

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ &
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αξιολόγηση εντομοπαθογόνων μυκήτων για την αντιμετώπιση της
ευδεμίδας της αμπέλου *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae)

ΚΑΤΣΙΑΝΤΩΝΗ Μ. ΧΡΥΣΑΝΘΗ

ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ:
ΚΑΡΑΝΑΣΤΑΣΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΤΕΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

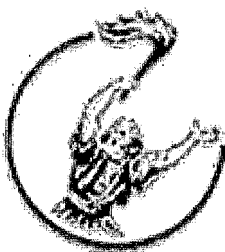
260 Θ.

**ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2010**

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ &
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αξιολόγηση εντομοπαθογόνων μυκήτων για την αντιμετώπιση της
ευδεμίδας της αμπέλου *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae)

ΚΑΤΣΙΑΝΤΩΝΗ Μ. ΧΡΥΣΑΝΘΗ

**ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ:
ΚΑΡΑΝΑΣΤΑΣΗ ΕΙΡΗΝΗ**

**ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2010**

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ &
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**Π Τ Υ Χ Ι Α Κ Η
Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α**

Αξιολόγηση εντομοπαθογόνων μυκήτων για την αντιμετώπιση της
ευδεμίδας της αμπέλου *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae)

ΚΑΤΣΙΑΝΤΩΝΗ Μ. ΧΡΥΣΑΝΘΗ (Α.Μ. 10048)

**ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ:
ΚΑΡΑΝΑΣΤΑΣΗ ΕΙΡΗΝΗ**

**ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2010**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής μελέτης ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της βιολογικής καταπολέμησης μέσα από την ανάδειξη των εντομοπαθογόνων οργανισμών ως μέσα αντιμετώπισης των εντομολογικών εχθρών των καλλιεργειών της αμπέλου και συγκεκριμένα της Ευδεμίδας, ώστε να σταματήσει ή έστω να μειωθεί η περαιτέρω χρησιμοποίηση των χημικών εντομοκτόνων.

Στο πείραμα που θα περιγραφεί παρακάτω χρησιμοποιήθηκαν εντομοπαθογόνοι μύκητες και παράλληλα εξετάστηκαν διάφοροι εμπλεκόμενοι παράγοντες (θερμοκρασία, ποσότητα τροφής, συγκεντρώσεις μυκήτων), με σκοπό να διαπιστωθεί ποιες συνθήκες σε συνδυασμό με τους μύκητες δίνουν μεγαλύτερα ποσοστά θνησιμότητας της Ευδεμίδας της Αμπέλου.

Πιστεύεται ότι η συγκεκριμένη εργασία θα δώσει λύσεις και μια νέα προοπτική για την καταπολέμηση του συγκεκριμένου εντόμου ενώ θα είναι χρήσιμο βοήθημα για όσους επιθυμούν να ενημερωθούν πάνω στο συγκεκριμένο θέμα.

Η εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο αναφέρει όλα τα θεωρητικά στοιχεία για τους τρόπους αντιμετώπισης των εντόμων, αναφορές για άλλα έντομα που προσβάλλουν το αμπέλι, πληροφορίες για το έντομο *Lobesia botrana*, τη μορφολογία, τα στάδια του βιολογικού του κύκλου αλλά και για τους εχθρούς των εντόμων καθώς και στοιχεία για τις διάφορες ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν. Στο δεύτερο μέρος παρατίθενται όλα τα στοιχεία του πειράματος που έχει να κάνει με το ποσοστό θνησιμότητας των προνυμφών του εντόμου *Lobesia botrana*.

Η μελέτη εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Μικροβιολογίας και Παθολογίας Εντόμων στο Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο με την βοήθεια των επιστημονικών υπευθύνων μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια της πτυχιακής μου εργασίας, Δρ Καραναστάση Ειρήνη για την σωστή καθοδήγηση στην εργασία αυτή.

Επίσης, για την πολύτιμη βοήθεια και επίβλεψη καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας καθώς και για την στήριξη και παροχή πληροφοριών, ευχαριστώ τον Ερευνητή - Εντομολόγο του εργαστηρίου Γεωργικής Εντομολογίας Δρα Δημήτριο Κοντοδήμα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	6
1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ.....	7
1.3. Η ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	8
1.4. Η ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ.....	10
1.5. Η ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ.....	11
1.5.1. Οι Φυσικοί Εχθροί των επιβλαβών εντόμων.....	12
1.5.2. Εντομοπαθογόνοι ιοί.....	14
1.5.3. Εντομοπαθογόνα βακτήρια.....	14
1.5.4. Εντομοπαθογόνα πρωτόζωα.....	16
1.5.5. Εντομοπαθογόνοι νηματώδεις.....	16
1.5.6. Οι μύκητες ως εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί.....	17
1.6. ΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ.....	26
1.7. Η ΕΥΔΕΜΙΔΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ.....	29
1.7.1 Γενικά.....	29
1.7.2 Μορφολογία.....	29
1.7.3. Βιολογία - Ζημιές.....	31
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	33
2.1. ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ.....	33
2.2. ΤΟ ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ SAVOURAUD DEXTROSE AGAR (SDA).....	37
2.3. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ ΠΟΥ ΑΠΟΜΟΝΩΘΗΚΑΝ.....	38
2.4. Η ΕΚΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΕΥΔΕΜΙΔΑΣ.....	39
2.5. ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΕΠΙ ΕΥΔΕΜΙΔΑΣ.....	40
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	42
3.1. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	42
3.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΙΟΔΟΚΙΜΩΝ.....	44
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	52
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	53
Ξενόγλωσση.....	53
Ελληνική.....	58

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη καταγράφει και αναδεικνύει τους εντομοπαθογόνους μύκητες ως σημαντική μέθοδο αντιμετώπισης και περιορισμού του πληθυσμού της Ευδεμίδας της αμπέλου και γενικότερα των εντομολογικών εχθρών της αμπέλου, σε τέτοια χαμηλά ποσοστά που να μην δημιουργούν οικονομική ζημιά στην καλλιέργεια. Η δράση αυτή των μυκήτων εντάσσεται στους τρόπους εφαρμοσμένης βιολογικής καταπολέμησης των εντομολογικών εχθρών ώστε να μειωθεί η εντατική χρήση χημικών φυτοφαρμάκων και οι επιπτώσεις αυτών.

Τα πειράματα μας έδειξαν ότι τα έντομα προσβάλλονται από τους μύκητες όχι μόνο στο στάδιο της προνύμφης ή νύμφης αλλά και στο στάδιο του ακμαίου. Όταν ένα έντομο προσβληθεί από ένα παθογόνο μύκητα, ο μύκητας διαπερνά τον εξωσκελετό του, αναπτύσσει σιγά-σιγά στο εσωτερικό του εντόμου το μυκηλιό του κατακλύζοντας όλους τους ιστούς του και με τις τοξίνες που παράγει οδηγεί στη θανάτωση του ξενιστή.

Η πρώτη γενεά του εντόμου είναι κατά κανόνα ανθοφάγος, προσβάλλει τα άνθη και συνήθως η ζημιά δεν είναι σοβαρή. Η δεύτερη και η τρίτη γενεά προκαλούν τις σοβαρότερες ζημιές, άμεσες με την έννοια της καταστροφής των ραγών και έμμεσες λόγω του σοβαρού κινδύνου ανάπτυξης του μύκητα *Botrytis cinerea*.

Για τη διεξαγωγή των βιοδοκιμών επί της ευδεμίδας, λαμβάνονταν προνύμφες 3ου σταδίου από τεχνητή εκτροφή. Για κάθε απομόνωση εντομοπαθογόνου μύκητα, τοποθετούνταν σε τρυβλία προνύμφες με μολυσμένη τροφή, προνύμφες με τροφή, και προνύμφες χωρίς τροφή, οι οποίες ψεκάζονταν με διαλύματα κονιδίων μύκητα, σε δύο διαφορετικές συγκεντρώσεις για κάθε απομόνωση.

Και στις τρεις περιπτώσεις και για συγκεκριμένες περιοχές θερμοκρασίας παρατηρήθηκε 100% θνησιμότητα των προνυμφών με διαφοροποιήσεις ως προς τη χρονική στιγμή που αυτή εκδηλώθηκε.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα σημερινά επίπεδα ανταγωνισμού επιβάλλουν την ανάγκη αξιοποίησης κάθε δυνατού συγκριτικού πλεονεκτήματος για τη διατήρηση και αύξηση της ανταγωνιστικότητας των εγχώριων παραγόμενων αγροτικών προϊόντων. Η εντατικοποίηση των καλλιεργειών έχει οδηγήσει στην αύξηση της χρήσης των χημικών φυτοφαρμάκων με συνέπεια προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος αλλά και σε ορισμένες περιπτώσεις και την παρουσία υπολειμμάτων στο τελικό προϊόν. Η διεθνής αλλά και η ευρωπαϊκή τάση σήμερα είναι να μειωθεί η χρήση φυτοφαρμάκων τόσο για την προστασία του περιβάλλοντος όσο και για την προστασία του καταναλωτή. Ιδιαίτερη βαρύτητα για τη χώρα μας έχει η σημασία που δίνει η Ευρωπαϊκή Ένωση για την επίτευξη του στόχου της μείωσης της χρήσης φυτοφαρμάκων.

Η παρούσα μελέτη καταγράφει εντομοπαθογόνους μύκητες και τη δράση τους έναντι της ευδεμίδας της αμπέλου. Η εργασία αυτή είναι τμήμα μίας γενικότερης μελέτης με στόχο την ανάδειξη της σημασίας των εντομοπαθογόνων οργανισμών ως παραγόντων αντιμετώπισης των εντομολογικών εχθρών της αμπέλου. Τελικός στόχος της μελέτης είναι η ανεύρεση εναλλακτικών προς τη χημική, μεθόδων αντιμετώπισης των εχθρών ώστε να είναι δυνατή η μείωση χρήσης των φυτοφαρμάκων για την προστασία του περιβάλλοντος και την ελάττωση των δυσμενών επιδράσεων αυτών στον άνθρωπο. Επιπλέον, ο περιορισμός της χρήσης των φυτοφαρμάκων ίσως συμβάλει στη διατήρηση ή ακόμη και την αύξηση της βιοποικιλότητας σε αγροτικά οικοσυστήματα.

Διάφορα είδη εντομοπαθογόνων μυκήτων έχουν χρησιμοποιηθεί εναντίον διαφόρων εντόμων σε ποικίλα αγροτικά οικοσυστήματα και έχουν επιδείξει εξαιρετικά επίπεδα ελέγχου. Αρκετά από αυτά αναφέρονται ως άριστοι παράγοντες αντιμετώπισης επιζήμιων εντομολογικών εχθρών στις καλλιέργειες και ορισμένα έχουν πάρει άδεια χρήσης σε διάφορες χώρες εναντίων διαφόρων ειδών εντόμων.

Η όλη προσπάθεια εντάσσεται στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης εχθρών (Integrated Pest Management IPM) η οποία είναι η ενδεδειγμένη μέθοδος αντιμετώπισης εχθρών που χρησιμοποιείται πλέον στη φυτοπροστασία. Τα τελευταία χρόνια αναζητήθηκαν γενικά στη

φυτοπροστασία νέες μέθοδοι αντιμετώπισης με έμφαση στη χρήση βιολογικών μέσων (όπως φυσικών εχθρών, μικροβιακών παραγόντων, φυσικών ουσιών). Η χρήση φυσικών εχθρών ή μικροβιακών παραγόντων για τον έλεγχο των εχθρών των καλλιεργειών ονομάζεται Βιολογική Αντιμετώπιση (ή Βιολογική Καταπολέμηση).

1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ

Η πρώτη αναφορά για αντιμετώπιση εχθρών γενικότερα εμφανίστηκε το 950 π.Χ. στην Αρχαία Ελλάδα, όπως αναφέρει ο Όμηρος στο έργο του «Ομηρικοί Ύμνοι», όπου χρησιμοποιούσαν θειούχα σκευάσματα ως μια αποτελεσματική μέθοδο καταπολέμησης των ζωικών εχθρών (Debach, 1974). Κατόπιν ο Ρωμαίος Cato ο λογοκρίτης, το 200π.Χ. συνέστησε ψεκασμούς με πετρέλαιο για τον έλεγχο των εντόμων εχθρών.

Η πρώτη καταγεγραμμένη εφαρμογή βιολογικής αντιμετώπισης πραγματοποιήθηκε στην Κίνα το 300 μ.Χ., όπου επιστρατεύτηκαν μυρμήγκια θηρευτές του είδους *Oecophylla smaragdina* για τον έλεγχο των εχθρών των εσπεριδοειδών. Επίσης το 1500 μ.Χ., οι αγρότες και φυσιδίφες εκείνης της εποχής παρατήρησαν διάφορα είδη της οικογένειας Coccinellidae και ιδιαίτερα το αρπακτικό *Cycloneda munda* L., αλλά και μεγάλα σκαθάρια του εδάφους της οικογένειας Carabidae να τρέφονται με άλλα έντομα (Jahn et al., 2001).

Το 1758, ο Ληναίος ιδρύει το διωνυμικό σύστημα ονοματολογίας και με αυτόν τον τρόπο περιέγραψε πάρα πολλά έντομα θηρευτές και ήταν εκείνος που το 1763 χρησιμοποιώντας το ψευδώνυμο C.N. Nelin συνέστησε την συλλογή και εξαπόλυση Carabidae, Coccinellidae, Chrysopidae και Aphidiidae ως σημαντικό παράγοντα επιτυχίας για τον ορθό έλεγχο των ζωικών εχθρών των καλλιεργειών (Jahn et al., 2001).

Στις αρχές του 19^{ου} αιώνα εμφανίστηκαν τα πρώτα συγγράμματα αφιερωμένα εξ' ολοκλήρου στην βιολογική αντιμετώπιση και τον έλεγχο των εντομολογικών εχθρών. Το 1874, στην Νέα Ζηλανδία, έγινε η πρώτη διεθνής παρουσίαση του αρπακτικού *Coccinella undecimpunctata* L. Το 1878 στη Γαλλία, χρησιμοποιήθηκε το παρασιτοειδές *Tyroglyphus phylloxerae* εναντίον του *Viteus vitifoliae* (Debach, 1971). Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και συγκεκριμένα το 1888, στην Αμερική, χρησιμοποιήθηκε το αρπακτικό *Rodolia cardinalis* που εισήχθη από την Αυστραλία για να επιτευχθεί ο έλεγχος του κοκκοειδούς *Icerya purchasi* (Dreistadt et al., 1994). Τη δεκαετία του 1920 στην Αυστραλία, κατορθώθηκε ο έλεγχος της

εξάπλωσης του κάκτου *Opuntia cactus* με την απελευθέρωση του φυτοφάγου εντόμου *Cactoblastis cactorum* γεγονός που καταγράφηκε ως μια από τις μεγαλύτερες επιτυχίες της βιολογικής καταπολέμησης του αιώνα μας (Essig, 1931).

Το 1940, Ο C.P. Clausen έγραψε ένα κλασσικό βιβλίο για τα εντομοφάγα έντομα, συνοψίζοντας την βιβλιογραφία στην βιολογία των παρασιτοειδών και των αρπακτικών. Το 1943, ο W.R. Thompson άρχισε να κατηγοριοποιεί τα παρασιτοειδή και τα αρπακτικά ανάλογα με τον ξενιστή τους και τα θηράματα τους (Steinhaus, 1956). Στις επόμενες δεκαετίες, η βιολογική αντιμετώπιση εξελίχθηκε και εκτός από τη χρησιμοποίηση θηρευτών, εφαρμόστηκαν σκευάσματα που η δραστική τους ουσία προερχόταν από μύκητες, βακίλους και άλλες φυσικές ουσίες. Το 1972, παρουσιάστηκε το πρώτο σκεύασμα βασιζόμενο στο *Bacillus thuringiensis* που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο των λεπιδοπτέρων. Την τάση αυτή, που είναι και σήμερα επίκαιρη, περιγράφει ο Barry Commoner, το 1971, στο βιβλίο του «*Κλείνοντας τον κύκλο*», με μια χαρακτηριστική φράση «*η φύση δεν είναι ο εχθρός, αλλά ο ουσιαστικός σύμμαχός μας*» (Kogan, 1998).

Τα τελευταία 25-30 χρόνια η πρόοδος στην εφαρμοσμένη παθολογία των εντόμων ήταν αρκετά γρήγορη και κατέληξε σε λίγες, αλλά εντυπωσιακές προσπάθειες καταπολέμησης εντόμων με παθογόνους μικροοργανισμούς, οι οποίες συνιστούν αξιόλογη και αναπτυσσόμενη βιολογική μέθοδο που εφαρμόζεται στη γεωργική πράξη εναντίον περισσότερων από 100 είδη επιβλαβών εντόμων. Χρησιμοποιώντας μικροοργανισμούς επιδιώκουμε να προκαλέσουμε επιζωοτία στον πληθυσμό του βλαβερού εντόμου και κατά προτίμηση θανατηφόρο επιζωοτία (Τζανακάκης, 1995).

1.3. Η ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η γεωργία και η κτηνοτροφία είναι οι πιο παλιές δραστηριότητες του ανθρώπου που επηρεάζουν το περιβάλλον και επηρεάζονται από αυτό και σε χώρες όπως η Ελλάδα, διαμόρφωσαν το χώρο και τη ζωή μέσα σε αυτό. Η διάταξη των χωραφιών και των καλλιεργειών γύρω από τα χωριά, οι αναβαθμίδες για να καλλιεργηθούν οι πλαγιές, οι φυτοφράκτες για να προστατευτούν τα χωράφια, τα βοσκοτόπια και οι στάνες διαμόρφωσαν το χώρο γύρω από τα χωριά και αποτελούν την ύπαιθρο όπως την αντιλαμβανόμαστε. Η ύπαιθρος σε κάθε τόπο έχει διαφορετική μορφή ανάλογα με τις καλλιέργειες που υπάρχουν, τον τρόπο που είναι χωρισμένα

τα χωράφια, τη μορφή κλαδεύματος των δένδρων, τα είδη και τις ποικιλίες που καλλιεργούνται, την κλίση του εδάφους, την ύπαρξη ή μη νερού κλπ. Αυτές τις όψεις που διαμορφώνονται από τη γεωργία και την κτηνοτροφία, τις ονομάζουμε αγροτικά τοπία για να τα ξεχωρίσουμε από άλλα τοπία μιας περιοχής, όπως τα δασικά. Η γεωργία εκτός από δικά της ξεχωριστά τοπία, διατηρεί και προσφέρει τροφή και καταφύγιο σε πολλά άγρια ζώα και φυτά.

Η γεωργία και η κτηνοτροφία έχουν αλλάξει σημαντικά με την πάροδο του χρόνου, λύνοντας πολλά προβλήματα αλλά δημιουργώντας άλλα. Οι αλλαγές που έφερε η μαζική χρήση λιπασμάτων, γεωργικών μηχανημάτων, νέων αρδευτικών συστημάτων καθώς και η εγκατάλειψη παραδοσιακών τρόπων καλλιέργειας και εκτροφής των ζώων, έδωσαν νέα ώθηση στη γεωργία, η οποία αύξησε μεν το γεωργικό εισόδημα αλλά παράλληλα δημιούργησε προβλήματα τόσο στην αγροτική εκμετάλλευση όσο και στο ευρύτερο περιβάλλον της και επομένως στο κοινωνικό σύνολο.

Ο ρόλος του αγρότη, ο οποίος αναγνωρίζεται σε όλο του το εύρος, δεν περιορίζεται μόνο στην παραγωγή αλλά επεκτείνεται και στην προστασία του περιβάλλοντος, της πολιτιστικής κληρονομιάς και του χώρου της υπαίθρου. Ο αγρότης θα πρέπει με τις δράσεις του να στοχεύει στην μείωση των προβλημάτων που δημιουργούν η γεωργία και η κτηνοτροφία, αλλά και στην διατήρηση των καλών υπηρεσιών της γεωργίας προς το κοινωνικό σύνολο.

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που έχει δημιουργήσει η γεωργική δραστηριότητα και την συνέχιση των θετικών λειτουργιών της, οι αγρότες θα πρέπει να εφαρμόζουν ορισμένες πρακτικές, οι οποίες ονομάστηκαν Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (Κ.Ο.Γ.Π.). Οι πρακτικές αυτές, σχεδόν όλες παλιές, που η έρευνα έδειξε ότι ήταν αποτελεσματικές, εμπλουτίστηκαν όπου χρειάστηκε με νέες και αποσκοπούν:

- στην αειφορική διαχείριση των γεωργικών γαιών και των φυσικών πόρων
- στην προστασία και διαφύλαξη του αγροτικού τοπίου και των χαρακτηριστικών του
- στην προστασία της υγείας των αγροτών και των καταναλωτών.

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων οι Κώδικες παρεμβαίνουν στις ακόλουθες γεωργικές δραστηριότητες:

1. Κατεργασία του εδάφους
2. Αμειψισπορά
3. Λίπανση

4. Διαχείριση υδάτινων πόρων
5. Φυτοπροστασία
6. Διαχείριση αυτοφυούς χλωρίδας
7. Συγκομιδή
8. Διαχείριση υπολειμμάτων καλλιέργειας
9. Διαχείριση απορριμμάτων.

Η πρακτική της αμειψισποράς αφορά μόνο τις ετήσιες καλλιέργειες, αροτραίες και κηπευτικές, ενώ όλες οι άλλες δραστηριότητες αφορούν όλους τους τύπους των καλλιεργειών.

Οι Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής αφορούν επίσης στις παρακάτω κτηνοτροφικές δραστηριότητες:

1. Τη διαχείριση των βοσκοτόπων
2. Την υγιεινή και καλή διαβίωση των ζώων
3. Τη διαχείριση αποβλήτων της κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης.

1.4. Η ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

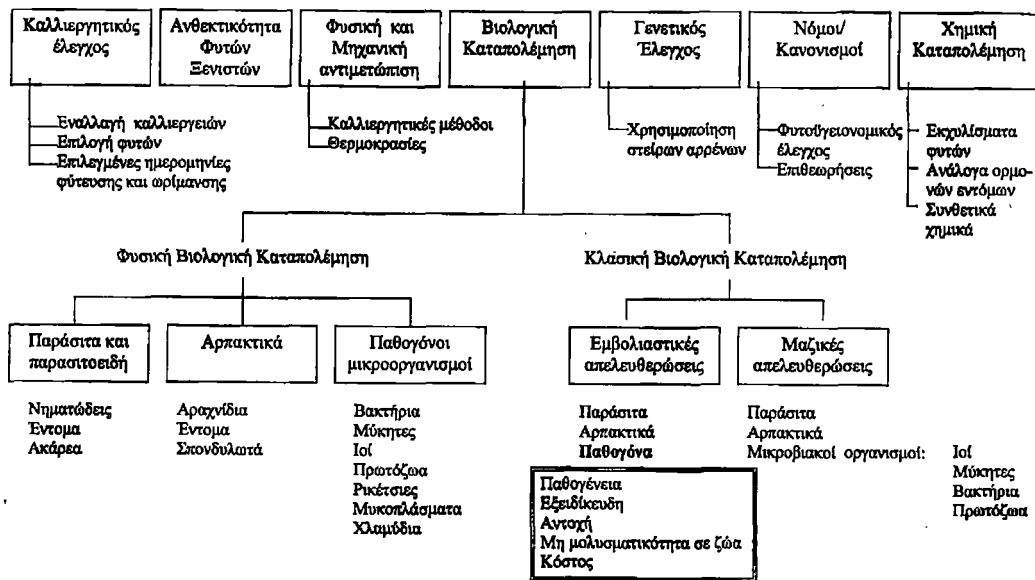
Η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εχθρών των καλλιεργειών (Integrated Pest Management, IPM), σύμφωνα με τους Smith & Reynolds (1966), είναι ένα σύστημα αντιμετώπισης εχθρών, στο πλαίσιο κάποιων συγκεκριμένων περιβαλλοντολογικών συνθηκών και της δυναμικής πληθυσμών του εχθρού, το οποίο χρησιμοποιεί όλες τις κατάλληλες μεθόδους και τεχνικές κατά τον πλέον εναρμονιζόμενο τρόπο και επιτυγχάνει τη διατήρηση του πληθυσμού του εχθρού κάτω από το επίπεδο που δύναται να προξενήσει οικονομική ζημία στην καλλιέργεια (Λυκούρεσης, 1995).

Είναι δηλαδή, μια οικολογικά βασισμένη στρατηγική αντιμετώπισης εχθρών των καλλιεργειών που στηρίζεται κυρίως σε φυσικούς παράγοντες θνησιμότητας όπως οι φυσικοί εχθροί και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες και αναζητεί να εφαρμόζει τακτικές, οι οποίες να μην διαταράσσουν ή να διαταράσσουν όσο γίνεται λιγότερο αυτούς τους παράγοντες.

Πιο συγκεκριμένα, για την αντιμετώπιση της Ευδεμίδας χρησιμοποιούνται σήμερα διάφορα προϊόντα, τα οποία έχουν διαφορετικούς τρόπους δράσης: ωοκτόνα ή προνυμφιοκτόνα, στομάχου ή επαφής και ασφυκτικά ή καπνογόνου δράσης. Επίσης διακρίνονται σε προϊόντα που

παραμένουν στην επιφάνεια, ή εισέρχονται εντός του φυτού (διασυστηματικά), με μεγάλη ή μικρή διάρκεια δράσης. Ορισμένα από αυτά δεν είναι βλαβερά για την ωφέλιμη πανίδα, ενώ η αποτελεσματικότητά τους μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την γενεά του εντόμου.

Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση Εχθρών



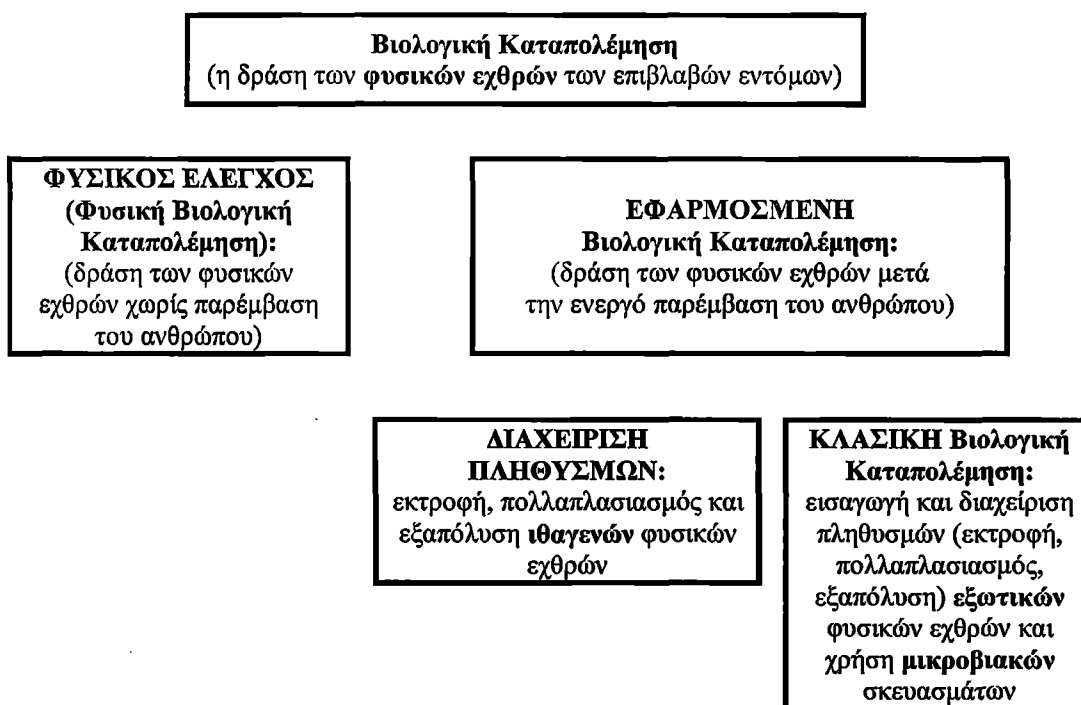
Εικόνα 1.4.1 Σχεδιάγραμμα Ολοκληρωμένης Αντιμετώπισης Εχθρών.

Για την αποτελεσματική καταπολέμηση της Ευδεμίδας και ταυτόχρονα την προστασία των ωφέλιμων εντόμων, θα πρέπει να προσδιορίζεται με ακρίβεια η κατάλληλη στιγμή επεμβάσεων, ανάλογα με τον τρόπο δράσης του προϊόντος που έχει επιλεγεί. Ειδικότερα, για τα προϊόντα με εξειδικευμένο τρόπο δράσης, όπως είναι τα βιολογικά και εκλεκτικά μέσα, η επιτυχία της καταπολέμησης κατά κύριο λόγο εξαρτάται από τη στιγμή εφαρμογής τους. Έτσι η προειδοποίηση ή η ακριβής πρόγνωση για επικείμενο κίνδυνο από τον εχθρό είναι πρωταρχικής σημασίας (Μπρούμας, 1996β).

1.5. Η ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Η βιολογική αντιμετώπιση (ή βιολογική καταπολέμηση) ορίζεται ως η δράση των φυσικών εχθρών των επιβλαβών εντόμων (παρασιτοειδή, αρπακτικά, παθογόνα). Διακρίνεται σε φυσική βιολογική καταπολέμηση (δράση των φυσικών εχθρών χωρίς παρέμβαση του ανθρώπου)

και σε εφαρμοσμένη βιολογική καταπολέμηση (δράση των φυσικών εχθρών μετά την ενεργό παρέμβαση του ανθρώπου). Η εφαρμοσμένη βιολογική καταπολέμηση διακρίνεται σε διαχείριση πληθυσμών (εκτροφή, πολλαπλασιασμός και εξαπόλυση ιθαγενών φυσικών εχθρών) και σε κλασική βιολογική καταπολέμηση (εισαγωγή και διαχείριση πληθυσμών εξωτικών φυσικών εχθρών και χρήση μικροβιακών σκευασμάτων) (Εικόνα 1.5.1) (Katsoyannos, 1996, Κοντοδήμας 2004).



Εικόνα 1.5.1 Σχεδιάγραμμα Βιολογική Αντιμετώπισης Εχθρών

1.5.1. Οι Φυσικοί Εχθροί των επιβλαβών εντόμων

Φυσικοί Εχθροί των επιβλαβών εντόμων, όπως αναφέρθηκε είναι τα παρασιτοειδή, τα αρπακτικά και τα παθογόνα.

Αρπακτικό είναι «κυρίως ένα έντομο ή και άλλος οργανισμός του ζωικού βασιλείου, το οποίο ζει ελεύθερα καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του, είναι συνήθως μεγαλύτερο σε μέγεθος από τη λεία του και για να συμπληρώσει την ανάπτυξή του απαιτούνται περισσότερα του ενός άτομα από τη λεία του (πολλές φορές εκατοντάδες ή χιλιάδες)» (Λυκουρέσης 1995).

Παρασιτοειδές θεωρείται «ένα έντομο το οποίο έχει συνήθως, όχι πάντοτε, το ίδιο μέγεθος περίπου με τον ξενιστή του, απαιτεί δε ένα μόνο ξενιστή για τη συμπλήρωση της αναπτύξεώς του τον οποίον και τελικά θανατώνει» (Λυκουρέσης 1995).

Παθογόνο είναι ένας μικροοργανισμός που μπορεί να διεισδύσει στο σώμα του ξενιστή του και να προκαλέσει νόσο. Στα παθογόνα των αρθροπόδων κατατάσσονται και ορισμένα είδη νηματωδών.

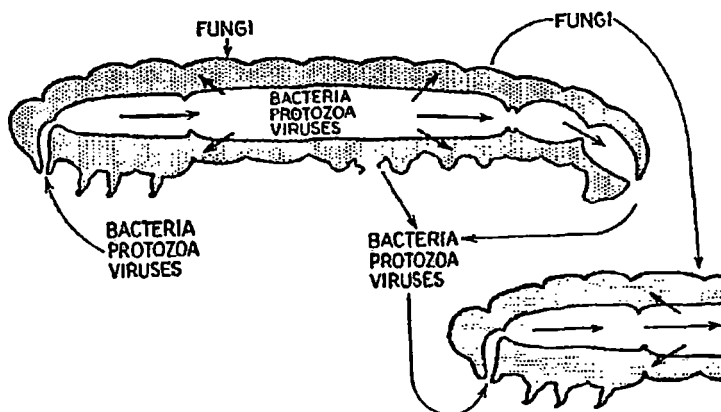
Οι κατηγορίες των φυσικών εχθρών διαφέρουν σημαντικά στην βιολογία και συμπεριφορά τους και ως εκ τούτου στην ικανότητα να ελέγξουν τον πληθυσμό των εχθρών σε κάθε περιβάλλον. Για τη σωστή άλλα και έγκαιρη χρήση των φυσικών εχθρών χρειάζεται καλή γνώση:

- του βιολογικού κύκλου των εχθρών και
- Της βιολογίας των ανταγωνιστών των εχθρών.

Με τις γνώσεις αυτές μπορεί να καταρτιστεί ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αντιμετώπισης των πιθανών εχθρών.

Η παθογένεια των μικροοργανισμών δεν είναι ίδια για όλα τα έντομα και διαφέρει ακόμα και μεταξύ των διαφόρων σταδίων του βιολογικού κύκλου του εντόμου. Συνήθως είναι μεγαλύτερη στα νεαρά στάδια και ιδιαίτερα στο στάδιο της προνύμφης (Steinhaus, 1949).

Το σημείο εισόδου ή ανάπτυξης ενός παθογόνου διαφέρει ανάλογα με το έντομο και το εκάστοτε παθογόνο. Συνήθως η είσοδος των παθογόνων γίνεται από την στοματική οδό, ενώ οι μύκητες έχουν τη δυνατότητα να εισβάλλουν στον ξενιστή τους από την επιδερμίδα του εντόμου.



Εικόνα 1.5.1.1 Τα σημεία εισόδου των παθογόνων στο έντομο.

1.5.2. Εντομοπαθογόνοι ιοί

Ιοί καταγράφονται σε κάθε τάξη εντόμων και είναι τα μικρότερου μεγέθους εντομοπαθογόνα. Το μέγεθος τους κυμαίνεται από 0.01 μm μέχρι και 15 μm (Lacey and Brooks, 1997). Ιοί παθογόνοι ως προς τα έντομα συναντώνται σε αρκετές διαφορετικές οικογένειες, όπως τους Iridoviridae, Parvoviridae, Poxviridae, Reoviridae και Baculoviridae. Επιδεικνύουν πολύ μεγάλη εκλεκτικότητα και για ορισμένους ιούς μόνο ένας έντομο-ξενιστής έχει καταγραφεί μέχρι σήμερα (Huber, 1990).

Οι ιοί, οι οποίοι προκαλούν ασθένειες στα έντομα είναι γενικά όμοιοι με τους υπόλοιπους ιούς στις βασικές τους ιδιότητες, οι περισσότεροι όμως εμφανίζουν κάποιες ιδιαιτερότητες που τους ξεχωρίζουν από τους ιούς που προκαλούν ασθένειες στα ανώτερα θηλαστικά ή τα φυτά. Μία από αυτές είναι η ιδιότητα τους να παράγουν περίεργα κρυσταλλόμορφα σώματα, τα οποία ονομάζονται πολύεδρα μέσα στα κύτταρα των ιστών που προσβάλλουν (Steinhaus, 1949).

Ένα έντομο, μετά την προσβολή του από έναν ιό, παρουσιάζει μειωμένη δραστηριότητα για κάποιο χρονικό διάστημα μέχρι να επέλθει ο θάνατος. Αν και δεν προκαλούν οξεία και άμεση θνησιμότητα, πολλές φορές προκαλούν δραματικές μειώσεις στον πληθυσμό των ξενιστών τους. Μεταχρωματισμοί, λύσεις ιστών, δημιουργία κηλίδων, ακόμα και αποσύνθεση ολόκληρου του σώματος του εντόμου είναι τα συνήθη συμπτώματα που παρατηρούνται, ανάλογα φυσικά με το είδος του ιού και του εντόμου (Lacey and Brooks, 1997).

1.5.3. Εντομοπαθογόνα βακτήρια

Τα βακτήρια αποτελούν τον πιο πολυπληθή τύπο μικροοργανισμών με παθογόνο δράση στα έντομα. Δεν αποτελεί έκπληξη λοιπόν το γεγονός ότι μεγάλος αριθμός από τους μικροοργανισμούς αυτούς μπορεί να προκαλεί μολύνσεις στα έντομα σε ένα μεγάλο εύρος συνθηκών. Τα βακτήρια είναι μονοκύτταροι μικροοργανισμοί, οι οποίοι πολλαπλασιάζονται με διαίρεση. Τα εντομοπαθογόνα βακτήρια είναι σε γενικές γραμμές όμοια με τα υπόλοιπα βακτήρια όσον αφορά τα γενικά χαρακτηριστικά τους. Από τους υπόλοιπους μικροοργανισμούς ξεχωρίζουν κυρίως λόγω του πολύ μικρότερου μεγέθους τους (Steinhaus, 1949), το οποίο είναι της τάξης των 0.5–50 μm . Το σχήμα τους ποικίλει ανάλογα με το είδος. Συναντώνται

μεμονωμένα ή σε αλυσίδες, μπορεί να είναι θετικά ή αρνητικά κατά Gram και αερόβια ή αναερόβια (Lacey and brooks, 1997).

Τα βακτήρια ανήκουν στη τάξη Schizomycetes, η οποία υποδιαιρείται σε πέντε ή και παραπάνω τάξεις, ανάλογα με το σύστημα ταξινόμησης που ακολουθείται. Ο μεγαλύτερος αριθμός βακτηρίων που εμφανίζει παθογόνες ως προς τα έντομα ιδιότητες ταξινομείται στις ακόλουθες έξι οικογένειες: Bacillaceae, Enterobacteriaceae, Lactobacteriaceae, Micrococcaceae και Pseudomonadaceae (Steinhaus, 1949).

Γενικά, τα έντομα που είναι προσβεβλημένα από βακτήρια παρουσιάζουν δυσκολίες στην κίνηση, μειωμένη όρεξη, στοματικές και εντερικές εκκρίσεις. Μετά το θάνατο, το σώμα (ειδικά των προνυμφών) σκουραίνει γρήγορα παίρνοντας καφέ ή μαύρο χρώμα. Γίνεται εντελώς υδαρές και αλλοιώνεται σε μεγάλο βαθμό το σχήμα του. Τελικά ξηραίνεται εντελώς. Σε ένα νεκρό ή ετοιμοθάνατο έντομο εξαιτίας κάποιας βακτηριολογικής ασθένειας, αν εξετάσουμε τους ιστούς του, θα διαπιστώσουμε την έντονη παρουσία βακτηριακών κυττάρων (Steinhaus, 1949).

Πολλά εντομοπαθογόνα βακτήρια δεν είναι αρχικά θανατηφόρα για τα έντομα-ξενιστές και μπορούμε να εντοπίσουμε σημεία και συμπτώματα σε ζώντα έντομα. Τέτοια παραδείγματα είναι η προσβολή εντόμων της οικογένειας Scarabaeidae (Coleoptera) από το *Bacillus popilliae* (milky disease) και από το *Serratia entomophila* (Honey disease) (Lacey and brooks, 1997).

Η διάκριση μιας βακτηριολογικής προσβολής σε έντομα γίνεται πολλές φορές από το χρώμα το οποίο αποκτά το νεκρωμένο σώμα τους. Κόκκινος χρωματισμός είναι ενδεικτικός της παρουσίας του *Serratia marcescens*. Οι προνύμφες μελισσών προσβεβλημένων από το *Bacillus alvei* γίνονται κίτρινες ή γκρίζες, ενώ αυτές που πεθαίνουν γίνονται σκούρες καφέ. Στις περισσότερες περιπτώσεις βακτηριακών μολύνσεων, ο ξενιστής γίνεται καφέ – μαύρος, χρώμα χαρακτηριστικό της βακτηριακής αποσύνθεσης (Poinar and Thomas, 1978).

Μια κατηγορία βακτηρίων, οι ρικέτσιες, οι οποίες συναντώνται σε ένα ευρύ φάσμα εντόμων, μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να προκαλέσουν αξιοπρόσεχτες μολύνσεις σε ορισμένους πληθυσμούς. Έχουν πολύ μικρό μέγεθος (0.2-0.6μm) και σχήμα ραβδοειδές, είναι αρνητικές κατά Gram, μοιάζουν με βακτήρια και συμπεριφέρονται ως ιοί. Είδη του γένους *Rickettiella* και *Wolbachia* είναι εντομοπαθογόνα και η παρουσία τους έχει αναφερθεί σε Κολεόπτερα, Δίπτερα, Λεπιδόπτερα, Ορθόπτερα και άλλες τάξεις εντόμων.

1.5.4. Εντομοπαθογόνα πρωτόζωα

Όσα είδη παρουσιάζουν πρακτικό ενδιαφέρον στην καταπολέμηση των εντόμων έχουν κατά τη διάρκεια της ζωής τους ένα ανθεκτικό στάδιο, εκείνο της σπορίωσης. Στις πλείστες περιπτώσεις το στάδιο αυτό είναι και το μολυσματικό. Το έντομο μολύνεται κατά κανόνα καταπίνοντας τα πρωτόζωα, ορισμένα όμως είδη πρωτόζωων μπορεί να μεταδοθούν από την μητέρα έντομο στα τέκνα δια του ωαρίου. Λιγότερο συχνή, αλλά όχι σπάνια, είναι η είσοδος του πρωτοζώου από οπές ωοτοκίας παρασιτικών υμενοπτέρων. Οι κυρίως προσβαλλόμενοι ιστοί και όργανα είναι το λιπόσωμα, οι σωλήνες Malpighi και το εντερικό επιθήλιο. Η προσβολή καταλήγει σε κυττόλυση. Επειδή ορισμένα εντομοπαθογόνα είδη είναι ταξινομικά κοντά σε παθογόνα σπονδυλωτών, χρειάζεται μεγάλη προσοχή πριν ένα είδος διασπαρεί στον αγρό.

Μειονεκτήματα που περιορίζουν την πρακτική χρησιμότητα των πρωτοζώων είναι η ευπάθεια τους στο υπεριώδες φως, αλλά προπαντός η μικρή τους εντομοπαθογόνος δύναμη και η μάλλον αργή δράση τους. Επίσης η αναπαραγωγή τους για εμπορική χρήση είναι εξαιρετικά δύσκολη, μιας και δεν αναπαράγονται σε τεχνητά υποστρώματα (Steinhaus, 1949).

Στην Ευρωπαϊκή αγορά κυκλοφορούν σκευάσματα από δύο είδη πρωτοζώων του γένους *Microsporidium*. Το ένα περιέχει το *Nosema locustae* και χρησιμοποιείται με επιτυχία κατά της ακρίδας *Locusta migratoria* σε σχετικά μεγάλες λιβαδικές εκτάσεις στη Δ. Αφρική, Ινδία, Β. και Ν. Αμερική, ψεκαζόμενο από αέρος, αλλά και σε δημόσια και ιδιωτικά πάρκα όπου η χρήση συνθετικών εντομοκτόνων είναι ιδιαίτερα ανεπιθύμητη (Τζανακάκης, 1995). Το δεύτερο περιέχει το *Vairimorpha necatrix* και χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση λεπιδοπτέρων (Copping, 2001).

1.5.5. Εντομοπαθογόνοι νηματώδεις

Οι νηματώδεις τυπικά δεν είναι μικροβιακά στοιχεία, είναι κυλινδρικοί πολύκυτταροι σκώληκες. Όντας σχεδόν μικροσκοπικοί σε μέγεθος χρησιμοποιούνται όπως τα υπόλοιπα μικροβιακά εντομοκτόνα. Οι νηματώδεις είναι η μεγαλύτερη ζωική μονάδα. Τα περισσότερα είδη δεν παρουσιάζουν κανένα απολύτως ενδιαφέρον. Ο βιολογικός κύκλος των εντομοπαθογόνων νηματωδών είναι σε γενικές γραμμές ίδιος με κάθε άλλης ομάδας νηματωδών.

Η συμβίωση εντόμων και νηματώδων δεν είναι πάντα θανατηφόρος για το έντομο, καθότι σε αρκετές περιπτώσεις οι νηματώδεις τρέφονται δίχως να παρεμποδίζουν τις ζωτικές λειτουργίες του εντόμου (Welch, 1963). Οι νηματώδεις προσβάλλουν έντομα όλων των τάξεων, αρκεί σε κάποιο στάδιο του βιολογικού τους κύκλου (κατά προτίμηση ως προνύμφες) να βρίσκονται επί ή εντός του εδάφους (Steinhaus, 1949). Μπορούν να δράσουν ως παράσιτα σε οποιοδήποτε ή και σε όλα τα στάδια του βιολογικού τους κύκλου, ενώ κάποιοι εμφανίζονται ως παράσιτα για μια γενιά και στις επόμενες γενιές ζουν ελεύθεροι.

Κατατρώγοντας το εσωτερικό του εντόμου, προκαλούν μουμιοποίηση. Τα έντομα που παρασιτούνται από είδη των οικογενειών Steinernematidae και Heterorhabditidae αποκτούν κόκκινο, πορτοκαλί ή γαλακτόχρωμο μεταχρωματισμό, ο οποίος οφείλεται στην παρουσία και την δράση συμβιωτικών βακτηρίων της οικογένειας Enterobacteriaceae (Lacey and Brooks, 1997). Τα είδη των πιο πάνω οικογενειών καταφέρνουν, εξαιτίας της συμβίωσης αυτής, να θανατώνουν πιο γρήγορα τους ξενιστές τους.

Έντομα εδάφους και νερού, τα οποία θανατώνονται από νηματώδεις, αποσυντίθεται γρήγορα ενώ συχνά οι νηματώδεις απομακρύνονται από το νεκρό έντομο προς εύρεση νέου ξενιστή, καθιστώντας δύσκολη την παρατήρηση για προσβολές νηματώδων (Nickle and Welch, 1984). Για να πούμε με σιγουριά ότι υπάρχει προσβολή από νηματώδεις πρέπει να τους δούμε στο εσωτερικό του ξενιστή ή να εξέρχονται από αυτόν (Tanada, 1963).

1.5.6. Οι μύκητες ως εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί

Οι μύκητες είναι μικρές μικροβιακές μονάδες φυτικού χαρακτήρα που δεν περιέχουν χλωροφύλλη και υπόσχονται ευρεία χρησιμοποίηση στη βιολογική καταπολεμήση. Περισσότερα από 400 είδη παθογόνων μυκήτων έχουν απομονωθεί από έντομα, αλλά μέχρι σήμερα ένας μικρός αριθμός τους έχει αξιοποιηθεί ως βιοεντομοκτόνα, εξαιτίας της εξάρτησής από την σχετική υγρασία στο περιβάλλον και της έλλειψης γνώσεων σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την τοξικότητά τους.

Στη μειωμένη αξιοποίησή τους, συμβάλλουν και οι τοξίνες που παράγουν, οι οποίες μπορεί να είναι επιβλαβείς για τον άνθρωπο και τα ζώα. Επιπλέον, μερικοί μύκητες είναι πολύ απαιτητικοί ως προς την καλλιέργειά τους και παρουσιάζουν δυσκολίες μαζικής παραγωγής, ενώ

όσοι είναι εύκολο να καλλιεργηθούν εμφανίζουν εξασθένηση ύστερα από μακροχρόνια παραγωγή σε τεχνητά μέσα.

Οι τάξεις των μυκήτων που προκαλούν ασθένειες στα έντομα περιλαμβάνονται στον Πίνακα 1. Στους εντομοπαθογόνους μύκητες χαρακτηριστικό είναι ότι τα έντομα προσβάλλονται όχι μόνο στο στάδιο της προνύμφης ή της νύμφης αλλά και στο στάδιο του ακμαίου. Η είσοδος του μύκητα στο σώμα του εντόμου δε γίνεται μόνο από τη στοματική οδό, αλλά πραγματοποιείται και από την επιδερμίδα σε οποιοδήποτε μέρος του σώματος, αρκεί το σπόριο του μύκητα να βρει την κατάλληλη υγρασία για να βλαστήσει. Συχνά οι μύκητες εξαρτώνται πολύ από το περιβάλλον, κυρίως όσον αφορά τα αρχικά στάδια μόλυνσης. Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που παίζουν ρόλο στην εκδήλωση ασθένειας, είναι η θερμοκρασία και η υγρασία. Η σχετική υγρασία περιβάλλοντος στις περισσότερες περιπτώσεις θα πρέπει να είναι πολύ αυξημένη, δηλαδή, μεγαλύτερη από 85-90%.

Τα πιο ευπαθή σε μυκητολογικές μολύνσεις είδη εντόμων είναι όλα τα Λεπιδόπτερα (προνύμφες), από τα Ημίπτερα (και ειδικότερα από τα Homoptera) οι αφίδες, είδη που ανήκουν στις Οικογένειες Cicadidae και Coccidae, από τα Υμενόπτερα τα Vespoidea, από τα Κολεόπτερα είδη της οικογένειας Scarabeidae και από τα Δίπτερα είδη του γένους *Hylemyia* και τα κουνούπια.

Όταν ένα έντομο προσβληθεί από έναν παθογόνο μύκητα, ο μύκητας διαπερνά τον εξωσκελετό του εντόμου και αναπτύσσει το μυκηλίό του σιγά-σιγά στο εσωτερικό του εντόμου, κατακλύζοντας όλους τους ιστούς και παράγοντας τοξίνες με αποτέλεσμα τη θανάτωση του ξενιστή. Στη συνέχεια ο μύκητας εμφανίζεται στην εξωτερική επιφάνεια του εντόμου με μυκήλιο και εξανθήσεις και μπορούν να παρατηρηθούν οι κονιδιοφόροι του μύκητα από τους οποίους γίνεται η διασπορά του. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι μύκητες εντοπίζονται σε συγκεκριμένα όργανα του ξενιστή τους, όπως για παράδειγμα οι μύκητες *Massospora cicadina* και *Strongwellsea castrans* που απαντώνται μόνο στην κοιλιακή χώρα των ενήλικων εντόμων (Poinar, 1977).

Πίνακας 1. Τάξεις και μερικά είδη εντομοπαθογόνων μυκήτων

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΥΚΗΤΩΝ	ΤΑΞΕΙΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ
A. ΦΥΚΟΜΥΚΗΤΕΣ	<p>Entomophthorales - <i>Entomophthora</i> spp., <i>Zoophthora</i> spp., <i>Erynia</i> spp. - <i>Massospora</i> (<i>M. cicadina</i>), - <i>Conidiobolus</i> spp.</p> <p>Blastocladales - <i>Coelomomyces</i> spp. (<i>C. stegomyiae</i>, <i>C. tasmaniensis</i>, παθογόνα κουνουπιών)</p> <p>Lagenidiales - <i>Lagenidium giganteum</i> (παθογόνο κουνουπιών)</p>
B. ΑΣΚΟΜΥΚΗΤΕΣ	<p>Ascosphaerales <i>Bettsia</i> sp. <i>Ascosphaera</i> (παθογόνα μελισσών) (<i>A. apis</i>)</p> <p>Myriangiales <i>Myriangium</i> spp. (παθογόνα Coccoidae)</p> <p>Sphaeriales <i>Cordyceps</i> spp. <i>Torrubiella</i> spp. <i>Hypocrella</i> spp.</p>
Γ. ΑΤΕΛΕΙΣ ΜΥΚΗΤΕΣ	<p>Moniliales <i>Beauveria</i> spp. (<i>B. bassiana</i>, παθογόνο πολλών ειδών εντόμων), (<i>B. tenella</i>=<i>B. brongniarti</i>) (παθογόνο του <i>Melolontha melolontha</i>) <i>Metarrhizium</i> (<i>M. anisopliae</i>) [παθογόνο του <i>Anisopliae austriaca</i> (Scarabaeidae)] <i>Nomuraea</i> (= <i>Spicaria</i>) (<i>N. rileyi</i>) (παθογόνο του <i>Trichoplusia ni</i> κ.α Noctuidae) <i>Paecilomyces</i> spp. <i>Hirsutella</i> (<i>H. thompsonii</i>) (παθογόνο του ακάρεως <i>Phyllocoptuta oleivora</i>) <i>Culicomycetes clavosporus</i> <i>Lecanicillium lecanii</i> <i>Tolyposcladium cylindrosporium</i></p> <p>Sphaeropsidales - <i>Aschersonia</i> (<i>A. aleurodis</i>) (παθογόνο των Aleurodidae)</p>

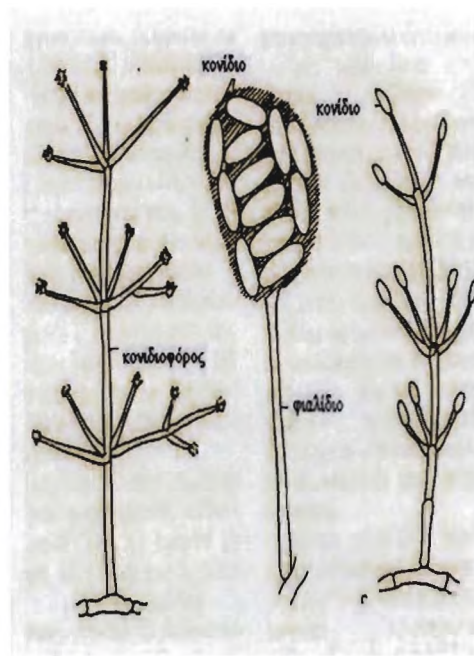
1.5.6.1. Ο Μύκητας *Lecanicillium lecanii*

Ο Μύκητας *Lecanicillium lecanii* (Zimmermann) Gams et Zare [= *Verticillium lecanii* (Zimmermann) Viegas] (Moniliales) εμφανίζεται ευρέως στη φύση. Χρησιμοποιείται για τον

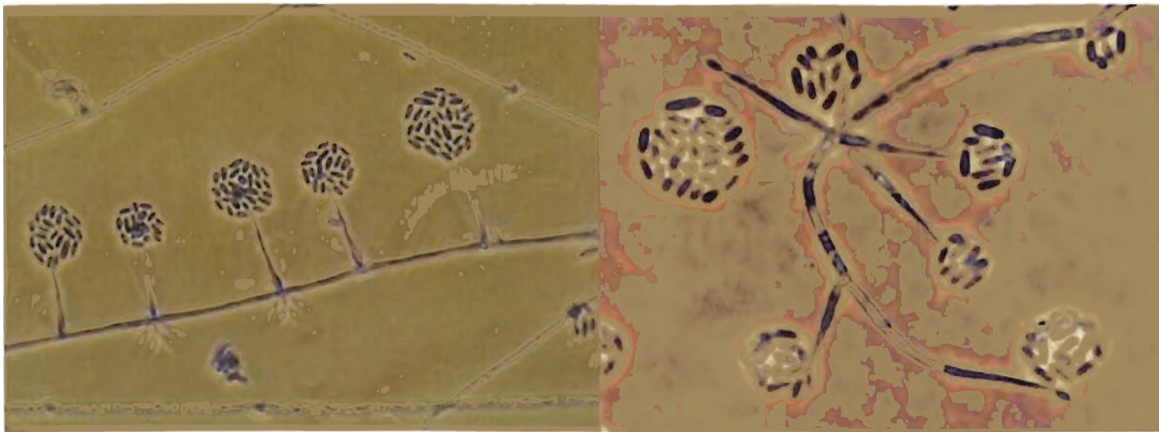
έλεγχο των αλευρωδών, θριπών, αφίδων και νηματωδών. Το είδος αυτό πρώτο περιγράφηκε το 1861. Δρα εισβάλλοντας στο ζωντανό έντομο αφού τα σπόριά του προσκολληθούν στον εξωσκελετό του εντόμου και, κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες, βλαστήσουν. Η επίδραση του μύκητα είναι ισχυρότερη σε συνθήκες υψηλής υγρασίας. Είναι ευπαθής σε ορισμένα μυκητοκτόνα, ειδικά τα διθειοκαρβαμιδικά. Δεν έχει παρουσιάσει τοξικότητα σε θηλαστικά, και δεν είναι σχετικώς εκλεκτικό σε έντομα μη-στόχους. Δεν έχει παρουσιάσει δυσμενείς επιδράσεις στο περιβάλλον (Copping, 2001).



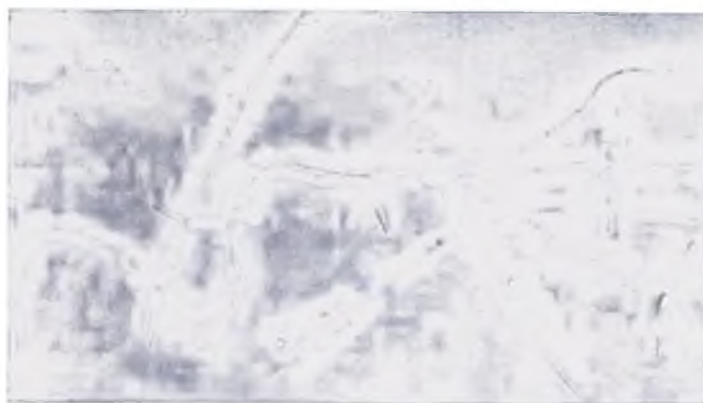
Εικόνα 1.5.6.1.1 Προσβολή από *Lecanicillium lecanii* σε *Aphis gossypii* (Pinna, 1992).



Εικόνα 1.5.6.1.2 Ο μύκητας *Lecanicillium lecanii*



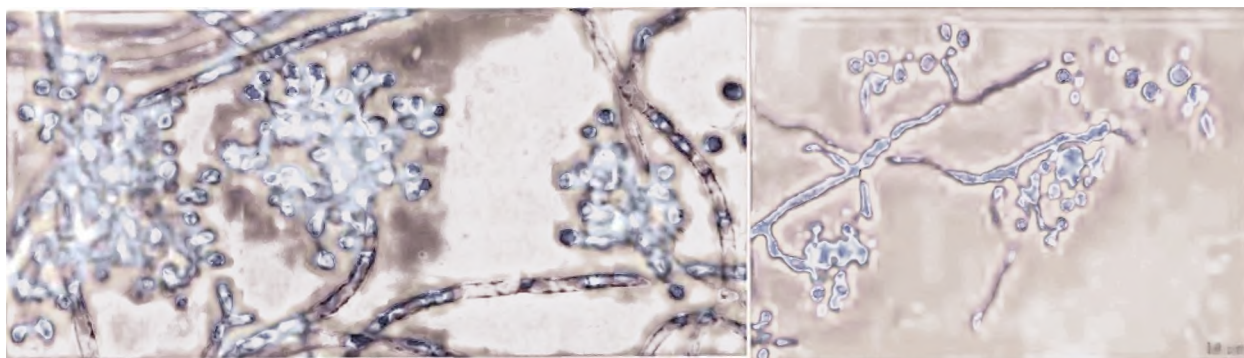
Εικόνα 1.5.6.1.3 Κωνιοφόροι του μύκητα *Lecanicillium lecanii*



Εικόνα 1.5.6.1.4 Υφές και κονίδια του μύκητα *Lecanicillium lecanii*

1.5.6.2. Ο Μύκητας *Beauveria bassiana*

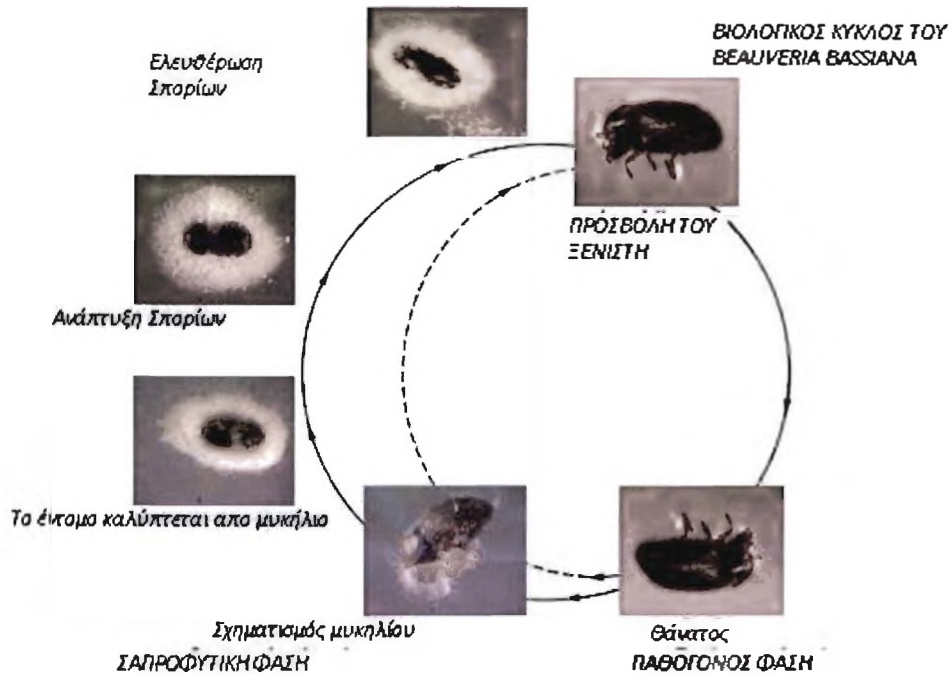
Ο μύκητας *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Moniliales) συνιστάται για την καταπολέμηση αφίδων, θριπών, αλευρωδών, κολεοπτέρων, ημιπτέρων κ.α. Πήρε το όνομα του από τον Ιταλό εντομολόγο Agostino Bassi, οποίος και τον ανακάλυψε ως αίτιο για την άσπρη επίστρωσης (μούχλας) που βρέθηκε πάνω στο *Bombyx mori* το 1835.



Εικόνα 1.5.6.2.1 Κονιδιοφόροι του μύκητα *Beauveria bassiana*

Ο μύκητας αυτός εισβάλλει στο σώμα του εντόμου όταν τα κονίδια του έλθουν σε επαφή με τον εξωσκελετό του εντόμου και αφού βλαστήσουν, τη διαπερνούν και πολλαπλασιάζονται μέσα στο σώμα του εντόμου. Τα κονίδια του μύκητα είναι μονοκύτταρα, απλοειδή και υδρόφοβα (Rehner & Buckley, 2005). Η υψηλή υγρασία είναι απαραίτητη για τον πολλαπλασιασμό τους και η μόλυνση ολοκληρώνεται μέσα σε 24-48 ώρες ανάλογα με τη θερμοκρασία. Το έντομο μπορεί να επιζήσει μέχρι και 3-5 μέρες αφού μολυνθεί.

Στην Ευρώπη κυκλοφορούν εμπορικά σκευάσματα όπως τα Naturalis-L, Bio-power, Botanigard κ.α. Ο μύκητας αυτός δεν παρουσιάζει φυτοτοξικότητα, ούτε δημιουργεί τοξικότητες σε πτηνά, ζώα και ψάρια (Copping, 2001)



Εικόνα 1.5.6.2.2 Βιολογικός Κύκλος του *Beauveria bassiana*

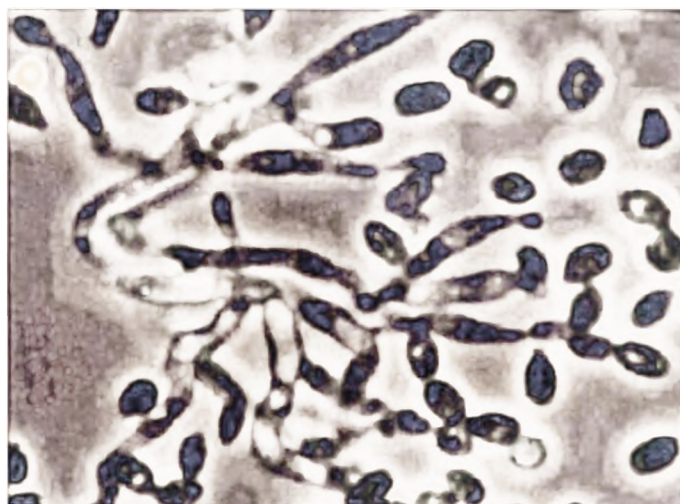
1.5.6.3. Ο Μύκητας *Metarhizium anisopliae*

Ο μύκητας *Metarhizium anisopliae* (Moniliales) γνωστός παλαιότερα ως *Entomophthora anisopliae*, είναι ένας μύκητας που απαντάται σε ολόκληρο τον κόσμο. Απέκτησε το όνομα του όταν, το 1879, ο I.I. Mechnikov τον απομόνωσε από το σκαθάρι *Anisoplia austriaca*. Στην συνέχεια τον χρησιμοποίησε για τον έλεγχο του κολεοπτέρου *Cleonus punctiventris* και το συνέστησε για τη βιολογική αντιμετώπιση εντόμων. Έχει αναφερθεί ότι προσβάλλει περίπου 200 είδη εντόμων (McCoy et al., 1988) και άλλων αρthropόδων. Αν και παρουσιάζει μεγάλα ποσοστά θνησιμότητας στα έντομα δεν αποτελεί κίνδυνο για τα θηλαστικά αλλά μπορεί να προκαλέσει αλλεργικές αντιδράσεις σε ευαίσθητα άτομα.

Ο μύκητας εισέρχεται από τους πόρους του τραχειακού συστήματος (Solomon et.al., 2002) και μόλις εισέρθει στο εσωτερικό του εντόμου παράγει κονίδια που στο μικροσκόπιο

φαίνονται σαν μακρές, διακλαδιζόμενες υφές και σχηματίζουν νηματοειδή κύτταρα. Το μυκήλιο είναι ο κύριος τρόπος ανάπτυξής του. Η ραγδαία ανάπτυξη του έχει ως αποτέλεσμα το έντομο να γεμίσει υφές που θα καταστρέψουν τα εσωτερικά όργανά του. Ο *M. anisopliae* τρέφεται από τα λιπίδια του εξωσκελετού του εντόμου. Επίσης είναι ικανός να απελευθερώνει σπόρια υπό χαμηλές συνθήκες υγρασίας (<50%). Επιπλέον μπορεί να παράγει δευτερογενής μεταβολίτες που είναι ουσίες τοξικές για τα έντομα αλλά και πρωτεϊνολυτικά ένζυμα (Suzuki et al., 1966, 1970, και 1971).

Εάν η υγρασία είναι αρκετά υψηλή, εμφανίζεται μια λευκή μούχλα στο κουφάρι του εντόμου που σιγά – σιγά αυξάνεται και σε σύντομο χρονικό διάστημα μεταχρωματίζεται σε πράσινη (Tanada and Kaya, 1993).



Εικόνα 1.5.6.3.1. Κονιδιοφόροι του μύκητα *M.anisoplie*

Μερικά έντομα έχουν αναπτύξει μηχανισμούς για να περιοριστούν οι λοιμώξεις που προκαλούνται από τον *M. anisopliae*. Για παράδειγμα το *Schistocerca gregaria* (η ακρίδα της ερήμου) παράγει αντιμυκητιακές τοξίνες, οι οποίες αναστέλλουν την βλάστηση των σπορίων. Επιπλέον ορισμένα είδη εντόμων μπορούν να ξεφύγουν από την προσβολή αναπτύσσοντας ταχύτατα ένα νέο κέλυφος, πριν τα κονίδια του μύκητα διαπεράσουν την επιδερμίδα.

Το Bioblast είναι μία εμπορικά διαθέσιμη μορφή του εντομοπαθογόνου μύκητα *M. anisopliae* που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των τερμιτών του γένους *Reticulitermes*. Ο μύκητας εφαρμόζεται στο ξύλο όπου είναι γνωστό ότι οι τερμίτες διατηρούν τις στοές τους. Οι τερμίτες που βρίσκονται μέσα στις στοές είναι εκτεθειμένοι σε άμεση επαφή με τα κονίδια του

μύκητα. Παράλληλα προκαλείται εξάπλωση του παθογόνου μύκητα σε υγιείς, μη μολυσμένα άτομα της αποικίας. Μελέτες έχουν δείξει ότι ο θάνατος επέρχεται σε 4 έως 10 ημέρες ανάλογα με την θερμοκρασία.

1.5.6.4. Ο Μύκητας *Paecilomyces fumosoroseus*

Το *Paecilomyces fumosoroseus* θεωρείται πολύ ελπιδοφόρος βιολογικός παράγοντας για τον έλεγχο βλαβερών εντόμων. Στην Ευρώπη κυκλοφορεί το εμπορικό σκεύασμα PreFeRal με ένδειξη εναντίον του *Trialeurodes vaporariorum* σε τομάτα και αγγούρι.

Το *P. fumosoroseus*, ακριβώς όπως το *B. bassiana*, παράγει κονίδια σε στερεό υπόστρωμα και βλαστοσπόρια σε υγρό. Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στην ερευνητική μονάδα USDA-ARS (Illinois) διαπιστώθηκε ότι τα βλαστοσπόρια βλαστάνουν ταχύτερα και σε μεγαλύτερο ποσοστό στον εξωσκελετό του αλευρώδη σε σχέση με τα κονίδια. Η διαπίστωση αυτή δείχνει ότι η χρήση των βλαστοσπορίων για την ανάπτυξη των εμπορικών σκευασμάτων θα ήταν συμφέρουσα συγκριτικά με τη χρήση των κονιδίων. Διάφορα γεωργικά προϊόντα έχουν εξεταστεί ως συστατικά σκευασμάτων και μερικά υπόσχονται τη διατήρηση της βιωσιμότητας των βλαστοσπορίων στο πέρασμα του χρόνου.



Εικόνα 1.5.6.4.1. Προσβολή κολεοπτέρου από *Paecilomyces fumosoroseus*



Εικόνα 1.5.6.4.2. Καλλιέργεια *Paecilomyces fumosoroseus* σε θρεπτικό υλικό

1.5.6.5. Εμπορικά Μικροβιακά Σκευάσματα με βάση μύκητες

Στην Ελλάδα κυκλοφορεί μόνο το εμπορικό σκεύασμα του *Beauveria bassiana* (Naturalis SC) για την αντιμετώπιση αφίδων, αλευρωδών και θριπών, το οποίο έχει δείξει υψηλή αποτελεσματικότητα και επί άλλων εντομολογικών εχθρών. Επίσης κατά το παρελθόν έχουν δοκιμαστεί εμπορικά σκευάσματα του *Verticillium lecanii* (Mycotal, Vertalec) εναντίον αλευρωδών, θριπών, αφίδων και κοκκοειδών με ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Στο εξωτερικό κυκλοφορούν εμπορικά σκευάσματα και άλλων μυκήτων όπως του *Beauveria brongniartii* (= *B. tenella*) για την αντιμετώπιση κολεοπτέρων Scarabeidae, του *Legendium giganteum* για την αντιμετώπιση διπτέρων, του *Metarhizium anisopliae* για την αντιμετώπιση κολεοπτέρων, λεπιδοπτέρων και ισοπτέρων, του *M. anisopliae acridium* για την αντιμετώπιση ορθοπτέρων, του *M. anisopliae anisopliae* για την αντιμετώπιση του κολεοπτέρου *Dermolepida albohirtum* (Scarabeidae), του *M. anisopliae* strain ICIPE30 και ICIPE30 για την αντιμετώπιση ισοπτέρων και θυσανοπτέρων, του *M. flavoviridae flavoviridae* για την αντιμετώπιση του κολεοπτέρου *Adoryphorus coulonii* (Scarabeidae) και του *Paecilomyces fumosoroseus* για την αντιμετώπιση αφίδων, αλευρωδών, θριπών και αραχνοειδών.

1.5.6.6. Παράγωγα μυκήτων – μυκοτοξίνες

Οι μυκοτοξίνες είναι φυσικά απαντώμενες φυσικές ουσίες, χημικής σύνθεσης, οι οποίες παράγονται από μύκητες που προσβάλλουν φυτικούς ή ζωικούς οργανισμούς. Απαντώνται αρκετά συχνά στα ζώα αλλά και στον άνθρωπο και μπορούν να προκαλέσουν τοξικά σύνδρομα. Σε εργαστηριακό επίπεδο έχουν περιγραφεί πάνω από 300 μυκοτοξίνες (Smith et al., 1994).

Σχεδόν όλες οι ουσίες που θεωρούνται μυκοτοξίνες και δοκιμάζονται στα έντομα έχει αποδειχθεί ότι έχουν παρόμοιες επιδράσεις στα περισσότερα, όπως π.χ. τη μείωση του βαθμού ανάπτυξης καθώς και μορφολογικές, ιστολογικές και αναπαραγωγικές αλλαγές. Η σχετική τοξικότητα μιας συγκεκριμένης μυκοτοξίνης ποικίλει σημαντικά από έντομο σε έντομο. Ακόμη, η συνύπαρξη διαφορετικών μυκοτοξινών σε φυτικά υλικά μπορεί να καταλήξει σε αθροιστικές επιδράσεις σε έντομα που τρέφονται από αυτά (Smith et al., 1994).

Αν και τα έντομα είναι πιθανόν η μόνη ομάδα οργανισμών, η οποία φέρει μια εκτεταμένη αντίσταση στις μυκοτοξίνες, αρκετά πειράματα έχουν δώσει αρκετά καλά αποτελέσματα. Μίξη από *trichothecens* και *non-trichothecens sesquiterpenes* από το *Fusarium graminearum*, σε χαμηλές μάλιστα συγκεντρώσεις, έχει δείξει ότι μπορεί να ενεργήσει εναντίων των *Spodoptera fudgiperda* (Lepidoptera) και των *Heliothis zea* (Lepidoptera).

Στα ίδια Λεπιδόπτερα, ο συνδυασμός των deoxynivalend (DON) σε 25 mg/g με dihydroxycalonetrin (DHCAL) σε 10 mg/g έδειξε σε διάστημα 7 ημερών θνησιμότητα 29.3 % στη *Spodoptera fudgiperda* και 61.5 % στο σκουλήκι του καλαμποκιού (Smith et al., 1994).

1.6. ΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

Οι κυριότεροι εχθροί της αμπέλου σύμφωνα με τους Τζανακάκη & Κατσόγιαννο (1998) και Κόρκα (2008) είναι:

A) Έντομα

Lepidoptera, Λεπιδόπτερα:

Tortricidae: Η ευδεμίδα της Αμπέλου, *Lobesia botrana* (Tortricidae) και η πυραλίδα της Αμπέλου *Sparganothis pilleriana* (Tortricidae).

Heliozelidae,	<i>Holocacista rivillei</i>
Cossidae,	<i>Paropta paradoxus</i>
Zygaenidae,	<i>Theresimina ampelophaga</i>
Cochylidae,	<i>Eupoecilia ambiguella</i> - κοχυλίδα
Pyralidae,	<i>Cryptoblabes gnidiella</i>
Sphingidae,	<i>Deilephila elpenor</i> , <i>Deilephila livornica</i> , <i>Theretra alecto</i>
Arctiidae,	<i>Hyphantria cunea</i> , <i>Arctia caja</i>
Noctuidae,	<i>Agrotis (Scotia) segetum</i> , <i>Noctua pronuba</i> , <i>Euxoa crassa</i>

Orthoptera, Ορθόπτερα

Tettigoniidae,	<i>Decticus albifrons</i> , <i>Ephippigeria ephippiger</i> .
----------------	--------------------------------------------------------------

Isoptera, Ισόπτερα (τερμίτες)

Kalotermitidae,	<i>Kalotermes flavicollis</i>
Rhinotermitidae,	<i>Reticulitermes lucifugus</i>

Hemiptera, Homoptera, Ημίπτερα, Ομόπτερα

Issidae,	<i>Hysteropterum grylloides</i> .
Jassidae,	<i>Empoasca vitis</i> , <i>Empoasca decedens</i> , <i>Empoasca flavescens</i> , <i>Erythroneura eburnea</i> , <i>Jacobiasca libyca</i> , <i>Scaphoideus titanus</i> , <i>Zygina rhamni</i>
Aleyrodidae,	<i>Parabemisia myricae</i>
Aphidoidea	Αφίδες, <i>Viteus vitifoliae</i> (Phylloxeridae – Φυλλοξήρα)
Coccoidea,	Κοκκοειδή
Diaspididae,	<i>Targionia vitis</i> , <i>Aspidiotus nerii</i> , <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> , <i>Pseudaulacaspis pentagona</i>
Coccidae,	<i>Pulvinaria uitis</i> , <i>Ceroplastes rusci</i> , <i>Coccus hesperidum</i> , <i>Eulecanium corni</i> , <i>Eulecanium persicae</i>
Pseudococcidae,	<i>Planococcus citri</i> , <i>Planococcus ficus</i>

Thysanoptera, Θυσανόπτερα (θρίπες)

Thripidae, *Drepanothrips reuteri, Frankliniella cestrum, Frankliniella occidentalis, Thrips tabaci*

Coleoptera, Κολεόπτερα

Scarabaeidae, *Anomala vitis, Anomala oblonga, A. ausonia, A. dubia, A. junii, Amphimallus solstitialis, Anoxia meridionalis, A. orientalis, A. villosa, Lethrus apterus, Oxythyrea funesta, Polyphylla fullo*

Bostrychidae, *Apate monachus, Schistoceros bimaculatus, Sinoxylon perforans, S. sexdentatum*

Tenebrionidae, *Opatrum sabulosum*

Cerambycidae, *Vesperus spp.,*

Chrysomelidae, *Bromius (Adoxus) obscurus, Haltica lythri ssp. ampelophaga, Pachybrachys limbatus*

Attelabidae, *Byctiscus betulae*

Curculionidae, *Cenorrhinus plagiatum, Otiorrhynchus bisphaericus, O. excellens, O. graecus, O. lavandus, O. longirostris, O. lugens, O. ovalipennis, O. rugosostriatus, O. schulcatus, Peritelus sphaeroides*

Diptera, Δίπτερα

Cecidomyiidae, *Contarinia uiticola, Janetiella oenophila*

Drosophilidae, *Drosophila melanogaster*

Hymenoptera, Υμενόπτερα

Vespidae, *Vespa orientalis, Vespula germanica*

B) Ακάρεα

Eriophyidae, *Brevipalpus lewisi, Colomerus vitis (Eriophyes vitis), Calepitrimerus vitis (Phyllocoptes vitis)*

Tetranychidae, *Tetranychus urticae, Eutetranychus carpini vitis, Panonychus ulmi*

Γ) Νηματώδεις

Longidoridae, *Xiphinema index*, *X. pachtaicum*, *X. arenarium*, *X. italiae*,
X. diversicaudatum

Tylenchulidae, *Tylenchulus semipenetrans*.

1.7. Η ΕΥΔΕΜΙΔΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

1.7.1 Γενικά

Ανήκει στην Οικογένεια Tortricidae, Τάξη Lepidoptera. Η λατινική της ονομασία είναι *Lobesia botrana* και η κοινή της Ευδεμίδα.

Είναι ο κυριότερος εχθρός της Αμπέλου. Προσβάλλει κυρίως την Ευρωπαϊκή Άμπελο, η προνύμφη της όμως μπορεί να αναπτυχθεί και σε ορισμένα φυτά άλλων οικογενειών, όπως σε νεαρούς καρπούς δαμασκηλιάς ή ακτινιδιάς σε φυτεία κοντά σε αμπελώνα (Moleas, 1988, Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 1998).

1.7.2 Μορφολογία

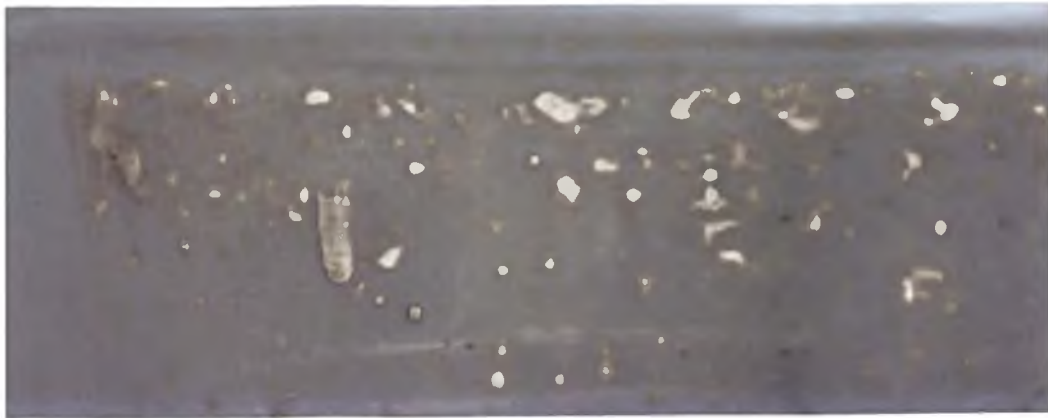
Ωό: Τα ωά είναι φακοειδή (0.7 x 0.6 mm). Αρχικά, το χρώμα τους είναι κιτρινωπό, ενώ στη συνέχεια γκριζο ανοιχτό.

Προνύμφη: Έχει τελικό μήκος 10-12mm. Η προνύμφη του τελευταίου σταδίου είναι κιτρινοπράσινη, ή βαθυπράσινη τεφρή. Έχει κεφαλή κιτρινοπράσινη, πλάτους περίπου 0,9mm, προθωρακική πλάκα καστανωπή ενώ πηγαία πλάκα ανοιχτή κίτρινη. Η προνύμφη είναι ζωνρή και ευκίνητη.

Νύμφη ή Χρυσαλλίδα (pupa): Η νύμφη του εντόμου είναι χρώματος καστανού σκούρου, είναι μήκους 4.7-6.7mm στα θηλυκά, ενώ λίγο μεγαλύτερου στα αρσενικά. Το κωνικό τμήμα της έδρας, καταλήγει σε ριπιδοειδή επιφάνεια με τέσσερα νωτιαίες και τέσσερα πλευρονωτιαίες λεπτές τρίχες.

Ακμαίο: Έχει άνοιγμα πτερύγων 11-13mm. Οι πρόσθιες πτέρυγες είναι διάσπαρτες από καφέ κηλίδες, ανάμικτες με άλλες κιτρινωπού ή υποκυανού χρώματος. Το βασικό μέρος των

περυγών είναι καστανοπράσινο. Από τη μέση της πρόσθιας παρυφής τους, ξεκινά μια σκοτεινή και εγκάρσια ζώνη που στενεύει προς τα πίσω και τελικά κάμπτεται προς την κορυφή της πτέρυγας. Οι οπίσθιες πτέρυγες είναι τεφρές, ανοιχτότερες στο βασικό τους μέρος, τέλος, οι κνήμες είναι ανοιχτόχρωμες και έχουν μικρά αγκάθια στην άκρη (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 1998).



Εικόνα 1.7.2.1 Ωό



Εικόνα 1.7.2.2 Προνύμφη



Εικόνα 1.7.2.3 Νύμφη ή Χρυσσαλίδα (ρυρα)



Εικόνα 1.7.2.4 Ακμαίο

1.7.3. Βιολογία - Ζημιές

Στη χώρα μας, η Ευδεμίδα, έχει 3-4 περιόδους πτήσεων το έτος, από τα μέσα Μαρτίου μέχρι το τέλος Οκτωβρίου, από τις οποίες η 2^η (Ιούνιος - Ιούλιος) και η 3^η (Αύγουστος - Σεπτέμβριος), που αντιστοιχούν στη 2^η και 3^η γενεά, προκαλούν σημαντικές ζημιές. Διαχειμάζει ως νύμφη μέσα σε λευκό βομβύκιο κάτω από ξηρούς κορμούς πρέμων ή σε άλλα καταφύγια κοντά σε φυτά ξενιστές ή στο έδαφος, σε μικρό βάθος. Τα ακμαία της γενεάς που διαχειμάσε, συνήθως της τρίτης, εμφανίζονται τον Απρίλιο και το Μάιο.

Τα θηλυκά ωοτοκούν πάνω στα κλειστά άνθη και κυρίως στους ποδίσκους και στα βράκτια. Εάν οι ταξιανθίες δεν έχουν εκπτυχθεί, η ωοτοκία, γίνεται και πάνω σε νεαρά φύλλα ή στο φλοιό των νεαρών βλαστών.

Η πρώτη γενεά, κατά κανόνα είναι ανθοφάγος προσβάλλει τα άνθη και συνήθως η ζημιά δεν είναι σοβαρή. Η δεύτερη και η τρίτη γενεά προκαλεί τις σοβαρότερες ζημιές, άμεσες με την έννοια της καταστροφής των ραγών και έμμεσες λόγω του σοβαρού κινδύνου ανάπτυξης του μύκητα *Botrytis cinerea*.

Συγκεκριμένα, οι προνύμφες τις δεύτερης γενεάς που είναι καρποφάγες, όπως και της τρίτης, μπαίνουν στις άγουρες ράγες, τρέφονται από τη σάρκα, τους μίσχους και τους άξονες των σταφυλιών και καταστρέφουν τη μια ράγα μετά την άλλη, συνδέοντάς τις με ιστούς που μοιάζουν με νήμα μεταξιού, ώσπου να συμπληρώσουν την ανάπτυξή τους, ενώ ταυτόχρονα προκαλούν καρπόπτωση. Μεγαλύτερη ζημιά προκαλούν συνήθως οι προνύμφες της τρίτης γενεάς που κατατρώγουν τους ώριμους καρπούς. Όταν συμπληρώσουν την ανάπτυξή τους, υφαίνουν το βομβύκιο διαχείμασης στις προφυλαγμένες θέσεις, νυμφώνονται και διαχειμάζουν ως νύμφες (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 1998).

Η ευδεμίδα της αμπέλου έχει ως φυσικούς εχθρούς τα παρασιτοειδή *Ascogaster quadridentatus* (Hymenoptera, Braconidae), *Trichogramma semblidis* και *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera, Trichogrammatidae), *Dibrachys affinis* και *Dibrachys cavus* (Hymenoptera, Pteromalidae).

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ

Δείγματα εδάφους συλλέχθηκαν από διάφορες περιοχές της Ελλάδος και της Κύπρου. Οι δειγματοληψίες εδάφους (300 gr/δείγμα) έγιναν από βάθος 10cm. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για επεξεργασία. Τα σημεία δειγματοληψίας καταγράφηκαν με χρήση συσκευής GPS Garmin Ehtrex.

Οι εντομοπαθογόνοι μύκητες απομονώθηκαν με την μέθοδο της χρήσης ως δολώματος του εντόμου *Galleria mellonella* (*Galleria* Bait Method) (Zimmermann 1986) και με τη μέθοδο των ημικλεκτικών υποστρωμάτων.

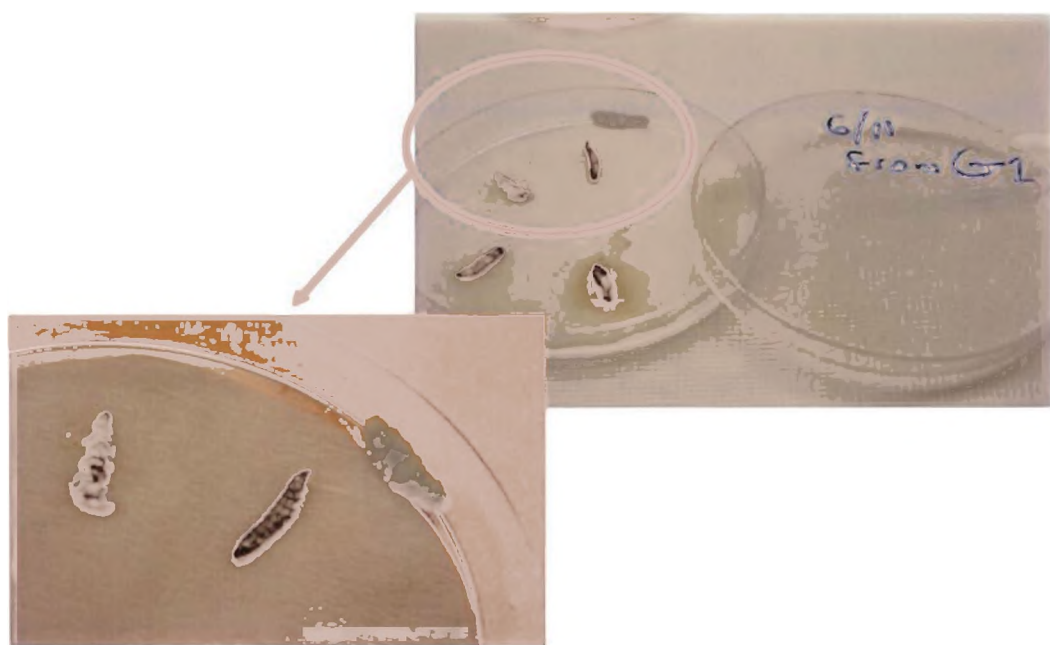
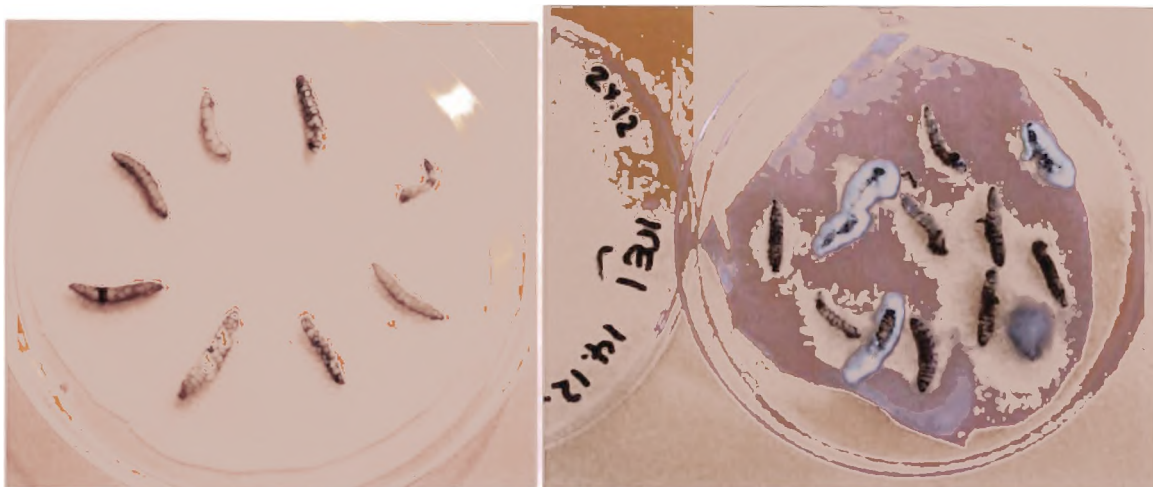
Η δολωματική μέθοδος είναι μια απλή τεχνική, η οποία αρχικά χρησιμοποιούνταν επιτυχημένα σε οικολογικές μελέτες για τον προσδιορισμό των παρασιτικών νηματωδών των εντόμων (Mracek 1980, 1982; Akhurst and Brooks 1984). Το δείγμα που συλλέξαμε τοποθετήθηκε σε τρυβλία τύπου Petri, με προσοχή ώστε οι προνύμφες να μπορούν να κινούνται μέσα στο δείγμα μας. Κατόπιν εμβαπτίστηκαν σε ζεστό νερό θερμοκρασίας 45°C για μερικά δευτερόλεπτα και έπειτα τοποθετήθηκαν 5, 10 ή 15 από αυτές (ανάλογα με το μέγεθος τους) στα τρυβλία τύπου Petri με δείγματα εδάφους με υψηλή, αλλά όχι υπερβολική υγρασία. Τα τρυβλία αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (25±1 °C) για 14–20 ημέρες και για τις πρώτες 4 ημέρες τα τρυβλία αναποδογυρίζονταν κάθε μέρα ώστε οι προνύμφες να μπορούν κινούνται μέσα στα δείγματα (Keller et al, 2000). Ο έλεγχος της θνησιμότητας παρακολούθηθηκε για 7, 12, και 14 ημέρες αντίστοιχα (Mietiewski et al, 1996). Οι νεκρές ή μουμιοποιημένες προνύμφες απομακρύνθηκαν και εν συνεχεία αποστειρώθηκαν σε 1% υποχλωριώδες νάτριο για μερικά δευτερόλεπτα.



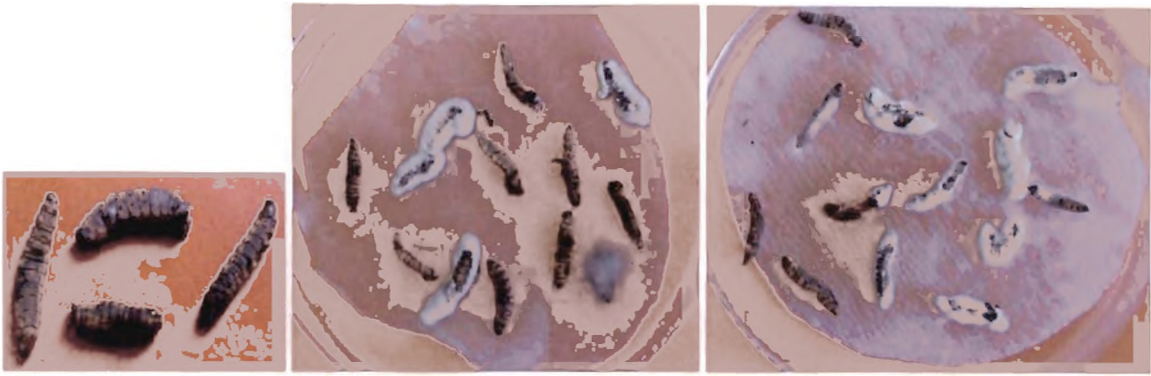
Εικόνα 2.1.1 Η μέθοδος της χρήσης ως δολώματος του εντόμου *Galleria mellonella*

Εν συνεχεία οι προνύμφες που εμφάνισαν συμπτώματα προσβολής από εντομοπαθογόνο μύκητα τοποθετήθηκαν σε πλαστικά τρυβλία τύπου Petri που είχαν υψηλή υγρασία (moist chamber). Αυτό επιτεύχθηκε με εναπόθεση ορισμένων σταγόνων νερού πάνω σε διηθητικό χαρτί, κυκλικού σχήματος μέσα στα τρυβλία.

Στο τέλος, μετά από την πάροδο 48 ωρών σε θερμοκρασία δωματίου, ελήφθησαν δείγματα από τις προσβεβλημένες προνύμφες. Τα κονίδια των μυκήτων που απομακρύνθηκαν από τις προνύμφες καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα S.D.A ή P.D.A με τη χρήση εστίας νηματικής ροής



Εικόνα 2.1.2 Διαδικασία για την απομόνωση των εντομοπαθογόνων μυκήτων από τις νεκρές προνύμφες του *Galleria mellonella*



Εικόνα 2.1.3 Μουμιοποιημένες προνύμφες *G. mellonella* λόγω της δράσης του *B. bassiana* (ρόδινο χρώμα) και επάνθηση μυκηλίου *B. bassiana* (λευκό μυκήλιο).



Εικόνα 2.1.4 Επάνθηση μυκηλίου *M. anisopliae* (με πράσινο ή λευκό-πράσινο χρώμα) σε προνύμφες *G. mellonella* και μουμιοποιημένες προνύμφες *G. mellonella* λόγω της δράσης του *B. bassiana* (ρόδινο χρώμα).



Εικόνα 2.1.5 Εστία νηματικής ροής

Με τη μέθοδο που περιγράφηκε πιο πάνω απομονώθηκαν:

Εντομοπαθογόνος μύκητας	Περιοχή
<i>Beauveria bassiana</i>	Αμαρούσιον (Ελλάς), Παραμάλι (Κύπρος)
<i>Raecilomyces fumosoroseus</i>	Αγ. Στέφανος (Αττική, Ελλάς)
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Μαραθών (Ελλάς), Παραμάλι (Κύπρος)

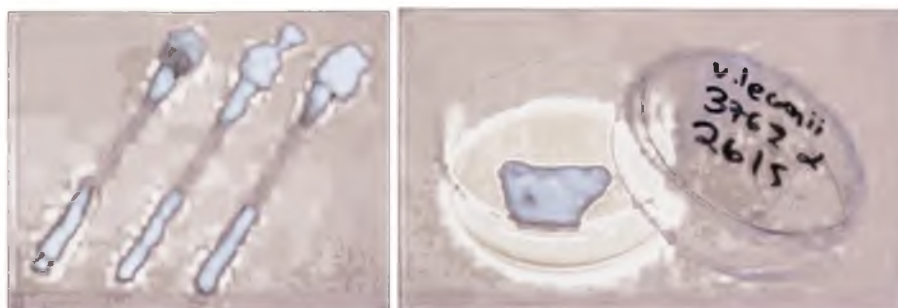
2.2. ΤΟ ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ SABOURAUD DEXTROSE AGAR (SDA)

Η σύσταση και ο τρόπος παρασκευής του SDA περιγράφεται ακολούθως:

Το Bacto-Sabouraud Dextrose Agar, είναι μια τροποποίηση του άγαρ Dextrose που περιγράφηκε από τον Sabouraud. Συγκριτικά τεστ έχουν δείξει ότι το Neoptone Difco είναι η πιο πετυχημένη πηγή του αζώτου για την ανάπτυξη μυκήτων. Το Bacto-SDA προσαρμόστηκε εν μέρει για τη καλλιέργεια και τη ταυτοποίηση μυκήτων. Για την αρχική απομόνωση του μύκητα προτείνεται η προσθήκη 0,015/μονάδα tellurite καλίου ή 0,05/μονάδα επιφανειακού χαλκού σ' αυτό το μέσο. Οι Emmons και Ashburn χρησιμοποίησαν SDA προετοιμασμένο με Neopeptone για την ανάπτυξη του *Trichophyton gypseum*. Οι Robinson και Kotcher χρησιμοποίησαν SDA, το οποίο περιείχε 20 μονάδες πενικιλίνη και 40 μονάδες υδροχλωρική διυδροστρεπτομυκίνη / ml του μέσου για την απομόνωση του *Histoplasma* από σκυλιά. Οι Serowy και Jung χρησιμοποίησαν το Bacto-SDA για καλλιέργεια του *Microspora* κι άλλων παθογόνων μυκήτων. Η προσθήκη αντιβιοτικών για την απομόνωση των παθογόνων μυκήτων έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική. Γενικά, 20 μονάδες πενικιλίνη και 40 μικρογραμμάρια στρεπτομυκίνη ή διυδροστρεπτομυκίνη/ ml του μέσου, προστίθενται στο αποστειρωμένο και λιωμένο μέσο στους 45–50°C, υπό ασηπτικές συνθήκες. Αυτές οι επιθυμητές συγκεντρώσεις της πενικιλίνης μπορούν εύκολα να παρασκευασθούν διαλύοντας τα περιεχόμενα ενός φιαλιδίου πενικιλίνης που περιέχει 100.000 μονάδες πενικιλίνης σε 10 ml αποστειρωμένου νερού. Δύο (2) ml αυτού του διαλύματος, προστίθενται σε 1 lit αποστειρωμένου μέσου, στους 45–50°C, υπό ασηπτικές συνθήκες (0.2 ml / 100 ml του μέσου). Για να παρασκευασθούν οι επιθυμητές συγκεντρώσεις στρεπτομυκίνης στο ίδιο μέσο, διαλύονται 1.000.000 μικρογραμμάρια στρεπτομυκίνης σε 10 ml

αποστειρωμένου νερού. Ένα (1) ml αυτού του διαλύματος προστίθεται σε 9 ml αποσταγμένου νερού, για να δώσει ένα διάλυμα, το οποίο να περιέχει 10.000 micrograms στρεπτομυκίνης / ml. Στο κάθε λίτρο του μέσου, προστίθενται 4 ml αυτού του διαλύματος για να παρατηρηθούν 40 micrograms / ml (0,4 ml για 100 ml μέσου).

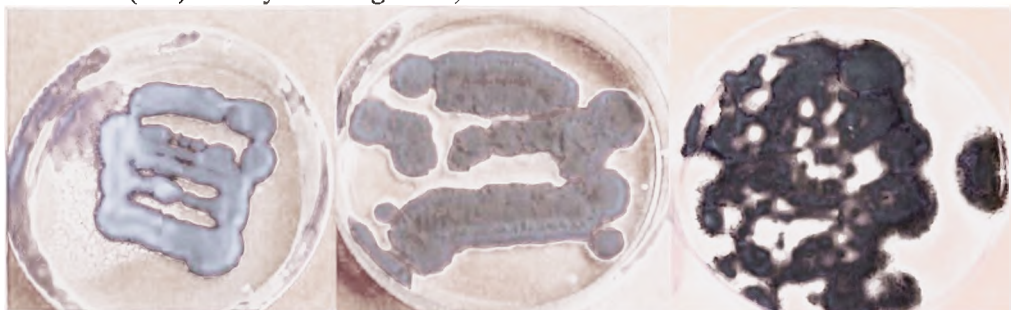
Για να ενυδατωθεί ξανά το μέσο, προστίθενται 65 gr από το Bacto-SDA σε 1000 ml κρύου αποστειρωμένου νερού και θερμαίνονται με βράσιμο για να διαλυθεί το μέσο εντελώς. Έπειτα διανέμεται στα σωληνάκια στα μπουκαλάκια κι αποστειρώνεται στο κλίβανο για 15 λεπτά σε 15% πίεση (121°C). Η τελική αντίδραση του μέσου είναι: pH 5,6.



Εικόνα 2.2.1 Ανάπτυξη του *Verticillium lecanii* σε SDA

2.3. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ ΠΟΥ ΑΠΟΜΟΝΩΘΗΚΑΝ

Για τη μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη των εντομοπαθογόνων μυκήτων *B. bassiana*, *P. fumosoroseus* και *M. anisopliae*, έγινε πειραματισμός με καλλιέργεια τους σε θρεπτικό υπόστρωμα Sabouraud Dextrose Agar (SDA) σε θερμοκρασίες 18, 20, 25, 27.5 30, και 32.5°C και καθημερινή παρατήρηση της αύξησης της διαμέτρου των αναπτυσσομένων αποικιών (cfu, colony forming units).



Εικόνα 2.3.1 Καλλιέργεια *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus* και *Metarhizium anisopliae* σε θρεπτικό μέσο SDA.

Η παρατηρούμενη αύξηση προσεγγίστηκε με μη γραμμική παλινδρόμηση με το μαθηματικό υπόδειγμα Lactin (Kontodimas et al., 2004) με τη βοήθεια των προγραμμάτων SAS, SPSS και Excel.

2.4. Η ΕΚΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΕΥΔΕΜΙΔΑΣ

Οι προνύμφες του *L. botrana*, που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή του πειραματισμού, λαμβάνονταν από εκτροφή του εντόμου σε τεχνητή τροφή σε ειδικό εντομοτροφείο.

Πίνακας 2. Σύσταση τεχνητής τροφής για την εκτροφή του *Lobesia botrana*

Νερό	1200	ml
Agar	32	gr
Αραβοσιτάλευρο	224	gr
Φύτρα (σιταριού, βρώμης)	56	gr
Ζυθοζύμη	60	gr
Ασκορβικό οξύ	8	gr
Nipagime	4	gr
Βενζοϊκό νάτριο	4	gr
Φορμαλδεΰδη	3,2	ml



Εικόνα 2.4.1 Τεχνητή τροφή



Εικόνα.2.4.2 Κλωβός τεχνητής εκτροφής του *Lobesia botrana*.

2.5. ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΕΠΙ ΕΥΔΕΜΙΔΑΣ

Για τη διεξαγωγή των βιοδοκιμών επί της ευδεμίδας, λαμβάνονταν προνύμφες 3^{ου} σταδίου από την τεχνητή εκτροφή. Για κάθε απομόνωση εντομοπαθογόνου μύκητα, τοποθετούνταν σε τρυβλία 3x10 προνύμφες χωρίς τροφή, 3x10 προνύμφες με τροφή, και 3x10 προνύμφες με μολυσμένη τροφή. Οι προνύμφες αυτές ψεκάστηκαν με διαλύματα κονιδίων δύο διαφορετικών συγκεντρώσεων για κάθε απομόνωση. Αντίστοιχα τοποθετήθηκαν και αφέκαστοι μάρτυρες.

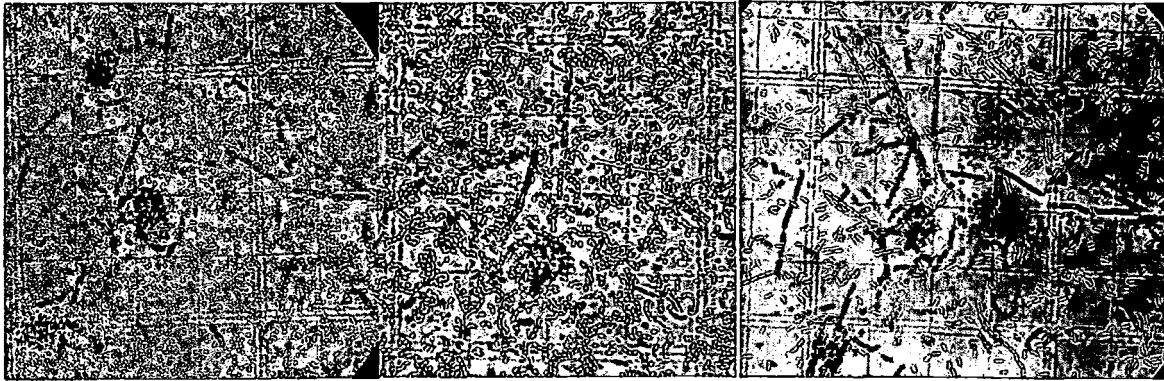
Οι απομονώσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

Beauveria bassiana από το Μαρούσι (Ελλάδα) και το Παραμάλι (Κύπρος)

Raecilomyces fumosoroseus από τον Αγ. Στέφανο (Ελλάδα)

Metarhizium anisopliae από τον Μαραθώνα (Ελλάδα) και το Παραμάλι (Κύπρος),

καθώς και μία απομόνωση *Raecilomyces fumosoroseus* από *Pieris brassicae* από τη Μεγάλη Βρετανία, που παραχωρήθηκε από τον κο Ευάγγελο Μπερή.



Beauveria bassiana

Raecilomyces fumosoroseus

Metarhizium anisopliae

Εικόνα 2.5.1 Αρχικά διαλύματα κονιδίων των εντομοπαθογόνων μυκήτων που αξιολογήθηκαν εναντίον των προνυμφών της ευδεμίδας. Απεικονίζονται τα αρχικά διαλύματα ($>10^8$ κονίδια/ml) όπως φαίνονται από το αιματοκυτταρόμετρο.

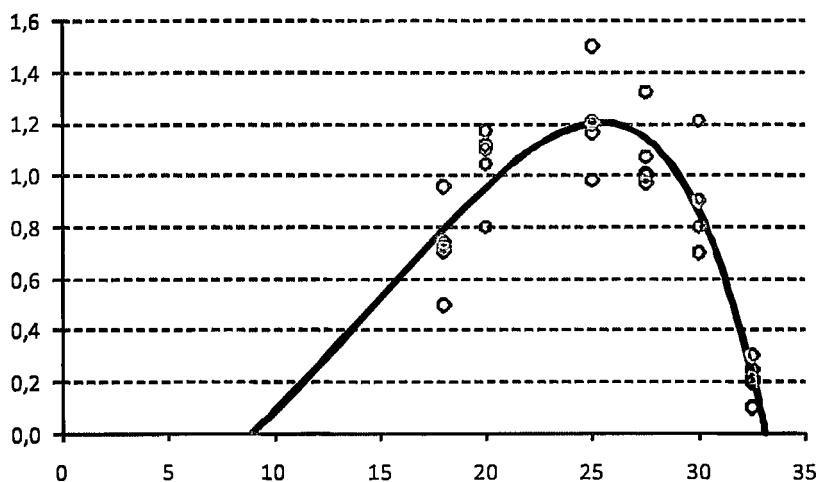
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Και για τα τρία είδη των εντομοπαθογόνων μυκήτων που αξιολογήθηκαν (*Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus* και *Metarhizium anisopliae*) παρατηρήθηκε ότι η ιδανική θερμοκρασία ανάπτυξης ήταν 25-27.5°C. Το κατώτερο θερμοκρασιακό όριο ήταν 6-9°C και το ανώτερο 32.5-33.5 °C.

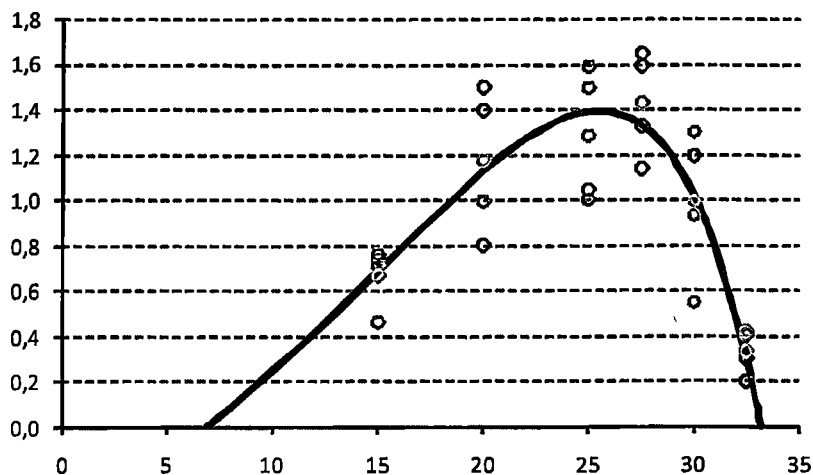
Η μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης που παρατηρήθηκε για το *Beauveria bassiana* ήταν 1.5mm/ημέρα στους 25°C (Διάγραμμα 3.1.1), για το *Paecilomyces fumosoroseus* ήταν 1.65mm/ημέρα στους 27.5°C (Διάγραμμα 3.1.2) και για το *Metarhizium anisopliae* ήταν 3.25mm/ημέρα στους 27.5°C (Διάγραμμα 3.1.3).

Beauveria bassiana



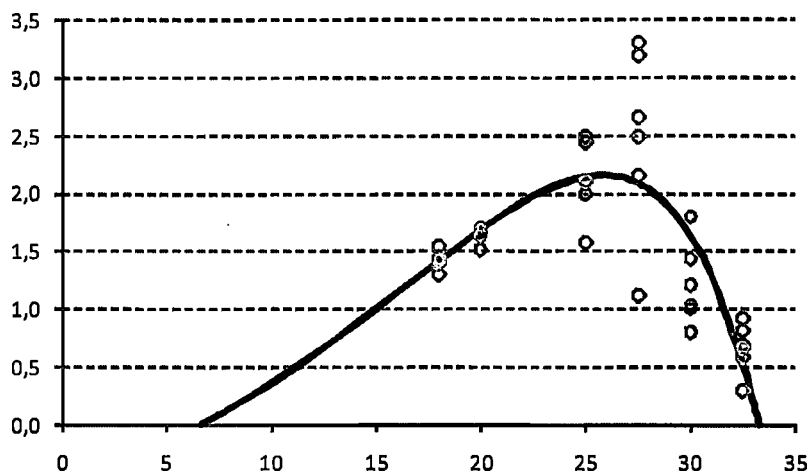
Διάγραμμα 3.1.1. Ταχύτητα ανάπτυξης (mm/ημέρα, στην τεταγμένη) διαφόρων απομονώσεων του *Beauveria bassiana* σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία (°C, στην τετμημένη).

Paecilomyces fumosoroseus



Διάγραμμα 3.1.2. Ταχύτητα ανάπτυξης (mm/ημέρα, στην τεταγμένη) διαφόρων απομονώσεων του *Paecilomyces fumosoroseus* σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία (°C, στην τεμημένη).

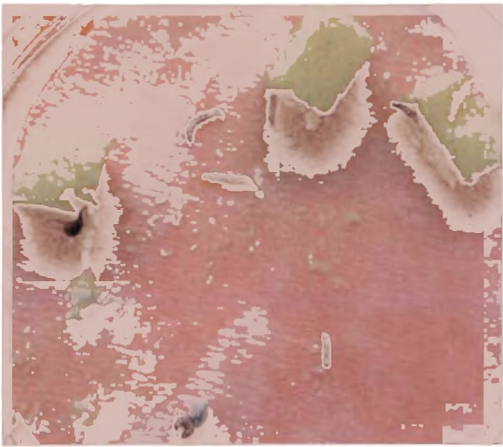
Metarhizium anisopliae



Διάγραμμα 3.1.3. Ταχύτητα ανάπτυξης (mm/ημέρα, στην τεταγμένη) διαφόρων απομονώσεων του *Metarhizium anisopliae* σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία (°C, στην τεμημένη).

3.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΙΟΔΟΚΙΜΩΝ

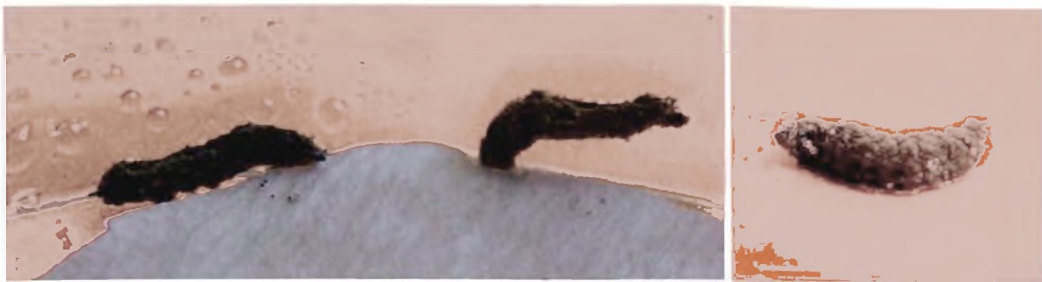
Οι μάρτυρες δεν παρουσίασαν θνησιμότητα. Ως εκ τούτου οι παρατηρούμενη θνησιμότητα στις επεμβάσεις με τους εντομοπαθογόνους μύκητες, που παρουσιάζεται στα διαγράμματα που ακολουθούν, αντιστοιχεί στην αποτελεσματικότητα (efficacy).



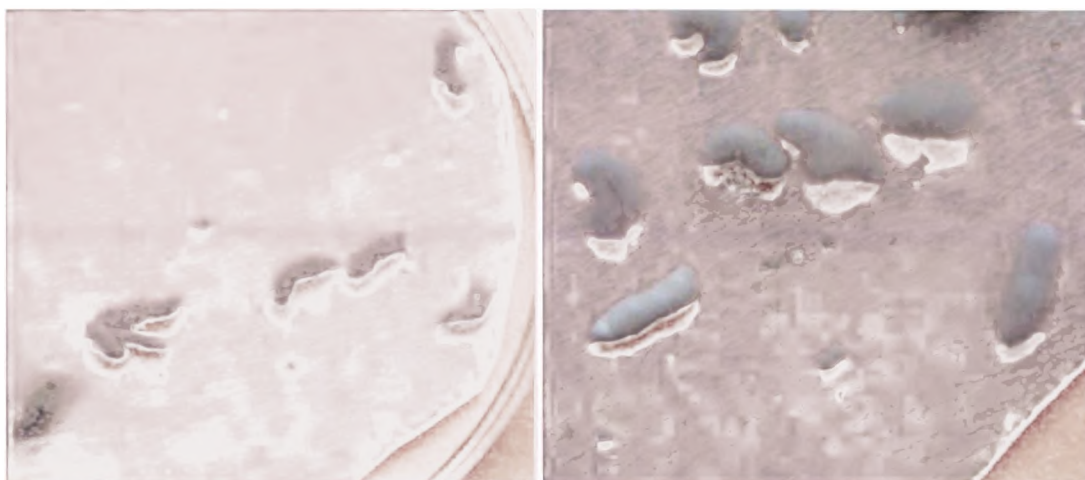
Εικόνα 3.2.1 Νεκρές προνύμφες ευδεμίδας



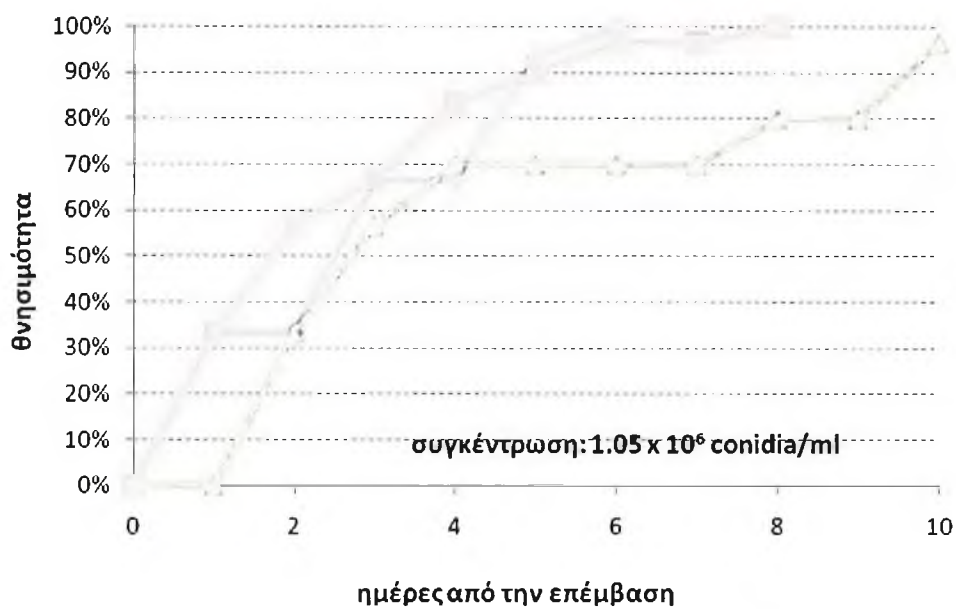
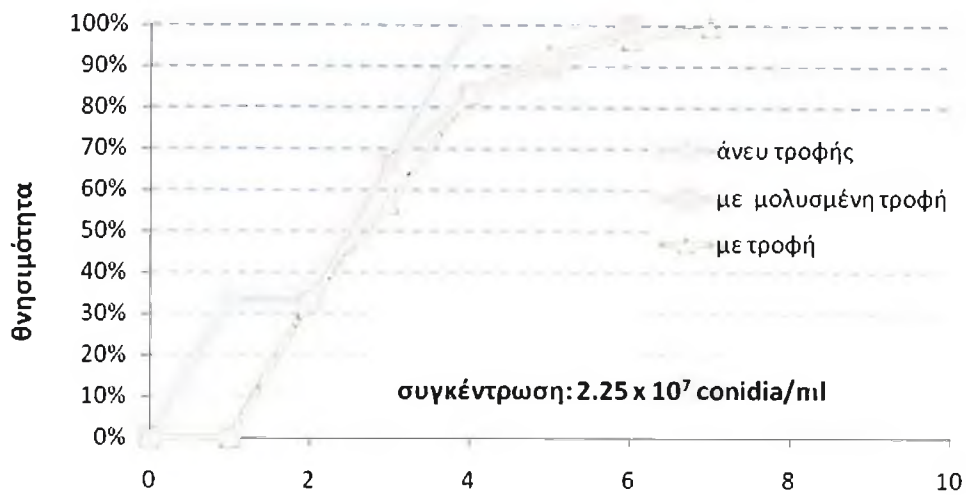
Εικόνα 3.2.2 Νεκρές προνύμφες ευδεμίδας και επάνθιση μυκηλίου του *M. anisopliae*



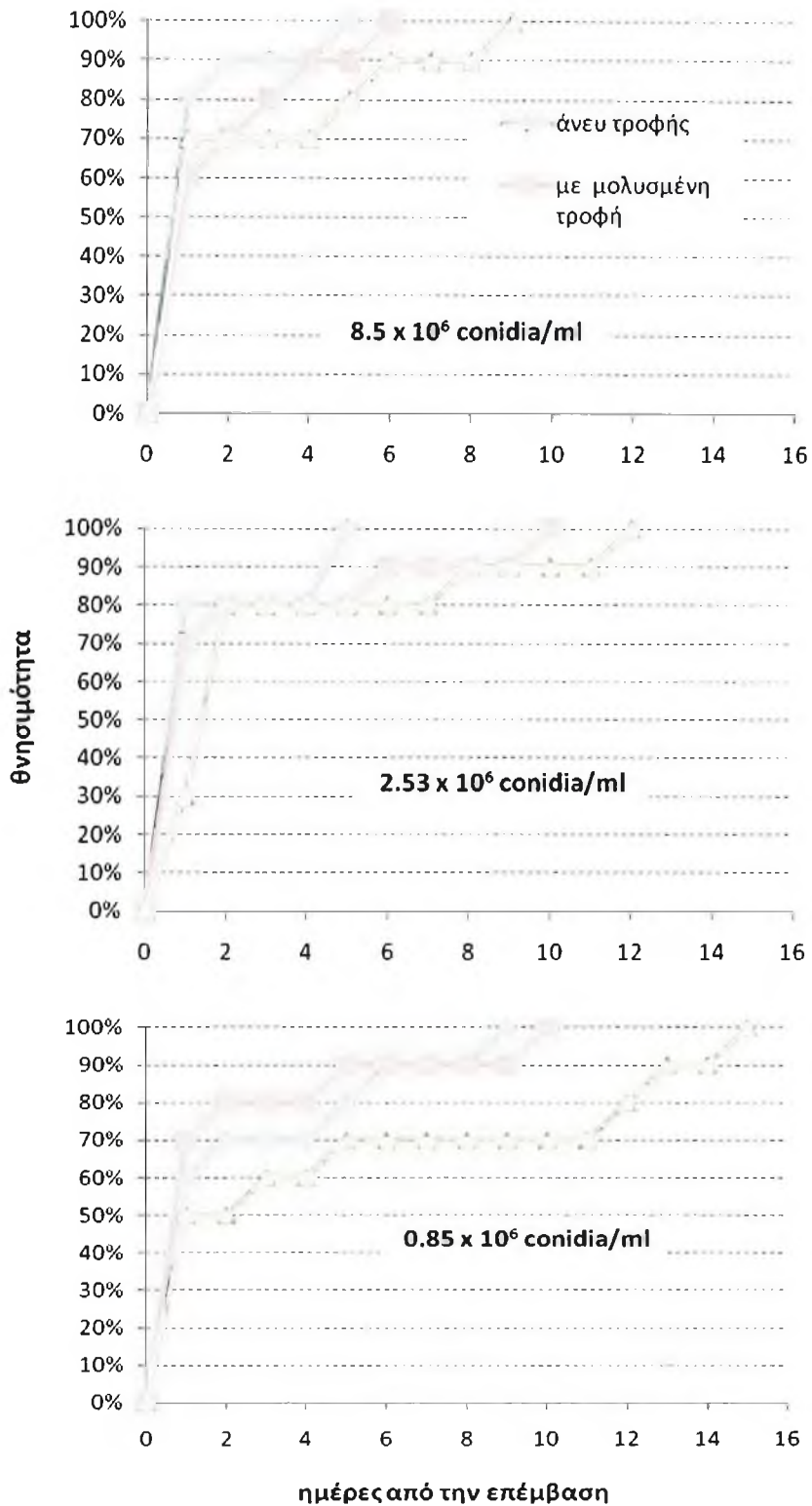
Εικόνα 3.2.3 Επάνθιση μυκηλίου του *M. anisopliae* σε νεκρές προνύμφες ευδεμίδας



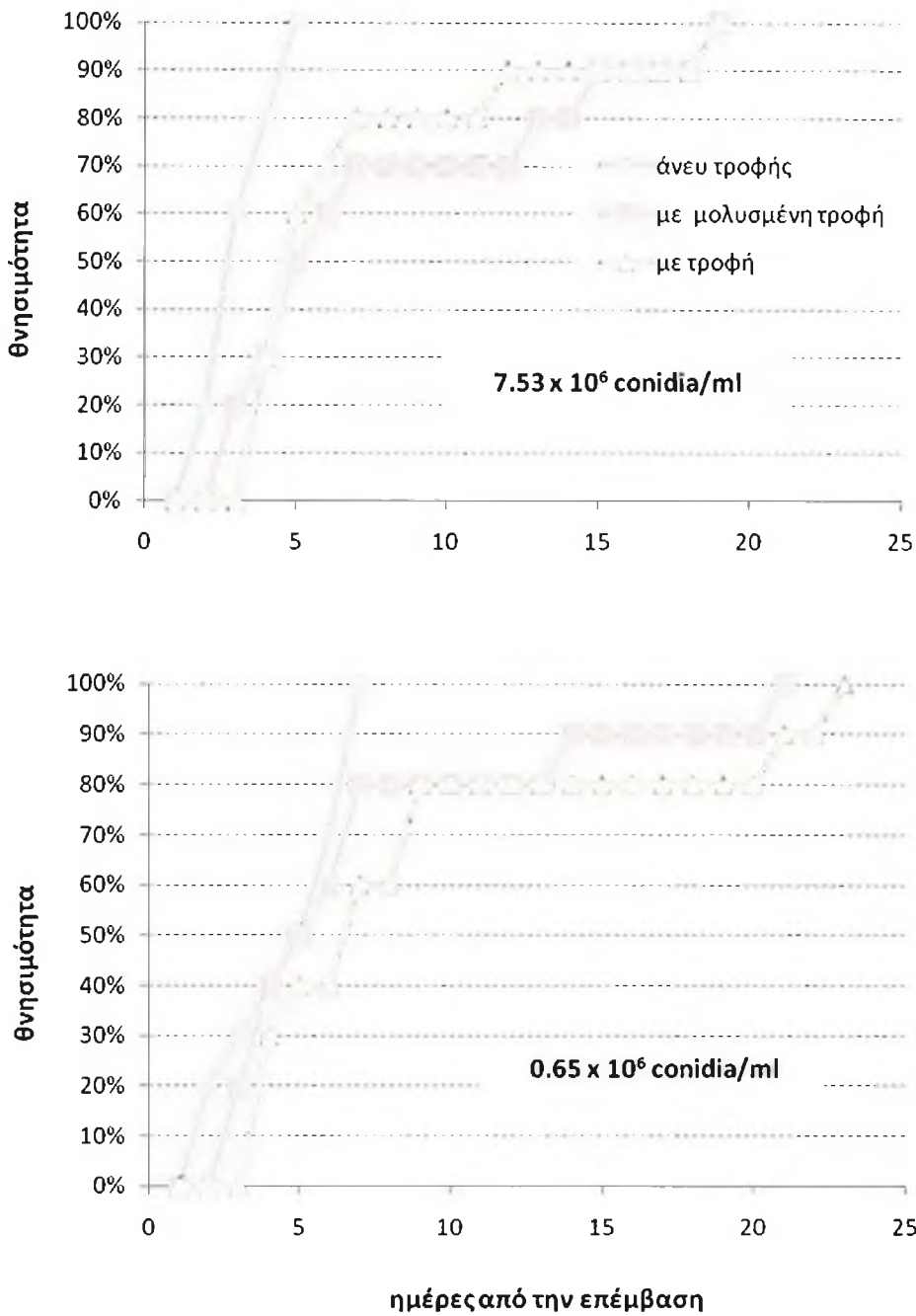
Εικόνα 3.2.4 Επάνθιση μυκηλίου του *P. fumosoroseus* (αριστερά) και *B. bassiana* (δεξιά).



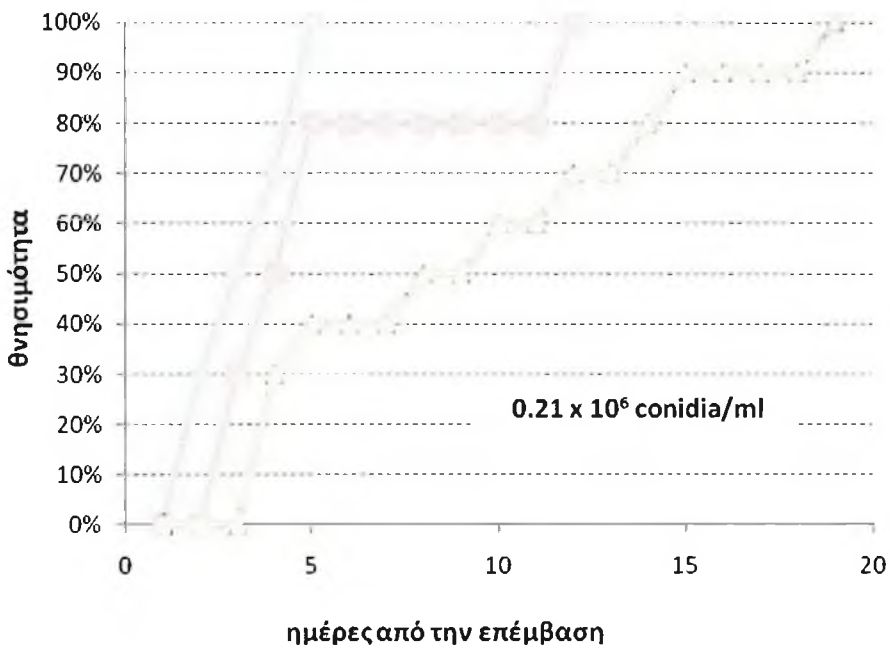
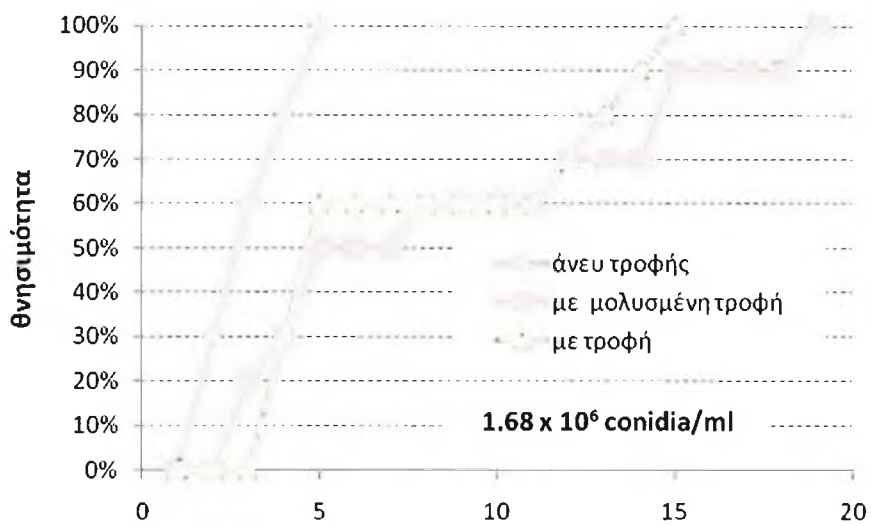
Εικόνα 3.2.5 Θνησιμότητα προנוμφών ευδεμίδας, έπειτα από επέμβαση με διάλυμα κονιδίων *M. anisopliae*, που απομονώθηκε από την περιοχή του **Μαραθώνα**.



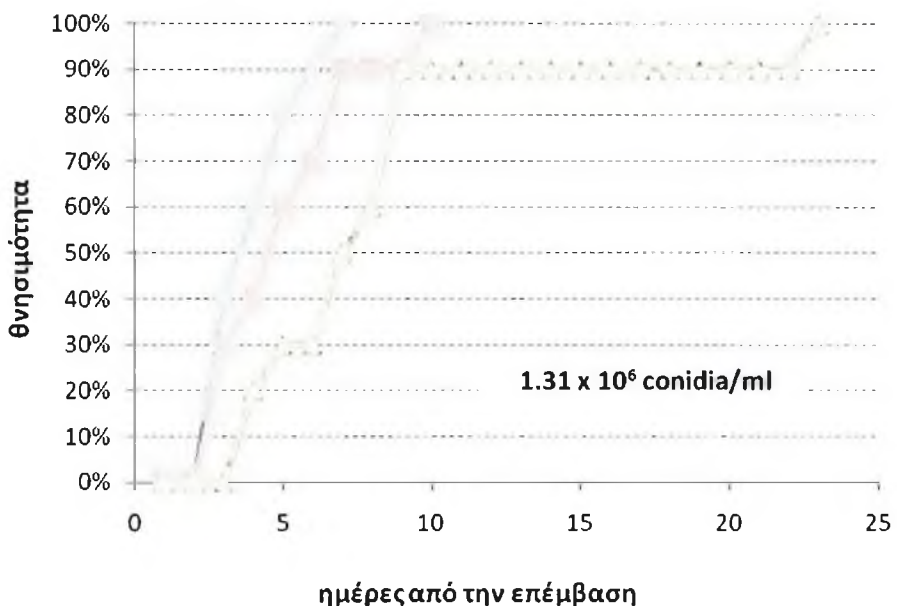
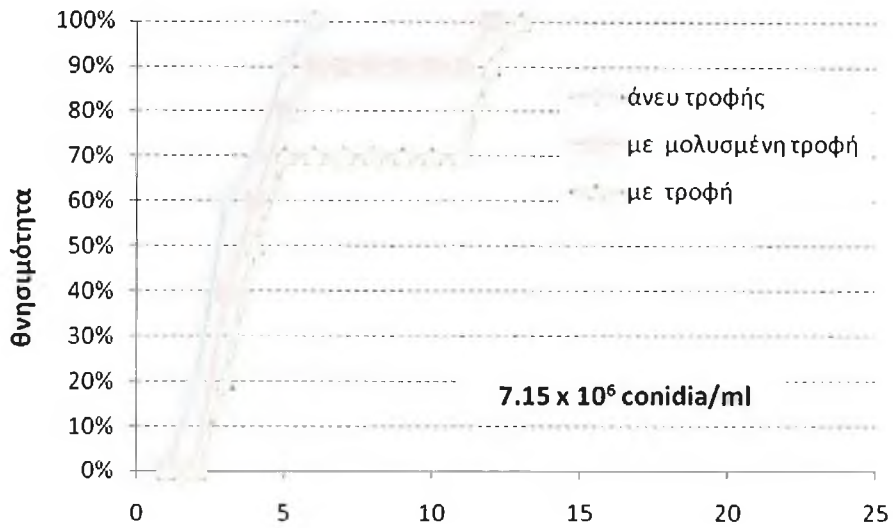
Εικόνα 3.2.6 Θνησιμότητα προνυμφών ευδεμίδας, έπειτα από επέμβαση με διάλυμα κονιδίων *M. anisopliae*, που απομονώθηκε από την περιοχή Παραμάλι (Κύπρος).



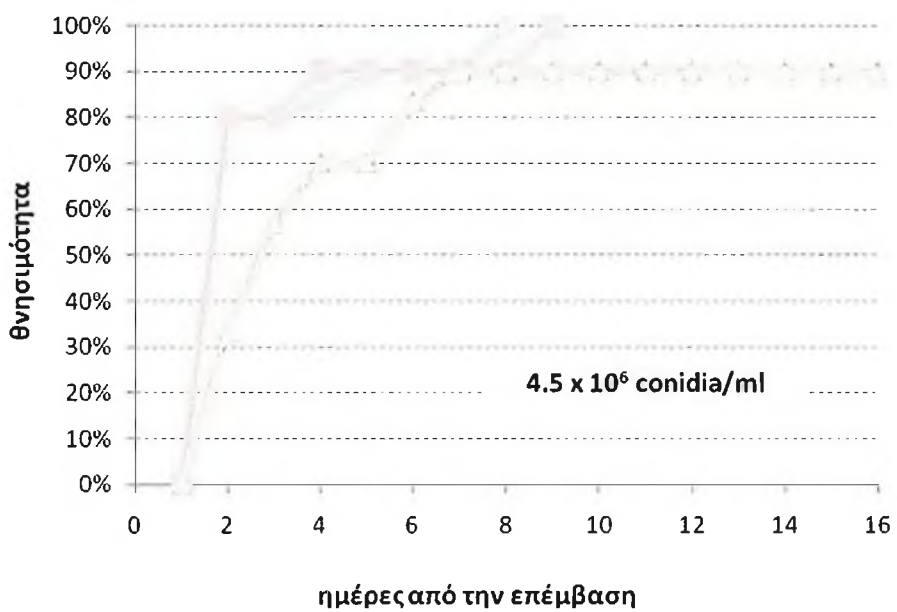
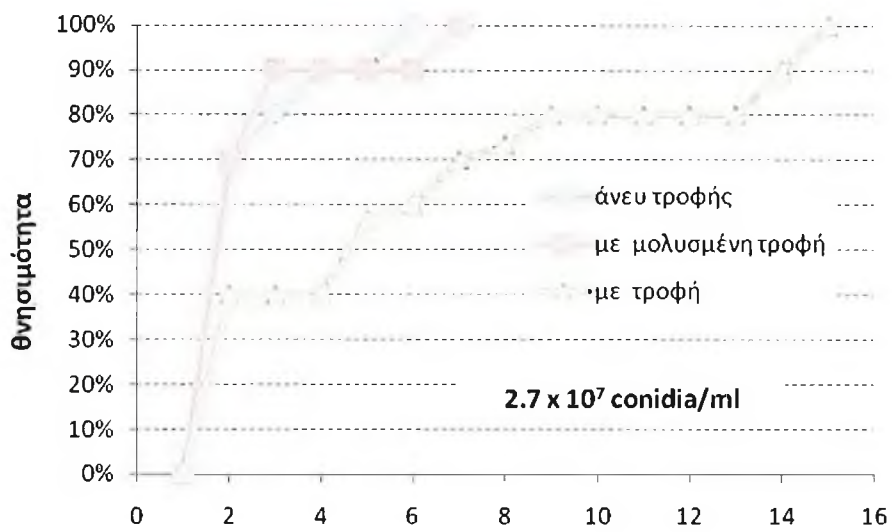
Εικόνα 3.2.7 Θνησιμότητα προνυμφών ευδεμίδας, έπειτα από επέμβαση με διάλυμα κονιδίων *P. fumosoroseus*, που απομονώθηκε από την περιοχή του Αγίου Στεφάνου Αττικής.



Εικόνα 3.2.8 Θνησιμότητα προνυμφών ευδεμίδας, έπειτα από επέμβαση με διάλυμα κονιδίων *P. fumosoroseus*, που απομονώθηκε από *Pieris brassicae* στη Μ. Βρετανία.



Εικόνα 3.2.9 Θνησιμότητα προνυμφών ευδεμίδας, έπειτα από επέμβαση με διάλυμα κονιδίων *B. bassiana*, που απομονώθηκε από την περιοχή του Αμαρουσίου (κτήμα Συγγρού,).



Εικόνα 3.2.10 Θνησιμότητα προνυμφών ευδεμίδας, έπειτα από επέμβαση με διάλυμα κονιδίων *B. bassiana*, που απομονώθηκε από την περιοχή Παραμάλι (Κύπρος).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης διαπιστώθηκε ότι:

- Η ιδανική θερμοκρασία ανάπτυξης και για τα τρία είδη των εντομοπαθογόνων μυκήτων που αξιολογήθηκαν (*Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus* και *Metarhizium anisopliae*) ήταν μεταξύ 25 και 27.5°C. Το κατώτερο θερμοκρασιακό όριο ήταν μεταξύ 6 και 9°C και το ανώτερο θερμοκρασιακό όριο μεταξύ 32.5 και 33.5 °C.
- Η μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης του *Metarhizium anisopliae* (3.25mm/ημέρα στους 27.5°C) ήταν σχεδόν διπλάσια από την αντίστοιχη για το *Beauveria bassiana* (1.5mm/ημέρα στους 25°C) και το *Paecilomyces fumosoroseus* (1.65mm/ημέρα στους 27.5°C).
- Όλες οι απομονώσεις είχαν υψηλή αποτελεσματικότητα στις δόσεις που δοκιμάστηκαν. Ειδικά οι προνύμφες που δεν έλαβαν τροφή πέθαναν όλες σε 5-7 ημέρες. Αλλά και η προσθήκη τροφής αν και καθυστέρησε λίγο την ανάπτυξη των μυκήτων δεν απέτρεψε τη θνησιμότητα. Γενικά σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις η θνησιμότητα μετά από μία εβδομάδα ήταν πάνω από 80%.

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα που αποκτήθηκαν από την παρούσα μελέτη αποδεικνύεται ότι οι ιθαγενείς εντομοπαθογόνοι μύκητες που αξιολογήθηκαν (*Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus* και *Metarhizium anisopliae*) μπορούν να αποτελέσουν πολύ σημαντικούς παράγοντες βιολογικής αντιμετώπισης της ευδεμίδας.

Εάν η υψηλή αποτελεσματικότητα που παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη διαπιστωθεί εναντίον και άλλων εχθρών στο αμπέλι ή και σε άλλες καλλιέργειες, τότε οι απομονώσεις που αξιολογήθηκαν, μπορούν να τύχουν ευρύτερης εφαρμογής και να αξιοποιηθούν περαιτέρω στη φυτοπροστασία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

- Abdel – Razek, A. S. (1998). "Biological efficacy of some commercial and isolated varieties of *Bacillus thuringiensis* on the development of *Candria cautella* (Walker) and *Tribolium confusum* Jacqueline du Val on stored crushed corn." *I.O.B.C* bulletin 21(3): 67 – 74.
- Anagnou-Veroniki, M. and Kontodimas, D.C., 2003. Laboratory tests of the effect of *Bacillus thuringiensis* on grape berry moth *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) and on the pseudococcids' predator *Nephus includens* (Coleoptera: Coccinellidae). *IOBC/WPRS Bulletin*, 26(8): 117-119.
- Anagnou-Veroniki, M., 1994. Impact of entomopathogenic agents on the olive fruit fly. In: *IOBC/WPRS Bulletin*, vol 17(3), p: 279-282.
- Anagnou-Veroniki, M., Kontodimas, D.C., Adamopoulos, A.D., Tsimboukis, N.D. and Voulgaropoulou, A., 2005. Effects of two fungal based biopesticides on *Bactrocera (Dacus) oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae). *IOBC/WPRS Bulletin* 28(9): 49-51.
- Anagnou-Veroniki, M., Kontodimas, D.C., Chaleplidi, S., Georgiadou, A.G and Menti, H., 2005. Laboratory evaluation of microbial control products on the Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *IOBC/WPRS Bulletin*, 28(3): 169-172.
- Balazy, S 1993. Fungi. Vol XXIV P 79, 102, 136, 176, 195
- Barbara, D.J. & Clewes, E. (2003). "Plant pathogenic *Verticillium* species: how many of them are there?" *Molecular Plant Pathology* 4(4).297-305. Blackwell Publishing.
- Bateman, R.P., Carey, M., Batt, D., Prior, C., Abraham, Y., Moore, D., Jenkins, N. and Fenlon, J. 1996 Screening for virulent isolates of entomopathogenic fungi against the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forskål). *Biocontrol Science and Technology* 6: 549-560.
- Bourtzis K. and H.R. Braig 1999. The many faces of *Wolbachia*. In: D. Raoult, T. Hackstadt, eds. *The Biology of Rickettsiales*. Elsevier, Amsterdam.
- Bourtzis K. and O'Neill S.L. 1998. *Wolbachia* infections and arthropod reproduction. *Bioscience* 48: 287-293.
- Bourtzis K. Dobson S.L., Braig H.R. and O'Neill S.L. 1998. Rescuing *Wolbachia* have been overlooked. *Nature* 391: 852-853.
- Burges H.D. 1981. *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980*. Academic Press, London, 949 p.
- Burges, H.D. (ed.) 1998 *Formulation of Microbial Biopesticides, beneficial microorganisms, nematodes and seed treatments* Publ. Kluwer Academic, Dordrecht, 412 pp.
- Cameron, J. W. M. 1973. Insect pathology. In *History of Entomology*. Ann. Rev. Entomol. pp. 285-300.
- Canning, E. U. (1953). A new microsporidian, *Nosema locustae* n. sp., from the fat body of the African migratory locust *Locusta migratoria migratorioides* R. and F. *Parasitology* 43, 287-290.
- Cloyd, Raymond A. The Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae*, *Midwest Biological Control News*, Vol VI No 7.
- Copping, L.G. 2001. *The BioPesticide manual, Second edition*. British crop protection council, U.K., p: XIIV-XIVII, 3-154, 161-3, 494-6.

- DeBach, P. 1971. The use of imparted natural enemies in insect pest management ecology. Proc. Tall Timbers Conference on Ecol. and Animal Control by Habitat Management 3:211-33.
- DeBach, P. 1974. Chaps. 4 and 5 in Biological control by natural enemies. Cambridge Univ. Press. pp. 71-154.
- Donald G. McNeil Jr., Fungus Fatal to Mosquito May Aid Global War on Malaria, The New York Times, 10 June 2005
- Doutt, R. L. 1958. Vice, virtue and the Vedalia. Bull. Entomol. Soc. Am. 4:119-23.
- Doutt, R. L. 1964. The historical development of biological control. ch. 2 in P. DeBach ed. Biological control of insect pests and weeds. pp. 21-42.
- Driver, F., Milner, R. J., Trueman, W. H.A. 2000 A Taxonomic revision of *Metarhizium* based on sequence analysis of ribosomal DNA. Mycological Research 104: 135-151
- EPA Factsheet. Retrieved on 2006-12-14.
- Essig, E. O. 1931. A History of Entomology. Macmillan co., NY. 1029 pp.
- Fargues, J., P.-H. Robert and O. Reisinger, 1979. Formulation des productions de masse de l'hyphomycète entomopathogène *Beauveria* en vue des applications phytosanitaires. *Ann. zool. ecol. anim.* 11: 247-257.
- Ferron, P., 1981. Pest control by the fungi *Beauveria* and *Metarhizium*. In: H.D. Burges (ed), *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980*. Academic Press, London. pp. 465-482.
- Francisco Posada, Fernando E. Vega, Stephen A. Rehner, Meredith Blackwell, Donald Weber, Sung-Oui Suh, and Richard A. Humber. *Sypstospora parasitica*, a mycoparasite of the fungus *Beauveria bassiana* attacking the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata*: A tritrophic association. *J Insect Sci.* 2004; 4: 24.
- Frei, E. and K. Peyer, 1984. Böden, Blatt 7a. In: Inst. Kartographie ETHZ (ed), *Atlas der Schweiz*. Bundesamt für Landestopographie, 2. Ausgabe, Bern.
- Freimoser, F. M., Screen, S., Bagga, S., Hu, G and St. Leger, R.J. 2003. EST analysis of two subspecies of *Metarhizium anisopliae* reveals a plethora of secreted proteins with potential activity in insect hosts. *Microbiology* 149: 239-247.
- Granadow, R. A. & Ferecidi B. A. (1986b). "The Biology of *Bacilovirus*." *Vol II Biological Properties and Molecular Biology*. *Crc Press, Boca Raton, FL*.
- Hagen, K. S. 1973. A history of biological control. In History of Entomology. Ann. Rev. Entomol. pp. 433-76. Interactions Academic Press, London. pp. 239-270.
- Huber, J. 1990. Viral insecticides: Profits, Problems, and Prospects. In: *Pesticides and alternatives, innovative chemical and biological approaches to pest control*, Ed: Cassida, J., Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Oxford, N.Y., p: 117-121.
- Index Fungorum record Synonyms of *B. bassiana*
- James, R. R. (2001). "Effects of exogenous nutrients on conidial germination and virulence against the Silver Whitefly for two *Hyphomycetes*." *J. of Invert. Path.* 77: 99 – 107.
- Jeffrey, C L. (2001). "Desiccant dusts synergize the effect of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) on Stored – grain beetles." *J. Econ. Entomol.* 94(20):367 – 372.
- Katsoyannos, P., 1996. Integrated Insect Pest Management for Citrus in Northern Mediterranean Countries. Benaki Phytopathological Institute. 110 p.

- Keller S., P. Kessler and C. Schweizer, 2003. Distribution of insect pathogenic soil fungi in Switzerland with special reference to *Beauveria brongniartii* and *Metharhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology* 48: 307–319
- Keller, S. and C. Schweizer, 2001. Ist das Drahtwurm-Problem ein Pilz-Problem? *Agrarforschung* 7(8): 248–251.
- Keller, S. and G. Zimmermann, 1989. Mycopathogens of soil insects. In: N. Wilding, N.M. Collins, P.M. Hammond and J.F. Webber (eds), *Insect-Fungus*
- Keller, S., A.-I. David-Henriet and C. Schweizer, 2000. Insect pathogenic soil fungi from *Melolontha melolontha* control sites in the canton Thurgau. *Bull. IOBC/WPRS* 23(8): 73–78.
- Keller, S., C. Schweizer and P. Shah, 1999. Differential susceptibility of two *Melolontha* populations to infections by the fungus *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology* 9: 441–446.
- Keller, S., C. Schweizer, E. Keller and H. Brenner, 1997. Control of white grubs (*Melolontha melolontha* L.) by treating adults with the fungus *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology* 7: 105–116.
- Kleespies, R. G., Vossbrinck, C. R., Lange, M. & Jehle, J. A. (2003). Morphological and molecular investigations of a microsporidium infecting the European grapevine moth, *Lobesia botrana* Den. et Schiff., and its taxonomic determination as *Cystosporogenes legeri* nov. comb. *J. Invert. Pathol.* 83, 240–248.
- Kleespies, R., H. Bathon and G. Zimmermann, 1989. Untersuchungen zum natürlichen Vorkommen von entomopathogenen Pilzen und Nematoden in verschiedenen Böden in der Umgebung von Darmstadt. *Gesunde Pflanzen* 41(10): 350–355.
- Klingen, I., 2000. Natural occurrence of insect pathogenic fungi and their pathogenicity on different host species with emphasis on *Delia radicum* and *Delia floralis*. *Ph.D. Thesis 2000: 24*, Agr. Univ. Norway
- Kontodimas, D.C., Anastasopoulou, O., and Anagnou-Veroniki, M., 2005. Efficacy of *Bacillus thuringiensis* and azadirachtin compounds against *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera, Tortricidae). *International Symposium on Organic Agriculture in the Mediterranean – Problems and Perspectives*. Chania, Crete, Greece, November 9-11, 2005. 30
- Kontodimas, D.C., Anastasopoulou, O., Chaleplidi, S. and Anagnou-Veroniki, M., 2005. Laboratory evaluation of *Bacillus thuringiensis* compounds on the grape berry moth *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera, Tortricidae) and the mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *COST 862 Meeting: "Bacterial Toxins for Insect Control"*, Nitra, Slovakia, September 14th–18th 2005.
- Kontodimas, D.C., Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G. and Anagnou-Veroniki, M., 2005. Insecticidal effect of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin against *Sitophilus oryzae* (L.) after short exposures on treated wheat. *10th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group "Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes"*: "Invertebrate Pathogens in Biological Control: Present and Future", 10 – 15 June, 2005, Locoronto, Bari, Italy.
- Kontodimas, D.C., Kavallieratos, N.G., Mantzoukas, S.D., Athanassiou, C.G. & Anagnou-Veroniki, M., 2004. Effect of *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis* and azadirachtin compounds on *Sitophilus oryzae* (L.) and

Tribolium confusum Du Val in stored rye. *37th Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology, 7th International Conference on Bacillus thuringiensis, August 1-6, 2004, Helsinki, Finland.*

- Kucera, M. 1980. Proteases from the fungus *Metarhizium anisopliae* toxic for *Galleria melonella* larvae. *J. Invertebr. Pathol.* 35: 304-310.
- Kurstak, E. 1982. *Microbial and Viral Pesticides*. Markel Dekker, Ink., New York and Basel, 720 pp.
- Lacey, L.A. and Brooks, W.A. 1997. *Biological techniques series – Manual of techniques in insect pathology*. Academic press, London. p:8-11.
- Li Z. Z., C. R. Li, B. Huang, M. Z. Fan (2001). "Discovery and demonstration of the teleomorph of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., an important entomogenous fungus". *Chinese Science Bulletin* 46: 751–753.
- Lomer C.J., Bateman R.P., Johnson D.L., Langwald, J. and Thomas, M. 2001 Biological Control of Locusts and Grasshoppers. *Annual Review of Entomology* 46: 667-702.
- Luz C, Rocha LF, Nery GV, Magalhaes BP, Tigano MS. Activity of oil-formulated *Beauveria bassiana* against *Triatoma sordida* in peridomestic areas in Central Brazil Mem Inst Oswaldo Cruz, March 2004, 99(2):211-8.
- Manousis, T. and Moore, N.F. 1987. Cricket Paralysis Virus, a Potential Control Agent for the Olive Fruit Fly, *Dacus oleae* Gmel. In: *Applied and Environmental Microbiology*, January, p: 142-148.
- McNeil, Donald G. Jr., Fungus Fatal to Mosquito May Aid Global War on Malaria, *The New York Times*, 10 June 2005
- Menti H., Patel M.N., Wright D.J. & Perry R.N., 2003. Lipid utilisation during storage of the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis megidis* from Greece and the UK. *Nematology*, 5(1): 31-37
- Menti H., Wright D.J & Perry R.N., 1997. Desiccation survival of populations of the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis megidis* from Greece and the UK. *Journal of Helminthology*, 71(1): 41-46.
- Menti H.; Wright D.J & Perry R.N., 2000. Infectivity of populations of the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis megidis* in relation to temperature, age and lipid content. *Nematology*, 2(5): 515-521.
- Mietkiewski, R.T., J.K. Pell and S.J. Clark, 1997. Influence of pesticide use on the natural occurrence of entomopathogenic fungi in arable soils in the UK: Field and laboratory comparisons. *Biocontrol Science and Technology* 7: 565–575.
- Nickle, W.R and Welch H.E, 1984. Insect Nematodes. In: *Plant and Insect Nematodes*. Ed: W.R. Nickle, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, p: 627-650.
- Phillips, D. H. & Burdekin, D. A. (1992). *Diseases of Forest and Ornamental Trees*. Macmillan. ISBN 0-333-49493-8.
- Pinna, M., 1992., Impiego di *Verticillium lecanii* (Zimm) per il controllo biologico di *Aphis gossypii* (Glover) su cetriolo in coltura protetta. *Informatore Fitopatologico*, 10/1992: 56-58.
- Poinar Jr., G.O. and Thomas, G.M., 1978. *Diagnostic manual for the identification of insect pathogens*. E.d.: Plenum Press, N.Y. and London, p: 1-151
- Prior, C., Greathead, D.J., 1989 Biological control of locusts: the potential for the exploitation of pathogens. *FAO Plant Protection Bulletin* 37: 37-48

- Prior, C., Jollands, P. and Le Patourel, G. 1988 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.
- Rehner, S. A., & Buckley, E. (2005). "A *Beauveria* phylogeny inferred from nuclear ITS and EF1- α sequences: evidence for cryptic diversification and links to *Cordyceps* teleomorphs". *Mycologia* 97: 84-98.
- Roditakis E., Couzin I.D., Balrow, K., Franks, N.R. & Charnley A.K., 2000. Improving secondary pick up of insect fungal pathogen conidia by manipulating host behaviour. *Annals of Applied Biology*, 137(3): 329-335.
- Rowe, Aaron Fungi Make Biodiesel Efficiently at Room Temperature, *Wired Science*, 20 August 2007
- Screen, S.E., Hu, G. and St. Leger, R. J. 2002. Transformants of *Metarhizium anisopliae* sf. *anisopliae* overexpressing chitinase from *Metarhizium anisopliae* sf. *acidum* show early induction of native chitinase but are not altered in pathogenicity to *Manduca sexta*. *Journal of Invertebrate Pathology* 78: 260-266.
- Simmonds, F. J., J. M. Franz and R. I. Sailer. 1976. History of Biological Control. Ch. 2 In Huffaker, C. B. and P. S. Messenger (eds). *Theory and Practice of Biological Control*. Academic Press, NY. 788 pp.
- Smith, J.E., Lewis, C.W., Anderson, J.G. and Solomons, G.L., 1994. *Mycotoxins in human nutrition and health*. Ed: EUR 16048 En Directorate – General, p: VIII, 138-139.
- Solomon, Eldra, Linda Berg, Diana Martin. 2002. *Biology*. Brooks/Cole.
- Steinhaus, E. A. 1949. *Principles of Insect Pathology*. McGraw-Hill Book Company, Inc., N.Y., U.S.A., p: 166-177, 228-9, 318-9, 417-421, 633-7.
- Steinhaus, E. A. 1956. Microbial control - the emergence of an idea. *Hilgardia* 26(2):107-60.
- Steinhaus, E. A. 1964. Microbial diseases of insects, In: *Biological Control of Insects Pests and Weeds*, Ed: DeBach, P., London, p: 521-2.
- Suzuki, A., H. Taguchi, and S. Tamura. 1970. Isolation and structure elucidation of three new insecticidal cyclodepsipeptides, destruxins C and D and desmethyldestruxin B, produced by *Metarrhizium anisopliae*. *Agric. Biol. Chem. (Tokyo)* 34: 813-816.
- Suzuki, A., K. Kawakami, and S. Tamura. 1971. Detection of destruxins in silkworm larvae infected with *Metarrhizium anisopliae*. *Agric. Biol. Chem. (Tokyo)* 35: 1641-1643.
- Suzuki, A., S. Kuyama, Y. Kodair, and S. Tamura. 1966. Structural elucidation of destruxin A. *Agric. Biol. Chem. (Tokyo)* 30: 517-518.
- Tanada, Y. 1993. *Epizootiology of infectious diseases*, In: *Insect Pathology*, Ed: Steinhaus E, Academic press, Inc, USA., p: 461-468.
- Thomas, M.H., Blanford, S 2003 Thermal biology in insect-parasite interactions. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 344-350
- Tucker D. L., C. H. Beresford, and L. Sigler, Disseminated *Beauveria bassiana* Infection in a Patient with Acute Lymphoblastic Leukemia, *Journal of Clinical Microbiology*, November 2004. 5412 - 5414.
- Van den Bosch, R., P. S. Messenger and A. P. Gutierrez. 1982. Chapter 3 in *Biological Control*. Plenum Press, NY and Lond. pp. 21-36.
- Van Driesche, R. G. and T. S. Bellows. 1996. Chapter 1 in *Biological Control*. Chapman and Hall, NY. 539 pp.

- Wagner, B. L., and L. C. Lewis. 2000. Colonization of corn, *Zea mays*, by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Applied and Environmental Microbiology* 66:3468-3473.
- Welch, H.E. 1963. *Nematode Infections*. In: *Insect Pathology, An Advanced Treatise, Volume 2*, Ed: Steinhaus, E, Academic Press, London, p: 364-365.
- Welch, H.E. 1963. *Nematode Infections*. In: *Insect Pathology, An Advanced Treatise, Volume 2*, Ed: Steinhaus, E, Academic Press, London, p: 364-365.
- Werren J.H. 1997. Biology of *Wolbachia*. *Annu. Rev. Entomol.* 42: 587- 609
- Zare, R. and Gams, W. (2001). A revision of *Verticillium* sect. *Prostrata*. III. Generic classification. *Nova Hedwigia.* 72. 329-337.
- Zimmermann, G., 1986. The *Galleria* bait method for detection of entomopathogenic fungi in soil. *J. Appl. Ent.* 102: 213–215.

Ελληνική

- Ανάγνου-Βερονίκη, Μ. 1992. Μελέτη ιώσεων του Δάκου της ελιάς, *Bactrocera (Dacus) oleae* (Gmelin), στην Ελλάδα. Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 163 σελ.
- Ανάγνου-Βερονίκη, Μ. 1996., Παθογένεση τριών τύπων ιών στο έντομο Δάκος της ελιάς (*Bactrocera oleae*) Στο: *Ελληνική Ιολογία*, 1(1) σελ: 42-45
- Γιαμβριάς, Χ. 1991. Σημειώσεις Γεωργικής εντομολογίας, Β' τεύχος. Εκδ: Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, σελ: 1-19.
- Κατσόγιαννος, Π., 1992. Η Βιολογική Καταπολέμηση. Σημειώσεις Εκπαιδευσεως Γεωπόνων, Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, Κηφισιά, 5 σελ.
- Κοντοδήμας, Δ.Χ. και Ανάγνου-Βερονίκη, Μ., 2003. Πρόληψη & έλεγχος εχθρών αστικού και περιαστικού πρασίνου. *Εις Πρακτικά Ημερίδας: "Αστικό & Περιαστικό Πράσινο"* – Πάτρα, 10 Μαΐου 2003. Διοργάνωση: ΓΕΩΤ.Ε.Ε., Παράρτημα Πελοποννήσου & Δ. Στερεάς και Σύλλογος Γεωπόνων Αχαΐας, Κεφαλληνίας & Ζακύνθου: 50-59.
- Λυκουρέσης, 1995. *Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εντόμων –εχθρών καλλιέργειών*. Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Γεωπονικό πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 121 σελ.
- Μιχαλάκη Μ., Αθανασίου Χ. και Μπουχέλος Κ. Αξιολόγηση της εντομοκτόνου δράσης του μύκητα *Raecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown and Smith (Deuteromycota: Hyphomycetes) και της γης διατόμων κατά του *Tribolium confusum* Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) σε αποθηκευμένο σιτάρι. 11^ο Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, Καρδίτσα, 11-14 Οκτωβρίου 2005.
- Μιχαλάκη, Μ. Π., Ν. Γ. Καβαλλιεράτος, Χ. Γ. Αθανασίου, Γ. Ν. Μπαλωτής, Η. Α. Ρηγάτος, Φ. Γ. Πασχαλίδου και Υ. Α. Batta 2004. Μελέτη της συνδυασμένης δράσεως του εντομοπαθογόνου μύκητα *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) και της γης διατόμων κατά των προνομφών του κολεοπτέρου των αποθηκευμένων προϊόντων *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). *Περίληψεις 12^ο Πανελληνίου Φυτοπαθολογικού Συνεδρίου, Καστοριά, 12-15 Οκτωβρίου 2004*, σελ. 148.
- Τζανακάκης, Μ.Ε. 1995. *Εντομολογία*. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 385 σελ.