

Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

**Μελέτη της αποτελεσματικότητας τεσσάρων
βιολογικών παραγόντων στην αντιμετώπιση του
θρίπα**

Γουμενάκη Ιωάννα-Μυλωνάκη Εμμανουέλα

Εισηγητής: Παπαδάκη-Μπουρναζάκη Μαρία

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ I	2
1.1 Μορφολογία – Βιολογία – Οικολογία των Θυσανόπτερων	2
1.2 Βιολογία του <i>Frankliniella occidentalis</i>	4
1.2.1 Γενικά	4
1.2.2 Βιολογία	5
1.2.3. Ζημιές	7
1.1.4 Χημική αντιμετώπιση	9
1.3 Σύγχρονες τάσεις-Προοπτικές	12
2.1 Οι μήκητες στα Πλαίσια της Μικροβιακής Καταπολέμησης των φυτοπαράσιτων.	17
2.2 Οι μύκητες που σχετίζονται με τους θρίπες	19
2.3 Οι μύκητες στην αντιμετώπιση των εντόμων	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ III	24
3.1 <i>Beauveria bassiana</i>	24
3.1.1 Φυσιολογία και τρόπος μόλυνσης.	24
3.1.2 Επίδραση των προστατευτικών μέσων για την υπεριώδη ακτινοβολία στη σταθερότητα του <i>Beauveria bassiana</i>	26
3.1.3 Παραγωγή και μέθοδοι παραγωγής του <i>Beauveria bassiana</i>	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV	32
4.1 Εξειδίκευση ανά ξενιστή των εντομοπαθογόνων μυκήτων	32
4.2 Ανάπτυξη μυκήτων για τη διαχείριση του θρίπα	33
4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των εντομοπαθογόνων μυκήτων και συνέπειες της χρήσης τους στον αγρό.	34
4.4 Επίδραση της δόσης, της θερμοκρασίας και της ηλικίας του φυτού.	35

4.5 Από το εργαστήριο στον αγρό: Μαζική παραγωγή, Τυποποίηση και Εφαρμογή	36
4.6 Τα εντομοπαθογόνα στην Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Εντόμων (IPM).	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ V	46
5.1 Νέα Βιολογικά Σκευάσματα στην Αντιμετώπιση του Θρίπα.	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI	51
Υλικά και Μέθοδοι	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII	56
Αποτελέσματα-Σχόλια	56
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	62
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	69

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι θρίπες πρωτοεμφανίστηκαν σε απολιθώματα της Ανωτέρας Περμίου περιόδου του Παλαιοζωικού αιώνα.

Αρχικά περιγράφηκαν από τον De Geer το 1774, με την ονομασία Physarus αλλά το 1758 ο Linnaeus αγνόησε την ονομασία αυτή και κατέταξε τα τέσσερα είδη που προσδιόρισε στο γένος που ο ίδιος ονόμασε Thrips.

Σε ένα σύνολο 8.000 ειδών, τα 5.000 απ' αυτά έχουν μέχρι σήμερα αναγνωριστεί και ταξινομηθεί σε δυο υποτάξεις και οκτώ οικογένειες. Ανάμεσα σ' αυτά, μόνο λίγα είδη της οικογένειας Thripidae αποτελούν σοβαρούς εχθρούς των καλλιεργειών.

Οι θρίπες αποτελούν μια συνεχή και αυξανόμενη σε ένταση απειλή της παραγωγής, της υψηλής ποιότητας προϊόντων διατροφής καθώς και των καλλωπιστικών φυτών. Εκτιμώντας το εύρος των φυτικών ειδών που προσβάλλουν, τον τύπο και το βαθμό της άμεσης ζημιάς που προξενούν και τη διάδοση των ιώσεων που μεταδίδουν ως φορείς, κατατάσσονται στους σοβαρότερους εχθρούς της φυτικής παραγωγής, παγκόσμια. Για την αντιμετώπιση τους απαιτούνται επεμβάσεις υψηλού κόστους που συχνά δεν έχουν τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Η δυνατότητα αποτελεσματικής αντιμετώπισης δυσχεραίνεται από την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα και τις αυξανόμενες απαιτήσεις στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, που προϋποθέτουν ελάχιστες έως μηδενικές ποσότητες χημικών υπολειμμάτων και προϊόντα καθαρά, χωρίς προσβολές.

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων γίνονται συνεχείς προσπάθειες για την εφαρμογή προγραμμάτων Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των Εχθρών.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η αντιμετώπιση του θρίπα με εναλλακτικές μεθόδους, χρησιμοποιώντας τέσσερις βιολογικούς παράγοντες και η σύγκριση της αποτελεσματικότητάς τους ώστε να εκτιμήσουμε την δυνατότητα χρησιμοποίησής τους στα πλαίσια της Ο.Δ του εντόμου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

1.1 Μορφολογία – Βιολογία – Οικολογία των Θυσανόπτερων.

Τα θυσανόπτερα κατά τη μετεμβρυακή τους εξέλιξη υφίστανται ατελή μεταμόρφωση. Είναι Νεομετάβολα και κάποιες φορές ψευδομετάβολα. Η ατελής μορφή, η νύμφη (νεανίς), πριν μεταμορφωθεί σε ακμαίο υφίστανται 4-5 εκδύσεις, περνώντας στις αντίστοιχες νυμφικές ηλικίες.

Είναι κατά κανόνα χερσαία. Πολλαπλασιάζονται κυρίως εγγενώς, με αμφιγονία, ενώ άλλοτε και παρθογενετικά. Συνήθως όμως είναι ωοτόκα. Τα περισσότερα απ' αυτά είναι φυτοφάγα, απαντώνται όμως και σαρκοφάγα.

Οι θρίπες είναι λεπτά επιμήκη έντομα, μήκους λίγων χιλιοστών. Οι μικρές διαστάσεις του σώματος τους, αποτελούν ένα σημαντικό παράγοντα που συνηγορεί στην «επιτυχία» τους και στη θέση που κατέχουν ως εχθροί των καλλιεργειών. Τα περισσότερα είδη φτάνουν τα 1-2 mm σε μήκος. Κάποια Tubulifera, τροπικά και υποτροπικά κυρίως είδη, μπορούν να φτάσουν και τα 15 mm.

Η πλειοψηφία των ειδών διαθέτει πτέρυγες που εμφανίζονται ως λεπτές λωρίδες πλαισιωμένες από μικροσκοπικά μαύρα τριχίδια, δημιουργώντας περιμετρικά ένα χαρακτηριστικό θύσανο απ' όπου προέρχεται το όνομα της τάξης, Thysanoptera.

Ο χρωματισμός της νωτιοκοιλιακής επιφάνειας είναι λαμπερός και κυμαίνεται από το λευκό στο καστανό, σκούρο καστανό ή μαύρο. Με γυμνό μάτι το έντομο εμφανίζει μαύρες, καστανές ή κίτρινες περιοχές που σε μεγέθυνση μπορεί να διαφοροποιούνται καθαρά σε χωριστή κεφαλή, με κεραίες που κατευθύνονται προς τα εμπρός. Ο προθώρακας είναι συνενωμένος με το μεσοθώρακα και το μεταθώρακα που στα πτερωτά άτομα φέρει δύο ζεύγη θυσανωτών πτερύγων και κοιλία με έντεκα δακτυλίους, που εμφανίζει στα Terebrantia, ένα καλά αναπτυγμένο ωοθέτη.

Οι θρίπες εμφανίζονται σε αποικίες στην κάτω επιφάνεια των φύλλων όπου εναποθέτουν τα αυγά τους. Τρέφονται με χυμούς των φυτικών ιστών ανοίγοντας τροφικά νύγματα με τα στοματικά τους μόρια. Οι ιστοί γύρω από τα νύγματα κιτρινίζουν και ξηραίνονται, έτσι δημιουργούνται μικροσκοπικές χαρακτηριστικές

κηλίδες, ευδιάκριτες στην πάνω επιφάνεια των φύλλων. Συγκεντρώνονται κυρίως στα σημεία κατά μήκος των κεντρικών νευρώσεων των φύλλων.

Ο βιολογικός κύκλος του εντόμου περιλαμβάνει το στάδιο του αυγού, των δύο δραστήριων νυμφικών ηλικιών, οι οποίες ακολουθούνται από δύο ή τρία σχετικά αδρανή στάδια που πιθανόν δεν τρέφονται. Τέλος, τα ακμαία, τα άτομα των οποίων μπορεί να είναι άπτερα ή να φέρουν βραχείς πτέρυγες, κάτι που εξαρτάται από το φύλλο και το είδος.

Στα περισσότερα φυτοφάγα είδη, τα αυγά τοποθετούνται στο εσωτερικό των ιστών των πράσινων φύλλων. Αντίθετα, τα αυγά όλων των ειδών των Phlaeohripidae προσκολλούνται στην επιφάνεια των φυτικών μερών, οριζόντια ή κάθετα σ' αυτήν. Τα είδη της παραπάνω οικογένειας διακρίνονται από των υπολοίπων διότι παρουσιάζουν και μια τρίτη νυμφική ηλικία. Τα άτομα αυτού του σταδίου βρίσκονται μαζί με τα δυο προηγούμενα ενώ σε όλες τις άλλες οικογένειες συνήθως νυμφώνονται στο έδαφος.

Στα Terebrantia τα αυγά εισάγονται στο φυτικό ιστό με ένα πριονωτό ωοθέτη. Ωστόσο σε μερικά είδη ο ωοθέτης είναι αδύνατος και τα αυγά τοποθετούνται στην επιφάνεια του φυτικού ιστού. Όλα τα είδη των Terebrantia παρουσιάζουν το στάδιο της πούπας που ακολουθεί αυτό της λάρβας και η νύμφωση συχνά γίνεται στο έδαφος μακριά από το σημείο διατροφής της λάρβας.

Ο βιολογικός τους κύκλος κάτω από συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών, διαρκεί περίπου 21 ημέρες .

Τους χειμερινούς μήνες, οι λάρβες και τα ακμαία αναζητούν σημεία με υψηλότερη θερμοκρασία. Τελικά, καταλήγουν σε ρωγμές τοίχων και σε υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων. Μπορούν ακόμα να πάνε στο έδαφος σε βάθος μέχρι 8 cm και όταν υπάρξει νέα καλλιέργεια, τότε επανεμφανίζονται.

Οι επιβλαβείς για τις καλλιέργειες θρίπες, *Thrips tabaci* και *Frankliniella occidentalis* μπορούν να διαχειμάσουν στην ύπαιθρο, για παράδειγμα, σε κρεμμύδια ή πράσα. Για την περίπτωση του *Thrips fuscipennis* αυτό δεν είναι κοινό αν συμβαίνει.

1.2 Βιολογία του *Frankliniella occidentalis*

1.2.1 Γενικά

Ο θρίπας των θερμοκηπίων, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) (εικ. 1), είναι ιθαγενές έντομο των δυτικών περιοχών της Β. Αμερικής όπου πρωτοεμφανίστηκε το 1895. Από το 1970 μέχρι τις αρχές του 1980 το είδος εξαπλώθηκε έξω από τη Β. Αμερική (Beshear, 1983). Σύντομα βρέθηκε και στην Ευρώπη σε δανέζικα θερμοκήπια και από τότε έχει γίνει εξωτικός εχθρός των θερμοκηπιακών καλλιεργειών σε πολλές χώρες παγκοσμίως (Tomassini and Maini, 1995).

Αποτελεί ζημιογόνο εχθρό μιας πλειάδας υπαίθριων καλλιεργειών όπως της φιστικιάς, της τομάτας, του μαρουλιού και σέλινου, της πιπεριάς, του αρακά, των κρεμμυδιών, των μήλων και των σταφυλιών (Robb, 1989). Επίσης προσβάλλει μεγάλο αριθμό θερμοκηπιακών λαχανικών και λουλουδιών όπως τομάτα, γλυκές πιπεριές, αγγούρι, χρυσάνθεμο, τριαντάφυλλο, βαλσαμίνα, γεράνι, πετούνια, γλοξίνιες, ορχιδέες, ντάλιες, πριμούλες, ζέρμπερα, φούξια, αφρικανική βιολέτα κ.α (Yudin et al., 1986; Daughtrey 1996; Daughtrey et al. 1995).



Εικ. 1. Ακμαίο του *Frankliniella occidentalis*

1.2.2 Βιολογία

Τα ενήλικα ζουν 30-45 ημέρες και γεννούν 150-300 αυγά. Το ακμαίο θηλυκό έχει μήκος 1-2 cm. Έχουν παρατηρηθεί τρεις μορφές, μια ωχροκίτρινη, μια σκουρόχρωμη και μια ενδιάμεση. Την άνοιξη υπερτερεί αριθμητικά η σκουρόχρωμη και κατά τη διάρκεια του υπόλοιπου έτους η ωχροκίτρινη.

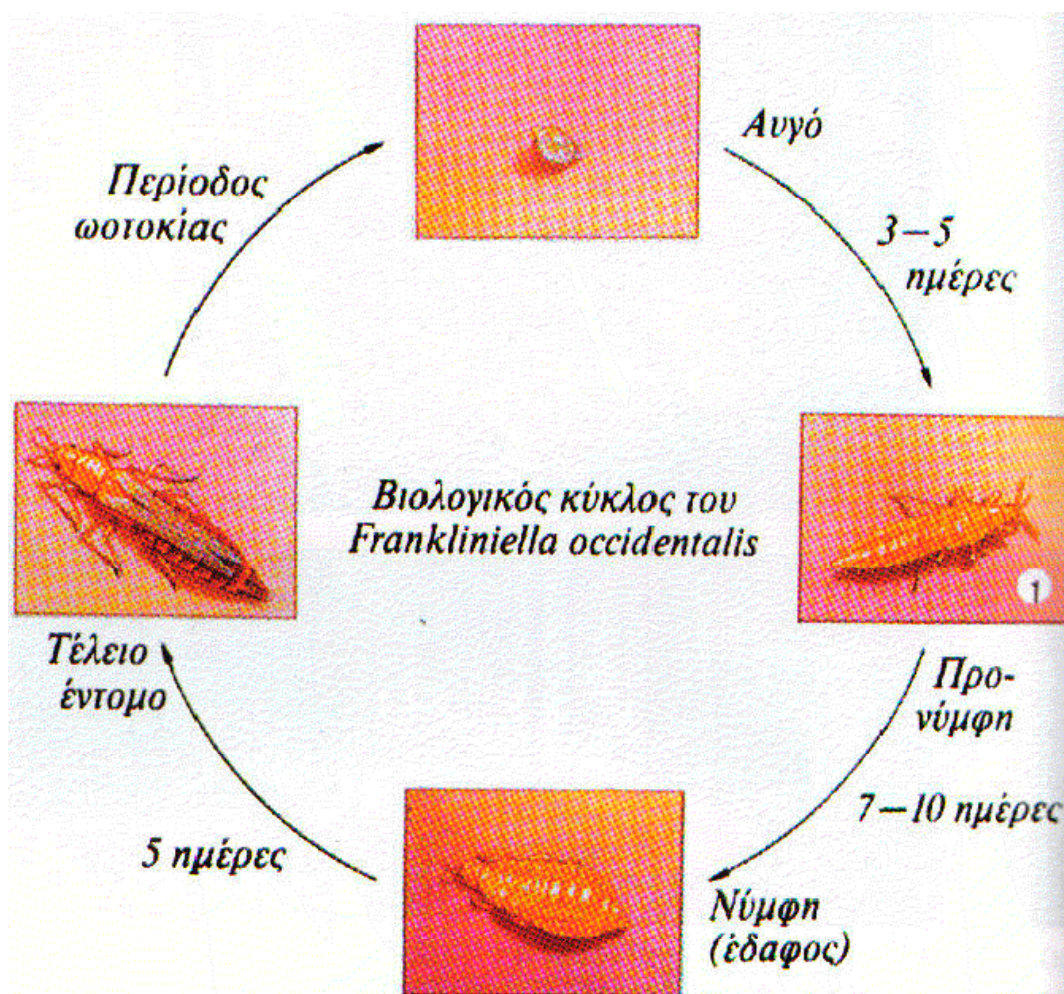
Ο *F. occidentalis* εναποθέτει τα αυγά του χρησιμοποιώντας τον λεπιδόμορφο ωοθέτη του σε φυτικούς ιστούς όπως φύλλα, οφθαλμούς και πέταλα. Μετά την εκκόλαψη των αυγών ακολουθούν τα δύο τρεφόμενα στάδια (υπονύμφης 1^{ης} και 2^{ης} ηλικίας) και στη συνέχεια τα δύο μη τρεφόμενα ακίνητα στάδια (νύμφη 1^{ης} και 2^{ης} ηλικίας) (εικ. 2). Οι νύμφες έχουν χρώμα λευκό που αργότερα γίνεται κίτρινο. Τα ενήλικα είναι πτερωτά. Από τη στιγμή της σύζευξης, ο *F. occidentalis* παράγει νεαρά άτομα, κυρίως θηλυκά σε αναλογίες από 58-70%, κάτι που εξαρτάται από την ηλικία της μητέρας, την ένταση του τοπικού πληθυσμού και ίσως τη θερμοκρασία (Higgins and Myers, 1992; Gaum et al., 1994; Katayama, 1997). Αναπαράγεται και παρθογενετικά.

Διαχειμάζει ως ενήλικο σε προφυλαγμένες θέσεις είτε στο έδαφος είτε σε χειμερινά φυτά.

Έχει εκτιμηθεί και η χρονική διάρκεια των σταδίων ανάπτυξης του εντόμου σε διάφορες καλλιέργειες, συμπεριλαμβανομένου του αγγουριού (Gaum et al., 1994; van Rijn et al., 1995), του γαλλικού φασολιού (Gerin et al., 1994) και του χρυσάνθεμου (Katayama, 1997). Η ακριβής διάρκεια των σταδίων εξαρτάται από τη θερμοκρασία και το φυτό ξενιστή.

Σε θερμοκρασία 15 °C ο *F. occidentalis* χρειάζεται 13 ημέρες ή και περισσότερο για να ολοκληρώσει το βιολογικό του κύκλο και ο ρυθμός ανάπτυξης του πληθυσμού από τη μια γενιά στην άλλη είναι χαμηλός (μόνο 1,02, όπου η τιμή 1,0 συμβολίζει τη μηδενική αύξηση του πληθυσμού και 2,0 τον διπλασιασμό του πληθυσμού σε μια γενιά, κ.ο.κ). Επίσης στους 30 °C ο κύκλος ζωής ολοκληρώνεται σε 4,3 ημέρες και ο πληθυσμός αυξάνεται σε 8,5 σε κάθε γενιά. Στα θερμοκήπια είναι δυνατόν να φτάσει και τις 15 γενεές ετησίως. Κάτω από τους 8 °C η θνησιμότητα των νυμφών 1^{ης} και 2^{ης} ηλικίας αυξάνεται. Σε θερμοκρασίες 20-26 °C οι πληθυσμοί φθάνουν σε πολύ υψηλά επίπεδα, ενώ κάτω από τους 15 °C η ανάπτυξη και αναπαραγωγή μειώνεται σημαντικά.

Οι ρυθμοί ανάπτυξης, γονιμότητας και μακροβιότητας του θρίπα επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, το εύρος ημέρας και το είδος του φυτού από το οποίο τρέφεται (Soria and Mollena , 1992; Gaum et al., 1994; Brydsqaard, 1994, Katayama, 1997). Η παρουσία γύρης σαν πηγή τροφής επηρεάζεται από τους πιο πάνω παράγοντες (Trivhilo and Leigh, 1988). Σε σχέση με άλλους εχθρούς θερμοκηπιακών καλλιεργειών, ο *F. occidentalis* αναπτύσσεται με ταχύτερους ρυθμούς αλλά γεννά λιγότερα αυγά και έχει μεγαλύτερη αναλογία αρσενικών. Αυτοί οι τελευταίοι δύο παράγοντες αντισταθμίζουν τη γρήγορη ανάπτυξη του εντόμου και έχουν σαν αποτέλεσμα, οι ρυθμοί της πληθυσμιακής του αύξησης να είναι ελαφρώς μικρότεροι από του *Thrips tabaci* (van Rijn et al., 1995)



Εικ. 2. Βιολογικός κύκλος του *Frankliniella occidentalis*

1.2.3. Ζημιές

Οι θρίπες είναι ένα είδος εντόμων που προσβάλλουν μια πλειάδα φυτών, θερμοκηπιακών και υπαίθριων καλλιεργειών. Εξαιτίας της διατροφής τους δημιουργείται καχεκτική ανάπτυξη, ποιοτική υποβάθμιση των καρπών (φελλώδεις εσχάρωσεις και παραμορφώσεις, εικ. 3) και επιπλέον αποτελούν φορείς ιώσεων. Θεωρούνται ως ένας από τους πιο δυσκολοεξόντωτους εχθρούς των καλλιεργειών. Προσβάλλουν τα περισσότερα φυτικά μέρη, εκτός του ριζικού συστήματος, αλλά συνήθως προτιμούν τους ταχέως αναπτυσσόμενους ιστούς (Lewis, 1973).

Τα συμπτώματα της προσβολής ποικίλουν ανάλογα με το φυτό ξενιστή (EPPO, 1988· Labanowski, 1982· EPPO/CAB, 1997). Εμφανίζονται αρχικά στα φύλλα και συνοψίζονται ως εξής :

- Μεταχρωματισμένες κηλίδες στην άνω επιφάνεια του φύλλου (εικ. 4).
- Αργυρόχρωμες κηλίδες, παραμορφώσεις, μη φυσιολογική ανάπτυξη, δημιουργία κηκίδων στο φύλλωμα.
- Δακτυλιωτές κηλίδες που αποτελούνται από μικρές σκούρες ουλές, περιβαλλόμενες από λευκή άλω (εικ. 5).
- Εμφάνιση στην επιφάνεια των φύλλων και των λουλουδιών, υγρών αποχωρημάτων τα οποία δημιουργούν σκούρες πράσινες περιοχές (εικ. 6).

Σε αντίθεση με τα περισσότερα έντομα, τα οποία προξενούν επιφανειακές μόνο ζημιές στους ιστούς, τα θυσανόπτερα τρεφόμενα στα φύλλα, καταστρέφουν ολοκληρωτικά όλες τις δομικές τους στοιβάδες. Τις παραπάνω μηχανικές αλλοιώσεις ακολουθούν κάποιες βιοχημικές και φυσιολογικές μεταβολές στα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά και στο επίπεδο των διαλυτών νιτρωδών στους προσβεβλημένους ιστούς (Kirk, 1997). Επιπλέον, μετά τη διατροφή του θρίπα έχει παρατηρηθεί αύξηση κάποιων αμινοξέων ως αποτέλεσμα της προσπάθειας του φυτού να αντεπεξέλθει στη ζημιά, γεγονός που έχει καταγραφεί και για τις αφίδες (Evans, 1984). Άλλη συνέπεια της διατροφής, είναι η εμφάνιση αλλοιώσεων του μεταβολισμού των φαινολικών ουσιών στους προσβεβλημένους ιστούς.

Επίσης έχει βρεθεί ότι η παραγωγή αιθυλενίου σε προσβεβλημένους από θρίπες ιστούς, ήταν σημαντικά πιο αυξημένη απ' ότι σε ιστούς με μηχανικά τραύματα (Rieske and Raffa, 1995).



Εικ. 3 Φελλώδεις εσχαρώσεις



Εικ. 4 Μεταχρωματισμένες κηλίδες



Εικ 5 Αργυρόχρωες κηλίδες στην άνω επιφάνεια φύλλου μελιτζάνας



Είκ.6 Υγρά αποχωρήματα του *F. occidentalis* στην άνω και κάτω επιφάνεια των φύλλων.

1.1.4 Χημική αντιμετώπιση

Η αντιμετώπιση του θρίπα αποτελεί σήμερα ιδιαίτερα οξύ πρόβλημα στη φυτοπροστασία των ανθοκηπευτικών. Αυτό δεν οφείλεται τόσο στο μεγάλο αριθμό των ειδών που τα προσβάλλουν ούτε και στην έλλειψη πληροφοριών γύρω από τον τρόπο αντιμετώπισης τους.

Οι σοβαρές δυσκολίες που παρουσιάζονται οφείλονται κυρίως :

- Στον ταχύτατο ρυθμό αναπαραγωγής του.
- Στη μεγάλη αξία των ζημιωμένων προϊόντων
- Στους περιορισμούς στην χρήση των φυτοφαρμάκων επειδή τα προϊόντα καταναλώνονται νωπά (κηπευτικά), αμέσως μετά τη συγκομιδή τους και συχνά χωρίς αποφλοιώση (τομάτα, πιπεριά, μελιτζάνα).
- Στην ανθεκτικότητα που έχουν αναπτύξει τα Αρθρόποδα σε πολλές από τις δραστικές ουσίες που έχουμε στη διάθεση μας και που εφαρμόζονται για την αντιμετώπιση τους.

Όπως μπορεί εύκολα κάποιος να αντιληφθεί, τα προβλήματα οξύνονται στις καλλιέργειες υπό κάλυψη. Το κλειστό περιβάλλον μπορεί να δημιουργήσει ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών, ακόμα και σε εποχές που είναι αδύνατη η καλλιέργεια τους στο ύπαιθρο, συγχρόνως όμως διευκολύνει την επιβίωση, την ανάπτυξη και τη ζημιογόνο δράση των εχθρών τους.

Στο ίδιο περιβάλλον περιορίζεται ακόμη περισσότερο το φάσμα των φυτοφαρμάκων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, χωρίς βλαβερές συνέπειες για τους χρήστες αλλά και για την ίδια την καλλιέργεια.

Επίσης η υψηλή αξία των παραγόμενων προϊόντων κάνει τις επεμβάσεις με συνθετικά φυτοπροστατευτικά σκευάσματα ακόμα πιο ζημιογόνες. Ευτυχώς, κάτω από αυτές τις συνθήκες είναι δυνατή η χρήση φυσικών βιολογικών εχθρών με μεγάλη αποτελεσματικότητα στην αντιμετώπιση των επιζήμιων εντόμων.

Έτσι είναι εφικτή η εφαρμογή προγραμμάτων «Ολοκληρωμένης Αντιμετώπισης των Αρθρόποδων», μέθοδος η οποία θεωρείται παγκόσμια η εναλλακτική λύση στο αδιέξοδο που έχει δημιουργηθεί με τη συμβατική χημική καταπολέμηση.

Από τις αρχές του 1990 ο *F. occidentalis* έγινε αντικείμενο εντατικών μελετών σχετικά με τη χρήση και την αποτελεσματικότητα εντομοκτόνων για τον έλεγχο της ταχείας εξάπλωσής του, ειδικότερα σε θερμοκήπια. Η ικανότητα του να εισχωρεί και να «κρύβεται» πάντα, καθώς και η προτίμησή του να νυμφώνεται στο έδαφος, δυσχεραίνουν την αντιμετώπιση του.

Οι Helyet και Brabyn (1992), εκτίμησαν τα αποτελέσματα της άμεσης επαφής 51 ενώσεων σε λάρβες σε βιοδοκιμές εργαστηρίου, επιπλέον, εκτίμησαν τα πιο αποτελεσματικά κοκκώδη και διασυστηματικά σκευάσματα σε λάρβες, πούπες και ενήλικα άτομα σε πειράματα θερμοκηπίου. Τα πειράματα αυτά έγιναν σε τεμάχια 1m².

Η αρχική εκτίμηση έδειξε ότι 14 σκευάσματα θανάτωσαν περισσότερο από το 75% των νεαρών ατόμων μετά από τρεις ημέρες με τα οργανοφωσφορικά, chlorpyrifos (98,1%) και quinalphos (99,8%) να είναι τα πιο αποτελεσματικά. Όταν αυτά τα 14 σκευάσματα δοκιμάστηκαν στις λάρβες, πούπες και τέλεια, τα chlorfeviriphos, chlorpyrifos, chlorpyrifosmethyl και malathion έδωσαν καλά αποτελέσματα και στα τρία στάδια, αλλά οι πούπες αποδείχθηκαν το πιο ευαίσθητο στάδιο.

Στις έρευνες που ακολούθησαν σε πειραματικά τεμάχια θερμοκηπίου, με την εφαρμογή 24 σκευασμάτων σε ψεκασμό φυλλώματος, τα περισσότερα έδειξαν άμεσα αποτελέσματα σε 24 ώρες. Από αυτά όμως που είχαν έγκριση για χρήση στο θερμοκήπιο στη Μ. Βρετανία, μόνο το malathion προσέφερε συνεχή έλεγχο του εντόμου για περισσότερο από δύο εβδομάδες καθώς και το carbofuran, μη επιτρεπόμενο διασυστηματικό, έδειξε επίσης μεγάλης διάρκειας δράση. Πρακτικά, τα εγκεκριμένα σκευάσματα για εφαρμογή σε θερμοκήπια διαφέρουν και εξαρτώνται από το αν τα προϊόντα της καλλιέργειας είναι βρώσιμα και από την ανθεκτικότητα του είδους που την προσβάλλει.

Τα πειράματα που αναφέρθηκαν παραπάνω έγιναν όλα πάνω στο ίδιο στέλεχος του *Frankliniella occidentalis*, για να καθοριστεί η άμεση ανθεκτικότητα για κάθε εντομοκτόνο, παρ' ότι αυτή διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Στην κεντρική, ανατολική και νότια Αγγλία για παράδειγμα, έχουν καταγραφεί 30πλάσιες διαφορές στην ανθεκτικότητα σε διαφορετικούς πληθυσμούς του ίδιου είδους στο malathion και 25πλάσιες στο dichlorvos (Macdonald, 1995).

Σε πειράματα στο εργαστήριο Εντομολογίας στο Τ.Ε.Ι Ηρακλείου (Μ. Παπαδάκη, 2002) χρησιμοποιήθηκαν 3 εγκεκριμένα, ευρείας χρήσης εντομοκτόνα, για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας τους στον *Frankliniella occidentalis* (Dichlorvos 44%, Malathion 50%, Chlorpiriphos methyl 22.5%). Η αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων εκτιμήθηκε με μετρήσεις των ατόμων στα φύλλα και άνθη των φυτών που πραγματοποιήθηκαν την 1^η, 2^η, 3^η, 7^η, και 14^η, ημέρα μετά τον ψεκασμό.

Στα φύλλα, 24 ώρες μετά τον ψεκασμό η αποτελεσματικότητα κυμάνθηκε από 90.68% (chlorpiriphos methyl), 81.18%(dichlorvos), 71.45% (malathion). Την 2^η ημέρα μετά την επέμβαση οι τιμές ήταν 94.07%, 86.60%, και 83.41% αντίστοιχα. Την 3^η ημέρα οι τιμές ήταν 91.53%, 81.82% και 88.57%. Από την 7^η μέρα και μετά ο πληθυσμός άρχισε να αυξάνεται σε όλες τις επαναλήψεις.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι εμφανές ότι οι ψεκασμοί πρέπει να επαναλαμβάνονται κάθε εβδομάδα για την σταθεροποίηση του πληθυσμού σε ανεκτά επίπεδα. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι τα παραπάνω εντομοκτόνα θεωρούνται από τους παραγωγούς αναποτελεσματικά, καθώς επίσης ότι δεν εμφανίζουν μείωση του πληθυσμού στα επίπεδα που παρατηρήθηκαν στα παραπάνω πειράματα.

Η διαφορετική αυτή συμπεριφορά των σκευασμάτων οφείλεται προφανώς στο γεγονός ότι στο χώρο που έγιναν τα πειράματα δεν είχαν χρησιμοποιηθεί καθόλου χημικά στο παρελθόν. Είναι επομένως προφανές ότι δεν είναι δυνατόν να συστηθεί κάποιο σκεύασμα ως κατάλληλο για την αντιμετώπιση του θρίπα και ότι αυτό εξαρτάται από την περιοχή, την προέλευση του πληθυσμού και γενικότερα τους παράγοντες που επηρεάζουν την ανθεκτικότητα.

1.3 Σύγχρονες τάσεις-Προοπτικές

Τα σοβαρά προβλήματα που δημιούργησε η χρήση των συνθετικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων άρχισαν να γίνονται αντιληπτά στα μέσα της δεκαετίας του '50. Από τα μέσα της επόμενης δεκαετίας άρχισε η διερεύνηση των προβλημάτων αυτών και η αναζήτηση λύσεων καθώς και η συστηματική έρευνα για την ανάπτυξη εναλλακτικών των χημικών μεθόδων καταπολέμησης. Το σπουδαιότερο όλων ήταν η αναζήτηση λύσης σε συνδυασμό με την ελαχιστοποίηση των μειονεκτημάτων των χημικών μέσων έλέγχου τόσο για τα παραγόμενα προϊόντα όσο και για το περιβάλλον.

Οι σύγχρονες τάσεις στόχο έχουν τον περιορισμό της χρήσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων όπου αυτό είναι δυνατόν και συμφέρον. Βασική προϋπόθεση για αυτόν τον περιορισμό είναι η καλή γνώση της βιολογίας και οικολογίας του προς καταπολέμηση εχθρού. Επίσης η χρησιμοποίησή τους πρέπει να γίνεται με τρόπο που να εξασφαλίζεται η προστασία της γεωργικής παραγωγής με λιγότερο δυσμενείς επιπτώσεις.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση φυτοπροστατευτικών μέσων πιο αποτελεσματικών, εκλεκτικών και με βελτιωμένες τεχνικές εφαρμογής τους. Η εφαρμογή τους δεν πρέπει να είναι μια διαδικασία ρουτίνας, όπως παλιότερα, που με την πρώτη εμφάνιση του κάθε εντόμου σε μια καλλιέργεια, ανεξάρτητα από την πυκνότητα του πληθυσμού του, γινόταν επέμβαση και μάλιστα με το πιο ισχυρό, δηλαδή τοξικό εντομοκτόνο. Η άποψη αυτή είναι ξεπερασμένη. Η χρησιμοποίησή τους πρέπει να βασίζεται σε επίπεδα πληθυσμών που προκαλούν οικονομική ζημιά.

Μερικές φορές η εφαρμογή ενός φυτοπροστατευτικού προϊόντος γίνεται επιτακτική, επειδή δεν ελήφθησαν εγκαίρως τα απαραίτητα προληπτικά μέτρα. Η προστασία όμως της καλλιέργειας όταν βασίζεται αποκλειστικά στη χρήση εντομοκτόνων είναι συνήθως

δύσκολη, δαπανηρή και απαιτούνται πολλές επεμβάσεις. Στις περιπτώσεις αυτές ιδιαίτερη σημασία έχουν:

- Η σωστή επιλογή εντομοκτόνου, το οποίο θα πρέπει μεν να είναι αποτελεσματικό αλλά και να μην είναι τοξικό για τα ωφέλιμα έντομα και άλλα Αρθρόποδα.
- Η σωστή χρήση του, δηλ. κατάλληλος χρόνος επέμβασης, τρόπος εφαρμογής, ενδεδειγμένη δοσολογία, έλεγχος δοσολογίας κλπ.

Τα τελευταία χρόνια νέες κατηγορίες χημικών ουσιών, περισσότερο φιλικές προς το περιβάλλον, χρησιμοποιούνται σε προγράμματα καταπολέμησης των εχθρών των καλλιεργούμενων φυτών. Σήμερα υπάρχουν αρκετά σκευάσματα με βελτιωμένες βιολογικές και φυσικοχημικές ιδιότητες που επιτρέπουν τη χρησιμοποίησή τους με μικρότερη ποσότητα δραστικής ουσίας ανά μονάδα επιφάνειας όπως π.χ είναι τα συνθετικά πυρεθροειδή σε αντίθεση με τα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά εντομοκτόνα.

Νέα προϊόντα όπως είναι οι ρυθμιστές αύξησης των εντόμων και κυρίως οι παρεμποδιστές σύνθεσης χιτίνης, υποκαθιστούν σταδιακά τα ευρέως φάσματος εντομοκτόνα. Τα προϊόντα αυτά, λόγω της εκλεκτικής τους δράσης είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης (IPM). Εκλεκτικό αποτέλεσμα μπορούμε να επιτύχουμε και με μη εκλεκτικά εντομοκτόνα όταν αυτά χρησιμοποιούνται με κατάλληλο τρόπο και δοσολογία και στον κατάλληλο χρόνο (οικολογική εκλεκτικότητα).

Στο άμεσο μέλλον τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα δε θα αποτελούν τη μοναδική μέθοδο αντιμετώπισης των εχθρών των καλλιεργειών, όμως η φυτοπροστασία θα εξακολουθεί να βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη χημική μέθοδο καταπολέμησης καθώς αυτή αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες ελέγχου των πληθυσμών επιζήμιων εντόμων, ιδίως όταν αυτοί πλησιάζουν το επίπεδο οικονομικής ζημίας.

Οι αυξανόμενες με την πάροδο των ετών απαιτήσεις για τοξικολογικές και οικοτοξικολογικές μελέτες οδήγησαν τα τελευταία χρόνια στη μείωση των ρυθμών παραγωγής νέων χημικών ουσιών και οι βιομηχανίες φυτοπροστατευτικών προϊόντων προσανατολίστηκαν στην ανακάλυψη νέων προϊόντων των οποίων οι ιδιότητες επιτρέπουν την ένταξή τους σε ένα Πρόγραμμα Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης. Τα

νέα προϊόντα που εμφανίστηκαν τα τελευταία χρόνια στη φυτοπροστασία είναι οι ρυθμιστές ανάπτυξης των εντόμων και κυρίως οι παρεμποδιστές σύνθεσης της χιτίνης. Η χρήση αυτών των σκευασμάτων, καθώς και των βιοεντομοκτόνων, αναμένεται να αυξηθεί στα επόμενα χρόνια.

Σήμερα, το πρόβλημα που απαιτεί επιτακτική λύση, δεν είναι το πώς θα καταργήσουμε τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, αλλά το πώς θα κατορθώσουμε, συνδυάζοντας κατάλληλα τα τελευταία επιτεύγματα της τεχνολογίας και εφαρμοσμένης βιολογίας, να μειώσουμε στο ελάχιστο τους κινδύνους τοξικότητας από τη χρήση των χημικών μέσων ελέγχου.

Τα προβλήματα που προκύπτουν από την αλόγιστη χρήση παρασιτοκτόνων ευρέως φάσματος δράσης, κατέστησαν επιτακτική την ανάγκη για την αναθεώρηση της ακολουθούμενης ημερολογιακής στρατηγικής καταπολέμησης και τη σταδιακή ανάπτυξη και εφαρμογή της IPM.

Σχετικά με την έννοια της IPM, έχουν κατά καιρούς δοθεί διάφοροι ορισμοί. Σύμφωνα με τους Stern et al. (1959), η IPM είναι η «καταπολέμηση εχθρών, η οποία συνδυάζει όλες τις διαθέσιμες βιολογικές και χημικές μεθόδους καταπολέμησης. Χημική καταπολέμηση εφαρμόζεται μόνο όταν είναι αναγκαίο και κατά τέτοιο τρόπο που να έχει τις μικρότερες επιπτώσεις στη βιολογική καταπολέμηση». Μεταγενέστεροι ορισμοί αναφέρονται με σαφήνεια στην οικολογική διάσταση της IPM. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τους Smith and Reynolds (1996) η IPM είναι «ένα σύστημα οικολογικά προσανατολισμένης διαχείρισης ή χειρισμού πληθυσμών βλαβερών για μια καλλιέργεια οργανισμών (εντόμων, ακάρεων, μυκήτων, ιών, ζιζανίων κτλ.) που χρησιμοποιεί όλες τις κατάλληλες τεχνικές με ένα συνδυασμένο τρόπο, τέτοιο που να περιορίζει τον πληθυσμό τους και να τον συγκρατεί σε επίπεδα κατώτερα από εκείνα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν οικονομική ζημιά».

Η βασική επιδίωξη της IPM είναι ο περιορισμός της χρήσης τοξικών παρασιτοκτόνων επικίνδυνων για το περιβάλλον και τον άνθρωπο, οικολογική ισορροπία και μεγιστοποίηση της χρήσης εναλλακτικών προς τη χημική, μεθόδων όπως η βιολογική καταπολέμηση, βιοτεχνικές και βιοτεχνολογικές μέθοδοι, καλλιεργητικά μέτρα κ.α. (Κατσόγιαννος και Κωβαίος, 1996).

Ένα είδος φυτοφάγου εντόμου μπορεί να προκαλέσει σε μια καλλιέργεια οικονομική ζημιά όταν η πυκνότητα πληθυσμού του είναι μεγαλύτερη από κάποια όρια. Η παρουσία του σε πυκνότητα πληθυσμού μικρότερη από τα όρια αυτά δεν προκαλεί ζημιά στην καλλιέργεια και συνεπώς το συγκεκριμένο είδος δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως εχθρός της.

Πολλά φυτά μπορεί να ανέχονται την παρουσία τέτοιων πληθυσμών και τις μικρές ή μέτριες βλάβες που προκαλούν και οι οποίες δεν έχουν επίπτωση στο ύψος της παραγωγής. Εξάλλου, η εξάλειψη του πληθυσμού ενός βλαβερού είδους, μπορεί να σημαίνει και τον αφανισμό των φυσικών του εχθρών λόγω έλλειψης λείας και επομένως δεν πρέπει να επιδιώκεται.

Με βάση τα προαναφερθέντα, στην IPM εισάγονται και χρησιμοποιούνται τα "όρια ανεκτής προσβολής" των φυτών και τα αντίστοιχα "όρια ανεκτής πυκνότητας" (ΟΑΠ) του πληθυσμού του βλαβερού είδους, καθώς και τα "όρια επέμβασης" (ΟΕ). Το ΟΑΠ είναι εκείνη η πυκνότητα του πληθυσμού του βλαβερού είδους κατά την οποία θα πρέπει να ληφθούν μέτρα αντιμετώπισης του, ώστε να αποφευχθεί η περαιτέρω αύξηση του, που θα έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση οικονομικής ζημιάς (Stern, 1973). Το ΟΕ συνήθως ορίζεται λίγο χαμηλότερα από το ΟΑΠ.

Στην IPM, καθορίζονται ΟΑΠ και ΟΕ για κάθε εχθρό μιας καλλιέργειας και όταν παρά τη χρήση άλλων εναλλακτικών προς τη χημική μεθόδων, οι πληθυσμοί φτάσουν στο ΟΕ, ως έσχατη λύση γίνονται επεμβάσεις με κατά το δυνατόν εκλεκτικά παρασιτοκτόνα.

Η εφαρμογή της IPM στη πράξη γίνεται ακολουθώντας ορισμένες βαθμίδες (στάδια) ανάπτυξης και εφαρμογής της (Kogan, 1988; Pedigo, 1989; Prokory et al., 1996).

Η πρώτη βαθμίδα περιλαμβάνει ολοκληρωμένες ενέργειες που αφορούν μόνο μια κατηγορία εχθρών μιας καλλιέργειας, πχ Αρθρόποδων (εντόμων, ακαρέων). Αρχικά δίνεται έμφαση στη χημική καταπολέμηση με εκλεκτικά παρασιτοκτόνα των σοβαρών εχθρών με βάση τα ΟΑΠ. Στη συνέχεια επιδιώκεται η μεγιστοποίηση εναλλακτικών και η ελαχιστοποίηση της χημικής μεθόδου καταπολέμησης. Σε ανώτερες βαθμίδες ακολουθούνται ανάλογες τακτικές για όλο το φάσμα των εχθρών της παραγωγής (έντομα, ακάρεα, μύκητες, ζιζάνια κτλ).

Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες καθώς και στη Β. Αμερική, εφαρμόζονται σε ένα μεγάλο ποσοστό ορισμένων καλλιεργειών οι πρώτες βαθμίδες εφαρμογής της IPM, ενώ σε άλλες καλλιέργειες βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο. Για παράδειγμα, η εφαρμογή της Ολοκληρωμένης Παραγωγής σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες ορισμένων ευρωπαϊκών χωρών γίνεται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 75%, ενώ στη χώρα μας μόνο σε ποσοστό 2-3% (Ροδιτάκης, 1996). Σε μηλοειδή, σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες όπως η Αυστρία, η Γερμανία, η Μ. Βρετανία, η Ελβετία και η Ολλανδία, η Ολοκληρωμένη Παραγωγή καταλαμβάνει ένα ποσοστό της τάξεως του 70% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης. Στην Ελλάδα στα πλαίσια ορισμένων ερευνητικών προγραμμάτων, έχουν γίνει προσπάθειες πειραματικής εφαρμογής της IPM σε μικρές εκτάσεις δενδρωδών καλλιεργειών, όπως σε γιγαρτόκαρπα στην Άρνισα του νομού Πέλλας (Κυπαρισούδας, 1996) και Ζαγοράς Πηλίου (Ε. Σφακιωτάκης) και σε ροδακινιές στην περιοχή της Νάουσας (συνεργασία του Εργαστηρίου Εντομολογίας του Α.Π.Θ. με το Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δέντρων Νάουσας).

Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται στη IPM, είτε είναι παρασιτοκτόνα με εκλεκτική δράση (εντομοκτόνα, ακαρεοκτόνα κτλ), είτε άλλες ουσίες και προϊόντα που δεν έχουν τοξική δράση, όπως για παράδειγμα χρωματικές εντομοπαγίδες, ελκυστικές φερομόνες ή ελκυστικές τροφικές ουσίες καθώς και εντομοαπωθητικά σκευάσματα. Τα προϊόντα της δεύτερης ομάδας, χρησιμοποιούνται τόσο για την παρακολούθηση της διακύμανσης του πληθυσμού και τον καθορισμό ορίων ανεκτής πυκνότητας, όσο και για άμεση καταπολέμηση με εναλλακτικές μεθόδους όπως για παράδειγμα με μαζική παγίδευση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

2.1 Οι μύκητες στα Πλαίσια της Μικροβιακής Καταπολέμησης των φυτοπαράσιτων.

Η χρήση των συνθετικών χημικών ουσιών εναντίον των Αρθρόποδων δημιούργησε όπως γνωρίζουμε πραγματική επανάσταση στον τομέα της φυτοπροστασίας πριν μερικές δεκαετίες. Η άμεση και αποτελεσματική δράση τους, σε συνδυασμό με την εύκολη εφαρμογή τους ενθουσίασε τους παραγωγούς και τους τεχνικούς που ασχολούνταν σ' αυτόν τον τομέα. Φάνηκε έτσι ότι το πρόβλημα της αντιμετώπισης των εχθρών των καλλιεργειών είχε λυθεί. Χρειάστηκαν δυο δεκαετίες για να γίνει αντιληπτή και η αρνητική πλευρά αυτών των ουσιών. Όλοι πλέον γνωρίζουμε για την μόλυνση που προξενούν στο περιβάλλον, την ανάπτυξη ανθεκτικών φυλών από τα φυτοπαράσιτα, την εμφάνιση νέων εχθρών που πριν ελέγχονταν από τους ωφέλιμους οργανισμούς, τις επιπτώσεις των υπολειμμάτων στους καταναλωτές κ.α.

Για να λυθούν ή τουλάχιστον να περιοριστούν τα προβλήματα που προαναφέραμε, αναζητήθηκαν εναλλακτικές μέθοδοι. Ανάμεσα σ' αυτές η Βιολογική Καταπολέμηση έχει σίγουρα πρωτεύοντα ρόλο. Ένας από τους κύριους κλάδους αυτής της μεθόδου είναι η Μικροβιακή Καταπολέμηση.

Οι μύκητες ήταν οι πρώτοι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην καταπολέμηση των φυτοπαράσιτων στα πλαίσια της Μικροβιακής Καταπολέμησης αυτών. Ο ορισμός Μικροβιακή Καταπολέμηση είναι σχετικά πρόσφατος και αναφέρθηκε για πρώτη φορά από τον Steinhaus το 1949, ως microbial control. Η έννοια όμως την οποία ορίζει ανακαλύφθηκε περίπου έναν αιώνα πριν.

Έως τα μέσα του 19^{ου} αιώνα η ιστορία αυτής της επιστήμης ήταν συνδεδεμένη με τις μέλισσες και κυρίως με τον *Bombyx morii*, κοινώς μεταξοσκώληκα. Πράγματι, το 1835-36 ο Agostino Bassi απέδειξε ότι μια ασθένεια αυτού του εντόμου που ήταν μεταδοτική οφείλονταν σε ένα μικροοργανισμό, τον μύκητα *Beauveria bassiana*, ο οποίος ονομάστηκε έτσι προς τιμήν του. Εκτός αυτού, σε γραπτά του Bassi βρίσκονται οι πρώτες αναφορές για τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν μικροοργανισμοί για να καταπολεμηθούν βλαβερά έντομα. Η ανακάλυψη του *Beauveria bassiana* ως

μολυσματικού παράγοντα γέννησε την ιδέα της εφαρμογής των μικροοργανισμών εναντίον των φυτοπαράσιτων. Γι' αυτό ο Agostino Bassi θεωρείται ο πατέρας της “Παθολογίας των Εντόμων”.

Ένα άλλο πρόσωπο κλειδί στην ανάπτυξη αυτής της επιστήμης υπήρξε ο Pasteur το 1870. Συνέπεια των ανακαλύψεων των Bassi και Pasteur ήταν στις επόμενες προσπάθειες να προσδιοριστούν και να μελετηθούν άλλα εντομοπαθογόνα. Το 1873 η πρόταση να μελετηθούν τα παθογόνα στα πλαίσια της καταπολέμησης των εντόμων μορφοποιήθηκε από τον Αμερικάνο εντομολόγο Le Conte. Το 1878 ο Ρώσος Metchnikov ήταν ο πρώτος που κατανόησε την σπουδαιότητα της μαζικής παραγωγής αυτών των παθογόνων και την πραγματοποίησε. Στην συνέχεια έγινε μια σοβαρή προσπάθεια στις ΗΠΑ, όπου δημιουργήθηκε ένας πειραματικός σταθμός στο πανεπιστήμιο του Κάνσας για την παραγωγή του μύκητα *Beauveria bassiana*.

Παρ' όλα αυτά ο μικροοργανισμός που επρόκειτο να κυριαρχήσει στον χώρο της μικροβιακής καταπολέμησης των εντόμων είχε ήδη απομονωθεί από το 1901 από τον Ιάπωνα Ishiwata ως *Sotto bacillus* που στη συνέχεια ονομάστηκε από τον Berliner σε *Bacillus thuringiensis*.

Άλλες κατηγορίες εντομοπαθογόνων οργανισμών είναι οι ιοί, τα πρωτόζωα και οι νηματώδεις.

Οι τύποι της σχέσης μεταξύ εντόμων και μυκήτων είναι πολυάριθμοι (Wilding 1989). Όσον αφορά αυτή την παθογένεια έχουν αναγνωρισθεί 700 περίπου είδη μυκήτων ως παράσιτα εντόμων και ακάρεων, που ανήκουν σε 100 διαφορετικά γένη. Το κύριο πλεονέκτημα αυτών των μυκήτων είναι ότι δρουν δι' επαφής, διεισδύοντας στον ξενιστή μέσω του εξωσκελετού (cuticula). Έτσι μπορούν να καταπολεμήσουν έντομα με στοματικά μόρια μυζητικού τύπου (Hemiptera) ή έντομα εδάφους που παρασιτούν τις ρίζες καθώς και κάθε έντομο με στοματικά μόρια μασητικού τύπου.

Σήμερα ο *Beauveria bassiana* αποτελεί έναν από τους πιο μελετημένους εντομοπαθογόνους μύκητες και χρησιμοποιείται με μεγάλη αποτελεσματικότητα σε πολλά μέρη του κόσμου εναντίον ενός μεγάλου αριθμού εντόμων.

Όσον αφορά τους εντομοπαθογόνους οργανισμούς είναι γνωστό ότι έχουν απομονωθεί αρκετά είδη σε διαφορετικά έντομα. Ειδικά για τους θρίπες όμως δεν υπάρχουν πολλά στοιχεία σ' αυτόν τον τομέα παρά το γεγονός ότι έχουν βρεθεί πολλά

είδη εχθρών των καλλιεργειών και έχουν γίνει πολυάριθμες μελέτες γύρω από τους θρίπες. Ίσως το μικροσκοπικό τους μέγεθος και η τάση τους να κρύβονται τους βοηθούν να ξεφεύγουν από αυτού του είδους τους εχθρούς. Στις σχετικά λιγοστές μελέτες που έχουν γίνει γύρω από τους παθογόνους οργανισμούς που προσβάλλουν τους θρίπες, όσες φορές επιχειρήθηκε αυτό, τα πιο κοινά παθογόνα που βρέθηκαν είναι χωρίς άλλο οι μύκητες. Αυτό παρακίνησε το ενδιαφέρον για πιθανή εξερεύνηση μεθόδων καταπολέμησης του θρίπα με εντομοπαθογόνους μύκητες οι οποίοι, αντίθετα με τους ιούς και τα βακτήρια, μπορούν να διεισδύσουν στο σώμα των εντόμων απ' ευθείας χωρίς να είναι απαραίτητη η κατάποση τους για να προσβάλλουν τον ξενιστή.

Οι μύκητες έχουν κάποια πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλους βιολογικούς εχθρούς. Η δράση τους δεν επηρεάζεται από την φωτοπερίοδο που μπορεί να επηρεάσει την αποτελεσματικότητα κάποιων αρπακτικών των θριπών, όπως είναι το *Orius sp.* (Parrella, 1993), παραμένουν δραστήριοι σε ευρεία ακτίνα περιβαλλοντικών συνθηκών και μπορούν να δράσουν σε διαφορετικές κλιματικές ζώνες (Marcandier and Khachatourians, 1987, Moorehouse et al., 1994, Zimmermann, 1994).

Η ανάπτυξη κατάλληλων διαδικασιών για μαζική παραγωγή και τεχνική τυποποίησης που εξασφαλίζουν την αποτελεσματικότητα και την κονιδιακή σταθερότητα για τη διατήρηση και εφαρμογή των σκευασμάτων καθιστούν τους μύκητες όλο και περισσότερο πιο ελκυστική επιλογή μεταξύ των εντομοπαθογόνων οργανισμών (Goettel and Roberts, 1992, Bateman et al, 1993, Stathers et al., 1993, Jenkins and Lomer, 1994).

2.2 Οι μύκητες που σχετίζονται με τους θρίπες

Φυσική επίδραση

Οι μύκητες που έχουν απομονωθεί ή είναι γνωστοί ότι προσβάλλουν θρίπες ανήκουν είτε στην κλάση Hyphomycetes ή στη Zygomycetes στην υποδιαίρεση Deuteromycotina και Zygomycotina αντίστοιχα.

Zygomycetes

Παρατηρήσεις φυσικής επιζωοτίας σε πληθυσμούς θρίπα έχουν κατά μεγάλο μέρος περιοριστεί στους Entomophthorales. Οι Bourne and Show (1934) και οι Bourne and Whitcomb (1935) ανέφεραν ότι οι πληθυσμοί του *Thrips tabaci* ρυθμίζονταν ανάμεσα στις καλλιέργειες κρεμμυδιού στην περιοχή Connecticut River Valley της Μασαχουσέτης των Η.Π.Α από ένα μύκητα, πιθανόν από τον *Entomophthora sphaerosperma*. Ο *Neozygites parvispora* ευρύτερα γνωστός ως *Entomophthora sparvispora*, βρέθηκε συχνά σε *Thrips tabaci* και *Thrips fuscipennis* σε καλλιέργειες κρεμμυδιού στην Κεντρική και Νότια Ευρώπη. Προσπάθειες να χρησιμοποιηθεί αυτός ο μικροοργανισμός για καταπολέμηση στον αγρό δεν ήταν επιτυχής ενώ στον έλεγχο του *Thrips tabaci* σε θερμοκήπια όπου οι συνθήκες ήταν ελεγχόμενες βελτιώθηκε η προσβολή και η εξάπλωση της μόλυνσης (Carl, 1975 MacLeod et al., 1976). Στην Ολλανδία παρατηρήθηκε παρασιτισμός από τον *Entomophthora thripidium* στον *Thrips tabaci* σε διαφορετικές θερμοκηπιακές καλλιέργειες ενώ στον αγρό ο μύκητας βρέθηκε να ελέγχει το έντομο σε επίπεδο κάτω από οικονομικά αποδεκτά επίπεδα (Remakers, 1976, Samson et al., 1979).

Ο Saito et al. (1989) παρατήρησε μια χαμηλή συχνότητα εμφάνισης του *Neozygites parvispora* σε δείγματα του *Thrips palmi* που συλλέχθηκαν στον αγρό. Το ίδιο παθογόνο βρέθηκε σε άτομα του *Frankliniella occidentalis* σε πιπεριές που αναπτύχθηκαν σε θερμοκήπιο στην Ιταλία (Magano di san Lio et al., 1992) ενώ σε παρατηρήσεις σε θερμοκήπιο ο Vacante et al.(1994) σημείωσε ότι ο *Neozygites parvispora* προξένησε μέχρι και 60% θνησιμότητα σε κινητά αναπτυσσόμενα στάδια του *Frankliniella occidentalis* όπου παράλληλα μειώθηκε τόσο η πυκνότητα του πληθυσμού του εντόμου όσο και η αναλογία των προσβεβλημένων φύλλων και λουλουδιών. Η ανάπτυξη ενός επιζωοτικού μικροοργανισμού φάνηκε να είναι λιγότερο εξαρτημένη σε περιβάλλον με υψηλή σχετική υγρασία σ' αυτήν την περίπτωση απ' ότι σε άλλες απομονώσεις του ίδιου είδους (Vacante et al., 1979).

Hyphomycetes

Οι μύκητες *Verticillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces farinusus*, *P. lilacinus* και *Hirsutella sp.* έχουν απομονωθεί στον *Taeniothrips incosequens* που είναι

περιστασιακός εχθρός του γλυκοσφένδαμου στην βορειοανατολική περιοχή των Η.Π.Α (Skinner et al., 1991, Brownbridge et al., 1993, Brownbridge, 1995). Ο *Beauveria bassiana* εντοπίστηκε στους *Thrips calcaratus*, *Frankliniella occidentalis* και *Haplothrips tritici* (Lyubenov, 1961, Humber, 1992). Ο Hall (1992) και Hall et al. ανέφεραν τον *Hirsutella sp.* να παρασιτεί τον *Thrips palmi* και την περιστασιακή εμφάνιση του *Metarhizium* και *Hirsutella sp.* σε *Liothrips mikaniae* (Greenwood and Mills, 1989). Αν και γενικά δεν θεωρείται καθαρά εντομοπαθογόνος μύκητας ένα *Aspergillus sp.* έχει αναφερθεί ότι προσβάλλει τους θρίπες (Dyadechko, 1977).

2.3 Οι μύκητες στην αντιμετώπιση των εντόμων

Τόσο οι εργαστηριακές μελέτες όσο και αυτές στον αγρό σχετικά με την εκτίμηση της χρησιμοποίησης των μυκήτων εναντίον του θρίπα είναι πολύ λίγες. Ενώ οι Entomophthorales μπορούσαν να έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε μια κλασική εναλλακτική μέθοδο καταπολέμησης, όπου οι μύκητες θα μπορούσαν να εξαπολύονται βαθμιαία και να αυτοδιαιρούνται ανάμεσα στον πληθυσμό του θρίπα, προσπάθειες να χρησιμοποιούν αυτά τα παθογόνα έφεραν περιορισμένα αποτελέσματα. Αυτή η προσέγγιση θα μπορούσε να είναι επιτυχής σε πολυετείς καλλιέργειες, σε εποχικές όμως απαιτείται άμεσος περιορισμός του πληθυσμού και των ζημιών στην καλλιέργεια.

Οι μύκητες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως μυκοεντομοκτόνα με στόχο να μεγιστοποιήσουν την αναλογία μόλυνσης και θνησιμότητας μετά από εφαρμογή του μολύσματος. Διαδοχικές επεμβάσεις στη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου είναι ίσως απαραίτητες για θετικά αποτελέσματα (Prior, 1990). Για μια τέτοια στρατηγική, είναι απαραίτητη η φθηνή παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων μολύσματος καθώς και κάποιος τρόπος τυποποίησης που να διευκολύνει εύκολη εφαρμογή των μυκήτων με συμβατικό εξοπλισμό. Προς το παρόν, αυτό περιορίζει τους μύκητες που μπορούν να διακινηθούν με επιτυχία εμπορικά στους Hyphomycetes, με τους οποίους έχουν γίνει οι περισσότερες πειραματικές εργασίες.

Σε παρατηρήσεις που έγιναν για την αποτελεσματικότητα των παθογόνων, πιο συχνά οι μύκητες χρησιμοποιήθηκαν για την καταπολέμηση άλλων εντόμων, όπως αλευρώδεις ή αφίδες σε καλλιέργειες θερμοκηπίου (Van der Schaaf et al., 1991). Σε πειράματα θερμοκηπίου όμως ο *Thrips tabaci* βρέθηκε ευαίσθητος στον *Verticillium*

lecanii, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* και *P. fumosoroseus* (Gillespie, 1986, Franssen, 1990). Οι Vestergaard et al. (1995) και Brownbridge (1995) απέδειξαν ότι οι *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, και *Metarhizium anisopliae* ήταν πιο αποτελεσματικοί στον *Frankliniella occidentalis* απ' ό τι οι *P. fumosoroseus* και *Paecilomyces farinosus*. Επίσης ο *Taeniothrips inconsequens* είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος στους *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, και *Metarhizium anisopliae* (Brownbridge, 1995). Οι μελέτες των Hall et al. (1994) και του Saito (1991) αποδεικνύουν ότι οι *Hirsutella sp.*, *P. fumosoroseus* και *Beauveria bassiana* δίνουν καλά αποτελέσματα εναντίον του *Thrips palmi*. Ο Brownbridge (1994) απέδειξε ότι διαφορετικοί μύκητες, όπως *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, και *Metarhizium anisopliae*, μπορούν να ελέγχουν τους πληθυσμούς του *Frankliniella occidentalis* σε άνθη χρυσάνθεμου.

Σε πειράματα θερμοκηπίου ο *Verticillium lecanii* χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς στην καταπολέμηση του *Thrips tabaci* και *Frankliniella occidentalis* σε αγγούρι και χρυσάνθεμο (Binns et al., 1982, Gillespie, 1986, Helyer et al., 1992). Σε εφαρμογές με *Verticillium lecanii* που έγιναν για την αντιμετώπιση του αλευρώδη από τους Schraaf et al. (1991) παρατηρήθηκαν ποσοστά μόλυνσης του *Frankliniella occidentalis* της τάξης του 60% σε αγγουριά. Παρ' ό τι είναι γνωστό ότι η υψηλή σχετική υγρασία είναι σημαντικός παράγοντας για την αποτελεσματικότητα του *Verticillium lecanii* (Milner and Lutton, 1986), η καταπολέμηση του θρίπα ήταν επιτυχής ακόμα και όταν η σχετική υγρασία έπεσε κάτω από 75% σε καλλιέργεια αγγουριάς. Χρησιμοποιήθηκαν βέβαια υψηλότερες δόσεις για να αντισταθμιστούν οι αρνητικές επιπτώσεις της χαμηλής σχετικής υγρασίας στην αποτελεσματικότητα του παθογόνου.

Σε χρυσάνθεμα όμως η υψηλή υγρασία είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική δράση του *Frankliniella occidentalis* (Helyer et al., 1992). Η υγρασία στην επιφάνεια του φύλλου φαίνεται να διαφοροποιείται σημαντικά ανάλογα με το είδος του φυτού, έτσι κάποιες παρεμβάσεις είναι απαραίτητες για την ρύθμιση της υγρασίας σε κάποιες καλλιέργειες για να επιτευχθεί αποτελεσματική δράση του μύκητα. Δηλαδή όταν είναι απαραίτητη η χαμηλή θερμοκρασία στην καλλιέργεια για κάποιο λόγο, τότε είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται σκευάσματα του *Beauveria* ή *Metarhizium* (Ramoska, 1984, Marcandier, and Khachatourians, 1987, Lomer et al., 1994).

Πολλά ζημιογόνα είδη σε κάποιο στάδιο του βιολογικού τους κύκλου, διαβιούν στο έδαφος όπως ο *Frankliniella occidentalis*, *Taeniothrips inconsequens*, *Thrips tabaci* και *Thrips palmi* και σε αυτό το στάδιο όμως το έντομο προσβάλλεται από τους μύκητες. Ο Serman et al. (1994) διαπίστωσε ότι οι εφαρμογές με *Verticillium lecanii* στο έδαφος ήταν επιτυχείς εναντίον του *Frankliniella occidentalis*, στο στάδιο αυτό, το επίπεδο όμως παθογένειας μειώθηκε σύντομα σε μη αποστειρωμένο έδαφος (Hitre et al., 1994).

Οι Brownbridge et al. (1994) απέδειξαν ότι ο *Metarhizium anisopliae* και *Beauveria bassiana* μπορούν να μειώσουν σημαντικά τους πληθυσμούς του *Frankliniella occidentalis* σε φυτά σε γλάστρες και ίσως πρέπει να χρησιμοποιούνται ανάλογες φυλές σ' αυτού του τύπου το περιβάλλον, όπου τα επίπεδα παθογένειας του σκευάσματος διατηρούνται για μακριές περιόδους (Chase et al., 1986, Vanninen and Tyni-Juslin, 1991, Moorehouse et al., 1993). Ο Vestergaard (1995) πέτυχε επίσης ικανοποιητικό έλεγχο του *Frankliniella occidentalis* σε γλάστρα με κομπόστα και διαπίστωσε ότι ο *Metarhizium anisopliae* επιβιώνει για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε αποστειρωμένο υπόστρωμα απ' ότι σε κοινό. Προφανώς σε συνθήκες αγρού, οι ανταγωνιστές εδάφους περιορίζουν τη δυνατότητα επιβίωσης του μύκητα.

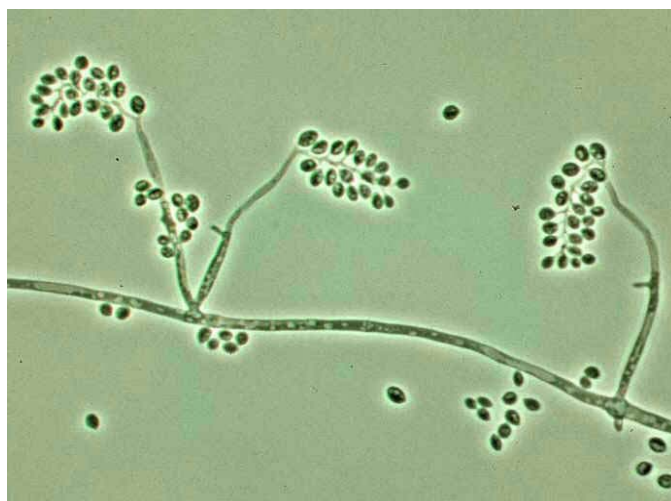
Τόσο ο *Beauveria bassiana* όσο και ο *Verticillium lecani* μελετώνται για την αντιμετώπιση του *Taeniothrips inconsequens* του γλυκοσφένδαμου (Brownbridge, 1995). Σε πειράματα αγρού, παρατηρήθηκε αύξηση της αποτελεσματικότητας του *Beauveria bassiana* σε πληθυσμούς εδάφους (ακίνητο στάδιο) του εντόμου σε δασικά εδάφη, προστιθέμενο δε ως υπόστρωμα με κοκκώδη μορφή διατηρήθηκε για περισσότερο από 18 μήνες (M. Brownbridge, αδημοσίευτα στοιχεία).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

3.1 *Beauveria bassiana*

3.1.1 Φυσιολογία και τρόπος μόλυνσης.

Για τον *Beauveria bassiana* δεν είναι γνωστός ο κύκλος εγγενούς αναπαραγωγής. Τα έντομα προσβάλλονται από τα όργανα αγενούς αναπαραγωγής, τα κονίδια. Αυτά επιτίθενται στον εξωσκελετό του ξενιστή, είναι υαλώδη, στιλπνά και έχουν διάμετρο 2-3 μm . Ο τρόπος βλάστησης ξεκινά με την βλάστηση των κονιδίων και διείσδυση των βλαστικών σωλήνων μέσω περιοχών του εξωσκελετού των εντόμων (Pekrul and Grula, 1979). Στους επιμήκεις βλαστικούς σωλήνες δημιουργούνται septa και προκύπτουν βλαστοσπόρια (εικ. 7).



Εικ. 7. Κονίδια και κονιδιοφόροι του μύκητα *Beauveria bassiana*

Όλοι οι ιστοί των εντόμων διαπερνώνται από τον μύκητα πριν να προκληθεί η θανάτωση τους. Επίσης έχει αποδειχθεί ότι η θανάτωση εξαρτάται από τον τύπο του απομονωθέντα μύκητα και το στάδιο ανάπτυξης του εντόμου (Feug, 1995).

Σε περιβάλλον υψηλής υγρασίας ο μύκητας δημιουργεί ένα στρώμα κονιδίων στην επιφάνεια του σώματος των παρασιτισμένων ατόμων. Οι αποικίες έχουν βελούδινη υφή λευκού χρώματος που τείνει προς το κίτρινο με την πάροδο του χρόνου (εικ. 8).



Εικ. 8. Ανάπτυξη μυκηλίου του *Beauveria bassiana* σε νεκρό θρίπα.

Έχει διαπιστωθεί ότι ο *Beauveria bassiana* απαιτεί επίπεδα RH 92,5% και 15-35 °C για την βλάστηση των σπορίων, ανάπτυξη του μυκηλίου και σποριογένεση. Τα ανώτατα επίπεδα των παραπάνω λειτουργιών επιτυγχάνονται σε συνθήκες 100% RH και 25-30 °C (Hedlund and Pass, 1968, Walstad et al. 1970, Ferron, 1981). Σε βιοδοκιμές που έχουν γίνει στο εργαστήριο αποδείχθηκε ότι η μεταναστευτική ακρίδα *Melanoplus salsinipenis* προσβάλλεται από τον *Beauveria bassiana* ανεξάρτητα από τα επίπεδα σχετικής υγρασίας (12, 33, 76, 100 % RH) (Marcandier, and Khachatourians, 1987). Επίσης τα σπόρια που διατηρήθηκαν στους 21 °C έχασαν όλη την ζωτικότητα τους μετά από λίγους μήνες ενώ στους 8 °C έμειναν ενεργά για ένα τουλάχιστον χρόνο.

Ο μύκητας παράγει διάφορα ένζυμα και τοξίνες (Roberts, 1981) με εντομοκτόνο δράση ανάμεσα στις οποίες η πιο σημαντική είναι το πεπτίδιο “Μποβερικίνη” (beauvericine, A) που θεωρείται το εν δυνάμει εντομοκτόνο μόριο εναντίον των ακμαίων της οικιακής μύγας *Musca domestica*, εναντίον προνυμφών των κουνουπιών κ.α. Άλλα τοξικά πεπτίδια που παράγονται είναι οι ομάδες “Μπασιανολίνες”

(bassianolines, B) οι οποίες συνδέονται με την εντομοκτόνο δράση. Οι ξενιστές θανατώνονται με αφαιμάξη ή από τοξιναιμία που οφείλεται στους τοξικούς μεταβολίτες του μύκητα. Πρέπει πάντως να σημειωθεί ότι υπάρχει διαφορά από είδος σε είδος εντόμων, όσον αφορά τη συμπεριφορά τους ως προς αυτά τα μόρια.

Η επιτυχής προσβολή από τον *Beauveria bassiana* εξαρτάται κυρίως από τις ενζυματικές δραστηριότητες για την αποσύνθεση των πρωτεϊνών, της χιτίνης και των λιπιδίων του εξωτερικού περιβλήματος των εντόμων. Ο μύκητας έχει επίσης την ικανότητα να μεταπηδήσει από την παρασιτική φάση σε σαπροφυτική τροφική κατάσταση. Εκτός από τη θανατηφόρα ικανότητα του ο μύκητας μπορεί να προκαλέσει υποθανατηφόρες ή δευτερεύουσες δράσεις. Δόσεις του σκευάσματος του μύκητα κοντά στην LD₅₀ μείωσαν την αναπαραγωγική ικανότητα του *Chilo supessalis* της οικογένειας Pyralidae (προσβάλλει ρύζι και καλαμπόκι). Επίσης επηρέασε αρνητικά την εξέλιξη των αυγών των ακρίδων που προσβάλλουν το ρύζι.

Σε κάποιες εφαρμογές του σκευάσματος παρατηρήθηκε παράλληλη δράση εναντίον κάποιων ειδών του γένους *Aspergillus* που ευθύνεται για την παραγωγή Αλφατοξινών. Αυτό οφείλεται στη παραγωγή αντιβιοτικών ουσιών όπως η ωοσπερίνη.

3.1.2 Επίδραση των προστατευτικών μέσων για την υπεριώδη ακτινοβολία στη σταθερότητα του *Beauveria bassiana*

Τα κονίδια του μύκητα όπως προηγουμένως αναφέρθηκε, είναι υαλόχρωμα και θανατώνονται εύκολα από το ηλιακό φως (Paust and Perreira, 1986, Inglis et al., 1993). Εφόσον κάποια ποσότητα μολύσματος είναι απαραίτητη για να προσβάλλει τα έντομα, η αδρανοποίηση μέρους των κονιδίων από το ηλιακό φως θα μπορούσε να μειώσει αισθητά την αποτελεσματικότητα τους όταν εφαρμόζονται στο φύλλωμα, επομένως για την αντιμετώπιση του προβλήματος είναι απαραίτητο να βρεθούν μέθοδοι ενίσχυσης της ανθεκτικότητας των κονιδίων.

Σε πειράματα που έγιναν στις Η.Π.Α. εξετάστηκαν σκευάσματα με νερό και παραφινέλαια για την προστασία των κονιδίων από την UV-B. Αποδείχθηκε ότι η χρήση προστατευτικών μέσων μπορεί να αυξήσει το χρόνο επιβίωσης των κονιδίων και την αποτελεσματικότητα του *Beauveria bassiana* εναντίον των εντόμων στον αγρό.

Πάντως το θέμα πρέπει να μελετηθεί περισσότερο για την εύρεση αποτελεσματικών μέτρων και μεθόδων προστασίας του μύκητα από την ηλιακή ακτινοβολία.

3.1.3 Παραγωγή και μέθοδοι παραγωγής του *Beauveria bassiana*

Ο *Beauveria bassiana* εκτρέφεται εύκολα μέσα σε ένα ευρύ αριθμό φυσικών και συνθετικών υποστρωμάτων που περιέχουν διάφορες οργανικές και ανόργανες νιτρογενείς πηγές. Στην πρώην Σοβιετική Ένωση η παραγωγή του εντομοπαθογόνου περνά από δυο στάδια. Αρχικά η βιομάζα παράγεται ως μυκήλιο σε ένα παράγοντα ζύμωσης. Στην συνέχεια τοποθετείται στην επιφάνεια του υποστρώματος με θρεπτικό υλικό για την βλάστηση. Το σκεύασμα που παράγεται έχει την εμπορική ονομασία BOVERIN και αποτελείται από κονίδια του *Beauveria bassiana* σε ένα αδρανές υλικό σε πυκνότητα $6 \cdot 10^9$ κονίδια (Wright and Chardler, 1992).

Το 1991 παρασκευάστηκε ένας άλλος τύπος σκευάσματος με την ονομασία Naturalis-L για την καταπολέμηση του *Anthonomus grandis* με $23 \cdot 10^7$ κονίδια. Ένα ακόμα σκεύασμα του *Beauveria bassiana* δοκιμάστηκε σε κοκκώδη μορφή με περιεκτικότητα $3 \cdot 10^9$ κονίδια/gr (0.1%), υδρολυμένη πρωτεΐνη (0.5%) και γλυκερίνη (0.1%) εναντίον του *Chiilo partellus* στην Κένυα. Τα αποτελέσματα ήταν πολύ καλά παρ' όλο που η σχετική υγρασία ήταν χαμηλή (22-55%), (Maniana, 1993).

Η βιομηχανική παραγωγή του μύκητα έχει αναπτυχθεί κυρίως στη Σοβιετική Ένωση, στην Ασία και στη Βραζιλία. Στο μεγαλύτερο βαθμό μπορούμε να πούμε πως χρησιμοποιείται στην Κίνα, όπου υπάρχουν πάνω από χίλιες συνεταιριστικές οργανώσεις παραγωγής του. Το 1980 παρήχθησαν γύρω στους 3000 tn. Εκεί χρησιμοποιείται κυρίως σε καλλιέργειες καλαμποκιού εναντίον του λεπιδοπτέρου *Ostrinia furnucalis*. Χρησιμοποιείται επίσης στα δάση εναντίον του *Dendrolinus sp.* Στον τελευταίο αυτό τομέα εφαρμόζεται σε πάνω από 1.000.000 ha κάθε χρόνο (Roberts, 1989). Στην πρώην Σοβιετική Ένωση χρησιμοποιείται ευρύτατα ενάντια της *Carpocapsa pomonella*. Στην Ν. Αμερική δίνει πολύ καλά αποτελέσματα σε διάφορα ημίπτερα που προσβάλλουν το ζαχαροκάλαμο όπου εφαρμόζεται με ψεκασμούς αέρος σε μεγάλες εκτάσεις 50-100 ha κάθε χρόνο (Ferron, 1981). Στις Η.Π.Α η χρήση κονιδίων του μύκητα σε φυτώρια εσπεριδοειδών έδωσε κάλυψη έως 6 μήνες από τις προνύμφες του *Ditioryhynchus sp.* (Roberts and Ferron, 1986). Στη Γαλλία επιτεύχθηκε

μια μεταλλαγμένη φυλή με τη χρήση υπερϊώδους ακτινοβολίας (Riba and Ferron, 1986) που είναι αποτελεσματική εναντίον του Pyralididae του καλαμποκιού. Η ίδια φυλή χρησιμοποιείται στην Αφρική (Fargues et al., 1986).

Ο δορυφόρος της πατάτας (*Leptinotarsa decemlineata*) είναι ένας σοβαρός εχθρός επίσης της τομάτας και της μελιτζάνας. Η συνεχώς αυξανόμενη ανθεκτικότητα του στα εντομοκτόνα συχνά αποτέλεσε τροχοπέδη στις συμβατικές μεθόδους αντιμετώπισης του. Έτσι οι προσπάθειες για εναλλακτικές μεθόδους παρέμβασης και ελέγχου οδήγησαν στην χρησιμοποίηση του *Beauveria bassiana*. Τα πιο ενθαρρυντικά στοιχεία έρχονται από την πρώην Σοβιετική Ένωση όπου υπάρχει το σκεύασμα με την ονομασία BOVERIN (Ferron 1978, Lipa 1985). Με την χρήση του επιτεύχθηκε σαφής μείωση των εκκολάψεων των ακμαίων την άνοιξη μετά από εφαρμογή του στο έδαφος.

Οι θρίπες των κηπευτικών είναι από τους σοβαρότερους εχθρούς της πιπεριάς, της μελιτζάνας, της φασολιάς και των κολοκυνθοειδών. Η βιβλιογραφία για τον βιολογικό τους έλεγχο ασχολείται κυρίως με τα αρπακτικά (Rindaverts, 1995) και τα παράσιτα τους (Loomans et al., 1995). Υπήρχαν μόνο σποραδικές αναφορές για την αποτελεσματικότητα των εντομοπαθογόνων μυκήτων. Τον Σεπτέμβριο του 1996 έγινε προσπάθεια από το Κεντρικό Ερευνητικό Κέντρο του Πανεπιστημίου της Florida να προσδιοριστεί η δυναμική του *Beauveria bassiana* ως παράγοντα για τον βιολογικό έλεγχο των Thripidae. Τα αποτελέσματα των πειραμάτων έδειξαν μείωση 24% του πληθυσμού των νυμφών του θρίπα, με ψεκάσμο στα φύλλα και το ποσοστό της εκκόλαψης των ακμαίων μειώθηκε κατά 50% με την εφαρμογή του σκευάσματος στο έδαφος όπου συνήθως νυμφώνεται το φυτοπαράσιτο.

Πολύ καλά αποτελέσματα έδωσαν εφαρμογές στον αγρό από τον Τομέα Γεωργικής Ερευνας του Ερευνητικού Σταθμού του Lethbridgs (Καναδάς) σε *Melanoplus sanguinipes* (Orthoptera :Acrididae) με αναλογία σπορίων $20 \cdot 10^{13}$ /ha σε 10 kg δολώματος ανά ha. Οι προσβολές που παρατηρήθηκαν στο έντομο έφθασαν το 70% του πληθυσμού μετά από 2 ημέρες και μειώθηκαν στο 5% μετά από 19 ημέρες. Οι αναλύσεις δε για την μείωση του πληθυσμού έδειξαν μείωση κατά 60% και 33% αντίστοιχα. Αυτή ήταν η πρώτη αποτελεσματική εφαρμογή του *Beauveria bassiana* ως εντομοπαθογόνου για της ακρίδες. Τα σπόρια χρησιμοποιήθηκαν αυτούσια σε φορέα

από κονιορτοποιημένα φύτρα σιταριού και όχι ως δραστική ουσία ψεκαστικού υγρού. Αυτό οδηγεί σε σκέψεις για μελλοντική επιλογή αυτού του τύπου σκευάσματος.

Ερευνήθηκε επίσης η δράση του μύκητα στο *Oedaleus senegalensis*, μια από τις πιο καταστρεπτικές ακρίδες που προξενεί σοβαρές οικονομικές απώλειες στην Αφρική, από το Εθνικό Ινστιτούτο Γεωργικής Έρευνας στο Πράσινο Ακρωτήριο. Τα αποτελέσματα βρέθηκαν πολύ ικανοποιητικά. Η θνησιμότητα έφτασε το 100%. Η LD₅₀ για το ελαιώδες διάλυμα που χρησιμοποιήθηκε, το οποίο περιείχε λιγότερο από 1000 σπόρια ανά άτομο ακρίδας, κάτι που δείχνει εξαιρετικά υψηλή παθογόνο δράση του μικροοργανισμού.

Στα πειράματα του αγρού χρησιμοποιήθηκαν 4 διαφορετικοί τύποι σκευάσματος (ελαιώδες, γαλακτοματούχο έλαιο, βρέξιμη σκόνη και σε φορέα με κονιορτοποιημένα φύτρα σιταριού), που εφαρμόστηκαν με δυο διαφορετικούς τύπους χειροκίνητου εξοπλισμού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι επιτεύχθηκε 95% θνησιμότητα στις 5-7 ημέρες με τους τρεις τύπους σκευάσματος ενώ η θνησιμότητα ήταν χαμηλότερη με την βρέξιμη σκόνη. Η έρευνα συνεχίζεται ώστε τα συλεχθέντα στοιχεία να αξιοποιηθούν και να οριστικοποιηθούν οι πρακτικές επεμβάσεις στα συγκεκριμένα έντομα που αποτελούν μάλιστα για περιοχές της Αφρικής.

Στον Ερευνητικό Σταθμό του Rothamsted μελετήθηκε η παθογένεια του *Beauveria bassiana* σε εχθρούς των σταυρανθών και στις μέλισσες. Έγιναν βιοδοκιμές σε *Myzus persicae*, *Lipaphis erysimi* και *Apis mellifera* και μελετήθηκε η θνησιμότητα στις 4 ημέρες μετά την μόλυνση. Βρέθηκε ότι τα πρώτα τρία είδη είχαν θανατωθεί σ' αυτό το διάστημα ενώ οι μέλισσες ήταν λιγότερο ευαίσθητες και χρειάστηκαν μεγαλύτερες δόσεις για να προκαλέσουν τη θανάτωση τους σε 5 ημέρες μετά την μόλυνση.

Στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών-Τμήμα Γεωργικής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας αλλά και στο Ινστιτούτο Προστασίας Φυτών Ηρακλείου πραγματοποιήθηκε συγκριτική αξιολόγηση της μολυσματικότητας ενός τοπικού στελέχους του εντομοπαθογόνου μύκητα *Beauveria bassiana* με δύο άλλα από διαφορετικές βιογεωγραφικές ζώνες. Διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα του τοπικού στελέχους του εντομοπαθογόνου μύκητα *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., που απομονώθηκε από το *Anacridium aegyptium* L., στην 6^η (τελευταία) νυμφική ηλικία της παραπάνω τοπικής ακρίδας και συγκρίθηκε με την μολυσματικότητα δύο άλλων

στελεχών που προέρχονταν από διαφορετικές βιογεωγραφικές ζώνες ARTSEF 3622 και 191623 IBC. Επίσης διερευνήθηκε η συνεργιστική δράση του παρεμποδιστή ανάπτυξης χιτίνης teflubenzuron και του εντομοπαθογόνου μύκητα *Beauveria bassiana* (τοπικό στέλεχος) στο τοπικό είδος *Anacridium aegyptium* L στην 6^η προνυμφική ηλικία.

Συνοπτικά οι ιδιότητες του *Beauveria bassiana* αναφέρονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Κύριες ιδιότητες του *Beauveria bassiana*

Εύρος δράσης	Εκτεταμένο
Τρόπος διείσδυσης	Μέσω του εξωσκελετού
Απαραίτητος χρόνος δράσης	2 ημέρες
Δυνατότητα διάδοσης	Τα σπόρια μεταδίδονται με τον άνεμο και με τις κινήσεις του ξενιστή
Σταθερότητα	Ευαίσθησία στην υπεριώδη ακτινοβολία, καλή επιβίωση των σπορίων στο έδαφος
Υγρασία	Η υψηλή υγρασία ευνοεί την βλάστηση των σπορίων
Ιδανικό οικοσύστημα	Έδαφος και καλλιέργειες υπό κάλυψη
Τύπος σκευάσματος	Ως βρέξιμη σκόνη σε μικρές ποσότητες

Αν παρατηρήσουμε τα παραπάνω στοιχεία διαπιστώνουμε ότι ο εντομοπαθογόνος αυτός μύκητας μπορεί να περιληφθεί ως φυτοπροστατευτικό μέσο στα πλαίσια της Βιολογικής Καταπολέμησης, πρέπει όμως να ερευνήσουμε ακριβώς τις παραμέτρους που θα μας επιτρέψουν να καταλήξουμε σε συμπεράσματα για την δυνατότητα αποτελεσματικής εφαρμογής του στον τόπο μας.

Θα ήταν χρήσιμο επομένως να προσδιορίσουμε καταρχήν τον ακριβή τύπο σκευάσματος που θα ήταν αποτελεσματικός κάτω από τις δικές μας κλιματικές συνθήκες καθώς και για τα έντομα που κυρίως αποτελούν πρόβλημα στις καλλιέργειες του τόπου μας. Φαίνεται να είναι απαραίτητο να δούμε την δράση του στην φυτοπροστασία των καλλιεργειών υπό κάλυψη όπου δεν έχει γίνει ευρεία εφαρμογή σε άλλες χώρες πριν τον εντάξουμε χωρίς αμφισβήτηση στην ομάδα των βιολογικών εχθρών που χρόνια τώρα βοηθούν στην αποτελεσματική αντιμετώπιση των εχθρών των καλλιεργειών μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

4.1 Εξειδίκευση ανά ξενιστή των εντομοπαθογόνων μυκήτων

Η εξειδίκευση στους εντομοπαθογόνους μύκητες, καθορίζεται από τις επιδράσεις που έχουν στον εξωσκελετό (cuticula). Ο εξωσκελετός είναι η πρώτη και κυριότερη ασπίδα στις όποιες προσβολές. Η ανθεκτικότητα σ' αυτές θα μπορούσε να οφείλεται στις έμφυτες φυσικές ή χημικές ιδιότητές της ή στην ακαταλληλότητα του παθογόνου να προσκολληθεί, να βλαστήσει ή να δημιουργήσει μολυσματικές μορφές. Είναι ξεκάθαρο από τις μελέτες για τις διαδικασίες διείσδυσης ότι τα έντομα και τα παθογόνα, έχουν αναπτύξει διάφορες στρατηγικές για άμυνα και επίθεση αντίστοιχα.

Τα περισσότερα εντομοπαθογόνα περιορίζονται σε ειδικές ομάδες εντόμων και δεν επιβιώνουν σε νεκρούς ιστούς εντόμων. Τα κονίδια αυτών των μυκήτων παράγουν δευτερεύοντα κονίδια, αν βρεθούν σε διαφορετικό ξενιστή ή σε τμήμα της επιδερμίδας του ξενιστή τους, ακατάλληλο για διείσδυση. Ευκαιριακά ο μύκητας θα βλαστήσει και θα δημιουργήσει ένα εκφυλισμένο σχηματισμό. Σε κατάλληλο όμως υπόστρωμα δημιουργεί άμεσα πλάκα συγκρατήσεως (appressorium).

Αυτές οι παρατηρήσεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι σε ευνοϊκές συνθήκες, έχει την δυνατότητα να διαρρήξει την cuticula λόγω της δυνατότητας του να ανταποκριθεί στο ερέθισμα του ξενιστή και να εκκρίνει την σωστή ομάδα και ποσότητα ενζύμων για την ανάπτυξη και διαφοροποίηση του.

Αντίθετα, οι μύκητες *Metarhizium anisopliae* και *Beauveria bassiana* μπορούν να προσβάλλουν διαφορετικά είδη εντόμων και έχουν τη δυνατότητα να μεταπηδήσουν από την παρασιτική σε σαπροφυτική τροφική κατάσταση. Τόσο η θέση όσο και οι χημικές ιδιότητες των ουσιών που βρίσκονται πάνω στην επιδερμίδα μπορούν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά των εντομοπαθογόνων.

Τα περισσότερα εντομοπαθογόνα είναι σε θέση να διεισδύσουν σε οποιοδήποτε σημείο του εξωσκελετού αλλά ορισμένα αναπτύσσονται σε ενδιάμεσες λεπτές μεμβράνες του. Αυτές οι παρατηρήσεις ενισχύουν την υπόθεση ότι διαφορετικά παθογόνα χρησιμοποιούν διαφορετικές τακτικές μόλυνσης. Απομονώσεις με ευρεία εξειδίκευση κατέχουν πιθανόν διάφορες στρατηγικές, μερικές από τις οποίες είναι

λανθάνουσες ή απύσες σε παθογόνα με στενό κύκλο ξενιστών *in vitro*. Οι καρποφορίες του *Metarhizium anisopliae* παράγουν μια ομάδα ενζύμων στην cuticula ενός εντόμου, διαφορετική απ' ότι στον εξωσκελετό ενός άλλου. Ο εξωσκελετός ευαίσθητων και ανθεκτικών ξενιστών θα προκαλέσει την εγκατάσταση χημειοελαστώσεως, μιας προτεάσης που είναι γνωστή ως μολυσματικός παράγων. Το ότι οι μη παθογόνες απομονώσεις μπορούν να παράγουν περισσότερη χημειοελαστώση από τις παθογόνες οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το ένζυμο αυτό είναι ένας μόνο από τους διάφορους μολυσματικούς παράγοντες.

Οι χημικοί δεσμοί του εξωσκελετού είναι διαφορετικοί, μερικοί είναι διαλυτοί σε ιοντικούς διαλύτες ενώ άλλοι όχι. Αλλαγές της σύστασης του εξωσκελετού εξ αιτίας καταστάσεων στρες, αλλαγής ηλικίας, θανάτου, αναγνωρίζονται από τα περισσότερα εντομοπαθογόνα.

Κλείνοντας, η αποτελεσματική εγκατάσταση ενός τέτοιου οργανισμού εξαρτάται εν μέρει από την αλληλεπίδραση ανάμεσα στον ξενιστή και το παθογόνο κατά τη διάρκεια των αρχικών σταδίων της μολυσματικής διαδικασίας.

4.2 Ανάπτυξη μυκήτων για τη διαχείριση του θρίπα

Αναφορές που να επιδεικνύουν την αξιολόγηση και ανάπτυξη μυκήτων για την αντιμετώπιση του θρίπα υπάρχουν ελάχιστες, αλλά σε μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σε έρευνες για μύκητες παρέχονται πληροφορίες για τη διαχείριση τους.

Επιλογή μικροβιακών στελεχών.

Είναι αδύνατον να προβλεφθεί αν η ανίχνευση ανάμεσα σε διάφορες απομονώσεις μπορεί να εντοπίσει τα πιο παθογόνα στελέχη. Μελέτες από τους Vestergaard et al. (1995) εμφανίζουν τις απομονώσεις του *Metarhizium anisopliae* να είναι περισσότερο επιθετικές στον *Frankliniella occidentalis* από ότι εκείνες του *Verticillium lecanii*. Δεν υπάρχει καμία προφανής εξήγηση γι αυτό αν και ο ίδιος ο ερευνητής υποθέτει ότι αυτό οφείλεται σε ανεπαίσθητες διαφορές του τρόπου μόλυνσης. Ο *Verticillium lecanii* συχνά αποικεί την επιφάνεια του ξενιστή πριν από την αιμολέμφο (Schreiter et al., 1994), ενώ ο *Metarhizium anisopliae* εισχωρεί αμέσως μετά τη βλάστηση.

Όμως η παθογένεια από μόνη της δεν θα έπρεπε να είναι το μόνο κριτήριο που επηρεάζει την επιλογή της διαδικασίας. Άλλοι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν είναι η βιολογία του ξενιστή «στόχου», το περιβάλλον «στόχος», η αποτελεσματικότητα σε συνθήκες αγρού, παράγοντες που επηρεάζουν την περίπτωση της μαζικής παραγωγής και οι προοπτικές για τυποποίηση και διακίνηση.

Εργαστηριακές βιοδοκιμές

Οι εργαστηριακές βιοδοκιμές για τη απόδειξη της παθογένειας και τον προσδιορισμό της σχετικής παθογένειας των υπό εξέταση οργανισμών είναι πάντα το πρώτα στάδιο για την εκτίμηση και επιλογή της μεθόδου. Ιδανικά, είναι απαραίτητη μια σταθερή παροχή εργαστηριακά εκτρεφόμενων πληθυσμών εντόμων για να εξασφαλιστούν οι βιοδοκιμές σε σχέση με ομοιόμορφων ηλικιακά, υγιών πληθυσμών.

Ενώ οι μέθοδοι μαζικής παραγωγής έχουν περιγραφεί για κάποια είδη, οι τεχνικές μαζικής παραγωγής μπορεί να είναι προβληματικές για άλλα, όπως για τον θρίπα της αχλαδιάς. Όταν συμβαίνει αυτό πρέπει να ληφθούν υπόψη εναλλακτικοί ξενιστές του εντόμου για μια αρχική σειρά βιοδοκιμών, που έχουν χρησιμοποιηθεί με επιβεβαιωμένες βιοδοκιμές, εναντίον δειγμάτων του είδους-στόχου, που έχουν συλλεχθεί στον αγρό. Κάτι τέτοιο έχει δοκιμαστεί επιτυχώς στη συλλογή μυκήτων για την καταπολέμηση του θρίπα της αχλαδιάς, όπου στις αρχικές δοκιμές είχε χρησιμοποιηθεί ο *Frankliniella occidentalis* (Brownbridge, 1995).

Το μέγεθος και η κινητικότητα ορισμένων ειδών θρίπα κάνουν τις εργαστηριακές δοκιμές δύσκολες και χρονοβόρες. Διάφορες τέτοιες δοκιμές έχουν περιγραφεί (Morse et al., 1986; Hall et al., 1993) και πρέπει να προσαρμοστούν σύμφωνα με το θρίπα ξενιστή μετά από έρευνα.

4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των εντομοπαθογόνων μυκήτων και συνέπειες της χρήσης τους στον αγρό.

Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των μυκήτων και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν ερμηνεύονται τα αποτελέσματα των εργαστηριακών επεμβάσεων για να προβληθεί η δράση τους σε συνθήκες αγρού.

Η σχετική υγρασία και η δόση για παράδειγμα, εκτός από την αποτελεσματικότητα των παθογόνων μπορεί να επηρεάσουν τον εχθρό «στόχο», γεγονός που έμμεσα επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του παθογόνου. Ο θρίπας, π.χ, έχει διαφορετικά επίπεδα δράσης, όσον αφορά το περιβάλλον, και μοντέλα συμπεριφοράς ανάλογα με τον τύπο του φυτού ξενιστή, τις κλιματικές συνθήκες και το στάδιο ανάπτυξης του ιδίου καθώς και του ξενιστή (Higgins, 1992).

4.4 Επίδραση της δόσης, της θερμοκρασίας και της ηλικίας του φυτού.

Οι Vestergaard et al. (1995) και Brownbridge et al. (1995), απέδειξαν ότι η θνησιμότητα του θρίπα, μετά από επεμβάσεις με *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* και *Verticillium lecanii* ήταν εξαρτώμενη από τις δόσεις. Σε συγκεντρώσεις 10^7 και 10^8 κονιδίων ανά ml^{-1} , η θνησιμότητα ήταν πολύ υψηλή. Στην πραγματικότητα, λόγω της συνήθειας του εντόμου να κρύβεται στα άνθη, ήταν αναμενόμενα να πάρουν τη δόση αυτή λίγα άτομα. Παρ' όλα αυτά, ο *Metarhizium anisopliae* βρέθηκε πιο αποτελεσματικός ακόμη και σε 10^8 κονιδία ανά ml^{-1} (Vestergaard et al., 1995). Γι' αυτά τα θανατωμένα άτομα που περιείχαν το μύκητα έδρασαν σαν πηγή μόλυνσης για τα ζωντανά άτομα.

Οι θρίπες βρέθηκαν ευαίσθητοι στο *Metarhizium anisopliae* σε όλες τις θερμοκρασίες με ιδανική τους $23\text{ }^\circ\text{C}$. Πτώση της θερμοκρασίας από $3\text{-}5\text{ }^\circ\text{C}$ αύξησε το χρόνο θανάτωσης κατά μια μέρα, γεγονός που θα ήταν πολύ σημαντικό σε ένα θερμοκήπιο με εκτεταμένη προσβολή, ιδιαίτερα αν οι υψηλές υγρασίες δεν ήταν ικανές ώστε να επιτευχθεί μόλυνση. Επίσης δραματικές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, π.χ $10\text{-}18$ ή $10\text{-}23\text{ }^\circ\text{C}$ για $8\text{-}16$ ώρες, θα εμπόδιζαν την ανάπτυξη του μύκητα.

Τα στάδια της λάρβας ή της νύμφης του *Frankliniella occidentalis* είναι πιο ανθεκτικά από το ακμαία επειδή προφανώς το μόλυσμα αφαιρείται απ' αυτά με τον εξωσκελετό που ακολουθεί την έκδυση. Η έκδυση είναι σημαντική για την ανθεκτικότητα του εντόμου, στους μύκητες αυτούς, ιδιαίτερα όταν το μεσοδιάστημα μεταξύ των εκδύσεων είναι πολύ μικρό (Vey and Fargues, 1977). Δεν είναι ξεκάθαρο γιατί οι νύμφες του *Frankliniella occidentalis* είναι πιο ευαίσθητες από τις λάρβες στον *Metarhizium anisopliae* (41% θνησιμότητα σε σύγκριση με 27%, αντίστοιχα), είναι όμως απίθανο να οφείλεται στις διαφορές της χημικής φύσης του εξωσκελετού

(cuticula), επειδή η βλάστηση και παραγωγή του appressorium ήταν όμοια σε ακμαία, λάρβες και νύμφη 1^{ης} ηλικίας. Το γεγονός ότι αυτή υφίσταται μια έκδυση ενώ η λάρβα δύο, θα μπορούσε να αποτελεί εξήγηση, το πάχος όμως της cuticula και οι μεταμορφώσεις θα μπορούσαν επίσης να επηρεάσουν την ευαισθησία. Τα σπόρια του *Metarhizium anisopliae* είναι γνωστό ότι επηρεάζονται από φυσικές και χημικές ιδιότητες (Butt et al., 1992), π.χ. κάποια δημιουργούν appressoria σε σκληρό υδροφοβικό υπόστρωμα. Η ηλικία επίσης του ξενιστή αποδείχθηκε παράγοντας που επηρεάζει την ευαισθησία του αλευρώδη των θερμοκηπίων. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε πιθανές διαφορές στο πάχος της cuticula και στην σύσταση της.

Έρευνες από τον Vestergaard et al. (1995), απέδειξαν ότι ο *Metarhizium anisopliae* είναι πιο επιθετικός από τον *Verticillium lecanii*, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία και την ηλικία του ξενιστή. Οι πιο μολυσματικές απομονώσεις του *Metarhizium anisopliae* (275), τιμές LC₅₀ από 3*10⁵ κονίδια ανά ml⁻¹ σε πέντε ημέρες και LT₅₀ σε 3-4,5 ημέρες σε 10⁷ και 10⁶ κονίδια ανά ml⁻¹ αντίστοιχα. Η θερμοκρασία επηρέασε την μολυσματικότητα του μύκητα στα ακμαία. Η LT₅₀ στους 18 και 20°C ήταν περίπου τέσσερις ημέρες και στους 23 ή 26 °C ήταν τρεις ημέρες. Οι λάρβες ήταν λιγότερο ευαίσθητες από τα ακμαία, 27% θνησιμότητα και 100% αντίστοιχα. Κονίδια του *Metarhizium anisopliae* (275), βλάστησαν γρήγορα στην επιφάνεια του σώματος των λάρβων, νυμφών και ακμαίων, δημιουργώντας appressoria σε 24 ώρες από τη μόλυνση. Μέρη του μύκητα υπήρχαν σε σημαντικές ποσότητες στο σώμα του ξενιστή τρεις ημέρες μετά τη μόλυνση.

4.5 Από το εργαστήριο στον αγρό: Μαζική παραγωγή, Τυποποίηση και Εφαρμογή

Αφού αποδειχθεί η αποτελεσματικότητα σε συνθήκες εργαστηρίου πρέπει να αποδειχθεί και η απόδοση στον αγρό και στο θερμοκήπιο αναζητώντας τη διερεύνηση πρωτοκόλλων παραγωγής, τυποποίησης και εφαρμογής. Η κατανόηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την παθογένεια καθώς και η γνώση της βιολογίας του εχθρού και του παθογόνου είναι στοιχεία απαραίτητα για την επιλογή της σωστής χρονικής στιγμής της εφαρμογής.

Αυτοί οι παράγοντες, μαζί με την παθογένεια, προσδιορίζουν ποιες φυλές θα χρησιμοποιηθούν τελικά, δίνοντάς μας την μεγαλύτερη εγγύηση για την ανάπτυξη αποτελεσματικών εντομοπαθόνων, με στόχο την αποτελεσματική εφαρμογή σε προγράμματα αντιμετώπισης του θρίπα.

Ενώ η πρακτική απόδοση κάποιων παθόνων του θρίπα έχει επιβεβαιωθεί, αυτό αφορά κυρίως τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, όπου οι συνθήκες είναι ελεγχόμενες και οι μέθοδοι εφαρμογής, εξασφαλίζουν πλήρη κάλυψη του φυλλώματος. Η δράση αυτών των σκευασμάτων σε άλλες συνθήκες καλλιέργειας δεν έχει ερευνηθεί ενδελεχώς. Είναι αυτονόητο βέβαια ότι η χρήση εντομοπαθόνων μυκήτων στον αγρό εμφανίζει περισσότερα προβλήματα που αφορούν την αντιμετώπιση της δράσης της υπερϊώδους ακτινοβολίας, ή την ξηρασία που μειώνει την βιωσιμότητα. Στην εφαρμογή τέτοιων μεθόδων αντιμετώπισης των εχθρών, όπως ο αλευρώδης του βαμβακιού και της καρπουζιάς και διάφορα είδη ακριδών, αυτές οι δυσκολίες μπορούν να ξεπεραστούν με τη χρήση ανανεωμένων σκευασμάτων και στρατηγικών καθώς και φυλών μυκήτων καλύτερα προσαρμοσμένων σε τέτοιες αντίξοες συνθήκες.

Παραγωγή

Για πειράματα αγρού και τελικώς για την εμπορική διακίνηση ενός μυκητολογικού προϊόντος, μεγάλες ποσότητες, όχι ισχνού, και σταθερού μολύσματος χρειάζεται να παραχθούν σε προσιτή τιμή. Ένα από τα μεγαλύτερα εμπόδια για την ευρύτερη χρήση των μυκήτων είναι η ανάπτυξη συστημάτων παραγωγής κατάλληλων ποσοτήτων. Οι μύκητες που αναπτύσσονται και παράγουν κονίδια εύκολα σε τεχνητά υποστρώματα είναι γενικά το καλύτερο υλικό για μαζική παραγωγή.

Τα υποστρώματα ανάπτυξης μπορεί να επηρεάσουν τη βλάστηση κονιδίων, την αναλογία βλάστησης, την παθογένεια και την επιβίωση του μολύσματος στον αγρό (Li and Holdom, 1990, 1995, Fargues and Robert, 1991, Hall et al., 1994, Jennkins and Lomer, 1994). Η επιλογή των τεχνητών υποστρωμάτων είναι επομένως απαραίτητη για την διασφάλιση αποτελεσματικών και αξιόπιστων παρασκευασμάτων. Διαδικασίες στερεών καλλιέργειών χρησιμοποιούνται γενικά για παραγωγή σταθερών κονιδίων παρά βλαστοσπορίων. Για παθόγονα όπως το *Aschersonia aleyrodis*, μολυσματικές μονάδες σχηματίζονται μόνο σε στερεό υπόστρωμα (Franses, 1990).

Για οποιοδήποτε σύστημα και κλίμακα παραγωγής είναι σημαντικό και απαραίτητο να ενσωματωθούν ποιοτικοί έλεγχοι για την εγγύηση ότι κάθε «παρτίδα» είναι βιώσιμη και μολυσματική. Αυτό είναι ιδιαίτερα κρίσιμο στη διάρκεια της εμπορικής διακίνησης, όπου η σταθερότητα και η αποτελεσματικότητα του προϊόντος είναι απαραίτητα στοιχεία για την εμπιστοσύνη των καταναλωτών.

Για μικρής κλίμακας πειράματα το μόλυσμα μπορεί να παραχθεί σε υποστρώματα όπως πίτουρο ρυζιού ή σιταριού (Goettel, 1984). Σε εμπορική κλίμακα για τους μύκητες χρησιμοποιούνται στερεά υποστρώματα όπως π.χ. για τον *Beauveria bassiana* (Mycotech corp; M.T Butte) και *Verticillium lecanii* (Koppert BV, Netherlands) και σε υγρή ζύμωση, όπως *Verticillium lecanii* (Chr. Hansen's Biosystems, Denmark). Ο *Metarhizium flavoviridae* έχει παραχθεί για τον έλεγχο των ακριδών στην Δυτική Αφρική σε υπόστρωμα ρυζιού. Μια νέα διαδικασία, όπου η παραγωγή κονιδίων γίνεται σε κυτταρίνη, φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική (Jennkins and Lomer, 1994). Τα υποστρώματα ρυζιού χρησιμοποιούνται επίσης για τον *Metarhizium anisopliae* και *P. fumosoroseus* στις Δυτικές Ινδίες για τις ακρίδες, *Bemisia tabaci* και δυνητικά για τον *Thrips palmi*, σε ζαχαροκάλαμο και κηπευτικά (Hall et al., 1994). Το ρύζι αποδείχθηκε επίσης το πιο κατάλληλο για τον *Metarhizium anisopliae* και τον *Beauveria bassiana* στην Βραζιλία (Moscardi, 1989). Τα μολύσματα παράγονται από ιδιωτικές βιομηχανίες, κρατικές εταιρίες και συνεταιρισμούς παραγωγών.

Τυποποίηση-Συσκευασία

Η σωστή τυποποίηση είναι απαραίτητη για την διατήρηση της βιωσιμότητας των κονιδίων κατά την αποθήκευση καθώς και στη διάρκεια της εφαρμογής, σ' ένα πεδίο συνθηκών ιδεώδεις, ώστε να συμβάλλει στην αποτελεσματικότητα και αντοχή του παθογόνου.

Τα κονίδια του *Verticillium lecanii* είναι υδρόφιλα και καλύπτονται από μια κολλώδη ουσία που βοηθά στην προσκόλληση του στον εξωσκελετό των εντόμων (Hall, 1995). Ο μύκητας τυποποιείται ως βρέξιμη σκόνη, όπως το Mycotal (Koppert BV), που πρέπει να μουλιάσει, πριν τον ψεκασμό, ώστε να ενυδατωθεί η θεμελιώδης μάζα και τα άλλα συστατικά του σκευάσματος. Σ' αυτό περιέχεται ένας υδρογονάνθρακας ο οποίος διεγείρει την βλάστηση των σπορίων ώστε να προσβάλλουν

έναν ευαίσθητο ξενιστή, ενώ ενισχύει και την διατήρηση του μολύσματος στα φύλλα (Gillespie, 1986, Helyer et al., 1992). Η διατήρηση του μολύσματος στην ψεκασμένη επιφάνεια είναι ιδιαίτερα σημαντική για τον έλεγχο του θρίπα, επειδή είναι πολύ κινητικός και έτσι ο κύριος τρόπος μόλυνσης του προέρχεται από τα κονίδια που συναντά κατά τις μετακινήσεις του στις ψεκασμένες επιφάνειες και όχι στην άμεση επαφή του με το σκεύασμα κατά τον ψεκασμό.

Τα κονίδια που παράγονται από τον *Beauveria bassiana*, *Metarhizium* και *Raecilomyces* είναι υδροφοβικά αλλά λιποφιλικά και είναι εύκολα διαλυτά σε έλαια. Το έντομο είναι εξίσου υδροφοβικό, έτσι τα έλαια διευκολύνουν την επαφή μεταξύ κονιδίων και εξωσκελετού, ενισχύοντας την διαδικασία μόλυνσης (Prior et al., 1998).

Διάφορα έλαια όπως Shell, Sol. T, Ondina, ηλίανθου φαίνεται να είναι κατάλληλοι φορείς, προσφέροντας τη δυνατότητα εφαρμογής λιποδιαλυτών σκευασμάτων με υπέρ μικρού όγκου επεμβάσεις ή λιπο-υδατοδιαλυτά γαλακτώματα για εφαρμογές υψηλότερου όγκου (Stathers et al., 1993, Wright, 1993, Zimmermann, 1994). Τα ελαιώδη σκευάσματα δίνουν επίσης καλά αποτελέσματα σε ξηρές συνθήκες, εξασφαλίζοντας άμεση επαφή με τον ξενιστή (Baterman et al., 1993), η υπολειμματική απόδοση τους όμως πρέπει να διερευνηθεί.

Αυτά τα σκευάσματα βοηθούν στη διατήρηση της βιωσιμότητας σε υψηλότερες θερμοκρασίες (γύρω στους 25 °C) και προσδίδουν επίσης προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία (Moore et al., 1993, Stathers et al., 1993). Αν και θα μπορούσαν να προστεθούν ηλιοπροφυλακτικές ουσίες, πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι αυτές ελάχιστα αυξάνουν την προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία (Hunt et al., 1994).

Ορισμένα ορυκτέλαια και φυτικά έλαια είναι φυτοτοξικά, γι' αυτό, πριν από κάθε επέμβαση σε φυτά ξενιστές του θρίπα, είναι απαραίτητο να γίνονται δοκιμές ώστε να αποκλεισθεί οποιαδήποτε ζημιά στο φύλλωμα. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για σοβαρούς εχθρούς των καλλωπιστικών, όπως ο *Frankliniella occidentalis*, γιατί σ' αυτά η φυτοτοξικότητα θα υποβάθμιζε σημαντικά το εμπορεύσιμο προϊόν.

Οι εφαρμογές των μυκήτων στο έδαφος θα μπορούσαν να θεωρηθούν κατάλληλες ως συμφέρουσες οικονομικά για πολλούς θρίπες αν και πρέπει να εξεταστεί το αντικείμενο και άλλων στρατηγικών διαχείρισης των καλλιεργειών, με μακροπρόθεσμη αποτελεσματικότητα. Αυτή η προσέγγιση ελέγχου έχει σχεδιαστεί για διάφορα έντομα.

Οι Keller, (1992), Inglis et al., (1995) και ο Grivanon (1940) κατέγραψαν ότι βαθιά άρροση στα στελέχη των σιτηρών, συμβάλλει στην ρύθμιση της διαχείμανσης του *Beauveria bassiana*.

Κάποιες συσκευασίες του προϊόντος αναπτύχθηκαν και δοκιμάσθηκαν ειδικά σε έντομα εδάφους. Διαλύματα με κονίδια χρησιμοποιήθηκαν επιτυχώς για την καταπολέμηση εντόμων όπως *Otiorrhynchus sulcatus*, *Frankliniella occidentalis* σε αρδευόμενο υγρό (Moorehouse et al., 1994). Ελαιώδη και θρεπτικά κοκκώδη σκευάσματα που περιείχαν *Beauveria bassiana* έδωσαν καλά αποτελέσματα σε θρίπα αχλαδιάς σε εδάφη με σφένδαμο. Κοκκώδη επίσης σκευάσματα με σημαντικά αυξημένη ποσότητα μολύσματος διατήρησαν το μόλυσμα στο έδαφος πάνω από 18 μήνες (M. Brownbridge, αδημοσίευτα στοιχεία).

Τα σκευάσματα εδάφους του *Beauveria bassiana*, κοκκώδη και σε βρέξιμη σκόνη, είχαν καλή βιωσιμότητα, αλλά σχετικά μικρή αποτελεσματικότητα εναντίον των διαχειμάζοντων ατόμων του *Leptinotarsa decemlineata* (Storey and Garder, 1988, Gaugler et al., 1987). Τα κονίδια σε ελαιώδη διαλύματα ήταν λιγότερο υποκείμενα σε απόπλυση από τα πάνω στρώματα του εδάφους απ' ότι τα υδατικά (Storey et al., 1987) και ίσως πιο αποτελεσματικά για τους θρίπες που απαντώνται κυρίως μέχρι βάθους 5 cm. Στην Τασμανία τοποθετήθηκαν κόκκοι με *Metarhizium anisopliae* στο έδαφος, μέσα σε τρύπες, κατά την ανανέωση της χορτολειβαδικής βλάστησης, για τον έλεγχο του *Adorphrus colouni* (Ratch et al., 1992). Χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο, τοποθετήθηκαν, αυξημένα επίπεδα μολύσματος, σε μια απόπειρα να ελεγχθούν οι εχθροί του λιβαδιού, χωρίς την ανάγκη αναμολύνσεων του εδάφους για 5-10 χρόνια.

Τμήματα και κόκκοι του μυκηλίου παράχθηκαν και εξετάστηκαν για τον έλεγχο των εχθρών εδάφους. Τα κονίδια σε αυτά τα σκευάσματα παράγονται μετά την εφαρμογή τους. Οι κόκκοι του *Metarhizium anisopliae* ενσωματώθηκαν στο νερό άρδευσης ως προληπτική μέθοδος ελέγχου των γλαστρικών σε θερμοκήπια, από το *Otiorrhynchus sulcatus* (Zimmermann, 1994). Τέτοιες παρεμβάσεις μπορεί να επιτύχουν σε κάποιο επίπεδο τον έλεγχο του θρίπα, αν όμως αυτός ήταν ο κύριος στόχος, η συλλογή και χρησιμοποίηση δραστήριων φυλών θρίπα έχει αναμφίβολα μεγαλύτερη αξία.

Αν και η μακροβιότητα και ο πολλαπλασιασμός των μυκήτων στο έδαφος επηρεάζονται από φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες (π.χ. υγρασία

εδάφους, θερμοκρασία, άλλους οργανισμούς του εδάφους, λιπάσματα, εντομοκτόνα), πολλοί εντομοπαθογόνοι μύκητες μπορούν να επιβιώσουν σαπροφυτικά στα εδάφη και ειδικά σ' αυτά που είναι πλούσια σε οργανική ουσία (Harney and Widden, 1991, Moorehouse et al., 1993, Li and Holdom, 1994). Η εγκατάσταση και η δραστηριότητες των μυκήτων επηρεάζονται επίσης από τις ριζικές εκκρίσεις, τις μεταλλικές ενώσεις των φύλλων ή εκκρίσεις των φυτών που απορροφούνται από την επιφάνεια του σώματος των εντόμων. Οι Li and Holdom, (1995), μελέτησαν την επίδραση των χημικών ουσιών της ριζόσφαιρας, στην βλάστηση των κονιδίων καθώς και στην ανάπτυξη και παραγωγή σπορίων του *Metarhizium anisopliae*. Βρήκαν ότι διάφοροι υδρογονάνθρακες και νιτρώδεις ενώσεις των ριζικών εκκρίσεων μπορούσαν να προκαλέσουν πρόωρη βλάστηση στο έδαφος, με αποτέλεσμα την γρήγορη απώλεια του μολύσματος. Οργανικά οξέα έδιναν αντίθετο αποτέλεσμα, συντελώντας στην διατήρηση των κονιδίων στο έδαφος, με δυναμική παρεμπόδιση της βλάστησης στα έντομα ξενιστές.

Εφαρμογή

Οι τεχνικές και δόσεις εφαρμογής χρειάζονται μελέτη για να ξέρουμε πως, που και πότε πρέπει να γίνουν οι επεμβάσεις για να εξασφαλισθεί αποτελεσματικός έλεγχος. Για εφαρμογές φυλλώματος, πρέπει να μελετηθούν οι υπάρχουσες τεχνικές ψεκασμού και οι οδηγίες για επιτυχή χρήση να αποδειχθούν. Ο τύπος του ψεκαστήρα επίσης επηρεάζει την κάλυψη του φύλλου και του εντόμου, γεγονός που επιδρά στην αποτελεσματικότητα του παθογόνου. Για παράδειγμα, στο εργαστήριο δύο είδη αφίδων, οι *Myzus persicae* και *Aphis gossypii*, ήταν το ίδιο ευαίσθητες στο *Verticillium lecanii*. Όταν όμως το παθογόνο εφαρμόστηκε σε θερμοκήπιο με μεγάλο όγκου ψεκαστήρα, η *Aphis gossypii* δεν ελέγχθηκε τόσο αποτελεσματικά όσο η *Myzus persicae* (Hall and Parierok, 1982). Αυτό αποδόθηκε στην μεγαλύτερη κινητικότητα της *Myzus persicae* στην επιφάνεια του φύλλου που αύξησε την επαφή με μολυσματικά κονίδια. Ικανοποιητικός έλεγχος του *Aphis gossypii* επιτεύχθηκε με την χρήση περιστροφικού, μικρού όγκου νεφελοψεκαστήρα που αύξησε την άμεση απόθεση σπορίων στις αφίδες (Sopp et al., 1989).

Οι ηλεκτροστατικοί ψεκαστές μπορεί να δώσουν καλύτερη διείσδυση και κάλυψη του φυλλώματος, απ' ό,τι οι συμβατικοί υδραυλικοί. Επίσης μειώνεται η απορροή και η απόπλυση, χρησιμοποιείται περισσότερο ψεκαστικό υγρό, γίνεται πιο αποτελεσματική χρήση του σκευάσματος, μειώνονται οι αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο και στο περιβάλλον. Οι ψεκαστές δημιουργούν μικροσκοπικές ηλεκτρονικά φορτισμένες σταγόνες που εκλύονται ειδικά στην κάτω επιφάνεια του φυλλώματος (Matthews, 1988). Επειδή τα άτομα του *Thrips tabaci* βρίσκονται περισσότερο συγκεντρωμένα στην κάτω επιφάνεια των φύλλων της αγγουριάς, οι ηλεκτροστατικοί ψεκαστές θα μπορούσαν να βελτιώσουν την εναπόθεση σπορίων στην κάτω επιφάνεια των φύλλων και να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα ελέγχου του (Binns et al., 1982).

Παρ' όλα αυτά, οι ηλεκτροστατικοί ψεκαστές είναι ακριβοί και οι μικρής κλίμακας παραγωγοί δεν τους προμηθεύονται εύκολα. Οι υψηλού όγκου, υδραυλικοί ψεκαστές χρησιμοποιούνται ευρύτερα. Συνιστώνται πάντως υψηλού όγκου ψεκασμοί για την εφαρμογή *Verticillium lecanii* σε αγγούρια και χρυσάνθεμα (Helyer et al., 1992, Van de Scaaf et al., 1991). Έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί, υπέρμικρου όγκου ψεκασμοί για τον *Beauveria bassiana* και *Metarhizium flavoviridae*. Επίσης αξιολογούνται τέτοιου είδους ψεκασμοί σε σκευάσματα σε ελαιώδη διαλύματα για τον έλεγχο των ακριδών (Johnson et al., 1992, Bateman, 1994). Αυτό που μένει να αξιολογηθεί είναι αν τέτοιες τεχνικές εφαρμογές θα ήταν αποτελεσματικές στον θρίπα.

4.6 Τα εντομοπαθογόνα στην Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Εντόμων (IPM)

Σε μια τυπική καλλιέργεια, συνήθως εμφανίζεται ένα ευρύ φάσμα παθογόνων και εχθρών που πρέπει να αντιμετωπίζονται συχνά ταυτόχρονα. Κατά συνέπεια, ο ρόλος των εντομοπαθογόνων για τον έλεγχο του θρίπα πρέπει να εξεταστεί μέσα στο γενικό πλαίσιο ενός Ολοκληρωμένου Προγράμματος Διαχείρισης μιας καλλιέργειας. Ίσως επειδή υπάρχουν περισσότερες δυνατότητες εφαρμογής προς το παρόν στο χώρο των θερμοκηπιακών καλλιεργειών, πρέπει να συζητηθεί κάτω απ' αυτές τις συνθήκες.

Συμβατότητα με τα αγροχημικά.

Τα αγροχημικά θα παραμείνουν αναγκαστικά, στα εμπορικά συστήματα παραγωγής για το εγγύς μέλλον. Τα εντομοκτόνα μπορεί να χρειάζονται για τη μείωση εκτεταμένων πληθυσμών θρίπα ή για τον έλεγχο εχθρών που δεν ελέγχονται από μύκητες. Τα μυκητοκτόνα δεν είναι απαραίτητα για τον έλεγχο των ασθeneιών, το ευρύ φάσμα δράσης όμως κάποιων απ' αυτά, μπορεί να επηρεάσει επίσης τους εντομοπαθογόνους μύκητες. Εκτεταμένη είναι επίσης η χρήση των ρυθμιστών ανάπτυξης στην παραγωγή των καλλωπιστικών φυτών, ενώ για την συμβατότητα τους με τους μύκητες δεν έχουμε στοιχεία. Η επίδραση λοιπόν όλων αυτών των ουσιών στους ωφέλιμους μύκητες δεν μας είναι γνωστή ενώ είναι αποφασιστικής σημασίας. Έτσι οι καλλιεργητές πρέπει να επιλέγουν κατάλληλες ενώσεις και καταλόγους μυκητολογικών και γενικά χημικών επεμβάσεων τέτοιους, ώστε να ελαχιστοποιήσουν την αρνητική επίδραση στην αποτελεσματικότητα του παθογόνου.

Η βλάστηση, η μυκηλιακή ανάπτυξη και η παραγωγή σπορίων είναι σημαντικές λειτουργίες για τη μόλυνση των εντόμων και την εξάπλωση της μολυσματικότητας. Η παρεμπόδιση τους από αγροχημικά ποικίλει ανάλογα με το είδος του μύκητα και τη φυλή (Vannine and Hokkanen, 1988; Anderson et al., 1989; Majchrowicz and Poprawski, 1993; Li and Holdom, 1994). Ορισμένα εντομοκτόνα, π.χ καρβαμικά, έχουν και μυκητοκτόνο δράση, έτσι τόσο κάποια εντομοκτόνα όσο και μυκητοκτόνα μπορεί να είναι επιβλαβή για τους εντομοπαθογόνους μύκητες.

Η δόση των σκευασμάτων παίζει επίσης ρόλο, η παραγωγή σπορίων από το μύκητα, επηρεάζεται λιγότερο σε χαμηλές συγκεντρώσεις (Anderson et al., 1989; Li and Holdom, 1994). Κάποια εντομοκτόνα όμως που βρέθηκαν επιβλαβή στο εργαστήριο, δεν έδειξαν την ίδια συμπεριφορά στον αγρό. Οι Easwaramoorthy et al., (1978) βρήκαν ότι δύο εντομοκτόνα παρεμπόδισαν το *Verticillium lecanii* in vitro, η αποτελεσματικότητα του έμεινε ανεπηρέαστη όταν χρησιμοποιήθηκαν υποθανατηφόρες δόσεις σε εφαρμογές σε φυτείες καφέ. Οι Anderson et al., (1989) διαπίστωσαν μεγαλύτερη θνησιμότητα όταν χρησιμοποιήθηκε ο *Beauveria bassiana* σε συνδυασμό με υποθανατηφόρες δόσεις εντομοκτόνων στο *Leptinotarca decemlineata*, γεγονός που αποδίδεται στη συνεργία των δύο παραγόντων. Επίσης, μυκητοκτόνα και το

Verticillium lecanii χρησιμοποιήθηκαν μαζί με επιτυχία σε καλλιέργεια αγγουριάς και χρυσαυθόμου (Gardner et al., 1984; Van de Schaaf et al., 1991).

Καθώς η «μοντέρνα» γεωργία τείνει να εφαρμόζει πρακτικές πιο «φιλικές» προς το περιβάλλον, υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον στη χρήση «βιοορθολογικών» εντομοκτόνων, όπως ρυθμιστές ανάπτυξης, εντομοκτόνα σαπούνια και φυτοκομικά έλαια. Αυτές οι ουσίες έχουν ελάχιστη επίδραση στα ωφέλιμα, χαμηλή τοξικότητα στα θηλαστικά και μειωμένη υπολειμματική δράση. Κάποια προϊόντα είναι αποτελεσματικά στον έλεγχο του θρίπα, με εξαιρετική δυνατότητα να συμπεριληφθούν σε μια στρατηγική ολοκληρωμένης διαχείρισης (Allen et al., 1993). Υπάρχουν όμως κάποιες τεκμηριωμένες μελέτες για αλληλεπίδραση με τους εντομοπαθογόνους μύκητες.

Καθώς ο μηχανισμός δράσης των περισσότερων «βιοορθολογικών» εντομοκτόνων στοχεύει στη διακοπή ειδικών λειτουργιών στα έντομα, θα έπρεπε βέβαια να είναι σχετικά αβλαβή για τους μύκητες. Ενώ οι ειδικοί μηχανισμοί δράσης διαφέρουν, όλα κατά κάποιο τρόπο προσβάλλουν τον εξωσκελετό, τη δόμησή του, τη δομή ή την ολοκλήρωσή του. Ο εξωσκελετός είναι η κυρίαρχη ασπίδα τους και είναι αυτός που προσβάλλεται από τους εντομοπαθογόνους μύκητες (Hajek and St. Leder, 1994). Οι ρυθμιστές ανάπτυξης των εντόμων και οι βοτανικής προέλευσης ουσίες, όπως το neem (azadirachtin), παρεμποδίζουν την ανάπτυξη, τη δημιουργία εξωσκελετού ή τη διαδικασία έκδυσης (Staal, 1987; Rembold, 1989). Αφού επηρεάζεται ο σχηματισμός του εξωσκελετού, εξουδετερώνεται η προστατευτική του δράση στις μυκητολογικές μολύνσεις, επομένως αυξάνονται οι πιθανότητες ανάπτυξης θανατηφόρων μυκητολογικών προσβολών (Zimmermann, 1994). Η συνεργασία μεταξύ *Metarhizium spp.* και teflubenzuron, μια εντομοκτόνα βενζοφαινολική ουρία, που παρεμβαίνει στη σύνθεση χιτίνης, αποδείχθηκε αποτελεσματική στον έλεγχο του *Schistocerca gregaria* (Joshi et al., 1992)

Στην περίπτωση που το σκεύασμα οδηγεί σε μορφογενετικές ζημιές, επιδρώντας στην έκδυση και ανάπτυξη, τότε η επιτυχής μυκητολογική προσβολή θεωρείται ακόμα πιο ικανοποιητική. Τα εντομοκτόνα σαπούνια προσβάλλουν τα κηρώδη στρώματα του εξωσκελετού. Αυτά τα στρώματα είναι ιδιαίτερα σημαντικά για τα έντομα διότι τα προστατεύουν από τη ξηρασία. Η διακοπή της συνέχειας τους μπορεί να ευνοήσει προσβολές από μύκητες. Τα φυτικά έλαια οδηγούν σε θάνατο από ασφυξία. Έτσι έχουν

χρησιμοποιηθεί στην συσκευασία κάποιων μυκήτων, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα τους εναντίον των εντόμων «στόχων» (Johnson et al., 1992).

Μπορούν επίσης να αξιοποιηθούν άλλες ευεργετικές αλληλεπιδράσεις. Σε πειραματικούς ψεκασμούς, π.χ με *P. fumocorosum* που δεν έδωσαν αποτελέσματα στην καταπολέμηση προσβολών της *Aphis gossypii* και *Macrosiphoniella sanboni* σε θερμοκήπιο, όταν χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος μύκητας μαζί με azadirachtin (Margosan O), βρέθηκε αποτελεσματικός και επιτεύχθηκε αποτελεσματικός έλεγχος των εντόμων (Lindquist,1993). Τέτοιοι συνδυασμοί θα μπορούσαν να διευρύνουν το φάσμα των εντόμων ξενιστών των μυκητολογικών σκευασμάτων. Αυξάνοντας έτσι την απόδοση, μειώνουμε τον αριθμό των επεμβάσεων που απαιτούνται για ένα αποτελεσματικό έλεγχο των εχθρών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

5.1 Νέα Βιολογικά Σκευάσματα στην Αντιμετώπιση του Θρίπα.

Ως εναλλακτικές μέθοδοι αντιμετώπισης του θρίπα *Frankliniella occidentalis* στο παρόν πείραμα χρησιμοποιήθηκαν αιθέρια έλαια εσπεριδοειδών, ο εντομοπαθογόνος μύκητας *Beauveria bassiana*, το βελτιωτικό εδάφους Agrobiosol και το εντομοκτόνο επαφής και στομάχου spinosad με την εμπορική ονομασία Laser 480 SC.

Το spinosad παράγεται με εμβολιασμό του βακτηρίου *Saccharopolyspora spinosi* (Actynomycetes) σε υπόστρωμα. Ακολουθεί ζύμωση του βακτηρίου με φυσικό τρόπο, από την οποία παράγονται μεταβολίτες οι οποίοι δρουν στα φυτοπαράσιτα

Τα αιθέρια έλαια των εσπεριδοειδών έχουν εντομοαπωθητική δράση ενώ ο μύκητας προσβάλλει τις λάρβες και τα ακμαία.

Σε προηγούμενα πειράματα στο εργαστήριο Εντομολογίας του Τ.Ε.Ι Ηρακλείου (Μ. Παπαδάκη, 2002) έχει παρατηρηθεί ότι στο Agrobiosol αναπτύσσεται το αρπακτικό άκαρι *Hypoaspis sp.* (Acari:Laelapidae) (εικ. 9), το οποίο προσβάλλει τους θρίπες στα στάδια *prerupa* και *rupa*.



Εικ. 9 Το αρπακτικό άκαρι *Hypoaspis miles*

Το *Hypoaspis miles* είναι αρπακτικό άκαρι που αναπτύσσεται στο έδαφος, ανοικτού καστανού χρώματος και πλατύτερο την *Amphyseilus* και *Phytoseiulus*, μήκους ενός

χιλιοστού. Οι πληθυσμοί του *Hygroaspis miles* αποτελούνται από άτομα και των δύο φύλλων. Τα αρσενικά είναι πιο λεπτά και έχουν πολύ μικρότερο μέγεθος από τα θηλυκά, επίσης απαντώνται σπανιότερα. Τα θηλυκά έχουν πιο στρογγυλεμένο σώμα, παχιά μπροστινά πόδια και επιμήκη στοματικά μόρια. Τα στάδια ανάπτυξης του είναι σχεδόν όμοια σε όλες τις ηλικίες.

Διαβιώνει στο ανώτερο στρώμα εδάφους, στα 1-2 cm. περίπου. Το θηλυκό τοποθετεί τα αυγά στα ανώτερα εκατοστά του εδάφους τα οποία εκκολάπτονται σε 2-3 ημέρες και ο κύκλος ζωής του ολοκληρώνεται σε περίπου 11 ημέρες. Τα ακμαία και οι λάρβες του *Hygroaspis*, τρέφονται με διάφορα ασπόνδυλα συμπεριλαμβανομένου και του θρίπα, στα στάδια της πούπας και προνύμφης. Ακόμα και σε περιπτώσεις που δεν βρίσκει τροφή, μπορεί να επιβιώσει έως και 7 εβδομάδες τρεφόμενο με άλγη ή φυτικά υπολείμματα ώστε να μπορεί να αναπαράγεται κανονικά, γεγονός που το καθιστά πολύ αποτελεσματικό για την αντιμετώπιση του θρίπα. Μπορεί να καταναλώσει 1-5 άτομα ημερησίως.

Είναι ανθεκτικό σε σχεδόν όλες τις συνθήκες του θερμοκηπίου, με ιδανικές θερμοκρασίες ανάπτυξης από 20–30°C, άλλα δεν επιβιώνει σε συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών (αδρανοποιείται στους 14°C), κατάκλισης καθώς και σε κακώς στραγγιζόμενα εδάφη.

Το άκαρι τυποποιείται σε αποστειρωμένο μίγμα τύρφης το οποίο και διατίθεται στις αγορές κυρίως του εξωτερικού. Συνήθως πωλείται σε συσκευασίες του 1lt., που περιέχουν κατά προσέγγιση 10.000 άτομα του ακάρεος σε όλα τα στάδια εξέλιξης του. Μια εφαρμογή του σκευάσματος μπορεί είναι αρκετή για την εγκατάστασή του για όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, εφόσον και οι συνθήκες το επιτρέπουν. Στα πλαίσια της IPM έχουν προταθεί συγκεκριμένες δοσολογίες για κάθε καλλιεργούμενο είδος, π.χ 100.000 έως 120.000/50.000 ft² καλλιέργειας τομάτας, 40.000 έως 80.000/50.000 ft² κολοκυνθοειδών κ.λ. Η εφαρμογή του γίνεται απ' ευθείας στο έδαφος, σε διάφορα σημεία του χώρου ώστε να επιταχυνθεί η εξάπλωση του. Μπορεί ακόμα και να μετακινηθεί σε φυτά φυτεμένα σε γλάστρες, αλλά ωστόσο καλό θα ήταν να τοποθετείται μόλυσμα σε κάθε δεύτερη γλάστρα.

Η δράση του αποδεδειγμένα είναι πιο αποτελεσματική αν τοποθετηθεί στο έδαφος πριν εγκατασταθούν οι πληθυσμοί των ξενιστών του ή όταν ακόμα κυμαίνονται σε

χαμηλά επίπεδα. Τα αποτελέσματα που έχει στην αντιμετώπιση του θρίπα αφορούν κυρίως την μείωση του αριθμού των ατόμων των εναλλασσόμενων γενεών και όχι τόσο την μείωση του πληθυσμού του εντόμου που αρχικά προσβάλλει την καλλιέργεια.

Επειδή οι μελέτες που έχουν γίνει γύρω από το *Hypoaspis miles* είναι σχετικά πρόσφατες, δεν έχει εντοπιστεί συγκεκριμένη ευαισθησία σε φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Αναμένεται ότι θα είναι πιο ευαίσθητο από το *Phytoseiulus persimilis* στα μέχρι τώρα εφαρμοζόμενα σκευάσματα. Γενικά, εκτιμάται ότι οι ψεκασμοί του φυλλώματος σε σχέση με αυτούς που επιδιώκεται διαβροχή όλης της κόμης των φυτών μέχρι απορροής, είναι λιγότερο επιζήμιοι εξαιτίας της μειωμένης ποσότητας του υγρού που φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους. Δεν πρέπει να εφαρμόζονται τέτοιοι ψεκασμοί με μυκητοκτόνα τα οποία περιέχουν βενζιμιδαζόλες διότι μειώνουν την ικανότητα αναπαραγωγής του. Επιβιώνει ικανοποιητικά σε εδάφη όπου έχουν προστεθεί βελτιωτικά, ωστόσο πρέπει να αποφεύγεται η τοποθέτηση του σε εδάφη που έχουν υποστεί κατεργασία με ασβέστη ή μίγματα θειικού χαλκού. Για άγνωστους λόγους, οι πληθυσμοί του διαφοροποιούνται κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου. Τα Κολεόπτερα της οικογένειας Staphylinidae αποτελούν σοβαρούς εχθρούς του *Hypoaspis*.

Σε πείραμα που διεξήχθη (Berndt O, Meyhofer R, Poehling HM, 2004) εξετάστηκε η επίδραση των ακάρεων, *Hypoaspis miles* (Berlese) και *H. aculeifer* (Canestrini) (Acari: Laelapidae), στην εξέλιξη του πληθυσμού του θρίπα σε προσβεβλημένα φασόλια (*Phaseolus vulgaris*). Τα πειράματα έλαβαν χώρα σε δοκιμαστικούς σωλήνες. Η έκταση της εδαφικής φάσης μέσα σε ένα δοσμένο (γνωστό) πληθυσμό από θρίπα, ερευνήθηκε με τη χρήση photo-electors (παγίδες ανάδυσης).

Η μέθοδος αυτή διασφάλιζε έναν εύκολο προσδιορισμό (1) του ποσοστού του πληθυσμού των θριπών που εισέρχονται στο έδαφος για νύμφωση και (2) το ποσοστό της αποτελεσματικότητας των αρπακτικών στα στάδια ανάπτυξης του θρίπα στο έδαφος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 98% του πληθυσμού του εντόμου εγκατέλειψε το φυτό για να νυμφωθεί στο έδαφος. Η εισαγωγή πέντε ατόμων του αρπακτικού στο έδαφος, προκάλεσε τη θνησιμότητα τουλάχιστον του 44,9 % του θρίπα. Διπλασιάζοντας τον αριθμό του *Hypoaspis miles* στα 10 άτομα, η θνησιμότητα αυξήθηκε στο 61%. Το μέγιστο, 80,5%, επιτεύχθηκε με την εισαγωγή 20 ατόμων του

H. aculeifer. Συμπερασματικά, το *H. aculeifer*, έδειξε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα ως φυσικός εχθρός, στα στάδια της ανάπτυξης του θρίπα μέσα στο έδαφος. Και τα δύο είδη μπορούν να αποτελέσουν σημαντικούς ανταγωνιστές του *Frankliniella occidentalis* σε προστατευμένα οικοσυστήματα (θερμοκήπια).

Στα πλαίσια της μελέτης της αποτελεσματικότητας του spinosad και της επίδρασης του στους βιολογικούς εχθρούς του θρίπα, οι Jones et al. (2001) πραγματοποίησαν εργαστηριακές βιοδοκιμές σε νεαρά και ακμαία του *Frankliniella occidentalis* και σε τρεις παράγοντες βιολογικού ελέγχου των θερμοκηπίων, *Amblyseius cucumeris* (Acarina:Phytoseiidae), *Orius insidiosus* (Hemiptera:Anthocoridae) και *Encarsia formosa* (Hymenoptera:Aphelinidae).

Τα παραπάνω Αρθρόποδα εκτέθηκαν σε άμεση, άμεση και υπολειμματική και υπολειμματική εφαρμογή του spinosad (Conserve® 120 SC). Και στους τρεις τύπους των δοκιμών, το spinosad ήταν αποτελεσματικό εναντίον των νεαρών και των ακμαίων του θρίπα. Είχε χαμηλή τοξικότητα στο *Amblyseius cucumeris*, μέτρια στο *Orius insidiosus* και υψηλή στο *Encarsia formosa*.

Μελέτες οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο θερμοκήπιο, που περιελάμβαναν έκθεση νεαρών και ακμαίων του *Frankliniella occidentalis* καθώς και ενηλίκων των παραπάνω ωφέλιμων σε ψεκάσμο με το spinosad φύλλων αγγουριάς, επιβεβαίωσαν τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών.

Το εντομοκτόνο είχε χαμηλή τοξικότητα στο *Amblyseius cucumeris* μία μέρα μετά την εφαρμογή του, μέτρια στο *Orius insidiosus* την 1^η και την 8^η μέρα από την εφαρμογή του και υψηλή στο *Encarsia formosa* έως την 28^η ημέρα .

Βάση των παραπάνω αποτελεσμάτων και λαμβάνοντας υπόψη το μοναδικό τρόπο δράσης του, εκτιμάται ότι spinosad θα αποτελέσει ένα πολύτιμο και μειωμένης επικινδυνότητας παράγοντα ελέγχου, σε προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης του *F. occidentalis* σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες αγγουριού.

Η πρώτη αναφορά ανθεκτικότητας στο spinosad (εμπορική ονομασία του σκευάσματος Conserve SC) έγινε από τους Loughner et al (Φεβρουάριος, 2005) σε πείραμα όπου πραγματοποιήθηκαν επεμβάσεις με την παραπάνω ουσία σε άτομα θρίπα συλλεγμένα από διαφορετικούς πληθυσμούς. Επιλέχθηκαν άτομα του *Frankliniella occidentalis* από θερμοκήπιο (Illinois), στο οποίο εφαρμόζονταν τακτικά ψεκάσμοι με

sprinosad, από τοπικούς πληθυσμούς στο υπαίθρο (Nevada), για τους οποίους δεν υπήρχε ιστορικό έκθεσης στην ουσία, και από πληθυσμούς που εκτράφηκαν στο εργαστήριο. Ως ξενιστές του εντόμου χρησιμοποιήθηκαν τα στελέχη και οι κεφαλές από ζέρμπερα (*Gerbera jamesonii*, H. Bolus ex Hook. F.) οι οποίοι μολύνθηκαν με 25 ακμαία του θρίπα, από τον κάθε πληθυσμό, και στη συνέχεια ο κάθε βλαστός τοποθετήθηκε χωριστά, σε απομονωμένους θαλάμους.

Οι επεμβάσεις που έγιναν ήταν : μη ψεκάσμού, ψεκάσμού με νερό, ψεκάσμού με την μισή συνιστώμενη δοσολογία του sprinosad και τέλος με ολόκληρη την συνιστώμενη δόση. Τρεις μέρες μετά την επέμβαση καταγράφηκε ο αριθμός των νεκρών και των ζωντανών ατόμων σε κάθε επέμβαση. Σαφέστατα, τα άτομα που επέζησαν με τις άλλες «μεθόδους» ελέγχου ήταν περισσότερα σε σχέση με αυτά που ψεκάστηκαν με το sprinosad.

Ωστόσο υπήρξε σοβαρή διαφοροποίηση και στις δύο επεμβάσεις του sprinosad μεταξύ των πληθυσμών του εντόμου. Το ποσοστό επιβίωσης των ατόμων που συλλέχθηκαν από το θερμοκήπιο ήταν πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή του πληθυσμού της υπαίθρου.

Η ανθεκτικότητα του θρίπα σε ένα εντομοκτόνο με γνωστό τρόπο δράσης, όπως το sprinosad, δείχνει την αναγκαιότητα που υπάρχει για την εξεύρεση και εφαρμογή εναλλακτικών αλλά αποτελεσματικών μεθόδων διαχείρισης του *Frankliniella occidentalis*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI

Υλικά και Μέθοδοι

Σκοπός του πειράματος ήταν η αξιολόγηση και πιθανότητα αξιοποίησης εναλλακτικών μεθόδων αντιμετώπισης του θρίπα με βιολογικά σκευάσματα. Τα σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα εξής (πιν. 2):

- **Citrus**, εκχύλισμα εσπεριδοειδών. Εντομοαπωθητικό οικολογικό σκευάσμα.
- ***Beauveria bassiana***, βιολογικό εντομοκτόνο επαφής με βάση ζωντανά σπόρια του μύκητα.
- **Agrobiosol**, βελτιωτικό εδάφους της Biochemie (συσκευασία των 30 kg).
- **Laser**, εντομοκτόνο επαφής και στομάχου. (πυκνό αιώρημα), που περιέχει το βακτήριο *Saccharopolyspora spinosi* (Actynomycetes).

Πίνακας 2. Εγγυημένη σύνθεση σκευασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν και δοσολογία

Σκευάσμα	Εγγυημένη σύνθεση	Δοσολογία
Citrus	Αιθέρια έλαια εσπεριδοειδών	4-5 σταγόνες ανά ψεκαστήρα του 1,5 lit
<i>Beauveria bassiana</i>	Beauveria bassiana 7,16% β/ο (min. 2,3*10 ⁷ κονίδια/κ.εκ) Βοηθητικές ουσίες 92,46 β/β	3ml ανά 1,5 lit
Agrobiosol	Συνολικό άζωτο (N) 5-8% Διαθέσιμο φωσφορικό οξύ (P ₂ O ₅) 0,5-1,5% Υδατοδιαλυτό κάλλιο (K ₂ O) 1-3% Οργανικό υλικό 80-90%	Ποσότητα μιας χούφτας στην γλάστρα (φωτ. 1)
Laser	Spinosad 48% β/ο Βοηθητικές ουσίες 51,1% β/ο	0,5ml ανά 1,5 lit



Φωτ. 1. Τοποθέτηση του agrobiosol στη γλάστρα.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του πειραματικού θερμοκηπίου της Εντομολογίας του Τ.Ε.Ι Ηρακλείου, στο αγρόκτημα. Το εσωτερικό του θερμοκηπίου είναι διαμορφωμένο σε 24 διαμερίσματα εκ των οποίων, για την εκτέλεση του παρόντος πειράματος, χρησιμοποιήθηκαν τα 15. Κάθε ένα από τα παραπάνω σκευάσματα χρησιμοποιήθηκε σε τρία διαφορετικά διαμερίσματα (επαναλήψεις) και η επιλογή τους έγινε τυχαία. Τρία διαμερίσματα χρησιμοποιήθηκαν σαν μάρτυρες.

Χρησιμοποιήθηκαν έτοιμα σπορόφυτα μελιτζάνας, τοποθετημένα σε κυψελίδες. Η μεταφύτευση έγινε όταν τα φυτά είχαν σχηματίσει περίπου τέσσερα πραγματικά φύλλα, σε γλάστρες των 10 lit και σαν υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε το compost με εμπορική ονομασία Klasmann της εταιρίας KLASMANN-DEILMANN GmbH (πιν. 3). Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε κάθε διαμέρισμα οκτώ γλάστρες. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 120 σπορόφυτα μελιτζάνας και αντίστοιχος αριθμός γλαστρών. Τα

φυτά δέθηκαν εξ αρχής με σπάγκο και κατά τη διάρκεια του πειράματος ελέγχουμε αν απαιτείται επιπλέον στήριξη.

Παρακάτω παρατίθεται αναλυτικά το πρόγραμμα όλων των εργασιών και επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

- 1/4/2004. Μεταφύτευση και τοποθέτηση στα διαμερίσματα και πότισμα των φυτών.

Για την άρδευση των φυτών χρησιμοποιήθηκε ποτιστικό λάστιχο και ποτιστήρια. Επίσης η άρδευση επαναλαμβάνονταν καθημερινά.

- 20/4/2004. Πρώτη λίπανση.

Οι λιπάνσεις επαναλαμβάνονταν μία φορά την εβδομάδα. Χρησιμοποιήθηκε το πλήρες υδατοδιαλυτό λίπασμα Fitofil της εταιρείας Farmo-Chem S.A, εμπλουτισμένο με ιχνοστοιχεία (πιν. 3).

- 26/4/2004. Συλλογή ανθέων τριανταφυλλιάς προσβεβλημένων από θρίπα και τοποθέτηση τους πάνω στα φυτά με στόχο την μόλυνση των τελευταίων.
- 4/5/2004. Επανάληψη μόλυνσης.
- 14/5/2004. Εξαπόλυση του αρπακτικού των αφίδων, *Aphidius colemani* με σκοπό την καταπολέμηση τους (πιν.3).
- 17/5/2004. Επανάληψη μόλυνσης.
- 27/5/2004. Επανατοποθέτηση του αρπακτικού των αφίδων σε διαμερίσματα με έντονη προσβολή.

Ελαφρύ κλάδεμα προσβεβλημένων μερών των φυτών από *Botrytis sp.* για αποφυγή εξάπλωσης της προσβολής.

- 7/6/2004. Πρώτη ενδεικτική μέτρηση του πληθυσμού του θρίπα
Αφαίρεση πλαγίων βλαστών και των γερασμένων φύλλων της βάσης.
- 15/6/2004. Ψεκασμός για την καταπολέμηση των αφίδων.

Εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας οι πληθυσμοί του εντόμου άρχισαν να αυξάνονται, με αποτέλεσμα τα φυτά να παρουσιάζουν έντονα τα συμπτώματα της προσβολής και να κινδυνεύουν να καταστραφούν. Έγινε ψεκασμός με το αφιδοκτόνο σκεύασμα Pirimor των 50 mg της εταιρείας Syngenta (πιν. 3). Το σκεύασμα ήταν σε μορφή βρέξιμων κόκκων, εφαρμογή του έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες της συσκευασίας με χρήση επινώτιου χειροκίνητου ψεκαστήρα των 10 lt.

Πίνακας 3. Εγγυημένη σύνθεση λοιπών σκευασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν.

Σκεύασμα	Εγγυημένη σύνθεση
Λίπασμα Fitofil	20-20-20 και ιχνοστοιχεία *
Υπόστρωμα Klasmann (70lit)	
Αφιδοκτόνο Pirimor (50mg)	50% pirimicarb β/β 47,4% βοηθητικές ουσίες β/β
Αρπακτικό αφίδων <i>Aphidius colemani</i> της KOPPERT	1000-3.300 άτομα /m ²

- N [νιτρικό (6%), αμμωνιακό (4%), ουρικό (10%)] 20%
- P (P₂O₅) 20%
- K (K₂O) 20%
- Ιχνοστοιχεία : **Fe** (0,03%), **Mg** (0,005%), **Mn** (0,03%), **Zn** (0,01%), **Cu** (0,01%), **B** (0,006%), **Mo** (0,0006%), **Co** (0,0006%).

- 19/6/2004. Πρώτη καταγραφή του πληθυσμού του θρίπα (νεαρών και ακμαίων) σε φύλλο καταγραφής πληθυσμού και πρώτη εφαρμογή των σκευασμάτων.

Οι μετρήσεις έγιναν σε τρία φύλλα καθώς και σε τρία άνθη ανά φυτό, και στα οκτώ φυτά του κάθε διαμερίσματος.

Η εφαρμογή των σκευασμάτων έγινε ως εξής :

- **Citrus**, με διαβροχή όλου του φυτού.
- ***Beauveria bassiana***, ψεκάσμος όλης της επιφάνειας του υποστρώματος, της γλάστρας και της περιοχής του δαπέδου που καλύπτει η κόμη των φυτών.
- **Agrobiosol**, τοποθέτηση ποσότητας του σκευάσματος πάνω στο υπόστρωμα σε σημείο που αποφεύγεται η πλήρης διαβροχή του.
- **Laser**, πλήρης διαβροχή των φυτών στη συνιστώμενη δοσολογία.
- Τα φυτά του μάρτυρα ψεκάστηκαν με νερό.

- 22/6/2006. Μέτρηση και εφαρμογή των σκευασμάτων.

Οι μετρήσεις για την καταγραφή του πληθυσμού του θρίπα καθώς και η εφαρμογή των σκευασμάτων πραγματοποιήθηκαν τις παρακάτω ημερομηνίες:

Πίνακας 4. Ημερομηνίες μετρήσεων και επεμβάσεων σε φύλλα και άνθη.

ΦΥΛΛΑ		ΑΝΘΗ
Μέτρηση & Ψεκασμός	19/6/2004	19/6/2004
Μέτρηση & Ψεκασμός	22/6/2004	22/6/2004
Μέτρηση & Ψεκασμός	29/6/2004	29/6/2004
Μέτρηση	1/7/2004	13/7/2004
Μέτρηση & Ψεκασμός*	6/7/2004	27/7/2004
Μέτρηση	8/7/2004	6/9/2004
Μέτρηση & Ψεκασμός*	13/7/2004	15/9/2004
Μέτρηση	20/7/2004	
Μέτρηση & Ψεκασμός*	27/7/2004	
Μέτρηση	3/8/2004	
Μέτρηση & Ψεκασμός*	11/8/2004	
Μέτρηση	23/8/2004	
Μέτρηση & Ψεκασμός	6/9/2004	
Μέτρηση	15/9/2004	

***Δεν έγινε ψεκασμός με το spinosad (Laser) λόγω του χαμηλού πληθυσμού του θρίπα στα διαμερίσματα που εφαρμοζόταν το συγκεκριμένο σκεύασμα.**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII

Αποτελέσματα-Σχόλια

Στην πρώτη μέτρηση (22/6/2004) μετά την εφαρμογή παρατηρούμε μείωση του πληθυσμού του εντόμου σε όλες τις επαναλήψεις εκτός απ' αυτές όπου εφαρμόστηκε το agrobiosol. Αναλυτικά η μείωση του πληθυσμού έφτασε το 100% στο spinosad, ακολουθεί το citrus με 41%, το *Beauveria bassiana* με 3% και μηδενική μείωση για το agrobiosol (Διαγράμματα 1 & 2).

Σε όλες τις επόμενες μετρήσεις ο πληθυσμός στα διαμερίσματα όπου εφαρμόστηκε το spinosad διατηρήθηκε σε επίπεδα 2-3 ατόμων ανά διαμέρισμα έως τις 15/9/2004. Παρατηρήθηκε επίσης εμφάνιση βιολογικών εχθρών όπως *Myridae*, *Encarsia formosa*, *Aphidoletes aphidimyza* καθώς και τα αρπακτικά ακάρεα *Phytoseiulus percimiles* και *Amblyseius sp.* στα ίδια διαμερίσματα.

Σχετικά με τα υπόλοιπα τρία σκευάσματα έχουμε τα εξής αποτελέσματα: στην 2^η μέτρηση (29/6) η αποτελεσματικότητα σε σχέση με την προηγούμενη μέτρηση του citrus μειώνεται στο 14%. Για τον *Beauveria bassiana* εμφανίζεται μείωση του πληθυσμού κατά 35% και το agrobiosol 10%, γεγονός το οποίο οφείλεται στο χρόνο που απαιτείται για την εγκατάσταση και δυνατότητα δράσης του μύκητα και του αρπακτικού *Hypoaspis sp* αντίστοιχα.

Στη συνέχεια παρατηρώντας τη διακύμανση του πληθυσμού στις επόμενες μετρήσεις διαπιστώνουμε ότι η αποτελεσματικότητα του citrus αυξάνει φτάνοντας το 61% σε σχέση με τις προηγούμενες μετρήσεις (μέγιστη τιμή αύξησης για το σκεύασμα) στις 27/7. Αξίζει να σημειωθεί ότι όπου εφαρμόστηκε το citrus τα άτομα που καταμετρήθηκαν βρέθηκαν στα φυτά που ήταν τοποθετημένα στα σημεία εξόδου των διαμερισμάτων (πόρτες και παράθυρα). Για τον *Beauveria bassiana* η υψηλότερη αποτελεσματικότητα φτάνει το 67% στις 13/7, ενώ ο πληθυσμός του μάρτυρα αυξάνεται λόγω της εμφάνισης νέας βλάστησης (πλάγιοι).

Στις επόμενες μετρήσεις μέχρι 3/8 ο πληθυσμός του εντόμου μειώνεται συνεχώς και φαίνεται να σταθεροποιείται μέχρι και τις 23/8. Σ' όλο αυτό το διάστημα παρατηρείται μείωση του πληθυσμού και στο μάρτυρα η οποία πιθανόν οφείλεται στις ζημιές που έχουν υποστεί τα φυτά λόγω του υψηλού πληθυσμού του εντόμου.

Από τις 23/8 μέχρι και το τέλος του πειράματος οι πληθυσμοί αυξήθηκαν σε όλα τα διαμερίσματα και τα φυτά είχαν πλέον καταστραφεί με αποτέλεσμα τη διακοπή του πειράματος.

Στα άνθη τα αποτελέσματα δίνουν διαφορετική εικόνα. Η μείωση του πληθυσμού για το spinosad υπερβαίνει το 90% σε σχέση με τον αρχικό πληθυσμό, στη συνέχεια αυξάνει για να φτάσει το 100% για το διάστημα από 13-27/7. Ακολουθεί αύξηση του πληθυσμού για να μηδενιστεί στο τέλος του πειράματος, όταν για τα υπόλοιπα σκευάσματα υπήρχε ένας μέσος πληθυσμός σχετικά με τον αρχικό (Διαγράμμ. 3 & 4)

Από τα υπόλοιπα σκευάσματα, το citrus και agrobiosol, προκαλούν μείωση του πληθυσμού έως τις 29/6, ημερομηνία που και στο μάρτυρα καταγράφεται μείωση ελαφρώς μικρότερη, ενώ για το agrobiosol ο πληθυσμός είναι υψηλότερος απ' ότι στο μάρτυρα.

Γενικά τα έντομα που είναι «κρυμμένα» στα άνθη δεν επηρεάζονται ιδιαίτερα από τις επεμβάσεις. Το γεγονός ότι όπου χρησιμοποιήθηκε το agrobiosol παρατηρούνται σε κάποιες μετρήσεις πληθυσμοί υψηλότεροι απ' ότι στο μάρτυρα οφείλεται προφανώς στην καλύτερη κατάσταση των φυτών λόγω της δράσης του ως βελτιωτικό εδάφους (φωτ. 2 & 3)

Ο πληθυσμός των ακμαίων του εντόμου στα φύλλα (5 και 6), στα διαμερίσματα που ψεκάστηκαν με spinosad ακολούθησε την ίδια πορεία με αυτή που καταγράφηκε στο σύνολο των ατόμων στο διάγραμμα 1. Το διάγραμμα 5 δείχνει ότι ο πληθυσμός του μάρτυρα ήταν εξαρχής χαμηλότερος απ' ότι στις επαναλήψεις που χρησιμοποιήθηκε το citrus. Αυτό διήρκεσε από 19/6 έως 1/7 που καταγράφηκε πτώση του πληθυσμού στα διαμερίσματα που εφαρμόστηκε το citrus η οποία πλησίασε το 65%. Στη συνέχεια άρχισε να αυξάνει και να υπερβαίνει αυτό του μάρτυρα με μικρή πτώση στο τέλος του πειράματος (άρα σε σύγκριση με το διάγραμμα 1 υπερτερούν τα νεαρά). Αντίστοιχη πορεία ακολούθησε η αποτελεσματικότητα του *Beauveria bassiana* και agrobiosol.

Στο διάγραμμα 7 όπου καταγράφονται τα νεαρά άτομα παρατηρούμε ότι με το spinosad μηδενίστηκε ο πληθυσμός του εντόμου ενώ για τα υπόλοιπα σκευάσματα ακολούθησε συνεχής μείωση του πληθυσμού αντίστοιχη με αυτήν του μάρτυρα όπου ο πληθυσμός διατηρήθηκε σε υψηλότερα επίπεδα από την αρχή έως το τέλος, σε αντίθεση με την καταγραφή του πληθυσμού των ακμαίων.



Φωτ. 2. Φυτά με agrobiosol



Φωτ. 3. Φυτά χωρίς agrobiosol.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Γενικά στα φύλλα καταγράφηκαν χαμηλότεροι πληθυσμοί τέλειων εντόμων σε σχέση με τα νεαρά άτομα. Αυτό είναι προφανώς συνέπεια της δράσης του *Beauveria bassiana* και του *Hyposaspis sp* που προσβάλλουν κυρίως το ακίνητο στάδιο του εντόμου (όταν πέφτει στο έδαφος για να νυμφωθεί).
- Τα άριστα αποτελέσματα του spinosad οφείλονται αφενός στην αποτελεσματικότητα του σκευάσματος, αφετέρου στην εμφάνιση των βιολογικών εχθρών που καταγράφηκάν στο χώρο.
- Το agrobiosol είναι κατάλληλο υπόστρωμα για την εγκατάσταση και ανάπτυξη του *Hyposaspis sp*. Καταγράφηκαν πληθυσμοί του ακάρεως περίπου 200 άτομα ανά 30 gr χώματος. Επίσης είναι αποτελεσματικό βελτιωτικό εδάφους δεδομένου ότι στα φυτά που χρησιμοποιήθηκε ως λίπασμα διατηρήθηκαν σε πολύ καλύτερη κατάσταση απ' ότι τα υπόλοιπα (φωτ. 2 και 3).
- Το citrus είναι ένα αποτελεσματικό εντομοαπωθητικό, απομακρύνει τα άτομα από τα φυτά και κυρίως από τα φύλλα. Η εντομοαπωθητική δράση του φαίνεται να μην διαρκεί πάνω από μία εβδομάδα, επομένως είναι αναγκαία η επανάληψη της εφαρμογής του μετά από αυτό το διάστημα. Επίσης θα βοηθούσε σε εφαρμογές χημικών λόγω της εξόδου ικανού αριθμού εντόμων από τα άνθη ώστε να βρίσκονται στα μέρη του φυτού τα οποία καλύπτονται από το ψεκαστικό διάλυμα. Θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται χρωμοπαγίδες και μαζική παγίδευση του πληθυσμού.
- Ο *Beauveria bassiana* δίνει καλύτερα αποτελέσματα αν εφαρμοστεί στο έδαφος απ' ότι με ψεκασμούς φυλλώματος (σύγκριση με αποτελέσματα προηγούμενου πειράματος στον ίδιο χώρο).
- Όλα τα σκευάσματα, εκτός του spinosad, έχουν μειωμένη αποτελεσματικότητα στα άνθη σε σύγκριση με τα φύλλα. Αυτό προφανώς οφείλεται στην αδυναμία των σκευασμάτων να έρθουν σε επαφή με τον πληθυσμό του εντόμου που βρίσκονται μέσα σ' αυτά.

- Γενικά τα παραπάνω σκευάσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη Βιολογική Καταπολέμηση του θρίπα και σε I.P.M., ώστε να διατηρούν τον πληθυσμό του εντόμου σε ανεκτά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου παράλληλα με τη δυνατότητα που δημιουργείται να εγκατασταθούν και να αναπτυχθούν πληθυσμοί βιολογικών εχθρών για άλλα έντομα και ακάρεα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Brownbridge M., McLean D. L., Parker B. L and Skinner M. (1994). Use of fungal pathogens for insect control in greenhouses. In : Robb K. (ed) *Proceedings, Tenth Conference on Insect and Disease Management on Ornamentals, Dallas, Texas*. Ball Publishing, Batavia, Illinois, pp. 7-20.
- Butt T. M. (1990). Fungal infection processes- a mini-review. In : *Proceedings, 5th International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control*, Society for Invertebrate Pathology, Adelaide, Australia, pp. 121-124.
- Carl K. P. (1975). An *Entomophthora* sp. (Entomophthorales:Entomophthoraceae) pathogenic to *Thrips* spp. (Tytsonoptera:Thripidae) and its potential as a biological control agent in greenhouses. *Entomophaga* pp. 20, 381-388.
- EPP0 data Sheets on Quarantine Organisms European Plant Protection Organisation. *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera:Thripidae). Bulletin 19,725-731.
- Fargues J. and Robert, P. (1986) Soil persistence of *Metarhizium anisopliae*: influence of fungal nutrition on both survival and remaining infectivity of conidia. In: Smits, P. H. (ed.) *Proceedings 3rd European Meeting on Microbial Control of Pests, IOBC Working Group on Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes, Wageningen, The Netherlands. International Organisation of Biological Control West Palaearctic Regional Section Bulletin* 14, pp. 130-133.
- Gardner, R., Oetting, R. D. and Storey, G. K. (1984) Scheduling of *Varticillium lecanii* and benomyl applications to maintain aphid (Homoptera:Aphididae) control on chrysanthemums in greenhouses. *Journal of Economic Entomology* 77, 514-518.
- Gaugler, R, Ccsta, S.D. and Lashomb, J. (1989) Stability and efficacy of *Beauveria bassiana* soil inoculations. *Environmental Entomology* 18, 412-41
- Goettel, M (1988). Pathogenesis of the hyphomycete *Tolypocladium cylindrosporium* in the mosquito *Aedes aegypti*. *Journal of Invertebrate Pathology* 51, 259-274.

- Goettel, M. S. and Roberts, D. W. (1992) Mass production, formulation and field application of entomopathogenic fungi. In: Lomer, C. J. and Prior, C (eds). *Biological Control of Locusts and Grasshoppers*. CAB International Wailingford, UK, pp. 230-238.
- Grivanov, K. P. (1940). Deep ploughing instead of burning the stubble for the control of the wheat thrips *Halporthrips tritici*. *Review of Applied Entomology (A)* pp 28, 69-70
- Hall, R. A. (1992). New pathogen on *Thrips palmi* in Trinidad. *Florida Entomologist* pp 75, 380-383.
- Harney, S. and Widden, P. (1991). The ecology of *Paecilomyces farinosus* in two balsam fir forests infested with spruce budworm. *Canadian Journal of Botany* pp 69, 512-515.
- Hirte, W., Triltsch, H. and Sermann, H. (1994) Growth and survivability of the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii* in the soil. In: Smits, P. H. (ed.) *Proceedings, 4th European Meeting on Microbial Control of Pests, IOBC Working Group on Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes, 1993, Zurich, Switzerland. International Organization of Biological Control/ West Palaearctic Regional Section Bulletin 17*, pp. 226-229.
- Inglis, G. D., Feniuk, R. P., Goettel, M. S. and Johnson, D. L. (1995). Mortality of grasshoppers exposed to *Beauveria bassiana* during oviposition and nymphal emergence. *Journal of Invertebrate Pathology* pp 65, 139-146.
- Jenkins, N E and Lomer, C. J. (1994). Development of a new procedure for the mass production of conidia of *Metarhizium flavoviridae*. In: Smits, P. H. (ed) *Proceedings, 4th European Meeting on Microbial Control of Pests, IOBC Working Group on Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes, Zurich, Switzerland, 1993. International Organization of Biological Control / West Palaearctic Regional*

- Johnson, D. L., Goeyel, M. S., Bradley, C., van der Paauw, H., and Maiga, B. (1992). Field trials with the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against grasshoppers in Mali, West Africa, July 1990. In: Lomer, C.J. and Prior, C (eds). *Biological Control of Locusts and Grasshoppers*. CAE International, Wailingford, UK, pp. 296-310.
- Jones, T, Scott-Dupree, C, Harris, R, Shipp, L, Harris, B (2005). The efficacy of spinosad against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and its impact on associated biological control agents on greenhouse cucumbers in southern Ontario *J Pest Manag. Sci* pp7.
- Joshi, L., Charnley, A. K., Arnold, G., Brain, P. and Bateman, R. (1992). Synergism between entomopathogenic fungi, *Metarhizium spp.*, and the benzoylphenyl urea insecticide, teflubenzuron, against the desert locust, *Sobistocerca gregaria*. In: *Proceedings, Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases*. British Crop Protection Council, Farnham, UK, pp 363-374.
- Keller, S. (1991). Arthropod-pathogenic entomophthorales of Switzerland II. *Erynia*, *Eryniopsis*, *Neozygites*, *Zoophthora* and *Tarichium*. *Sonderdrucke aus Sydowia* pp 43, 39-122. Kogan, M., 1988. Integrated pest management theory and practice. *Entomol. Exp. Appl.* 49: 59-70.
- Lewis T. (1973). *Thrips, Their Biology, Ecology and Economic Importance*. Academic Press, London.
- Li, D. P. and Holdom, D.G. (1994). Effects of pesticides on growth and sporulation of *Metarhizium anisopiiiae* (Deuteromycotina:Hyphomycetes). *Journal of Invertebrate Pathology* 63,209-211.
- Lomer, C. J., Kooyman, C., Prior, C. and Shah, P. A. (1994). Influence of climatic factors on field performance of mycoinsecticides in grasshopper and locust control. In: *Proceeding, 6th International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control*. Society for Invertebrate Pathology, Montpellier, France, pp. 289-291.
- Loughner, RL, Warnock, DF, Cloyd, RA (2005). Resistance of greenhouse, laboratory, and native populations of western flower thrips to spinosad. *J Hortscience* pp 4.

- Magano di San Lio, G., Vacante, V. and Perrotta, G. (1992). *Neozygites parvispora* (MacLeod and Carl). Remaundiere and Keller a pathogen of western flower thrips. *Micologia Italiana* 2, 29-34.
- Marcandier, S. and Khachatourians, G. G. (1987). Susceptibility of the migratory grasshopper, *Melanoplus sanguinipes* (Fab.) (Orthoptera:Acrididae), to *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin (Hyphomycete), influence of relative humidity. *Canadian Entomologist* 119, 909-907.
- Moore, D., Brigde, P. D., Higgins, P. M., Bateman, R. P. and Prior, C. (1993). Ultra violet radiation damage to *Metarhizium flavoviridae* conidia and the protection given by vegetable mineral oils and chemical sunscreens. *Annals of Applied Biology* 122, 605-616.
- Moorehouse, E. R., Gillespie, A. T. and Charneiey, A. K. (1993) Selection of virulent and persistent *Metarhizium anisopliae* isolates to control black vine weevil, (*Otiorrhynchus sulcatus*) larvae on glasshouse *Begonia*. *Journal of Invertebrate Pathology* 62, 47-52.
- Παπαδάκη-Μπουρναζάκη Μαρία (1992). Οι ζωικοί εχθροί των κηπευτικών και η αντιμετώπιση τους. Σημειώσεις Θεωρίας Ειδικής Φυτοπροστασίας, Σ.Τ.Ε.Γ Τ.Ε.Ι Ηρακλείου
- Papadaki, M (2003). Harmful Thrips (Thysanoptera:Thripidae) on Glasshouses Vegetable Culture in Crete – Interactions with Host Plants and Possibility for Control. PhD Thesis, Agriculture University of Plovdiv, Bulgaria.
- Pereira, R. M. and Roberts, D. W. (1990) Dry mycelium preparations of entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *Journal of Invertebrate Pathology* 56, 39-46.
- Pedigo, L P. 1989. Entomology and Pest Management McMillan Publ. Co. N. York.
- Prior, C., Jollands, P. and Le Patourel, G. (1998) Infectivity of oil and water formulations of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina:Hyphomycetes) to the cocoa weevil pest *Pantorhytes plutus* (Coleoptera:Curculionidae). *Journal of Invertebrate Pathology* 52, 66-72.
- Ramoska, W. A. (1984) The influence of relative humidity on *Beauveria bassiana* infectivity and replication in the chinch bug *Blissus leucopterus*. *Journal of Invertebrate Pathology* 43, 389-394.

- Ratch, A. C. (1992) *Metarhizium anisopliae* for control of the Tasmanian pasture scarab *Adoryphorus couloni*. In: Jackson, T. A. and Glare, T. R. (eds) *Use of pathogens in Scarab Pest Management*. Intercept, Andover, UK, pp. 217-228.
- Remboid, H. (1989) Azadirachtins: their mode of action. In: Aranson, J. T., Phiiogene, B. J. R. and Morand, P. (eds) *Insecticides of Plant Origin* American Chemical Society Symposium Series No. 387. Pp. 150-163.
- Rieske, L.K., and Raffa, K.F. (1995) Ethylene emission dy a deciduous tree, *Tilia americana*, in response to feeding by introduced bassedwood thrips, *Thrips calcaratus*. *Journal of Chemical Ecology*, 21, 187-197.
- Roberts, D. W. (1981) toxins of entomopathogenic fungi. In: Surges, H. D. (ed.). *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980*. Academic Press, London, pp. 441-464.
- Ροδιτάκης, Ν.Ε. (1996). Αντιμετώπιση επίσημων εντόμων των κηπευτικών. Πρακτικά 1^{ης} Πανελλήνιας Συνάντησης Φυτοπροστασίας, Λάρισα, 279-286.
- Saito, T. (1991) A field trial of an entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., for the control of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera:Thripidae). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 35, 80-81.
- Sermann, H., Kastner, U. and Hirte, W. (1994) Effectiveness of a soil application of *Verticillium lecanii* on soil borne stages of *Frankliniella occidentalis*. In: Smits, P. H. (ed.) *Proceedings, 4th European Meeting on Microbiai Control of Pests, IOBC Working Group on Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes, Zurich, Switzerland, 1993. International Organization of Biological Control West Palaearctic Regional Section Bulletin* 17, pp. 230-233.
- Sopp, P. I. Gillespie, A. T. and Palmer, A. (1989). Application of *Verticillium lecanii* for the control of *Aphis gossypii* by low volume electrostatic rotary atomizer and a high-volume hydraulic sprayer. *Entomophaga* 34, 417-428.
- Stathers, T. E., Moore, D. and Prior, C. (1993). The effect of different temperatures on the viability of *Metarhizium flavoviride* conidia stored in vegetable and mineral oils. *Journal of Invertebrate Pathology* 62, 111-115.

- Storey, G. K., Gardner, W. A. Hamm, J. J. and Young, J. R. (1987). Recovery of *Beauveria bassiana* propagules following application of formulated conidia through an overhead irrigation system. *Journal of Entomological Science* 22, 355-357,
- Vacante, V., Cacciola, S. O. and Pennisi, A. M. (1994) Epizootiological study of *Neozygites parvispora* (Zygomycota: Entomophthoraceae) in a population of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera:Thripidae) on pepper in Sicily. *Entomophaga* 39, 123-130.
- Van der Schaaf, D. A. and Ravensberg, W. (1992). Effects of various isolates of *Verticillium lecanii*, against the cotton aphid (*Aphis gossypii*): bio-assays and prospects of use in glasshouse cucumbers. In: *Abstracts, 25th Annual Meeting Society for Invertebrate Pathology*. Society for Invertebrate Pathology, Heidelberg, Germany.
- Van Dijken, F. R., Breugem, G., Dik, M.T.A., Gebala, B., Soria, C. and Jong, J. de. (1993) Effects of flower colour of chrysanthemum on host plant resistance to the western flower thrips (*Frankliniella occidentali*, Pergande) in no-choice situations. *Proceedings of the Section on Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society* 4, 45-46.
- Vestergaard, S., Butt, T. M., Gillespie, A. T., Schreiter, G. and Eilenberg, Pathogenicity of the hyphomycete fungi *Verticillium lecanii* and *Metarhizium anisopliae* to the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Biocontrol Science and Technology* 5,185, 192.
- Wright J E., (1993). Control, of the boll, weevil, (Coleoptera:Curculionidae), with Naturalis-L: a mycoinsecticide. *Journal of Economic Entomology* 86, 1355-1358.
- Zimmermann, G. (1994). Strategies for the utilization of entomopathogenic fungi. In : *Proceedings, 6th International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control*. Society for Invertebrate Pathology, Montpellier, France, pp. 67-73

[http:// www. biconet com./ biocontrol/hypoaspis. html](http://www.biconet.com/biocontrol/hypoaspis.html)

[http:// www. ipmofalaska com./files/hypoaspis. html](http://www.ipmofalaska.com/files/hypoaspis.html)

[http:// www. rinconvitova. com./ predator %20 mite % bulletins. html](http://www.rinconvitova.com/predator%20mite%20bulletins.html) Hypoaspis %20 miles

[http:// www. collections. ic. gc. ca. /grander horticulture.](http://www.collections.ic.gc.ca/granderhorticulture)

[http:// www. secure. projecta. com. evergreen](http://www.secure.projecta.com/evergreen)