</i> (κν. Βρωμολάχανο)
447-1	<i>Raphanus sativa</i> (κν. Ραπάνι)
	<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>
586-2	<i>Chenopodium album</i> (κν. Λουβουδιά)
	<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b>
479-6	<i>Cichorium endivia</i> (κν. Αντίδι)
455-1	<i>Cichorium intybus</i> (κν. Ραδίκι)
	<b>Οικογένεια Cucurbitaceae</b>
354-1	<i>Cucurbita pepo</i> (κν. Κολοκυθάκι)
	<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>
454-1	<i>Lathyrus ochrus</i> (κν. Παπούλα)
xxx-1	« « «
453-1	<i>Vicia sativa</i> (κν. Βίκος)
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
cot 274	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
<i>V. albo-atrum</i> V 90	« « «
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
124-8	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
136-1	« « «
136-2	« « «
150-5	« « «
164-1	« « «
433-2	« « «
437-1	« « «
437-2	« « «
461-1	« « «
461-3	« « «
464-1	« « «
526-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
999-1	« « «
ep 8	« « «
16-1	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
43-4	« « «
<b>Σύνολο: 32 απομονώσεις προερχόμενες από 17 είδη φυτών που ανήκουν σε 9 βοτανικές οικογένειες</b>	



**Πίνακας 4ε.** Απομονώσεις που είχαν πολύ ταχεία εμφάνιση χρωστικής (15-21ημέρες) [βαθμολογία «4» βάση της αντίστοιχης κλίμακας].

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>
487-1	<i>Anthemis melanolepis</i> (κν. Ανθεμίδα)
451-2	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνο)
490-1	<i>Senecio vulgaris</i> (κν. Μαρτιάκο)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
414-1	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (κν. Λάχανο)
570-2	<i>Raphanus sativus</i> (κν. Ραπάνι)
592-2	« « «
	<b>Οικογένεια Cannabaceae</b>
<i>V. albo-atrum</i> M 33	<i>Humulus lupulus</i> (κν. Λυκίσκος)
	<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>
457-5	<i>Spinacia oleracea</i> (κν. Σπανάκι)
	<b>Οικογένεια Cucurbitaceae</b>
473-1	<i>Cucurbita pepo</i> (κν. Κολοκυθάκι)
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
cot 201	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
cot 11	« « «
	<b>Οικογένεια Oleaceae</b>
123-3	<i>Olea europaea</i> (κν. Ελιά)
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
<i>V. dahliae</i> Ca 146	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
140-2	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
247b-3	« « «
435-1	« « «
17-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
113-1	« « «
525-1	« « «
997-1	« « «
pt 112	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
<b>Σύνολο: 21 απομονώσεις προερχόμενες από 14 είδη φυτών που ανήκουν σε 8 βοτανικές οικογένειες</b>	

**Εικόνα 4δ.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που είχαν ταχεία εμφάνιση χρωστικής (22-29 ημέρες).



**Πίνακας 4στ.** Απομονώσεις που είχαν πάρα πολύ ταχεία εμφάνιση χρωστικής (7-14 ημέρες) [βαθμολογία «5» βάση της αντίστοιχης κλίμακας].

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Anacardiaceae</b>
423-1	<i>Pistacia vera</i> (κν. Φιστικιά)
	<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>
577-1	<i>Chenopodium album</i> (κν. Λουβουδιά)
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
ATH-10	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
530-1	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
136-3	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
171-2	« « «
<b>Σύνολο: 6 απομονώσεις προερχόμενες από 5 είδη φυτών που ανήκουν σε 4 βοτανικές οικογένειες</b>	

**Εικόνα 4ε.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που είχαν πολύ ταχεία εμφάνιση χρωστικής (15-21 ημέρες).

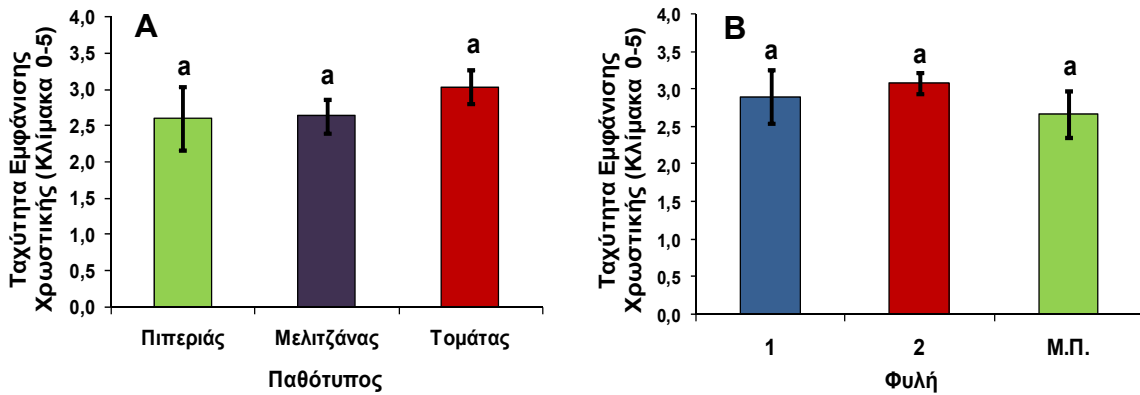


**Εικόνα 4στ.** Απομονώσεις του *V. dahliae* που είχαν πάρα πολύ ταχεία εμφάνιση χρωστικής (7-14 ημέρες).

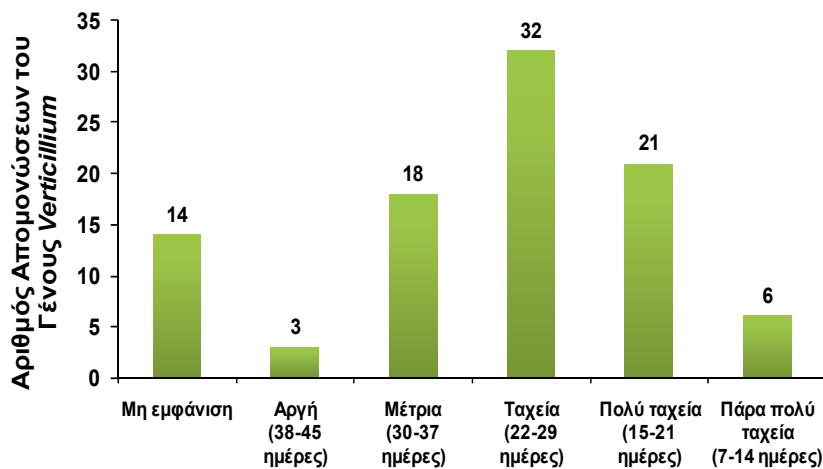


Όσον αφορά την ταχύτητα εμφάνισης χρωστικής (μελανίνης): i) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Solanaceae κατατάχθηκαν κυρίως στις κατηγορίες μέτρια, ταχεία ή πολύ ταχεία εμφάνιση χρωστικής. Επίσης, απομονώσεις της εν λόγω οικογένειας που προέρχονταν από χώρες του εξωτερικού, δεν εμφάνισαν χρωστική. ii) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Brassicaceae (συν. Cruciferae) κατατάχθηκαν σχεδόν σε όλες τις κατηγορίες, δηλαδή είτε δεν εμφάνισαν χρωστική είτε είχαν από αργή έως πολύ ταχεία εμφάνιση χρωστικής. iii) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Asteraceae (συν. Compositae) παρουσίασαν μέτρια, ταχεία ή πολύ ταχεία εμφάνιση χρωστικής. iv) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Fabaceae (συν. Leguminosae) κατατάχθηκαν στις κατηγορίες αργή και ταχεία εμφάνιση χρωστικής, όμως οι απομονώσεις από παπούλα και βίκο παρουσίασαν ταχεία εμφάνιση. v) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από διάφορα είδη ζιζανίων κατατάχθηκαν στις κατηγορίες από μέτρια έως πάρα

πολύ ταχεία εμφάνιση χρωστικής. vi) Οι απομονώσεις του *V. longisporum* είτε δεν εμφάνισαν χρωστική είτε είχαν αργή ταχύτητα εμφάνισης, ενώ οι απομονώσεις του *V. albo-atrum* είχαν αργή, ταχεία ή πολύ ταχεία εμφάνιση.



**Γράφημα 7.** Διαφοροποίηση της ταχύτητας εμφάνισης της χρωστικής των απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae* μεταξύ παθοτύπων (A) και φυλών (B). Οι στήλες που δεν συνδέονται με το ίδιο γράμμα, διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με τη στατιστική δοκιμασία του Tukey για  $P \leq 0.05$ . (Ο συμβολισμός «Μ.Π.» αντιστοιχεί στις απομονώσεις εκείνες οι οποίες δεν ήταν παθογόνες στην τομάτα, συνεπώς δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστεί η φυλή στην οποία ανήκαν).



**Γράφημα 8.** Κατανομή των απομονώσεων των μυκήτων του γένους *Verticillium* (*V. dahliae*, *V. albo-atrum* και *V. longisporum*) με βάση την ταχύτητα εμφάνισης της χρωστικής (μελανίνης).

Όσον αφορά στην ταχύτητα εμφάνισης της χρωστικής, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών παθοτύπων και φυλών των 94 απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae* οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη (Γράφημα 7A και 7B). Επίσης, οι περισσότερες απομονώσεις των μυκήτων του γένους *Verticillium* οι οποίες δοκιμάστηκαν, παρουσίασαν από μέτρια έως πολύ ταχεία εμφάνιση χρωστικής ενώ ελάχιστες απομονώσεις (3) παρουσίασαν αργή ταχύτητα εμφάνισης της χρωστικής (Γράφημα 8).

## 5. Σποριοποίηση (αριθμός κονιδίων)

**Πίνακας 5α.** Απομονώσεις που παρουσίασαν μειωμένη σποριοποίηση (μέσος όρος: 0,01-4,00 x 10<sup>7</sup> κονίδια/ml αιωρήματος).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
<b>Οικογένεια Anacardiaceae</b>	
ATH-2	<i>Pistacia vera</i> (κν. Φιστικιά)
<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>	
487-1	<i>Anthemis melanolepis</i> (κν. Ανθεμίδα)
465-1	<i>Tagetes erecta</i> (κν. Κατηφές)
465-2	« « «
<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>	
<i>V. longisporum</i> K 12	<i>Brassica napus</i> spp. <i>oleifera</i> (κν. Ελαιοκράμβη)
<i>V. longisporum</i> G 19	« « «
469-1	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> (κν. Κουνουπίδι)
469-2	« « «
413-5	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (κν. Λάχανο)
449-2	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> (κν. Μπρόκολο)
570-2	<i>Raphanus sativus</i> (κν. Ραπάνι)
592-2	« « «
<b>Οικογένεια Cannabaceae</b>	
<i>V. albo-atrum</i> M 33	<i>Humulus lupulus</i> (κν. Λυκίσκος)
<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>	
577-1	<i>Chenopodium album</i> (κν. Λουβουδιά)
578-1	« « «
586-2	« « «
<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b>	
479-1	<i>Cichorium endivia</i> (κν. Αντίδι)
455-1	<i>Cichorium intybus</i> (κν. Ραδίκι)
478-1	« « «
554-1	« « «
<b>Οικογένεια Cucurbitaceae</b>	
473-1	<i>Cucurbita pepo</i> (κν. Κολοκυθάκι)
<b>Οικογένεια Malvaceae</b>	
cot 11	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
cot 201	« « «
<i>V. albo-atrum</i> V 90	« « «
ATH-1	« « «
ATH-10	« « «
<b>Οικογένεια Oleaceae</b>	
123-3	<i>Olea europaea</i> (κν. Ελιά)
<b>Οικογένεια Solanaceae</b>	
530-1	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
<i>V. dahliae</i> Ca 38	« « «
ATH-4	« « «
ATH-5	« « «
ATH-6	« « «
98-1	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
124-8	« « «

235-1	«	«	«
247b-3	«	«	«
434-2	«	«	«
435-1	«	«	«
461-1	«	«	«
461-3	«	«	«
464-3	«	«	«
ATH-3	«	«	«
17-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)		
525-1	«	«	«
526-1	«	«	«
999-1	«	«	«
ep8	«	«	«
444-1	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)		
pt 72	«	«	«
pt 112	«	«	«
ATH-7	«	«	«
ATH-8	«	«	«
ATH-9	«	«	«
<b>Σύνολο: 53 απομονώσεις προερχόμενες από 19 είδη φυτών που ανήκουν σε 10 βοτανικές οικογένειες</b>			

**Πίνακας 5β.** Απομονώσεις που παρουσίασαν ενδιάμεση σποριοποίηση (μέσος όρος: 4,01-8,00 x 10<sup>7</sup> κονίδια/ml αιωρήματος).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
<b>Οικογένεια Anacardiaceae</b>	
423-1	<i>Pistacia vera</i> (κν. Φιστικιά)
<b>Οικογένεια Apiaceae (συν. Umbelliferae)</b>	
456-1	<i>Anethum graveolens</i> (κν. Άνηθος)
<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>	
451-1	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνο)
490-1	<i>Senecium vulgaris</i> (κν. Μαρτιάκο)
<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>	
467-2	<i>Cardaria draba</i> (κν. Βρωμολάχανο)
447-1	<i>Raphanus sativus</i> (κν. Ραπάνι)
<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>	
457-5	<i>Spinacia oleracea</i> (κν. Σπανάκι)
<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>	
pn 4	<i>Arachis hypogaea</i> (κν. Αραχίδα)
454-1	<i>Lathyrus ochrus</i> (κν. Παπούλα)
xxx-1	«
453-1	<i>Vicia sativa</i> (κν. Βίκος)
<b>Οικογένεια Oleaceae</b>	
802-1	<i>Olea europaea</i> (κν. Ελιά)
<b>Οικογένεια Solanaceae</b>	
<i>V. dahliae</i> Ca 146	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
136-3	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
140-2	«
150-5	«
164-1	«

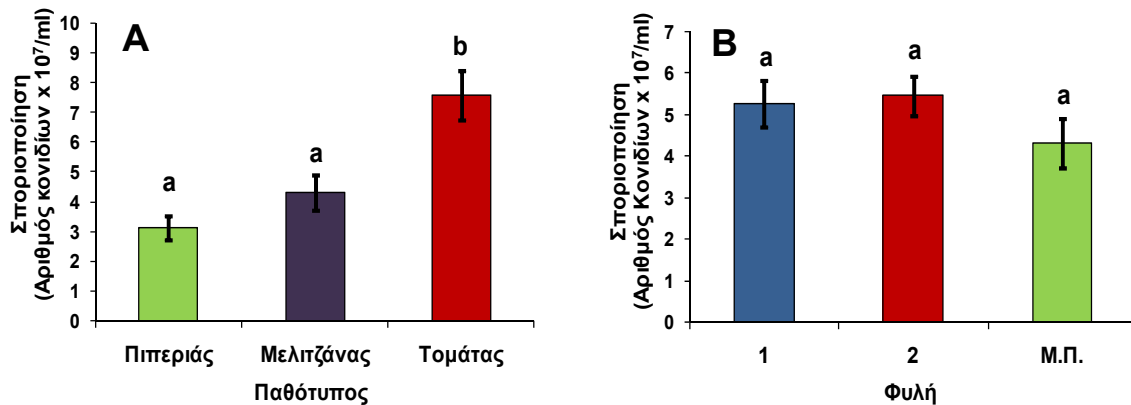
171-2	«	«	«
437-1	«	«	«
437-2	«	«	«
460-1	«	«	«
463-1	«	«	«
464-1	«	«	«
997-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)		
998-1	«	«	«
466-1	<i>Solanum nigrum</i> (κν. Στύφνος)		
16-1	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)		
43-4	«	«	«
<b>Σύνολο: 28 απομονώσεις προερχόμενες από 16 είδη φυτών που ανήκουν σε 8 βοτανικές οικογένειες</b>			

**Πίνακας 5γ.** Απομονώσεις που παρουσίασαν αυξημένη σποριοποίηση (μέσος όρος: 8,01-12,00 x 10<sup>7</sup> κονίδια/ml αιωρήματος).

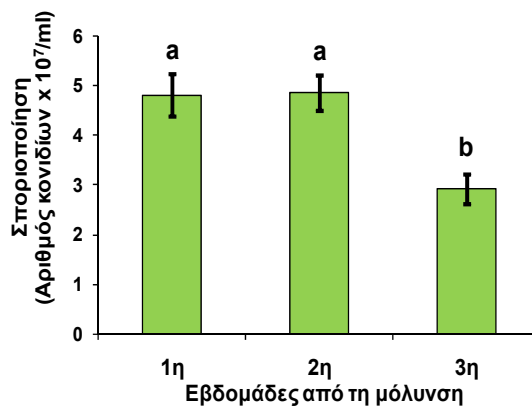
Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)		
<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>			
451-2	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνα)		
Lettuce	«	«	«
<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>			
414-1	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (κν. Λάχανο)		
<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>			
476-3	<i>Spinacia oleracea</i> (κν. Σπανάκι)		
<b>Οικογένεια Cucurbitaceae</b>			
354-1	<i>Cucurbita pepo</i> (κν. Κολοκυθάκι)		
<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>			
<i>V. albo-atrum</i> 220	<i>Medicago sativa</i> (κν. Μηδική)		
<b>Οικογένεια Malvaceae</b>			
116-1	<i>Abelmoschus esculentus</i> (κν. Μπάμια)		
cot 274	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)		
<b>Οικογένεια Solanaceae</b>			
136-1	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)		
136-2	«	«	«
433-2	«	«	«
113-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)		
273-1	<i>Solanum nigrum</i> (κν. Στύφνος)		
<b>Σύνολο: 13 απομονώσεις προερχόμενες από 10 είδη φυτών που ανήκουν σε 7 βοτανικές οικογένειες</b>			

Όσον αφορά την σποριοποίηση (αριθμός κονιδίων): i) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Solanaceae κατατάχθηκαν και στις τρεις κατηγορίες (μικρός, μεγάλος και πολύ μεγάλος αριθμός κονιδίων). Όμως, η πλειονότητα των απομονώσεων από τομάτα είχαν μεγάλο αριθμό κονιδίων ενώ από πιπεριά, πατάτα και μελιτζάνα είχαν μικρό αριθμό κονιδίων. ii) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Asteraceae (συν. Compositae) κατατάχθηκαν επίσης και στις τρεις κατηγορίες. Όμως, οι απομονώσεις που προέρχονταν από κατφέ είχαν μικρό αριθμό και οι απομονώσεις από ραδίκι και μαρούλι είχαν μικρό και πολύ μεγάλο αριθμό κονιδίων, αντίστοιχα. iii) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της

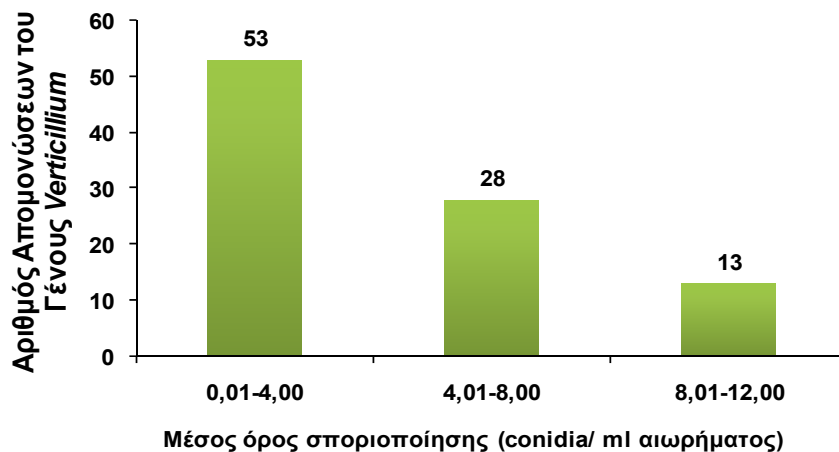
οικογένειας Brassicaceae (συν. Cruciferae) κατατάχθηκαν σε όλες τις παραπάνω κατηγορίες, όμως η πλειονότητα αυτών είχαν μικρό αριθμό κονιδίων. iv) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από διάφορα είδη ζιζανίων κατατάχθηκαν και στις τρεις κατηγορίες, όμως οι απομονώσεις από λουβουδιά είχαν μικρό αριθμό κονιδίων. v) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από τα είδη *V. longisporum* και *V. albo-atrum* είχαν μικρό αριθμό κονιδίων, καθώς επίσης και οι περισσότερες απομονώσεις που προέρχονταν από χώρες του εξωτερικού.



**Γράφημα 9.** Διαφοροποίηση ως προς τη σποριοποίηση (αριθμός κονιδίων) των απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae* μεταξύ παθοτύπων (A) και φυλών (B). Οι στήλες που δεν συνδέονται με το ίδιο γράμμα, διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με τη στατιστική δοκιμασία του Tukey για  $P \leq 0.05$ . (Ο συμβολισμός «Μ.Π.» αντιστοιχεί στις απομονώσεις εκείνες οι οποίες δεν ήταν παθογόνες στην τομάτα, συνεπώς δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστεί η φυλή στην οποία ανήκαν).



**Γράφημα 10.** Διαφοροποίηση ως προς την ικανότητα παραγωγής κονιδίων (σποριοποίηση) των απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae* μεταξύ των εβδομάδων από την μόλυνση των τριβλίων. Οι στήλες που δεν συνδέονται με το ίδιο γράμμα, διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με τη στατιστική δοκιμασία του Tukey για  $P \leq 0.05$ .



**Γράφημα 11.** Κατανομή των απομονώσεων των μυκήτων του γένους *Verticillium* (*V. dahliae*, *V. albo-atrum* και *V. longisporum*) με βάση τη σποριοποίησή (αριθμός κονιδίων) τους.

Όπως απεικονίζεται στο γράφημα 9Α, οι απομονώσεις του *V. dahliae* που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία και ανήκουν στον παθότυπο της τομάτας, χαρακτηρίστηκαν από στατιστικά μεγαλύτερη ικανότητα σποριοποίησης σε σχέση με τις απομονώσεις που ανήκουν στους παθότυπους της πιπεριάς και μελιτζάνας. Αντιθέτως, μεταξύ των απομονώσεων οι οποίες ανήκουν σε διαφορετικές φυλές (Γράφημα 9Β) δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον αριθμό των παραγόμενων κονιδίων. Ωστόσο, σημαντική διαφορά ως προς την ικανότητα σποριοποίησης του συνόλου των απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae*, παρουσιάστηκε κατά την 3<sup>η</sup> εβδομάδα από τη μόλυνση, όπου ο αριθμός των παραγόμενων κονιδίων ήταν στατιστικά μικρότερος σε σχέση με τις δύο προηγούμενες εβδομάδες (Γράφημα 10). Επίσης, το 56 % των απομονώσεων (53 από 94 συνολικά απομονώσεις) του γένους *Verticillium* που μελετήθηκαν, παράγγααν σχετικά μικρούς αριθμούς κονιδίων, το 30 % (28 απομονώσεις) παρουσίασε ενδιάμεση ικανότητα σποριοποίησης και μόλις το 14 % (13 απομονώσεις) εμφάνισαν μεγάλη ικανότητα παραγωγής κονιδίων (Γράφημα 11).



## 6. Μήκος κονιδίων

Πίνακας 6α. Απομονώσεις που παρήγαγαν κονίδια μικρού μήκους (3,70-5,40 μm).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Anacardiaceae</b>
423-1	<i>Pistacia vera</i> (κν. Φιστικιά)
ATH-2	« « «
	<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>
451-1	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> (κν. Μαρούλι Ρωμάνο)
451-2	« « «
Lettuce	« « «
490-1	<i>Senecio vulgaris</i> (κν. Μαρτιάκο)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
413-5	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (κν. Λάχανο)
449-2	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> (κν. Μπρόκολο)
570-2	<i>Raphanus sativus</i> (κν. Ραπάνι)
592-2	« « «
	<b>Οικογένεια Cannabaceae</b>
<i>V. albo-atrum</i> M 33	<i>Humulus lupulus</i> (κν. Λυκίσκος)
	<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>
577-1	<i>Chenopodium album</i> (κν. Λουβουδιά)
578-1	« « «
	<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b>
554-1	<i>Cichorium intybus</i> (κν. Ραδίκι)
	<b>Οικογένεια Cucurbitaceae</b>
354-1	<i>Cucurbita pepo</i> (κν. Κολοκυθάκι)
473-1	« « «
	<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>
454-1	<i>Lathyrus ochrus</i> (κν. Παπούλα)
xxx-1	« « «
<i>V. albo-atrum</i> 220	<i>Medicago sativa</i> (κν. Μηδική)
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
cot 201	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
ATH-1	« « «
ATH-10	« « «
	<b>Οικογένεια Oleaceae</b>
123-3	<i>Olea europaea</i> (κν. Ελιά)
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
530-1	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
ATH-4	« « «
136-3	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
140-2	« « «
150-5	« « «
164-1	« « «
171-2	« « «
434-3	« « «
437-1	« « «
437-2	« « «
463-1	« « «

17-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
113-1	« « «
526-1	« « «
997-1	« « «
999-1	« « «
273-1	<i>Solanum nigrum</i> (κν. Στύφνος)
16-1	<i>Solanum tuberosum</i> (κν. Πατάτα)
pt 72	« « «
ATH-8	« « «
<b>Σύνολο: 43 απομονώσεις προερχόμενες από 19 είδη φυτών που ανήκουν σε 11 βοτανικές οικογένειες</b>	

**Πίνακας 6β.** Απομονώσεις που παρήγαγαν κονίδια μεσαίου μήκους (5,40-7,10 μm).

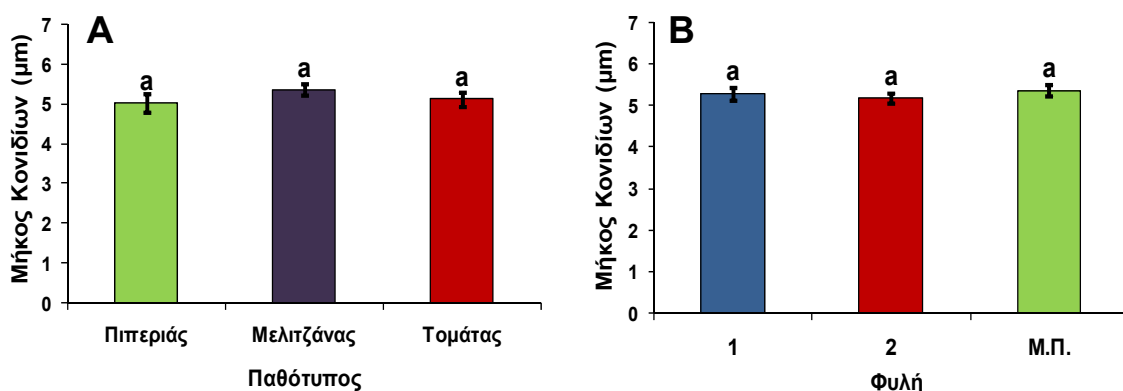
Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Apiaceae (συν. Umbelliferae)</b>
456-1	<i>Anethum graveolens</i> (κν. Άνηθος)
	<b>Οικογένεια Asteraceae (συν. Compositae)</b>
487-1	<i>Anthemis melanolepis</i> (κν. Ανθεμίδα)
465-1	<i>Tagetes erecta</i> (κν. Κατηφές)
465-2	« « «
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
414-1	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (κν. Λάχανο)
469-1	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> (κν. Κουνουπίδι)
469-2	« « «
467-2	<i>Cardaria draba</i> (κν. Βρωμολάχανο)
447-1	<i>Raphanus sativus</i> (κν. Ραπάνι)
	<b>Οικογένεια Chenopodiaceae</b>
586-2	<i>Chenopodium album</i> (κν. Λουβουδιά)
457-5	<i>Spinacia oleracea</i> (κν. Σπανάκι)
476-3	« « «
	<b>Οικογένεια Cichoriaceae</b>
479-6	<i>Cichorium endivia</i> (κν. Αντίδι)
455-1	<i>Cichorium intybus</i> (κν. Ραδίκι)
478-1	« « «
	<b>Οικογένεια Fabaceae (συν. Leguminosae)</b>
pn 4	<i>Arachis hypogaea</i> (κν. Αραχίδα)
453-1	<i>Vicia sativa</i> (κν. Βίκος)
	<b>Οικογένεια Malvaceae</b>
116-1	<i>Abelmoschus esculentus</i> (κν. Μπάμια)
cot 274	<i>Gossypium hirsutum</i> (κν. Βαμβάκι)
cot 11	« « «
<i>V. albo-atrum</i> V 90	« « «
	<b>Οικογένεια Oleaceae</b>
802-1	<i>Olea europaea</i> (κν. Ελιά)
	<b>Οικογένεια Solanaceae</b>
ATH-5	<i>Capsicum annuum</i> (κν. Πιπεριά)
ATH-6	« « «
<i>V. dahliae</i> Ca 146	« « «
<i>V. dahliae</i> Ca 38	« « «

124-8	<i>Lycopersicon esculentum</i> (κν. Τομάτα)
136-1	« « «
136-2	« « «
235-1	« « «
247b-3	« « «
433-2	« « «
435-1	« « «
460-1	« « «
461-1	« « «
461-3	« « «
464-1	« « «
464-3	« « «
98-1	« « «
ATH-3	« « «
525-1	<i>Solanum melongena</i> (κν. Μελιτζάνα)
998-1	« « «
ep 8	« « «
466-1	<i>Solanum nigrum</i> (κν. Στύφνος)
43-4	<i>Solanum tuberosum</i> L.(κν. Πατάτα)
444-1	« « «
pt 112	« « «
ATH-7	« « «
ATH-9	« « «
<b>Σύνολο: 49 απομονώσεις προερχόμενες από 21 είδη φυτών που ανήκουν σε 9 βοτανικές οικογένειες</b>	

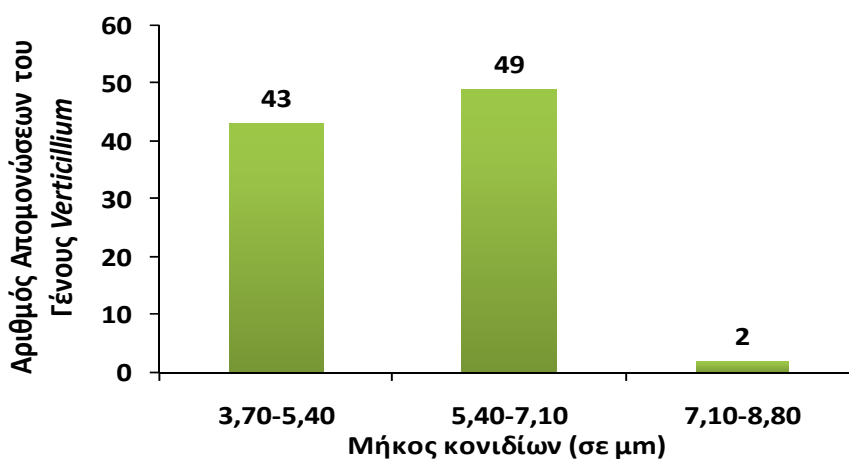
**Πίνακας 6γ.** Απομονώσεις που παρήγαγαν κονίδια μεγάλου μήκους (7,10-8,80 μm).

Κωδικός αριθμός απομόνωσης	Ξενιστής (Βοτανική οικογένεια/Είδος)
	<b>Οικογένεια Brassicaceae (συν. Cruciferae)</b>
<i>V. longisporum</i> K 12	<i>Brassica napus</i> spp. <i>oleifera</i> (κν. Ελαιοκράμβη)
<i>V. longisporum</i> G 19	« « «
<b>Σύνολο: 2 απομονώσεις προερχόμενες από 1 είδος φυτού που ανήκει σε 1 βοτανική οικογένεια</b>	

Όσον αφορά το μήκος των κονιδίων: i) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Solanaceae κατατάχθηκαν στις κατηγορίες μικρό και μεσαίο μήκος κονιδίων. Όμως, η πλειονότητα των απομονώσεων από τομάτα είχαν μεσαίο μήκος κονιδίων (5,40-7,10 μm). ii) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από είδη της οικογένειας Asteraceae (συν. Compositae) κατατάχθηκαν επίσης στις δύο παραπάνω κατηγορίες. Όμως, οι απομονώσεις από κατηφέ είχαν μεσαίο μήκος κονιδίων. iii) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από φιστικιά, κολοκυθάκι και παπούλα είχαν μικρό μήκος κονιδίων. iv) Οι απομονώσεις που προέρχονταν από το *V. albo-atrum* κατατάχθηκαν στις κατηγορίες μικρό και μεσαίο μήκος, ενώ οι απομονώσεις του *V. longisporum* είχαν χαρακτηριστικά μεγάλο μήκος κονιδίων (7,10-8,80 μm).



**Γράφημα 12.** Διαφοροποίηση του μήκους των κονιδίων των απομονώσεων του μύκητα *V. dahliae* μεταξύ παθοτύπων (A) και φυλών (B). Οι στήλες που δεν συνδέονται με το ίδιο γράμμα, διαφέρουν σημαντικά, σύμφωνα με τη στατιστική δοκιμασία του Tukey για  $P \leq 0.05$ . (Ο συμβολισμός «Μ.Π.» αντιστοιχεί στις απομονώσεις εκείνες οι οποίες δεν ήταν παθογόνες στην τομάτα, συνεπώς δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστεί η φυλή στην οποία ανήκαν).



**Γράφημα 13.** Κατανομή των απομονώσεων των μυκήτων του γένους *Verticillium* (*V. dahliae*, *V. albo-atrum* και *V. longisporum*) με βάση το μήκος των κονιδίων.

Σε ότι αφορά στο μήκος των κονιδίων, οι απομονώσεις του *V. dahliae* που μελετήθηκαν δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των παθοτύπων και των φυλών στις οποίες ανήκαν, όπως απεικονίζεται στο γράφημα 12A και 12B. Επίσης, η πλειονότητα των απομονώσεων του γένους *Verticillium* παρήγαγαν κονίδια μήκους 3,70-7,10 μm, ενώ μόνο 2 απομονώσεις παρήγαγαν κονίδια μεγαλύτερου μήκους (7,10-8,80 μm), οι οποίες ανήκαν στο είδος *Verticillium longisporum* (Γράφημα 13).

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο *Verticillium dahliae* είναι ένας εδαφογενής μύκητας που προκαλεί αδρομύκωση σε ευρύ φάσμα ξενιστών, στους οποίους περιλαμβάνονται καρποφόρα, δασικά και καλλωπιστικά δένδρα, ποώδη και οικονομικού ενδιαφέροντος λαχανικά και φυτά μεγάλων καλλιεργειών (Pegg & Brady, 2002). Ο *V. dahliae* δεν παρουσιάζει εξειδίκευση ως προς τους ξενιστές του, παρότι μερικές απομονώσεις του μύκητα θεωρείται ότι εμφανίζουν εξειδίκευση ως προς ένα ξενιστή (Kararapa *et al.*, 1997) ή έχουν κατηγοριοποιηθεί σε παθοτύπους (Koike *et al.*, 1996; Perez-Artes *et al.*, 2000; Usami *et al.*, 2002). Συνήθως, οι απομονώσεις του παθογόνου θεωρείται ότι είναι περισσότερο προσαρμοσμένες παρά εξειδικευμένες ως προς τους ξενιστές τους, επειδή έχουν τη δυνατότητα να μολύνουν ευρύ φάσμα ξενιστών αλλά συχνά εμφανίζουν υψηλότερη παθογένεια σε συγκεκριμένους ξενιστές (Douhan & Johnson, 2001). Παρότι έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες όπου διερευνάται η αλληλεπίδραση μυκήτων του γένους *Verticillium* με διάφορους ξενιστές (Pantelides *et al.*, 2009), δεν έχει μέχρι σήμερα πραγματοποιηθεί ολοκληρωμένη διερεύνηση που να αφορά στα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά τους. Από όσα γνωρίζουμε, η παρούσα εργασία αποτελεί μια προσέγγιση για τη συγκριτική διαφοροποίηση απομονώσεων των μυκήτων τους γένους *Verticillium* (*V. dahliae*, *V. albo-atrum* και *V. longisporum*) και χαρακτηρισμένων παθοτύπων και φυλών που ανήκουν οι απομονώσεις του *V. dahliae*, με βάση την πυκνότητα των υφών, την ένταση της χρωστικής, το μήκος των παραγόμενων κονιδίων και τη σποριοποίηση τους. Σε μια πρόσφατη εργασία (Qin *et al.*, 2006) αναφέρεται η ύπαρξη σημαντικών διαφορών ως προς τη μορφολογία, τη φυσιολογία, την παθογένεια καθώς και μοριακές διαφορές μεταξύ απομονώσεων του *V. dahliae* που προέρχονταν από μαρούλι.

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των απομονώσεων του *V. dahliae* οι οποίες προήλθαν από διαφορετικούς ξενιστές ως προς τα περισσότερα χαρακτηριστικά τους. Επίσης, δεν φαίνεται να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυλών και παθοτύπων στις οποίες ανήκουν οι απομονώσεις αυτές. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στη γεωγραφικά περιορισμένη και γενικά απομονωμένη περιοχή από όπου συλλέχθηκαν οι παραπάνω απομονώσεις, όπου οι κλιματικές συνθήκες δεν παρουσιάζουν αισθητές διαφορές κατά την διάρκεια του έτους, που να εξαναγκάζουν το παθογόνο να διαφοροποιηθεί, προκειμένου να προσαρμοστεί. Σε προηγούμενες εργασίες αναφέρεται ότι απομονώσεις προερχόμενες από μαρούλι, φράουλα και καρπουζιά κατατάχθηκαν στην ίδια φυλογενετική ομάδα βάση της ομοιότητας που παρουσίασαν από την αλληλούχιση της γενετικής περιοχής IGS και τις συνδυασμένες αλληλουχίες της περιοχής IGS και του γονιδίου της β-τουμπουλίνης, ενώ οι απομονώσεις αυτές κατατάχθηκαν στην ίδια ομάδα βάση και της διασταυρωτής παθογένειας που εμφάνισαν (Qin *et al.*, 2006). Επιπροσθέτως, οι Bhat & Subbarao (1999) χρησιμοποιώντας την τεχνική RAPD διαπίστωσαν την ύπαρξη στενής φυλογενετικής σχέσης μεταξύ μιας απομόνωσης από μαρούλι και μιας από φράουλα, ανάλογη με εκείνη που παρουσίασαν και άλλες απομονώσεις του μύκητα οι οποίες είναι προσαρμοσμένες ως προς τους ξενιστές τους.

Ένα από τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά κατά το οποίο διέφεραν σημαντικά οι απομονώσεις του *V. dahliae* που αξιολογήθηκαν, αφορούσε τον αριθμό των παραγόμενων κονιδίων *in vitro*. Ειδικότερα, διαπιστώθηκε ότι οι απομονώσεις του μύκητα οι οποίες ανήκουν στον παθότυπο της τομάτας παρουσίασαν αυξημένη ικανότητα σποριοποίησης η οποία ήταν τουλάχιστον 2 φορές υψηλότερη σε σχέση με τις απομονώσεις οι οποίες ανήκουν στους παθοτύπους της πιπεριάς και της μελιτζάνας (Γράφημα 9Α). Στις μέχρι σήμερα εργασίες που αναφέρουν διάκριση των

παθοτύπων του μύκητα, δεν έχει αναφερθεί αντίστοιχη διαφοροποίηση. Είναι γνωστό ότι όταν ο *V. dahliae* εισέλθει στα αγγεία της ρίζας των ξενιστών του, σχηματίζει εκ νέου κονιδιοφόρους με κονίδια τα οποία μεταφέρονται προς τα ανώτερα τμήματα του φυτού παρασυρόμενα από το ανοδικό ρεύμα της διαπνοής (Talboys 1962; Garber & Houston, 1966; Presley *et al.*, 1966; Emechebe *et al.*, 1975). Θα πρέπει συνεπώς να πραγματοποιηθεί επιπλέον έρευνα ώστε να διαπιστωθεί η πιθανή συσχέτιση της ικανότητας των απομονώσεων να παράγουν κονίδια και της παθογόνου ικανότητάς τους.

Επίσης, αποδείχθηκε ότι οι απομονώσεις του *V. dahliae* γενικά παρουσίασαν μειωμένη ικανότητα παραγωγής κονιδίων *in vitro* κατά την τρίτη εβδομάδα επώασης, σε σχέση με τις δύο προηγούμενες (Γράφημα 10). Αυτό ενδεχομένως θα μπορούσε να αποδοθεί στη φυσιολογική γήρανση του μύκητα, η οποία συνεπάγεται και τη μειωμένη σποριοποίηση του παθογόνου αλλά και την έναρξη σχηματισμού των μικροσκληρωτίων του παθογόνου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε πρόσφατες εργασίες που αφορούν στην αλληλεπίδραση του *V. dahliae* με την ελιά (Mercado-Blanco *et al.*, 2003; Markakis *et al.*, 2009), στις οποίες μελετήθηκε ο αποικισμός των αγγείων ευπαθών και ανθεκτικών ποικιλιών, διαπιστώθηκε ότι η βιομάζα του παθογόνου παρουσίασε απότομη μείωση στους ιστούς ριζών και στελεχών. Οι παραπάνω ερευνητές απέδωσαν το φαινόμενο αυτό στη μειωμένη βλαστική ικανότητα των μικροσκληρωτίων και υφών διείσδυσης στις ρίζες έπειτα από κάποιο χρονικό διάστημα (Farley *et al.*, 1971) και στην λύση των υφών που επέρχεται μετά την είσοδο και εγκατάσταση του παθογόνου στο αγγειακό σύστημα (Pegg & Brady, 2002). Ένας πρόσθετος παράγοντας που συνέβαλε στην παρατηρούμενη μείωση της βιομάζας του παθογόνου από τους ιστούς της ελιάς μετά την εγκατάστασή του στα αγγεία του ξύλου, ενδεχομένως να αποτελεί και η μείωση των παραγόμενων κονιδίων η οποία παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη.

Σημαντική επίσης είναι η διαφοροποίηση που παρατηρήθηκε μεταξύ των παθοτύπων και των φυλών στις οποίες ανήκουν οι απομονώσεις του *V. dahliae*, ως προς την ένταση της χρωστικής (μελανίνης) η οποία σχηματίστηκε *in vitro*. Συγκεκριμένα, οι απομονώσεις του μύκητα που ανήκουν στον παθότυπο της πιπεριάς καθώς και οι απομονώσεις που ανήκουν στην φυλή 2 της τομάτας εμφάνισαν υψηλότερη ένταση χρωστικής. Η εμφάνιση και η ένταση της χρωστικής σχετίζεται άμεσα με την ικανότητα των απομονώσεων να σχηματίζουν μικροσκληρώτια και με τη δυνατότητα τους να επιβιώνουν στο έδαφος, και ενδεχομένως με το βαθμό μολυσματικότητας τους. Ομάδα Κινέζων ερευνητών κατέταξε 490 απομονώσεις προερχόμενες από βαμβάκι σε τρεις ομάδες, ανάλογα με την ικανότητά τους να σχηματίζουν μικροσκληρώτια *in vitro*: i) το 89,39 % των απομονώσεων είχαν τη δυνατότητα σχηματισμού πολλών μικροσκληρωτίων (sclerotium type), ii) το 7,35%, των απομονώσεων εμφάνισαν λευκή καλλιέργεια (mycelial type) και iii) το 3,27% των απομονώσεων εμφάνισαν ενδιάμεσου τύπου καλλιέργεια (black-white middle type). Στην ίδια εργασία αναφέρεται ότι οι απομονώσεις οι οποίες είχαν τη δυνατότητα να σχηματίζουν πολλά μικροσκληρώτια (sclerotium type) είχαν την υψηλότερη παθογόνο ικανότητα, οι απομονώσεις με ενδιάμεση ικανότητα σχηματισμού μικροσκληρωτίων (black-white middle type) χαρακτηρίστηκαν από μέτρια παθογόνο ικανότητα ενώ εκείνες οι οποίες δεν είχαν δυνατότητα να σχηματίζουν καθόλου μικροσκληρώτια χαρακτηρίστηκαν ως οι λιγότερο παθογόνες στο βαμβάκι. Συνεπώς, η αξιολόγηση της μολυσματικής ικανότητας των απομονώσεων οι οποίες ανήκουν στον παθότυπο της πιπεριάς και εκείνων οι οποίες ανήκουν στη φυλή 2, σε σχέση με τις απομονώσεις που ανήκουν στους υπόλοιπους παθοτύπους και φυλές χρίζει περαιτέρω διερεύνησης.

Όσον αφορά το μήκος των κονιδίων των απομονώσεων του *V. dahliae* που μελετήθηκαν και προέρχονται από σταυρανθή, διαπιστώθηκε ότι παρήγαγαν κονίδια κανονικού μήκους, όπως οι

απομονώσεις που προέρχονταν από ξενιστές που ανήκουν σε άλλες βοτανικές οικογένειες. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δεν συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Collins *et al.* (2003) που διαπίστωσαν ότι η πλειονότητα απομονώσεων από σταυρανθή, προερχόμενες από ορισμένες χώρες της Ευρώπης (εκτός Ελλάδας), τις ΗΠΑ και την Ιαπωνία, παρήγαγαν σημαντικά μεγαλύτερου μήκους κονίδια. Αντιθέτως, σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε στις απομονώσεις του *V. longisporum* οι οποίες παρήγαγαν κονίδια διπλάσιου σχεδόν μήκους, συγκριτικά με τα κονίδια των απομονώσεων του *V. dahliae* και του *V. albo-atrum* (Kararapa *et al.*, 1997).

Ως προς την πυκνότητα των υφών, οι απομονώσεις του *V. dahliae* που μελετήθηκαν δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυλών και των παθοτύπων. Οι Cherrab *et al.* (2000) μελετώντας απομονώσεις του *V. dahliae* από ελιά, προερχόμενες από το Μαρόκο, διαπίστωσαν ότι δεν υπήρχε συσχέτιση μεταξύ των απομονώσεων βάσει της μορφολογίας των αποικιών τους.

Συμπερασματικά, από την παρούσα μελέτη διαπιστώνεται ότι όταν μελετώνται διάφορα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά απομονώσεων του γένους *Verticillium* (*V. dahliae*, *V. albo-atrum*, *V. longisporum*) και ιδιαίτερα απομονώσεων του *V. dahliae*, δεν είναι δυνατόν να ομαδοποιηθούν βάση της γεωγραφικής τους προέλευσης, το είδος του ξενιστή (καλλιεργούμενο είδος φυτού ή ζιζάνιο), την κατηγορία του ξενιστή (λαχανικό, κτηνοτροφικό, καλλωπιστικό, βιομηχανικό φυτό κ.λπ.). Δηλαδή, απομονώσεις του μύκητα προερχόμενες από μία περιοχή (π.χ. Οροπέδιο Λασιθίου) και από ένα είδος φυτού (π.χ. πατάτα, τομάτα) όταν μελετάται ένα μορφολογικό ή φυσιολογικό χαρακτηριστικό τους (π.χ. πυκνότητα υφών, εμφάνιση χρωστικής) κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στην προσαρμογή του μύκητα σε διαφορετικά μικροκλίματα, στην ικανότητά του να παρασιτεί μεγάλο εύρος ξενιστών και στην αρχική προέλευση των απομονώσεων (π.χ. σπόρος πατάτας εισαγωγής, σπόρος τομάτας, σπόρος ζιζανίων κ.λπ.). Ωστόσο, στη φαρέτρα του σύγχρονου φυτοπαθολόγου έχουν πλέον προστεθεί τα σύγχρονα «μοριακά εργαλεία» τα οποία δύνανται να εντοπίζουν ακόμη και ελάχιστες γενετικές διαφορές οι οποίες δεν είναι δυνατόν να παρατηρηθούν μόνο με τη μελέτη των μορφολογικών και φυσιολογικών στοιχείων. Ο εντοπισμός τέτοιων διαφορών μπορεί να συμβάλλει αποφασιστικά στην πλήρη κατανόηση της βερτισιλλίωσης, με απώτερο σκοπό την εύρεση αποτελεσματικών μεθόδων που θα αφορούν στη πρόληψη αλλά και θεραπεία μιας από τις σπουδαιότερες ασθένειες που μαστίζουν τη σύγχρονη γεωργία.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Antoniou P.P., Tjamos E.C. and Panagopoulos C.G. 1995. Soil solarization for control of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in tomatoes. *Plant Pathology* 44:438-447.
- Azad H.R., Davis J.R., Schnathorst W.C. and Kado C.I. 1985. Relationships between rhizoplane and rhizosphere bacteria and Verticillium wilt resistance in potato. *Arch. Microbiol.* 140:347-351.
- Azad H.R., Davis J.R., Schnathorst W.C. and Kado C.I. 1987. Influence of Verticillium wilt resistant and susceptible potato genotypes on populations of antagonistic rhizosphere and rhizoplane bacteria and free nitrogen fixers. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 26:99-104.
- Barbara D.J. and Clewes E. 2003. Plant pathogenic *Verticillium* species: How many of them are there?. *Mol. Plant Pathol.* 4:297-305.
- Bejarano-Alcazar J., Melero-Vara J.M., Blanco-Lopez M.A. and Jimenez-Diaz R.M. 1995. Influence of inoculum density of defoliating and nondefoliating pathotypes of *Verticillium dahliae* on epidemics of Verticillium wilt of cotton in southern Spain. *Phytopathology* 85:1474-1481.
- Bell A.A. 1992. Verticillium wilt. Pages 87-126 in: *Cotton Diseases RJ Hillocks*, ed. C.A.B. International, Wallingford, UK.
- Bell A.A., Stipanovic R.D. and Puhalla J.E. 1976. Pentaketide metabolites of *Verticillium dahliae*: Identification of (+)-scytalone as a natural precursor to melanin. *Tetrahedron* 32:1353-1356.
- Bell A.A. and Wheeler M.H. 1986. Biosynthesis and functions of fungal melanins. *Ann. Rev. of Phytopathology* 24:411-451.
- Ben-Yephet Y. and Szmulewicz Y. 1985. Inoculum levels of *Verticillium dahliae* in the soils of the hot semiarid Negev region of Israel. *Phytoparasitica* 13:193-200.
- Berg G., Knaape C., Ballin G. and Seidel D. 1994. Biological control of *Verticillium dahliae* Kleb. by naturally occurring rhizosphere bacteria. *Journal of Plant Disease Protection* 29:249-262.
- Berg G. and Lottmann J. 2000. Bacterial antagonists to *Verticillium longisporum* in the rhizosphere of oilseed rape. In: Tjamos E.C., Rowe R.C., Heale J.B. and Fravel D.R. (eds) *Advances in Verticillium Research and Disease Management* (pp 240-243) The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- Bhat R.G. and Subbarao K.V. 1999. Host range specificity in *Verticillium dahliae*. *Phytopathology* 89:1218-1225.
- Bhat R.G., Smith R.F., Koike S.T., Wu B.M., Subbarao K.V. 2003. Characterization of *Verticillium dahliae* isolates and wilt epidemics of pepper. *Plant Dis.* 87:789-797.
- Blanco-Lopez M.A., Jimenez-Diaz R.M. and Caballero J.M. 1984. Symptomatology incidence and distribution of Verticillium wilt of olive-trees in Andalusia. *Phytopath. Medit.* 23:1-8.
- Blodgett E.C. 1964. Verticillium wilt of stone fruits in Washington. *Washington Agr. Exp. Stat. Inst. Agr. Sci. Washington State Univ. Stat. Circular* 425, pp. 9.
- Brandt W.H. 1964. Morphogenesis in *Verticillium*: effects of light and ultraviolet radiation on microsclerotia and melanin. *Can. J. Bot.* 42:2017-2023.
- Brinkerhoff L.A. 1969. The influence of temperature, aeration and soil microflora on microsclerotial development of *Verticillium albo-atrum* in abscised cotton leaves. *Phytopathology* 59:805-808.



- Busch L.V., Smith E.A. and Njoh-Elango F. 1978. The effect of weeds on the value of rotation as a practical control for *Verticillium* wilt of potato. *Can. Plant Dis. Surv.* 58:61-64 (In Rev. Plant Pathol. 58:2383, 1979).
- Chen W.D. 1994. Vegetative compatibility groups of *Verticillium dahliae* from ornamental woody plants. *Phytopathology* 84:214-219.
- Cherrab M., Serrhini M.N. and Charest P.M. 2000. Characterization of Moroccan isolates of *Verticillium dahliae* Kleb using RAPD markers. *J. Phytopathology* 148:243-249.
- Cirulli M. 1975. Il deperimento dell' olivo da *Verticillium dahliae* Kleb. *Ital. agric.* 112:120-124.
- Cirulli M. 1981. Attuali cognizioni sulla Verticilliosi dell' olivo. *Inf.tore Fitopatol.* 21:101-105.
- Cirulli M. and Ciccarese F. 1984. Progress in the search for *Verticillium* wilt resistant eggplant. *Phytopath. Medit.* 23:198.
- Cirulli M., Amenduni M. and Ciccarese F. 1997. Resistance to *Verticillium* wilt in eggplant. (Abstr.) Page 42 in: *Abstr. 7<sup>th</sup> Internl Verticillium Symposium*, Oct. 6-10, Athens, Greece.
- Collins A., Okoli C.A.N., Morton A., Parry D., Edwards S.G. and Barbara D.J. 2003. Isolates of *Verticillium dahliae* pathogenic to crucifers are of at least three distinct molecular types. *Phytopathology* 93:364-376.
- Cotton J.R., Presley J.T. and Darvish F. 1969. Distribution of *Verticillium* wilt in cotton-growing areas of the U.S. *Plant Dis. Rep.* 53:116-117.
- Dayy F., Nicole M. and Geiger J.P. 1995. Differentiation of *Verticillium dahliae* populations on the basis of vegetative compatibility and pathogenicity on cotton. *Eur. F. Plant Pathol.* 101:69-79.
- Davis J.R. and Everson D.O. 1986. Relation of *Verticillium dahliae* in soil and potato tissue, irrigation method and N-fertility to *Verticillium* wilt of potato. *Phytopathology* 76:730-736.
- Davis J.R., Huisman O.C., Westermann D.T., Hafez S.L., Everson D.O., Sorensen L.H. and Schneider A.T. 1996. Effects of green manures on *Verticillium* wilt of potato. *Phytopathology* 86:444-453.
- Davis J.R., Stark J.C., Sorensen L.H. and Schneiber A.T. 1994a. Interactive effects of nitrogen and phosphorus and *Verticillium* wilt of Russet Burbank potato. *Am. Potato J.* 71:467-481.
- Davis J.R., Pavek J.J., Corsini D.L., Sorensen L.H., Schneider A.T., Everson D.O., Westermann D.T. and Huisman O.C. 1994b. Influence of continuous cropping of several potato clones on the epidemiology of *Verticillium* wilt of potato. *Phytopathology* 84:207-214.
- Δημητριάδης Σ.Δ. 1970. Μαθήματα Φυτοπαθολογίας. Τόμος Β' Ειδική Φυτοπαθολογία (Νοσολογία). Αθήνα, σελ. 395.
- Demetriades S.D., Zachos D.G., Constantinou P.T., Panagopoulos C.G. and Holevas C.D. 1958. Rapport sommaire sur les principales maladies des plantes cultivees, observees en Grece au cours de l'annee 1958. *Annls. Inst. Phytopath. Benaki (N.S.)* 1:323-329.
- Dervis S., Erten L., Soyly S., Tok F.M. and Kurt S. 2007. Vegetative compatibility groups in *Verticillium dahliae* isolates from olive in western Turkey. *Eur. F. Plant Pathol.* 119:437-447.
- DeVay J.E., Forrester L.L., Garber R.H. and Butterfield E.J. 1974. Characteristics and concentration of propagules of *Verticillium dahliae* in air-dried field soils in relation to the prevalence of *Verticillium* wilt in cotton. *Phytopathology* 64:22-29.
- Douhan L.I. and Johnson D.A. 2001. Vegetative compatibility and pathogenicity of *Verticillium dahliae* from spearmint and peppermint. *Plant Dis.* 85:297-302.

- du Toit L.J., Derie M.L. and Hernandez-Perez P. 2005. Verticillium wilt in spinach seed production. *Plant Dis.* 89:4-11.
- Easton G.D., Nagle M.E. and Bailey D.L. 1972a. *Verticillium albo-atrum* carried by certifiend seed potatoes into Washington and control by chemicals. *Am. Potato J.* 49:397-402.
- Easton G.D., Nagle M.E. and Bailey D.L. 1975. Residual effect of soil fumigation with vine burning on control of Verticillium wilt of potato. *Phytopathology* 65:1419-1422.
- Emechebe A.M., Leaky C.L.A. and Banage W.B. 1975. *Verticillium* wilt of cocoa in Uganda: incidence and progress of infection in relation to time. *East African Agriculture Forestry Journal* 41:184-186.
- Erwin D.C. 1981. Chemical control. Pages 563-594 in: *Fungal Wilt Diseases of Plants*. Mace M.E., Bell A.A. and Beckman C.H., eds. Academic Press. New York.
- Evans G. 1968. Infection of *Xanthium pungens* by seed borne *Verticillium dahliae*. *Plant Dis. Rep.* 52:976-978.
- Evans G. 1971. Influence of weed hosts on the ecology of *Verticillium dahliae* in newly cultivated areas of the Namoi Valley, New South Wales. *Ann. Appl. Biol.* 67:169-175.
- Evans G., Snyder W.C. and Wilhelm S. 1966. Inoculum increase of the Verticillium wilt fungus in cotton. *Phytopathology* 56:590-594.
- Evans G., Wilhelm S. and Snyder W.C. 1967. Quantitative studies by plate count of propagules of the Verticillium wilt fungus in cotton field soil. *Phytopathology* 57:590-594.
- Farley J.D., Wilhelm S. and Snyder W.C.. 1971. Repeated germination and sporulation of microsclerotia of *Verticillium albo-atrum* in soil. *Phytopathology* 61:260-264.
- 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.
- Gamliel Y. and Katan J. 1991. Involvement of fluorescent pseudomonas and other microorganisms in increased growth response of plants in solarized soils. *Phytopathology* 81:495-502.
- Garber R.H. and Houston B.R. 1966. Penetration and development of *Verticillium albo-atrum* in the cotton plant. *Phytopathology* 56:1121-1126.
- Garett S.D. 1950. Ecology of the root-inhabiting fungi. *Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc.* 25:220-254.
- Gordon T.R., Duniway J.M., Paulus A.O., Vilchez M. and Westerlund F.. 1997. The effect of chemical fumigants and cover crops on soilborne pathogens of strawberries in California. Page 82 in: Abstr. 7<sup>th</sup> Internl. *Verticillium Symposium*, Oct. 6-10, Athens, Hellas.
- Green R.J. Jr. 1980. Soil factors affecting survival of microsclerotia of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology* 70:353-355.
- Grogan R.G., Ioannou N., Schneider R.W., Sall M.A. and Kimble K.A. 1979. Verticillium wilt on resistant tomato cultivars in California: Virulence of isolates from plant and soil and relationship of inoculum density to disease incidence. *Phytopathology* 69:1176-1180.
- Γιαννοπολίτης Κ.Ν., 1997. Οδηγός γεωργικών φαρμάκων. Εκδόσει Αγρότυπος Α.Ε. σελ. 91.
- Hagiwara H. 1990. Differentiation of the pathogenicity of *Verticillium dahliae* in Japan. *Plant Prot.* 44:299-303.
- Hall R. 1969. *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* distinguished by acrylamide gel electrophoresis of proteins. *Can. J. Bot.* 47:2110-2111.
- Hall R. and Busch L.V. 1971. Verticillium wilt of *Chrysanthemum*: colonization of leaves in relation to symptom development. *Can. J. Bot.* 49:181-185.

- Hall D.H., Kimble K.A. and Smith P.G. 1972. An isolate of *Verticillium* found pathogenic to wilt-resistant tomatoes. *Calif. Agric.* 26:3.
- Harris D.C. and Yang J.R. 1996. The relationships between the amount of *Verticillium dahliae* in soil and the incidence of strawberry wilt as a basis for disease risk prediction. *Plant Pathol.* 45:106-114.
- Harrison A.F. and Clare B.G. 1970. Host reactions involved in the recovery of apricot trees from *Verticillium* wilt. *Austr. J. Biol. Sci.* 23:1027-1032.
- Hawksworth, D.L. 1970a. *Verticillium nubilum*. Pethybridge. In: *C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria*. No 258, pp. 2. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- Hawksworth, D.L. 1970b. *Verticillium tricorpus*. Isaac. In: *C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria*. No 260, pp. 2 Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- Hawksworth, D.L. 1970c. *Verticillium nigrescens*. Pethybridge. In: *C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria*. No 257, p. 1. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- Hawksworth, D.L. and Talboys P.W. 1970a. *Verticillium dahliae* Klebahn. In: *C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria*. No 256, pp. 2. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- Hawksworth, D.L. and Talboys P.W. 1970b. *Verticillium albo-atrum* Reinke and Berthold. In: *C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria*. No 255, pp. 2 Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- Hayes R.J., Vallad G.E., Qin Q.M., Grube R.C. and Subbarao K.V. 2007. Variation for resistance to *Verticillium* wilt in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Plant Dis.* 91:439-445.
- Heale J.B. and Isaac I. 1963. Wilt of lucerne caused by species of *Verticillium*. IV. Pathogenicity of *V. albo-atrum* and *V. dahliae* to lucerne and other crops: spread and survival of *V. albo-atrum* in soil and in weeds, effect upon lucerne production. *Ann. Appl. Biol.* 52:439-451.
- Heale J.B. and Isaac I. 1965. Environmental factors in the production of dark resting structures in *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae* and *V. tricorpus*. *Trans. Br. mycol. Soc.* 48:39-50.
- Henis, 1971. Factors affecting germination of microsclerotia of *Verticillium dahliae*. (Abstr.) Page 17 in: *Proc. 1<sup>st</sup> Internl. Verticillium Symposium*, Sept. 19-23, Wye College, England.
- Horiuchi S., Hagiwara H. and Takeuchi S. 1990. Host specificity of isolates of *Verticillium dahliae* towards cruciferous and solanaceous plants. Pages 285-298 in: *Biological Control of Soil-Borne Plant Pathogens*. D. Hornby, ed. Wallingford, Oxon, U.K. CAB International. (In *Rev. Plant Pathol.* 69:5308, 1990).
- Horner C.E. 1954. Pathogenicity of *Verticillium* isolates to peppermint. *Phytopathology* 44:239-242.
- Huisman O.C. 1982. Interrelationships of root growth dynamics to epidemiology of root invading fungi. *Annu. Rev. Phytopathol.* 20:303-327.
- Huisman O.C. and Ashworth L.J. Jr. 1976a. Rotation is ineffective as *Verticillium* control. *Calif. Agric.* 30:14-15.
- Huisman O.C. and Ashworth L.J. Jr. 1976b. Influence of crop rotation on survival of *Verticillium albo-atrum* in soils. *Phytopathology* 66:978-981.
- Huisman O.C. and Gerik J.S. 1989. Dynamics of colonization of plant roots, by *Verticillium dahliae* and other fungi. In: *Verticillium Wilt Diseases of Plants*. E.C. Tjamos and C.H. Beckman, eds. NATO ASI Series, Vol. H28:1-17. *Springer-Verlag*, pp. 590.

- Ioannou N.R., Schneider W. and Grogan R.G. 1977. Effect of oxygen, carbon dioxide and ethylene on growth, sporulation and production of microsclerotia by *Verticillium dahliae*. *Phytopathology* 67:645-650.
- Isaac I. 1946. Verticillium wilt of sainfoin. *Ann. Appl. Biol.* 33:28-34.
- Isaac I. 1949. A comparative study of pathogenic isolates of *Verticillium*: *V. nubilum* Pethybr. and *V. tricorpus* sp. nov. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 32:137-157.
- Isaac I. 1953a. A further comparative study of pathogenic isolates of *Verticillium*: *V. nubilum* Pethybr. and *V. tricorpus* sp. nov. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 36:180-195.
- Isaac I. 1953b. The spread of diseases caused by species of *Verticillium*. *Ann. Appl. Biol.* 40:630-638.
- Isaac I. 1957. Verticillium wilt of brussels sprout. *Ann. Appl. Biol.* 45:276-283.
- Isaac I. 1967. Speciation in *Verticillium*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 5:201-222.
- Jimenez-Diaz R.M., Blanco-Lopez M.A. and Caballero J.M. 1984. La verticiliosis del olivo en Andalucia. Agente, sintomatologia y distribution. Comunicaciones agrarias. Serie: *Protection vegetal* No. 1, pp. 32.
- Jimenez-Diaz R.M., Mercado-Blanco J., Olivares-Garcia C., Collado-Romero M., Bejarano-Alcazar J. 2006. Genetic and virulence diversity in *Verticillium dahliae* populations infecting artichoke in eastern-central Spain. *Phytopathology* 96:288-298.
- Johnson W.M., Johnson E.J. and Brinkerhoff L.A. 1980. Symptomatology and formation of microsclerotia in weeds inoculated with *Verticillium dahliae* from cotton. *Phytopathology* 70:31-35.
- Kadow K.J. 1934. Seed transmission of Verticillium wilt of eggplants and tomatoes. *Phytopathology* 24:1265-1268.
- Kaiser W.J. 1964. Effects of light on growth and sporulation of the Verticillium wilt fungus. *Phytopathology* 54:765-770.
- Karapapa V.K., Bainbridge B.W. and Heale J.B., 1997. Morphological and molecular characterization of *Verticillium longisporum* comb. Nov., pathogenic to oilseed rape. *Mycological Research* 101:1281-1294.
- Katan J. 1980. Solar pasteurization of soils for disease control: status and prospects. *Plant Dis.* 64:450-454.
- Katan J. 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Annu. Rev. Phytopathol.* 19:211-236.
- Katan J., Greenberger A., Alon H. and Grinstein A. 1976a. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. *Phytopathology* 66:683-688.
- Katan J., Greenberger A., Grinstein A. and Alon H. 1976b. Additional studies on the control of *Verticillium dahliae* by polyethylene mulching. (Abstr.) Page 27 in: *Proc. 2<sup>nd</sup> Internl Verticillium Symposium University of California*, Sept. 7-10, Berkeley.
- Katan J., Grinstein A. and Greenberger A. 1984. Soil solarization for plant disease and weed control. Pages 115-117 in: *Proc. 6<sup>th</sup> Congr. Un. Phytopath. Mediter. Cairo*, Egypt.
- Katan J., DeVay J.E. and Greenberger A. 1989. The biological control induced by soil solarization. In: *Vascular Wilt Diseases of Plants*. E.C. Tjamos and C. Beckman, eds. NATO ASI Series, Vol. H28: 493-499. *Springer-Verlag*, pp. 590.
- Keyworth, W.G. 1942. Verticillium wilt of the hop (*Humulus lupulus*). *Ann. Appl. Biol.* 29:346-357.
- Klisiewicz J.M. 1981. Reaction of sunflower and safflower germ plasm to *Verticillium dahliae*. *Plant Dis.* 65:237-239.

- Klosterman S.J., Atallah Z.K., Vallad G.E. and Subbarao K.V. 2009. Diversity, Pathogenicity and Management of *Verticillium* Species. *Annu. Rev. Phytopathol.* 47:39-62.
- Koike M., Fujita M., Nagao H. and Oshima S. 1996. Random amplified polymorphic DNA analysis of Japanese isolates of *Verticillium dahliae* and *V. albo-atrum*. *Plant Dis.* 80:1224-1227.
- Ligoxigakis E.K. 1991. Identification of physiological races of *Verticillium dahliae* on tomatoes in Crete. Master Thesis, M.A.I.C. pp.64.
- Ligoxigakis E.K. and Vakalounakis D.J. 1992. Occurrence of race 2 of *Verticillium dahliae* on tomatoes in Crete. *Plant Pathology* 41:774-776.
- Ligoxigakis E.K. and Vakalounakis D.J. 1994. The incidence and distribution of races of *Verticillium dahliae* in Crete. *Plant Pathology* 43:755-758.
- Ligoxigakis E.K., Vakalounakis D.J. and Thanassoulopoulos C.C. 2002a. Host range of *Verticillium dahliae* in cultivated species in Crete. *Phytoparasitica* 30(2):141-146.
- Ligoxigakis E.K., Vakalounakis D.J. and Thanassoulopoulos C.C. 2002b. Weed hosts of *Verticillium dahliae* in Crete: Susceptibility, symptomatology and significance. *Phytoparasitica* 30(5):511-518.
- Λιγοξυγκάκης Ε.Κ. 1998. Μελέτη των βερτισιλλιώσεων των φυτών στη νήσο Κρήτη. *Διδακτορική διατριβή*. Υποβληθείσα στο: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας.
- Λιγοξυγκάκης Ε.Κ., Βακαλουνάκης Δ.Ι. και Θανασουλόπουλος Κ.Κ., 2002. Παθότυποι του μύκητα *Verticillium dahliae* στην Ελλάδα. *Πρόγραμμα και περιλήψεις εργασιών 11<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο* (σελ. 109), Πρέβεζα, 1-4 Οκτωβρίου 2002.
- Lopez-Escudero F.J. and Blanco-Lopez M.A. 2005. Recovery of young olive trees from *Verticillium dahliae*. *European Journal of Plant Pathology* 113:367-375.
- Louis B. and Linn M.B. 1953. Studies on *Verticillium albo-atrum* isolated from pepper and eggplant. (Abstr.) *Phytopathology* 43:466.
- Μαλαθράκης Ν. 1983. Απολύμανση του εδάφους. Ηράκλειο Κρήτης, σελ. 31.
- Malandraki I., Tjamos S.E., Pantelides I.S. and Paplomatas E.J. 2007. Thermal Inactivation of compost suppressiveness implicates possible biological factors in disease management. *Biological Control* 44:180-187.
- Markakis A.E., Tjamos S.E., Chatzipavlidis I., Antoniou P.P. and Paplomatas E.J. 2008. Evaluation of compost amendments against vascular wilt pathogens. *European Journal of Plant Pathology* 156:622-627.
- Markakis E.A., Tjamos S.E., Antoniou P.P., Paplomatas E.J. and Tjamos E.C. 2009. Symptom development, pathogen isolation and Real-Time QPCR quantification as factors for evaluating the resistance of olive cultivars to *Verticillium* pathotypes. *Eur. J. Plant Pathol.* 124:603-611.
- Martin M.J., Riedel R.M. and Rowe R.C. 1981. *Pratylenchus penetrans* and *Verticillium dahliae*: Causal agents of early dying in *Solanum tuberosum* cv. Superior, in Ohio. (Abstr.) *J. Nematol.* 13:449.
- Martinson C.A. and Englander L. 1967. Use of growth rates at high temperatures to confirm identifications of *Verticillium albo-atrum* and *Verticillium dahliae* (Abstr.) *Phytopathology* 57:821.
- McClellan W.D., Borthwick H.A., Bjornsson I. and Marshall B.H. Jr. 1955. Some responses of fungi to light. (Abstr.) *Phytopathology* 45:465.
- Menzies J.D. 1962. Effect of anaerobic fermentation in soil on survival of sclerotia of *Verticillium dahliae*. (Abstr.) *Phytopathology* 52:743.

- Menzies J.D. and Griebel G.E. 1967. Survival and saprophytic growth of *Verticillium dahliae* in uncropped soil. *Phytopathology* 57:703-709.
- Mercado-Blanco J., Rodriguez-Jurado D., Hervas A. and Jimenez-Diaz R.M. 2004. Suppression of verticillium wilt in olive planting stocks by root-associated fluorescent *Pseudomonas* spp. *Biol. Control* 30:474-486.
- Mercado-Blanco J. and Bakker P.A.H.M. 2007. Interactions between plants and beneficial *Pseudomonas* spp.: exploiting bacterial traits for crop protection. *Antonie van Leeuwenhoek* 92:367-389.
- Okoli C.A.N., Carder J.H. and Barbara D.J.. 1993. Molecular variation and sub-specific groupings within *Verticillium dahliae*. *Mycol. Res.* 97:233-239.
- Okoli C.A.N., Carder J.H. and Barbara D.J.. 1994. Restriction fragment length polymorphisms (RFLPs) and the relationships of some host-adopted isolates of *Verticillium dahliae*. *Plant Pathol.* 43:33-40.
- Pantelides I.S., Tjamos S.E. and Paplomatas E.J. 2009. Ethylene perception via ETR1 is required in *Arabidopsis* infection by *Verticillium dahliae*. *Mol. Plant Pathology* 11:191-202.
- Papaioannou A.I. 1956. Notes phytopathologiques II. 2. Une hadromycose du Pistachier (*Pistacia vera* L.) cause par le *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berth. *Annls. Inst. Phytopath. Benaki*, 10:22-27.
- Paplomatas E.J., Basset D.M., Broome J.C. and DeVay J.E.. 1992. Incidence of Verticillium wilt and yield losses of cotton cultivars (*Gossypium hirsutum*) based on soil inoculum density of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology* 82:1417-1420.
- Paplomatas E.J., Tjamos S.E., Malandrakis A.A., Kafka A. and Zouvelou V.S. 2005. Evaluation of composts amendments for suppressiveness against *Verticillium* wilt of eggplants and study of mode of action using a novel aravidopsis pathosystem. *European Journal of Plant Pathology* 112:183-189.
- Parnis E.M. and Sackston W.E. 1979. Invasion of lupin seed by *Verticillium albo-atrum*. *Can. J. Bot.* 57:597-601.
- Pegg G.F. and Brady B.L. 2002. *Verticillium* wilts. *New York: CABI Publishing.* 432 pp.
- Perez-Artes E., Garcia-Pedrajas M., Bejarano-Alcazar J. and Jimenez-Diaz R. 2000. Differentiation of cotton-defoliating and nondefoliating pathotypes of *Verticillium dahliae* by RAPD and specific PCR analyses. *Eur. J. Plant Pathol.* 106:507-517.
- Powelson M.L. and Rowe R.C. 1993. Biology and management of early dying of potatoes. *Annu. Rev. Phytopathol.* 31:111-126.
- Presley J.T., Carns H.R., Taylor E.E. and Schnathorst W.C. 1966. Movement of conidia of *Verticillium albo-atrum* in cotton plants. *Phytopathology* 56:375.
- Provvidenti R. and Schroeder W.T. 1959. Foliage infection of tomato and eggplant by *Verticillium*. *Plant Dis. Rep.* 43:821-826.
- Puhalla J.E. 1973. Differences in sensitivity of *Verticillium* species to ultraviolet irradiation. *Phytopathology* 63:1488-1492.
- Puhalla J.E. 1979. Classification of isolates of *Verticillium dahliae* based on heterokaryon incompatibility. *Phytopathology* 69:1186-1189.
- Pullman G.S. and DeVay J.E. 1981. Effect of soil flooding and paddy rice culture on the survival of *Verticillium dahliae* and incidence of Verticillium wilt of cotton. *Phytopathology* 71:1285-1289.
- Qin Q.-M., Vallad G.E., Wu B.M. and Subbarao K.V. 2006. Phylogenetic analyses of phytopathogenic isolates of *Verticillium* spp. *Phytopathology* 96:582-592.

- Resende M.L., Flood V.J. and Cooper R.M. 1994. Host specialization of *Verticillium dahliae*, with emphasis on isolates from cocoa (*Theobroma cacao*). *Plant Pathol.* 43:104-111.
- Riley M.K. and Bosland P.W. 1997. Host specificity of United States tomato and chile isolates of *Verticillium dahliae*. *Capsicum & Eggplant Newsletter* 16:98-100.
- Robb J., Smith A. and Busch L. 1982. Wilts caused by *Verticillium* species. A cytological survey of vascular alterations in leaves. *Can. J. Bot.* 60:825-837.
- Robinson D.B., Larson R.H. and Walker J.C. 1957. Verticillium wilt of potato in relation to symptoms, epidemiology and variability of pathogen. *Wis. Exp. Stn. Res. Bull.* Issue 202. 49 pp.
- Rodriguez-Jurado D., Blanco-Lopez M.A., Rapoport H.F. and Jimenez-Diaz R.M. 1993. Present status of Verticillium wilt of olive in Andalusia. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 23:513-516.
- Rosenblueth M. and Martinez-Romero E. 2006. Bacterial endophytes and their interactions with hosts. *Mol Plant Microbe Interact* 19:827-837.
- Rovira A.D. 1965. Plant root exudates. *Bot. Rev.* 35:35-37.
- Rowe R.C. 1985. Potato early dying - a serious threat to the potato industry. *Am. Potato J.* 62:157-161.
- Rowe R.C., Davis J.R., Powelson M.L. and Rouse D.I. 1987. Potato early dying: Causal agents and management strategies. *Plant Dis.* 71:482-489.
- Rowe R.C. and Powelson M.L. 2002. Potato early dying: management challenges in a changing production environment. *Plant Dis.* 86:1184-1193.
- Schaible L., Cannon O.S. and Waddoups V. 1951. Inheritance of resistance to Verticillium wilt in a tomato cross. *Phytopathology* 41:986-990.
- Schnathorst W.C. 1964. A fungal complex associated with the sudden wilt syndrome in California cotton. *Plant Dis. Rep.* 48:90-92.
- Schnathorst W.C. 1973. Nomenclature and physiology of *Verticillium* species, with emphasis on the *V. albo-atrum* versus *V. dahliae* controversy. Pages 1-19 in: *Verticillium Wilt of Cotton*. Proc. Work Conf., Aug. 30-Sept. 1, 1971, National Cotton Pathol. Research Lab. College Stn, Texas.
- Schnathorst W.C. 1981a. Life cycle and epidemiology of *Verticillium*. Pages 81-111 in: *Fungal Wilt Diseases of Plants*. M.E. Mace, A.A. Bell and C.H. Beckman, eds. Academic Press, New York. 640 pp.
- Schnathorst W.C. 1981b. Verticillium wilt. Pages 41-44 in: *Compendium of Cotton Diseases*. G.M. Watkins, ed. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Schnathorst W.C. and Mathre D.E. 1966a. Host range and differentiation of a severe form of *Verticillium albo-atrum* in cotton. *Phytopathology* 56:1155-1161.
- Schnathorst W.C. and Mathre D.E.. 1966b. Cross-protection in cotton strains of *Verticillium albo-atrum*. *Phytopathology* 56:1204-1209.
- Schnathorst W.C. and Sibbett G.S. 1971a. T-1 *Verticillium* strain... a major factor in cotton and olive wilt. *Calif. Agr.* XXV:3-5.
- Schnathorst W.C. and Sibbett G.S. 1971b. The relation of strains of *Verticillium albo-atrum* to severity of Verticillium wilt in *Gossypium hirsutum* and *Olea europaea* in California. *Plant Dis. Rep.* 55:780-782.
- Scholte K. and s'Jacob J.J. 1990. Effect of crop rotation, cultivar and nematicide on growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) in short rotations on a marine clay soil. *Potato Research* 33:191-200.

- Schreiber L.R. and Green R.J., Jr. 1962. Comparative survival of mycelium, conidia and microsclerotia of *Verticillium albo-atrum* in mineral soil. *Phytopathology* 52:288-289.
- Schreiber L.R. and Green R.J., Jr. 1963. Effect of root exudates on germination of conidia and microsclerotia of *Verticillium albo-atrum* inhibited by the soil fungistatic principle. *Phytopathology* 53:260-264.
- Sewell G.W.F. 1959. Direct observations of *Verticillium albo-atrum* in soil. *Trans. Br. mycol. Soc.* 42:312-321.
- Sewell G.W.F. and Wilson J.F. 1966. Verticillium wilt in wilt-tolerant hop varieties. *Rep. Appl. Biol.* 58:241-249.
- Sherf A.F. and MacNab A.A. 1986. Vegetable Diseases and their Control. (2<sup>nd</sup> ed.). John Wiley & sons, eds. New York, USA, pp. 728.
- Smith H.C. 1965. The morphology of *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae* and *V. tricorpus*. *N.S. J. Agric. Res.* 8:450-478.
- Snyder W.C. and Wilhelm S. 1962. Seed transmission of Verticillium wilt of spinach. (Abstr.) *Phytopathology* 52:365.
- Steventon L., Fahleson J., Hu Q. and Pixelius C. 2002. Identification of the causal agent of Verticillium wilt of winter oilseed rape in Sweden as *Verticillium longisporum*. *Mycological Research* 106:570-578.
- Strausbaugh CA. 1993. Assessment of vegetative compatibility and virulence of *Verticillium dahliae* isolates from Idaho potatoes and tester strains. *Phytopathology* 83:1253-1258.
- Subbarao K.V., Hubbard J.C., Greathead A.S., Spencer G.A. 1997. Verticillium wilt: In *Compendium of Lettuce Diseases*, ed. Davis R.M., Subbarao K.V., Raid R.N., Kurtz E.A., pp. 26-27. St. Paul, MN: The American Phytopathological Society.
- Talboys, P.W. 1962. Systemic movement of some vascular pathogens. *Trans. British Mycology Society* 45:280-281 (abstract).
- Talboys P.W. 1984. Chemical control of Verticillium wilts. *Phytopath. Medit.* 23:163-175.
- Taylor J.B. 1969. Host specificity of *Verticillium dahliae* to tobacco. *N. Z. J. Sci.* 12:701-712.
- Termorshuizen A.J. 1997. Sporulation of *Verticillium dahliae*. Page 34 in: Abstr. 7<sup>th</sup> Internl *Verticillium Symposium* (Oct. 6-10) Athens, Hellas.
- Θανασουλόπουλος Κ. 1978. Έρευνες και παρατηρήσεις στη Βερτισιλλίωση της τομάτας. Διατριβή για Υψηγασία 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.
- Thanassouloupoulos C.C., Biris D.A. and Tjamos E.C. 1979. Survey of Verticillium wilt of olive trees in Greece. *Plant Dis. Rep.* 63:936-940.
- Thanassouloupoulos C.C., Biris D.A. and Tjamos E.C. 1980. Dissemination of *Verticillium* propagules in olive orchards by irrigation water. Pages 52-53 in: Proc. 5<sup>th</sup> Congr. Medit. Phytopath. Union, Sept. 21-27, Patra, Greece.
- Thanassouloupoulos C.C., Biris D.A. and Tjamos E.C. 1981. Weeds as inoculum source of *Verticillium* in olive orchards. *Phytopath. Medit.* 20:164-168.
- Thanassouloupoulos C.C. and Hooker W.J. 1970. Leaf and sprout infection of potato by *Verticillium albo-atrum*. *Phytopathology* 60:196-203.
- Thanassouloupoulos C.C. and Kitsos G.T. 1972. Verticillium wilt in Greece. *Plant Dis. Rep.* 56:264-267.
- Threlfall R.J. 1959. Physiological studies on the Verticillium wilt disease of tomato. *Ann. Appl. Biol.* 47:57-77.



- Tjamos E.C. 1989. Problems and prospects in controlling *Verticillium* wilt. In: *Vascular Wilt Diseases of Plants*. E.C. Tjamos and C.H. Beckman, eds. NATO ASI Series, Vol. H28: 441-456. Springer-Verlag, pp. 590.
- Tjamos E.C. 1997. Strategies in developing methods and applying techniques for the biological control of *Verticillium dahliae*. Page 60 in: *Abstr. 7<sup>th</sup> Internl Verticillium Symposium*, Oct. 6-10, Athens, Hellas.
- Τζάμος Ε.Κ., 1998. Η Βερτισιλλίωση της ελιάς. Σελ. 202-204 στον: Οδηγός Αντιμετώπισης Ασθενειών των Φυτών. Ελληνική Φυτοπαθολογική Εταιρεία. Εκδόσεις Α. Σταμούλη, Αθήνα.
- Τζάμος Ε.Κ., 2004. Φυτοπαθολογία. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, σελ. 240-241.
- Tjamos E.C., Biris D.A. and Paplomatas E.J. 1991. Recovery of olive trees with *Verticillium* wilt after individual application of soil solarization in established olive orchards. *Plant Dis.* 75:557-562.
- Tjamos E.C., Tsitsiyannis D.I., Tjamos S.E., Antoniou P.P. and Katinakis P. 2004. Selection and screening of endorhizosphere bacteria from solarized soils as biocontrol agents against *Verticillium dahliae* of solanaceous hosts. *European Journal of Plant Pathology* 110:35-44.
- Tolmsoff W.J. 1972. Diploidization and heritable gene repression-derepression as major sources for variability in morphology, metabolism and pathogenicity of *Verticillium* species. *Phytopathology* 62:407-413.
- Tolmsoff W.J. 1973. Life cycles of *Verticillium* species. Pages 20-38 in: *Verticillium Wilt of Cotton*. Proc. Work Conf., Aug. 30-Sept. 1, 1971, National Cotton Pathol. Research Lab., College Stn., Texas.
- Tolmsoff W.J. and Young R.A. 1959. The influence of crop residues and fertilizer on the development and severity of *Verticillium* wilt of potatoes. (Abstr.) *Phytopathology* 49:114.
- Tsrer L., Hazanovsky M., Mordechi-Lebiush S. and Sivan S. 2001. Aggressiveness of *Verticillium dahliae* isolates from different vegetative compatibility groups to potato and tomato. *Plant Pathol.* 50:477-482.
- Usami T., Abiko M., Shishido M. and Amemiya Y . 2002. Specific detection of tomato pathotype of *Verticillium dahliae* by PCR assays. *J. Gen. Plant Pathol.* 68:134-140.
- Vallad G.E., Bhat R.G., Koike S.T., Ryder E.J. and Subbarao K.V. 2005. Weedborne reservoirs and seed transmission of *Verticillium dahliae* in lettuce. *Plant Dis.* 89:317-324.
- Vallad G.E., Qin Q.M., Grube R., Hayes R.J. and Subbarao K.V., 2006. Characterization of race-specific interactions among isolates of *Verticillium dahliae* pathogenic on lettuce. *Phytopathol.* 96:1380-1387.
- Walker J.C. 1957. *Plant Pathology*. McGraw-Hill, ed. New York, pp. 707.
- Wheeler M.H. 1982. Melanin biosynthesis in *Verticillium dahliae*: Dehydration and reduction reactions in cell-free homogenates. *Experimental Mycology* 6:171-179.
- Wilhelm S. 1951a. Effect of various soil amendments on the inoculum potential of the *Verticillium* wilt fungus. *Phytopathology* 41:684-690.
- Wilhelm S. 1955. Longevity of the *Verticillium* wilt fungus in the laboratory and field. *Phytopathology* 45:180-181.
- Wilhelm S. 1956. A sand culture technique for the isolation of fungi associated with roots. *Phytopathology* 46: 293-295.
- Wilhelm S. 1981. Sources and genetics of host resistance in field and fruit crops. Pages 300-369 in: *Fungal Wilt Diseases of Plants*. M.E. Mace, A.A. Bell and C.H. Beckman, eds. Academic Press, New York.

Xiao C.L., Schulbach K.F., Koike S.T. and Subbarao K.V. 1996. Effects of brocolli residue and temperature on *Verticillium dahliae* in soil. (Abstr.) *Phytopathology* 86:S27.

Xiao C.L., Subbarao K.V., Schulbach K.F. and Koike S.T. 1998. Effects of crop rotation and irrigation on *Verticillium dahliae* microsclerotia in soil in wilt in cauliflower. *Phytopathology* 88:1108-1115.

Χιτζανίδου Α. 1994. Προβλήματα από μυκητολογικές ασθένειες στα οπωροφόρα και την άμπελο. Σελίδες 19-27 στις: Εισήγηση στο 5<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Φυτοπαθολογικό Συνέδριο, 11-13 Οκτ. 1989, Θεσσαλονίκη.

Zachos D.G. 1963. La verticilliose de l'olivier en Grece. *Annls. Inst. Phytopath. Benaki* (N.S.). 5:105-107.

Zachos D.G. and Panagopoulos C.G. 1963. Une hadromycose de la vigne due au *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berth. *Annls Inst. Phytopath. Benaki* (N.S.) 5:303-304.

Zare R., Gams W., Starink-Willemse M. and Summerbell R.C. 2007. *Gibellulopsis*, a suitable genus for *Verticillium nigrescens*, and *Musicillium*, a new genus for *V. theobromae*. *Nova Hedwigia* 85:463-489.

Zhengjun X., Benkang G. and Aiming W. 1996. Studies on biocontrol of *Verticillium* wilt of cotton by endophytic and rhizosphere bacteria. In: Wenhua T., Cook R.J. and Rovira A. (eds) *Advances in Biological Control of Plant Diseases* (pp 125-127) China Agricultural University Press, Beijing, China.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ**

# 1. Συμπτώματα βερτισιλλίωσης σε διάφορα καλλιεργούμενα είδη



Εικ.1 Αντίδι (*Cichorium endivia*)



Εικ.2 Ραδίκι (*Cichorium intybus*)



Εικ.3 Μαρούλι (*Lactuca sativa* var. *longifolia*)



Εικ.4 Λάχανο (*Brassica oleracea* var. *botrytis*)



Εικ.5 Ροπάνι (*Raphanus sativus*)



Εικ.6 Σπανάκι (*Spinacia oleracea*)



**Εικ.7** Κολοκυθιά (*Cucurbita pepo*)



**Εικ.8** Παπούλα (*Lathyrus ochrus*)



**Εικ. 9** Βίκος (*Vicia sativa*)



**Εικ.10** Μπάμια (*Abelmoschus esculentus*)



**Εικ.11** Πιπεριά (*Capsicum annuum*)



**Εικ.12** Τομάτα (*Lycopersicon esculentum*)



**Εικ.13** Μελιτζάνα (*Solanum melongena*)



**Εικ.14** Πατάτα (*Solanum tuberosum*)



**Εικ.15** Ελιά (*Olea europaea*)

## 2. Συμπτώματα βερτισιλλίωσης σε διάφορα αυτοφυή είδη



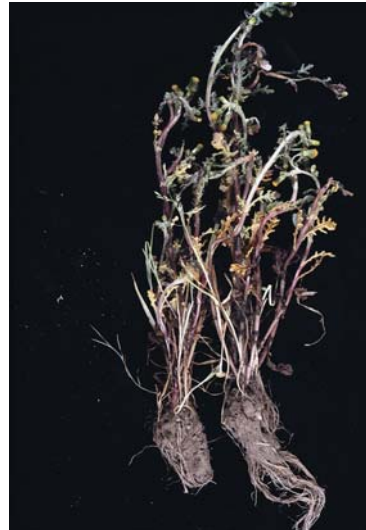
Εικ.1 Ανθεμίδα (*Anthemis melanolepis*)



Εικ.2 Βρωμολάχανο (*Cardaria draba*)



Εικ.3 Λουβουδιά (*Chenopodium album*)



Εικ.4 Μαρτιάκο (*Senecium vulgaris*)



Εικ.5 Στύφνος (*Solanum nigrum*)