



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ  
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ  
ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΥΒΡΙΔΙΩΝ ΠΕΠΟΝΙΑΣ ΓΙΑ  
ΠΙΘΑΝΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΑΣΘΕΝΕΙΑ ΣΗΨΗ ΤΩΝ ΡΙΖΩΝ ΚΑΙ  
ΤΟΥ ΣΤΕΛΕΧΟΥΣ**



**ΦΟΙΤΗΤΕΣ: ΔΡΑΚΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ  
ΒΕΡΙΓΑΚΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: Δρ. ANNA – ΜΑΡΙΑ ΚΑΣΕΛΑΚΗ  
ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2010**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Εκφράζω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στην καθηγήτρια και εισηγήτριά μου Δρ. Άννα – Μαρία Κασελάκη για την πολύτιμη βοήθειά της και για την καθοδήγησή της κατά τη διάρκεια συγγραφής της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Δημήτριο Ι. Βακαλουνάκη για την ανάθεση του θέματος της πτυχιακής μου εργασίας, τις πολύτιμες συμβουλές και βοήθεια που μου προσέφερε και τη σημαντική του προσφορά σε φωτογραφικό υλικό από το προσωπικό του αρχείο.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Ελευθέριο Κ. Λιγοξυγκάκη, την κυρία Έφη Κληρονόμου καθώς και το προσωπικό του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Ηρακλείου του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας για τη βοήθειά τους κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης του πειραματικού μέρους της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την συμπαράσταση και κατανόηση καθ'όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, και την συνάφελφό μου Σοφία Φλουρή η οποία με προέτρεψε να πραγματοποιήσω την πρακτική μου άσκηση και την πτυχιακή μου εργασία στο Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Ηρακλείου του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας.

*Δρακάκης Γεώργιος.*

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια μου Δρ. Άννα – Μαρία Κασελάκη για την βοήθεια και καθοδήγησή της στην εκπόνηση της πειραματικής διαδικασίας και στη συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Δρ Δημήτριο Ι. Βακαλουνάκη για την ανάθεση του θέματος της πτυχιακής μου εργασίας και για τη σημαντική του προσφορά σε φωτογραφικό υλικό από το προσωπικό του αρχείο.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Δρ Ελευθέριο Κ. Λιγοξυγκάκη και την καθηγήτρια μου κυρία Έφη Κληρονόμου που με βοήθησαν στο πειραματικό μέρος της εργασίας καθώς και το προσωπικό του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Ηρακλείου του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας για τη βοήθειά τους κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη συμπαράσταση και την κατανόησή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

*Βεργιάκη Ευαγγελία.*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>1</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1 Η ΠΕΠΟΝΙΑ</b> .....	<b>2</b>
1.1.1 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ .....	2
1.1.2 ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΣ.....	3
1.1.3 ΘΡΕΨΗ .....	4
1.1.4 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ.....	4
1.1.5 ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ.....	4
<b>1.2 Ο ΜΥΚΗΤΑΣ FUSARIUM</b> .....	<b>5</b>
1.2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	5
1.2.2. FUSARIUM OXYSPORUM.....	6
1.2.3 FUSARIUM OXYSPORUM F.SP. RADICIS-CUCUMERINUM .....	8
1.2.3.1 Συμπτώματα.....	9
1.2.3.2 Επιδημιολογία.....	11
1.2.3.3 Αντιμετώπιση.....	12
<b>1.3 ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΥΒΡΙΔΙΩΝ</b> .....	<b>14</b>
1.3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	14
1.3.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ .....	15
1.3.3 ΠΗΓΕΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .....	16
1.3.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	16
1.3.5 ΛΟΓΟΙ ΧΡΗΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΛΙΩΝ/ΥΒΡΙΔΙΩΝ.....	17
1.3.6 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	17
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b> .....	<b>18</b>
2.1 ΠΑΘΟΓΟΝΟ.....	18
2.2 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ-ΥΒΡΙΔΙΑ .....	20
2.3 ΤΕΧΝΗΤΗ ΜΟΛΥΝΣΗ ΦΥΤΑΡΙΩΝ.....	21
2.4 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	23
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>27</b>
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	27
3.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΕΙΡΑ 1 .....	27
3.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΕΙΡΑ 2 .....	28

<b>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>29</b>
<hr/> <hr/>	
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>30</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η καλλιέργεια της πεπονιάς στην χώρα μας καταλαμβάνει σημαντική έκταση. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων των τελευταίων 40 χρόνων, η έκταση των καλλιεργειών της πεπονιάς μειώνεται αλλά η παραγωγή αυξάνεται λόγω της χρήσης νέων παραγωγικότερων και ανθεκτικότερων σε ασθένειες υβριδίων. Ο παθότυπος *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* αναφέρθηκε για πρώτη φορά παγκόσμια το 1996 στην Κρήτη, ως παθογόνο αίτιο μίας πολύ σοβαρής ασθένειας των θερμοκηπιακών καλλιεργειών αγγουριάς. Το έτος 2005, ο μύκητας *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* αναφέρθηκε στην Κρήτη για πρώτη φορά παγκόσμια ως παθογόνο αίτιο της σήψης των ριζών και του στελέχους της πεπονιάς, υπό φυσικές συνθήκες, σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Παρόλα αυτά, η συγκεκριμένη ασθένεια στην πεπονιά δεν είναι μεγάλης οικονομικής σημασίας μέχρι σήμερα, λόγω της πρόσφατης εμφάνισής της. Για τον λόγο αυτό δεν υπάρχουν στην αγορά ανθεκτικά υβρίδια ή ποικιλίες στην ασθένεια προς το παρόν. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία έγιναν κάποια αρχικά πειράματα αξιολόγησης της ανθεκτικότητας τυχαία επιλεγμένων εμπορικών υβριδίων πεπονιάς. Ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε η ευπαθής ποικιλία Μουλκέικο. Τα φυτά μολύνθηκαν τεχνητά και τα πειράματα διεξήχθησαν σε θαλάμους ανάπτυξης φυτών με ελεγχόμενες συνθήκες. Συνολικά τρία από τα υβρίδια υπό εξέταση έδειξαν σημαντικά μικρότερα ποσοστά εμφάνισης της ασθένειας σε σχέση με τον μάρτυρα Μουλκέικο.

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Η ΠΕΠΟΝΙΑ

Η πεπονιά ανήκει στην οικογένεια Cucurbitaceae και η λατινική της ονομασία είναι *Cucumis melo* L. Στην οικογένεια αυτή συμπεριλαμβάνονται περισσότερο από 90 γένη και 750 είδη. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες έχουν συνήθως διπλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων  $2N=24$  και τετραπλοειδή  $4N=48$  (Ολύμπιος, 2001). Καλλιεργείται σαν ετήσιο φυτό για τους καρπούς της οι οποίοι είναι εδώδιμοι και η αξία τους βρίσκεται στην ευχάριστη γεύση, το άρωμα και τις βιταμίνες που περιέχουν.

### 1.1.1 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η πεπονιά ανήκει στα ποώδη φυτά και έχει κεντρικό βλαστό με δευτερεύοντες βλαστούς που αναπτύσσονται από τις μασχάλες των φύλλων οι οποίες βρίσκονται στη βάση του. Οι βλαστοί συνήθως είναι μακρείς και μπορούν να φτάσουν τα 2 έως 3 μέτρα μήκος. Έχουν κυλινδρική διατομή, είναι πλήρεις εσωτερικά και φέρουν τρίχες. (Ολύμπιος, 2001).

Η πεπονιά αναπτύσσει μεγάλο, πασσαλώδες ριζικό σύστημα που φτάνει σε βάθος 60 ως 120εκ. Το μεγαλύτερο μέρος του ριζικού συστήματος αναπτύσσει πλάγιες ρίζες στα επιφανειακά 30 ως 40 εκ. του εδάφους (Ολύμπιος, 2001).

Γενικά τα φύλλα της πεπονιάς έχουν ελλειψοειδή μορφή και παρουσιάζουν ελαφρές γωνίες κάνοντας εγκολπώσεις. Το μέγεθος τους κυμαίνεται από 8 ως 15 εκ. διάμετρο και η επιφάνειά τους καλύπτεται από τρίχες όπως και ο μίσχος (Ολύμπιος, 2001). Το φυτό φέρει απλούς έλικες οι οποίοι το βοηθούν να αναρριχάται όταν βρει στηρίγματα.

Ο καρπός είναι ράγα με πολλά σπέρματα και εξαρτάται από την ποικιλία όσον αφορά τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του, όπως το μέγεθος και το σχήμα. Μπορεί δε να μεταβάλλεται ανάλογα με τις συνθήκες καλλιέργειας. Εξωτερικά έχει συνήθως χρώμα πορτοκαλοκίτρινο ενώ οι ποικιλίες τύπου Cantaloupes χαρακτηρίζονται από ένα ανάγλυφο, δικτυωτό που όσο πιο κανονικό είναι, τόσο υψηλότερης ποιότητας θεωρείται ο καρπός.

Η σάρκα είναι χυμώδης, γλυκιά και συνήθως πολύ αρωματική. Ο καρπός συγκρατείται από το φυτό με τον ποδίσκο του και η δύναμη επαφής εξαρτάται και από το στάδιο ωριμότητας, αλλά και την ποικιλία. Κατά την ωρίμανση σχηματίζεται

αφοριστικός ιστός που αφήνει μια σχετικά ευδιάκριτη εσωτερική ουλή στο σημείο επαφής με τον καρπό, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά την εκτίμηση του σταδίου συγκομιδής του καρπού (Ολύμπιος, 2001).

Ο σπόρος είναι μακρόστενος και κυμαίνεται από 5 ως 15 mm μήκος. Έχει ελλειψοειδή μορφή, είναι πεπλατυσμένος και το χρώμα του διαφέρει σε κίτρινο ή ασπροκίτρινο. Οι σπόροι του πεπονιού είναι συγκεντρωμένοι στην εσωτερική κοιλότητα στο κέντρο του καρπού. Η βλαστική του ικανότητα διατηρείται από 5 χρόνια ως 10 το μέγιστο, αρκεί οι συνθήκες αποθήκευσης να είναι ιδανικές, δηλαδή να φυλάσσεται σε αεροστεγή δοχεία και η υγρασία να μην ξεπερνά το 6% (Ολύμπιος, 2001).

Η πεπονιά είναι μόνικο, δίκλινο ή ανδρομόνικο φυτό. Τ' αρσενικά άνθη εμφανίζονται στον κεντρικό βλαστό ή στα κατώτερα μέρη των πρώτων πλάγιων βλαστών, σε ομάδες των 3-4 και στηρίζονται πάνω σε λεπτό ποδίσκο. Τα θηλυκά άνθη είναι μονήρη και στηρίζονται πάνω στη διογκωμένη αγονιμοποίητη ωοθήκη (υποτυπώδης καρπός) και σε χονδρό ποδίσκο, ενώ τα ερμαφρόδιτα εμφανίζονται σε βλαστούς που ξεκινούν από τον κεντρικό βλαστό. Η πεπονιά σταυρογονιμοποιείται με μέλισσες ή άλλα έντομα. Τα αρσενικά άνθη ανθίζουν τις πρωινές ώρες και η άνθιση διαρκεί μόνο μία μέρα. Τα θηλυκά άνθη εφόσον δεν γονιμοποιηθούν συνεχίζουν να είναι δεκτικά για 2-3 ημέρες (Ολύμπιος, 2001).

### **1.1.2 ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΛΑΦΟΣ**

Η πεπονιά είναι θερμοαπαιτητικό φυτό γι' αυτό άλλωστε καλλιεργείται σε τροπικές περιοχές. Η ιδανική θερμοκρασία για την καλλιέργειά της κυμαίνεται από 18 έως 24°C, ενώ η υγρασία της ατμόσφαιρας πρέπει να είναι ιδιαίτερα χαμηλή στην περίοδο ωρίμανσης του καρπού. Αν η υγρασία βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα τότε υπάρχει κίνδυνος προσβολής από σοβαρές ασθένειες και σχίσσιμο του καρπού τα οποία προκαλούν υποβάθμιση της ποιότητας του καρπού.

Η πεπονιά ευδοκμεί σε πολλούς τύπους εδαφών, από τα ελαφρά αμμώδη μέχρι τα πηλώδη, όμως για την πρώιμη παραγωγή είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται τα αμμώδη εδάφη που στραγγίζουν, αερίζονται και θερμαίνονται γρηγορότερα. Η προσθήκη θρεπτικών στοιχείων είναι απαραίτητη τις περισσότερες φορές εφόσον η πεπονιά είναι ευαίσθητη στις ελλείψεις. Γι αυτό το λόγο θα ήταν καλό να αποφεύγονται τα βαριά εδάφη. Τα πολύ όξινα και τα πολύ αλκαλικά εδάφη



δημιουργούν προβλήματα όπως κιτρίνισμα των φύλλων, γι αυτό καλό θα ήταν το pH του εδάφους να κυμαίνεται από 6 ως 7,5 (Ολύμπιος, 2001).

### **1.1.3 ΘΡΕΨΗ**

Η πεπονιά για την ανάπτυξή της χρειάζεται μεγάλη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων ιδιαίτερα όταν καλλιεργείται σε θερμοκήπιο, όπου ο αριθμός των φυτών είναι αυξημένος και κυρίως αζώτου (Lorenz & Maynard, 1988).

### **1.1.4. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ**

Ο πολλαπλασιασμός της πεπονιάς γίνεται με σπόρο ο οποίος προμηθεύεται από εξειδικευμένους σποροπαραγωγικούς οίκους και απαιτείται η προβλάστησή του πριν τη φύτευση σε χλιαρό νερό για 24 ώρες. Για να εξασφαλιστεί η υγιεινή κατάσταση του σπόρου, η υγρασία του πρέπει να κυμαίνεται στο 8-9% και να απολυμανθεί με μυκητοκτόνο και εντομοκτόνο σκόνη (Ολύμπιος, 2001).

### **1.1.5 ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ**

Για την αντιμετώπιση των παθογόνων του εδάφους, είναι απαραίτητο, τα εμπορικά υβρίδια και οι ποικιλίες που καλλιεργούνται, να εμβολιαστούν πάνω σε ανθεκτικά υποκείμενα. Σήμερα χρησιμοποιούνται τα ίδια υποκείμενα με αυτά της καρπουζιάς όπως TZ 148 F<sub>1</sub>, RS 841 F<sub>1</sub>, Power F<sub>1</sub>, κ.α. και είναι όλα υβρίδια μεταξύ του C. Moschata x C. Maxima. Με τον εμβολιασμό επιδιώκουμε τη συνένωση του υποκειμένου και του εμβολίου με σκοπό να εξασφαλίσουμε τα πλεονεκτήματα και των δύο. Ο εμβολιασμός ποικιλιών και υβριδίων πεπονιάς είναι μια πολύ αποτελεσματική μέθοδος όχι μόνο για την αντιμετώπιση του προβλήματος των παθογόνων εδάφους αλλά και για την εξασφάλιση ανθεκτικότητας των πρώιμων καλλιεργειών στις χαμηλές θερμοκρασίες. Συνήθως τα υποκείμενα που χρησιμοποιούνται έχουν δυνατό ριζικό σύστημα που βοηθάει στην αύξηση του αριθμού και του βάρους των παραγόμενων καρπών.

Για την πραγματοποίηση του εμβολιασμού απαιτούνται χώροι με ρυθμιζόμενες συνθήκες όπως θερμοκρασία, υγρασία, φωτισμός, κ.α. αλλά και οι απαραίτητες εγκαταστάσεις όπως πάγκοι, προβλαστήρια, δυνατότητα σκίασης και απολύμανσης κ.α. έτσι ώστε να έχουμε παραγωγή υγιών και δυνατών εμβολιασμένων

φυτών. Στην Ελλάδα εφαρμόζονται δύο τρόποι εμβολιασμού α) ο κατακόρυφος εμβολιασμός και β) ο πλάγιος εμβολιασμός (Ολύμπιος, 2001).

## **1.2 Ο ΜΥΚΗΤΑΣ *FUSARIUM***

### **1.2.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Το γένος *Fusarium* πρωτοαναφέρθηκε από τον Link το 1809 και είναι γνωστό ως γένος που εμπεριέχει πολλούς μύκητες που προκαλούν ασθένεια στα φυτά είτε άμεσα είτε έμμεσα με την παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών (μυκοτοξίνες). Οι τύποι και η ένταση της ασθένειας που προκαλείται ποικίλει και περιλαμβάνει σήψεις του βλαστού και των ριζών, έλκη, μαρασμό, σήψη σπόρων και καρπών καθώς και προσβολή φυλλώματος (Leslie & Summerell, 2006).

Επομένως η διάγνωση του στελέχους σε συγκεκριμένες καλλιέργειες στο επίπεδο του είδους αλλά και της φυλής, είναι ιδιαίτερα μεγάλης σημασίας για την επιτυχή αντιμετώπιση της προκαλούμενης ασθένειας. Από το 1980 ο αριθμός των αναγνωρισμένων ειδών αυξάνεται σταδιακά και στις μέρες μας είναι γνωστά πάνω από 80 αναγνωρισμένα είδη του *Fusarium* (Leslie & Summerell, 2006).

Η ταξινόμηση των στελεχών του *Fusarium* προχωρά πέρα από το είδος και σε ειδικές μορφές (*formae speciales*) ή ακόμα και σε διαφορετικές φυλές μέσα στην ίδια ειδική μορφή. Οι ειδικές μορφές διαχωρίζουν τις παθογόνες μορφές ενός είδους οι οποίες συνήθως δεν διαφέρουν μορφολογικά μεταξύ τους αλλά διαφέρουν ως προς τον ξενιστή ή την οικογένεια ξενιστών (Leslie & Summerell, 2006).

Οι διαφορετικές φυλές επίσης διαχωρίζονται με βάση την παθογένεια αλλά στο επίπεδο διαφορετικών ποικιλιών ή υβριδίων του ίδιου ξενιστή (Leslie & Summerell, 2006).

Η φυλογενετική σημασία των ειδικών μορφών και φυλών εξαρτάται από την προέλευση της παθογένειας τους. Αν η παθογένεια δεν είναι προγονική αλλά αποκτήθηκε μετά από μετάλλαξη ή απόκτηση του 'B' χρωμοσώματος τότε τα στελέχη μέσα σε μία φυλή ή ειδική μορφή δεν είναι απαραίτητα μονοφυλετικά. Η λανθασμένη αντιμετώπιση των στελεχών ως μονοφυλετικά, μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά σφάλματα στις μελέτες του μηχανισμού παθογένειας, σε δυσκολίες κατά τη διαδικασία παραγωγής ανθεκτικών υβριδίων και σε λανθασμένες οδηγίες καραντίνας (Leslie & Summerell, 2006).

Τα είδη του *Fusarium* βρίσκονται σε φυσικά και αγροτικά οικοσυστήματα και έχουν διαφορετικές κλιματολογικές προτιμήσεις. Έτσι ακόμα και τοπικές μεταβολές του κλίματος επηρεάζουν το εύρος των παρατηρούμενων ειδών και την επικράτηση κάποιων έναντι άλλων (Leslie & Summerell, 2006).

Στα αγροτικά οικοσυστήματα οι πληθυσμοί των παθογόνων υπόκεινται σε έντονες, μη τακτές πιέσεις επιλογής καθώς καλλιεργητικό σύστημα και πρακτική αλλάζουν. Επίσης είναι μεγαλύτεροι σε βιομάζα και πιο ομοιογενείς.

Βέβαια σύμφωνα με υπολογιστικά μοντέλα, είδη του *Fusarium*, όπως το *F. oxysporum* παραμένουν στο έδαφος τόσο σε φυσικά όσο και σε αγροτικά οικοσυστήματα παρουσία ή όχι ξενιστή αλλά οι διαφορές στις παραμέτρους που ρυθμίζουν την εξαφάνιση ή επιβίωση του παθογόνου είναι τόσο μικρές που δεν καθιστούν δυνατή καμιά πρόβλεψη (Leslie & Summerell, 2006).

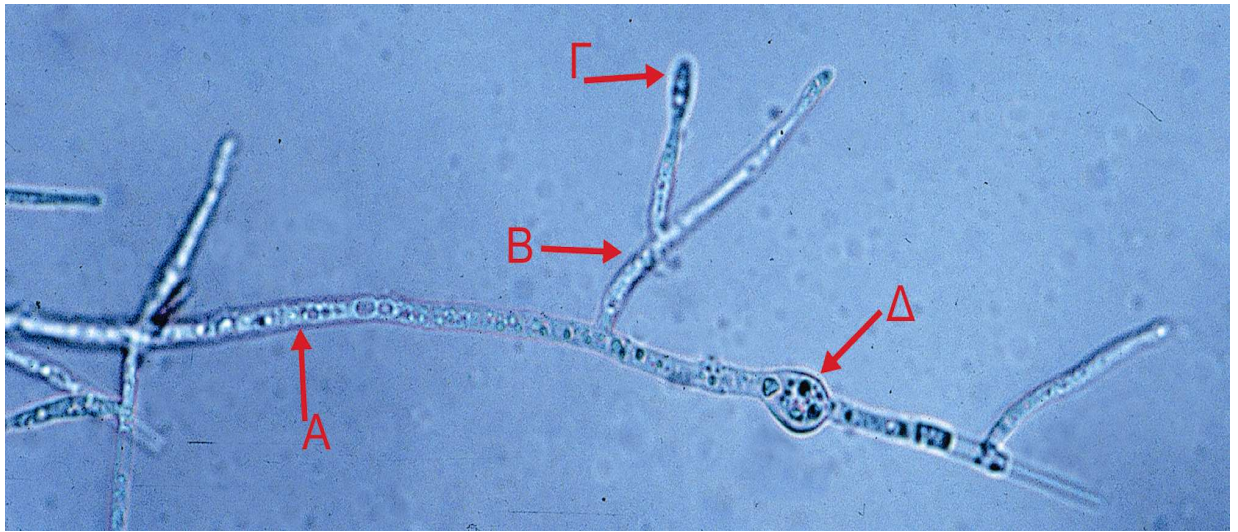
### **1.2.2. FUSARIUM OXYSPORUM**

Ο μύκητας *fusarium oxysporum* έχει μελετηθεί σε μεγάλο βαθμό κι αυτό λόγω της ικανότητάς του να προκαλεί ασθένειες μεγάλης οικονομικής σημασίας σε διάφορα φυτικά είδη (Παναγόπουλος, 2007).

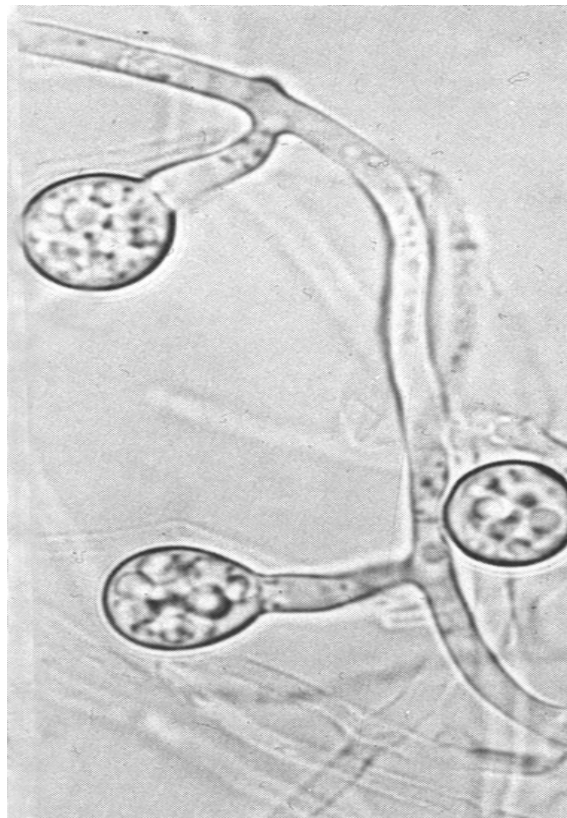
Ο μύκητας κατατάσσεται στην οικογένεια Tuberculariaceae της τάξης Moniliales των ατελών μυκήτων. Σχηματίζει δύο είδη κονιδίων: τα μακροκονίδια σε υαλώδη, δρεπανόμορφα σπορειοδοχεία και τα μικροκονίδια πάνω σε ελλειψοειδείς, βραχείς κονιδιοφόρους. Σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες ο μύκητας εμφανίζει τα ανθεκτικά μονοκύτταρα, κυρίως σφαιρικά, γλαυδοσπόρια (Εικόνες 1-3) (Βακαλουνάκης, 2006). Επειδή ο μύκητας παρουσιάζει μεγάλη μορφολογική και φυσιολογική παραλλακτικότητα, παλαιότερα ταξινομούνταν σε πολλά διαφορετικά είδη. Αργότερα αυτά τα είδη ενοποιήθηκαν σε ένα μόνο είδος, το *F. oxysporum*, το οποίο σήμερα αριθμεί πάνω από 120 παθότυπους (ειδικές μορφές) και φυλές, καθώς επίσης και πολυάριθμα μη-παθογόνα στελέχη (Βακαλουνάκης, 2006). Οι περισσότεροι παθότυποι του μύκητα προκαλούν κυρίως αδρομυκώσεις, σήψεις του λαιμού, των ριζών και του στελέχους, που διαφοροποιούνται μεταξύ τους ανάλογα με το φυτικό είδος. Οι ξενιστές ενός παθότυπου ανήκουν συνήθως σε ένα ή και περισσότερα φυτικά είδη της ίδιας οικογένειας (Τζάμος, 2007).

Στην πεπονιά έχουν αναγνωριστεί δύο ειδικές μορφές: α) *F. oxysporum f.sp. melonis* και β) *F. oxysporum f.sp. radicis-cucumerinum*, που προκαλούν την

αδροφουζαρίωση και τη σήψη των ριζών και του στελέχους της πεπονιάς αντίστοιχα (Βακαλουνάκης, 2006).

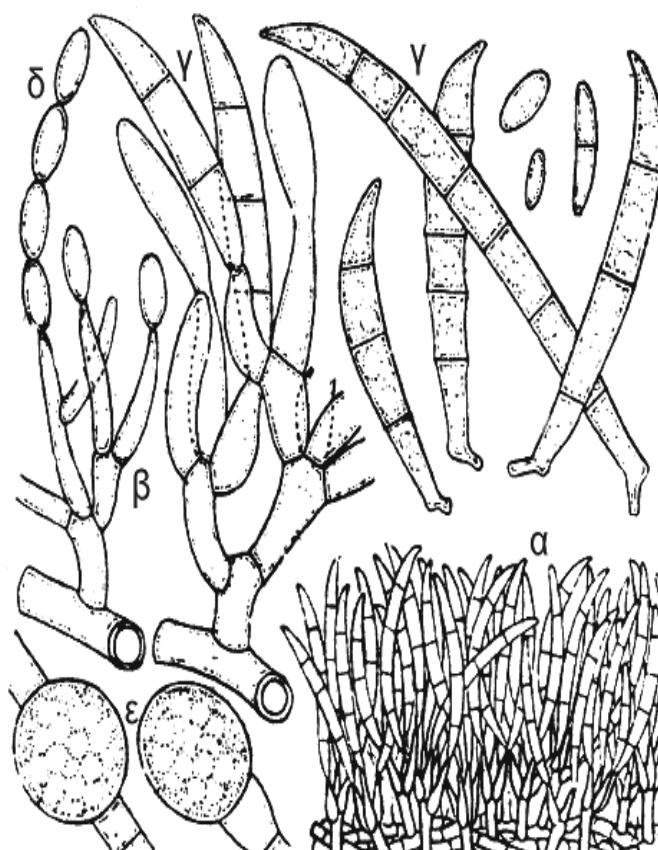


**Εικόνα 1.** Ο μύκητας *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* (A) υφή, (B) κωνιδιοφόροι, (Γ) μικροκονίδια, (Δ) χλαμυδοσπόριο (φωτογραφία οπτικού μικροσκοπίου, Βακαλουνάκης, 2006).



**Εικόνα 2.** Ο μύκητας *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* Χλαμυδοσπόρια επάκρια (Βακαλουνάκης, 2006).





**Εικόνα 3.** Σχηματική απεικόνιση του μύκητα *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* (α) σποριοδόχεια, (β) κονιδιοφόροι (φιαλίδια), (γ) μακροκονίδια, (δ) μικροκονίδια σε αλυσίδες, (ε) χλαμυδοσπόρια (Βακαλουνάκης, 2006).

### 1.2.3 *FUSARIUM OXYSPORUM* F.SP. *RADICIS-CUCUMERINUM*

Ο παθότυπος *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* αναφέρθηκε για πρώτη φορά παγκοσμίως το 1996 στην Κρήτη, ως παθογόνο αίτιο μιας σοβαρής ασθένειας των θερμοκηπιακών καλλιεργειών της αγγουριάς (Βακαλουνάκης, 2006). Σήμερα, η ασθένεια έχει εντοπιστεί σε όλες τις περιοχές όπου καλλιεργείται η αγγουριά και θεωρείται ως ένα από τα σημαντικότερα φυτοπαθολογικά προβλήματα στη χώρα μας.

Μετά από την εμφάνισή της στην Κρήτη, η ασθένεια παρουσιάστηκε στην αγγουριά και σε άλλες χώρες στον κόσμο όπως τη Γαλλία (Reverchon et al., 2000), την Ισπανία (Moreno et al., 2001), τον Καναδά (Cerkauskas & Brown, 2001), την Κίνα, το Ισραήλ, τη Βουλγαρία, το Ιράν, την Τουρκία και στις Η.Π.Α (Βακαλουνάκης, 2006). Οι Vakalounakis et al. (2005) αναφέρουν για πρώτη φορά παγκοσμίως, τον μύκητα *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* ως παθογόνο της πεπονιάς που εντοπίστηκε σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

Όμως η ασθένεια δεν είναι μεγάλης οικονομικής σημασίας προς το παρόν, πιθανώς λόγω της πρόσφατης εμφάνισής της. (Βακαλουνάκης, 2006).

Το παθογόνο που προσβάλλει την πεπονια δεν είναι το τυπικό παθογόνο αδρομύκωσης όπως με τις φυλές 1,2,3 του μύκητα *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*, αλλά προκαλεί κυρίως σήψη του λαιμού, των ριζών και του στελέχους. Η σήψη που προκαλείται παρουσιάζει τα ίδια συμπτώματα με την ασθένεια σήψη του λαιμού, του στελέχους και των ριζών των κολοκυνθοειδών που προκαλείται από το μύκητα *F. solani* f.sp. *cucurbitae*, αλλά είναι εύκολο να διακριθούν οι δύο μύκητες στο μικροσκόπιο, ενώ τα συμπτώματα που προκαλεί στην πεπονια ο μύκητας *F. oxysporum* f.sp. *melonis* είναι διαφορετικά (Βακαλουνάκης, 2006).

### 1.2.3.1 Συμπτώματα

Τα πρώτα συμπτώματα της ασθένειας γίνονται ορατά σε νεαρά φυτά, ηλικίας περίπου 1<sup>ος</sup> μηνός και εμφανίζονται στην περιοχή του λαιμού και αργότερα του στελέχους. Τα φυτά που η ασθένεια βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο παρουσιάζουν πλήρη σήψη η οποία καθιστά εύκολη την αποκοπή των φυτών στην περιοχή του λαιμού με ένα απλό τράβηγμα. Η προσβολή στα νεαρά φυτά μπορεί επίσης να επιβραδύνει την ανάπτυξή τους και να καταλήξει σε μάρανση και αργότερα νέκρωση των ιστών.

Τα συμπτώματα της ασθένειας που εμφανίζονται σε ανεπτυγμένα φυτά, που βρίσκονται στο στάδιο της παραγωγής, περιλαμβάνουν μεσονεύριες χλωρώσεις και νεκρώσεις των κατώτερων φύλλων, κιτρίνισμα των ανώτερων φύλλων και γενικευμένη μάρανση (Βακαλουνάκης, 2006). Στο τελικό στάδιο της ασθένειας, συνήθως απομένουν μόνο τα αγγεία του ξύλου τα οποία μοιάζουν με νήματα (Εικόνα 4), (Βακαλουνάκης, 2002). Τα εδάφη με υψηλό δυναμικό μολύσματος μπορούν να προκαλέσουν απότομη μάρανση των φυτών χωρίς να παρουσιάσουν προηγούμενο κιτρίνισμα των φύλλων (Βακαλουνάκης, 2006).

Τα συμπτώματα που προκαλούνται από την ασθένεια είναι παρόμοια με αυτά που προκαλούνται από την αδροφουζαρίωση της πεπονιάς, που προκαλεί ο μύκητας *F. oxysporum* f. sp. *melonis*. Η ασθένεια όμως μπορεί να διακριθεί μακροσκοπικά από την αδροφουζαρίωση, καθώς προκαλεί σήψη με διάμηκες σχίσσιμο και λευκή εξάνθιση στο λαιμό και στο κάτω μέρος του στελέχους, 10-20 cm περίπου πάνω από το έδαφος (Εικόνα 5). Στην περίπτωση της αδροφουζαρίωσης η σήψη προχωρεί

μονόπλευρα στο στέλεχος σε μεγάλο ύψος, περίπου 1-2 m πάνω από το έδαφος, σχηματίζοντας καστανόμαυρη ράβδωση (Βακαλουνάκης, 2006).



**Εικόνα 4.** Προσβολή φυτών πεπονιάς θερμοκηπιακής καλλιέργειας από το μύκητα *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*, με εμφανή νέκρωση και ολική καταστροφή των ιστών (Βακαλουνάκης 2006).





**Εικόνα 5:** Προσβολή φυτού θερμοκηπιακής πεπονιάς από το μύκητα *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* με εμφανή τη λευκή εξάνθιση στο κάτω μέρος του στελέχους (Βακαλουνάκης 2006).

### 1.2.3.2 Επιδημιολογία

Ο μύκητας *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* επιβιώνει στα φυτικά υπολείμματα των προηγούμενων καλλιεργειών και στο έδαφος από την μία καλλιεργητική περίοδο στην επόμενη, με το σχηματισμού των χλαμυδοσπορίων (Vakalounakis & Chalkias, 2004).

Μεταφέρεται με τα υπολείμματα των καλλιεργειών, τα γεωργικά εργαλεία και τα υποδήματα. Πολλές φορές μπορεί να μεταφερθεί και με το νερό άρδευσης και με διάφορα έντομα, όπως οι σκιαρίδες (Βακαλουνάκης, 2006).

Σε μεγάλες αποστάσεις το παθογόνο μεταφέρεται με τα οργανικά υποστρώματα και τον σπόρο. Η μόλυνση των φυτών γίνεται κυρίως από τις ρίζες και



δευτερευόντως από τους βλαστούς. Η είσοδος του παθογόνου διευκολύνεται από τις διάφορες πληγές που προκαλούνται στο στέλεχος και στις ρίζες κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, την ανάπτυξη των πλευρικών ριζών και τυχόν προσβολές από νηματώδεις. Η προσβολή και η σοβαρότητα της ασθένειας αυξάνεται όταν τα φυτά έχουν υποστεί τραυματισμούς στο ριζικό σύστημα, έχουν καταπονηθεί από χαμηλές θερμοκρασίες και μεγάλη ποσότητα παραγωγής (Βακαλουνάκης, 2006). Η ασθένεια ευνοείται από ευρύ φάσμα θερμοκρασιών με άριστο τους 17°C.

Γι αυτό το λόγο το παθογόνο μπορεί να θεωρηθεί παράσιτο των σχετικά χαμηλών θερμοκρασιών το οποίο μπορεί να προσβάλλει τα φυτά των πρώιμων καλλιεργειών (Βακαλουνάκης, 2006).

Είναι πιθανόν να υπάρξει προσβολή και το καλοκαίρι η οποία οφείλεται κυρίως στην υψηλή μολυσματικότητα των στελεχών του παρασίτου και στην υπερβολική υγρασία των ριζών ή ακόμα και των μεγάλων θερμοκρασιακών διαφορών ημέρας και νύχτας (Βακαλουνάκης, 2006).

Το εύρος των ξενιστών είναι πολύ μικρό, καθώς σε φυσικές συνθήκες μόλυνσης έχουν παρατηρηθεί μέχρι σήμερα προσβολές μόνο στην αγγουριά και πολύ πρόσφατα στην πεπονιά (Vakalounakis et al., 2005; Βακαλουνάκης, 2006).

### 1.2.3.3 Αντιμετώπιση

#### α) Καλλιεργητικά μέτρα

- Συλλογή και καταστροφή των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας. Ο πλέον ενδεδειγμένος τρόπος καταστροφής των υπολειμμάτων είναι με τη φωτιά (Βακαλουνάκης, 2006).
- Εναλλαγή καλλιεργειών. Το μέτρο αυτό δεν συνιστάται λόγω της χαμηλής αποτελεσματικότητάς του, εφόσον επιτυγχάνει μικρή μόνο μείωση του αρχικού μολύσματος της ασθένειας, λόγω της μακράς επιβίωσης του παθογόνου (υπό τη μορφή γλαμυδοσπορίων) στο έδαφος (Βακαλουνάκης, 2006).
- Χρήση υγιούς σπόρου. Σε άλλη περίπτωση, συνιστάται η απολύμανσή του με εμβάπτιση σε νερό στους 50° C επί 25 λεπτά. Καλά αποτελέσματα δίνει επίσης η εμβάπτιση του σπόρου σε διάλυμα 0,5% υποχλωριώδους νατρίου επί 10 λεπτά (Βακαλουνάκης, 2006).

- Φύτεμα υγιών φυταρίων. Για τη σωστή παραγωγή υγιών φυταρίων το σπορείο θα πρέπει να βρίσκεται μακριά από καλλιέργειες αγγουριάς και πεπονιάς και το υπόστρωμα θα πρέπει να είναι πλήρως απολυμασμένο (Βακαλουνάκης, 2006).
- Χρήση απολυμασμένων οργανικών υποστρωμάτων στη φύτευση (Βακαλουνάκης, 2006).
- Εμβολιασμός σε ανθεκτικά υποκείμενα κολοκυνθοειδών. Το υποκείμενο που έχει δοκιμαστεί με επιτυχία είναι το υβρίδιο *Curcubita maxima* x *C. Moschata* (Pavlou et al., 2002).
- Επισήμανση και καταστροφή των ασθενών και ύποπτων φυτών (Βακαλουνάκης, 2006).

#### β) Ηλιοαπολύμανση

Η ηλιοαπολύμανση γίνεται με κάλυψη του εδάφους με πλαστικό και δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα, σε εδάφη με μέτριο μολυσματικό δυναμικό (Βακαλουνάκης, προσωπική επικοινωνία).

#### γ) Βιολογική αντιμετώπιση

- Ενσωμάτωση στο έδαφος υπολειμμάτων μαρουλιών πριν από την εγκατάσταση της κύριας καλλιέργειας. Το μέτρο αυτό χρησιμοποιείται με καλά αποτελέσματα σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες τομάτας στον Καναδά για την αντιμετώπιση του *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Jarvis & Thorpe, 1981). Πειράματα σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες αγγουριάς έδωσαν εξίσου καλά αποτελέσματα και στη καταπολέμηση του *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (Pavlou & Vakalounakis, 2005). Σύμφωνα με τους Pavlou & Vakalounakis (2005) ο τρόπος δράσης πιθανώς είναι: α) η ανάπτυξη ανταγωνιστικών μικροοργανισμών στο έδαφος, β) η επαγωγή αντοχής και γ) η απελευθέρωση αλληλοχημικών ουσιών που παρεμποδίζουν άμεσα την ανάπτυξη του παθογόνου. Όμως χρειάζεται περαιτέρω μελέτη για την εξακρίβωση του τρόπου δράσης των υπολειμμάτων μαρουλιού.

- Καταπολέμηση φορέων (σκιαρίδες). Συστήνεται η καταπολέμηση των σκιαρίδων (*Lycoriella* spp. και *Bradysia* spp.), επειδή μπορεί να γίνει η μεταφορά των σπορίων του παθογόνου μέσω των ακμαίων από προσβεβλημένα φυτά σε υγιή (Punja et.al, 1998). Η αντιμετώπιση των σκιαρίδων μπορεί να επιτευχθεί με τον παρασιτικό νηματώδη *Steinernema feltiae* (Χαραντώνης, 2002).
- Βελτίωση του εδάφους. Σύμφωνα με τους Higa και Parr (1994), τα εδάφη χαρακτηρίζονται ως κατασταλτικά ή επαγωγικά για τις ασθένειες ανάλογα με τα είδη των μικροοργανισμών που περιέχουν και τις λειτουργίες που αυτοί εκτελούν (αποσύνθεση οργανικής ύλης με ωφέλιμες ή βλαπτικές διαδικασίες και ωφέλιμη βιοσύνθεση αμινοξέων, πρωτεϊνών και σακχάρων). Στη βιολογική καταπολέμηση (και όχι μόνο), η βελτίωση του εδάφους αποτελεί τη βάση για την επιτυχή καταπολέμηση των ασθενειών εδάφους καθώς συνδυάζεται εύκολα με όλες τις μεθόδους βιολογικής καταπολέμησης και παράλληλα προάγει την ανάπτυξη και παραγωγικότητα των φυτών σταθερά και μακροπρόθεσμα (Κασελάκη, προσωπική επικοινωνία)

#### δ) Ανθεκτικές ποικιλίες και υβρίδια

Προς το παρόν δεν υπάρχουν στο εμπόριο ποικιλίες και υβρίδια πεπονιάς ανθεκτικά στο παθογόνο (Βακαλουνάκης, προσωπική επικοινωνία)

## 1.3 ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΥΒΡΙΔΙΩΝ

### 1.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

«Με τον όρο ανθεκτικότητα εννοούμε την ικανότητα του φυτού-ξενιστή να ελαχιστοποιεί τις δυσμενείς επιδράσεις από τον παρασιτισμό» (Φανουράκης, 2002). Η σημερινή εξέλιξη της μορφής των καλλιεργούμενων φυτών έχει διαμορφωθεί κατά τη διάρκεια πολλών αιώνων με την επίδραση δύο μορφών επιλογής.

Αρχικά, η εξέλιξη των φυτών επηρεάζονταν μόνο από τη φυσική επιλογή, κατά την οποία μόνο τα φυτά που είχαν την ικανότητα προσαρμογής και αναπαραγωγής σε συνθήκες του περιβάλλοντος μπορούσαν να επιβιώσουν, ενώ τα υπόλοιπα εξαφανίζονταν. Αργότερα με την επίδραση της τεχνητής επιλογής που

εφάρμοσε ο άνθρωπος, μπόρεσαν και διατηρήθηκαν τα φυτά με τα επιθυμητά για τον άνθρωπο χαρακτηριστικά (Φανουράκης, 2002).

Τα χαρακτηριστικά αυτά αφορούσαν κυρίως την απόδοση και την ποιότητα, έμμεσα όμως ευνόησαν και τη σταδιακή βελτίωση της ανθεκτικότητας. Η επιλογή είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθούν πληθυσμοί φυτών με πολύ καλή προσαρμογή στις συνθήκες περιβάλλοντος. Τέτοιοι πληθυσμοί που διατηρούνται σε τοπικό επίπεδο μέσα από τη διαρκή επιλογή φυτών είναι οι παραδοσιακές ποικιλίες.

Λόγω της εξέλιξης των ασθενειών, η κάθε ποικιλία μπορούσε να καλύπτει ένα μικρό αριθμό ασθενειών με αποτέλεσμα να πραγματοποιηθεί διασταύρωση των ποικιλιών για κάλυψη μεγαλύτερου αριθμού ασθενειών. Από αυτή τη διασταύρωση προήλθε ένα νέο είδος φυτού, το υβρίδιο, το οποίο μπορούσε να έχει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά και των δύο ποικιλιών ταυτόχρονα, και να παρουσιάζει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα (Φανουράκης, 2002).

### **1.3.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ**

Η ανθεκτικότητα της ασθένειας μπορεί να διαχωρισθεί σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο κληρονομικότητας, την επιδημιολογία της ασθένειας και την ταξινόμηση των φυτών κατά την αξιολόγησή τους. Συνοπτικά η ανθεκτικότητα χωρίζεται στην α) οριζόντια ανθεκτικότητα και την β) κατακόρυφη ανθεκτικότητα.

Η οριζόντια ανθεκτικότητα προκύπτει από μεγάλο αριθμό γονιδίων και παρουσιάζει σταθερότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα, αλλά στο πληθυσμό των φυτών δεν υπάρχει σαφής διαχωρισμός στις διαφορετικές κατηγορίες (πχ. ανθεκτικότητα, ευπάθεια κλπ.). Επηρεάζεται σημαντικά από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και δίνει μέτρια αποτελέσματα, αλλά καλύπτει όλες τις φυλές του παρασίτου.

Η κατακόρυφη ανθεκτικότητα προκύπτει από ένα ή ελάχιστα γονίδια, είναι ασταθής και μπορεί να ξεπεραστεί με ευκολία από το παθογόνο, αλλά στο πληθυσμό των φυτών υπάρχει σαφής διαχωρισμός στις διαφορετικές κατηγορίες (πχ. ανθεκτικότητα, ευπάθεια κλπ.). Επηρεάζεται ελάχιστα ή καθόλου από το περιβάλλον και καλύπτει μόνο ορισμένες φυλές του παρασίτου (Φανουράκης, 2002).

### **1.3.3 ΠΗΓΕΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

Η δημιουργία νέων φυτών με ανθεκτικότητα προϋποθέτει την ύπαρξη πηγών γενετικής ανθεκτικότητας. Αυτές οι πηγές παρουσιάζονται παρακάτω:

α) γενετικό υλικό από ερευνητικά προγράμματα το οποίο έχει μελετηθεί και έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ως προς την ανθεκτικότητα,

β) καλλιεργούμενες ποικιλίες ή υβρίδια με το πλεονέκτημα των επιθυμητών χαρακτηριστικών και της καλής γονιμότητας,

γ) άγρια φυτά που ανήκουν στο ίδιο είδος. Το μειονέκτημα της πηγής αυτής είναι η πιθανή μεταφορά ανεπιθύμητων χαρακτηριστικών που συνδέονται με την ανθεκτικότητα,

δ) συγγενικά είδη ή γένη τα οποία όμως μπορούν να δώσουν στείρους απογόνους. Δίνει καλύτερα αποτελέσματα όταν η ανθεκτικότητα ελέγχεται μονογονιδιακά,

ε) τεχνητές μεταλλαγές που χρησιμοποιούνται σαν έσχατη λύση όταν δεν υπάρχει άλλη δυνατότητα εύρεσης γενετικού υλικού λόγω υψηλού κόστους και αμφίβολης αποτελεσματικότητας (Φανουράκης, 2002).

### **1.3.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

Για την διαπίστωση της ανθεκτικότητας των φυτών πρέπει να γίνει αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, και να πραγματοποιηθεί διάκριση μεταξύ των φυτών. Η αξιολόγηση επιτυγχάνεται μετά από προσβολή του φυτού από το παράσιτο σε άριστες συνθήκες για το παράσιτο. Η προσβολή του φυτού για την αξιολόγηση της ανθεκτικότητας γίνεται με τρεις διαφορετικούς τρόπους, α) φυσική μόλυνση, β) προσθήκη ευπαθών φυτών, γ) τεχνητή μόλυνση (Φανουράκης, 2002).

α) Φυσική μόλυνση: δίνει καλά αποτελέσματα αλλά προϋποθέτει ιδανικές συνθήκες περιβάλλοντος για την ανάπτυξη της ασθένειας. Σ' αυτές τις περιπτώσεις επιλέγονται περιοχές που να έχουν τις άριστες συνθήκες για την εμφάνιση και ανάπτυξη της ασθένειας

β) Παρεμβολή ευπαθών φυτών: Μεικτή καλλιέργεια των φυτών που εξετάζονται ως προς την ανθεκτικότητά τους και αφήνονται να μολυνθούν φυσικά και φυτών-δεικτών (ευπαθούς ως προς την ασθένεια ποικιλίας) που μολύνονται τεχνητά προκειμένου να εξασφαλισθεί άφθονο μόλυσμα στη καλλιέργεια και φυτεύονται σε ορισμένη απόσταση από τα υπόλοιπα.

γ) Τεχνητή μόλυνση: είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος καθώς εξασφαλίζει ομοιόμορφη προσβολή στην καλλιέργεια, στο ίδιο στάδιο ανάπτυξης των φυτών και προάγει την εκδήλωση ανθεκτικότητας στο μέγιστο βαθμό

Γενικά ο σκοπός σε κάθε περίπτωση, είναι η ανάπτυξη της ασθένειας σε άριστες συνθήκες για το παράσιτο και η μέθοδος πρέπει να επιλέγεται ανάλογα με το στάδιο του φυτού, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και άλλους παράγοντες που διαφέρουν κατά ασθένεια (Φανουράκης, 2002).

### **1.3.5 ΛΟΓΟΙ ΧΡΗΣΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΛΙΩΝ/ΥΒΡΙΔΙΩΝ**

Στη σημερινή εποχή λόγω των δραματικών κλιματικών αλλαγών εξαιτίας της μακροχρόνιας ‘καταπόνησης’ του περιβάλλοντος από τις ανθρώπινες δραστηριότητες μεταξύ των οποίων είναι και η γεωργία, η φυτοπροστασία εστιάζει σε εναλλακτικές μεθόδους καταπολέμησης φιλικότερες προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών-υβριδίων αποτελεί μια τέτοια μέθοδο καθώς είναι ασφαλής για τον χρήστη (αποφυγή ψεκασμών φυτοφαρμάκων) και μειώνει σημαντικά τόσο τα οικονομικά κόστη (αγορά προϊόντων φυτοπροστασίας και ψεκαστικού εξοπλισμού) όσο και τα περιβαλλοντικά κόστη (υπολείμματα χημικών στα γεωργικά προϊόντα και το έδαφος κ.λ.π.) (Φανουράκης, 2002).

### **1.3.6 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η ασθένεια σήψη των ριζών και του στελέχους που προκαλείται από τον μύκητα *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* είναι μια από τις σημαντικότερες ασθένειες της πεπονιάς. Η αντιμετώπιση της είναι δύσκολη και προς το παρόν απ’ όσο γνωρίζουμε, δεν υπάρχουν στην αγορά ανθεκτικά υβρίδια-ποικιλίες στην ασθένεια.

Το εργαστήριο Μυκητολογίας του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Ηρακλείου του Ε.Θ.Ι.Α.Γ.Ε. πειραματίζεται αρκετά χρόνια πάνω στο συγκεκριμένο παθογόνο και έχουν πραγματοποιηθεί πολλά πειράματα ανθεκτικότητας υβριδίων στην ασθένεια.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η αξιολόγηση τυχαία επιλεγμένων εμπορικών υβριδίων πεπονιάς ως προς την ανθεκτικότητά τους στην ασθένεια.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 ΠΑΘΟΓΟΝΟ

Η απομόνωση D30 του μύκητα *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία συλλέχθηκε από την περιοχή της Μεσσαράς της νότιας Κρήτης και διατηρείται στο εργαστήριο Μυκητολογίας του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Ηρακλείου του Ε.Θ.Ι.Α.Γ.Ε.

Για τη διατήρηση του παθογόνου, γίνονταν καλλιέργειες του D30 σε τριβλία Petri με θρεπτικό υπόστρωμα Potato Dextrose Agar (PDA). Τα τριβλία τοποθετούνταν σε θάλαμο επώασης όπου παρέμεναν στους 23-25°C για επτά μέρες.

Για την παραγωγή σπορίων του D30 παρασκευαζόταν το υγρό θρεπτικό υπόστρωμα Potato Dextrose (PD) από ζυμό πατάτας και δεξτρόζη. Μετά την αποστείρωση σε κλίβανο στους 121°C, οι κωνικές φιάλες των 500ml με PD μεταφέρονταν σε θάλαμο νηματικής ροής. Σε κάθε φιάλη γινόταν προσθήκη 20 σταγόνων γαλακτικού οξέως (10,2%) για μείωση του pH και αποφυγή ανάπτυξης βακτηρίων στην καλλιέργεια, και προσθήκη 3-4 τεμαχίων από την καλλιέργεια PDA του D30 (Εικόνα 6).

Στη συνέχεια οι φιάλες μεταφέρονταν σε ειδικό θάλαμο επώασης με περιστρεφόμενη βάση (orbital incubator) όπου παρέμεναν στους 21°C για 5-6 ημέρες.

Ακολουθούσε διήθηση των σπορίων με φαρμακευτική γάζα και φυγοκέντριση για 20 λεπτά στις 3000 rpm (Εικόνα 7). Τα σπόρια συλλέγονταν από το ίζημα της φυγοκέντρισης μετά από τοποθέτηση των σωλήνων φυγοκέντρισης σε μηχανήμα περιστρεφόμενης ανακίνησης (vortex). Τέλος γινόταν αραιώση 1:100 των σπορίων με απεσταγμένο, αποστειρωμένο νερό και καταμέτρηση της συγκέντρωσης τους στο αιματοκυττόμετρο.





**Εικόνα 6.** Κωνικές φιάλες με PD σε θάλαμο νηματικής ροής κατά την προσθήκη του γαλακτικού οξέος και τεμαχίων από την καλλιέργεια PDA του D30.



**Εικόνα 7.** Φυγοκέντριση για συλλογή των σπορίων του μύκητα.



## 2.2 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ-ΥΒΡΙΔΙΑ

Σε όλα τα πειράματα χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας η ευπαθής στο παθογόνο, ελληνική ποικιλία Μουλκέικο και διάφορα εμπορικά υβρίδια.

Πειραματική σειρά 1: Aikido και Υυρί του οίκου Sakata, Primal του οίκου S&C και Jucar του οίκου Ruk Zwaan.

Πειραματική σειρά 2: Galia, Makdimon, Elario, Revigal, Lakigal, Galor και Vitorio του οίκου Hazera.

Οι σπόροι τοποθετήθηκαν σε πλαστικά κύπελα μιας χρήσης, τα οποία περιείχαν αποστειρωμένο βερμικουλίτη (Εικόνα 8). Τα κύπελα τοποθετήθηκαν σε θάλαμο ανάπτυξης φυτών στους 22° C.



**Εικόνα 8.** Τοποθέτηση σπόρων σε πλαστικά κύπελα με βερμικουλίτη.

### 2.3 ΤΕΧΝΗΤΗ ΜΟΛΥΝΣΗ ΦΥΤΑΡΙΩΝ

Η τεχνητή μόλυνση των φυτών πραγματοποιήθηκε είκοσι μέρες μετά τη σπορά, όταν τα φυτά ήταν στο στάδιο του 1<sup>ου</sup>-2<sup>ου</sup> πραγματικού φύλλου. Τα φυτά απομακρύνονταν από το υπόστρωμα του βερμικουλίτη και οι ρίζες ξεπλένονταν προσεκτικά σε λεκάνη με νερό (Εικόνα 9).

Στη συνέχεια, οι ρίζες εμβαπτιζόνταν σε αιώρημα σπορίων D30, συγκέντρωσης  $1 \times 10^6$  σπόρια/ml, για 20 λεπτά (Εικόνα 10). Τα φυτά φυτεύονταν σε νέα πλαστικά κύπελα (4x9cm) τα οποία περιείχαν αποστειρωμένο οργανικό υπόστρωμα και ταξινομούνταν σε δίσκους ανά υβρίδιο (Εικόνα 11). Οι δίσκοι τοποθετούνταν σε θαλάμους ανάπτυξης φυτών ελεγχόμενων συνθηκών στους  $19 \pm 1^\circ\text{C}$  μέχρι την εμφάνιση των συμπτωμάτων της ασθένειας.



**Εικόνα 9.** Απομάκρυνση του υποστρώματος (βερμικουλίτης) από τις ρίζες των φυταρίων πεπονιάς.





**Εικόνα 10.** Εμβάπτιση ριζών πεπονιάς, διαφόρων υβριδίων σε αιώρημα σπορίων ( $1 \times 10^6$  σπόρια/ml) του μύκητα *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*.



**Εικόνα 11.** Φυτάρια πεπονιάς τοποθετημένα σε πλαστικά κύπελα μετά την τεχνητή μόλυνση με *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*.

## 2.4 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το σύνολο των υβριδίων υπό εξέταση χωρίστηκε σε δύο πειράματα το κάθε ένα από τα οποία επαναλήφθηκε τρεις φορές (πειραματικές σειρές 1&2). Σε κάθε επανάληψη, οκτώ φυτά / υβρίδιο τοποθετούνταν στον ίδιο δίσκο ποτίσματος. Οι δίσκοι (επεμβάσεις) τοποθετήθηκαν στο θάλαμο ανάπτυξης σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο της ‘πλήρους τυχαιοποίησης’.

Τα φυτά ελέγχονταν κάθε εβδομάδα για τυχόν εμφάνιση των συμπτωμάτων της ασθένειας (μαρασμός, σήψη λαιμού, σήψη ριζών κλπ.)(Εικόνες 12-15). Τριάντα μέρες μετά τη τεχνητή μόλυνση τα φυτά ξεριζώνονταν (Εικόνα 16). Γινόταν καταγραφή των κατεστραμμένων ριζών, επιμήκης τομή για επιβεβαίωση του μεταχρωματισμού ανά φυτό και τυχαίες απομονώσεις σε PDA για επιβεβαίωση της προσβολής από το συγκεκριμένο παθογόνο.

Υπολογίστηκε το % ποσοστό εμφάνισης της ασθένειας ανά υβρίδιο. Λόγω ανισότητας της διασποράς (inequality of variance) δεν πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς (ANOVA) καθώς παρά την εφαρμογή της μετατροπής του ‘τόξου ημιτόνου’ (arcsine transformation) δεν επιτεύχθηκε κανονική κατανομή των δεδομένων.

Η σύγκριση των επεμβάσεων βασίστηκε στους μέσους όρους και το Τυπικό Σφάλμα (Standard Error) ανά επέμβαση. Για τις αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS, ed.11 for Windows.



**Εικόνα 12**



**Εικόνα 13**





Εικόνα 14



Εικόνα 15

Εικόνες 12-15. Εμφάνιση των συμπτωμάτων της σήψης ριζών και στελέχους από το μύκητα *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* σε φυτάρια πεπονιάς, (12) 1<sup>η</sup> εβδομάδα, (13) 2<sup>η</sup> εβδομάδες, (14) 3<sup>η</sup> εβδομάδες, (15) 4<sup>η</sup> εβδομάδα μετά την τεχνητή μόλυνση.



**Εικόνα 16.** Μεταχρωματισμός του αδρώματος και καθολική σήψη της ρίζας φυταρίου πεπονιάς λόγω προσβολής από *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* 30 ημέρες μετά την τεχνητή μόλυνση ( $1 \times 10^6$  σπόρια/ml).

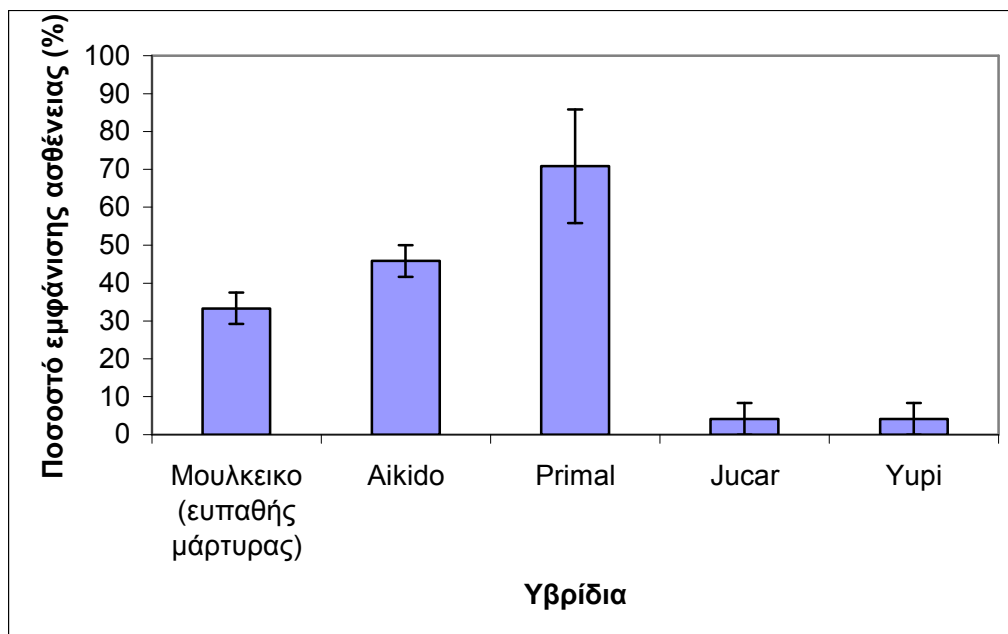
### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η τεχνητή μόλυνση ήταν επιτυχής καθώς και στις δύο πειραματικές σειρές παρατηρήθηκε εμφάνιση της ασθένειας στον ευπαθή μάρτυρα Μουλκείκο σε ποσοστό 30-50%.

#### 3.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΕΙΡΑ 1

Τα αποτελέσματα της πειραματικής σειράς 1 παρουσιάζονται στην εικόνα 17.



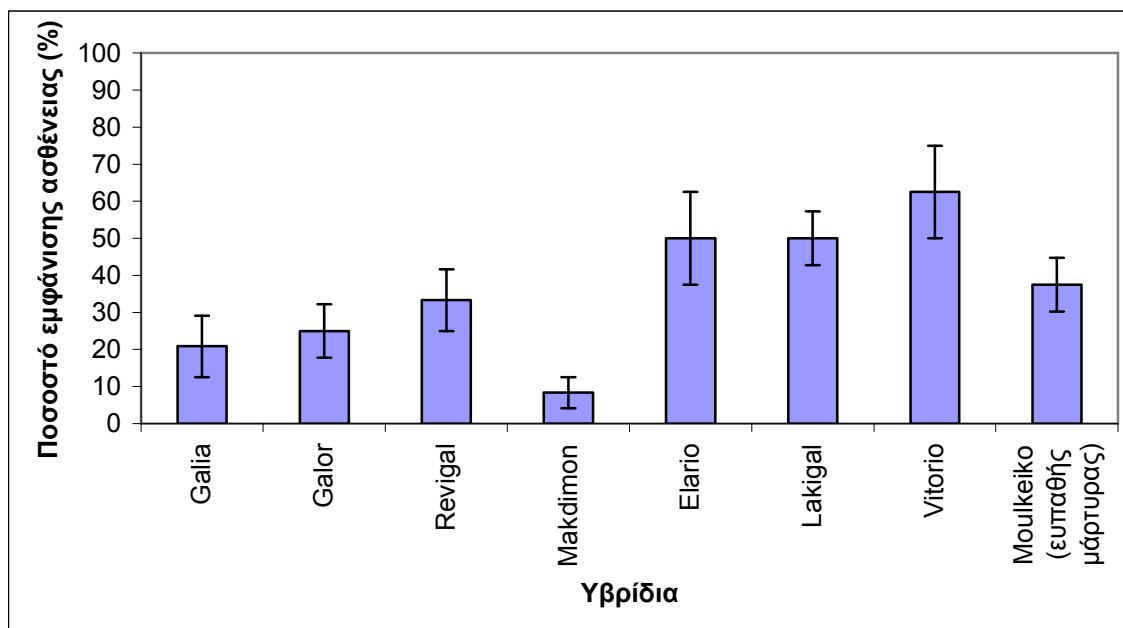
**Εικόνα 17 :** Μέσοι όροι και μπάρες τυπικού σφάλματος (από 3 επαναλήψεις) του % ποσοστού εμφάνισης της σήψης ριζών και στελέχους που προκαλείται από το *Fusarium oxysporum f. sp. radicis-cucumerinum* για διάφορα υβρίδια πεπονιάς σε θάλαμο ανάπτυξης φυτών (πειραματική σειρά 1).

Σύμφωνα με την εικόνα 17 τα υβρίδια Jucar και Υυρί ήταν σημαντικά ανθεκτικότερα από τον μάρτυρα Μουλκείκο (40% εμφάνιση της ασθένειας) καθώς εμφάνισαν την ασθένεια σε ποσοστό 5-10% ενώ δεν είχαν σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Αντίθετα τα υβρίδια Aikido και Primal δεν αποδείχθηκαν ανθεκτικά στην ασθένεια καθώς παρουσίασαν υψηλά ποσοστά εμφάνισης της ασθένειας. Ειδικά το υβρίδιο Primal αποδείχθηκε σημαντικά πιο ευπαθές από τον μάρτυρα Μουλκείκο.



### 3.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΕΙΡΑ 2

Τα αποτελέσματα της πειραματικής σειράς 2 παρουσιάζονται στην εικόνα 18.



**Εικόνα 18:** Μέσοι όροι και μπάρες τυπικού σφάλματος (από 3 επαναλήψεις) του % ποσοστού εμφάνισης της σήψης ριζών και στελέχους που προκαλείται από το *Fusarium oxysporum f. sp. radicis-cucumerinum* για διάφορα υβρίδια πεπονιάς σε θάλαμο ανάπτυξης φυτών (πειραματική σειρά 2).

Σύμφωνα με την εικόνα 18 μόνο το υβρίδιο Makdimon ήταν σημαντικά ανθεκτικότερο από τον μάρτυρα Μουλκείκο (50% εμφάνιση της ασθένειας) καθώς εμφάνισε την ασθένεια σε ποσοστό 10-15%. Αντίθετα τα υβρίδια Galia, Galor και Revigal δεν αποδείχθηκαν ανθεκτικά στην ασθένεια καθώς παρουσίασαν ποσοστά εμφάνισης της ασθένειας όχι σημαντικά μικρότερα από τον μάρτυρα. Τέλος τα υβρίδια Elario, Lakigal και Vitorio ήταν σημαντικά πιο ευπαθή από τον μάρτυρα.

## 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ασθένεια σήψη των ριζών και του στελέχους της πεπονιάς που προκαλείται από τον παθογόνο μύκητα *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* είναι μια ασθένεια που εμφανίστηκε πρόσφατα (Βακαλουνάκης, 2006) που όμως χρίζει προσοχής και μελέτης όσον αφορά την καταπολέμησή της.

Λόγω της φύσης του παθογόνου, ένα από τα σημαντικότερα παθογόνα εδάφους και της φύσης της καλλιέργειας της πεπονιάς, μονοετής εντατική καλλιέργεια, η παραγωγή ανθεκτικών στην ασθένεια υβριδίων αποτελεί έναν από τους βασικότερους τρόπους αντιμετώπισής της.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν στη παραπάνω μελέτη, αποδεικνύουν ότι τα υβρίδια Jucar, Yurı (πειραματική σειρά 1) και Makdimon (πειραματική σειρά 2) παρουσίασαν σημαντικά μικρότερο ποσοστό εμφάνισης της ασθένειας κατά 25% και 30% αντίστοιχα, σε σχέση με τον μάρτυρα (Μουλκέϊκο). Επιπρόσθετα εμφανίστηκαν λιγότερο ευπαθή από τα υπόλοιπα υβρίδια που δοκιμάστηκαν.

Τα παραπάνω υβρίδια θα πρέπει να εξεταστούν ως προς τα γενετικά χαρακτηριστικά τους για να διαπιστωθεί εάν η ανθεκτικότητα που εμφάνισαν οφείλεται σε ένα ή περισσότερα γονίδια.

Επίσης καθώς τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε θαλάμους ανάπτυξης φυτών, στους οποίους υπήρχαν ιδανικές συνθήκες για την ανάπτυξη του μύκητα, θα πρέπει να διεξαχθούν συμπληρωματικά πειράματα στον αγρό προκειμένου να διαπιστωθεί η όποια ανθεκτικότητα των υβριδίων σε πραγματικές συνθήκες.

Ακόμα καθώς τα παραπάνω πειράματα ήταν προκαταρκτικές δοκιμές, θα πρέπει να επαναληφθούν σε μεγαλύτερη κλίμακα (περισσότερες επαναλήψεις) με διάφορα υβρίδια ή ποικιλίες και διαφορετικά στελέχη του μύκητα για να εξαχθούν ακριβή αποτελέσματα ως προς την ανθεκτικότητα των εμπορικών υβριδίων πεπονιάς στον μύκητα *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum*.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cerkauskas R. F. and 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* 8, 1028 (Abstract).
- Higa T. and Parr J. F. (1994). 'Beneficial and Effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment'. International Nature Farming Research Center, Atami, Japan. Διαθέσιμο online <http://www.emproducts.co.uk/downloads/EM.pdf> . Τελευταία πρόσβαση 26/06/2010.
- Jarvis W. R. and Thorpe H. J., (1981). 'Control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*', NATO ASI Series H28, 479-486.
- Leslie J. F. and Summerell B. A., (2006). 'The *Fusarium* Laboratory Manual'. Blackwell Publish.
- Lorenz, O. A. and D. N. Maynard (1988). 'Knott's Handbook for Vegetable Growers'. John Wiley & Sons, New York. pp. 456.
- Moreno A. Alferez A., Aviles M., Dianez F., Blanco R., Santos M. and Tello J. C., (2001). 'First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* on cucumber in Spain'. *Plant disease* 85, 1206 (Abstract).
- Pavlou G. C. and Vakalounakis D. J. (2005). 'Biological control of root and stem rot of greenhouse cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, by lettuce soil amendment'. *Crop protection* 24,135-140
- Pavlou G. C., Vakalounakis D. J. and 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.
- Punja Z. K. (1999). '*Fusarium* root and stem rot of greenhouse cucumbers'. British Columbia, Canada: Ministry of Agriculture and Food ,pp. 4.
- Reverchon S. Monnet Y., Beliard I. and Alabouvette C. (2000). 'Du nouveau sur les fusarioses du concombre. *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* isolé pour la première fois en France'. *Phytoma* 530, 36-38.
- Vakalounakis D. J. and Chalkias J. (2004). 'Survival of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* in soil'. *Crop protection* 23,871-873.

- Vakalounakis D. J., Doulis A. and Klironomou E., (2005). 'Characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* attacking melon under natural conditions in Greece'. *Plant pathology* 89, 161-168.
- Βακαλουνάκης Δ. Ι. (2002). 'Η σήψη των ριζών και του στελέχους της αγγουριάς'. Φυτοπαθολογικό Φύλλο Χ. Αθήνα: Ελληνική Φυτοπαθολογική Εταιρεία, 4.
- Βακαλουνάκης Δ. Ι. (2006). 'Ασθένειες των κολοκυνθοειδών. Διάγνωση & Αντιμετώπιση'. Εκδόσεις Δ.Ι. Βακαλουνάκης, 196-197, 264-269.
- Ολύμπιος Χ. Μ., (2001). 'Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια'. Εκδόσεις ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ, 457-556.
- Παναγόπουλος Χρήστος Γ. (2007). 'Ασθένειες καρποφόρων δένδρων & αμπέλου'. Εκδόσεις ΑΘ.ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ, 254-260.
- Τζάμος Ε. Κ., (2007). 'Φυτοπαθολογία'. Εκδόσεις ΣΤΑΜΟΥΛΗ Α.Ε., 242.
- Φανουράκης Ν. (2002). 'Γενετική βελτίωση φυτών. Βασικές αρχές'. Εκδόσεις ΙΩΝ Αθήνα, 213-225.
- Χαραντώνης Δ. (2002). 'Ολοκληρωμένη φυτοπροστασία στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες κολοκυνθοειδών'. ΓΕΩΡΓΙΑ-Κτηνοτροφία 10, 92-106.