

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΟΥ ΩΙΔΙΟΥ
(*Leveillula taurica*) ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ,
ΜΕ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΥΣ ΜΥΚΗΤΕΣ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΑΛΕΞΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΓΚΟΥΜΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2005

*Η πτυχιακή εργασία αυτή αφιερώνεται:
Στην μνήμη του παππού μου Γεωργίου Λαγουδάκη.*

Ευχαριστίες:

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, την αδελφή μου και την γιαγιά μου Ευαγγελία για την αγάπη τους και για κάθε είδους στήριξη που μου παρείχαν κατά την διάρκεια των σπουδών μου. Τους αφιερώνω την πτυχιακή μου αυτή εργασία.

Θέλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου Κο Ν.Ε. Μαλαθράκη, για τις πολύτιμες πληροφορίες και συμβουλές που μου έδωσε, για τις φωτογραφίες από το προσωπικό του αρχείο που χρησιμοποίησα στην πτυχιακή μου εργασία, καθώς και για τις γνώσεις που απέκτησα το διάστημα της συνεργασίας μας.

Ευχαριστώ τον καθηγητή Κο Γκούμα Δημήτριο που δέχτηκε να είναι εισηγητής στην εργασία αυτή. Επίσης θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Κα Α. Κασελάκη για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων και για τη συνολική βοήθεια που μου πρόσφερε, καθώς και την Κα Μ. Φανουράκη για τις πολύτιμες συμβουλές της.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τον Μ. Σκαρδάση, την Ρ. Νερουλίδου, τον Ν. Δαφέρμο και όλους όσους με βοήθησαν στην προσπάθειά μου αυτή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	6
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.2 ΤΟ ΩΙΔΙΟ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΜΥΚΗΤΑ <i>LEVEILLULA TAURICA</i>	7
1.2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	7
1.2.2 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ.....	7
1.2.3 ΤΟ ΠΑΘΟΓΟΝΟ.....	7
1.2.3.1 Βλαστικά Όργανα.....	8
1.2.3.2. Κονίδια.....	9
1.2.3.3 Κλειστοθήκια.....	10
1.2.4 Η μόλυνση του ξενιστή.....	10
1.2.4.1 Βλάστηση και ανάπτυξη της βλαστικής υφής.....	10
1.2.4.2 Είσοδος.....	11
1.2.5 ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΤΗ ΜΟΛΥΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	11
1.2.5.1 Προέλευση και μετανάστευση.....	11
1.2.5.2 Ξενιστές.....	12
1.2.5.3 Γεωγραφική διασπορά στην οικογένεια <i>Solanaceae</i>	12
1.2.6 Διασταυρωτή μολυσματικότητα.....	13
1.2.6.1 Διασταυρωτή μόλυνση της τομάτας με άλλους ξενιστές.....	13
1.2.7. ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ.....	14
1.2.7.1 Ποσότητα του μολύσματος – μολυσματικότητα – πηγή μολύσματος.....	14
1.2.7.2 Ευαισθησία ξενιστών στον μύκητα <i>Leveillula taurica</i>	15
1.2.7.3 Περιβαλλοντικοί παράγοντες και συνθήκες ανάπτυξης.....	17
1.2.8 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΖΗΜΙΑ – ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	19
1.2.8.1 Στην οικογένεια <i>Solanaceae</i>	19
1.2.8.2. Στην τομάτα.....	20
1.2.9 ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ.....	20
1.2.9.1 Χημική Καταπολέμηση.....	20
1.2.9.2 Εναλλακτικές εφαρμογές.....	24
1.2.9.3 Καλλιεργητικά μέτρα.....	24
1.2.9.4 Βιολογική καταπολέμηση.....	26
1.2.9.5 Ολοκληρωμένη καταπολέμηση.....	30
2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	31
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	31
2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	31
2.2.1 Ανάπτυξη ανταγωνιστών.....	32
2.2.1.1 Παρασκευή αιωρήματος σπορίων.....	32
2.2.2 Καλλιεργητικά μέτρα.....	33
2.2.3 Καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών.....	34
2.2.4 Εκτίμηση ποσοστού προσβολής.....	34
2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	36
2.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	38
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	39
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	42

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μία από τις σημαντικότερες ασθένειες που προσβάλλουν τις καλλιέργειες τομάτας (*Lycopersicon esculentum*) στη χώρα μας, είναι το ωίδιο, το οποίο προκαλείται από τον μύκητα *Leveillula taurica*. Τα ωΐδια είναι υποχρεωτικά παράσιτα. Αναφέρεται ότι ο μύκητας *L. taurica* προσβάλλει ένα μεγάλο αριθμό καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών. Στην Ελλάδα παρατηρείται κάθε χρόνο, από το τέλος της Άνοιξης μέχρι περίπου το Νοέμβριο. Οι απαιτήσεις του μύκητα σε θερμοκρασία, συμπίπτουν με τις συνθήκες που επικρατούν κατά την περίοδο αυτή και κυμαίνονται μεταξύ 15-30° C.

Αυτή τη στιγμή δεν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες τομάτας στο εμπόριο. Επίσης, στελέχη του παθογόνου έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε αρκετά μυκητοκτόνα. Είναι λοιπόν επιτακτική η προσπάθεια για εναλλακτικούς τρόπους καταπολέμησης του ωιδίου. Σκοπός της πειραματικής μας δουλειάς, ήταν να μελετηθεί η αποτελεσματικότητα της δράσης των ανταγωνιστικών μυκήτων *Acremonium implicatum*, *Fusarium sp. 1* και *Fusarium sp. 2*, στα πλαίσια της βιολογικής καταπολέμησης του ωιδίου της τομάτας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματά μας, οι βιολογικοί παράγοντες που μελετήθηκαν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μοναδικό μέσο καταπολέμησης του ωιδίου, αλλά αποτελούν υποσχόμενους μη χημικούς παράγοντες καταπολέμησης, σε συνδυασμό με άλλα καλλιεργητικά μέτρα ελέγχου της ασθένειας και την σωστή επιλογή ημερομηνίας φύτευσης, στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης του ωιδίου στην τομάτα, με σκοπό να επιτευχθεί αποδεχτό επίπεδο καταπολέμησης από τους παραγωγούς.

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ωΐδια τα οποία προκαλούνται από τον μύκητα *Leveillula taurica*, έχουν μελετηθεί λιγότερο σε σχέση με άλλες ασθένειες, που προκαλούν ανάλογες ζημιές. Αυτό οφείλεται, κυρίως στο γεγονός ότι εκτός από τις χώρες της Μέσης Ανατολής και την περιοχή της Μεσογείου, δεν έχουν ευρεία διασπορά στις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες. Μόνο πρόσφατα έχουν αποκτήσει ενδιαφέρον στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Έτσι στα παραδοσιακά κέντρα έρευνας των ασθενειών των φυτών, οι ερευνητές δεν είχαν κίνητρα να μελετήσουν τα ωΐδια αυτά. Οι περισσότερες μελέτες έχουν γίνει στην Ιταλία, τη νότια Γαλλία, το Ισραήλ, την Ιαπωνία και πιο πρόσφατα στη βόρεια Αμερική. Εντατική έρευνα για τα ωΐδια που προκαλούνται από τον μύκητα *L. taurica*, στις υποτροπικές χώρες, άρχισε (σχετικά πρόσφατα) τη δεκαετία του 1950 (Palti, 1988).

Οι απόψεις για την ταξινόμηση του γένους *Leveillula* ποικίλουν. Δεν υπάρχει μέχρι σήμερα κάποιο ταξινομικό σύστημα, το οποίο να είναι παγκοσμίως αποδεκτό και πολλοί διερωτώνται αν το *L. taurica* είναι ένα είδος ή αν αποτελεί μια ομάδα ειδών. Μία από τις προτάσεις είναι να διαχωριστεί το γένος *Leveillula* σε ένα είδος για κάθε είδος ξενιστών (Palti, 1988). Ο Braun (1980,1984) προτείνει όλα τα στελέχη του μύκητα να θεωρούνται ότι ανήκουν στο είδος *L. taurica*. Τέλος, έχουν γίνει προτάσεις, ώστε το είδος *L. taurica* να ταξινομείται σε είδη, σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά των κονιδίων, όπως και να διαχωρίζεται σε είδη, κυρίως με βάση την μορφολογία των κλειστοθηκίων, καθώς και τα χαρακτηριστικά των σπορίων τους (Palti, 1988).

Το ωΐδιο που προκαλείται από τον μύκητα *L. taurica* εμφανίζεται διαρκώς σε νέες περιοχές και νέους ξενιστές. Επίσης, φαίνεται να αυξάνεται η παθογένεια του σε συγκεκριμένους ξενιστές. Αν αυτό οφείλεται ή όχι, στην εισαγωγή νέων ποικιλιών και καλλιεργητικών πρακτικών, ή στην εμφάνιση νέων φυλών του παθογόνου ή σε όλους τους παραπάνω παράγοντες, παραμένει αδιευκρίνιστο (Palti, 1988).

1.2 ΤΟ ΩΪΔΙΟ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΜΥΚΗΤΑ *LEVEILLULA TAURICA*

1.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το ωΐδιο της τομάτας προκαλείται από τον μύκητα *Leveillula taurica*. Είναι ανώτερος μύκητας και ανήκει στην τάξη των *Erysiphales* και την οικογένεια *Erysiphaceae*. Η κλάση των *Pyrenomycetes* χαρακτηρίζεται από ασκούς που σχηματίζονται μέσα σε μικρές κλειστές καρποφορίες, τα κλειστοθήκια. Στην οικογένεια των *Erysiphaceae*, εκτός από το γένος *Leveillula*, ανήκουν τα γένη *Erysiphe*, *Sphaerotheca*, *Podosphaera*, *Microsphaera*, *Uncinula* και *Phyllactinia*.

1.2.2 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Στην τομάτα, εμφανίζονται ανοικτές κίτρινες ή κιτρινοπράσινες κηλίδες, στην πάνω επιφάνεια του ελάσματος του φύλλου (Malathrakis, 1997). Οι κηλίδες εμφανίζονται αρχικά στα κατώτερα φύλλα και επεκτείνονται στα νεότερα (Palti, 1959). Η αντίστοιχη περιοχή στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος, καλύπτεται από λευκή αραιή εξάνθηση. Οι κηλίδες είναι ακανόνιστες σε σχήμα (Kontaxis, 1978), ενώ συχνά περιορίζονται από τα νεύρα του φύλλου και σταδιακά συνενώνονται.

Ο προσβεβλημένος ιστός ξηραίνεται από το κέντρο της κηλίδας προς την περιφέρεια. Τα προσβεβλημένα φύλλα τελικά ξηραίνονται εντελώς, αλλά συνήθως δεν πέφτουν. Η ξήρανση των φύλλων έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της φωτοσύνθεσης (Shtienberg, 1992). Δεν προσβάλλονται άλλα μέρη του φυτού παρά μόνο τα ελάσματα των φύλλων (Palti 1959,1989). Στα σολανώδη, τα συμπτώματα εμφανίζονται αμέσως μετά το φύτεμα, ως και 7 εβδομάδες αργότερα, ενώ σύμφωνα με τους Moens, Aicha και Welvaert (1985), μπορούν να καταστρέψουν το φύλλωμα ολοκληρωτικά, μέσα σε ένα μήνα.

1.2.3 ΤΟ ΠΑΘΟΓΟΝΟ

Ο μύκητας *L. taurica* είναι ενδοφυτικός, δηλαδή το μυκήλιο του αναπτύσσεται στο εσωτερικό του ιστού του ξενιστή. Είναι επίσης ξηροφυτικός, προτιμά δηλαδή τις θερμές και ξηρές ή ημίξηρες περιοχές, όπως την Μεσόγειο, τις νοτιοδυτικές Ηνωμένες Πολιτείες, την Ασία και τη βόρεια Αφρική.

Αντίθετα, στις χώρες τις δυτικής Ευρώπης παρατηρείται το ωίδιο που προκαλείται από τον μύκητα *Oidium neolycopercicon* (Palti, 1988). Διακρίνονται δύο μορφές πολλαπλασιασμού του μύκητα:

A) Η αγενής, αναμορφική ή κονιδιακή μορφή, που ονομάζεται *Oidiopsis taurica* ή *Oidiopsis sicula* (Παναγόπουλος, 1995). Τα σπόρια που παράγονται κατά τον αγενή πολλαπλασιασμό ονομάζονται κονίδια και σχηματίζονται στους κονιδιοφόρους. Στις καρποφορίες αυτές του μύκητα οφείλεται η χαρακτηριστική αλευρώδης εξάνθηση, που εμφανίζεται πάνω στους προσβεβλημένους ιστούς του ξενιστή (Palti, 1988).

B) Η εγγενής ή τελειομορφική μορφή, που ονομάζεται *Leveillula taurica*. Τα σπόρια της εγγενούς αναπαραγωγής ονομάζονται ασκοσπόρια και βρίσκονται μέσα στους ασκούς, που αναπτύσσονται σε καρποφορίες που λέγονται κλειστοθήκια.

Οι μύκητες που προκαλούν τα ωίδια είναι υποχρεωτικά παράσιτα (Palti 1988, Malathrakis 1997). Ο ξενιστής που προσβάλλεται σπάνια πεθαίνει, αλλά μπορούν να προκληθούν σοβαρές απώλειες εξαιτίας της μείωσης της φωτοσύνθεσης, των αλλαγών στη φυσιολογία του φυτού ξενιστή και της χρησιμοποίησης θρεπτικών στοιχείων από το παθογόνο.

1.2.3.1 Βλαστικά Όργανα

Χαρακτηριστικό του *L. taurica*, στους ξενιστές του, είναι η ανάπτυξη ενδοφυτικού μυκηλίου, που αποτελεί το χαρακτηριστικό, το οποίο τον διαχωρίζει από τα υπόλοιπα είδη των μυκήτων που προκαλούν ωίδια. Σε κάποιους ξενιστές αναπτύσσει και επιφυτικό μυκήλιο.

Το ενδοφυτικό μυκήλιο αναπτύσσεται κυρίως μεταξύ των κυττάρων του σπογγώδους παρεγχύματος του ξενιστή, αλλά μπορεί επίσης να επεκταθεί και στα κύτταρα του δυφρακτοειδούς παρεγχύματος. Το μυκήλιο αυτό αποτελείται από ακανόνιστες υφές, οι οποίες χωρίζονται από σέπτα. Οι υφές μπορεί να είναι ελικοειδείς ή ευθείες και έχουν πλάτος περίπου 10μ. Το μυκήλιο, στους περισσότερους ξενιστές, είναι αφθονότερο κάτω από την επιδερμίδα της κάτω επιφάνειας του φύλλου. Οι υφές που προέρχονται από το ενδοφυτικό μυκήλιο εξέρχονται μέσω των στομάτων μαζί με τους κονιδιοφόρους (Palti, 1988).

Το επιφυτικό μυκήλιο, το οποίο παρατηρείται κυρίως στην αγκινάρα (*Cynara scolymus*) και το κάρδαμο (*Carthamus tinctorious*), είναι πολύ διακλαδισμένο, με υφές πλάτους 5-8μ. Έχει *appressoria* που αναπτύσσονται κατά μήκος των υφών, σε

ορθές γωνίες και συχνά σε αντίθετες πλευρές. Οι υφές και οι κονιδιοφόροι μπορεί να είναι στην αρχή υαλόχροοι, ενώ στην συνέχεια αποκτούν γκριζωπό χρώμα (Palti, 1988).

Στην τομάτα, οι κονιδιοφόροι προέρχονται από το ενδοφυτικό μυκήλιο και εξέρχονται από τα στομάτια, στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος του φύλλου, σε ομάδες των 1 έως 5. Αποτελούνται από 2 έως 3 κλάδους (διακλαδώσεις), (Palti 1988, Παναγόπουλος 1995).

1.2.3.2. Κονίδια

Δύο τύποι κονιδίων αναγνωρίζονται γενικά στον μύκητα *L. taurica*, τα οποία σχηματίζουν αλυσίδες: τα κύρια κονίδια (*primary*), που σχηματίζονται πρώτα στους κονιδιοφόρους και έχουν συνήθως κωνοειδείς κορυφές και τα δευτερεύοντα (*secondary*) κονίδια, τα οποία σχηματίζονται μεταγενέστερα και έχουν περισσότερο στρογγυλεμένες κορυφές. Και οι δύο τύποι κονιδίων είναι παρόμοιοι, όσον αφορά το μέγεθος (Palti, 1988).

Το μέγεθος των κονιδίων μπορεί να διαφέρει αρκετά, ακόμα και όταν αυτά προέρχονται από ένα είδος ξενιστών, στα διάφορα μέρη του κόσμου (Palti, 1988). Στην τομάτα, οι διαστάσεις των κονιδίων δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1. Διαστάσεις κονιδίων (μ) του μύκητα *Leveillula taurica* στην τομάτα (Palti, 1971).

Μήκος	Πλάτος	Μήκος / Πλάτος	Πηγές
55,4	16,6	4,13	<i>Laudanski, 1957</i>
60,6	14,9	4,07a	<i>Tramier, 1963</i>
40-46	12-14		<i>Rayss, 1940</i>

a. Υπολογισμός από τον Palti, σύμφωνα με τις δημοσιεύσεις.

Η έλλειψη νερού μπορεί επίσης να επηρεάσει το μέγεθος των κονιδίων, όπως και το μέγεθος των κονιδιοφόρων. Το μέγεθος των κονιδίων αποτελεί ελάχιστο κριτήριο ταξινομικού διαχωρισμού (Palti, 1988).

Στις πιο παλιές περιγραφές του *Oidiopsis taurica*, ο μύκητας αναφέρεται ότι φέρει κονίδια, μεμονωμένα στους κονιδιοφόρους του. Πιο πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι πολλοί ξενιστές φέρουν συνήθως κονίδια σε αλυσίδες. Οι αλυσίδες κονιδίων παρατηρούνται συχνότερα σε υπό κάλυψη καλλιέργειες και λιγότερο συχνά σε φυτά

που αναπτύσσονται στην ύπαιθρο. Η προσκόλληση των ώριμων κονιδίων στους κονιδιοφόρους είναι τόσο αδύναμη, ώστε οι αλυσίδες να διασπείρονται με την ελάχιστη κίνηση του αέρα.

Τα κονίδια δεν βλαστάνουν όσο είναι προσκολλημένα στους κονιδιοφόρους, αλλά μόλις απελευθερωθούν από αυτούς. Η θέση των σπορίων στην αλυσίδα δεν σχετίζεται με την βλαστικότητα τους (Clerk and Ayseu – Offei 1967, Palti 1988).

1.2.3.3 Κλειστοθήκια

Κλειστοθήκια δεν σχηματίζονται στους περισσότερους ξενιστές, ανάμεσα τους και ξενιστές μεγάλης οικονομικής σημασίας (οικ. *Solanaceae*, τομάτα). Μέχρι στιγμής, δεν έχει δοθεί ικανοποιητική εξήγηση για αυτό το γεγονός (Palti, 1988). Οι Thomson και Jones (1981), έχουν αναφέρει το σχηματισμό κλειστοθηκίων σε ξηρή φυλλική επιφάνεια σε τομάτες, σε θερμοκήπιο στη Νεβάδα.

Όπως έχει περιγράψει ο Braun (1980) και αναφέρεται από τον Palti (1988), οι ασκοί είναι 20 σε κάθε κλειστοθήκιο, κατά μέσο όρο, είναι σχεδόν κυλινδρικοί ως ωοειδής, με μίσχο, 60-120 * 24-45 μ. και φέρουν 1-4 (κυρίως 2) ασκοσπόρια.

Τα ασκοσπόρια όταν ωριμάζουν, σπρώχνουν την κορυφή του ασκού, προκαλούν τη ρήξη του και απελευθερώνονται. Δεν υπάρχουν μελέτες, που να αποδεικνύουν σε πιο στάδιο σχηματισμού του κλειστοθηκίου και του ασκού, αρχίζουν να αναπτύσσονται τα ασκοσπόρια, ούτε αν μπορούν να προκαλέσουν μόλυνση αμέσως μετά το σχηματισμό τους και πόσο μπορούν να διατηρήσουν τη μολυσματικότητα τους (Palti, 1988).

- Ο ρόλος που παίζουν τα κλειστοθήκια, στην επιδημιολογία του *Leveillula taurica*, δεν είναι γνωστός.

1.2.4 Η μόλυνση του ξενιστή

Σύμφωνα με μελέτες που έγιναν σε φυτά πιπεριάς, η διαδικασία μόλυνσης του ξενιστή από τον μύκητα *L. taurica*, περιγράφεται λεπτομερώς παρακάτω:

1.2.4.1 Βλάστηση και ανάπτυξη της βλαστικής υφής

Τα κονίδια, αφού εναποτεθούν στην επιφάνεια του ελάσματος του φύλλου, αρχίζουν να βλαστάνουν, μέσα σε δύο ώρες σε φυτά πιπεριάς. Οι βλαστικές υφές αναπτύσσονται κυρίως από τη βάση του κονιδίου ή από την κορυφή του, σπανίως από την μέση. Κάθε κονίδιο παράγει μια βλαστική υφή, η οποία αρχικά αναπτύσσεται σε κατεύθυνση, που καθορίζεται από την θέση και τον προσανατολισμό του κονιδίου

(Homma, Arimoto, Takahashi, Ishikawa, Matsuda and Misato 1980, Kunoh, Kuhno, Tashiro and Ishizaki 1979, Palti 1988).

Η βλαστική υφή μπορεί να περάσει κοντά ή πάνω από τα στόματα, χωρίς να διεισδύσει σε αυτά, έχει όμως την ικανότητα να εισβάλλει σε ένα στομάτιο, χωρίς το σχηματισμό *appressorium*. Μερικές βλαστικές υφές διακλαδίζονται πριν την εισβολή. Στην περίπτωση αυτή οι κλάδοι διαπερνούν τα στόματα, ενώ η κύρια υφή συνεχίζει να επιμηκύνεται στην επιφάνεια του φύλλου.

Στις περισσότερες περιπτώσεις σχηματίζεται ένα προσκολλητικό, λοβοειδές σώμα, το *appressorium*, συνήθως 4-6 ώρες μετά την εναπόθεση του κονιδίου, σε φύλλο πιπεριάς. Το *appressorium* σχηματίζεται στην κορυφή της βλαστικής υφής.

1.2.4.2 Είσοδος

Από το *appressorium* αναπτύσσεται το μολυσματικό ράμφος, το οποίο εισέρχεται μέσα στο φυτικό ιστό μέσω ενός στόματος, όχι απαραίτητα του εγγύτερου. Όπως αναφέρει ο Palti (1988), σύμφωνα με τους Tafradjilski *et al* (1975), στην τομάτα και την μελιτζάνα, το μολυσματικό ράμφος, εισέρχεται κατευθείαν στο φυτικό ιστό, διατρυπώντας την επιδερμίδα και όχι μέσω των στομάτων, όπως συμβαίνει στην πιπεριά.

Από το μολυσματικό ράμφος αναπτύσσεται υφή, που διατρυπώντας το κυτταρικό τοίχωμα επιμηκύνεται μέσα στον ιστό του μεσόφυλλου, αναπτύσσεται μεταξύ των κυττάρων και εισέρχεται στα κύτταρα του σπογγώδους παρεγχύματος (στο εσωτερικό των κυττάρων σχηματίζονται τα *haustoria*, τα οποία είναι μυζητήρες). Ο μύκητας τρέφεται δια των μυζητήρων, κατευθείαν από το εσωτερικό του ζωντανού φυτικού κυττάρου.

1.2.5 ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΤΗ ΜΟΛΥΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

1.2.5.1 Προέλευση και μετανάστευση

Ο μύκητας *Leveillula taurica* προέρχεται από τις θερμές και ξηρές περιοχές της κεντρικής και δυτικής Ασίας και της Μεσογείου. Οι ξενιστές, τους οποίους προσβάλλει ο *L. taurica* σε συνθήκες υψηλής υγρασίας, είναι εκείνοι που κατάγονται από υγρές τροπικές περιοχές. Αντίθετα, οι ξενιστές στους οποίους το ωίδιο περιορίζεται σε συνθήκες χαμηλής υγρασίας, προέρχονται από ξηρό φυσικό

περιβάλλον, όπως η πατάτα και η τομάτα από τις κεντρικές Άνδεις της νότιας Αμερικής.

Θεωρείται επίσης ότι το γένος *Leveillula*, ίσως έχει αναπτυχθεί από το γένος *Erysiphe*, γι' αυτό και υπάρχουν πολυάριθμοι κοινοί ξενιστές και για τα δύο είδη. Αυτό έγινε στη Μεσόγειο, όπου το γένος *Erysiphe* έχει μεγάλη εξάπλωση. Το γένος *Leveillula* σταδιακά εξαπλώθηκε σε θερμότερες και ξηρές, καθώς και σε θερμές και υγρές περιοχές.

Το γένος *Leveillula* όμως, δεν φαίνεται ικανό να προσαρμοστεί σε συνθήκες χαμηλότερων θερμοκρασιών, από αυτές που επικρατούν στις περιοχές προέλευσής του. Έτσι, η εμφάνιση του σε βορειότερες χώρες παραμένει εξαιρετικό γεγονός (Palti, 1988).

1.2.5.2 Ξενιστές

Ο μύκητας *L. taurica* αποτελεί ένα μοναδικό παθογόνο φυλλώματος, ως προς την ικανότητά του να προσβάλλει μεγάλο αριθμό διαφορετικών φυτικών ειδών. Σύμφωνα με τις δημοσιεύσεις ως το 1986, έχουν αναφερθεί 74 οικογένειες ξενιστών, στις οποίες ανήκουν περίπου 390 γένη και 1000 είδη. Στο μονοκοτυλήδωνα ανήκουν μόνο 3 γένη και 5 είδη. Οι υπόλοιπες οικογένειες ανήκουν στα δικοτυλήδωνα. Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών, τα οποία αποτελούν ξενιστές του *L. taurica*, ανήκουν κατά φθίνουσα σειρά στις οικογένειες: *Compositae* (227 είδη), *Leguminosae* (154 είδη), *Umpelliferae*, *Labiatae*, *Chenopodiaceae*, *Cruciferae*, *Malvaceae*, *Solanaceae*, *Scrophulariaceae*, *Euphorbiaceae* και *Boraginaceae*.

Μεταξύ των δεντροδών ξενιστών του μύκητα *L. taurica*, σημαντικότερος είναι η ελιά (*Olea europaea*), εφόσον απομόνωση από αυτόν τον ξενιστή έχει βρεθεί να μολύνει σημαντικές καλλιέργειες σολανωδών, όπως η τομάτα (Palti, 1988). Ο Palti (1971) αναφέρει ότι ο αριθμός των ειδών – ξενιστών του μύκητα στην Ελλάδα, σύμφωνα με τον Hirata (1968) είναι 20.

1.2.5.3 Γεωγραφική διασπορά στην οικογένεια *Solanaceae*.

Η γεωγραφική διασπορά του γένους *Leveillula*, σε είδη της οικογένειας *Solanaceae*, είναι ευρεία, εξαιτίας της ποικιλίας των συνθηκών, ανάλογα με τον ξενιστή, που απαιτεί ο μύκητας για να αναπτυχθεί, όπως πολύ ξηρές συνθήκες στην πατάτα, αρκετά ξηρές στην τομάτα και ξηρές ή υγρές συνθήκες στην πιπεριά (Palti, 1988).

Στην τομάτα, το ωίδιο που προκαλείται από τον μύκητα *L. taurica*, είναι αρκετά καταστρεπτική ασθένεια, στις χώρες της ανατολικής και κεντρικής Μεσογείου: Κύπρος, Ισραήλ, Ιράκ, Ιταλία και στη νότια Ελλάδα. Έχει επίσης αναφερθεί στις χώρες Μαρόκο και Σουδάν της Αφρικής. Επίσης παρατηρείται και σε άλλες χώρες της Αφρικής, κάτω από την Σαχάρα (Kontaxis and Van Afaren 1978, Palti 1959).

1.2.6 Διασταυρωτή μολυσματικότητα.

Η ικανότητα διασταυρωτής μόλυνσης των διαφόρων ξενιστών, παρουσιάζει μεγάλο πρακτικό ενδιαφέρον στο σχεδιασμό αμειψισπορών στο χώρο, καθώς και στη δυνατότητα μολυσμένων ζιζανίων να προκαλέσουν προσβολές στις καλλιέργειες. Ο *Leveillula taurica* μπορεί να προκαλέσει μολύνσεις, τόσο μεταξύ ξενιστών που ανήκουν στην ίδια οικογένεια (*intra – family cross infectivity*), όσο και μεταξύ ξενιστών που ανήκουν σε διαφορετικές οικογένειες (*inter – family cross infectivity*).

Όπως αναφέρεται από τον Palti (1988), ο Nour (1959), έδειξε ότι τα αποτελέσματα των διασταυρωτών μολύνσεων εξαρτώνται σημαντικά από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η διασταυρωτή μολυσματικότητα που καθορίζεται για ένα πληθυσμό του *L. taurica* σε μια περιοχή, δεν υποδηλώνει απαραίτητα τέτοια ικανότητα σε άλλες περιοχές (Palti, 1988).

1.2.6.1 Διασταυρωτή μόλυνση της τομάτας με άλλους ξενιστές.

Απομονώσεις που έγιναν από την τομάτα (*Lycopersicon esculentum*), την πιπεριά (*Capsicum annuum var. longum*), το κρεμμύδι (*Allium cepa*), το βαμβάκι (*Gossypium hirsutum*), το σογχο (*Sonchus oleraceus*), το ζιζάνιο *Physalis sp.* και την αγκινάρα (*Cynara scolymus*), χρησιμοποιήθηκαν σε πειράματα διασταυρωτών μολύνσεων, για να διαπιστωθεί η ικανότητα τους να μολύνουν την τομάτα. Όλες οι απομονώσεις βρέθηκαν ικανές να μολύνουν την τομάτα, εκτός από εκείνη που προερχόταν από την αγκινάρα (Corell, Gordon and Elliot 1988, Palti 1988).

Σύμφωνα με παρατηρήσεις των Thomson και Jones (1981) στη Γιούτα των ΗΠΑ, πιπεριές, όπως και φύλλα του φυτού *Physalis subglabrata* και της μελιτζάνας, μολύνθηκαν μόνο όταν φυτεύτηκαν κοντά σε μολυσμένες με το ωίδιο, τομάτες. Επίσης, όπως παρατήρησε ο Corell (1987) μολύνθηκε βαμβάκι που αναπτυσσόταν κοντά σε πολύ μολυσμένες καλλιέργειες τομάτας, στην Καλιφόρνια.

Πίνακας 2. Διασταυρωτή μόλυνση της τομάτας και άλλων φυτών με τον μύκητα *Leveillula taurica* (Corell, Gordon and Elliot 1988, Palti 1988).

Μόλυσμα	Φυτά που μολύνθηκαν
<i>Lycopersicon esculentum</i>	<i>Capsicum annum</i> , <i>Solanum melongena</i> , <i>Hibiscus esculentus</i> , <i>Olea europaea</i>
<i>Allium cepa</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>
<i>Sonchus oleraceus</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>
<i>Gossypium hirsutum</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>
<i>Physalis sp.</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>
<i>Capsicum annum</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>
<i>Lycopersicon esculentum</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>
<i>Olea europaea</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>

1.2.7. ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ

Οι παράγοντες οι οποίοι συμβάλλουν στην επιδημιολογία του παθογόνου μύκητα *L. taurica* είναι:

A) η εποχιακή διαθεσιμότητα του μολύσματος του και η μολυσματικότητά του, **B)** η ευαισθησία των ξενιστών και **Γ)** η επίδραση του περιβάλλοντος στην εξάπλωση της ασθένειας.

1.2.7.1 Ποσότητα του μολύσματος – μολυσματικότητα – πηγή μολύσματος.

Η ποσότητα του μολύσματος που υπάρχει επηρεάζει χωρίς αμφιβολία την εμφάνιση της ασθένειας. Η σημασία του παράγοντα αυτού γίνεται εμφανής, από πολλές παρατηρήσεις στον αγρό, όπως οι παρακάτω:

- I. Είδη που διαφορετικά δεν ήταν γνωστό ότι μπορούν να προσβληθούν από το ωίδιο στην περιοχή της παρατήρησης, όπως μετάδοση της ασθένειας από την τομάτα στην πιπεριά, η οποία δεν μολύνεται συνήθως στην Γιούτα (Thomson and Jones, 1981), ή στην Ινδία από την παπάγια στα φυτά *Papaver* και *Moringa* (Ullasa and Rawal, 1984), αν και το τελευταίο δεν έχει αναφερθεί ως ξενιστής κάπου αλλού.
- II. Προσβολή φυτών, σε εποχή που η ασθένεια συνήθως δεν εμφανίζεται (Palti, 1988). Η δυνατότητα διασταυρωτών μολύνσεων μεταξύ των ποικίλων ξενιστών, ισχύει μόνο σε τοπικές συνθήκες. Στην περιοχή της Μεσογείου, παρατηρούνται

διασταυρωτές μολύνσεις, μεταξύ τομάτας και πιπεριάς, αυτό όμως δεν συμβαίνει απαραίτητα σε άλλες περιοχές. Επίσης όπως αναφέρει ο Palti (1988), μόλυσμα από αγκινάρα μόλυνε πιπεριές στην Γαλλία (Tramier, 1963), όχι όμως και στην Ιταλία (Ciccarone, 1955) και στο Λίβανο (Saad *et al.*, 1972).

- III. Η εγγύτητα με προσβεβλημένες καλλιέργειες αποτελεί την κυριότερη αιτία μόλυνσης. Αυτό συμβαίνει κάθε φορά που γίνονται μεταφυτεύσεις ευπαθούς καλλιέργειας δίπλα σε αυτές, οπότε και συμβαίνουν διασταυρωτές μολύνσεις. Οι καλλιέργειες που μπορούν να αποτελέσουν πηγές μολύσματος, είναι συνήθως εκείνες που καλλιεργούνται σχεδόν όλο το χρόνο, κυρίως υπό κάλυψη, όπως η μελιτζάνα και η πιπεριά, η αγκινάρα, καθώς και θάμνοι ή δέντρα όπως η ελιά.
- IV. Το πολλαπλασιαστικό υλικό, που εισάγεται από μια περιοχή σε άλλη, μπορεί επίσης να είναι μια άλλη πηγή μολύσματος. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, μολυσμένα φυτώρια τομάτας από τη Νεβάδα, αποτέλεσαν την κύρια πηγή του ωιδίου, σε καλλιέργειες τομάτας, στη Γιούτα (Jones and Thomson 1987, Palti 1988).
- V. Τα ζιζάνια σίγουρα είναι μια πηγή μόλυνσης. Εφόσον όμως η διασταυρωτή μολυσματικότητα ποικίλει ευρέως στους πληθυσμούς του *Leveillula*, είναι αδύνατον να υποστηριχθεί ο ρόλος των ζιζανίων, γενικά, ως κύρια πηγή μολύσματος, για καλλιέργειες με οικονομική σημασία. Κάποιες περιπτώσεις, στις οποίες έχει αποδειχτεί πειραματικά η δυνατότητα διασταυρωτών μολύνσεων, από τους Besgi και Hormattallah (1985), είναι μεταξύ των ζιζανίων: *Chenopodium ambrosioides*, *Sonchus asper* και *Urtica urens* και της τομάτας (Palti, 1988). Στην Καλιφόρνια, τα ζιζάνια μολύνονται συνήθως αργά το φθινόπωρο (Αύγουστο ως Οκτώβριο), όπου οι μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες μειώνονται και επιτρέπουν στο παθογόνο να διαχειμάζει κατά την απουσία της τομάτας. Ως συνέπεια, αυτοί οι ξενιστές αποτελούν πηγή αρχικού μολύσματος και ευθύνονται για την έναρξη της ασθένειας στην τομάτα (Correl, Gordon and Elliott, 1987).

1.2.7.2 Ευαισθησία ξενιστών στον μύκητα *Leveillula taurica*.

Με τον όρο ευαισθησία του ξενιστή φαίνεται να εννοείται η δεκτικότητα των ιστών του στη μόλυνση από το ωίδιο. Αυτό όμως δεν είναι απόλυτο, επειδή το επίπεδο της

δεκτικότητας μπορεί να επηρεάζεται από παράγοντες παθογένειας, όπως η ποσότητα του μολύσματος και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες. Είναι λοιπόν χρήσιμο να καθορίσουμε προσεγγιστικά επίπεδα δεκτικότητας, κυρίως σε σχέση με φυσιολογικούς παράγοντες, όπως είναι η ηλικία του ξενιστή και η παροχή αζώτου, το μοναδικό θρεπτικό συστατικό που έχει μελετηθεί.

1. Οι παράγοντες της ηλικίας.

α) Το φυσιολογικό στάδιο ανάπτυξης ολόκληρου του φυτού.

Όλοι οι φυλλώδεις ξενιστές οι οποίοι μελετήθηκαν, ανάμεσα τους και η τομάτα, ανέπτυξαν μεγαλύτερη ευαισθησία με την αύξηση της ηλικίας (Palti 1959, 1971, 1988). Σύμφωνα με τους Corell, Gordon και Elliot (1988), παρατηρήσεις που έγιναν στον αγρό, στην Καλιφόρνια, έδειξαν ότι το ποσοστό του ωιδίου στην τομάτα σχετίζεται τόσο με την ηλικία του ξενιστή, όσο και με την ημερομηνία φύτευσης. Το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο γίνεται η αρχική προσβολή από το ωίδιο, δεν σχετίζεται με την φυσιολογική ηλικία του ξενιστή, αλλά με το διαθέσιμο ποσοστό μολύσματος. Έτσι η αρχική μόλυνση γίνεται σε πρωιμότερο στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας, όσο πιο αργά γίνεται η φύτευση, εξαιτίας του διαθέσιμου μολύσματος. Το μόλυσμα αυτό μπορεί να προέρχεται είτε από ζιζάνια, είτε από πρώιμες καλλιέργειες τομάτας (Μάρτιος – Απρίλιος), που συγκομίζονται στα τέλη Ιουλίου. Η ασθένεια παρατηρήθηκε στο στάδιο της άνθησης και πριν από αυτή, σε όψιμες καλλιέργειες, κάτι το οποίο υποδηλώνει ότι το φύλλωμα της τομάτας είναι ευαίσθητο στην μόλυνση, σε διάφορα στάδια ανάπτυξης.

β) Η ηλικία των μεμονωμένων φύλλων.

Τα φύλλα στην τομάτα, πρέπει να φτάσουν σε μια καθορισμένη ηλικία για να γίνουν πολύ ευπαθή, στον αγρό, όπως αναδείχθηκε από τον Koren (1978). Το τρίτο και κάποιες φορές το τέταρτο φύλλο, είναι σαφώς περισσότερο ευπαθές από τα υπόλοιπα, σύμφωνα με μελέτη που έγινε από τον Koren (1978) και αναφέρεται από τον Palti (1988), σε φυτά τομάτας, που αναπτύσσονται σε θερμοκήπιο και που μολύνθηκαν όταν είχαν σχηματίσει 4 – 5 φύλλα.

2. Η παροχή αζώτου (N).

Όπως αναφέρει ο Palti (1988), μελετήθηκε η επίδραση της έλλειψης N στην ευαισθησία της τομάτας, από τον Koren (1978), σε θερμοκήπιο με τομάτες, οι οποίες αναπτύσσονταν σε γλάστρες και μολύνθηκαν όταν είχαν σχηματίσει πέντε φύλλα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η έλλειψη αζώτου (92 ppm) ελάχιστα αύξησε την ευαισθησία, ενώ υπερβολική συγκέντρωση αζώτου (396 ppm) την αύξησε πάρα πολύ. Η επίδραση του αζώτου στην ευαισθησία των ξενιστών στον *Leveillula taurica* δεν έχει μελετηθεί σε συνθήκες αγρού.

1.2.7.3 Περιβαλλοντικοί παράγοντες και συνθήκες ανάπτυξης.

1. Συνθήκες ανάπτυξης.

Η ανάπτυξη και διασπορά του ωιδίου ευνοείται από τις ακόλουθες περιβαλλοντικές συνθήκες:

- i. Θερμοκρασίες των 15 – 25° C, όταν επικρατούν κατά το μεγαλύτερο μέρος της καλλιεργητικής περιόδου.
- ii. Απουσία σοβαρών παγετών, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
- iii. Συνθήκες υγρασίας, κατάλληλες για την ανάπτυξη του ωιδίου, ανάλογα με τον ξενιστή: πολύ χαμηλή σχετική υγρασία για την πατάτα, το τριφύλλι και πιθανώς και άλλα ψυχανθή, χαμηλή ως μέτρια σχετική υγρασία για την τομάτα και την μελιτζάνα και κάθε επίπεδο σχετικής υγρασίας για την πιπεριά (Palti, 1988).

Σε μελέτη τους στην τομάτα, οι Reuveni και Rotem (1973), όπως αναφέρεται και από τους Moens, Aicha και Welvaert (1985), συμπέραναν ότι ο *L. taurica* αναπτύσσεται καλύτερα σε χαμηλή (50%), παρά σε υψηλή (85%) ημερήσια υγρασία, καθώς και ότι μια διακύμανση θερμοκρασίας μέρα / νύχτα 15 – 25° C, σχετίζεται με μεγαλύτερο ποσοστό ανάπτυξης της ασθένειας, απ' ότι μια διακύμανση 10 – 20° C.

2. Ανάπτυξη και διασπορά κονιδίων.

α) Απελευθέρωση και διασπορά.

Το αρχικό μόλυσμα είναι τα κονίδια. Μεταφέρεται εύκολα από το θερμοκήπιο στην ύπαιθρο και το αντίστροφο (Malathrakis, 1997). Τα θερμοκήπια είναι μια πηγή μόλυνσης και ένας τρόπος διαχείμασης του παθογόνου, σε φυτικό υλικό που διατηρείται όλο το έτος (Jones and Thomson, 1987).

α1. Η δόνηση της κόμης της τομάτας, που συμβαίνει κατά τη διάρκεια της συγκομιδής, μπορεί να απελευθερώσει ένα μεγάλο αριθμό κονιδίων, ιδιαίτερα αν τα φυτά είναι πολύ προσβλημένα. Έτσι η συγκομιδή μπορεί να είναι υπεύθυνη για

μεγάλη αύξηση του μολύσματος, το οποίο μεταφέρεται με τον αέρα, οπότε προκαλείται μεγαλύτερη προσβολή στα γειτονικά χωράφια.

α2. Με ξηρό, ζεστό καιρό και άνεμο, ευνοείται η απελευθέρωση και διασπορά των κονιδίων των ωιδίων. Σε πλαστικά θερμοκήπια, γίνεται αργά το πρωί και νωρίς το απόγευμα. Κονίδια που σχηματίστηκαν σε φύλλα πιπεριάς, σε θερμοκήπιο, βρέθηκε ότι διασπείρονται σε αφθονία κατά τη διάρκεια της ημέρας αλλά σπάνια τη νύχτα. Μικρή ταχύτητα του ανέμου είναι ιδανική για επαρκή διασπορά των κονιδίων. Μια έμμεση απόδειξη του ρόλου του ανέμου στη διασπορά του μολύσματος στα θερμοκήπια, είναι η εμφάνιση των αρχικών μολύνσεων σε φυτά που αναπτύσσονται κοντά σε πόρτες (Malathrakis, 1997).

α3. Οι σταγόνες που σχηματίζονται στην εσωτερική επιφάνεια των πλαστικών θερμοκηπίων, όταν πέφτουν στα φυτά, προκαλούν απελευθέρωση των σπορίων (Malathrakis, 1997).

α4. Εχθροί των καλλιεργειών τομάτας θερμοκηπίου, όπως οι *Tetranychus urticae*, *Trialeuroides vaporariorum*, *Bemisia tabaci*, *Thrips tabaci* και τα παρασιτοειδή τους *Phytoseiulus persimilis*, *Encarsia formosa*, *Orius spp.* και *Amblyseius spp.* αντίστοιχα, μπορούν επίσης να μεταφέρουν τα κονίδια των ωιδίων (Malathrakis, 1997).

β) Συνθήκες ανάπτυξης.

β1. Θερμοκρασία – υγρασία :

Η βλάστηση των κονιδίων του *Leveillula taurica* είναι ελάχιστη στους 5°C, μέγιστη στους 25 – 30°C, και μηδενική στους 35°C (Malathrakis, 1997). Η περίοδος επώασης διαρκεί 10 – 12 ημέρες, όταν η σχετική υγρασία είναι 20 – 35 % (Palti, 1971). Ιδανικές για την βλάστηση των κονιδίων του *L. taurica* είναι οι θερμοκρασίες των 15 – 26°C, όταν επικρατεί σχετική υγρασία 75 – 100%, ενώ σε θερμοκρασία 35°C, η βλάστηση είναι μικρότερη του 5% (Jones and Thomson, 1987).

Σύμφωνα με τους Corell, Gordon και Elliott (1988), η βλάστηση των κονιδίων, η επιμήκυνση του βλαστικού σωλήνα και η μόλυνση του φύλλου, ευνοούνται από χαμηλές ως μέτριες θερμοκρασίες κάτω των 30°C, σε συνθήκες εργαστηρίου και θερμοκηπίου, ενώ στον αγρό η ασθένεια ευνοείται περισσότερο κατά τη θερμότερη περίοδο του καλοκαιριού. Αυτό το παράδοξο οφείλεται κυρίως στο γεγονός, ότι οι θερμοκρασίες στην κόμη των φυτών, μπορεί να είναι μικρότερες από αυτές του

περιβάλλοντος. Επίσης, εφόσον ένα φύλλο έχει μολυνθεί, οι υψηλότερες θερμοκρασίες μπορεί να επιταχύνουν την ανάπτυξη των συμπτωμάτων, όταν το παθογόνο έχει εγκατασταθεί.

β2. Επάρκεια των κονιδίων σε νερό:

Τα κονίδια των ωιδίων έχουν μεγαλύτερη ποσότητα νερού από ότι τα σπόρια των άλλων μυκήτων. Το ποσοστό του νερού και η δυνατότητα διατήρησης του στα κονίδια, τα καθιστούν ικανά να βλαστάνουν σε χαμηλότερη σχετική υγρασία, σε σύγκριση με άλλους μύκητες. Αυτό εξηγεί εν μέρει την ευρεία διασπορά πολλών *Erysiphaceae* (Somers and Horsfall, 1966).

β3. Έλλειψη νερού στους ξενιστές :

Το *stress* λόγω έλλειψης νερού στο φυτό ξενιστή, κατά την σποριογένεση (sporulation), προκαλεί μείωση της βλάστησης των κονιδίων του *Leveillula taurica*, καθώς και μείωση του μήκους του βλαστικού σωλήνα (Caesar and Clerk, 1985).

β4. Διαβροχή :

Τα κονίδια των ωιδίων, με εξαίρεση αυτά του *L. taurica*, καταστρέφονται αν βυθιστούν σε νερό στην επιφάνεια των φύλλων, κατά συνέπεια η διάρκεια διαβροχής είναι σημαντική. Γρήγορη εξάτμιση του νερού από τα φύλλα δεν προκαλεί ζημιά στα κονίδια, ενώ η μεγάλης διάρκειας διαβροχή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο καταπολέμησης. Η υψηλή υγρασία και η μεγάλη διάρκεια διαβροχής, είναι τα χαρακτηριστικά των πλαστικών θερμοκηπίων. Αν αυτά στερούνται εξοπλισμού ελέγχου των συνθηκών της ατμόσφαιρας, η επιφάνεια των φυτών παραμένει υγρή κατά τη διάρκεια της ημέρας από το Δεκέμβριο ως το Μάρτιο, στις υποτροπικές χώρες. Σε αυτό, καθώς και στις χαμηλές θερμοκρασίες, οφείλεται η μείωση της σοβαρότητας των ωιδίων κατά τους μήνες αυτούς (Malathrakis, 1997).

1.2.8 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΖΗΜΙΑ – ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

1.2.8.1 Στην οικογένεια *Solanaceae*.

Πολλοί ξενιστές του *Leveillula taurica* που ανήκουν στην οικογένεια *Solanaceae*, υποφέρουν σοβαρά απ' αυτόν το μύκητα, περισσότερο από άλλες καλλιέργειες – ξενιστές που ανήκουν σε άλλες οικογένειες, με πιθανή εξαίρεση την αγκινάρα και μερικά τροπικά ψυχανθή. Οι πιπεριές και οι τομάτες είναι περισσότερο ευαίσθητες ως προς την μείωση της παραγωγής από τον *L. taurica*, οι μελιτζάνες είναι γενικά πιο

ανεκτικές, ενώ οι πατάτες προσβάλλονται συνήθως πολύ αργά, έτσι ώστε να μην προκαλείται αξιοσημείωτη ζημιά (Palti, 1988).

1.2.8.2. Στην τομάτα.

Στην καλλιέργεια της τομάτας ο *L. taurica* προκαλεί μείωση της παραγωγής, κυρίως κάτω από ξηρικές συνθήκες. Η επιλογή εποχής φύτευσης και ο καταιονισμός, αντί άλλων μεθόδων άρδευσης, όπως αναφέρεται παρακάτω, μπορεί να περιορίσει τις απώλειες παραγωγής (Palti, 1988).

Έτσι δεν παρατηρούνται ζημιές σε τομάτες που προορίζονται για νωπή κατανάλωση, επειδή συγκομίζονται στο στάδιο του ώριμου πράσινου καρπού. Αντίθετα, στις τομάτες που προορίζονται για μεταποίηση και συγκομίζονται στο ώριμο κόκκινο στάδιο ανάπτυξης του καρπού, μπορούν να προκληθούν μεγαλύτερες ζημιές, στην ποιότητα των καρπών τους (Correll, Gordon and Elliott 1988, Jones and Thomson 1987).

Παρ' ότι τα φύλλα της τομάτας δεν πέφτουν όταν προσβληθούν, ζαρώνουν και ξηραίνονται, οπότε εκθέτουν τους καρπούς σε ζημιές από έντομα, καθώς και σε κάψιμο από την ηλιακή ακτινοβολία. Ως αποτέλεσμα, μειώνεται η ποιότητα τους και οι καρποί δεν είναι εμπορεύσιμοι (Correll, Gordon and Elliott 1988, Palti 1988). Τέλος υπάρχουν αναφορές, σύμφωνα με τις οποίες αυξήθηκε η σοδειά ως και 40 – 50 %, εκεί που έγιναν εφαρμογές μυκητοκτόνου, απ' ότι σε καλλιέργειες στις οποίες δεν έγινε καταπολέμηση (Palti, 1988).

1.2.9 ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

1.2.9.1 Χημική Καταπολέμηση.

Οι περισσότεροι καλλιεργητές στηρίζονται στη χρήση μυκητοκτόνων για την αποτελεσματική καταπολέμηση της ασθένειας (Malathrakis, 1997). Όπως και για άλλα παθογόνα που προκαλούν ωίδιο, το θειάφι παραμένει ένα μυκητοκτόνο που χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση του *L. taurica* (Hollomon and Wheeler, 2002). Παρ' όλα αυτά σύμφωνα με τους Smith *et al.* (1999), το θειάφι ήταν αποτελεσματικό εναντίον της ασθένειας στην πιπεριά, μόνο ως προληπτική εφαρμογή, ενώ ο Demir (1999), παρατήρησε ότι το θειάφι εμπόδιζε πλήρως τον *L. taurica* στην τομάτα, όταν εφαρμόστηκε στην πρώτη εμφάνιση της ασθένειας.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 το παθογόνο ελέγχονταν αποτελεσματικά με την χρήση μυκητοκτόνων που δρούσαν ως παρεμποδιστές της εργοστερόλης (*DMIs*) όπως το *triadimefon* (Correl *et al.* 1998, Jones and Thomson 1982, Moens *et al.* 1984). Η ανάπτυξη των στρομπιλουρινών, που δρούν ως παρεμποδιστές της αναπνοής των μιτοχονδρίων, βελτίωσε τα μέτρα ελέγχου (Hollomon and Wheeler, 2002).

Οι Cercanskas *et al.* (2000), απέδειξαν ότι τα μυκητοκτόνα *trifloxystrobin* και *azoxystrobin*, ήταν περισσότερο αποτελεσματικά εναντίον του *L. taurica*, στο θερμοκήπιο από ότι το *quinoxifen* (εκλεκτικό στο ωίδιο), ένα νέο μυκητοκτόνο που ανήκει στην ομάδα των *quinoline* – γουϊνολινών (Hollomon and Wheeler, 2002). Στα ίδια πειράματα το *acibenzolor - S - methyl* (επαγωγέας αντοχής) που ανήκει στην ομάδα των βενζοθειοαζολών, εμφάνισε φυτοτοξικότητα. Παρ' όλα αυτά οι Green *et al.* (1998), βρήκαν το *quinoxifen* αρκετά αποτελεσματικό στην καταπολέμηση του *L. taurica* στην πιπεριά, την τομάτα και την αγκινάρα.

Δυστυχώς τα ωίδια αναπτύσσουν ανθεκτικότητα στα μυκητοκτόνα σύντομα (Brown, 2002). Οι Hollomon και Wheeler (2002) υποστηρίζουν ότι η ανθεκτικότητα του *S. fuliginea* στις στρομπιλουρίνες έχει ήδη αρχίσει να εμφανίζεται στο αγγούρι, σε πολλά μέρη της ανατολικής Ασίας και της βόρειας Μεσογείου. Θα μπορούσε να συμβεί το ίδιο και με τον *L. taurica*, εφόσον έχει αποδειχθεί η ανθεκτικότητά του σε μυκητοκτόνα παλαιότερης γενιάς. Οι Moens *et al.* (1984), διαπίστωσαν στα πειράματά τους ότι τα *benomyl*, *thiophanate methyl*, *ethirimol* και *pyrazophos* έχασαν την αποτελεσματικότητά τους εναντίον του *L. taurica* στην πιπεριά, ενώ η αύξηση της δόσης δεν φάνηκε να βελτιώνει την αποτελεσματικότητα αυτών των χημικών.

Η καταπολέμηση της ασθένειας είναι δύσκολη στην τομάτα (Molot *et al.*, 1985). Κανένα σύγχρονο μυκητοκτόνο δεν παρεμποδίζει την παραγωγή σπορίων του παθογόνου (Daubete *et al.*, 1995). Σύμφωνα με τον Kontaxis (1984), σε σοβαρές επιδημίες στην τομάτα το *triadimefon* κατέστειλε την ασθένεια σημαντικά, αλλά δεν εξάλειψε την προσβολή ή την σποριογέννηση οκτώ ημέρες μετά την εφαρμογή. Στο Μαρόκο, οι Bersi and Hormattallah (1985) συμπέραναν, ότι ο *L. taurica* είναι μία σοβαρή απειλή για την τομάτα θερμοκηπίου καθώς εμφανίζονται νέα στελέχη του παθογόνου με ανθεκτικότητα στα μυκητοκτόνα. Γενικά, οι λιγότερες εφαρμογές και η εναλλαγή ή ο συνδυασμός διαφόρων μυκητοκτόνων μπορεί να καθυστερήσει την εμφάνιση ανθεκτικότητας (Hollomon and Wheeler, 2002).

Στις Η.Π.Α. υπάρχει ένα μοντέλο προειδοποίησης (πρόγνωσης), που έχει αναπτυχθεί στο “*California Tomato Research Institute*”, από τους Davis και Marois (Anonymous, 1999) από κοινού με τους Guzman – Plazola, για αποτελεσματικότερη καταπολέμηση του *L. taurica*. Μερικοί από τις βασικές παραμέτρους, όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και η διαβροχή του φύλλου, εκτιμώνται ανά ώρα. Το μοντέλο ρυθμίζει τους ψεκασμούς κατά διαστήματα, ταξινομώντας τις ημέρες ως: ημέρες ελεύθερες ασθένειας, ημέρες ευνοϊκές της ασθένειας και ημέρες πολύ ευνοϊκές της ασθένειας. Τέλος οι κανόνες λήψης μέτρων εφαρμόζονται σύμφωνα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν για έξι διαδοχικές ημέρες.

Παρ’ όλα αυτά οι Jarvis *et al.* (2002), απέδειξαν ότι τα προγνωστικά μοντέλα είναι περιορισμένης αξίας για τους καλλιεργητές, για τον έλεγχο των ωιδίων. Υποστηρίζουν ότι μέχρι να τελειώσει η καταγραφή και η ανάλυση των ευνοϊκών για την ασθένεια συνθηκών, η επιδημία έχει ήδη προχωρήσει σε τέτοιο βαθμό που αποκλείεται η παρεμπόδιση και σε κάποιες περιπτώσεις η καταπολέμηση της ασθένειας.

Με ή χωρίς πρόγνωση, η αποτελεσματική εφαρμογή μυκητοκτόνου σε συνδυασμό με τη χρήση ανθεκτικών υβριδίων, μπορούν να πετύχουν ικανοποιητική καταπολέμηση (Moens *et al.*, 1985).

Οι Chunwongse *et al.* (1997), χρησιμοποίησαν τις τεχνικές *RAPD* και *RFLP* και όρισαν τη θέση ενός *Lv* γονιδίου στην τομάτα, που κωδικοποιεί την ανθεκτικότητα στον *L. taurica*, αυξάνοντας τις πιθανότητες για την παραγωγή ανθεκτικών υβριδίων τομάτας. Υβρίδια F1 γενιάς με ανθεκτικότητα στον *L. taurica*, είναι πιθανόν να υπάρξουν στο σύντομο μέλλον (Laterrot, 1996).

Τα σημαντικότερα μυκητοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση των ωιδίων, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3: Χημικά σκευάσματα καταπολέμησης του ωιδίου της τομάτας, που προκαλείται από τον μύκητα *Leveillula taurica* (Γιαννοπολίτης 2000, Παναγιωτάρου – Πετσίκου και Χρυσάγη – Τοκουζμπαλίδη 1990).

Δραστική Ουσία	Μορφή	Τρόπος δράσης – κατηγορία	Δόση (g/100 l.)	Παρατηρήσεις
<i>benomyl</i>	WP	Βενζιμιδαζολικό, Δ	30	Ψεκασμός φυλλώματος, δεν συνδυάζεται με αλκαλικά σκευάσματα, δράση σε ακάρεα – ακρίδες, ανθεκτικά στελέχη
<i>carbendazim</i>	WP	Βενζιμιδαζολικό, Δ	30 - 50	Δεν συνδυάζεται με αλκαλικά σκευάσματα
<i>copper oxychloride</i> + <i>sylphur</i>	DP	Μίγμα μυκητοκτόνων, Π		
<i>copper oxychloride</i> + <i>sylphur</i> + <i>zineb</i>	DP	Μίγμα μυκητοκτόνων, Π		
<i>dichlofluanid</i>	WP	Π		Ακαρεοκτόνος δράση ευαίσθητο στο ηλιακό φως, δευτερεύουσα δράση στα ωίδια
<i>fenarimol</i>	WP, EC	DMIs, Πυριδινικό, Δ		Ευαίσθητο στο ηλιακό φως
<i>kasugamycin</i>	SL	Δ, αντιβιοτικό	4 – 8	Δεν συνδυάζεται με αλκαλικά σκευάσματα
<i>pyrazophos</i>	WP, EC	Οργανοφωσφορικό, Δ	12 – 24 9 – 24	Δεν συνδυάζεται με αλκαλικά σκευάσματα, ακαρεοκτόνος δράση
<i>pyrifenox</i>	EC	DMIs, Πυριδινικό, Δ		
<i>sulphur</i> (θειάφι)	DP, WP	Ανόργανο, Π		Αποφυγή χρήσης πάνω από τους 28° C, ακαρεοκτόνος δράση
<i>thiophanate methyl</i>	WP	Βενζιμιδαζολικό, Δ	70	Δεν συνδυάζεται με αλκαλικά σκευάσματα, εφαρμογή στο φύλλωμα
<i>triadimefon</i>	EC, WP	DMIs, Τριαζολικό, Δ	5 – 7,5	
<i>triadimenol</i>	WP, EC, EW	DMIs, Τριαζολικό, Δ		
<i>triforine</i>	EC, DC	DMIs, Πιπεραζινικό, Δ	28	Περιορίζει τα ακάρεα

Δ = Διασυστηματικό, Π = Προστατευτικό

1.2.9.2 Εναλλακτικές εφαρμογές.

- Επαγωγή αντοχής

Επειδή η χημική καταπολέμηση δεν είναι πάντα αποτελεσματική και εφόσον δεν υπάρχουν αποδεκτές ανθεκτικές εμπορικές ποικιλίες τομάτας, είναι βασική η εφαρμογή εναλλακτικών μεθόδων καταπολέμησης των ωιδίων, φιλικών προς το περιβάλλον. Η επαγωγή αντοχής, σε φυτά που στερούνται ανθεκτικότητας στο παθογόνο, μπορεί να γίνει με ψεκασμό των φυτών αυτών με μη παθογόνα, ή με επεμβάσεις με ήπια χημικά, συμπεριλαμβάνοντας άλατα φωσφόρου και μικροστοιχεία.

Διαφυλλικές εφαρμογές με KH_2PO_4 , μπορούν ταυτόχρονα να προστατέψουν από το παθογόνο και να παρέχουν θρεπτικά στοιχεία στο φυτό. Το KH_2PO_4 καταπολέμησε επαρκώς το ωίδιο, στην πιπεριά, περιορίζοντας την παραγωγή κονιδίων και των υφών (Reuveni, Dor and Reuveni, 1988).

- Κομπόστες και φυτικά εκχυλίσματα.

Άλλη μια εναλλακτική προσέγγιση, για την αντιμετώπιση των ασθενειών των φυτών, είναι η χρήση εκχυλισμάτων από κομπόστες, οι οποίες περιέχουν αρκετούς μικροοργανισμούς. Οι μηχανισμοί δράσης τους είναι: **α)** η επαγωγή αντοχής στα φυτά και **β)** η άμεση παρεμπόδιση των παθογόνων.

Προσθήκη θρεπτικών στοιχείων, σε εκχυλίσματα με ενζυματική δράση (*fermenting extracts*), δεν βελτίωσε την καταπολέμηση των ασθενειών. Η απολύμανση (*pasteurization*) των εκχυλισμάτων από κομπόστες μείωσε μερικά την ικανότητα καταπολέμησης, σε μερικές περιπτώσεις. Το ωίδιο, που προκαλείται από τον μύκητα *L. taurica* στην τομάτα, μειώθηκε με τη χρήση εκχυλισμάτων κομποστών. Όμως σε σοβαρές συνθήκες επιδημίας της ασθένειας, καθυστέρησαν μόνο την εμφάνιση των συμπτωμάτων στα νεαρά φύλλα (Elad, Malathrakis and Dik, 1996).

1.2.9.3 Καλλιεργητικά μέτρα.

- Αποφυγή γειτνίασης με ευπαθείς στο ωίδιο καλλιέργειες.

Εφόσον το παθογόνο μπορεί να προσβάλλει και άλλες καλλιέργειες, πρέπει να αποφεύγεται η εγγύτητα φυτών τομάτας, με πιπεριές ή άλλα είδη που είναι ευαίσθητα στην ασθένεια, ώστε να μην γίνονται διασταυρωτές μολύνσεις.

Επίσης, είναι σημαντικό να αποφεύγεται η φύτευση νεαρών φυταρίων τομάτας δίπλα σε πιο ώριμες, όπου το μόλυσμα μπορεί να είναι άφθονο. Γι' αυτό το λόγο, πρέπει να γίνεται προσεκτικός σχεδιασμός αμειψισποράς λαχανικών και άλλων καλλιεργειών, ώστε να αποφεύγονται μεγάλες συγκεντρώσεις μολύσματος από πρώιμες καλλιέργειες που απειλούν τις νεότερες (Palti 1971, 1988).

- Ζιζανιοκτονία.

Αρκετά ζιζάνια – ξενιστές του *L. taurica*, μπορούν να αποτελέσουν πηγή μολύσματος και να βοηθήσουν στην επιβίωση του μύκητα. Είναι αναγκαία λοιπόν η απομάκρυνση τους (Palti 1971, 1988).

- Απομάκρυνση κατώτερων φύλλων

Η απομάκρυνση των κατώτερων φύλλων, στα αρχικά στάδια μόλυνσης, καθυστέρησε την πρόκληση επιδημιών στην αγκινάρα. Ίσως αυτό να έχει κάποιο θετικό αποτέλεσμα και σε καλλιέργειες τομάτας (Palti 1971, 1988).

- Εποχή φύτευσης.

Η φύτευση των καλλιεργειών σε εποχές, ώστε να μπορεί να αποφευχθεί η ασθένεια, έχει μεγάλη σημασία, ειδικά όταν η χρήση χημικών δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα. Στο Ισραήλ, ένα από τα πλεονεκτήματα της καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας, νωρίς την άνοιξη, είναι ότι αυτό διασφαλίζει αποφυγή της ασθένειας του ωιδίου, τουλάχιστον για 8 εβδομάδες ανάπτυξης (Palti, 1971).

- Σύστημα άρδευσης.

Εξαιτίας των ξηρών συνθηκών, που απαιτεί ο μύκητας *L. taurica* για την ανάπτυξη του, στην τομάτα, η αύξηση του επιπέδου υγρασίας μπορεί να μειώσει τη ζημιά. Επειδή η διαβροχή των φύλλων και η άνοδος της ατμοσφαιρικής υγρασίας είναι επιθυμητή στην μείωση του παθογόνου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο καταιονισμός αντί της στάγδην άρδευσης και της άρδευσης με αυλάκια. Στο Ισραήλ τομάτες που αρδεύονταν με καταιονισμό, μολύνθηκαν λιγότερο απ' ό,τι άλλες, που αρδεύονταν με αυλάκια. Αυτά τα οφέλη του καταιονισμού γίνονται λιγότερο εμφανή σε υπερβολικά ευαίσθητες ποικιλίες ή κάτω από πολύ ξηρές συνθήκες (Rotem and Cohen, 1966). Σύμφωνα με τον Palti (1971), ο συνδυασμός δροσιάς και καταιονισμού μειώνει την εμφάνιση του ωιδίου και στον αγρό.

- Πρόγραμμα άρδευσης.

Το διάστημα μεταξύ των αρδεύσεων πρέπει να καθοριστεί έτσι ώστε να αποφεύγονται οι παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας. Τα διαστήματα αυτά πρέπει να καθορίζονται σύμφωνα με τον προβλεπόμενο καιρό και τον τύπο εδάφους, ώστε να αποφεύγονται τα ελλείμματα υγρασίας και το επακόλουθο *stress* των φυτών. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία όταν τα φυτά ωριμάζουν, επειδή το *stress* λόγω γηρασμού, σε συνδυασμό με την ξηρασία, κάνει τα φυτά ευαίσθητα στο ωίδιο (Palti, 1988).

1.2.9.4 Βιολογική καταπολέμηση.

- Εισαγωγή.

Τα εντατικά συστήματα καλλιέργειας που χρησιμοποιούνται για την αύξηση της παραγωγής, εξαιτίας των δυσμενών επιδράσεων τους στο περιβάλλον, έχουν οδηγήσει σε εναλλακτικά καλλιεργητικά συστήματα, όπως τη χρήση της βιολογικής γεωργίας που βασίζεται στην εξάλειψη της εφαρμογής χημικών ουσιών και συνθετικών λιπασμάτων, καθώς και σε συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης των καλλιεργειών.

Γι' αυτό και είναι επιτακτική η χρήση εναλλακτικών μεθόδων αντιμετώπισης όπως η ολοκληρωμένη διαχείριση φυτοπαράσιτων. Η έρευνα έχει αποδείξει τη δυνατότητα χρήσης βιολογικών μέσων για την καταπολέμηση των ασθενειών, όμως υπάρχουν λίγοι μόνο παράγοντες βιολογικής καταπολέμησης στο εμπόριο (Elad, Malathrakis and Dik, 1996).

- Ανθεκτικές ποικιλίες.

Δεν υπάρχουν αυτή τη στιγμή ανθεκτικές ποικιλίες στο εμπόριο, που να συνδυάζουν ικανοποιητική προστασία από το παθογόνο και παραγωγικότητα. Οι σχετικά λίγες προσπάθειες μεταφοράς γονιδίων ανεκτικότητας ή ανθεκτικότητας στο ωίδιο, από άγρια είδη σε εμπορικές ποικιλίες τομάτας, που έχουν γίνει μέχρι τώρα, δεν έχουν μεγάλη επιτυχία.

Οι διάφορες ποικιλίες τομάτας διαφέρουν σημαντικά ως προς την ευαισθησία τους στο ωίδιο, που προκαλείται από τον μύκητα *L. taurica*. Σύμφωνα με τους Hormattallah και Bersi (1984), η εισαγωγή νέων, πολύ ευαίσθητων ποικιλιών στο Μαρόκο, ήταν ο κύριος λόγος των επιδημιών της ασθένειας. Η χρήση τέτοιων ποικιλιών, ίσως είναι εν μέρει ο λόγος της αυξανόμενης διάδοσης του ωιδίου στις

δυτικές Ηνωμένες Πολιτείες (Palti, 1988). Οι Thomson και Jones (1981) βρήκαν τις ποικιλίες «*Campbell*», «*DX 52 – 12*» και «*Del Monte 71 - 24*» περισσότερο ευπαθείς, από ότι άλλες 8 ποικιλίες.

Κάποιες από τις ποικιλίες βιομηχανικής τομάτας που καλλιεργούνται στην Καλιφόρνια, αποδείχτηκαν εξαιρετικά ευαίσθητες στον μύκητα *L. taurica*, όταν έγινε εισαγωγή τους στην περιοχή της Μεσογείου. Ένας αριθμός ποικιλιών από τις Ηνωμένες Πολιτείες και τη Χαβάη αποδείχτηκαν επίσης πολύ ευαίσθητες στον μύκητα, όταν έγινε εισαγωγή τους στη Μεσόγειο. Έτσι η ποικιλία «*Hawaii*» στην ανατολική Γαλλία, προσβλήθηκε πολύ πιο έντονα απ' ότι οι εμπορικές ποικιλίες που αναπτύχθηκαν στη Γαλλία. Στο ανατολικό Ισραήλ σε δοκιμές ποικιλιών, οι βιομηχανικές τομάτες τύπου «*VF 145*» ήταν εμφανώς πιο ευαίσθητες από τις ποικιλίες τύπου «*Roma*». Στις ίδιες δοκιμές, η ποικιλία «*Marmande*» ήταν λιγότερο και η ποικιλία «*Moneymaker*» ελάχιστα ευαίσθητη στην ασθένεια. Η μεγάλη ευαισθησία του «*VF 145*» έχει επιβεβαιωθεί σε όλα τα μέρη του Ισραήλ και αποτελεί μία από τις κύριες αδυναμίες αυτών των ποικιλιών (Palti, 1971).

- Βιολογικοί παράγοντες

Σήμερα δίνεται αρκετή προσοχή, σε ευρεία κλίμακα, στα βιολογικά και ολοκληρωμένα συστήματα καταπολέμησης αυτής της ασθένειας, λαμβάνοντας υπόψη αναφορές σχετικά με πιθανούς ανταγωνιστές. Η βιολογική καταπολέμηση των ωιδίων βασίζεται κυρίως στην εφαρμογή υπερπαρασιτικών μυκήτων.

Με σκοπό να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο παρασιτισμού, οι βιολογικοί παράγοντες χρειάζονται υψηλή υγρασία, σε σύγκριση με την υγρασία που χρειάζεται για την ανάπτυξη του ωιδίου. Γι' αυτό είναι απαραίτητη η λήψη μέτρων, ώστε να ξεπεραστεί το εμπόδιο αυτό (Elad, Malathrakis and Dik, 1996).

Η αποτελεσματικότητα των βιολογικών παραγόντων και η επιβίωσή τους, εξαρτάται τόσο από βιοτικούς όσο και από αβιοτικούς παράγοντες. Ως τώρα τα αποτελέσματα στην πράξη είναι μάλλον μέτρια. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν βιολογικοί παράγοντες κατάλληλοι για ολοκληρωμένη διαχείριση, σε συνδυασμό με άλλα μέτρα καταπολέμησης, με σκοπό να επιτευχθεί αποδεκτό επίπεδο καταπολέμησης από τους παραγωγούς. Σκευάσματα βιολογικών παραγόντων κατά των ωιδίων έχουν τεθεί στην κυκλοφορία σε κάποιες χώρες, αλλά έχουν μόνο μέτρια αποτελεσματικότητα (Elad, Malathrakis and Dik, 1996).

Οι σημαντικότεροι λόγοι για την περιορισμένη χρήση βιολογικών παραγόντων, μέχρι σήμερα είναι:

1. Η διαθεσιμότητα φτηνών και αποτελεσματικών μυκητοκτόνων, που εύκολα μπορούν να εφαρμοστούν.
2. Οι συνθήκες στην φυλλική επιφάνεια, δεν ευνοούν την επιβίωση και την αποτελεσματική δράση των εισαγόμενων μικροοργανισμών.
3. Κάποια βιολογικά συστήματα είναι λιγότερο αποτελεσματικά, απ' ότι τα δραστικά χημικά, ενώ η αποτελεσματικότητά τους δεν είναι σταθερή και καταπολεμούν ένα περιορισμένο φάσμα ασθενειών.
4. Η προετοιμασία των βιολογικών παραγόντων, καθώς και η διασπορά τους είναι πιο δύσκολη από αυτή των χημικών. Η αποτελεσματικότητα πολλών βιολογικών παραγόντων, δεν αναμένεται να είναι ίδια με αυτήν ενός πολύ καλού μυκητοκτόνου.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα των βιολογικών παραγόντων είναι:

-η ανικανότητά τους να αποτρέψουν την εισβολή του παθογόνου στον φυτικό ιστό και

-η μη αποτελεσματική δράση τους σε συνθήκες χαμηλής υγρασίας, όπου το παθογόνο είναι πλήρως ενεργό.

Εκτός από τις δυσκολίες που υπάρχουν στην μαζική παραγωγή, στην τυποποίηση (*formulation*) και στη διασπορά τους, η κύρια δυσκολία των βιολογικών παραγόντων, είναι να διατηρηθούν στελέχη που να είναι αποτελεσματικά, σε όσο το δυνατόν χαμηλότερη σχετική υγρασία και να μπορούν να επιβιώσουν κάτω από ποικίλες περιβαλλοντικές συνθήκες. Γι' αυτό περισσότερες προσπάθειες πρέπει να γίνουν προς αυτή την κατεύθυνση. Εφόσον οι απαιτήσεις σε υγρασία για τα στελέχη των βιολογικών παραγόντων, δεν αναμένεται να πλησιάζουν αυτές που ευνοούν τη μόλυνση από τα παθογόνα, χρειάζεται είτε ρύθμιση των συνθηκών του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου ή οι βιολογικοί παράγοντες να συσκευάζονται με κατάλληλες προσθετικές ουσίες (Elad, Malathrakis and Dik, 1996).

Οι βιολογικοί παράγοντες μπορούν να παρέμβουν σε διάφορες φάσεις του κύκλου ανάπτυξης των παθογόνων. Η παρεμπόδιση της μόλυνσης με βιολογικούς παράγοντες βασίζεται:

1. Στον ανταγωνισμό σε θρεπτικά στοιχεία και σε χώρο.
2. Στην παραγωγή αντιβιοτικών.
3. Στον υπερπαρασιτισμό.
4. Στην επαγωγή της αντοχής στο φυτό - ξενιστή.

Τα υποχρεωτικά παράσιτα, τα οποία δεν εξαρτώνται από εξωγενή θρεπτικά στοιχεία κατά την βλάστηση και διείσδυσή τους στο φυτικό ιστό, μπορούν να προκαλέσουν μόλυνση, ακόμα και σε εξαντλημένη από θρεπτικά στοιχεία φυλλόσφαιρα. Παρ' όλα αυτά, στη φυλλική επιφάνεια, τα κονίδια και οι βλαστικοί σωλήνες εκτίθενται σε αντιβιοτικά και ένζυμα, που προκαλούν λύση και που παράγονται από διάφορους μικροοργανισμούς (κυρίως βακτήρια, όπως τα γένη *Bacillus* και *Pseudomonas*) και που μπορούν να παρεμποδίσουν την βλάστηση. Σε αυτά τα παθογόνα, συχνά παρατηρείται υπερπαρασιτισμός από μύκητες. Οι βιολογικοί παράγοντες που στοχεύουν στα ωΐδια, έχουν βρεθεί να είναι αποτελεσματικοί στη μείωση της παραγωγής και βιωσιμότητας των κονιδίων (Elad, Malathrakis and Dik, 1996).

Ποιοι βιολογικοί παράγοντες έχουν χρησιμοποιηθεί:

Αρκετοί μικροοργανισμοί έχουν βρεθεί να είναι αποτελεσματικοί, ως βιολογικοί παράγοντες κατά των ωιδίων.

α) Το περισσότερο γνωστό υπερπάρσιτο είναι ο μύκητας *Ampelomyces quisqualis* (*Coleomyces*). Ο *A. quisqualis* έχει πολλούς ξενιστές στα είδη των *Erysiphaceae*. Ο μύκητας *A. quisqualis* που απομονώθηκε από το *Oidium sp.*, το οποίο προσβάλλει το *Cathatedulis* στο Ισραήλ, μπορεί να μολύνει πολλούς μύκητες που προκαλούν ωΐδια, ανάμεσά τους και τον *L. taurica* όπως απεδείχθη από τους Szejnberg *et al.* (1989) και αναφέρεται από τους Elad, Malathrakis and Dik (1996). Ο *A. quisqualis* διατρυπά και διαπερνά από κύτταρο σε κύτταρο, μέσω των πόρων των *septa* του παθογόνου μύκητα και συνεχίζει να αναπτύσσεται, συντελώντας στον βαθμιαίο εκφυλισμό των προσβεβλημένων κυττάρων (Sundheim and Krekling, 1982).

Μέχρι σήμερα μία μορφή του *A. quisqualis*, με το εμπορικό όνομα AQ10 χρησιμοποιείται στην πράξη (Elad, Malathrakis and Dik, 1996).

«Ο Salmon (1906) περιέγραψε τον παρασιτισμό του *L. taurica* από τον *Ampelomyces quisqualis*, που αναπτυσσόταν στο φυτό *Verbascum phlomooides*, να προκαλεί κακό σχηματισμό στα προσβεβλημένα κονίδια και στα κύτταρα των κονιδιοφόρων, τα οποία

γίνονταν σκούρα καφέ στο χρώμα. Επιπλέον αναφορές γι' αυτό το παράσιτο που προσβάλλει τον *L. taurica*, έχουν γίνει από τον Eliade (1973) στην Ρουμανία, όπου ξενιστής του ωιδίου ήταν το *Teucrium chamaedrys*, καθώς και από τον Venkatarayan (1946) στην Ινδία, σε ωίδιο που αναπτυσσόταν στο *Cyamopsis psoraloides*. Στην Γαλλία οι Dior – Bruckler και Molot (1986), μελέτησαν την επίδραση αιωρημάτων σπορίων του *Ampelomyces quisqualis* και του *Paecilomyces farinosus*, σε φυτά πιπεριάς. Τα αιωρήματα των σπορίων, με τα οποία μολύνθηκαν τα φυτά πιπεριάς, περιείχαν 1% εκχύλισμα ζύμης, ώστε να υποβοηθηθεί η ανάπτυξη των υπερπαρασίτων. Όταν τα αιωρήματα των σπορίων των υπερπαρασίτων, εφαρμόστηκαν αμέσως μετά την μόλυνση με το ωίδιο και τα δύο υπερπαρασίτα παρεμπόδισαν τη σποριογένεση του *L. taurica*. Ακόμα και η ζύμη μόνη της είχε θετικό αποτέλεσμα». Οι παραπάνω πληροφορίες αναφέρονται από τον Palti (1988).

Μυκητοκτόνα, όπως το quinomethionate και το triforine, απεδείχθησαν συμβατά με τον *A. quisqualis*. Έτσι μπορούν να συνδυαστούν εφαρμογές του υπερπαρασίτου με το 1/3 της συνιστώμενης δόσης των μυκητοκτόνων, στην ολοκληρωμένη καταπολέμηση των ωιδίων (Sundheim, 1982).

β) Ένας άλλος μύκητας που έχει αναφερθεί ως βιολογικός παράγοντας εναντίον του *L. taurica*, είναι ο *Alternarium implicatum* (Μαλαθράκης, προσωπική επαφή).

Ένα σημαντικό κριτήριο για τα βιολογικά συστήματα καταπολέμησης, είναι η ικανότητα να αναπτυχθούν σε εμπορικά σκευάσματα. Τα προϊόντα αυτά έχουν μεγαλύτερη ειδικευση κατά των παθογόνων και είναι λιγότερο τοξικά για τα φυτά από ότι τα χημικά μυκητοκτόνα που χρησιμοποιούνται.

1.2.9.5 Ολοκληρωμένη καταπολέμηση

Η ολοκληρωμένη διαχείριση φυτοπαρασίτων συνδυάζει βιολογικά μέσα, εκλεκτικά φυτοφάρμακα και καλλιεργητικές τεχνικές, με στόχο τον περιορισμό των παθογόνων κάτω από το οικονομικό όριο ζημιάς αφενός και την ελάχιστη δυνατή επιβάρυνση των προϊόντων και του περιβάλλοντος με αγροχημικά αφετέρου. Εφόσον οι βιολογικοί παράγοντες, δεν είναι ικανοποιητικά αποτελεσματικοί από μόνοι τους, μπορούν να συνδυαστούν με άλλες μεθόδους, όπως μειωμένες δόσεις ή λιγότερο συχνές εφαρμογές μυκητοκτόνων, για να αυξηθεί το επίπεδο ελέγχου των παθογόνων.

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάπτυξη ανθεκτικών στελεχών των παθογόνων σε αρκετά μυκητοκτόνα, καθώς και οι δυσμενείς επιδράσεις των αγροχημικών στο περιβάλλον και τον άνθρωπο, καθιστούν επιτακτική την ανάγκη εφαρμογής εναλλακτικών μεθόδων καταπολέμησης των ασθενειών των φυτών.

Ο σκοπός της πειραματικής προσπάθειας, που περιγράφεται παρακάτω, ήταν η δοκιμή διαφόρων βιολογικών παραγόντων, στα πλαίσια της βιολογικής καταπολέμησης του ωιδίου της τομάτας.

Η μελέτη για την καταπολέμηση της συγκεκριμένης ασθένειας της τομάτας, η οποία προκαλείται από τον μύκητα *Leveillula taurica*, με βιολογικούς παράγοντες, αποτελεί μέρος ερευνητικής εργασίας, η οποία γίνεται στο εργαστήριο Βιολογικής Καταπολέμησης Ασθενειών των Φυτών, στα πλαίσια διαφόρων ερευνητικών προγραμμάτων, με επιστημονικό υπεύθυνο τον κ. Ν. Μαλαθράκη.

2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Οι επεμβάσεις που δοκιμάστηκαν ήταν οι παρακάτω:

- *Acremonium implicatum* (Ζωντανά),
- *Acremonium implicatum* (Νεκρά),
- *Fusarium sp. 1* (Ζωντανά),
- *Fusarium sp. 1* (Νεκρά),
- *Fusarium sp. 2* (Ζωντανά),
- *Fusarium sp. 2* (Νεκρά),
- Μάρτυρας (Νερό).

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε πλαστικό θερμοκήπιο τύπου Ιεράπετρας, στο αγρόκτημα του Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης. Ξεκίνησε τον Απρίλιο του 2002 και ολοκληρώθηκε στα τέλη Ιουλίου του ίδιου έτους. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν των «πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων» με 7 επεμβάσεις και 7 επαναλήψεις. Στα πειραματικά τεμάχια φυτεύτηκαν 49 φυτά του υβριδίου Μάνθος.

2.2.1 Ανάπτυξη ανταγωνιστών

Για την εργαστηριακή καλλιέργεια των ανταγωνιστικών μυκήτων *Acremonium implicatum*, *Fusarium sp. 1* και *Fusarium sp. 2*, που χρησιμοποιήθηκαν στη βιολογική καταπολέμηση του ωιδίου της τομάτας, χρησιμοποιήθηκαν τρυβλία Petri τα οποία περιείχαν το θρεπτικό υπόστρωμα PDA (Potato dextrose agar). Πάντα γινόταν αποστείρωση του θρεπτικού υλικού σε κλίβανο στους 121° C για 15 min.

Πριν απλωθεί το PDA στα τρυβλία, κάτω από ασηπτικές συνθήκες στο θάλαμο νηματικής ροής (Laminar), γινόταν προσθήκη του αντιβιοτικού *Kanamycin* (1ml/l) για την αποφυγή ανάπτυξης βακτηρίων. Έπειτα γινόταν η καλλιέργεια των μυκήτων στα τρυβλία και ακολουθούσε η επώασή τους σε θάλαμο ανάπτυξης στους 21° C με 12h φωτισμό ανά ημέρα, για 7 ημέρες.

2.2.1.1 Παρασκευή αιωρήματος σπορίων

Τα σπόρια των μυκήτων μετά από τις καλλιέργειες και την επώαση μίας εβδομάδας συγκομίζονταν, με πλύσιμο των τρυβλίων τρεις φορές με νερό, με τη βοήθεια πινέλου. Το αιώρημα του νερού με τα σπόρια των μυκήτων μεταφέρονταν σε ογκομετρικές φιάλες, μετρούσαμε τον όγκο τους και προσθέταμε νερό μέχρι τον όγκο που χρειαζόμασταν (200ml).

Στη συνέχεια τοποθετούσαμε τα αιωρήματα με τα σπόρια των μυκήτων, οι οποίοι ψεκάζονταν ως ζωντανοί, στο ψυγείο μέχρι να γίνει ο ψεκασμός τις απογευματινές ώρες. Τα αιωρήματα με τα σπόρια των μυκήτων, οι οποίοι ψεκάζονταν ως νεκροί, μεταφέρονταν στον κλίβανο αποστείρωσης όπου γινόταν νέκρωσή τους, στους 121° C για 15 min.

Οι εφαρμογές άρχισαν ακριβώς ένα μήνα μετά την εγκατάσταση των νεαρών φυτών στο θερμοκήπιο, που έγινε στις 22/04/2002. Η μόλυνση από τον παθογόνο μύκητα *L. taurica* δεν είχε ξεκινήσει όταν άρχισαν οι ψεκασμοί. Οι επεμβάσεις με τους μύκητες και τον μάρτυρα γίνονταν ανά 7 ημέρες.

Οι μύκητες εφαρμόζονταν με τη μορφή αιωρήματος σπορίων σε συγκέντρωση 10⁶/1ml ψεκαστικού διαλύματος.

Στην επέμβαση του μάρτυρα, ο ψεκασμός γινόταν με απλό νερό βρύσης. Σε όλες τις εφαρμογές έγινε προσθήκη του επιφανειοδραστικού *Tween* 0.2 ml/l.

Οι επεμβάσεις με τους ζωντανούς βιολογικούς παράγοντες, καθώς και αυτή με τον μάρτυρα, έγιναν με την χρήση συμβατικού ψεκαστήρα χειρός, χωρητικότητας 2L. Οι επεμβάσεις με τους νεκρούς βιολογικούς παράγοντες έγιναν με την χρήση συμβατικού επινώτιου ψεκαστήρα, χωρητικότητας 20L. Ο όγκος του ψεκαστικού αιωρήματος ήταν από 2–4 l ανά επέμβαση, ανάλογα με την ηλικία των φυτών.

Οι ψεκασμοί γίνονταν τις απογευματινές ώρες, ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή δράση των βιολογικών παραγόντων και να αποφεύγεται η εξάτμιση του αιωρήματος, που θα μπορούσε να συμβεί κατά τις μεσημεριανές ώρες, όταν η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου ήταν υψηλή και η σχετική υγρασία χαμηλή.

Πρώτα ψεκάζονταν τα φυτά μάρτυρες με το νερό και έπειτα τα φυτά με τους βιολογικούς παράγοντες, ενώ πριν και μετά από κάθε ψεκασμό οι ψεκαστήρες ξεπλένονταν προσεκτικά, ώστε να αποφευχθεί πιθανή ανάμειξη των βιολογικών παραγόντων. Κατά τους ψεκασμούς γινόταν σχολαστική εφαρμογή, του αιωρήματος των σπορίων των μυκήτων στα φύλλα των φυτών τομάτας, μέχρι απορροής του ψεκαστικού διαλύματος από την επιφάνεια των φύλλων.

2.2.2 Καλλιεργητικά μέτρα

Λίπανση:

Τις τρεις πρώτες εβδομάδες της καλλιέργειας χρησιμοποιήθηκε το υδατοδιαλυτό λίπασμα Complisal N-P-K (20-20-20) με ιχνοστοιχεία, σε συγκέντρωση 0,4g/l ή 0,04 Kg/100L (0,04% w/v). Οι εφαρμογές γίνονταν ανά μία εβδομάδα. Την 4^η εβδομάδα χρησιμοποιήθηκε επίσης το παραπάνω λίπασμα, σε συγκέντρωση 2g/l ή 0,2 Kg/100L (0,2% w/v). Οι εφαρμογές των λιπάνσεων από την 4^η εβδομάδα και μετά γίνονταν ανά δύο εβδομάδες. Όταν η καλλιέργεια μπήκε στην παραγωγή, έγινε μία λίπανση με το λίπασμα *Sangral soluble fertiliser 12-4-24+6Mg+T/E*, σε συγκέντρωση 2g/l ή 0,2Kg/100L (0,2% w/v).

Άρδευση:

Στο θερμοκήπιο εφαρμόστηκε το σύστημα της στάγδην άρδευσης. Τα φυτά τομάτας κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας αρδεύονταν σε καθημερινή βάση, ως την περίοδο που άρχισε η παραγωγή όπου η άρδευση γίνονταν ανά δύο ημέρες. Ως τα μέσα Ιουνίου η διάρκεια άρδευσης ήταν 10-15 min. Στη συνέχεια και ως το τέλος του πειράματος, η διάρκεια άρδευσης ήταν 20-30 min.

Καλλιεργητικές εργασίες:

Κατά τη διάρκεια του πειράματος, στο θερμοκήπιο έγιναν οι παρακάτω καλλιεργητικές εργασίες:

1. Εγκατάσταση φυτών τομάτας: Η φύτευση της καλλιέργειας έγινε στις 22-04-2002.
2. Δέσιμο φυτών: Η στήριξη των φυτών γινόταν με πλαστικό σπάγκο μήκους 2m περίπου, ο οποίος ήταν δεμένος στα οριζόντια σύρματα της οροφής του θερμοκηπίου.
3. Κλάδεμα φυτών: Γινόταν αφαίρεση πλάγιων βλαστών.
4. Αφαίρεση ζιζανίων: Γινόταν επιμελημένα κάθε εβδομάδα.

2.2.3 Καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών

Κατά τη διάρκεια του πειράματος στο θερμοκήπιο, εμφανίστηκαν στην καλλιέργεια οι παρακάτω εχθροί:

- Αφίδες και Αλευρώδεις

Για την καταπολέμηση τους έγινε ένας ψεκασμός με το πυρεθρινοειδές εντομοκτόνο *Decis 2,5EC* (Δραστική ουσία: *deltamethrine* 2,5%), σε δόση 50-70 κ.εκ./ 100 λίτρα νερού. Επίσης στο θερμοκήπιο είχαν τοποθετηθεί κίτρινες παγίδες.

- Θρίπες

Για την καταπολέμηση τους είχαν τοποθετηθεί στο θερμοκήπιο μπλε παγίδες.

- Διάφορα μυζητικά και μασητικά έντομα

Για την καταπολέμηση τους έγινε προληπτική εφαρμογή από εδάφους, του οργανοφωσφορικού εντομοκτόνου *LATOX-5%D* (*ΜΑΛΛΑΘΕΙΟΝ* 5%) σε δόση 2 Kg/στρ.

2.2.4 Εκτίμηση ποσοστού προσβολής

Η εκτίμηση της προσβολής των φυτών τομάτας, από τον παθογόνο μύκητα *L. taurica*, γινόταν ανά 7 ημέρες για όλες τις επεμβάσεις και τον μάρτυρα. Η προσβολή των φυτών από το παθογόνο υπολογίζονταν ως το ποσοστό της προσβεβλημένης επιφάνειας των φύλλων, στο σύνολο της φυλλικής επιφάνειας του φυτού, σε κλίμακα 0%-100% όπου: 0% = υγιή φυτά και 100% = πλήρως μολυσμένα φυτά.

Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το πακέτο SPSS vers. 9.0 και εφαρμόστηκε ανάλυση διασποράς (ANOVA) και η σύγκριση αποτελεσμάτων κατά Duncan.

2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα του πειράματος παρουσιάζονται στους πίνακες 4 και 5 και στην εικόνα 1 και έχουν ως εξής:

Πίνακας 4. Επίδραση διαφόρων βιολογικών παραγόντων στην καταπολέμηση του ωιδίου της τομάτας (*Leveillula taurica*), ανά εβδομάδα (Η φύτευση έγινε στις 22/04/2002).

Εφαρμογή	Εβδομάδα				Συνολικό
	12-06-02	19-06-02	26-06-02	03-07-02	
<i>Fusarium sp. 1</i> Ζωντανό	0.61 α	8.60 β	58.88 γ	74.32 γ	23.68 γ
<i>Fusarium sp. 2</i> Ζωντανό	0.57 α	7.68 β	69.17 αβγ	85.62 αβγ	27.00 βγ
<i>Acremonium</i> Ζωντανό	0.67 α	23.87 α	63.24 βγ	77.75 βγ	27.15 βγ
<i>Acremonium</i> Νεκρό (Αποστείρωση)	0.63 α	16.62 αβ	75.48 αβ	86.47 αβγ	29.69 αβ
<i>Fusarium sp. 1</i> Νεκρό (Αποστείρωση)	0.69 α	18.85 αβ	75.43 αβ	91.30 αβ	30.93 α
<i>Fusarium sp. 2</i> Νεκρό (Αποστείρωση)	0.52 α	11.23 β	80.92 α	94.19 α	31.16 α
Μάρτυρας (Νερό)	0.55 α	23.46 α	79.07 α	89.29 αβ	31.93 α

Σημαντικότητα ($P=0.05$)

Οι μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά, κατά Duncan.

Πίνακας 5. Σύγκριση των μέσων όρων της προσβολής, των διαφόρων παραγόντων, από το ωίδιο της τομάτας (*Leveillula taurica*), κατά Duncan.

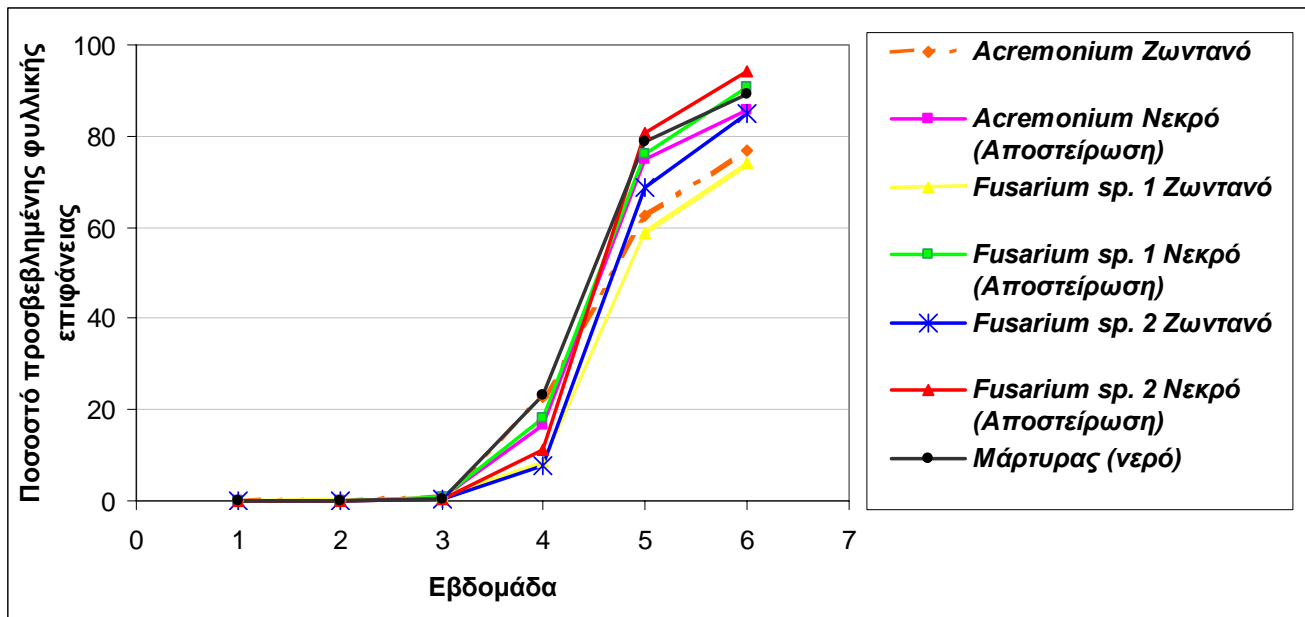
Εφαρμογή	A	B	Γ
<i>Fusarium sp. 1</i> Ζωντανό	23,68		
<i>Fusarium sp. 2</i> Ζωντανό	27,00	27,00	
<i>Acremonium</i> Ζωντανό	27,15	27,15	
<i>Acremonium</i> Νεκρό (Αποστείρωση)		29,69	29,69
<i>Fusarium sp. 1</i> Νεκρό (Αποστείρωση)			30,93
<i>Fusarium sp. 2</i> Νεκρό (Αποστείρωση)			31,16
Μάρτυρας (Νερό)			31,93
Σημαντικότητα ($P=0.05$)	0,06	0,14	0,24

Σύμφωνα με τους πίνακες 4 και 5 τα συνολικά αποτελέσματα του πειράματος μας έχουν ως εξής:

Ο μύκητας *Fusarium sp.1* ζωντανός, είχε την μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα σταθερά από την αρχή ως το τέλος του πειράματος και είναι σημαντικά διαφορετικός

από τον μάρτυρα. Οι μύκητες *Fusarium sp. 2* και *Acremonium implicatum* ζωντανοί ήταν επίσης αποτελεσματικοί και σημαντικά διαφορετικοί από τον μάρτυρα.

Όλοι οι μύκητες στην νεκρή τους μορφή δεν είχαν διαφορά από τον μάρτυρα. Ενώ την τέταρτη εβδομάδα είχαν σημαντική διαφορά από τον μάρτυρα, τις τελευταίες δύο εβδομάδες η διαφορά επικαλύφθηκε – εξαλείφθηκε.



Γράφημα 1. Εξέλιξη της προσβολής του ωιδίου της τομάτας (*Leveillula taurica*), σε διαφορετικές επεμβάσεις.

Σύμφωνα με το γράφημα 1 η προσβολή τις πρώτες τρεις εβδομάδες του πειράματος είναι πολύ χαμηλή και δεν υπάρχει καμία διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων και του μάρτυρα. Από την τέταρτη εβδομάδα αρχίζει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των επεμβάσεων. Κατά την εβδομάδα αυτή, οι καλύτερες επεμβάσεις είναι οι ζωντανοί μύκητες *Fusarium sp. 2* και *Fusarium sp. 1* και ο νεκρός μύκητας *Fusarium sp. 2*. Επίσης διαφορά από το μάρτυρα αλλά και τους προηγούμενους μύκητες έδειξαν οι *Fusarium sp. 1* νεκρός και ο *Acremonium implicatum* νεκρός, ενώ ο μύκητας *Acremonium* ζωντανός δεν είχε διαφορά από το μάρτυρα. Την πέμπτη εβδομάδα τα αποτελέσματα άλλαξαν δραματικά και είχαμε καλύτερους μύκητες τους *Acremonium* ζωντανό και *Fusarium sp. 1* ζωντανό, όπως και τους *Fusarium sp. 2* ζωντανό και *Fusarium sp. 1* νεκρό, χωρίς όμως την ίδια αποτελεσματικότητα με τους άλλους δύο. Οι υπόλοιποι μύκητες: *Fusarium sp. 2* νεκρός και *Acremonium* νεκρός δεν είχαν διαφορά με τον μάρτυρα. Την έκτη εβδομάδα οι μόνες επεμβάσεις που διέφεραν από τον μάρτυρα ήταν ο *Fusarium sp. 1* ζωντανός και ο *Acremonium* ζωντανός.

2.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην έρευνα, που γίνεται για την αποτελεσματικότητα των βιολογικών παραγόντων, είναι απαραίτητο να ξεπεραστούν κάποια εμπόδια, όπως οι συνθήκες περιβάλλοντος του θερμοκηπίου. Οι βιολογικοί παράγοντες χρειάζονται υψηλότερη σχετική υγρασία, ώστε να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο παρασιτισμού, σε σύγκριση με την υγρασία που χρειάζεται για την ανάπτυξη του το παθογόνου, γι' αυτό είναι απαραίτητη η λήψη των κατάλληλων μέτρων. Η σχετικά χαμηλή υγρασία στο θερμοκήπιο κατά τη διάρκεια του πειράματος, ίσως αποτέλεσε τον κύριο αρνητικό παράγοντα για την δράση των ανταγωνιστικών μυκήτων. Όμως ο έλεγχος των συνθηκών του θερμοκηπίου δεν είναι πάντα εφικτός. Συνθήκες που είναι μη ευνοϊκές για μια ασθένεια όπως, σχετικά υψηλή υγρασία για το ωίδιο, μπορεί να είναι ευνοϊκές για άλλες ασθένειες και εχθρούς.

Επίσης πρέπει να ληφθούν υπόψη κάποιοι άλλοι παράγοντες που σχετίζονται με την αποτελεσματικότητα των βιολογικών παραγόντων, όπως η συγκέντρωση των спорίων στο ψεκαστικό υγρό. Για κάθε μύκητα υπάρχει η κατάλληλη συγκέντρωση, που θα μας δώσει τα άριστα αποτελέσματα, ενώ περαιτέρω αύξηση της δεν αυξάνει την αποτελεσματικότητα του μύκητα. Ακόμα, αυτό που έχει σημασία είναι η βιομάζα των μυκήτων.

Συμπερασματικά, σύμφωνα με την αποτελεσματικότητα των βιολογικών παραγόντων, που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μοναδικό μέσο καταπολέμησης του ωιδίου της τομάτας, αλλά αποτελούν υποσχόμενους μη χημικούς παράγοντες καταπολέμησης, κατάλληλους για ολοκληρωμένη διαχείριση, σε συνδυασμό με άλλα μέτρα ελέγχου, με σκοπό να επιτευχθεί αποδεχτό επίπεδο καταπολέμησης από τους παραγωγούς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Caesar, J.C., and Clerk, G.C. 1985.** Germinability of *Leveillula taurica* (powdery mildew) conidia obtained from water – stressed pepper plants. *Can. J. Bot.*, 63: 1681 – 1684.
- Clerk, G.C., and Ayesu – Offei, E.N. 1967.** Conidia and conidial germination in *Leveillula taurica*. *Annals of Botany*, 31/124: 749 – 755.
- Correll, J.C., Gordon, T.R., and Elliott, V.J. 1987.** Host range, specificity, and biometrical measurements of *Leveillula taurica* in California. *Plant Disease*, 71: 248 – 251.
- Correll, J.C., Gordon, T.R., and Elliott, V.J. 1988.** Powdery Mildew of Tomato: The effect of planting date and triadimefon on disease onset, progress, incidence, and severity. *Phytopathology*, 78: 512 – 519.
- Correll, J.C., Gordon, T.R., and Elliott, V.J. 1988.** The epidemiology of powdery mildew on tomatoes. *California Agriculture*, 8 – 10.
- Elad, Y., Malathrakis, N.E., and Dik, A.J., 1996.** Biological control of Botrytis – incited diseases and powdery mildews in greenhouse crops. *Crop Protection*, 15: 229 – 240.
- Γιαννοπολίτης, Κ.Ν. 2000.** Φυτοπροστατευτικά προϊόντα 2000. Εκδόσεις Αγροτύπος α.ε. 256σελ.
- Homma, Y., Arimoto, Y., Takahashi, H., Ishikawa, T., Matsuda, I., Misato, T. 1980.** Studies on pepper powdery mildew I. Conidial germination, hyphal elongation and hyphal penetration on pepper leaf. *Ann. Phytopath. Soc. Japan*, 46: 140 – 149.
- Jones, W.B., and Thomson, S.V. 1987.** Source of inoculum, yield, and quality of tomato as affected by *Leveillula taurica*.
- Kasselaki, A.M. 2004.** Studies on the epidemiology and the biological control of *Leveillula taurica* (Lev.) Arn. on greenhouse tomato.
- Kontaxis, D.G. 1978.** Powdery mildew on tomato. *California Plant Pathology*, No.43.
- Kontaxis, D.G., and Van Afaren, A.F. 1978.** Powdery mildew on tomato – a new disease in the United States. *Plant Dis.Reptr.*, 62: 892 – 893.

- Kunoh, H., Kohno, M., Tashiro, S., and Ishizaki, H. 1979.** Studies of the powdery mildew fungus, *Leveillula taurica*, on green pepper. II. Light and electron microscopic observation of the infection process. *Can. J. Bot.*, 57: 2501 – 2508.
- Malathrakis, N.E. 1985.** The fungus *Acremonium alternatum*, a hyperparasite of cucurbits powdery mildew pathogen *Sphaerotheca fuliginea*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 92/5: 509 – 515.
- Malathrakis, N.E. 1997.** Powdery mildews in crops grown in plastic greenhouses. *CIBA Proceedings, International Congress for Plastics in Agriculture*, Tel Aviv, Israel, 234 – 241.
- Moens, M., Aisha, B.B., and Welvaert, W. 1985.** Tomato cultivar susceptibility to *Leveillula taurica*. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, 50/3b: 1061 – 1065.
- Palti, J. 1959.** *Oidiopsis* diseases of vegetable and legume crops in Israel. *Plant disease Reporter*, 43/2: 221 – 226.
- Palti, J. 1971.** Biological characteristics, distribution and control of *Leveillula taurica*. *Phytopath. Medit.*, 10: 139 – 153.
- Palti, J. 1974.** Striking divergences in the distribution of *Leveillula taurica* (Lev.) Arn. On some major crop hosts. *Phytopath. Medit.* 13: 17 – 22.
- Palti, J. 1988.** The *Leveillula* Mildews. *Botanical Review*, 54/4: 423 – 535.
- Παναγιωτάρου – Πετσίκου, Ν., Χρυσάγη – Τοκουζμπαλίδη, Μ. 1990.** Εγχειρίδιο χημικής καταπολέμησης ασθενειών των καλλιεργούμενων φυτών. Έκδοση Μπενάκειου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου. Κηφισιά.
- Παναγόπουλος, Χ.Γ. 1995.** Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών. Εκδόσεις Α. Σταμούλης. Αθήνα – Πειραιάς 476σελ.
- Reuveni, R., Dor, G. and Reuveni, M. 1998.** Local and systemic control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on pepper plants by foliar spray of mono-potassium phosphate. *Crop Protection* 17 (9): 703: – 709.
- Shtienberg, D. 1992.** Effects of foliar diseases on gas exchange processes: A comparative study. *Phytopathology*, 82: 760 – 765.
- Somers, E., and Horsfall, J.G. 1966.** The water content of powdery mildew conidia. *Phytopathology* 56: 1031 – 1035.

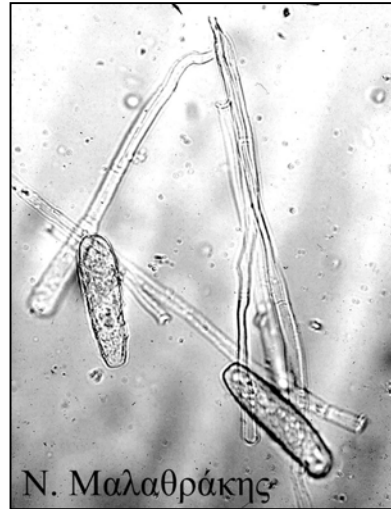
Sundheim, L. 1982. Control of cucumber powdery mildew by the hyperparasite *Ampelomyces quisqualis* and fungicides. *Plant Pathology*, 31: 209 – 214.

Thomson, S.V., and Jones, W.B. 1981. An epiphytotic of *Leveillula taurica* on tomatoes in Utah. *Plant Disease*, 65: 518 – 519.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

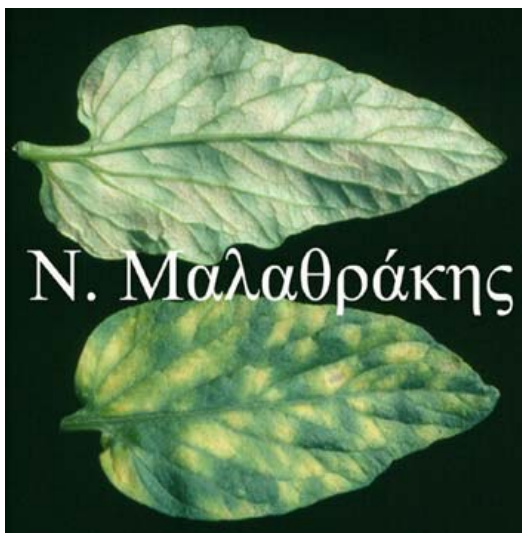


Εικ. 1 Κονίδια του μύκητα *Leveillula taurica*.



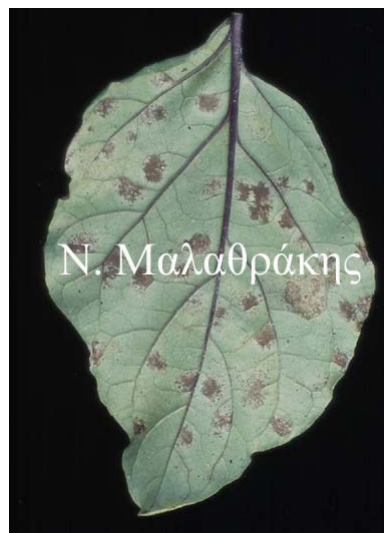
N. Μαλαθράκης

Εικ. 2 Κονιδιοφόροι και κονίδια του μύκητα *Leveillula taurica*.



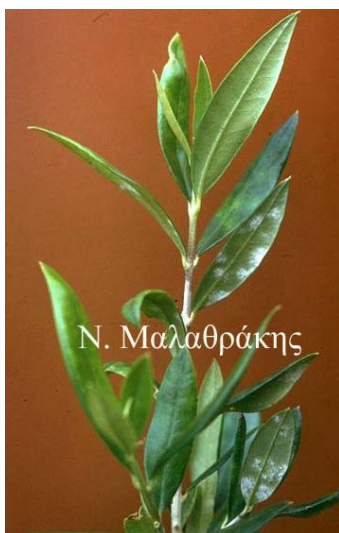
N. Μαλαθράκης

Εικ. 3 Συμπτώματα ωιδίου (*L. taurica*) σε φύλλα τομάτας (κάτω και πάνω επιφάνεια).



N. Μαλαθράκης

Εικ. 4 Συμπτώματα ωιδίου (*L. taurica*) σε φύλλο μελιτζάνας (κάτω επιφάνεια).



N. Μαλαθράκης

Εικ. 6 Συμπτώματα ωιδίου (*L. Taurica*) σε φύλλα ελιάς.



Εικ. 5 Συμπτώματα ωιδίου (*L. taurica*) σε φύλλο πιπεριάς (κάτω επιφάνεια).