ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ταυτοποίηση των παθοτύπων του μύκητα *Fusarium oxysporum* που προσβάλλουν την πεπονιά στην Κρήτη

Αθανάσιος Μπέσης

Τμήμα Π.Σ.Ε.
<ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ>
Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
Α.Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ

Εισηγητής: Δρ Δημήτριος Ι. Βακαλουνάκης

Ηράκλειο, Ιούνιος 2003

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε το διάστημα Νοέμβριος 2002-Απρίλιος 2003 στο εργαστήριο Μυκητολογίας του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Ηρακλείου (Ι.Π.Φ.Η.) του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.) υπό την καθοδήγηση του Δρα Δημητρίου Ι. Βακαλουνάκη.

Ολοκληρώνοντας την εργασία αυτή θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου σε όλους όσους συνέβαλαν στην πραγματοποίησή της. Ιδιαίτερα επιθυμώ να ευχαριστήσω το Δρα Δημήτριο Ι. Βακαλουνάκη, Τακτικό Ερευνητή, Δ/ντή του Ι.Π.Φ.Η. για την ανάθεση της μελέτης και την αμέριστη συμπαράσταση και τις υποδείξεις του σε όλο το διάστημα της εκτέλεσης των πειραμάτων και της συγγραφής, το Δρα Ελευθέριο Κ. Λιγοξυγκάκη, για τη συμπαράστασή του καθ' όλη τη διάρκεια εκτέλεσης των πειραματικών εργασιών, την κ. Ευφροσύνη Κληρονόμου, Γεωπόνο του εργαστηρίου Μυκητολογίας του Ι.Π.Φ.Η για τη συμπαράσταση και τις υποδείξεις της και την αμέριστη βοήθεια που μου πρόσφερε σε όλο το διάστημα της πρακτικής μου άσκησης .

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και το φίλο μου Παναγιώτη Ζιώγα για τη βοήθεια του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα.....2-3
Ανασκόπηση διεθνούς βιβλιογραφίας.....4
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΠΟΝΙΑ…….5-8
Ο ΜΥΚΗΤΑΣ *FUSARIUM OXYSPORUM*
ΩΣ ΦΥΤΟΠΑΘΟΓΟΝΟ……...9
ΠΑΘΟΤΥΠΟΙ ΤΟΥ ΜΥΚΗΤΑ *FUSARIUM OXYSPORUM*
ΠΟΥ ΠΡΟΣΒΑΛΛΟΥΝ ΤΗΝ ΠΕΠΟΝΙΑ…….10
Α. Το *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*..……...10
Παθογόνο αίτιο……10
Φύση του παθογόνου και της αντοχής της πεπονιάς στο παθογόνο ……..10
Συμπτωματολογία……11
Παθογένεση-επιδημιολογία-βιολογία παρασίτου……15
Αντιμετώπιση……..15
Καλλιεργητικές μέθοδοι……..15
1. Εμβολιασμός σε ανθεκτικά υποκείμενα……..15
2. Χρήση υγιούς σπόρου……..15
3. Χρήση καθαρών και απολυμασμένων υποστρωμάτων……...16
4. Φύτεμα υγιών φυταρίων……..16
5. Ισορροπημένη λίπανση……16
6. Αμειψισπορά……16
Ανθεκτικές ποικιλίες και υβρίδια……16-19
Χημικές μέθοδοι……..19
Ηλιοαπολύμανση……19
Β. Το *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*……20
Εισαγωγή……..20
Παθογόνο αίτιο……20
Συμπτωματολογία ……..20-21
Κύκλος ξενιστών……21
Επιδημιολογία…… 21-22
Πιθανή προέλευση του παθογόνου……23
Φυλογενετικές σχέσεις μεταξύ του παθογόνου και διάφορων ειδικών μορφών του
Fusarium oxysporum που προσβάλλουν κολοκυνθοειδή……...23
Διαγνωστικές μέθοδοι……23
Αντιμετώπιση……..24
Καλλιεργητικά μέτρα……..24
1. Καταστροφη των υπολειμματων της προηγουμενης
καλλιεργειας……24
2. Χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου……..24
3. Φύτεμα υγιών φυταρίων……24
4. Χρησιμοποίηση απολυμασμένων οργανικών υποστρωμάτων……...25
5. Εμβολιασμός σε ανθεκτικά υποκείμενα κολοκυνθοειδών ……25
6. Επισήμανση και καταστροφή των ασθενών και ύποπτων φυτών……..25
7. Διαυγή της ασθένειας ……25
Χημικές μέθοδοι……..25
1. Απολύμανση του εσωτερικού χώρου των θερμοκηπίων……25

2. Απολύμανση του εδάφους των θερμοκηπίων και εφαρμογή ριζοποτισμάτων με μυκητοκτονα.....26
Ηλιοαπολύμανση…….26
Γενετική αντοχή……..26
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ……26
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ……...27
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ……28
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΜΟΛΥΣΜΑΤΟΣ …….....28
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΤΑΡΙΩΝ…….28
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΟΛΥΝΣΗΣ……...29
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ…….…...29-34
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ……35
ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ SITES ΣΤΟ ΔΙΑΔΥΚΤΙΟ…….35
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ …….36

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΠΟΝΙΑ

Η πεπονιά (*Cucumis melo* L.) ανήκει στην οικογένεια Cucurbitaceae και κατάγεται από την Νοτιοκεντρική Ασία. Είναι φυτό ετήσιο, καλλιεργούμενο για τους ώριμους καρπούς του. Ανήκει στα θερμής εποχής φυτά και έχει τις ίδιες περίπου απαιτήσεις σε θερμοκρασία με την αγγουριά. Η αξία του καρπού βρίσκεται κυρίως στην ευχάριστη γεύση, το θαυμάσιο άρωμα και τις βιταμίνες που περιέχει.

Όσον αφορά τα βοτανικά του χαρακτηριστικά, το φυτό είναι ποώδες με βλαστούς κυλινδρικούς έρποντες ή αναρριχώμενους. Τα φύλλα είναι μεγάλα, οδοντωτά και τριχωτά με 3-5 λοβούς. Η ρίζα, που αρχικά είναι πασσαλώδης, σύντομα αναπτύσσει πλάγιες ρίζες που εξελίσσονται σε ένα επιφανειακό ριζικό σύστημα. Είναι φυτό μόνοικο, - δίκλινο ή ανδρομόνικο. Τα αρσενικά άνθη εμφανίζονται στον κεντρικό βλαστό ή στα κατώτερα μέρη των πρώτων πλάγιων βλαστών σε ομάδες των 3-4 και στηρίζονται πάνω σε λεπτό μίσχο. Τα θηλυκά βρίσκονται σε βλαστούς δεύτερης ή ανώτερης τάξεως, είναι μονήρη και στηρίζονται πάνω στη διογκωμένη αγονιμοποίητη ωοθήκη (υποτυπώδης καρπός) και σε χονδρό μίσχο. Τα ερμαφρόδιτα βρίσκονται σε βλαστούς που ξεκινούν από τον κεντρικό βλαστό αργότερα. Σταυρογονιμοποιείται με μέλισσες ή έντομα. Η άνθηση γίνεται τις πρωινές ώρες και τελειώνει για κάθε άνθος σε μία μόνο ημέρα. Εξαίρεση αποτελούν τα θηλυκά άνθη τα οποία εφ όσον δε γονιμοποιήθηκαν συνεχίζουν να είναι δεκτικά για 2 - 3 ημέρες. Ο καρπός της πεπονιάς είναι ράγα και το χρώμα του εξωτερικά είναι συνήθως πορτοκαλοκίτρινο. Η συγκομιδή αρχίζει περίπου 2,5 μήνες από τη μεταφύτευση. Το πεπόνι καταναλώνεται κυρίως ωμό σαν φρούτο ή σε φρουτοσαλάτες και χυμούς.

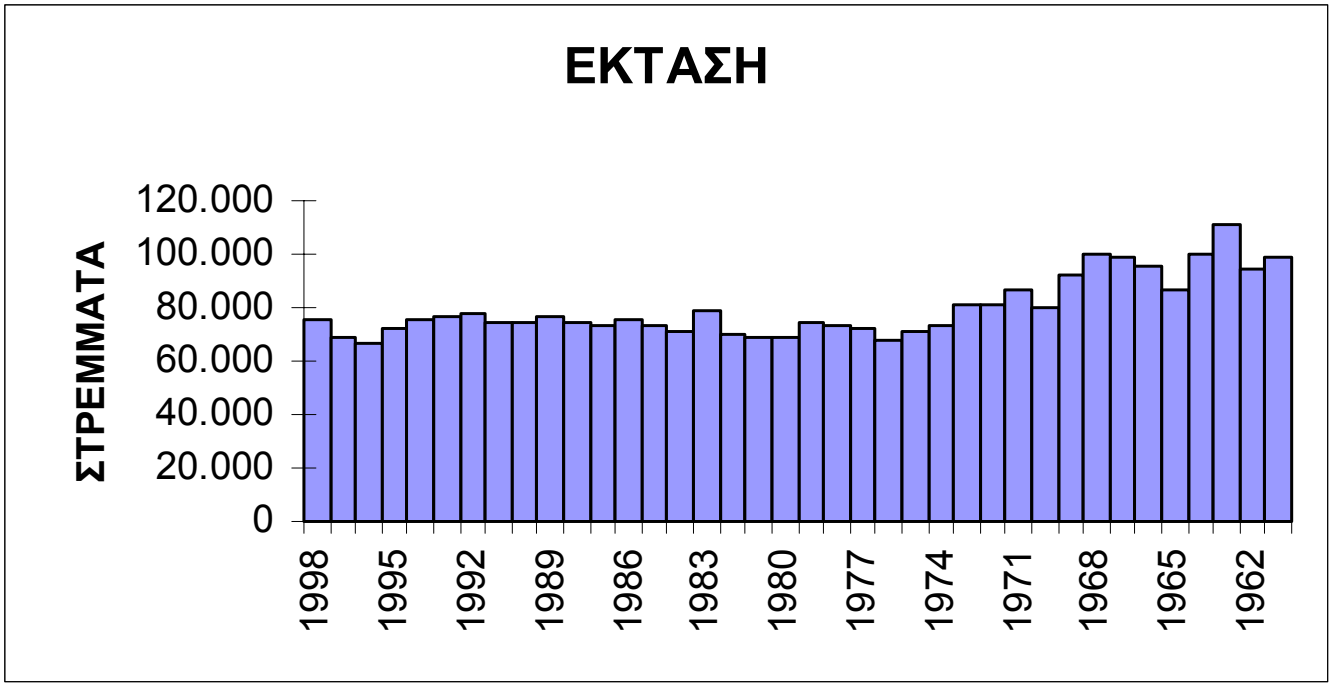
Η καλλιέργεια της πεπονιάς στη χώρα μας είναι πολύ διαδεδομένη. Η πεπονιά κυρίως καλλιεργείται στην ύπαιθρο και σε ορισμένες περιοχές, όπως για παράδειγμα στην Κρήτη, καλλιεργείται και στο θερμοκήπιο. Η καλλιέργεια της πεπονιάς στο θερμοκήπιο και στην ύπαιθρο γίνεται κυρίως, για πρώιμη ανοιξιάτικη (στο θερμοκήπιο) και ανοιξιάτικη-καλοκαιρινή παραγωγή (στην ύπαιθρο) διότι το καλοκαίρι έχει τη μεγαλύτερη εμπορικότητα και κατανάλωση. Η πεπονιά καλλιεργείται συνήθως στο θερμοκήπιο σαν δεύτερη καλλιέργεια για να συμπληρώσει την καλλιεργητική περίοδο, που έχει αρχίσει με άλλη καλλιέργεια (συνήθως αγγούρι). Αλλά και στην ύπαιθρο δεν καταλαμβάνει μεγάλο μέρος από τις υπαίθριες λαχανοκομικές καλλιέργειες.

Για θερμοκηπιακή καλλιέργεια γίνεται σπορά από τέλος Δεκεμβρίου μέχρι αρχές Μαρτίου, ανάλογα με την περιοχή και η μεταφύτευση γίνεται μετά από 20-30 ημέρες (εάν η ανάπτυξη έχει γίνει μέσα σε θερμοσπορείο). Για υπαίθριες καλλιέργειες η σπορά γίνεται από Απρίλιο μέχρι και Αύγουστο.

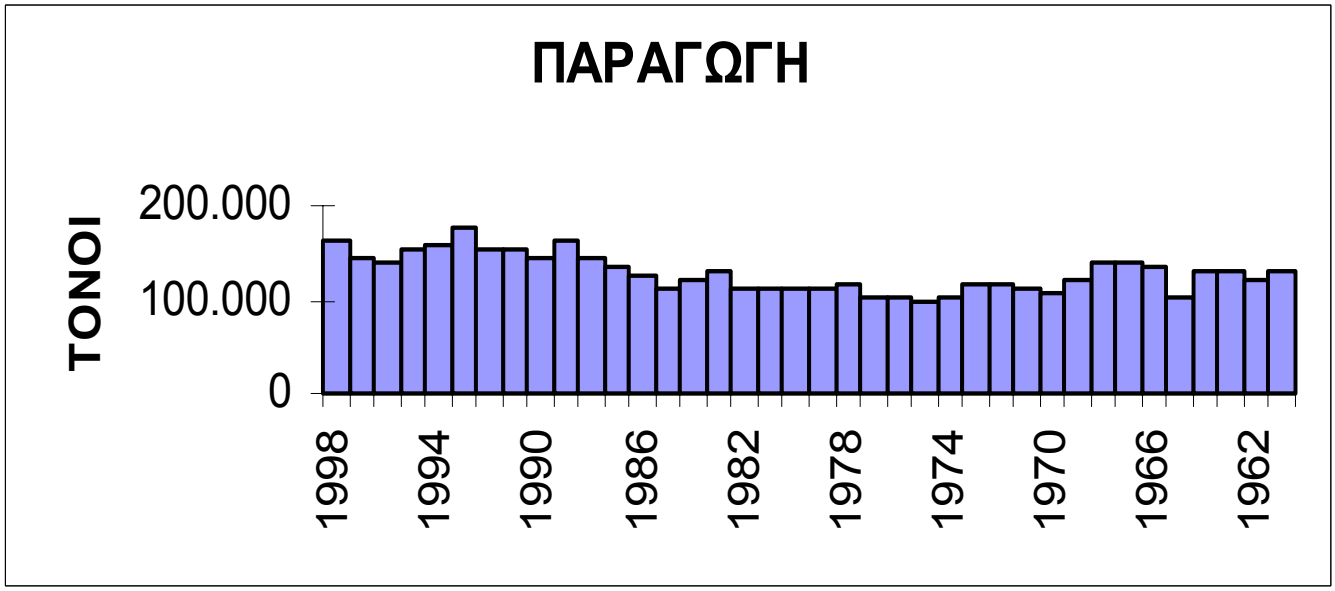
Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας τα τελευταία 38 χρόνια αυξήθηκε κατά πολύ η παραγωγή του πεπονιού στη χώρα, μας αλλά μειώθηκε η καλλιεργούμενη έκταση εξαιτίας της επιλογής νέων περισσότερων παραγωγικών και ανθεκτικών σε ασθένειες υβριδίων. Στον Πίνακα 1 και στις Εικόνες 1 & 2 παρουσιάζεται αναλυτικά η καλλιεργούμενη έκταση και η παραγωγή της πεπονιάς στη χώρα μας την περίοδο 1961-1998.

Πίνακας 1. **Καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή της πεπονιάς στη χώρα μας την περίοδο 1961-1998 (Υπουργείο Γεωργίας, Δ/νση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης, Τμήμα Στατιστικής)**

ΕΤΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τόνοι)	ΣΤΡΕΜ. ΑΠΟΔΟΣΗ (κιλά/στρ.)	ΤΙΜΗ (δρχ./κιλό)	ΑΚΑΘ. ΑΞΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (σε χιλ. δρχ.)
1998	75.130	161.160	2.145	88,74	14.301.338
1997	68.450	146.324	2.138	93,66	13.704.706
1996	66.593	138.214	2.076	117,54	16.245.674
1995	72.750	152.130	2.091	89,91	13.678.008
1994	75.560	159.530	2.111	105,28	16.795.318
1993	76.731	176.507	2.300	104,28	18.406.150
1992	77.852	154.963	1.990	80,56	12.483.819
1991	74.109	153.165	2.067	84,70	12.973.076
1990	74.086	145.292	1.961	70,68	10.269.239
1989	76.867	164.264	2.137	75,32	12.372.364
1988	74.477	145.631	1.955	61,61	8.972.326
1987	73.664	135.875	1.845	44,92	6.103.505
1986	75.705	123.305	1.629	51,26	6.320.614
1985	73.304	113.252	1.545	38,62	4.373.792
1984	71.227	123.235	1.730	43,37	5.344.702
1983	79.420	129.474	1.630	23,58	3.052.997
1982	69.890	109.430	1.566	23,79	2.603.340
1981	68.554	109.740	1.601	15,47	1.697.678
1980	68.900	110.000	1.597	10,83	1.191.300
1979	75.000	112.000	1.493	7,82	875.840
1978	73.000	118.000	1.616	8,63	1.018.340
1977	71.800	101.900	1.419	7,38	752.022
1976	67.560	101.000	1.495	6,21	627.210
1975	71.500	98.500	1.378	4,26	419.610
1974	73.740	102.711	1.393	4,83	496.094
1973	81.060	117.210	1.446	3,48	407.891
1972	81.400	114.960	1.412	2,67	306.943
1971	86.260	112.685	1.306	2,46	277.205
1970	80.375	106.490	1.325	2,32	247.057
1969	92.050	122.963	1.336	2,24	275.437
1968	100.295	139.089	1.387	1,90	264.269
1967	98.970	140.773	1.422	2,22	312.516
1966	95.871	133.360	1.391	2,05	273.388
1965	86.867	102.456	1.179	2,11	216.182
1964	100.518	129.666	1.290	1,39	180.236
1963	110.739	130.660	1.180	1,38	180.311
1962	94.994	119.169	1.254	1,70	202.587
1961	99.199	128.300	1.293	1,30	166.790



Εικόνα 1. **Καλλιεργούμενη έκταση της πεπονιάς στη χώρα μας την περίοδο 1961-1998 (Υπουργείο Γεωργίας, Δ/νση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης, Τμήμα Στατιστικής)**



Εικόνα 2. **Παραγωγή της πεπονιάς στη χώρα μας την περίοδο 1961-1998 (Υπουργείο Γεωργίας, Δ/νση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης, Τμήμα Στατιστικής)**

Η πεπονιά καλλιεργείται στη Κρήτη, στο θερμοκήπιο, σε χαμηλή κάλυψη και υπαίθρια. Η καλλιέργεια της πεπονιάς καταλαμβάνει ένα σημαντικό ποσοστό της συνολικής καλλιέργειας κηπευτικών στο νησί. Χαρακτηριστικό είναι ότι στο νομό Ηρακλείου κατά την καλλιεργητική περίοδο 2001-2002 η μέση παραγωγή πεπονιού, έφτασε τους 3.5 τόνους στις υπαίθριες καλλιέργειες, σύμφωνα με τα στοιχεία της Διεύθυνσης Αγροτικής Ανάπτυξης του νομού που παραθέτονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2**. Καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή της πεπονιάς στο νομό Ηρακλείου την περίοδο 2001-2002 (Υπουργείο Γεωργίας, Δ/νση Αγροτικής Ανάπτυξης Ηρακλείου)**

ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	**ΕΚΤΑΣΗ (ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ)**	**ΜΕΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ/ΣΤΡΕΜΜΑ)**
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ	550	5,5
ΧΑΜΗΛΗ ΚΑΛΥΨΗ	300	3
ΥΠΑΙΘΡΙΑ	600	3,5

Ο ΜΥΚΗΤΑΣ *FUSARIUM OXYSPORUM* ΩΣ ΦΥΤΟΠΑΘΟΓΟΝΟ

Ο μύκητας *Fusarium oxysporum* έχει μελετηθεί αρκετά, εξαιτίας της ικανότητάς του να προκαλεί ασθένειες σε σημαντικά από οικονομικής πλευράς φυτικά είδη.

Ο μύκητας *F. oxysporum* ανήκει στην οικογένεια Tuberculariacae της τάξης Moniliales των Ατελών Μυκήτων. Σχηματίζει δύο ειδών κονίδια: τα μακροκονίδια και τα μικροκονίδια καθώς κα τα ανθεκτικά στις αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες χλαμυδοσπόρια. Ο μύκητας παρουσιάζει μεγάλη μορφολογική και φυσιολογική παραλλακτικότητα, με αποτέλεσμα παλαιότερα να ταξινομούταν σε πολλά διαφορετικά είδη. Αργότερα, όμως, οι Snyder & Hansen ενοποίησαν όλα αυτά τα είδη στο είδος *F. oxysporum,* στο οποίο έχουν αναγνωριστεί μέχρι σήμερα περισσότερες από 120 ειδικές μορφές και φυλές καθώς επίσης πολυάριθμα μη-παθογόνα στελέχη. Λόγω της μεγάλης εξάπλωσης των τελευταίων είναι δυνατόν να οδηγηθούμε στη λογική υπόθεση της καταγωγής των παθογόνων από μη-παθογόνους προγόνους (Gordon T. R., Martyn R. D. 1997).

Τα φυτοπαθογόνα στελέχη του μύκητα *F. oxysporum* προκαλούν κυρίως αδρομυκώσεις και σήψεις ριζών, λαιμού και στελέχους. Τα φυτοπαθογόνα στελέχη παρουσιάζουν εξειδίκευση σε ένα ξενιστή ή σε μία μικρή ομάδα ξενιστών που συνήθως ανήκουν στην ίδια οικογένεια. Τα στελέχη αυτά ονομάζονται **ειδικές μορφές** (*formae speciales*), οι οποίες περαιτέρω περιλαμβάνουν παθογόνες φυλές. Πολλές ειδικές μορφές αποτελούνται από πολλαπλούς κλώνους και σε μερικές περιπτώσεις, μια παθογόνος φυλή σχετίζεται με περισσότερους από ένα κλώνους, υποδηλώνοντας ανεξάρτητη προέλευση (Gordon T. R., Martyn R. D. 1997).
Αν και υπάρχουν ενδείξεις, εντούτοις δεν έχει αποδειχτεί η καταγωγή ενός παθογόνου από ένα μη παθογόνο στέλεχος του μύκητα. Οι περισσότερες νέες αναγνωρίσεις φυλών σε μία περιοχή είναι αποτέλεσμα πρόσφατης εισαγωγής παρά ανεξάρτητης τοπικής προέλευσης του παθογόνου (Gordon T. R., Martyn R. D. 1997).

Η παραλλακτικότητα μίας ειδικής μορφής του μύκητα *F. oxysporum* έχει σε πολλές περιπτώσεις μελετηθεί με τη μέθοδο των ομάδων βλαστικής συμβατότητας (Vegetative Compatibility Groups) και με διάφορες μεθόδους ανάλυσης του DNA. Στην ειδική μορφή *F. oxysporum* f.sp. *melonis* έχουν αναγνωριστεί μέχρι σήμερα αρκετές ομάδες βλαστικής συμβατότητας (VCGs) από τις οποίες η VCG 0134 είναι η περισσότερο διαδεδομένη.

ΠΑΘΟΤΥΠΟΙ ΤΟΥ ΜΥΚΗΤΑ *FUSARIUM OXYSPORUM* ΠΟΥ ΠΡΟΣΒΑΛΛΟΥΝ ΤΗΝ ΠΕΠΟΝΙΑ

Δύο παθότυποι του *Fusarium oxysporum* προσβάλλουν την πεπονιά. Αυτοί είναι ο *F. oxysporum* f. sp. *melonis (*FOM*)* και *ο F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum (*FORC*).*

A. Το *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis.*

Ο μύκητας *F. oxysporum* f.sp. *melonis* προκαλεί την αδροφουζαρίωση της πεπονιάς, η οποία είναι πολύ σοβαρή ασθένεια παγκοσμίως. Η ασθένεια περιγράφτηκε για πρώτη φορά το 1933 στην Νέα Υόρκη. Μέχρι σήμερα έχει αναφερθεί στις ακόλουθες χώρες: **Ευρώπη**: Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ισπανία, Ιταλία, Μ. Βρετανία, Ολλανδία, πρώην Σοβιετική Ένωση. **Ασία**: Ιαπωνία, Ινδία, Ιράκ, Ιράν, Ισραήλ, Κορέα, Λίβανος, Σαουδική Αραβία, Ταϊλάνδη, Φιλιππίνες. **Αφρική**: Ζιμπάμπουε, Μαρόκο. Αμερική: Αντίγκουα, Γκουαντελούπη, Η.Π.Α., Καναδάς, Μαρτινίκα, Πόρτο Ρίκο. **Ωκεανία**: Αυστραλία (Βακαλουνάκης & Φραγκιαδάκης 2003). Στη χώρα μας προκαλεί σημαντικές ζημιές τόσο στις υπαίθριες όσο και στις υπό κάλυψη καλλιέργειες (Βακαλουνάκης 1988, 2003).

Παθογόνο αίτιο

Παθογόνο αίτιο της ασθένειας είναι ο μύκητας *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. f. sp. *melonis* W.C. Snyder & H.N. Hans. (Εικόνα 3), ο οποίος ανήκει στην οικογένεια Tuberculariacae της τάξης Moniliales των Ατελών Μυκήτων.

Φύση του παθογόνου και της αντοχής της πεπονιάς στο παθογόνο

Ο μύκητας *F. oxysporum* f. sp. *melonis* έχει μέχρι σήμερα εμφανίσει παγκοσμίως τέσσερις φυλές, τις 0, 1, 2 και 1.2 (Risser κ.ά. 1976, Βακαλουνάκης 1988, 2003). Η φυλή 1.2, η οποία παλαιότερα αναφερόταν ως φυλή 3, διαχωρίζεται στα στελέχη 1.2Y και 1.2W, τα οποία προκαλούν κιτρίνισμα των φύλλων και μάραμα των φυτών, αντίστοιχα (Risser κ.ά. 1976, Bouhot 1981).

Η ταυτοποίηση των φυλών του μύκητα *F. oxysporum* f. sp. *melonis* γίνεται με βάση την παθογόνο τους δύναμη σε διαφορίζουσες ποικιλίες πεπονιάς, οι οποίες διαθέτουν τα τρία κυρίαρχα και ανεξάρτητα γονίδια αντοχής: *Fom-1, Fom-2* και *Fom-3*. Συχνά ως διαφορίζουσες ποικιλίες πεπονιάς χρησιμοποιούνται η Charentais T, η Doublon, η CM-17187 και η Perlita FR με τον ακόλουθο τρόπο. Η ποικιλία Charentais T δεν περιέχει γονίδια αντοχής και είναι ευπαθής και στις τέσσερις φυλές του παθογόνου. Η ποικιλία Doublon έχει το γονίδιο αντοχής *Fom-1* και είναι ανθεκτική στις φυλές 0 και 2 και ευπαθής στις φυλές 1 και 1.2. Η τρίτη ποικιλία CM-17187 έχει το γονίδιο αντοχής *Fom-2* και είναι ανθεκτική στις φυλές ο και 1 και ευπαθής στις φυλές 2 και 1.2. Η ποικιλία Perlita FR τέλος έχει το γονίδιο αντοχής *Fom-3* και είναι ανθεκτική στις φυλές 0 και 2. Τα γονίδια *Fom-1* και *Fom-2* κληρονομούνται ανεξάρτητα, ενώ το γονίδιο *Fom-3* έχει την ίδια φαινοτυπική έκφραση με το γονίδιο *Fom-1,* αλλά διασχίζεται ανεξάρτητα από αυτό (Zink & Gubler 1985). Η φαινοτυπική έκφραση του γονιδίου *Fom-1* σε τεχνητές μολύνσεις επηρεάζεται από το γενετικό 'υπόβαθρο'(background) των φυτών, γεγονός που δε συμβαίνει σε συνθήκες φυσικής μόλυνσης (Gordon κ.ά. 1990, Risser 1987, Zink &

Gubler 1985). Το γονίδιο *Fm-3* βρέθηκε συνδεδεμένο με την αντοχή στον περονόσπορο στην ποικιλία Smith's Perfect (Zink 1991). Για το λόγο αυτό, ποικιλίες οι οποίες έχουν αντοχή στον περονόσπορο προερχόμενη από την ποικιλία Smith's Perfect υπάρχει πιθανότητα να είναι ταυτόχρονα ανθεκτικές στις φυλές 0 και 2 του μύκητα *F. oxysporum* f.sp. *melonis* (Zink 1991). Πολυγονιδιακή αντοχή, η οποία είναι αποτελεσματική έναντι των λιγότερο μολυσματικών στελεχών έχει βρεθεί στις ποικιλίες Kogane, Nashi, Makuwa και Persian Small Type (Risser & Rode 1973).

Στην Ευρώπη η φυλή 0 είναι ευρύτερα διαδεδομένη, ενώ η 2 είναι πολύ σπάνια. Σε πρόσφατη εργασία διαπιστώθηκε ότι στην Ελλάδα υπάρχουν και οι τέσσερις φυλές του παθογόνου μύκητα (Βενιεράκη, 1993). Στο Ισραήλ διαπιστώθηκε επίσης η παρουσία και των τεσσάρων φυλών του μύκητα *F. oxysporum* f. sp. *melonis,* οι οποίες ανήκουν σε δύο ομάδες βλαστικής συμβατότητας (Katan et al., 1994). Σε άλλες χώρες οι απομονώσεις του παθογόνου έχουν βρεθεί να ανήκουν σε επτά ομάδες βλαστικής συμβατότητας.

Εικόνα 3. Κονιδιοφόροι με μικροκονίδια του μύκητα *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*.

Συμπτωματολογία

Η ασθένεια εκδηλώνεται με δύο διαφορετικά σύνδρομα: αργό και προοδευτικό κιτρίνισμα ή απότομος μαρασμός. Στην πρώτη περίπτωση, τα νεύρα μερικών φύλλων κιτρινίζουν μονόπλευρα και στη συνέχεια τα φύλλα γίνονται όλο και περισσότερο κίτρινα, παχέα και εύθραυστα. Σ΄ αυτό το στάδιο της ασθένειας, εμφανίζονται στο στέλεχος και τους βλαστούς επιμήκεις νεκρωτικές ραβδώσεις από τις οποίες βγαίνει κόμμι (Εικόνα 4). Στη συνέχεια ο μύκητας σχηματίζει πάνω στις νεκρωτικές ζώνες ροδόχροα σποριοδόχεια (Εικόνα 5). Στη δεύτερη περίπτωση, εμφανίζεται ένας απότομος μαρασμός των φυτών χωρίς προηγούμενο κιτρίνισμα του φυλλώματος. Εσωτερικά, οι προσβεβλημένοι βλαστοί εμφανίζουν καστανό μεταχρωματισμό των αγγείων (Εικόνα 6).

Εικόνα 4. Φυτό θερμοκηπιακής καλλιέργειας πεπονιάς με προσβολή από το μύκητα *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*. Παρατηρείστε το κιτρίνισμα και μάραμα των φύλλων καθώς επίσης τη μονόπλευρη σήψη στο στέλεχος που φθάνει ψηλά στο φυτό.

Εικόνα 5. Φυτό θερμοκηπιακής καλλιέργειας πεπονιάς με προσβολή από το μύκητα *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*. Παρατηρείστε τη μονόπλευρη σήψη με τη λευκόχροη εξάνθηση που αποτελείται από τις καρποφορίες του παθογόνου.

Εικόνα 6. Στελέχη φυτών θερμοκηπιακής καλλιέργειας πεπονιάς με κιτρινοκαστανό μεταχρωματισμό των αγγείων του ξύλου λόγω προσβολής από το μύκητα *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*.

Παθογένεση-επιδημιολογία-βιολογία παρασίτου

Ο μύκητας *F. oxysporum* f.sp. *melonis* σχηματίζει άφθονα χλαμυδοσπόρια στο έδαφος, όπου παραμένει ζωντανός για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επίσης σχηματίζει ροδόχροα σποριοδόχεια στα στελέχη των φυτών τα οποία αποτελούν τις μεγάλες μάζες του μολύσματος.

Το παθογόνο μπορεί να μεταδοθεί με μολυσμένο σπόρο, με το έδαφος και με το νερό. Η είσοδος του παθογόνου στο φυτό μπορεί να γίνει από κάθε υπόγειο τμήμα του, το οποίο δεν καλύπτεται από περίδερμα και από τραύματα του φυτού. Συνηθισμένα σημεία προσβολής είναι οι νεαρές ρίζες και το έμβρυο των σπόρων (Βακαλουνάκης 1985, Παναγόπουλος 1995).

Έρευνες έχουν δείξει ότι η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης του μύκητα *F. oxysporum* f.sp. *melonis,* σε θρεπτικό υπόστρωμα με άγαρ, είναι γύρω στους 27 ^{0}C. Η άριστη θερμοκρασία μόλυνσης του φυτού και ανάπτυξης της ασθένειας είναι περίπου 21 ^{0}C. Τα πλέον έντονα συμπτώματα παρατηρούνται σε θερμοκρασίες 18-22 ^{0}C. Σε υψηλές θερμοκρασίες τα φυτά προσβάλλονται, χωρίς όμως την εμφάνιση συμπτωμάτων.

Η αδρομύκωση της πεπονιάς, σε αντίθεση με άλλες αδροφουζαριώσεις, απαντάται στα ψυχρά εδάφη και πολύ ενωρίς κατά την καλλιεργητική περίοδο. Η εδαφική υγρασία όταν είναι υψηλή (>80%), αναστέλλει τη δράση του μύκητα, ενώ όταν είναι μεταξύ 50-60%, τα συμπτώματα εμφανίζονται πιο γρήγορα και πιο έντονα. Η ασθένεια ευνοείται από την πλούσια αζωτούχο λίπανση και τα χαμηλά επίπεδα ασβεστίου και καλίου είτε λόγω της αύξησης της ευπάθειας του φυτού έναντι του μύκητα είτε λόγω της αύξησης της παθογόνου δύναμης. Σε καλλιέργειες στο εργαστήριο (*in vitro*) το άζωτο ευνοεί τη σπορίωση του μύκητα και την παραγωγή φουζαρικού οξέος. Αντίθετα, το κάλιο και το ασβέστιο παρεμποδίζουν τη δράση του μύκητα, αφού δρουν σαν καταλύτες στη σύνθεση των ενζύμων του (Nelson κ.ά. 1981).

Αντιμετώπιση

Για την αντιμετώπιση της ασθένειας, συστήνονται τα ακόλουθα μέτρα:

- **Καλλιεργητικές μέθοδοι**

1. Εμβολιασμός σε ανθεκτικά υποκείμενα

Ο εμβολιασμός σε ανθεκτικά υποκείμενα είναι μια αρκετά ικανοποιητική μέθοδος. Τα γνωστότερα υποκείμενα είναι το *Benincasa cerifera,* το *Cucurbita ficifolia* και το *Cucurbita pepo* var. m*edullosa.* Το *Benincasa cerifera* όμως είναι ευπαθές στα παθογόνα *Verticillium albo-atrum* και *Pyrenochaeta cerifera.* Σήμερα χρησιμοποιείται περισσότερο το υβρίδιο *Cucurbita maxima* x *C. moschata*, γιατί έχει και άλλα επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως ανοχή σε διάφορα άλλα παθογόνα και κρύα εδάφη και μικρότερη ευπάθεια σε ασβεστούχα εδάφη (Βακαλουνάκης 1985, Μπούρμπος & Σκουντριδάκης 1993).

2. Χρήση υγιούς σπόρου

Το παθογόνο μπορεί να μεταφερθεί με το σπόρο. Στις περιπτώσεις που ο σπόρος κρίνεται ύποπτος επιβάλλεται η απολύμανση του (θερμοθεραπεία, χημική απολύμανση).

3. Χρήση καθαρών και απολυμασμένων υποστρωμάτων
Τα οργανικά υποστρώματα που χρησιμοποιούνται στα σπορεία και στα θερμοκήπια θα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από το παθογόνο. Συστήνεται η απολύμανση των οργανικών υποστρωμάτων πριν από κάθε χρήση.
4. Φύτεμα υγιών φυταρίων
Στο σπορείο πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή, έτσι ώστε να παράγονται υγιή και καλώς αναπτυγμένα φυτάρια. Για το λόγο αυτό το σπορείο δεν θα πρέπει να βρίσκεται κοντά σε καλλιέργεια πεπονιάς. Θα πρέπει επίσης η σπορά να είναι αραιή και τα φυτάρια να παρακολουθούνται συνεχώς.
5. Ισορροπημένη λίπανση
Θα πρέπει να αποφεύγονται οι υπερβολικές αζωτούχες λιπάνσεις, ενώ η σχέση K:N θα πρέπει να διατηρείται υψηλά.
6. Αμειψισπορά
Δίνει αποτελέσματα μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα.

- **Ανθεκτικές ποικιλίες και υβρίδια**

Στην αγορά κυκλοφορούν πάρα πολλά υβρίδια πεπονιού με αντοχές στις διάφορες φυλές του *F. oxysporum* f.sp. *melonis*. Η επιλογή μιας ποικιλίας ή ενός υβριδίου για καλλιέργεια εξαρτάται από διάφορους παράγοντες από τους οποίους οι πιο σημαντικοί είναι: οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, οι απαιτήσεις της αγοράς σε φυτοτεχνικά χαρακτηριστικά του καρπού και η αντοχή των φυτών στα σοβαρότερα φυτοπαθογόνα που έχουν εμφανιστεί στην περιοχή. Πρέπει βέβαια να εξετάζεται κάθε φορά αν οι ανθεκτικές ποικιλίες είναι εμπορικά αποδεκτές.

Στους Πίνακες 3-8 που ακολουθούν αναφέρονται παραδείγματα από τις πιο διαδεδομένες ποικιλίες και υβρίδια πεπονιάς που κυκλοφορούν στην αγορά, χωρισμένα σε κατηγορίες, ως ακολούθως:

Πεπόνια σφαιρικά με λεία επιφάνεια και πορτοκαλιά σάρκα, για υπό κάλυψη και υπαίθρια καλλιέργεια (*'Charentais smooth melons'*) (Πίνακας 3).

Πεπόνια διχτυωτά με πορτοκαλιά σάρκα, για υπό κάλυψη και υπαίθρια καλλιέργεια (*'Charentais netted melons'*) (Πίνακας 4).

Πεπόνια σφαιρικά, διχτυωτά με πρασινόλευκη σάρκα, τύπου 'Galia', για υπό κάλυψη και υπαίθρια καλλιέργεια (*'Galia melons'*) (Πίνακας 5).

Πεπόνια ελλειψοειδή με λεία και κίτρινη επιφάνεια και λευκή ή λευκοπράσινη σάρκα, τύπου 'Canary', για υπό κάλυψη και υπαίθρια καλλιέργεια (*'Yellow smooth melons'*) (Πίνακας 6).

Πεπόνια ελλειψοειδή με πράσινη επιφάνεια και πρασινόλευκη σάρκα, τύπου 'Piel de Sapo (frog skin)', για υπό κάλυψη και υπαίθρια καλλιέργεια ('*Spanish Piel de Sapo'*) (Πίνακας 7).

Πεπόνια ελλειψοειδή με ανοικτο-πράσινη επιφάνεια και πρασινόλευκη σάρκα, τύπου 'Rochet', για υπό κάλυψη και υπαίθρια καλλιέργεια ('Spanish green melons') (Πίνακας 8).

Πίνακας 3. Πεπόνια σφαιρικά με λεία επιφάνεια και πορτοκαλιά σάρκα, για υπό κάλυψη και υπαίθρια καλλιέργεια (‘*Charentais smooth melons*’).

ΌΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΕΣ	ΌΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΕΣ
Acor	F0,F1	Ido	F0
Alpha	F0,F1	Jador	F0,F1,F1.2
Athos	F0,F1	Jerac	F0,F1
Bastion	F0,F1	Jet	F0,F1
Cantalun	F0	Jivaro	F0,F1
Cantor	F0,F1	Laro	F0,F1
Carlo	F0,F1	Luberon	F0,F1
Charmel	F0,F1,F1.2	Margot	F0,F1
Clipper	F0,F1	Orlinabel	F0
Costade	F0,F1	Pharo	F0,F1
Cristel	F0	Preco	F0,F1
Cristo	F0,F1	Presto	F0,F1
Delta	F0,F1	Prior	F0,F1
Diamex	F0	Santon	F1
Domus	F0,F1	Savor	F0,F1
Doublon	F0	Soldor	F0,F1,F1.2
Fusano	F1	Tabor	F0,F1
Galoubet	F0,F1	Talma	F0,F1,
Garrigue	F0,F1	Troubadour	F0,F1
Glanum	F1	Vedrantais	F0
Hermes	F0,F1	Viva	F0,F1

Πίνακας 4. Πεπόνια διχτυωτά με πορτοκαλιά σάρκα, για υπό κάλυψη και υπαίθρια καλλιέργεια (‘*Charentais netted melons*’)

ΌΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΕΣ	ΌΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΕΣ
Accent	F0,F1	Orus	F0,F1
Aladin	F1	Pallium	F0,F1
Alienor	F0,F1	Pancha	F0
Bolero	F0,F1	Panchito	F0,F1
Castella	F0,	Paquito	F0,F1
Concorde	F0,F1	Patrician	F0
Corin	F0,F1	Ramon	F0,F1
Fiata	F0,F1	Rasto	F0,F1
Fiesta	F0,F1	Romeo	F0
Gama	F0,F1	Sierra	F0
Haros	F0,F1	Sprint	F0
Mab	F0,F1	Sucdor	F0,F1
Oscar	F0,F1		

Πίνακας 5 . Πεπόνια σφαιρικά, διχτυωτά με πρασινόλευκη σάρκα, τύπου ‘Galia’, για υπό κάλυψη και υπαίθρια καλλιέργεια (‘*Galia melons*’)

ΌΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΕΣ	ΌΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΕΣ
Cristel	F0,F1	Hymark	Sf1
Delada	F0	MG 591	F1
Deltex	F0	Mission	F0,F1
Dikti	F1	M 442	F1,
Durango	F0	NIZ 52-01	F1,
Caribe	F1	Yupi	F1
Fastoso	F0,F1	**Galia**	F1,

Πίνακας 6 . Πεπόνια ελλειψοειδή με λεία και κίτρινη επιφάνεια και λευκή ή λευκοπράσινη σάρκα, τύπου ‘Canary’, για υπό κάλυψη και υπαίθρια καλλιέργεια (*‘Yellow smooth melons’*)

ΌΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΕΣ	ΌΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΈΣ
Amber	F1	Eloro	F1
Aril	F1	Helios	F1
Canador	F1	Lutina	F1
Dorado	F0,F1	Pandor	F1
Doral	F0	Sirocco	F1

Πίνακας 7 . Πεπόνια ελλειψοειδή με πράσινη επιφάνεια και πρασινόλευκη σάρκα, τύπου 'Piel de Sapo (frog skin)', για υπό κάλυψη και υπαίθρια καλλιέργεια ('*Spanish Piel de Sapo melons*')

ΌΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΕΣ	ΌΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΈΣ
Toledo	F1,	Manchado	F1,
Daimiel	F1		

Πίνακας 8. Πεπόνια ελλειψοειδή με ανοικτο- πράσινη επιφάνεια και πρασινόλευκη σάρκα, τύπου 'Rochet', για υπό κάλυψη και υπαίθρια καλλιέργεια ('*Spanish green melons'*)

ΌΝΟΜΑ	ΑΝΤΟΧΕΣ
Solo	F1

Επεξηγήσεις συμβόλων αντοχής:

F0	= *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* φυλές 0 και 2 (γονίδιο *Fom-1*)
F1	= *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* φυλές 0 και 1 (γονίδιο *Fom-2*)
F1.2	= *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* φυλή 1.2 (πολυγονιδιακή)

- **Χημικές μέθοδοι.**

Συνιστάται η απολύμανση των εδαφών στα θερμοκήπια με βρωμιούχο μεθύλιο. Επίσης ριζοποτίσματα με χημικά σκευάσματα όπως: benomyl, carbendazim, thiophanate methyl, thiram, καθώς και μείγματα αυτών.

- **Ηλιοαπολύμανση.**

Εφαρμογή ηλιαπολύμανσης (Tjamos & Makrynakis) σε εδάφη με χαμηλό έως μέτριο μολυσματικό δυναμικό (Tjamos & Makrynakis, Βακαλουνάκης 1988).

B. Το *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*

Εισαγωγή

Το 1996 περιγράφτηκε στην Κρήτη, για πρώτη φορά παγκόσμια, μια νέα πολύ σοβαρή ασθένεια των θερμοκηπιακών καλλιεργειών της αγγουριάς. Η ασθένεια αυτή είναι η σήψη των ριζών και του στελέχους της αγγουριάς που προκαλείται από το μύκητα *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. Η ασθένεια διαπιστώθηκε για πρώτη φορά, σε καλλιέργειες αγγουριάς υπό κάλυψη στην παραλιακή οδό από Ιεράπετρα προς Σητεία, στο Λασίθι της Κρήτης, κατά την καλλιεργητική περίοδο 1989-90 και πολύ σύντομα εξαπλώθηκε σε ολόκληρο το νησί, όπου σήμερα αποτελεί το σημαντικότερο φυτοπαθολογικό πρόβλημα. Το 1994 αναγνωρίστηκε στην Πελοπόννησο, όπου τα τελευταία χρόνια προξενεί πολύ σοβαρές ζημίες και το 2001 στη Ρόδο. Σε παγκόσμια κλίμακα, η ασθένεια διαπιστώθηκε το 1994 στον Καναδά, το 1998 Πολωνία, το 2000 στην Ισραήλ και το 2001 στην Ισπανία, όπου προξενεί σημαντικές ζημιές στην παραγωγή (Vakalounakis 1996, Vakalounakis & Fragkiadakis 1999, Βακαλουνάκης 2002, Βακαλουνάκης & Φραγκιαδάκης 2003).

Παθογόνο αίτιο

Η ασθένεια προκαλείται από το μύκητα *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. f. sp. *radicis-cucumerinum* D.J. Vakalounakis, ο οποίος ανήκει στην οικογένεια Tuberculariaceae της τάξης των Moniliales των ατελών μυκήτων (Vakalounakis 1996).

Η εμφάνιση των αποικιών του παθογόνου στα τεχνητά θρεπτικά υποστρώματα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία. Στους 23^0C και σε οξινισμένο PDA φέρουν άφθονα πράσινο-κυανά σκληρωτίνια και πολυάριθμα μικροκονίδια και μακροκονίδια σε σποριοδόχεια. Τα μικροκονίδια σχηματίζονται σε βραχείς κονιδιοφόρους και είναι μονοκύτταρα, ελαφρώς κεκαμμένα, ελλειψοειδή, κυλινδρικά ή σφαιρικά με διαστάσεις 8,3$\pm$3,59 (2,4-21,8) x 2,8$\pm$0,52 (2,4-4,4) μm. Τα μακροκονίδια είναι υαλώδη, ελαφρά έως πολύ κεκαμμένα με 1-4 διαφράγματα και έχουν διαστάσεις 30,1$\pm$4,58 (19,3-41,1) x 4,1$\pm$0,69 (2,4-4,8) μm. Ο μύκητας σχηματίζει επίσης χλαμυδοσπόρια, τα οποία είναι μονοκύτταρα, υαλώδη έως ελαφρώς καστανά, σφαιρικά ή ελλειψοειδή, με λεία επιφάνεια, επάκρια ή ενδιάμεσα και με διαστάσεις 8,7$\pm$1,91 (4,8-14,5) μm.

Το παθογόνο της σήψης των ριζών και του στελέχους της αγγουριάς διαφέρει από το μύκητα *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* J. H. Owen και από το μύκητα *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *cucurbitae* W. C. Snyder & H. N. Hans., τα οποία έχουν αναφερθεί ως παράσιτα της αγγουριάς. Συγκεκριμένα, το παθογόνο της σήψης των ριζών και του στελέχους δεν είναι τυπικό παθογόνο αδρομύκωσης, όπως συμβαίνει με τις φυλές 1, 2 και 3 του μύκητα *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, αλλά κυρίως προκαλεί σήψεις στο λαιμό, στις ρίζες και στο στέλεχος των οποίων η ανάπτυξη ευνοείται, όπως αναφέρεται στα επόμενα, σε διαφορετικές θερμοκρασίες από την αδρομύκωση που προκαλεί ο μύκητας *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*.

Επίσης, το παθογόνο της σήψης των ριζών και του στελέχους ξεχωρίζει εύκολα από το μύκητα *F. solani* f. sp. *cucurbitae* μετά από μικροσκοπικές παρατηρήσεις στη μορφολογία των μικροκονιδιοφόρων (Vakalounakis 1996, Βακαλουνάκης 2002).

Συμπτωματολογία

Τα πρώτα συμπτώματα της ασθενείας εμφανίζονται στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες αγγουριάς σε νεαρά φυτά ηλικίας περίπου ενός μηνός. Τα φυτά παρουσιάζουν στην περιοχή του λαιμού και προς τη μία πλευρά του στελέχους, σήψη με αλλοίωση του

χρώματος του ιστού. Η αλλοίωση του χρώματος μεταβάλλεται κλιμακωτά στην αρχή από πράσινο σε ανοικτοπράσινο και αργότερα σε καστανό, η οποία σε συνθήκες υψηλής υγρασίας συνοδεύεται από λευκοπορτοκαλιά εξάνθηση, η οποία αποτελείται από τις καρποφορίες του παθογόνου (Εικόνα 7). Σε προχωρημένο στάδιο της ασθένειας ο λαιμός και το ριζικό σύστημα των φυτών συνήθως παρουσιάζουν πλήρη σήψη, με αποτέλεσμα την αποκοπή των φυτών στο ύψος του λαιμού με ένα απλό τράβηγμα. Τα φυτά παρουσιάζουν στην αρχή καθυστερημένη ανάπτυξη, αργότερα μάρανση και στο τέλος νέκρωση. Σε πάρα πολλές περιπτώσεις, τα πρώτα συμπτώματα της ασθένειας γίνονται εμφανή σε αναπτυγμένα φυτά που βρίσκονται στο στάδιο της παραγωγής, με μεσονεύριες χλωρώσεις και αργότερα νεκρώσεις σε κατώτερα φύλλα, κιτρίνισμα των φύλλων και μάρανση των φυτών. Στο κατώτερο τμήμα και προς τη μία πλευρά του στελέχους, δημιουργείται συχνά διάμηκες σχίσιμο, το οποίο συνήθως συνοδεύεται από λευκοπορτοκαλιά εξάνθηση με τις καρποφορίες του παθογόνου. Επίσης παρατηρείται καστανός μεταχρωματισμός στα αγγεία του ξύλου, που φθάνει στο στέλεχος σε ύψος 40-200 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Στο τελικό στάδιο της ασθένειας συχνά απομένουν στο στέλεχος των φυτών, μόνο τα αγγεία του ξύλου, τα οποία ομοιάζουν με νήματα (Vakalounakis 1996, Βακαλουνάκης 2002).

Κύκλος ξενιστών

Σε συνθήκες τεχνητής μόλυνσης το παθογόνο προσβάλλει την αγγουριά (*Cucumis sativus* L.), την πεπονιά (*C. melo* L.) και τα λίφια (*Luffa aegyptiaca* Mill.). Όμως, σε συνθήκες φυσικής μόλυνσης προσβολές έχουν παρατηρηθεί μέχρι σήμερα, μόνο στην αγγουριά (Vakalounakis 1996, Βακαλουνάκης 2002).

Επιδημιολογία

Ο μύκητας *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* έχει την ικανότητα και επιβιώνει στα φυτικά υπολείμματα και στο έδαφος από τη μία καλλιεργητική περίοδο στην άλλη εξαιτίας του σχηματισμού χλαμυδοσπορίων. Η διασπορά των μολυσμάτων γίνεται με τα υπολείμματα των καλλιεργειών, με το έδαφος που μεταφέρεται κυρίως με τα γεωργικά εργαλεία και τα υποδήματα, με τα μολυσμένα φυτάρια και με το νερό του ποτίσματος. Σπόρια του παθογόνου που παράγονται στις προσβλημένες περιοχές του λαιμού και του στελέχους των φυτών πιθανόν μεταφέρονται σε μικρές αποστάσεις με τον αέρα. Σε μεγάλες αποστάσεις το παθογόνο πιθανόν μεταφέρεται με τα οργανικά υποστρώματα και τους σπόρους.

Η μόλυνση των φυτών γίνεται από τις ρίζες. Η είσοδος του παθογόνου διευκολύνεται από πληγές που προκαλούνται κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, κατά το σχηματισμό των πλευρικών ριζών ή λόγω προσβολής από νηματώδεις. Η σοβαρότητα της ασθένειας αυξάνεται από καταπόνηση των φυτών εξαιτίας τραυματισμού των ριζών, χαμηλών θερμοκρασιών και υψηλής παραγωγής.

Η ασθένεια ευνοείται σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών με άριστο στις χαμηλές θερμοκρασίες γύρω στους 17°C, σε αντίθεση με την αδροφουζαρίωση (*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*) η οποία ευνοείται στις υψηλές θερμοκρασίες με άριστο γύρω στους 29°C. Για το λόγο αυτό το παθογόνο θεωρείται παράσιτο των σχετικά χαμηλών θερμοκρασιών και προσβάλλει φυτά των πρώιμων καλλιεργειών και των ψυχρότερων θέσεων των θερμοκηπίων. Σε ορισμένες περιοχές η ασθένεια παρατηρείται με μεγάλη σοβαρότητα ακόμα και το καλοκαίρι. Σε αυτές τις περιπτώσεις η ανάπτυξη και η

Εικόνα 7. Φυτό θερμοκηπιακής καλλιέργειας αγγουριάς με προσβολή από το μύκητα *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. Παρατηρείστε τη σήψη με την πορτοκαλόχροη εξάνθηση, που αποτελείται από τις καρποφορίες του παθογόνου, στο κατώτερο μέρος του στελέχους του φυτού.

εξέλιξη της ασθένειας οφείλεται, κυρίως, στη μεγάλη παθογόνο δύναμη των στελεχών του παρασίτου και στην έκθεση των ριζών σε συνθήκες υπερβολικής υγρασίας ή μεγάλων θερμοκρασιακών διαφορών ημέρας και νύκτας (Vakalounakis 1996, Βακαλουνάκης 2002).

Η αρχική πηγή του μολύσματος μπορεί να προέρχεται από μολυσμένα φυτικά υπολείμματα, σπόρους, οργανικά υποστρώματα, μολυσμένο έδαφος ή μολύσματα του μύκητα που βρίσκονται στο χώρο του θερμοκηπίου (Vakalounakis 1996, Βακαλουνάκης 2002).

Πιθανή προέλευση του παθογόνου

Επειδή το παθογόνο είχε απομονωθεί από φυτά αγγουριάς στην Ολλανδία από το 1985 (είχε ταυτοποιηθεί ως *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*) είναι πολύ πιθανόν να εισήλθε στην Ελλάδα από τη χώρα αυτή, ίσως με σπόρους ή οργανικά υποστρώματα. Παρόλα αυτά, το γεγονός ότι η ασθένεια έχει περάσει απαρατήρητη στην Ολλανδία, προφανώς επειδή δεν έχει προκαλέσει σοβαρές ζημιές μέχρι σήμερα, μπορεί να οφείλεται στο πολύ μεγάλο ποσοστό των υδροπονικών καλλιεργειών (99%) καθώς και στις πολύ καλές συνθήκες υγιεινής στη χώρα αυτή, που δεν ευνοούν τις προσβολές από το παθογόνο.

Φυλογενετικές σχέσεις μεταξύ του παθογόνου και διάφορων ειδικών μορφών του *Fusarium oxysporum* που προσβάλλουν κολοκυνθοειδή

Το παθογόνο παρουσιάζει μεγαλύτερη συγγένεια με άλλες ειδικές μορφές του μύκητα *Fusarium oxysporum* που προσβάλλουν κολοκυνθοειδή παρά με την ειδική μορφή *cucumerinum* που προκαλεί την αδροφουζαρίωση στην αγγουριά (Vakalounakis & Fragkiadakis 1999,. Βακαλουνάκης 2002).

Διαγνωστικές μέθοδοι

Στην αρχή το παθογόνο ταυτοποιείται στο επίπεδο του είδους (*F. oxysporum*) από τα χαρακτηριστικά και την ανάπτυξη των αποικιών των καθαρών καλλιεργειών και τις μικροσκοπικές παρατηρήσεις και μετρήσεις στους κονιδιοφόρους (φιαλίδια) και στα κονίδια, όπως επίσης και στο σχηματισμό χλαμυδοσπορίων. Για να γίνει ταυτοποίηση στο επίπεδο της ειδικής μορφής εφαρμόζεται είτε η δοκιμή παθογένειας, είτε μια από τις μεθόδους των ομάδων βλαστικής συμβατότητας (vegetative compatibility grouping, VCG) (Εικόνα 8) και των τυχαίων ενισχυμένων τμημάτων πολυμορφικού DNA (random amplified polymorphic DNA, RAPD) (Βακαλουνάκης 2002).

Σύμφωνα με τη μέθοδο των ομάδων βλαστικής συμβατότητας λαμβάνονται από την υπό εξέταση απομόνωση nit (nitrate non-utilizing) μεταλλαγμένα στελέχη (αδυνατούν να χρησιμοποιήσουν τη νιτρική μορφή αζώτου) σε θρεπτικό υλικό FMMC (περιέχει χλωρικό κάλιο), τα οποία στη συνέχεια διασταυρώνονται με τους δοκιμαστές (testers) των ομάδων βλαστικής συμβατότητας του μύκητα *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. Εφόσον, έστω και ένα nit μεταλλαγμένο στέλεχος σχηματίζει ετεροκάρυο μυκήλιο αγρίου τύπου με ένα τουλάχιστο δοκιμαστή, τότε η υπό εξέταση απομόνωση ταυτοποιείται ως F. *oxysporum f. sp. radicis-cucumerinum*. Σύμφωνα με τη μέθοδο των τυχαίων ενισχυμένων τμημάτων πολυμορφικού DNA, λαμβάνεται DNA από την υπό εξέταση απομόνωση, το οποίο ενισχύεται με PCR χρησιμοποιώντας τους δεκαμερείς εκκινητές (primers) OPA-O1 (5'-CAGGCCCTTC-3') , OPB-14 (5'-TCCGCTCTGG-3') , OPB-20 (5'- ggacccttac-3') και OPF-O5 (5'-CCGAATTCCC-3') της εταιρείας Operon Technologies και στη συνέχεια υφίσταται ηλεκτροφόρηση σε 2% αγαρόζη. Το λαμβανόμενο ηλεκτροφορητικό πρότυπο με κάθε εκκινητή συγκρίνεται με εκείνο που δίνει ο μύκητας *F. oxysporum* f. sp. *radicis-*

cucumerinum. Σε περίπτωση πλήρους ταύτισης των προτύπων συνάγεται ότι η υπό εξέταση απομόνωση ανήκει στο *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (Βακαλουνάκης 2002).

Εικόνα 8. Μέθοδος των Ομάδων Βλαστικής Συμβατότητας.

Αντιμετώπιση

Για την αντιμετώπιση της ασθένειας, από την εμπειρία που έχει αποκτηθεί μέχρι σήμερα, συστήνονται τα ακόλουθα μέτρα (Βακαλουνάκης 2002):

- **Καλλιεργητικά μέτρα**

1. Καταστροφη των υπολειμματων της προηγουμενης καλλιεργειας.

Αποτελεί πολύ αξιόλογο μέτρο μείωσης των πηγών του μολύσματος. Ο πλέον ενδεδειγμένος τρόπος καταστροφής των υπολειμμάτων είναι με τη φωτιά.

2. Χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου

Επειδή υπάρχουν ενδείξεις μεταφοράς του παθογόνου με το σπόρο, στις περιπτώσεις που ο σπόρος κρίνεται ύποπτος επιβάλλεται η απολύμανσή του με θερμοθεραπεία (υγρή θερμότητα) (50°C επί 25 λεπτά). Πολύ καλά αποτελέσματα δίνει επίσης η εμβάπτιση του σπόρου σε διάλυμα 0,5% υποχλωριώδους νατρίου επί 10 λεπτά.

3. Φύτεμα υγιών φυταρίων

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο σπορείο έτσι ώστε να παράγονται υγιή και καλώς ανεπτυγμένα φυτάρια. Για το λόγο αυτό το σπορείο δεν θα πρέπει να βρίσκεται κοντά σε καλλιέργειες αγγουριάς και το υπόστρωμα θα πρέπει να είναι επιμελώς απολυμασμένο. Επίσης θα πρέπει η σπορά να μην είναι πυκνή και τα

φυτάρια να παρακολουθούνται επιμελώς για την απομάκρυνση αυτών που φαίνονται ύποπτα προσβολής.

4. Χρησιμοποίηση απολυμασμένων οργανικών υποστρωμάτων

Τα οργανικά υποστρώματα που χρησιμοποιούνται στα σπορεία και στα θερμοκήπια θα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από το παθογόνο. Για λόγους ασφαλείας συστήνεται η απολύμανση των οργανικών υποστρωμάτων πριν από κάθε χρήση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις εισόδου του μύκητα *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* στην Κρήτη από την Ολλανδία το 1989 με εισαχθείσες μολυσμένες κομπόστες.

5. Εμβολιασμός σε ανθεκτικά υποκείμενα κολοκυνθοειδών

Προς το παρόν αποτελεί τον αποτελεσματικότερο τρόπο αντιμετώπισης της ασθένειας στην πράξη. Τα υποκείμενα που έχουν δοκιμαστεί με επιτυχία είναι το *Cucurbita ficifolia*, το *C. moschata* και το υβρίδιο *C. maxima* X *C. moschata*. Από αυτά, στις συνθήκες της Κρήτης, το υβρίδιο *C. maxima* X *C. moschata* υπερέχει τόσο στην πρώιμη όσο και στη συνολική παραγωγή αγγουριού.

Ο εμβολιασμός θα πρέπει να πραγματοποιείται ψηλά στο υποκείμενο για να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος ο κίνδυνος μόλυνσης του εμβολίου από επαφή ή μεταφορά μολυσμένου χώματος. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας είναι χρήσιμος ο έλεγχος των φυτών για την απομάκρυνση ριζών που τυχόν αναπτύσσονται από το εμβόλιο. Η ανάπτυξη ριζών από το εμβόλιο, οι οποίες φθάνουν στο έδαφος μετά τη διέλευσή τους από το ρηξιγενή χώρο της εντεριώνης του υποκειμένου και τη διάτρηση της βάσης της κύριας ρίζας του, δεν θα πρέπει να θεωρείται ιδιαίτερα ανησυχητική επειδή παρατηρείται σε μικρό σχετικά ποσοστό (μέγιστη παρατηρηθείσα τιμή περίπου 13%) και προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, οπότε έχει ήδη συγκομιστεί το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής.

6. Επισήμανση και καταστροφή των ασθενών και ύποπτων φυτών

Επιβάλλεται η απομάκρυνση και καταστροφή των ύποπτων φυτών κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας για την αποφυγή της ανάπτυξης σημαντικού αριθμού μολυσμάτων στο θερμοκήπιο και τη μείωση της δυνατότητας εξάπλωσης του παθογόνου στα γειτονικά φυτά.

7. Διαυγή της ασθένειας

Σε όποιες περιοχές αυτό είναι εφικτό, συστήνεται η έναρξη της καλλιέργειας (φύτεμα) στα θερμοκήπια να γίνεται αργά το καλοκαίρι (τέλος Αυγούστου-αρχές Σεπτεμβρίου) ή ενωρίς την άνοιξη (Μάρτιος-Απρίλιος), επειδή έτσι μειώνεται η έντα-

ση των συμπτωμάτων λόγω καλλιέργειας της αγγουριάς εκτός περιόδων ευνοϊκών κλιματολογικών συνθηκών για την ανάπτυξη της ασθένειας.

- **Χημικές μέθοδοι**

1. Απολύμανση του εσωτερικού χώρου των θερμοκηπίων

Επειδή το παθογόνο πιθανόν μεταφέρεται σε μικρές αποστάσεις με τον αέρα, αλλά ταυτόχρονα και για γενική απολύμανση, συστήνεται ο ψεκασμός του εσωτερικού χώρου των θερμοκηπίων, πριν από την εγκατάσταση της καλλιέργειας και κατά τη διάρκεια κλιματολογικών περιόδων υψηλών θερμοκρασιών (καλοκαίρι), με διάλυμα 3-4% φορμόλης του εμπορίου στη δόση των 20-25 λίτρων ανά στρέμμα, εφαρμοζομένων βεβαίως με σχολαστικότητα όλων των αναγκαιούντων μέτρων για την προστασία των παραγωγών που πραγματοποιούν τους ψεκασμούς.

2. Απολύμανση του εδάφους των θερμοκηπίων και εφαρμογή ριζοποτισμάτων με μυκητοκτονα

Η απολύμανση του εδάφους των θερμοκηπίων με ευρέως φάσματος απολυμαντικά, ως μέθοδος προληπτικής αντιμετώπισης, δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα εφόσον δεν λαμβάνει χώρα επαναμόλυνση του εδάφους. Οι εφαρμογές ριζοποτισμάτων με βενζιμιδαζολικά μυκητοκτόνα, prochloraz-Mn και hymexazol (τα δύο τελευταία μυκητοκτόνα δεν έχουν έγκριση χρησιμοποίησης στην αγγουριά) , τοπικά ή δια μέσου του συστήματος άρδευσης, μπορούν να προκαλέσουν μικρή μόνο καθυστέρηση στην εξέλιξη της ασθένειας εφόσον βρίσκεται στα αρχικά της στάδια. Όμως, εκφράζονται αμφιβολίες στο κατά πόσο ή όχι το κόστος από την εφαρμογή των μυκητοκτόνων καλύπτεται από το πιθανό όφελος της παραγωγής.

- **Ηλιοαπολύμανση**

Η ηλιοαπολύμανση με την εφαρμογή αδιαπέραστων πλαστικών κάλυψης του εδάφους δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα εναντίον της ασθένειας σε εδάφη με χαμηλό μολυσματικό δυναμικό.

- **Γενετική αντοχή**

Δεν υπάρχουν εμπορικές ποικιλίες ή υβρίδια αγγουριάς με αντοχή στην ασθένεια. Από αξιολόγηση δειγμάτων γενετικού υλικού αγγουριάς που πραγματοποιήθηκε πρόσφατα στο Εργαστήριο Μυκητολογίας του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Ηρακλείου, ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., βρέθηκε μία εισαγωγή με υψηλό βαθμό αντοχής τόσο σε εργαστηριακές όσο και σε συνθήκες θερμοκηπίου.

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα διαφορετικά είδη φυτών, πεπονιά (*Cucumis melo*) ποικιλία Μουλκέικο, αγγουριά (*Cucumis sativus*) ποικιλία Κνωσού, λίφια. (*Luffa aegyptiaca*) και κολοκυθιά (*Curcubita ficifolia*). Και τα τέσσερα είδη μολύνθηκαν με μονόσπορες απομονώσεις του μύκητα *Fusarium oxysporum.* Σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι η ταυτοποίηση παθοτύπων του μύκητα *Fusarium oxysporum* πού προσβάλλουν την πεπονιά στην Κρήτη.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Μυκητολογίας του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Ηρακλείου του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν πέντε πειράματα, από τα οποία τα τέσσερα ήταν επιτυχή. Όλα τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στους εργαστηριακούς πάγκους σε θερμοκρασίες δωματίου, που κυμαίνονται μεταξύ 17 έως 20°C. Οι διαδικασίες που περιγράφονται παρακάτω υπήρξαν κοινές για όλα τα πειράματα.

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΜΟΛΥΣΜΑΤΟΣ

Για την πραγματοποίηση των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν οκτώ συνολικά μονόσπορες απομονώσεις του μύκητα *Fusarium oxysporum* που προέρχονταν από πεπονιά με κωδικούς PFu -Δ1, PFu -Δ2, PFu -Δ5, PFu -Δ7 (για το πρώτο και δεύτερο πείραμα), PFu -Δ15, PFu -Δ16, PFu -Δ17, PFu -Δ18 (για το τρίτο και τέταρτο πείραμα).

Αρχικά έγινε ανανέωση της καλλιέργειας των μυκήτων από τη συλλογή του Εργαστηρίου Μυκητολογίας του Ι.Π.Φ.Η σε τρυβλία Petri που περιείχαν το θρεπτικό υπόστρωμα οξινισμένο PDA (potato-dextrose-agar με προσθήκη 120 σταγόνων 8,5% γαλακτικού οξέος). Τα τρυβλία τοποθετήθηκαν σε επωαστικό θάλαμο και μετά από 5 ημέρες μεταφέρθηκαν κομμάτια μυκηλίου με άγαρ σε οκτώ κωνικές φιάλες των 500 ml (δύο για κάθε απομόνωση) που περιείχαν 250 ml PDB (potato-dextrose-broth). Οι φιάλες τοποθετήθηκαν σε περιστρεφόμενο θάλαμο επώασης υγρών καλλιεργειών στους 20°C.

Μετά από χρονικό διάστημα πέντε ημερών έγινε διήθηση των καλλιεργειών σε ποτήρι βρασμού με τη βοήθεια τριπλής γάζας και το διήθημα αφού χωρίστηκε σε έξι σωλήνες ανά καλλιέργεια φυγοκεντρήθηκε για 15 λεπτά στις 2500 r.p.m. Τα σπόρια κατακάθισαν στον πυθμένα των σωλήνων φυγοκέντρησης και το υπερκείμενο νερό του σωλήνα απορρίφθηκε. Στη συνέχεια τα σπόρια αραιώθηκαν με απεσταγμένο νερό μέσα σε κωνική φιάλη. Για το μέτρημα των σπορίων στο αιματοκυτόμετρο έγινε αραίωση 1:100 και στη συνέχεια η πυκνότητα ρυθμίστηκε στα $1x10^6$ σπόρια/ml, που χρησιμοποιήθηκε σε όλα τα πειράματα.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΤΑΡΙΩΝ

Στα πειράματα χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα φυτικά είδη:

- Φυτά αγγουριάς (*Cucumis sativus*), ποικιλία Κνωσού.
- Φυτά πεπονιάς (*Cucumis melo*), ποικιλία Μουλκέικο.
- Φυτά κολοκυθιάς (*Curcubita ficifolia*).
- Φυτά λλιφιών (*Luffa aegyptiaca*).

Για την προβλάστησή τους, οι σπόροι τοποθετήθηκαν σε τρυβλία Petri, στον πυθμένα των οποίων υπήρχε διηθητικό χαρτί εμποτισμένο με αποστειρωμένο νερό,

για την εξασφάλιση της κατάλληλης για βλάστηση υγρασίας. Τα τρυβλία με τους σπόρους τοποθετήθηκαν σε θάλαμο επώασης για 2 ημέρες στους 28°C και στη συνέχεια οι προβλαστημένοι σπόροι μεταφέρθηκαν σε πλαστικά δοχεία μιας χρήσης που περιείχαν υπόστρωμα βερμικουλίτη όπου και παρέμειναν εκεί, με περίσσεια υγρασίας, μέχρι το στάδιο του δεύτερου πραγματικού φύλλου.

Καθόλο το διάστημα ανάπτυξης των φυτών παρασχέθηκαν σε αυτά όλες οι απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες (πόρισμα, λίπανση, ψεκασμοί με εντομοκτόνα για την αντιμετώπιση διάφορων εχθρών των φυτών που κατά καιρούς προέκυπταν).

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΟΛΥΝΣΗΣ

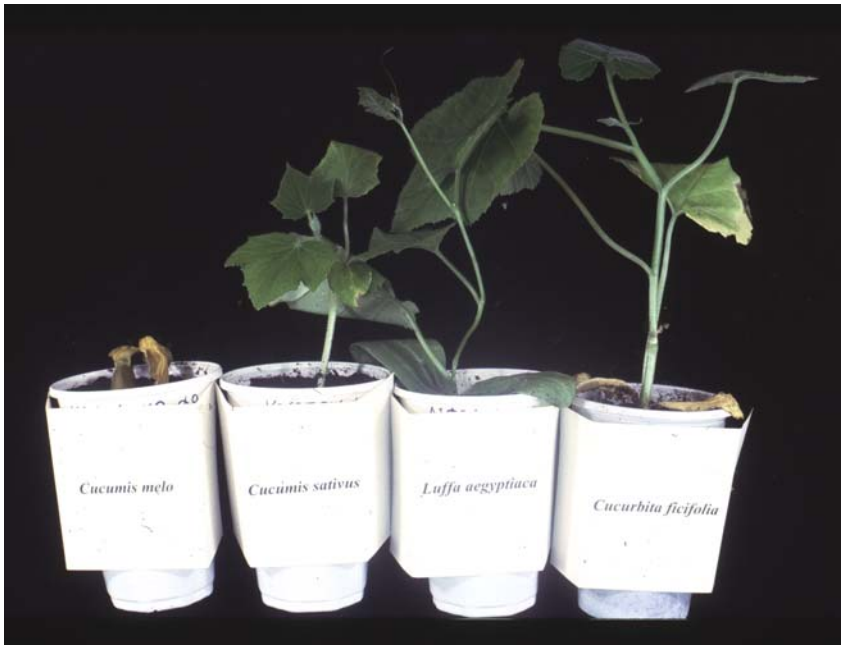
Όταν τα φυτά έφτασαν στο επιθυμητό στάδιο ανάπτυξης (δεύτερο πραγματικό φύλλο) απομακρύνονται από το δοχείο με το βερμικουλίτη ξεπλύνονταν προσεκτικά οι ρίζες τους και εμβαπτίζονταν στο μόλυσμα για 30 λεπτά περίπου. Στη συνέχεια τα φυτά μεταφυτεύονταν σε πλαστικά κύπελλα μίας χρήσεως, τα οποία έφεραν οπές στη βάση τους. Τα κύπελλα περιείχαν τύρφη η οποία είχε αποστειρωθεί με χύτρα. Τα φυτά, μετά το ριζοπότισμά τους με την περίσσεια του αιωρήματος τοποθετούνταν σε μεταλλικές σχάρες (για το στράγγισμα του νερού) μέσα σε ειδικούς μεταλλικούς δίσκους και φέρονταν σε εργαστηριακούς πάγκους σε συνθήκες περιβάλλοντος, με θερμοκρασίες μεταξύ 17-20°C. Πάνω από τους εργαστηριακούς πάγκους υπάρχουν συστοιχίες λαμπτήρων φθορισμού. Οι λαμπτήρες ήταν αναμμένοι συνεχόμενα για 16 ώρες την ημέρα. Όλα τα πειράματα διήρκεσαν περίπου 30 ημέρες.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη διεξαγωγή των πειραμάτων παθογένειας που περιγράφτηκαν στο κεφάλαιο 'Υλικά και Μέθοδοι' προέκυψαν τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους Πίνακες 9-12.

Όπως φαίνεται στους Πίνακες 9-12, οι απομονώσεις Δ1, Δ2 και Δ16 έδωσαν αντιδράσεις τύπου FOM (προσβολή στην πεπονιά, αλλά όχι στην αγγουριά, στα λίφια και στα κολοκύθια) (Εικόνα 9). Αντίθετα, οι απομονώσεις Δ5, Δ7, Δ15, 7 και Δ18 έδωσαν αντιδράσεις τύπου FORC (προσβολή, στην αγγουριά και στα λίφια, αλλά όχι στα κολοκύθια) (Εικόνα 10).

Συνεπώς ο μύκητας FORC έχει προσβάλει στην Κρήτη την πεπονιά κάτω από φυσικές συνθήκες μόλυνσης.



Εικόνα 9. Δοκιμή παθογένειας μίας απομόνωσης του *Fusarium oxysporum* από πεπονιά πάνω στα τέσσερα διαφορίζοντα τους παθότυπους φυτικά είδη: πεπονιά, αγγουριά, λίφι και κολοκυθιά. Παρατηρείστε την προσβολή μόνο της πεπονιάς.

Εικόνα 10. Δοκιμή παθογένειας μίας απομόνωσης του *Fusarium oxysporum* από πεπονιά πάνω στα τέσσερα διαφορίζοντα τους παθότυπους φυτικά είδη: πεπονιά, αγγουριά, λίφι και κολοκυθιά. Παρατηρείστε την προσβολή της πεπονιάς, αγγουριάς και λιφιού, αλλά όχι της κολοκυθιάς.

Πίνακας 9. Δοκιμή παθογένειας τεσσάρων απομονώσεων (Δ1, Δ2, Δ5 και Δ7) του μύκητα *Fusarium oxysporum* από πεπονιά πάνω σε τέσσερα διαφορίζοντα φυτικά είδη κολοκυνθοειδών*

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ															
	Δ1				Δ2				Δ5				Δ7			
	ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ				ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ				ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ				ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ			
	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ
Καταστροφή από μεταφυτευτικό σοκ	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
7/02/2003													3			1
10/02/2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-
11/02/2003	-	-	-	2	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	2
12/02/2003	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/02/2003	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
14/02/2003	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-
17/02/2003	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
20/02/2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	-	-	4
21/02/2003	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
24/02/2003	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
28/02/2003	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Σύνολο νεκρών φυτών	0/8	0/7	0/7	8/8	0/7	0/8	0/8	2/8	4/8	7/8	0/8	0/8	8/8	1/7	2/8	8/8
Σύνολο φυτών με συμπτώματα ασθένειας	1/8	0/7	0/7	0/8	0/7	0/8	0/8	3/8	3/8	0/8	2/8	4/8	0/8	6/7	1/8	0/8
Γενικό σύνολο ασθενών φυτών	1/8	0/7	0/7	8/8	0/7	0/8	0/8	5/8	7/8	7/8	2/8	4/8	8/8	7/7	3/8	8/8
ΠΑΘΟΓΟΝΟ	FOM				FOM				FORC				FORC			

* Έναρξη πειράματος: 30/01/2003 Λήξη πειράματος: 28/02/2003

Πίνακας 10. Δοκιμή παθογένειας τεσσάρων απομονώσεων (Δ1, Δ2, Δ5 και Δ7) του μύκητα *Fusarium oxysporum* από πεπονιά πάνω σε τέσσερα διαφορίζοντα φυτικά είδη κολοκυνθοειδών*

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ															
	Δ1				Δ2				Δ5				Δ7			
	ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ				ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ				ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ				ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ			
	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ
Καταστροφή από μεταφυτευτικό σοκ	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
21/02/2003										2			1	1		3
24/02/2003	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	-	3	-	3	1	1
25/02/2003	-	-	-	2	-	-	-	-	5	-	-	-	-	1	-	1
26/02/2003	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-
27/02/2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-
28/02/2003	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
3/03/2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
4/03/2003	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1	1	-	1	-	-
5/03/2003	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
6/03/2003	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-
7/03/2003	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/03/2003	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-
12/03/2003	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Σύνολο νεκρών φυτών	0/8	0/8	0/8	8/8	0/8	0/8	0/8	8/8	6/7	7/7	1/8	7/8	7/8	8/8	1/8	6/8
Σύνολο φυτών με συμπτώματα ασθένειας	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	1/7	0/7	0/8	1/8	0/8	0/8	0/8	2/8
Γενικό σύνολο ασθενών φυτών	0/8	0/8	0/8	8/8	0/8	0/8	0/8	8/8	7/7	7/7	1/8	8/8	7/8	8/8	1/8	8/8
ΠΑΘΟΓΟΝΟ	FOM				FOM				FORC				FORC			

* Έναρξη πειράματος: 13/02/2003 Λήξη πειράματος: 12/03/2003

Πίνακας 11. Δοκιμή παθογένειας τεσσάρων απομονώσεων (Δ15, Δ16, Δ17-1 και Δ17-2) του μύκητα *Fusarium oxysporum* από πεπονιά πάνω σε τέσσερα διαφορίζοντα φυτικά είδη κολοκυνθοειδών*

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ															
	Δ15				Δ16				Δ17-1				Δ17-2			
	ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ				ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ				ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ				ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ			
	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ
Καταστροφή από μεταφυτευτικό σοκ	-	-	-	2	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
31/03/2003	-	-	-	-	-	-	-	3	1	7	-	3	1	6	-	-
1/04/2003	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	1	2	-	-
2/04/2003	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	2	1	-	1	2
3/04/2003	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1
4/04/2003	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1
7/04/2003	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	2	-	-	-
9/04/2003	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
11/04/2003	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
15/04/2003	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Σύνολο νεκρών φυτών	0/8	2/8	0/8	2/6	0/8	0/7	0/8	7/8	7/7	7/7	2/8	7/8	8/8	8/8	1/8	6/8
Σύνολο φυτών με συμπτώματα ασθένειας	0/8	3/8	0/8	0/6	0/8	0/7	0/8	1/8	0/7	0/7	0/8	1/8	0/8	0/8	0/8	2/8
Γενικό σύνολο ασθενών φυτών	0/8	5/8	0/8	2/6	0/8	0/7	0/8	8/8	7/7	7/7	2/8	8/8	8/8	8/8	1/8	8/8
ΠΑΘΟΓΟΝΟ	FORC				FOM				FORC				FORC			

*Έναρξη πειράματος: 22/03/2003 Λήξη πειράματος: 21/04/2003

Πίνακας 12. Δοκιμή παθογένειας τεσσάρων απομονώσεων (Δ15, Δ16, Δ18-1 και Δ18-2) του μύκητα *Fusarium oxysporum* από πεπονιά πάνω σε τέσσερα διαφορίζοντα φυτικά είδη κολοκυνθοειδών*

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ															
	Δ15				Δ16				Δ18-1				Δ18-2			
	ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ				ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ				ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ				ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ			
	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ	ΛΙΦΙΑ	ΑΓΓΟΥΡΙΑ	ΚΟΛΟΚΥΘΙΑ	ΠΕΠΟΝΙΑ
Καταστροφή από μεταφυτευτικό σοκ	-	-	-	2	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
23/04/2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
24/04/2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	1	-	2	-	-
29/04/2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	4	-	3	1	4
30/04/2003	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
2/05/2003	-	-	-	-	-	-	1	4	-	-	-	-	1	2	-	2
5/05/2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	1
7/05/2003	-	2	-	-	-	-	-	1	2	-	-	2	2	-	-	-
9/05/2003	-	3	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-
12/05/2003	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
14/05/2003	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Σύνολο νεκρών φυτών	0/8	7/8	0/8	0/6	0/8	0/8	1/7	8/8	6/8	7/7	0/8	8/8	5/8	8/8	1/8	8/8
Σύνολο φυτών με συμπτώματα ασθένειας	0/8	1/8	0/8	2/6	0/8	0/8	0/7	0/8	2/8	0/7	0/8	0/8	3/8	0/8	0/8	0/8
Γενικό σύνολο ασθενών φυτών	0/8	8/8	0/8	2/6	0/8	0/8	1/7	8/8	8/8	7/7	0/8	8/8	8/8	8/8	1/8	8/8
ΠΑΘΟΓΟΝΟ	FORC				FOM				FORC				FORC			

* Έναρξη πειράματος: 17/04/2003 Λήξη πειράματος19/05/2003

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ SITES ΣΤΟ ΔΙΑΔΥΚΤΙΟ.

1. Cerkauskas, R. F., Brown J. 2001. First report of Fusarium stem and root rot of greenhouse cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* in Ontario. Plant Disease 85: 1028 (abstr.).
2. Gordon, T. R. & Martyn, R. D. 1997. Η εξελικτική ιστορία του *Fusarium oxysporum*. Phytopathology 35:111-128.
3. Leary, J. V. & Wilbur W. D. 1976. Identification of the Races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* Causing Wilt of Muskmelon in California. Phytopathology 66: 15-16. (abstr.).
4. Moreno A., Alferez A., AviIes M., Dianez F., BIanco R., Santos M., Tello J. C. 2001. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* on cucumber in Spain. Plant Disease 85: 1206 (abstr.).
5. Nelson, P. E. & Toussoun, T. A. & Cook R. J. 1981. Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy. The Pennsylvania State University Press, University Park and London. σελ. 457.
6. Pavlou G. C., VakaIounakis D. J., Ligoxigakis E. K. 2002. Control of root and stem rot of cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, by grafting onto resistant rootstocks. Plant Disease 86: 379-282.
7. Punja, Z. K. & Parker, M. 2000. Development of fusarium root and stem rot, a new disease on greenhouse cucumbers in British CoIumbia, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. Plant Pathol. 22: 349-363.
8. Punja, Z. K. Parker, M. & Elmhirst, J. F. 2001. Fusarium wilt of field-grown muskmelon in British Columbia. Plant Pathol. 23: 403-410.
9. Punja, Z. K., Parker, M., Rose S., Louie, D. 1998. Occurrence of Fusarium crown and root rot, a new disease on greenhouse cucumbers in British CoIumbia, and methods for disease control. Cucurbitaceae 98: 174-185.
10. Reverchon S., Monnet Y., BeIiard I., AIabouvette C. 2000. Du nouveau sur les fusarioses du concobre. *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* isoli ρουr la premiere fois en France. Phytoma 530: 36-38.
11. Risser, G., Banihashemi, Z. & Davis, D. W. 1976. A Proposed Nomenclature of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* Races and Resistance Genes in Cucumis melo. Phytopathology 66: 1105-1106. (abstr.).
12. Sherf, A. F. & Mancab, A. A. 1986. Vegetable Diseases, and Their Control. Second Edition. A Wiley-Intersience Publication, U.S.A. σελ. 708.
13. VakaIounakis D. J. 1996. Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* f. sp. nov. Plant Disease 80: 313-316.
14. VakaIounakis D. J., Fragkiadakis G. 1999. Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from cucumber: Differentiation by pathogenicity, vegetative compatibility and RAPD fingerprinting. Phytapathalogy 89: 161-168.
15. www.chania.teicrete.gr/bio_geo/ Laxanika_Crete/Laxanika.htm
16. www.minagric.gr/greek/stats/FROYTA/PEPONI.XLS

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βακαλουνάκης Δ. Ι., Φραγκιαδάκης Γ. 1998. Φουζαρίωση της αγγουριάς (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*). Νέα δεδομένα και τρόποι αντιμετώπισης. ΓΕΩΡΓΙΑ-Κτηνοτροφία 8: 26-33.
2. Βακαλουνάκης Δ. Ι. 2001. Γενετική αντοχή της αγγουριάς (*Cucumis sativus*) έναντι του παθογόνου μύκητα Fusarium oxysporum f. sp. *radicis-cucumerinum*. ΟΒΙ, Δίπλωμα ευρεσιτεχνίας No. 1003735.
3. Βακαλουνάκης Δ. Ι., Φραγκιαδάκης Γ. 1999. Σήψη των ριζών και του στελέχους της θερμοκηπιακής αγγουριάς. Μία παγκοσμίως νέα ασθένεια που απειλεί σοβαρά τις καλλιέργειες της χώρας μας. Τρόποι αντιμετώπισης. ΓΕΩΡΓΙΑ - Κτηνοτροφία 7: 36-48.
4. Βακαλουνάκης, Δ. Ι. 1985. Ανασκόπηση Ασθενειών των Κολοκυνθοειδών που προκαλούνται από μύκητες εδάφους. Αδρομυκώσεις. *Γεωργική έρευνα* 9: 255-264.
5. Βακαλουνάκης, Δ. Ι. 1988. Οι ασθένειες και οι εχθροί των κηπευτικών και η αντιμετώπιση τους. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης.
6. Βακαλουνάκης, Δ. Ι. 1996. Σύγχρονη αντιμετώπιση ασθενειών στις κηπευτικές καλλιέργειες υπαίθρου. Πρακτικά 1ης Πανελλήνιας Συνάντησης Φυτοπροστασίας, Λάρισα: 235-252.
7. Βενιεράκης, Α. Σ & Τζάμος, Ε. Κ. 1997. Παρουσία και διάδοση των φυλών του μύκητα *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* στην Ελλάδα. Πρακτικά 7ου Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου, Αθήνα. σελ. 34-35.
8. Λαζαράκης, Ι. 2001. Πτυχιακή μελέτη: Η αδρομύκωση της πεπονιάς από τον μύκητα *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* στην Κρήτη. Επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη της ασθένειας. Οκτώβρης 2001.
9. Μπούρμπος, Β. Σκουντριδάκης Μ. 1993. Ασθένειες κολοκυνθοείδων. Α΄ Έκδοση. Μιχ. Γεωρβασάκης, Χανιά Κρήτης. σελ. 409.
10. Παναγόπουλος, Χ. Γ. 1995. Ασθένειες Κηπευτικών Καλλιεργειών. Β΄ Έκδοση. Αθ. Σταμούλης, Αθήνα. σελ. 480.
11. Παύλου, Γ. Χ., Βακαλουνάκης, Δ. Ι. 1998. Αντιμετώπιση της ασθένειας 'σήψη των ριζών και του στελέχους' της αγγουριάς που προκαλείται από το μύκητα *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* με εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα. ΓΕΩΡΓΙΑ-Κτηνοτροφία 6: 19-26.
12. Πεδιαδιτάκης, Γ. Σημειώσεις Ειδικής Λαχανοκομίας ΙΙ. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης. Σελ.6.