



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ**

**Αντιμετώπιση εντομολογικών εχθρών της οικογενείας Dryorhthoridae  
στο αστικό και περιαστικό πράσινο με εντομοπαθογόνους μύκητες**



**ΤΣΙΚΝΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ**  
**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2014**



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ**

**Αντιμετώπιση εντομολογικών εχθρών της οικογενείας Dryophthoridae  
στο αστικό και περιαστικό πράσινο με εντομοπαθογόνους μύκητες**



**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Γεώργιος Σταθάς**

**ΤΣΙΚΝΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ**  
**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2014**

**ΠΑΣΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗ  
ΧΩΡΙΖΟΜΕΝΗ ΔΙΚΑΙΟΣΥΝΗΣ  
ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΛΛΗΣ ΑΡΕΤΗΣ ΠΑΝΟΥΡΓΙΑ,  
ΟΥ ΣΟΦΙΑ ΦΑΙΝΕΤΑΙ**

**(Μενέξενος Πλάτωνος, 247-Α)**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή μελέτη αποτελεί μέρος των υποχρεώσεων των φοιτητών και είναι το επιστέγασμα των σπουδών τους

Η παρούσα μελέτη έχει ως αντικείμενο δύο Κολεόπτερα έντομα της οικογένειας των Dryorhoridae τα οποία διαπιστώθηκε την τελευταία δεκαετία να προσβάλλουν φυτά στο αστικό και περιαστικό πράσινο της χώρας. Στην μελέτη αυτή εξετάζεται η δυνατότητα για βιολογική αντιμετώπισή τους με εντομοπαθογόνους μύκητες. Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον Καθηγητή μου Δρ Σταθά Γεώργιο για την ανάθεση του θέματος και την καθοδήγηση της μελέτης, και την γενικότερη προσφορά του σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Γεωργικής Εντομολογίας στο Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο. Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον Δρ Δημήτριο Κοντοδήμα, Εντομολόγο – Ερευνητή, για την πολύτιμη συμβολή του σε όλο το φάσμα της μελέτης, για την παροχή βιβλιογραφίας, καθώς και φωτογραφικού υλικού. Επίσης όλους τους φίλους, τους συναδέλφους μου, τους καθηγητές μου, καθώς και την οικογένειά μου για την βοήθειά τους όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	σελ. 6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ. 7
1.1. Γενικά .....	σελ. 7
1.2. Η οικογένεια Dryophthoridae.....	σελ. 9
1.3. Το έντομο <i>Rhynchothorus ferrugineus</i> .....	σελ. 11
1.3.1. Γενικά .....	σελ. 11
1.3.2. Μορφολογία – Βιολογία – Οικολογία.....	σελ. 13
1.3.3. Αντιμετώπιση του <i>Rhynchothorus ferrugineus</i> .....	σελ. 16
1.4. Το έντομο <i>Scyphothorus acurunctatus</i> .....	σελ. 23
1.5. Εντομοπαθογόνοι μύκητες.....	σελ. 27
1.5.1. Γενικά.....	σελ. 27
1.5.2. Ο Μύκητας <i>Beauveria bassiana</i> .....	σελ. 28
1.5.3. Ο Μύκητας <i>Raecilomyces fumosoroseus</i> .....	σελ. 29
1.5.4. Ο Μύκητας <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	σελ. 30
2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	σελ. 33
2.1. Προέλευση του <i>Rhynchothorus ferrugineus</i> και του <i>Scyphothorus acurunctatus</i> .....	σελ. 33
2.2. Καλλιέργεια απομονώσεων εντομοπαθογόνων μυκήτων.....	σελ. 33
2.3. Βιοδοκιμές επί <i>Rhynchothorus ferrugineus</i> και <i>Scyphothorus acurunctatus</i> .....	σελ. 36
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	σελ. 37
4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ. 43

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη αναφέρεται σε δύο έντομα της οικογένειας Dryophoridae που προσβάλλουν φυτά στο αστικό και περιαστικό πράσινο της χώρας μας: στον εχθρό των φοινικοειδών *Rhynchophorus ferrugineus* και στον εχθρό της αγάβης *Scyphophorus acurunctatus*. Στην εργασία αυτή δοκιμάστηκε η εναλλακτική μέθοδος αντιμετώπισης των εντόμων με εντομοπαθογόνους μύκητες.

Επί προνυμφών και ακμαίων του *Rhynchophorus ferrugineus* επί ακμαίων του *Scyphophorus acurunctatus* έγινε εφαρμογή με διαλύματα εντομοπαθογόνων μυκήτων σε συγκεντρώσεις για το *Beauveria bassiana*:  $2,11 \times 10^8$  κονίδια/ml, για το *Raecilomyces fumosoroseus*:  $1,81 \times 10^8$  κονίδια/ml και για το *Metarhizium anisopliae*:  $1,77 \times 10^8$  κονίδια/ml και παρατηρήθηκε σε χρονικό διάστημα δύο εβδομάδων 100% θνησιμότητα σε όλες τις περιπτώσεις.

Από την παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε ότι οι εντομοπαθογόνοι μύκητες *B. bassiana*, *M. anisopliae* και *P. fumosoroseus* μπορούν να αποτελέσουν παράγοντες αντιμετώπισης του *Rhynchophorus ferrugineus* και του *Scyphophorus acurunctatus* και γενικότερα βλαβερών εντόμων της οικογένειας Dryophoridae.

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1. Γενικά

Η ιστορία του κήπου ξεκινά παράλληλα με την ιστορία του ανθρώπινου πολιτισμού. Η ιδέα ανάπτυξης του κήπου αρχικά ως χώρος καθαρά ωφελιμιστικής δραστηριότητας, εξελίσσεται σε χώρο που θα χαρίσει παράλληλα στον άνθρωπο ψυχική απόλαυση και αισθητική ικανοποίηση.

Ο κήπος αποκτά άμεση και στενή σχέση με την θρησκεία, τελετουργία και τη μυθολογία κάθε λαού. Κάθε θρησκεία έχει το μυθικό κήπο της, όπως η Εδέμ της χριστιανικής θρησκείας (όπου ο δημιουργός εγκαθιστά τους πρωτόπλαστους), ο Μωαμεθανικός Παράδεισος, ο Ινδικός Ιντα-Βάστρα κ.ά.. Οι κλασικοί, επίσης, ποιητές όπως ο Όμηρος και ο Βιργίλιος αναφέρονται στους μυθικούς κήπους.

Υπάρχουν στοιχεία στον ανθρώπινο πολιτισμό για την εξέλιξη της κηποτεχνίας σε βάθος 4000 χρόνων. Στην Αίγυπτο υπάρχουν τοιχογραφίες από το 1500 π.Χ. που παρουσιάζουν την ύπαρξη κήπων με ακακίες και φοίνικες. Ένα από τα 7 θαύματα του κόσμου είναι οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας. Ο Θεόφραστος έγραψε για τη βοτανολογία και είχε ένα κήπο από τον Αριστοτέλη. Ο Επίκουρος περπάτασε και δίδασκε σ' έναν κήπο ([http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_gardening](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_gardening)).

Από την αρχαία Ελλάδα η ιδέα του κήπου διαχέεται στη Ρώμη μέσω της οποίας φθάνει στην Ευρώπη και την Αμερική. Κατά την βυζαντινή περίοδο ο κήπος μεταλλάσσεται σε χώρο πνευματικής απόλαυσης. Κατά την σκοτεινή εποχή του μεσαίωνα αρχίζει σιγά σιγά η αρχέγονη τέχνη της κηποτεχνίας.

Οι σύγχρονες πόλεις έχουν δημιουργήσει ένα ψυχρό και τσιμεντένιο περιβάλλον για τη ψυχολογία των ανθρώπων που ζουν σε αυτές. Η αστικοποίηση και η δημιουργία τερατωδών και πολυπληθών πόλεων, δημιουργεί την ανάγκη περισσότερης “φύσης” για να εξυπηρετεί την αστική και δημόσια ζωή. Η φύση και το πράσινο λειτουργούν αγχολυτικά αλλάζοντας τη ψυχική διάθεση του ανθρώπου.

Τα καλλωπιστικά δένδρα που καλλιεργούνται στα πάρκα, τους δρόμους και τους κήπους έχουν διάφορους σημαντικούς εχθρούς.

Η προστασία των καλλωπιστικών δένδρων από τα φυτοφάγα έντομα και τους άλλους ζωικούς του εχθρούς (ακάρεα, νηματώδεις κ.α.) για να είναι αποτελεσματική, οικονομική και ασφαλής, πρέπει να γίνεται με τις κατάλληλες στρατηγικές, χρησιμοποιώντας μεθόδους και μέσα που εφαρμόζονται σωστά και μετά από γνώση και συνεκτίμηση των διάφορων παραγόντων που την επηρεάζουν. Στις στρατηγικές καταπολέμησης συγκαταλέγονται η ημερολογιακή ή σχηματική, η διευθυνόμενη ή κατευθυνόμενη και η ολοκληρωμένη. Μεταξύ των μεθόδων καταπολέμησης συγκαταλέγονται η χημική (με κλασσικά ή άλλα εντομοκτόνα), οι βιολογικές, βιοτεχνικές και βιοτεχνολογικές μέθοδοι και μεταξύ των μέτρων τα καλλιεργητικά, μηχανικά, νομοθετικά και άλλα. (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 2003)

Αντιμετώπιση των εχθρών των φυτών θα πρέπει να βασίζεται στην με οικολογική και οικονομική σκέψη, χρησιμοποίηση στρατηγικών, τεχνικών και μεθόδων, μόνων ή σε συνδυασμούς μεταξύ τους, ώστε να επιτυγχάνεται το καλύτερο δυνατό οικονομικό αποτέλεσμα με το μικρότερο κόστος και το μεγαλύτερο σεβασμό στο περιβάλλον και τον άνθρωπο



## 1.2. Η οικογένεια Dryophthoridae

Η οικογένεια των Dryophthoridae (Coleoptera, Curculionioidea) δεν είναι ιδιαίτερα πολυποίκιλη. Στη Νότια και Κεντρική Αμερική αριθμεί μερικές εκατοντάδες είδη, ενώ στην Κόστα Ρίκα καταγράφονται 127 είδη και στον Παναμά 103. Τα ενήλικα έντομα από τα περισσότερα είδη έχουν μέγεθος που κυμαίνεται από 10-20 mm μήκος, παρόλο που ορισμένα μπορεί να είναι πιο μικρά (4 mm) ή πολύ μεγαλύτερα (50 mm). Τα περισσότερα από τα πιο συχνά αναγνωρίσιμα είδη έχουν μεγάλο μέγεθος και είναι έγχρωμα, γεγονός που τα κάνει ευχερώς διαθέσιμα σε συλλογές. Επίσης για τον ίδιο λόγο διαπιστώνεται μια οικειότητα και ένα ενδιαφέρον προς αυτά από το κοινό. Πολλά από αυτά τα έντομα σχετίζονται με τους φοίνικες (Arecaceae), καθώς επίσης και με διάφορα επίφυτα, όπως οι ορχιδέες (Orchidaceae) και το άρον το σικτόν (Arecaceae). Ορισμένα είδη αποτελούν «μάστιγα» για τα αποθηκευμένα προϊόντα (*Sitophilus* spp.) και άλλα σχετίζονται με σημαντικά είδη γεωργικών φυτών, όπως οι μπανάνες (*Polytus mellerborgii*, *Cosmopilites sordidus*) και το καλαμπόκι (*Sphenophorus* spp.).



Ακμαίο έντομο του είδους *Sitophilus oryzae*.

Τα είδη της οικογένειας Dryophthoridae απαντώνται σε ένα ευρύ φάσμα του φυσικού περιβάλλοντος, αλλά δείχνουν να ποικίλλουν περισσότερο σε τροπικά δάση και πεδινές περιοχές τροπικού κλίματος, παρόλο που ένας αριθμός των πρόσφατα μελετημένων ειδών φαίνεται να εμφανίζεται πρωτίστως σε νεφώδη

δάση σε μεγάλο υψόμετρο (σε πλαγιές βουνών). Τα πρώιμα στάδια ανάπτυξης, όμως, δεν είναι γνωστά και έτσι πληροφορίες για τον κύκλο ζωής των περισσότερων «μη οικονομικής σημασίας» ειδών της οικογένειας των Dryophoridae εκλείπουν.



Προνύμφες *Sitophilus* sp.



Προσβολή σπόρων καλαμποκιού και κριθαριού από *Sitophilus granarius*

### 1.3. Το έντομο *Rhynchophorus ferrugineus*, εχθρός των φοινικοειδών

#### 1.3.1. Γενικά

Υπάρχουν πολλοί εχθροί των φοινικοειδών, οι περισσότεροι των οποίων δεν έχουν παρατηρηθεί στη Ελλάδα, (όπως π.χ. το *Pseudophilus testaceus* (Coleoptera, Cerambycidae), είδη *Oryctes* (Coleoptera, Sacarabeidae) το πρόσφατα καταγεγραμμένο και στη χώρα μας *Paysandisia archon* (Lepidoptera:Castniidae), κ.α). Επίσης, αρκετά είδη της οικογένειας των Dryorhthoridae αποτελούν σοβαρούς εχθρούς των φοινικοειδών. Ως πιο επικίνδυνα αναφέρονται τα *Rhynchophorus ferrugineus* και *R. palmarum*, ακολούθως τα *R. phoenicis*, *R. vulneratus* και *R. bilineatus*, ενώ μικρότερης οικονομικής σημασίας αναφέρεται ότι είναι τα *Dynamis borassi*, *Rhynchophorus quandrangulus* και *Metamasius cinnamominus*. Ειδικά το *R. ferrugineus* (κόκκινος ρυγχωτός κάνθαρος των φοινικοειδών, red palm weevil, coconut weevil, asiatic palm weevil, indian red palm weevil) θεωρείται σήμερα ως ο σημαντικότερος εχθρός των φοινικοειδών.



Ακμαίο *Rhynchophorus ferrugineus*

Ο κόκκινος ρυγχωτός κάνθαρος καταγράφηκε για πρώτη φορά το 1891 στην Ινδία. Καταγράφηκε ως σοβαρός εχθρός της ινδικής καρύδας (κοκοφοίνικα) το 1906, ενώ το 1917 περιγράφηκε ως σημαντικός εχθρός της χουρμαδιάς Punjab της Ινδίας. Το 1918 αναφέρεται ότι προκάλεσε σοβαρές καταστροφές στις χουρμαδιές της

Μεσοποταμίας (Ιράκ), αλλά δε συλλέχθηκε κανένα αντιπροσωπευτικό δείγμα που να το επιβεβαιώνει. Στα μέσα του 1980 βρέθηκε στις χώρες του αραβικού κόλπου. Θεωρείται το πιο επιβλαβές έντομο των χουρμαδιών της Μέσης Ανατολής. Αναλυτικότερα, έχει καταγραφεί σε χώρες της Ωκεανίας (Αυστραλία, Νέα Παπούα-Γουϊνέα, Νήσοι του Σολομώντος) και της Ασίας (Μπαγκλαντές, Μπαχρέιν, Καμπότζη, Κίνα, Ινδία, Ινδονησία, Ιράκ, Ιράν, Ιαπωνία, Κουβέιτ, Λάος, Μαλαισία, Μιανμάρ, Ομάν, Πακιστάν, Φιλιππίνες, Κατάρ, Σαουδική Αραβία, Ιορδανία, Σρι Λάνκα, Ταϊβάν, Ταϊλάνδη, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, Βιετνάμ) και πρόσφατα έχει βρεθεί και σε μεσογειακές χώρες (Ισπανία, Γαλλία, Ιταλία, Πορτογαλία, Κύπρος, Αίγυπτος, Τουρκία, Ισραήλ, Παλαιστινιακή αρχή, Συρία).

Το *R. ferrugineus* βρέθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα, στην Κρήτη (Χερσόνησος, Ν. Ηρακλείου) το Νοέμβριο του 2005 σε δείγματα που προσκομίστηκαν στο Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο. Ήδη έχει επεκταθεί σε όλη την Κρήτη προκαλώντας μεγάλες καταστροφές. Στην υπόλοιπη Ελλάδα έχει προκαλέσει επίσης μεγάλες καταστροφές στη Νήσο Ρόδο, στο Νομό Ηλείας, στην Αττική, τη Βοιωτία και την Εύβοια.



Νυμφική θήκη *Rhynchophorus ferrugineus*



Προνύμφη *Rhynchophorus ferrugineus*



Ωό

Προνύμφες

Νύμφη



Νύμφη

Νυμφικές θήκες



Ακμαία *Rhynchophorus ferrugineus*,

άρρεν θήλυ



Αριστερά έρρεν ακμαίο και δεξιά θήλυ.

### 1.3.2. Μορφολογία – Βιολογία – Οικολογία

Τα ωά του *R. ferrugineus* έχουν λευκό κρεμ χρώμα και ωσειδές σχήμα. Έχουν μήκος 2,6 mm και πλάτος 1,1 mm. Το ενήλικο ποικίλλει αρκετά στο μέγεθος και έχει μήκος περίπου 35 mm και πλάτος 12 mm. Το μήκος της πλήρους αυξημένης προνύμφης είναι 50 mm και το πλάτος της 20 mm. Κάθε προνύμφη του *R.*

*ferrugineus* κατασκευάζει μια νυμφική θήκη με τις ίνες του φοίνικα, σχήματος οβάλ, με μέσο μήκος 60 mm και μέσο πλάτος 30 mm.

Όλα τα στάδια του εντόμου (ωά, προνύμφη, νύμφη, ενήλικο) εξελίσσονται στο εσωτερικό του φοίνικα και ο βιολογικός κύκλος δε μπορεί να ολοκληρωθεί πουθενά αλλού. Τα θήλεα γεννούν γύρω στα 300 ωά σε ξεχωριστές οπές ή πληγές του φοίνικα. Οι προνύμφες (ευκέφαλες άποδες) εκκολάπτονται σε 2 – 5 μέρες και μετά ανοίγουν οπές στο εσωτερικό των φοινίκων. Μετακινούνται από περισταλτικές μυϊκές συσπάσεις του σώματος και τρέφονται από μαλακούς χυμώδεις ιστούς, απορρίπτοντας όλα τα ινώδη υλικά. Η περίοδος που το έντομο βρίσκεται στο στάδιο της προνύμφης ποικίλλει από 1 – 3 μήνες. Η νύμφωση διαρκεί 14 – 21 μέρες.

Το *R. ferrugineus* προσβάλλει πολλά είδη φοινικοειδών, όπως *Areca catechu*, *Arenga engleri*, *Caryota urens*, *Cocos nucifera*, *Corypha elata*, *Elaeis guineensis*, *Livistona decipiens*, *L. chilensis*, *L. australis*, *Phoenix canariensis*, *P. dactylifera*, *P. sylvestris*, *P. roebelenii*, *Sabal palmetto*, *S. causiarum*, *Trachycarpus fortunei*, *Washingtonia filifera*, καθώς και τα είδη *Agave americana* και *Saccharum officinarum*.

Η προσβολή ξεκινάει από την κορυφή (στεφάνη), όπου τα θηλυκά ωτοκοούν. Οι προνύμφες ανοίγουν στοές έως και ένα μέτρο κατά μήκος του κορμού αλλά και κατά μήκος των βάσεων των φύλλων. Η προσβολή οδηγεί στο θάνατο το φοινικοειδές.

Το σημαντικότερο πρόβλημα στην αντιμετώπιση του *R. ferrugineus* είναι η δυσκολία εντοπισμού των προσβεβλημένων φυτών. Η διαπίστωση της προσβολής γίνεται κατά κανόνα όταν αυτή έχει φθάσει σε μη αναστρέψιμο στάδιο. Προς το σκοπό της εξακρίβωσης της προσβολής σε πρώιμο στάδιο, έχουν αναπτυχθεί τεχνικές και μηχανήματα για τον εντοπισμό του ήχου που παράγεται από τις προνύμφες μέσα στον κορμό ή την καταγραφή της μεταβολής της αναπνοής και της διαπνοής του προσβεβλημένου φοινικοειδούς. Στο Ισραήλ χρησιμοποιήθηκαν επίσης και ειδικά εκπαιδευμένοι σκύλοι που εντοπίζουν την προσβολή.

Η είσοδος του *R. ferrugineus* στη χώρα μας αποτελεί σοβαρό πρόβλημα. Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται περίπου 30 είδη φοινικοειδών σε φυτεύσεις σε εξωτερικούς χώρους, τα περισσότερα εκ των οποίων αποτελούν γνωστούς ξενιστές του *R. ferrugineus*. Για ορισμένα είδη, όπως π.χ. το *Syagrus romanzoffiana* το οποίο



χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια εκτεταμένα στην κηποτεχνία, δεν υπάρχουν στοιχεία.

Επίσης, ιδιαιτέρως ανησυχητική είναι η ανεύρεση του συγκεκριμένου εντόμου στην Κρήτη, όπου βρίσκεται το φοινικόδασος του Βαΐ, που είναι, όπως είναι γνωστό, το τελευταίο δάσος στη Γη του Φοίνικα του Θεόφραστου, *Phoenix theoprasti*.



Συμμετρικό φάγωμα του φύλλου



Φοίνικες βαρέως προσβεβλημένοι από *Rhynchophorus ferrugineus*

### 1.3.3. Αντιμετώπιση του *Rhynchophorus ferrugineus*

#### **Φυτοϋγειονομικός Έλεγχος**

Σύμφωνα με την αναφορά του ΕΡΡΟ το έντομο διαδίδεται με τη μεταφορά των φυτών από περιοχές που υπάρχουν προσβεβλημένα φυτά. Ως εκ τούτου πρέπει να εφαρμόζονται αυστηρά μέτρα καραντίνας σε διεθνή και εθνικά επίπεδα. Επίσης να γίνονται εκτεταμένες και λεπτομερείς παρατηρήσεις σε όλες τις περιοχές που καλλιεργούνται, πωλούνται ή φυτεύονται φοινικοειδή, ιδιαίτερα μετά τη διαπίστωση του εχθρού σε κάποια περιοχή.

#### **Καλλιεργητικοί Χειρισμοί – Μηχανικές Μέθοδοι**

Η καλή υγιεινή του αγρού και οι καλλιεργητικές τεχνικές αποτελούν τα σημαντικότερα μέτρα για την αποτροπή της προσβολής. Συγκεκριμένα απαιτείται :

- Αποφυγή κλαδεμάτων – πληγών.
- Η καταστροφή όλων των νεκρών ή βαριά προσβεβλημένων φοινικοειδών είναι το σημαντικότερο μέτρο για τον περιορισμό της εξάπλωσης του εχθρού.
- Δενδροχειρουργική αφαίρεση της προσβολής



Δενδροχειρουργική αφαίρεση της προσβολής από *Rhynchophorus ferrugineus*





Δενδροχειρουργική σε Κανάριους Φοίνικες



Δενδροχειρουργική σε Κανάριους Φοίνικες

## Παγίδευση

Γίνεται με μαζική παγίδευση και θανάτωση των ακμαίων με παγίδες που φέρουν φερομόνη συγκέντρωσης και προσελκυστικά τροφής. Στο Ισραήλ χρησιμοποιήθηκαν 4000 παγίδες σε μια έκταση 450 εκταρίων.



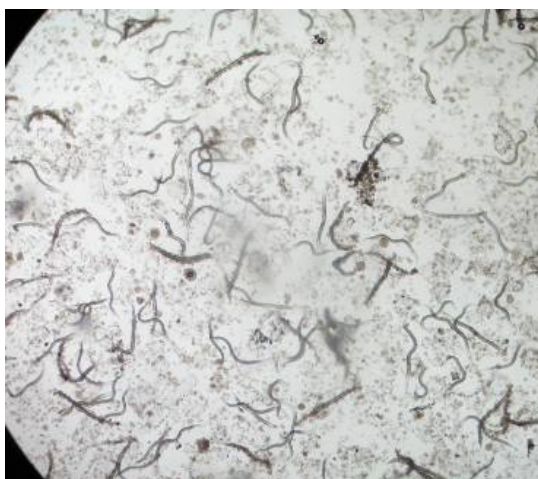
Τύποι παγίδων για τη συλλήψη του *Rhyncophorus ferrugineus* (από αριστερά: funnel (3 παραλλαγές), bucket, pitfall, picusan)



Συλλήψεις στις Φερομονικές παγίδες

## Βιολογική Αντιμετώπιση και άλλες μέθοδοι

Έχει παρατηρηθεί παρασιτισμός από ακάρεα. Επίσης, υπάρχει δυνατότητα για βιολογική αντιμετώπιση με εντομοπαθογόνους μικροοργανισμούς (νηματώδεις, μύκητες ή ιούς), με πιο αποτελεσματική τη χρήση εντομοπαθογόνων νηματωδών. Επίσης, έχει δοκιμαστεί πειραματικά και η εξαπόλυση στειρών αρρένων.

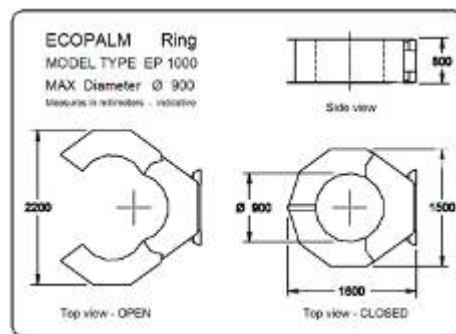


Εντομοπαθογόνοι νηματώδεις

### **Θερμική θανάτωση με μικροκύματα**

Τα τελευταία χρόνια έχει δοκιμαστεί με επιτυχία η θερμική θανάτωση των ατόμων του *Rhynchophorus ferrugineus* εντός του προσβεβλημένου φοινικοειδούς με το εξειδικευμένο μηχάνημα Ecoralm ring. Είναι μια μέθοδος κατά την οποία εκπέμπονται στη στεφάνη του δέντρου μικροκύματα, για λίγα μόνο λεπτά. Η μέθοδος αυτή συμβάλλει στην πλήρη αποστείρωση της επιφάνειας του κορμού από μύκητες, βακτήρια και κάθε είδους επιβλαβή μικροοργανισμό. Με την θερμότητα που αναπτύσσεται στις πληγές του κορμού η υγρασία εξατμίζεται, ο φλοιός στεγνώνει γρήγορα και επουλώνεται, με αποτέλεσμα η εισβολή των εντομών να είναι σχεδόν αδύνατη. Τα μικροκύματα διαπερνούν τα διαφορά στρώματα του κορμού και, όταν συναντηθούν με τα έντομα, ανεξαρτήτως της φάσεως του βιολογικού κύκλου στον οποίο βρίσκονται, τα εξολοθρεύουν συνολικά.

Η επιβίωση, όμως, του φοινικοειδούς εξαρτάται και από άλλους παράγοντες και συγκεκριμένα από το βαθμό αρχικής προσβολής και από τις προστατευτικές επεμβάσεις που θα ακολουθήσουν μετά την εξυγίανση. Διαπιστώθηκε, επίσης, ότι δεν υπήρχε δυσμενής αλληλεπίδραση της συγκεκριμένης μεθόδου με τις λοιπές εφαρμοζόμενες μεθόδους προστασίας των φοινικοειδών (εντομοπαθογόνους νηματώδεις, επεμβάσεις με εγκεκριμένα εντομοκτόνα).

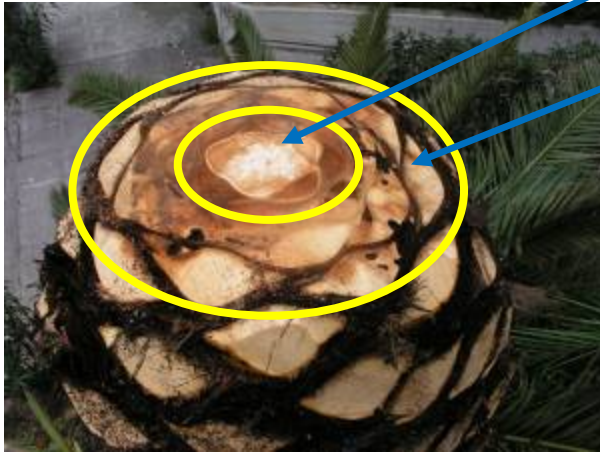


Το σύστημα φυτοπροστασίας Ecoralm ring



Περιοχή που πρέπει να προστατευθεί

Περιοχή που πρέπει να εξυγιανθεί



Φυτοπροστασία φοινικοειδών με το σύστημα Escoralm ring

### **Χημική Καταπολέμηση**

Η χημική καταπολέμηση συνίσταται σε προληπτικές επεμβάσεις με εντομοκτόνα (ιδίως μετά το κλάδευμα), ώστε να αποτραπεί η ωτοκία και σε θεραπευτικές επεμβάσεις σε αρχικές προσβολές με έγχυση εντομοκτόνων στις οπές, χρησιμοποίηση διαδραστικών εντομοκτόνων και άλλα.

#### 1.4. Το έντομο *Scyphophorus acurunctatus*, εχθρός της αγάβης *Agave tequilana*

Το έντομο *Scyphophorus acurunctatus* βρέθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα το Μάιο του 2010 σε καλλωπιστικά φυτά αγάβης σε κήπο ξενοδοχείου στη Βουλιαγμένη Αττικής. Το είδος ταυτοποιήθηκε σύμφωνα με την κλείδα της Vaurie (1971). Το *S. acurunctatus* κατάγεται από την Νεαρκτική ζώνη (ΗΠΑ, Μεξικό, Νήσοι Κάιμαν, Κόστα Ρίκα, Κούβα, Ολλανδικές Αντίλλες, Δομινικανική Δημοκρατία, Ελ Σαλβαδόρ, Γουατεμάλα, Αϊτή, Ονδούρα, Τζαμάικα, Νικαράγουα, Παρθένες Νήσοι, Μπελίζε, Βραζιλία, Κολομβία, Βενεζουέλα). Έχει καταγραφεί επίσης στην Ασία (Ινδονησία, Σαουδική Αραβία), την Αφρική (Κένυα, Νότια Αφρική, Τανζανία) και την Ωκεανία (Αυστραλία). Στην Ευρώπη έχει καταγραφεί στην Ολλανδία σε εισαγόμενα καλλωπιστικά (*Beaucarnea*, *Dasyllirion*, *Yucca*), στην Ιταλία (στη Λομβαρδία επί *Beaucarnea recurvata* και στη Σικελία επί *Agave americana*) και στη Γαλλία (στο Saint Tropez επί *A. americana*). Το *S. acurunctatus* έχει καταγραφεί να προσβάλλει είδη *Agave* (όπως *Agave sisalana*, *Agave fourcroydes*, *Agave tequilana*, *Agave Americana*), *Beaucarnea recurvata*, *Dasyllirion longissimum*, *Dracaena draco*, *Furcraea foetida*, είδη *Yucca* (όπως *Y. aloifolia*, *Y. elephantipes*, *Y. glauca*) καθώς και το *Polianthes tuberosa*. Τα ακμαία του *S. acurunctatus* έχουν χρώμα μελανό και μήκος 9-15 mm, ενώ η πλήρως ανεπτυγμένη προνύμφη έχει λευκό χρώμα και μήκος έως 18 mm. Η νύμφωση λαμβάνει χώρα σε βομβύκιο κατασκευασμένο από τις ίνες του φυτού που προσβάλλει. Ο βιολογικός κύκλος του εντόμου διαρκεί 50-90 ημέρες. Η προσβολή από το *S. acurunctatus* μπορεί να οδηγήσει στο θάνατο το φυτό-ξενιστή, κυρίως λόγω της τροφικής δράσης των προνυμφών που ορύσσουν στοές προς το εξωτερικό της στεφάνης του φυτού (καρδιά). Η προσβολή από τα ακμαία περιορίζεται στα νεαρά φύλλα.



Προνύμφες και Ενήλικο του εντόμου *Scyphophorus acurunctatus*



Το ενήλικο του εντόμου *Scyphophorus acurunctatus* τρυπά τα κεντρικά φύλλα στην καρδιά της αγάβης όπου εναποθέτει τα αυγά του, μεταφέροντας ταυτόχρονα και το βακτήριο *Erwinia carotonora*. Το βακτήριο αυτό προσβάλλει και καταστρέφει την αγάβη ακόμα και χωρίς την επίδραση των προνυμφών που θα γεννηθούν λίγες μέρες αργότερα. Οι προνύμφες τρέφονται με τους μαλακούς ιστούς στο εσωτερικό της αγάβης και την καταστρέφουν ολοκληρωτικά. Με την πάροδο 30 ημερών δημιουργούνται οι νύμφες και στη συνέχεια προκύπτουν τα ενήλικα.

Οι προνύμφες του *S. acurunctatus* θεωρούνται μια εξαιρετική πηγή τροφής, αφού μελέτες που διεξήχθησαν από την Conconi et al (1984), έδειξαν ότι η περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες ανέρχεται στο 81 %, έχουν υψηλές συγκεντρώσεις σε τρυπτοφάνη και επιπλέον έχουν ωραία γεύση. Πωλούνται συνήθως στις αγορές για ανθρώπινη κατανάλωση, τη σχάρα ή ψητές.



Αγάβη στο λόφο του Αρδηττού (κάτω δεξιά με προσβολή)





Φυτά αγάβης προσβεβλημένη από *Scyphophorus acurunctatus*

Οι προνύμφες του *S. acurunctatus* χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τεκίλας mezcal (τεκίλα με σκουλήκι). Πιο συχνά στις τεκίλες mezcal βρίσκουμε προνύμφες από *Hygrota agavis* (Lepidoptera: Cossidae). Για να προστεθεί μία προνύμφη στη φιάλη πρέπει προηγουμένως να θανατωθεί σε καθαρή αλκοόλη.

Ωστόσο στο Μεξικό υπάρχει νόμος που απαγορεύει την προθήκη στο μπουκάλι της τεκίλας, των προνυμφών του *S. acurunctatus* ή όποιων άλλων σκουληκιών, για την παραγωγή τεκίλας με την ονομασία αυτή.



Προνύμφες του είδους *Hygrota agavis* (Lepidoptera: Cossidae)



Τεκίλα mezcal με προσθήκη προνύμφης

## 1.5. Εντομοπαθογόνοι μύκητες

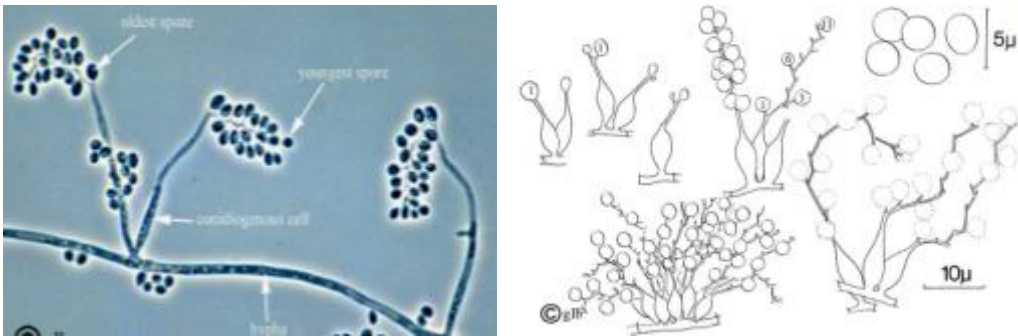
### 1.5.1. Γενικά

Οι εντομοπαθογόνοι μύκητες σε αντίθεση με τους άλλους εντομοπαθογόνους μικροοργανισμούς (βακτήρια, ιοί κλπ.) προσβάλλουν τα έντομα δια της επαφής και δεν απαιτούν την βρώση τους από τα έντομα για να προκληθεί η μόλυνση. Η αποτελεσματικότητα αυτών των παθογόνων σε συγκεκριμένα είδη επιβλαβών εντόμων συνδέεται απόλυτα με τις κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία, ατμοσφαιρική υγρασία, φωτισμό κτλ.) (Copping 2001, Hassanlouei et al., 2006). Οι εντομοπαθογόνοι μύκητες υπόσχονται ευρεία χρήση στη βιολογική αντιμετώπιση εχθρών. Περισσότερα από 400 είδη παθογόνων μυκήτων έχουν απομονωθεί από έντομα και άλλα αρθρόποδα (αράχνες ακάρεα κ.α.), αλλά μέχρι σήμερα ένας μικρός αριθμός τους έχει αξιοποιηθεί ως βιοεντομοκτόνα, εξαιτίας της εξάρτησής από υψηλή 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 αυτά τα παθογόνα και που μπορεί να είναι επιβλαβείς για τον άνθρωπο και τα ζώα. Επιπλέον, μερικοί μύκητες είναι πολύ απαιτητικοί ως προς την καλλιέργειά τους και παρουσιάζουν δυσκολίες για τη μαζική παραγωγή τους, ενώ όσοι είναι εύκολο να καλλιεργηθούν, εμφανίζουν εξασθένηση ύστερα από μακροχρόνια παραγωγή σε τεχνητά μέσα.

Η εισχώρηση του μύκητα στα έντομα δεν γίνεται μόνο δια της στοματικής οδού, αλλά πραγματοποιείται και από την επιδερμίδα σε οποιοδήποτε μέρος του σώματος, αρκεί το σπόριο του μύκητα να βρει την κατάλληλη υγρασία για να βλαστήσει. Στους εντομοπαθογόνους αυτούς μύκητες, χαρακτηριστικό είναι ότι τα έντομα προσβάλλονται, όχι μόνο στο στάδιο της προνύμφης ή νύμφης, αλλά και στο στάδιο του ακμαίου. Όταν ένα έντομο προσβληθεί από ένα μύκητα παθογόνο, ο μύκητας αυτός διαπερνά την επιδερμίδα και αναπτύσσει σιγά-σιγά στο εσωτερικό του εντόμου το μυκήλιο του, κατακλύζοντας έτσι όλους τους ιστούς και με τις τοξίνες που παράγει, έχει σαν αποτέλεσμα τη θανάτωση του ξενιστή. Στη συνέχεια ο μύκητας εμφανίζεται εξωτερικά με μυκήλιο και επανθίσεις και παρατηρούνται στην επιδερμίδα του εντόμου κονιδιοφόροι από τους οποίους γίνεται η διασπορά του παθογόνου.

### 1.5.2. Ο Μύκητας *Beauveria bassiana*

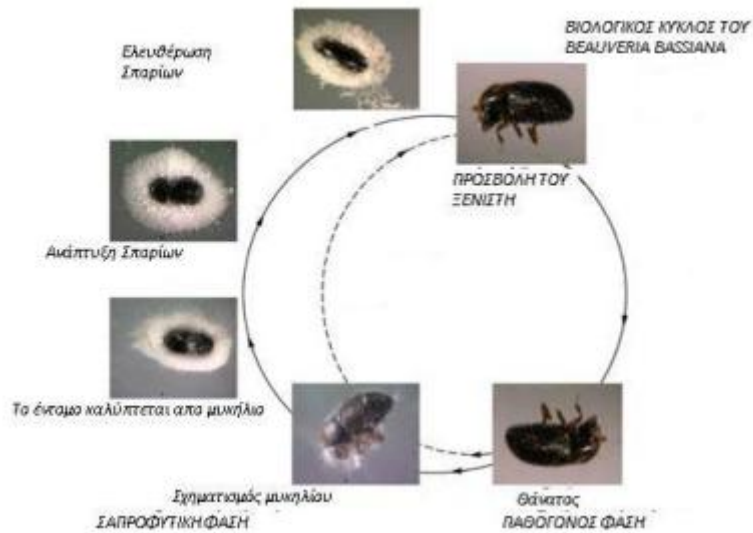
Ο εντομοπαθογόνος μύκητας *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycota: Hyphomycetes) είναι ένας μιτοσπορικός εντομοπαθογόνος μύκητας που παρασιτεί σε ένα μεγάλο εύρος αρθροπόδων. Το όνομα του, το πήρε από τον Ιταλό εντομολόγο Agostino Bassi, οποίος και την ανακάλυψε το 1835 ως αίτιο για την άσπρη επίστρωση (μούχλας) που βρέθηκε πάνω στο *Bombyx mori*.



Κονίδια *Beauveria bassiana*

Η παθογενετική του ικανότητα εναντίον εντόμων έχει μελετηθεί ευρέως τα τελευταία χρόνια. (Cheung & Grula, 1982, Fargues et al., 1997). Συνίσταται για την καταπολέμηση αφίδων, θριπών, αλευρωδών, κολεοπτέρων, ημιπτέρων κ.α.. Επίσης δύναται να προσβάλλει προνύμφες λεπιδοπτέρων (Hassanioui et al., 2006). Ο εντομοπαθογόνος αυτός μύκητας εισβάλλει στο σώμα του εντόμου. Τα κονίδια του έρχονται σε επαφή με την επιδερμίδα του και αφού βλαστήσουν, την διαπερνούν και αναπτύσσουν υφές παράγοντας τοξίνες ξηραίνοντας τα από υγρασία και θρεπτικά στοιχεία και τελικά θανατώνοντας τα. Η υψηλή υγρασία είναι απαραίτητη για τον πολλαπλασιασμό των κονιδίων και η μόλυνση ολοκληρώνεται μέσα σε 24-48 ώρες αναλόγως της θερμοκρασίας. Το έντομο μπορεί να επιζήσει μέχρι και 3-5 μέρες αφού μολυνθεί. Όταν ο μύκητας τελικά σκοτώσει το έντομο αναπτύσσει μία λευκή εξάνθηση γύρω από το σώμα του η οποία παράγει εκατομμύρια νέα σπόρια τα οποία απελευθερώνονται στο περιβάλλον. Τα κονίδια του μύκητα είναι μονοκύτταρα, απλοειδή και υδρόφοβα (Rehner and Buckley, 2005). Στην Ευρώπη κυκλοφορούν εμπορικά σκευάσματα με βάση τον μύκητα *Beauveria bassiana* όπως τα Naturalis-L, Bio-power, Botanigard κ.α.





Βιολογικός Κύκλος του *Beauveria bassiana*

### 1.5.3. Ο Μύκητας *Raecilomyces fumosoroseus*

Ο εντομοπαθογόνος μύκητας *Raecilomyces fumosoroseus* έχει παρόμοιο τρόπο δράσης με αυτόν του *B. bassiana* και θεωρείται πολύ ελπιδοφόρος βιολογικός παράγοντας για τον έλεγχο βλαβερών εντόμων. Το *P. fumosoroseus*, ακριβώς όπως το *B. bassiana*, παράγει κονίδια σε στερεό υπόστρωμα και βλαστοσπόρια σε υγρό υπόστρωμα. Τα βλαστοσπόρια βλαστάνουν ταχύτερα και σε μεγαλύτερο ποσοστό στην επιδερμίδα του αλευρώδη σε σχέση με τα κονίδια καθιστώντας την χρήση τους σε εμπορικά σκευάσματα, πολύ συμφέρουσα σε σχέση με την χρήση κονιδίων. Έχουν εξεταστεί διάφορα γεωργικά προϊόντα ως συστατικά σκευασμάτων και μερικά από αυτά υπόσχονται τη διατήρηση της βιωσιμότητας των βλαστοσπορίων στο πέρασμα του χρόνου. Εμπορικά σκευάσματα βασισμένα στο μύκητα *P. fumosoroseus* έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως εναντίον αλευρωδών τόσο σε θερμοκήπια όσο και στον αγρό (Wraight et al., 2000). Στην Ευρώπη κυκλοφορεί το εμπορικό σκεύασμα PreFeRal με ένδειξη εναντίον του *Trialeurodes vaporariorum* σε τομάτα και αγγούρι.



Επάνθιση μυκηλίου του *P. fumosoroseus* (αριστερά) και *B. bassiana* (δεξιά) σε νεκρές προνύμφες ευδεμίδας.

#### 1.5.4. Ο Μύκητας *Metarhizium anisopliae*

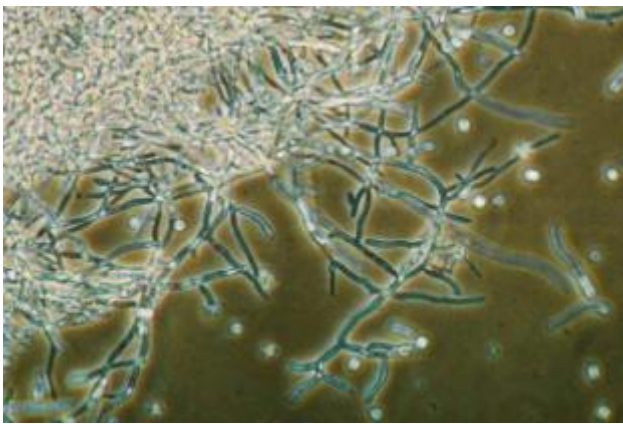
Ο *Metarhizium anisopliae* (Moniliales) γνωστός παλαιότερα ως *Entomophthora anisopliae* πήρε το όνομα του όταν το 1879 ο I.I. Mechnikov, τον απομόνωσε από σκαθάρι *Anisoplia austriac*.

Έχει αναφερθεί ότι προσβάλλει περίπου 200 είδη εντόμων και άλλων αρθροπόδων. Αν και παρουσιάζει μεγάλα ποσοστά θνησιμότητας στα έντομα δεν αποτελεί κίνδυνο για τα θηλαστικά παρά μόνο μπορεί να προκαλέσει αλλεργικές αντιδράσεις σε ευαίσθητα άτομα.

Ο μύκητας εισέρχεται από τους πόρους του τραχειακού συστήματος (Solomon et.al., 2002). Μόλις εισέρθει στο εσωτερικό του εντόμου παράγει κονίδια που σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο φαίνονται σαν μακρές, διακλαδιζόμενες υφές και σχηματίζουν νηματοειδή κελιά. Στους μύκητες το μυκήλιο είναι ο κύριος τρόπος ανάπτυξης. Η ραγδαία ανάπτυξη του έχει ως αποτέλεσμα το έντομο να γεμίσει μυκήλια, τα οποία θα καταστρέφουν τα εσωτερικά όργανά του. Ο *M. anisopliae* θρέφεται από τα λιπίδια που αποτελείται η επιδερμίδα 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).

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 αντί – μυκητιακές 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.



Υφές και κονίδια *Metarhizium anisopliae*



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

Και το *M. anisopliae* χρησιμοποιείται υπό τη μορφή εμπορικών σκευασμάτων όπως το Bioblast που χρησιμοποιείτε για το έλεγχο των τερμιτών του

γένους *Reticulitermes* spp. Ο μύκητας εφαρμόζεται πάνω στο ξύλο όπου είναι γνωστό ότι οι τερμίτες διατηρούν τις στοές τους. Με αποτέλεσμα να έρχονται σε άμεση επαφή με τα κονίδια του μύκητα.. Μελέτες έχουν δείξει ότι ο θάνατος επέρχεται σε 4 έως 10 ημέρες ανάλογα με την θερμοκρασία.



Επάνθιση μυκηλίου του *B. bassiana* σε νεκρές προνύμφες πιτυοκάμπης



Επάνθιση μυκηλίου του *M. anisopliae* (αριστερά) και *P. fumosoroseus* (δεξιά) σε νεκρή προνύμφη πιτυοκάμπης



## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1. Προέλευση του *Rhynchohorus ferrugineus* και του *Scyphophorus acurunctatus*

Για να γίνει δυνατή η διεξαγωγή βιοδοκιμών λήφθησαν προνύμφες και ακμαία του *Rhynchohorus ferrugineus* από προσβεβλημένα φοινικοειδή και ακμαία του *Scyphophorus acurunctatus* από προσβεβλημένα φυτά αγάβης τα οποία μεταφέρθησαν σε κλωβούς στο Εργαστήριο Γεωργικής Εντομολογίας του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου σε θερμοκρασία  $27\pm 1^{\circ}\text{C}$  και σχετική υγρασία  $65\pm 5\%$ .

### 2.2. Καλλιέργεια απομονώσεων εντομοπαθογόνων μυκήτων.

Οι εντομοπαθογόνοι μύκητες *Bauveria bassiana*, *Rhizoglyphus nigricans* και *Metarhizium anisopliae* λήφθησαν από τις αντίστοιχες καλλιέργειες του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου. Στη συνέχεια καλλιεργήθηκαν σε τριβλία Petri (9 cm διαμέτρου) σε θρεπτικό υπόστρωμα Sabouraux Dextrose Agar (S.D.A.) σε επωαστικό θάλαμο σε θερμοκρασία  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  και σχετική υγρασία  $25\pm 5\%$ .



Εστία νηματικής ροής



**Καλλιέργεια *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus* και *Metarhizium anisopliae* σε θρεπτικό μέσο SDA (Sabouraud Dextrose Agar).**

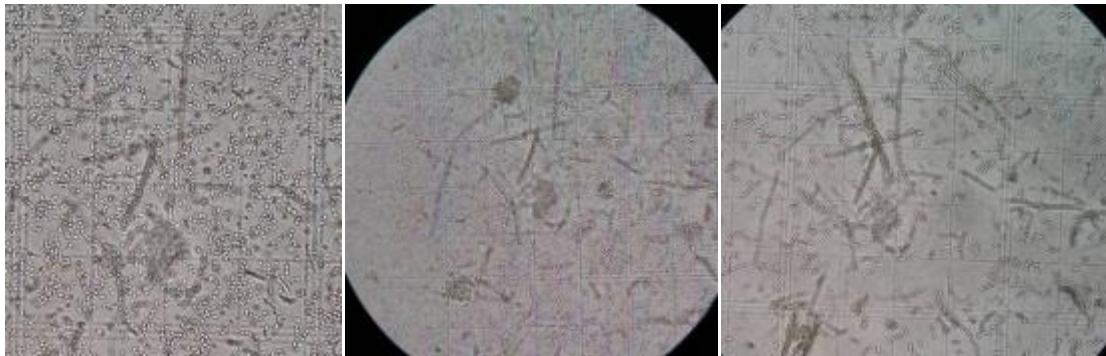
Για την παρασκευή των διαλυμάτων των εντομοπαθογόνων μυκήτων χρησιμοποιήθηκε διάλυμα του γαλακτωματοποιητή Tween 80 σε απεσταγμένο νερό σε συγκέντρωση 0,05%.

Τα κονίδια του μύκητα αποσπάστηκαν και συγκομίστηκαν με την βοήθεια scraper. Το διάλυμα με τα σπόρια και τις υφές που συλλέχθηκε, τοποθετήθηκε σε ποτήρι ζέσεως όπου ανακινήθηκε με την βοήθεια ενός μαγνητικού αναδευτήρα ώστε να αποσπαστούν τα σπόρια από τις υφές αλλά και τα σπόρια μεταξύ τους στην περίπτωση που σχηματίζουν αλυσίδες.



**Παρασκευή των διαλυμάτων των εντομοπαθογόνων μυκήτων (άνω *Beauveria bassiana*, κάτω *Paecilomyces fumosoroseus*)**

Το διάλυμα στην συνέχεια πέρασε από ειδικό φίλτρο ώστε να μείνουν μόνο τα σπόρια και μετρήθηκε με την βοήθεια αιματοκυτταρόμετρου για να υπολογιστεί η συγκέντρωση των κονιδίων ανά ml διαλύματος.



*Paecilomyces fumosoroseus*    *Beauveria bassiana*    *Metarhizium anisopliae*

**Διαλύματα κονιδίων όπως φαίνονται στο αιματοκυτταρόμετρο ( $\sim 10^8$  κονίδια/ml) των εντομοπαθογόνων μυκήτων που χρησιμοποιήθηκαν για τις βιοδοκιμές**

### 2.3. Βιοδοκιμές επί *Rhynchothorus ferrugineus* και *Scyphothorus acurunctatus*

Για τη διεξαγωγή των βιοδοκιμών επί του *Rhynchothorus ferrugineus* ψεκάζονταν προνύμφες και ακμαία του εντόμου με τα διαλύματα των εντομοπαθογόνων μυκήτων που περιγράφονται στη συνέχεια

Για τη διεξαγωγή των βιοδοκιμών επί του *Scyphothorus acurunctatus*, ψεκάζονταν ακμαία του εντόμου με τα διαλύματα των εντομοπαθογόνων μυκήτων.

Σε κάθε εφαρμογή ψεκάστηκαν 5 ομάδες των 5 ατόμων (προνυμφών ή ακμαίων). Χρησιμοποιήθηκαν οι εξής συγκεντρώσεις

- ✓ *Beauveria bassiana*:  $2,11 \times 10^8$  κονίδια/ml
- ✓ *Paecilomyces fumosoroseus*:  $1,81 \times 10^8$  κονίδια/ml
- ✓ *Metarhizium anisopliae*:  $1,77 \times 10^8$  κονίδια/ml

Στη συνέχεια στα άτομα του *R. ferrugineus* και του *S. acurunctatus* χορηγούνταν ως τροφή κομμάτια κυδωνιού ή μήλου (βιολογικής γεωργίας) για δύο εβδομάδες. Μετρήσεις θνησιμότητας καταγράφηκαν 24 ώρες, 2, 4, 7, και 14 ημέρες μετά την εφαρμογή.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τόσο επί των προνυμφών και των ακμαίων του επί του *Rhynchophorus ferrugineus*, όσο και επί των ακμαίων του *Scyphophorus acipunctatus* παρατηρήθηκε 100% θνησιμότητα.



*Beauveria bassiana* *Paecilomyces fumosoroseus* και *Metarhizium anisopliae* σε προνύμφες *Rhynchophorus ferrugineus*



*Beauveria bassiana* και *Metarhizium anisopliae* σε ακμαία *R. ferrugineus*



*Paecilomyces fumosoroseus* επί ακμαίων *Scyrophorus acurunctatus*



*Metarhizium anisopliae* επί ακμαίων *Scyrophorus acurunctatus*





*Beauveria bassiana* επί ακμαίων *Scyphophorus acurunctatus*

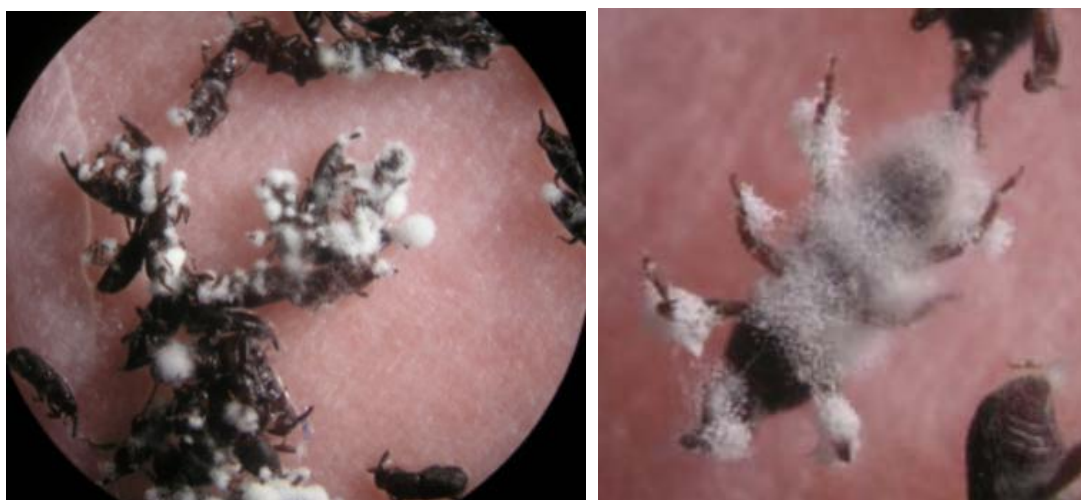
Επίσης διαπιστώθηκε 100% θνησιμότητα σε μικρό αριθμό προνυμφών *Scyphophorus acurunctatus* επί των οποίων εφαρμόστηκε διάλυμα *Beauveria bassiana*.



*Beauveria bassiana* επί προνύμφης *Scyphophorus acurunctatus*

Από τα αποτελέσματα που αποκτήθηκαν από την παρούσα μελέτη διαπιστώνουμε ότι οι εντομοπαθογόνοι μύκητες *B. bassiana*, *M. anisopliae* και *P. fumosoroseus* μπορούν να αποτελέσουν παράγοντες αντιμετώπισης του *Rhynchorphorus ferrugineus* και του *Scyphorophorus acurunctatus*

Τα αποτελέσματα μας συμφωνούν με αυτά που έχουν αποκτηθεί σε παρόμοιες μελέτες (Kontodimas et al. 2004, 2005, Kavallieratos et al. 2006, 2014, Vassilakos et al. 2006, Michalaki et al. 2006, Athnassiou et al. 2008, Dembilio 2011)



Επάνθιση μυκηλίου του *B. bassiana* επί *Sitophilus oryzae* (Kavallieratos et al. 2014)





Επάνθιση μυκηλίου του *M. anisopliae* επί *Sitophilus oryzae* (Kavallieratos et al. 2014)

Οι εντομοπαθογόνοι μύκητες μπορούν δηλαδή να χρησιμοποιηθούν και γενικότερα εναντίον βλαβερών εντόμων της οικογενείας Dryophthoridae. Περαιτέρω έρευνα είναι απαραίτητη ώστε να καθοριστούν οι ιδανικές πυκνότητες κονιδίων και η κατάλληλη μορφή σκευάσματος.

Ειδικά για την αντιμετώπιση του *Scyphorhorus acurunctatus* οι προνύμφες του οποίου αναπτύσσονται πολύ κοντά ή και κάτω από την επιφάνεια του εδάφους αναμένονται θετικά αποτελέσματα και από τον πειραματισμό στο πεδίο. Για την εφαρμογή των εντομοπαθογόνων μυκήτων στα φοινικοειδή, όταν η προσβολή είναι στην κορυφή του φοινικοδένδρου, ενδεχομένως να απαιτηθεί η προσθήκη ενυδατικών μέσων όπως η χιτοζάνη. Και για τις δύο κατηγορίες φυτών (φοινικοειδή, είδη αγάβης) ενδιαφέρον παρουσιάζει και η πιθανότητα ενδοφυτικής ανάπτυξης των εντομοπαθογόνων μυκήτων και συμβίωσης φυτού και μύκητα, γεγονός που θα επιφέρει διαρκή προστασία στο φυτό.

Ανακεφαλαιώνοντας με όσα προαναφέραμε στην παρούσα εργασία, οι εντομοπαθογόνοι μύκητες μας είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι στη βιολογική αντιμετώπιση των εντόμων-εχθρών γιατί:

- Μπορούν να αποτελέσουν διαλύματα με μηδενική ή ελάχιστη τοξικότητα απέναντι στο περιβάλλον και τους άλλους ζωντανούς οργανισμούς. Η ιδιότητά αυτή τους κατατάσσει στα πλέον κατάλληλα για χώρους με κατοικίδια και μικρά παιδιά.
- Δεν υπάρχει πρόβλημα υπολειμματικότητας τους στα τρόφιμα ή στο περιβάλλον.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Dimizas C.B., Vayias B.J., and Tomanovic Z., (2006). "Factors affecting the insecticidal efficacy of the diatomaceous earth formulation SilicoSec against adults of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L) (Coleoptera:Curculionidae). *Applied Entomology and Zoology* 41: 201-207.
- Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Dimizas C.B., Vayias B.J., Tsakiri J.B., Mikeli N.H., Meletsis C.M., Tomanovic Z., (2008). "Persistence and efficacy of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) and diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera:Curculionidae) and *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera:Bostrychidae) on wheat and maize". *Crop Protection* 27: 1303-1311.
- Cheung, P.Y.K., Gula, E.A., (1982). "In vivo events associated with entomopathology of *Beauveria bassiana* for the corn earworm (*Heliothis zea*)". *Journal of Invertebrate Pathology* 39, p.p 303-313.
- Conconi, J.R.E. de; Pino Moreno, J.M.; Mayaudon, C.M.; et al. (1984). «Protein content of some edible insects in Mexico». *Journal of Ethnobiology* 4 (1). pp. 61-72 ,
- Copping, L.G. (2001). *The BioPesticide manual, Second edition*. British crop protection council, U.K., p: XLIV-XLVII, 3-154, 161-3, 494-6.
- 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.
- Ferry & Gómez. (2002). The red palm weevil in the Mediterranean. *Palms (formerly Principes), Journal of the International Palm Society* , Vol. 46, No 4.
- [http://civr.ucr.edu/red\\_palm\\_weevil.html](http://civr.ucr.edu/red_palm_weevil.html).
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Scyphophorus\\_acupunctatus](http://es.wikipedia.org/wiki/Scyphophorus_acupunctatus) ,
- [http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_gardening](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_gardening)
- Hassanloui, R.T., Pakdel, A.K., Goettel, M. and Mozaffari, J., (2006). "Variation in virulence of *Beauveria bassiana* isolates and its relatedness to some

morphological characteristics". *Biocontrol Science & Technology*, 16(5/6). p.p. 525-534.

Kavallieratos N.G., Athanassiou C.G., Michalaki M.P., Batta Y.A., Rigatos H.A., Pashalidou F.G., Balotis G.N., Tomanovic Z., Vayias B.J., (2006). "Effect of the combined use of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin and diatomaceous earth for the control of three stored-product beetle species"

Kavallieratos N.G., Athanassiou C.G., Saitanis C.J., Kontodimas D.C., Roussos A.N., Tsoutsas M.S., and Anastassopoulou U.A., (2007). "Effect of Two Azadirachtin Formulations against Adults of *Sitophilus oryzae* and *Tribolium confusum* on Different Grain Commodities" *Journal of Food Protection*, 70 (7): 1627–1632,

Kavallieratos N.G., Athanassiou C.G., Vayias B.J., Kotzamanidis S., Synodis S.D., (2010). "Efficacy and adherence ratio of diatomaceous earth and spinosad in three wheat varieties against three stored-product insect pests"

Kavallieratos N.G., Athanassiou C.G., Vayias B.J., Mihail S.B., and Tomanovic Z., (2009). "Insecticidal Efficacy of Abamectin Against Three Stored-Product Insect Pests: Influence of Dose Rate, Temperature, Commodity, and Exposure Interval"

Kavallieratos N.G., C.G. Athanassiou, Maria M. Aountala and D.C. Kontodimas (2014). Evaluation of the Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Isaria fumosorosea* for control of *Sitophilus oryzae*. *Journal of Food Protection*, 77: 87–93.

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.

Koehler P.G., (2008) "Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera:Curculionidae). Univ. of Florida. IFAS Extension ENY261.

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. 10<sup>th</sup> 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 azadiractin 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*.
- Kontodimas D.C. and E. Kallinikou (2010). First record of the sisal weevil *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Greece. *Entomologia Hellenica* 19: 39-41.
- 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.
- Rehner, S. A., & Buckley, E. (2005). "A *Beauveria* phylogeny inferred from nuclear ITS and EF1- $\alpha$  sequences: evidence for cryptic diversification and links to *Cordyceps* teleomorphs". *Mycologia* 97: 84-98.
- Sinha, R.N & F.L. Watters, (1985). *Insect pests of flourmills, grain elevators and feed mills and their control*. Canadian Government Publishing Center, Ottawa, Canada. pp.290.
- Solomon, Eldra, Linda Berg, Diana Martin. (2002). *Biology*. Brooks/Cole.
- 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.

Τζανακάκης, Μ.Ε. (1995). *Εντομολογία*. University studio press, Θεσσαλονίκη, 385 σελ.

Τζανακάκης, Μ.Ε. και Β.Ι. Κατσόγιαννος (1998). Έντομα καρποφόρων δένδρων και αμπέλου. ΑγροΤύπος, Αθήνα, 359 σελ.

Valle Septien, C. (1997). *Mezcal, elixir de larga vida*. Veracruz, CVS ,

Vassilakos T.N., Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Dimizas C.B., Vayias B.J., (2006). "Influence of temperature on the insecticidal effect of *Beauveria bassiana* in combination with diatomaceous earth against *Rhizopertha dominica* and *Sitophilus oryzae* on stored wheat"

Zimmermann, G., (1986). The *Galleria* bait method for detection of entomopathogenic fungi in soil. *J. Appl. Ent.* 102: 213–215.

