



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Α.Τ.Ε.Ι)  
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ (ΣΤΕΓ)  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ  
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ (ΒΙΟ.ΘΕΚΑ)

Μελέτη της εντομοκτόνου δράσεως του chlorantraniliprole κατά των  
*Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), *Sitophilus oryzae* (L.)  
(Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium confusum* Jacquelin du Val  
(Coleoptera: Tenebrionidae)

Πτυχιική Εργασία της σπουδάστριας  
Πετρολέκα Χρυσούλα

A.M. : 2005-010

Καλαμάτα, 2013



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Α.Τ.Ε.Ι)  
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ (ΣΤΕΓ)  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ  
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ (ΒΙΟ.ΘΕΚΑ)**

**Μελέτη της εντομοκτόνου δράσεως του chlorantraniliprole κατά των  
*Rhizopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), *Sitophilus oryzae* (L.)  
(Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium confusum* Jacquelin du Val  
(Coleoptera: Tenebrionidae)**

**Πτυχιακή Εργασία της σπουδάστριας  
Πετρολέκα Χρυσούλα**

**A.M. : 2005-010**

**Επιβλέπων καθηγητής  
Δρ. Βασίλειος Δημόπουλος**

**Καλαμάτα, 2013**

ΠΑΣΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗ  
ΧΩΡΙΖΟΜΕΝΗ ΔΙΚΑΙΟΣΥΝΗΣ  
ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΛΛΗΣ ΑΡΕΤΗΣ  
ΠΑΝΟΥΡΓΙΑ, ΟΥ ΣΟΦΙΑ ΦΑΙΝΕΤΑΙ  
(Μενέξενος Πλάτωνος, 247-Α)

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στα πρόσωπα που έπαιξαν καταλυτικό ρόλο στην ολοκλήρωση των σπουδών μου, στην διεκπεραίωση της πρακτικής ασκήσεώς μου και της παρούσας εργασίας.

Εκφράζω τις ευχαριστίες αλλά και την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου για την αμέριστη ηθική, υλική, οικονομική αλλά πάνω από όλα ψυχολογική συμπαράσταση που μου επέδειξε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζω στον Δρα Νικόλαο Καβαλλιεράτο, Ερευνητή Β' του τμήματος Εντομολογίας του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου, για τον καταλυτικό ρόλο του στον σχεδιασμό και στην διεκπεραίωση των πειραματικών διαδικασιών τόσο με τις γνώσεις και της πληροφορίες τις οποίες μου μετέδωσε όσο και με για την υλικοτεχνική υποστήριξη που μου παρείχε για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

## Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	1
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> .....	8
Τα σημαντικότερα έντομα αποθηκών :.....	8
1.1 Εισαγωγή.....	8
1.2 Τα σημαντικότερα είδη.....	9
1.2.1 ΤΑΞΗ COLEOPTERA.....	9
1.2.1.1 Οικογένεια Curculionidae.....	9
<i>Sitophilus granarius</i> (L.) κν. «σκαθάρι του σιταριού».....	9
<i>Sitophilus oryzae</i> (L.) κν. «σκαθάρι του ρυζιού».....	10
<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky.....	10
1.2.1.2 Οικογένεια Tenebrionidae.....	10
<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val κν. «σκαθάρι ή ψείρα των αλεύρων».....	10
<i>Tribolium castaneum</i> Herbst κν. «σκούρο σκαθάρι των αλεύρων». (Εικ.5).....	10
<i>Tenebrio molitor</i> L. κν. «μεγάλο σκαθάρι των αλεύρων». (Εικ.6).....	11
Προσβάλλει άλευρα πίτυρα, σιτηρά, νεκρά έντομα και άλλες ζωικές και φυτικές ύλες.....	11
1.2.1.3 Οικογένεια Ostomidae.....	11
<i>Tenebroides mauritanicus</i> L. κν. «σκαθάρι των σπόρων».....	11
1.2.1.4 Οικογένεια Cucujidae.....	11
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> L. κν. «οδοντωτό σκαθάρι των σπόρων». (Εικ.8).....	11
1.2.1.5 Οικογένεια Bostrychidae.....	12
<i>Rhyzopertha dominica</i> F. κν. «σκαθάρι του ρυζιού».....	12
1.2.1.6 Οικογένεια Anobiidae.....	12
<i>Lasioderma serricorne</i> F. κν. «σκαθάρι ή ψείρα του ξηρού καπνού». (Εικ.11).....	12
1.2.1.7 Οικογένεια Nitidulidae.....	12
<i>Carpophilus hemipterus</i> L. κν. «σκαθάρι των ξηρών φρούτων».....	12
1.2.1.8 Οικογένεια Bruchidae.....	13
<i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say) κν. «Βρούχος των φασολιών».....	13
1.2.1.9 Οικογένεια Dermestidae.....	14
<i>Anthrenus museorum</i> (L.) και <i>Anthrenus verbasci</i> (L.) κν. «σκαθάρια των μουσείων».....	14

<b>Trogoderma granarium Everts</b> κν. « <b>Τρωγόδερμα των σπόρων</b> » (Εικ 29). .....	14
1.2.2 ΤΑΞΗ LEPIDOPTERA.....	14
1.2.2.1 Οικογένεια Pyralidae .....	14
<b>Erphestia kuehniella Zeller</b> κν. « <b>Μεσογειακό σκουλήκι των αλεύρων</b> » (Εικ. 20 ). .....	14
Erphestia cautella Walker κν. «σκουλήκι των σύκων, σταφίδας».....	15
Erphestia elutella Hübner κν. «σκουλήκι του καπνού ή του κακάο» .....	15
Plodia interpunctella Hübner κν. «Κοινό σκουλήκι αποθηκών».....	15
1.2.2.2 Οικογένεια Tineidae .....	16
<b>Tinea granella L.</b> κν. « <b>Τίναα των σπόρων</b> » (Εικ.26). .....	16
1.2.2.3 Οικογένεια Gelechidae .....	16
<b>Sitotroga cerealella (Oliver)</b> κν. « <b>Σιτότρωγα</b> » (Εικ 42-43).....	16
1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος της προσβολής των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων. ....	17
1.3.1 Η υγειονομική κατάσταση του προϊόντος πριν από την επεξεργασία ή την αποθήκευση. ....	17
1.3.2 Οι συνθήκες περιβάλλοντος που επικρατούν μέσα στους αποθηκευτικούς χώρους. ....	17
1.3.3 Η ικανότητα πτήσεως των εντόμων.....	17
1.3.4 Η συμπεριφορά των εντόμων. ....	18
1.3.5 Η καταλληλότητα και η προστασία των αποθηκευτικών χώρων. ....	18
1.4 Μέτρα που λαμβάνονται για την πρόληψη και την αντιμετώπιση των προσβολών στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή αποθηκεύσεως των προϊόντων. ....	18
1.4.1 Χωροταξική μελέτη της αποθήκης. ....	18
1.4.2 Σχολαστική καθαριότητα των χώρων.....	19
1.4.3 Αποφυγή εισόδου εντόμων στις εγκαταστάσεις. ....	19
1.4.4 Ύπαρξη λεπτομερούς προγράμματος ελέγχου για έγκαιρη επισήμανση τυχόν προσβολής.....	19
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup></b> .....	20
Μέθοδοι αντιμετώπισεως των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων .....	20
2.1 Εισαγωγή .....	20
2.2 Χημικές μέθοδοι .....	20
2.2.1 Απεντομώσεις χώρων με τη χρήση χημικών εντομοκτόνων .....	20
2.2.2 Καπνογόνα .....	22
2.2.2.1 Σημείο ζέσεως.....	22

2.2.2.2 Πτητικότητα -Τάση ατμών .....	23
2.2.2.3 Ειδικό βάρος .....	23
2.2.2.4 Αναφλεξιμότητα -Εκρηκτικότητα .....	23
2.2.2.5 Προσροφητικότητα ατμών.....	26
2.2.2.6 Διαλυτότητα.....	26
2.2.2.7 Εντομοτοξική ενέργεια .....	26
2.2.3 Άμεσες και έμμεσες συνέπειες των χημικών εντομοκτόνων.....	26
2.3 Βιοτεχνολογικές μέθοδοι .....	27
2.3.1 Χρήση παγίδων και φερομονών. ....	27
2.3.1.1 Παγίδες.....	27
2.3.1.2 Φερομόνες.....	32
2.3.2. Ρυθμιστές αναπτύξεως.....	32
2.3.3. Αιθέρια έλαια .....	34
2.4 Βιολογικές μέθοδοι.....	34
2.5 Εντομοπαθογόνοι μύκητες.....	37
2.6 Μηχανικές μέθοδοι .....	38
2.7 Φυσικές μέθοδοι .....	39
2.7.1 Μεταβολή της Θερμοκρασίας.....	39
2.7.2 Εφαρμογή ιονιζουσών ακτινοβολιών .....	40
2.7.3 Χρήση της γης διατόμων .....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> .....	42
Μελέτη των εντόμων που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.....	42
3.1. <i>Rhyzopertha dominica</i> (F.) .....	42
<b>Τάξη :</b> Coleoptera.....	42
<b>Υπόταξη:</b> Polyphaga .....	42
<b>Οικογένεια:</b> Bostrychidae .....	42
<b>Ελληνική κοινή ονομασία:</b> Σκαθάρι του ρυζιού.....	42
<b>Αγγλική κοινή ονομασία:</b> Lesser grain borer .....	42
3.1.1. Γεωγραφική κατανομή.....	42
3.1.2. Μορφολογία.....	42
3.1.3. Βιολογία.....	43
3.1.4. Ζημιές – Προσβολές .....	44
3.1.5. Χημική καταπολέμηση. ....	44

3.1.6. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης.....	45
3.2. <i>Sitophilus oryzae</i> (L.).....	46
<b>Τάξη:</b> Coleoptera .....	46
<b>Υπόταξη:</b> Polyphaga .....	46
<b>Οικογένεια:</b> Curculionidae.....	46
<b>Κοινή ονομασία:</b> Σκαθάρι του ρυζιού .....	46
<b>Αγγλική ονομασία:</b> Rice weevil.....	46
3.2.1. Γεωγραφική κατανομή.....	46
3.2.2. Μορφολογία.....	46
<b>3.2.3. Βιολογία.</b> .....	47
3.2.4. Ζημιές – Προσβολές. ....	49
3.2.5. Αντιμετώπιση του εντόμου.....	50
3.2.5.1 Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης.....	50
3.2.5.2 Βιοτεχνολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης.....	51
CH <sub>3</sub> OH.....	51
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -C-CH-CH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> .....	51
O.....	51
<b>Φερομόνη συναθροίσεως <i>S. oryzae</i>, <i>S. granarius</i></b> .....	51
3.2.5.3 Βιολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης .....	52
3.2.5.4 Χημικές μέθοδοι αντιμετώπισης.....	53
3.3. <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val .....	55
<b>Τάξη:</b> Coleoptera .....	55
<b>Υπόταξη:</b> Polyphaga .....	55
<b>Οικογένεια:</b> Tenebrionidae .....	55
<b>Κοινή ονομασία:</b> Σκαθάρι ή ψείρα των αλεύρων .....	55
3.3.1. Γεωγραφική κατανομή.....	55
3.3.2. Μορφολογία.....	55
3.3.3. Βιολογία.....	56
3.3.4. Ζημιές – Προσβολές. ....	57
3.3.5. Χημική αντιμετώπιση. ....	57
3.3.6. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης.....	57
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup></b> .....	60
4.1 Φυσικές και χημικές ιδιότητες της chlorantraniliprole.....	60



4.2 Τροπος δράσης.....	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	62
5.1 Υλικά και Μέθοδοι : .....	62
Έντομα : .....	62
Σκεύασμα : .....	62
Προϊόντα : .....	62
5.2 Βιοδοκιμές : .....	63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ : .....	68

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μελέτη πραγματεύεται την επίδραση διαφόρων παραγόντων (δόση, διάστημα εκθέσεως, είδος του δημητριακού) στην εντομοκτόνο δράση του chlorantraniliprole κατά των ακμαίων *Rhizopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) και *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων.

Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στα σημαντικότερα έντομα εχθροί των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται μέθοδοι αντιμετώπισης των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται τα έντομα που μελετήθηκαν κατά τη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους. Το τέταρτο κεφάλαιο ασχολείται με τη δραστική ουσία chlorantraniliprole και δίνονται πληροφορίες για την μέχρι τώρα εφαρμογή της. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται η μεθοδολογία, τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες σίτισης του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού έπρεπε να αυξηθεί και η παραγωγή γεωργικών προϊόντων αλλά ταυτοχρόνως να γίνει και αποθήκευσή τους. Από τα σημαντικότερα προβλήματα που παρουσιάστηκαν στην συντήρηση των προϊόντων στους αποθηκευτικούς χώρους ήταν η προσβολή από έντομα.

Πριν μερικές δεκαετίες, ακόμη και σε κράτη που θεωρούνταν προηγμένα όπως η Αγγλία, οι άνθρωποι πίστευαν πως τα αποθηκευμένα προϊόντα προκαλούσαν από μόνα τους τις αλλοιώσεις που παρατηρούνταν σε αυτά. Μάλιστα το φαινόμενο αυτών των αλλοιώσεων καλυπτόταν και νομικά χαρακτηριζόμενο ως «εγγενής ανωμαλία». Στις μέρες μας είναι πλέον γνωστό και γενικά παραδεκτό πως όλες αυτές τις αλλοιώσεις τις προκαλούν διάφοροι μικροοργανισμοί, αθρόοδα και τρωκτικά τα οποία δρουν είτε σε συνεργισμό είτε μεμονωμένως. Αποτέλεσμα αυτών των αλλοιώσεων είναι η ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση του εκάστοτε αποθηκευμένου προϊόντος. Συνέπεια των παραπάνω είναι οι δυσμενείς επιπτώσεις στην οικονομία αλλά και στην υγεία των ανθρώπων.

Συμφώνως προς τους υπολογισμούς του FAO (Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών), οι απώλειες σε έτοιμο προϊόν κατά την αποθήκευση ανέρχονται στο 17% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής (10% από έντομα και 7% από ακάρεα, τρωκτικά και ασθένειες). Οι ποσότητες που καταναλίσκονται από τα έντομα στις αποθήκες και στις καλλιέργειες μόνο των σιτηρών θα μπορούσαν να αποτρέψουν λοιμούς που σχεδόν μονίμως απειλούν τις περισσότερες χώρες της Αφρικής και της Ασίας. Είναι γνωστό ότι τα ακμαία άτομα των Κολεοπτέρων και οι προνύμφες των Λεπιδοπτέρων καταβροχθίζουν σε μια εβδομάδα προϊόν πολλαπλάσιο του βάρους τους. Για παράδειγμα, μια προνύμφη *Ephestia* sp. κατατρώγει φυτό 50 περίπου σπόρων μέχρι την νύμφωσή της (Μπουχέλος 2006).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### Τα σημαντικότερα έντομα αποθηκών :

#### 1.1 Εισαγωγή

Έντομο αποθηκών θεωρείται κάθε είδος εντόμου που προσβάλλει και ζημιώνει αμέσως ένα προϊόν και μπορεί να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί σε χώρους όπου φιλοξενούνται για αρκετό χρονικό διάστημα γεωργικά προϊόντα ή τρόφιμα.

Στους χώρους όμως αποθηκεύσεως δεν τρέφονται όλα τα έντομα με τα προϊόντα που υπάρχουν εκεί. Κάποια τρέφονται με μύκητες, κάποια με άλλα έντομα ή αρθρόποδα και κάποια με διάφορα υλικά και υπολείμματα. Τέτοια έντομα μπορούν να θεωρηθούν ως χρήσιμοι δείκτες για προϊόντα που είναι προσβεβλημένα ή βρίσκονται σε κακή κατάσταση αλλά η παρουσία τους και μόνο είναι ικανή να υποβαθμίσει την ποιότητα των αποθηκευμένων προϊόντων. Είναι άλλωστε γνωστό ότι οποιοδήποτε έντομο μπορεί να γίνει επικίνδυνο αρκεί να το ευνοήσουν ορισμένες συνθήκες. Στις Η.Π.Α. το σιτάρι θεωρείται προσβεβλημένο όταν πληθυσμός δυο ή περισσότερων εντόμων εχθρών, βρεθεί σε 1 χιλιόγραμμο βάρους, αντιπροσωπευτικού δείγματος αποθηκευμένου προϊόντος (Anonymous 1994).

Τα περισσότερα είδη εντόμων αποθηκών ανήκουν στην τάξη Coleoptera. Ακολουθεί η τάξη Lepidoptera. Από την τάξη Hymenoptera τα περισσότερα έντομα που απαντώνται στους αποθηκευτικούς χώρους ανήκουν στις οικογένειες Ichneumonidae, Braconidae, Pteromalidae και παρασιτούν πληθυσμούς εντόμων αποθηκών. Ελάχιστα είναι Hemiptera (κυρίως Reduviidae και Anthocoridae) που είναι αρπακτικά διαφόρων ειδών που ζουν στους αποθηκευτικούς χώρους ενώ ύπαρξη ειδών άλλων τάξεων κρίνεται μάλλον συμπτωματική και σπάνια. Υπάρχουν επίσης και είδη εντόμων όπως τα Coleoptera της οικογενείας Bruchidae που ενώ είναι εχθροί των καλλιεργειών εντούτοις είναι ικανά να διαχειμάσουν στο ξηρό αποθηκευμένο προϊόν, χρησιμοποιώντας την αποθήκη για να περάσουν στην επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Αρκετά από τα έντομα αυτά, με μικρές αλλαγές στις συνθήκες τους, έχουν γίνει γνήσια έντομα αποθηκών.

Τα έντομα μπορούν να διανύσουν αρκετά μεγάλες χιλιομετρικές αποστάσεις έχοντας ή όχι ικανότητα πτήσεως. Με την βοήθεια όμως του διεθνούς εμπορίου και της εκμηδενίσεως των αποστάσεων τα περισσότερα έντομα που προσβάλλουν αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα και τρόφιμα έχουν ευρεία γεωγραφική εξάπλωση. Λαμβάνοντας υπ' όψιν και την μεγάλη προσαρμοστικότητα τους συμπεραίνεται ότι είδη που δεν υπάρχουν ή δεν έχουν παρατηρηθεί σε μια χώρα ή χώρο, είναι πολύ εύκολο να εμφανισθούν και να εγκλιματισθούν σε μικρό χρονικό διάστημα. Για παράδειγμα, το *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) αν και τροπικό είδος, είναι ικανό χρησιμοποιώντας μια σειρά από καταφύγια, να επιζήσει και να εμφανιστεί σε περιοχές πολύ διαφορετικές από την συνηθισμένη γεωγραφική θέση του.

Το μέγεθος αλλά και το σχήμα του σώματος των εντόμων αποθηκών είναι τέτοια ώστε να ευνοούν την είσοδο και την εγκατάστασή τους στους αποθηκευτικούς χώρους. Το μήκος του σώματος των ακμαίων ποικίλει από 1 mm έως 12 mm περίπου ενώ η πλειονότητά τους δεν ξεπερνά τα 5 mm. Έτσι, μια στενή ρωγμή ή σχισμή στην εσωτερική κατασκευή του αποθηκευτικού χώρου γίνεται πολλές φορές καταφύγιο πληθυσμών εντόμων, ικανών να ξεκινήσουν σοβαρές προσβολές στα φιλοξενούμενα προϊόντα. Το μικρό μέγεθός τους, τους παρέχει την δυνατότητα να αποφεύγουν ευκόλως τους φυσικούς εχθρούς τους και πολλές φορές την επίδραση των εντομοκτόνων. Για παράδειγμα τα *Oryzaephilus* spp. (Coleoptera: Silvanidae) εξαιτίας της διαπλάσεώς τους έχουν σήμερα εξαπλωθεί πολύ προσβάλλοντας μεγάλο αριθμό προϊόντων.

## 1.2 Τα σημαντικότερα είδη

### 1.2.1 ΤΑΞΗ COLEOPTERA

#### 1.2.1.1 Οικογένεια Curculionidae

*Sitophilus granarius* (L.) κν. «σκαθάρι του σιταριού».

(Εικ.1) Προσβάλλει τους ξηρούς σπόρους των δημητριακών (σιτάρι, ρύζι, βρώμη, κριθάρι, σόργο, σίκαλη, αραβόσιτο) και σπανιότερα προσβάλλει τα όσπρια (ρεβίθια).



Εικ. 1 Ακμαίο *Sitophilus granarius*

*Sitophilus oryzae* (L.) κν. «σκαθάρι του ρυζιού».

(Εικ.2). Προσβάλλει το ρύζι και τους σπόρους των δημητριακών ενώ λιγότερο συχνά αλευρώδη προϊόντα, βαμβακόσπορο, όσπρια, ξηρούς καρπούς, ζωοτροφές κ.α.



Εικ. 2 Ακμαίο και προνύμφη *Sitophilus oryzae*.

*Sitophilus zeamais* Motschulsky Προσβάλλει σπόρους δημητριακών. Έχει καταγραφεί στις περισσότερες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδος και την Κρήτη (Αθανασίου και Μπουχέλος, 1999).



Εικ. 3 Ακμαίο *Sitophilus zeamais*.

#### 1.2.1.2 Οικογένεια Tenebrionidae

*Tribolium confusum* Jacquelin du Val κν. «σκαθάρι ή ψείρα των αλεύρων».

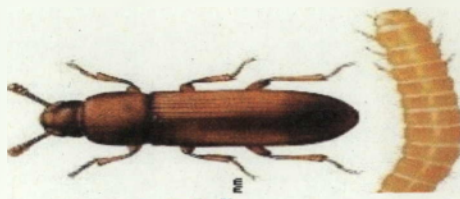
(Εικ.4). Προσβάλλει όλα τα είδη σπόρων (σιτηρά, όσπρια), άλευρα, πίτυρα, ελαιώδεις σπόρους και πλακούντες (ζωοτροφές), μπαχαρικά και μεγάλη ποικιλία ξηρών φυτικών υλών (ρίζες, φρούτα, καρπούς).



Εικ. 4 Ακμαίο *Tribolium confusum*.

*Tribolium castaneum* Herbst κν. «σκούρο σκαθάρι των αλεύρων».

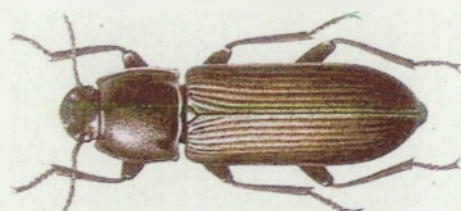
(Εικ.5) Οι προσβολές του είναι όμοιες με αυτές του *T. confusum*. Επίσης έχει παρατηρηθεί να προσβάλλει και βαμβακόσπορο.



Εικ. 5 Ακμαίο *Tribolium castaneum*.

***Tenebrio molitor* L.** κν. «μεγάλο σκαθάρι των αλεύρων». (Εικ.6)

Προσβάλλει άλευρα πίτυρα, σιτηρά, νεκρά έντομα και άλλες ζωικές και φυτικές ύλες.



Εικ. 6 Ακμαίο *Tenebrio molitor*.

### 1.2.1.3 Οικογένεια Ostomidae

***Tenebroides mauritanicus* L.** κν. «σκαθάρι των σπόρων». (Εικ.7) Η προνύμφη προσβάλλει σπόρους σιτηρών ήδη προσβεβλημένους από *Sitophilus* ή *Sitotroga*, άλευρα, πίτυρα, παξιμάδια, βαμβακόσπορο κ.α. Το τέλειο έντομο τρέφεται από άλλα έντομα αποθηκών (σαρκοφάγο).



Εικ. 7 Ακμαίο *Tenebroides mauritanicus*.

### 1.2.1.4 Οικογένεια Cucujidae

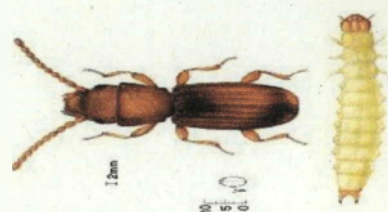
***Oryzaephilus surinamensis* L.** κν. «οδοντωτό σκαθάρι των σπόρων». (Εικ.8)

Προσβάλλει σπόρους σιτηρών, σταφίδα, είδη διατροφής (ψωμί, ζυμαρικά, μπισκότα, ξηρούς καρπούς), ελαιούχους σπόρους, ξηρά όσπρια, κακάο, καφέ, αποξηραμένα φυτά, πάντοτε σε συνεργασία με άλλα επιζήμια σε αυτά έντομα.



Εικ. 8 Ακμαίο *Oryzaephilus surinamensis*

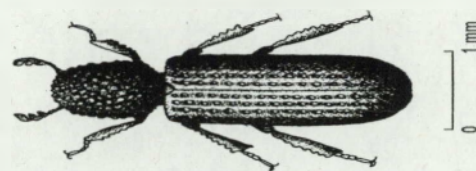
***Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)** κν. «σιταρόψειρα». (Εικ.9). Προσβάλλει σπόρους σιτηρών. Σε αποθήκες υπερέρχει σε πληθυσμό ενώ σε αλευρόμυλους υπερέρχει το συγγενές *Cryptolestes turcicus* (Grouvelle) (Coleoptera: Cucujidae).



Εικ. 9 Ακμαίο *Cryptolestes ferrugineus*.

### 1.2.1.5 Οικογένεια Bostrychidae

**Rhyzopertha dominica F. κν. «σκαθάρι του ρυζιού».** (Εικ.10). Είναι το πολυπληθέστερο έντομο αποθηκών σε αποθηκευμένο ρύζι και σιτάρι στην Ελλάδα. Προσβάλλει επίσης κριθάρι, αραβόσιτο, μπισκότα και άλλα προϊόντα αλεύρου.

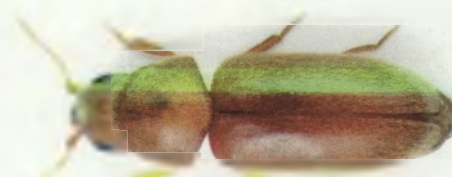


Εικ. 10 Ακμαίο *Rhyzopertha dominica*.

### 1.2.1.6 Οικογένεια Anobiidae

**Lasioderma serricorne F. κν. «σκαθάρι ή ψείρα του ξηρού καπνού».** (Εικ.11)

Είναι ο κύριος εχθρός του αποθηκευμένου καπνού. Έχει τεράστια ποικιλία τροφικών προτιμήσεων όπως τσιγάρα, πούρα, κακάο, σοκολάτα, μπαχαρικά, ζυμαρικά, αρωματικά φυτά, έντομα και φυτά σε συλλογές, ξηρές οπώρες, ελαιώδεις σπόρους και πλακούντες, χαρούπια, όσπρια, αυτοφυή φυτά στην ύπαιθρο κ.α.



Εικ. 11 Ακμαίο *Lasioderma serricorne*.

### 1.2.1.7 Οικογένεια Nitidulidae

**Carophilus hemipterus L. κν. «σκαθάρι των ξηρών φρούτων»** (Εικ 12). Στις αποθήκες προσβάλλει κυρίως σύκα και αποξηραμένα βερίκοκα, χουρμάδες, σταφίδες, μπανάνες κ.α. Έχει βρεθεί και σε



Εικ. 12 Ακμαίο *Carophilus hemipterus*

ξηρούς καρπούς, άλευρα, κακάο, τρούφα, σπόρους σιτηρών, αμυλώδη βιομηχανικά προϊόντα κ.α.



## 1.2.1.8 Οικογένεια Bruchidae

***Acanthoscelides obtectus* (Say) κν. «Βρούχος των φασολιών» (Εικ 13).**

Προσβάλλει κυρίως φασόλια όλων των ποικιλιών αλλά και σόγια.

Ανάλογες προσβολές σε όσπρια προκαλούν τα συγγενή είδη:

- *Bruchus pisorum* (L.) κοινώς Βρούχος των μπιζελιών(Εικ 14).
- *Bruchus rufimanus* (Boheman) κοινώς Βρούχος των κουκιών (Εικ 15).
- *Bruchus lentis* (Frolich) κοινώς Βρούχος της φακής(Εικ 16).



Εικ. 13 Ακμαίο *Acanthoscelides obtectus*.



Εικ. 14 Ακμαίο *Bruchus pisorum*.



Εικ. 15 Ακμαίο *Bruchus rufimanus*.



Εικ. 16 Ακμαίο *Bruchus lentis*.

### 1.2.1.9 Οικογένεια Dermestidae

***Anthrenus museorum* (L.) και *Anthrenus verbasci* (L.)** κν. «σκαθάρια των μουσείων» (Εικ 17-18).

Οι προνόμφες προσβάλουν συνήθως ζωικές ύλες, νεκρά έντομα, και ζώα σε συλλογές και μουσεία αλλά και μάλλινα, τάπητες, βαμβακερά, δέρμα, και γουναρικά



Εικ. 18 - 17 Ακμαία *Anthrenus museorum* και *Anthrenus verbasci* αντιστοιχώς

***Trogoderma granarium* Everts** κν. «Τρωγόδεσμα των σπόρων» (Εικ 29).

Αντίθετα με τα υπόλοιπα Dermestidae, τρέφεται αποκλειστικώς με φυτικές ύλες και είναι καταστρεπτικό στα αποθηκευμένα σιτηρά. Επίσης προσβάλλει ελαιώδεις σπόρους και πλακούντες. Αποτελεί «Έντομο καραντίνας» σε πολλές χώρες και στην Ελλάδα.



Εικ. 19 Ακμαίο *Trogoderma granarium*.

## 1.2.2 ΤΑΞΗ LEPIDOPTERA

### 1.2.2.1 Οικογένεια Pyralidae

***Erphestia kuehniella* Zeller** κν. «Μεσογειακό σκουλήκι των αλεύρων» (Εικ. 20 ).

Προσβάλλει άλευρα και σπόρους σιτηρών, όσπρια, ξηρούς καρπούς, πίτυρα, γύρη στις κυψέλες των μελισσών κ.α.



Εικ. 20 Ακμαία και προνόμφη *Erphestia kuehniella*

***Ephestia cautella* Walker** κν. «σκουλήκι των σύκων, σταφίδας» (Εικ. 21). Προσβάλλει κυρίως μισοξηραμένα και ξερά σύκα, άλλα και πολλά άλλα ξηρά φρούτα και καρπούς (σταφίδες, δαμάσκηνα, βερίκοκα, χουρμάδες, φιστίκια, αμύγδαλα) ενώ προσβάλλει λιγότερο το αλεύρι, τα πίτυρα, τα μπισκότα, τη σοκολάτα και τις ζωοτροφές.



Εικ. 21 Ακμαίο και προνύμφη *Ephestia cautella*.

***Ephestia elutella* Hübner** κν. «σκουλήκι του καπνού ή του κακάο» (Εικ. 22). Εκτός από καπνά πλούσια σε σάκχαρα και πτωχά σε νικοτίνη, προσβάλλει και κακάο, σοκολάτα, αλεύρι, ζυμαρικά, σπόρους σιτηρών και οπώρες, αφυδατωμένα λαχανικά, πλακούντες κ.α.



Εικ. 22 Ακμαίο και προνύμφη *Ephestia elutella*.

***Plodia interpunctella* Hübner** κν. «Κοινό σκουλήκι αποθηκών» (Εικ. 23). Είναι έντομο πολυφάγο. Εκτός από διάφορα είδη σπόρων και τα προϊόντα τους, προσβάλλει όλα σχεδόν τα είδη ξηρών σπόρων και οπωρών, αποξηραμένες φυτικές και ζωικές ουσίες (βοτανικές και ζωολογικές συλλογές), σκόνη γάλακτος, σοκολάτα, γύρη στις κυψέλες των μελισσών κ.α.



Εικ. 23 Ακμαίο *Plodia interpunctella*.

***Pyralis farinalis* (L.)** κν. «σκουλήκι των αλεύρων» (Εικ. 24). Προσβάλλει κυρίως άλευρα και σπόρους σιτηρών αλλά και διάφορα άλλα φυτικά υλικά και αλλοιωμένα προϊόντα.



Εικ. 24 Ακμαίο *Pyralis farinalis*.

**Corcyra cephalonica** Stainton κν. «σκουλήκι του ρυζιού» (Εικ. 25). Στην Ελλάδα έχει προκαλέσει σοβαρές ζημιές σε μαύρη κορινθιακή σταφίδα και σουλτανίνα, αχρηστεύοντας το αποθηκευμένο προϊόν ενώ διεθνώς αναφέρεται ως εχθρός των σπόρων και αλεύρων ρυζιού καθώς και αλεύρων άλλων σιτηρών (σίτου, αραβοσίτου).



Εικ. 25 Ακμαίο και προνύμφη *Corcyra cephalonica*

### 1.2.2.2 Οικογένεια Tineidae

**Tinea granella** L. κν. «Τίναε των σπόρων» (Εικ.26).

Εκτός από τους σπόρους σιτηρών είναι δυνατόν να προσβάλλει και σπόρους ψυχανθών, άλευρα, ξηρές οπώρες, ξηρούς καρπούς, τρόφιμα και ζωοτροφές. Σε περιπτώσεις μεγαλύτερης προσβολής, η επιφάνεια των σωρών των σπόρων καλύπτεται από ιστούς μεταξίνων νημάτων και αποτελεί χαρακτηριστικό της προσβολής από το έντομο. Τα προσβεβλημένα προϊόντα, παίρνουν δυσάρεστη οσμή και γεύση.



Εικ. 26 Ακμαίο *Tinea granella*.

### 1.2.2.3 Οικογένεια Gelechidae

**Sitotroga cerealella** (Oliver) κν. «Σιτότρωγα» (Εικ 27).

Είναι σοβαρός εχθρός των σπόρων όλων των καλλιεργουμένων σιτηρών αλλά και μερικών αυτοφυών αγρωστωδών. Δεν δημιουργούνται νήματα στην επιφάνεια των προϊόντων αλλά εκτός από τις απώλειες σε βάρος και σε βλαστικότητα οι σπόροι αποκτούν δυσάρεστη οσμή και γεύση ενώ το κριθάρι γίνεται και ακατάλληλο για ζυθοποίηση.



Εικ. 27 Ακμαίο *Sitotroga cerealella*.

### **1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος της προσβολής των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων.**

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος μιας εντομολογικής προσβολής ενός προϊόντος που βρίσκεται στη φάση της επεξεργασίας ή της αποθήκευσης είναι οι εξής:

#### **1.3.1 Η υγειονομική κατάσταση του προϊόντος πριν από την επεξεργασία ή την αποθήκευση.**

Τα προϊόντα, εάν είναι ήδη προσβεβλημένα από τον αγρό, τότε θα αποτελέσουν μέσα στην αποθήκη εστίες μόλυνσεως για τα προϊόντα τα οποία δεν είναι προσβεβλημένα, οπότε το μέγεθος της προσβολής θα αυξηθεί μέσα στην αποθήκη.

#### **1.3.2 Οι συνθήκες περιβάλλοντος που επικρατούν μέσα στους αποθηκευτικούς χώρους.**

Οι παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στο μέγεθος μιας προσβολής είναι η θερμοκρασία που επικρατεί στον αποθηκευτικό χώρο και η υγρασία τόσο του περιβάλλοντος χώρου όσο και του προϊόντος που είναι αποθηκευμένο σε αυτόν. Οι δύο αυτοί παράγοντες μπορεί να παίξουν καθοριστικό ρόλο:

- Στη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του εντόμου με αντίστοιχη αύξηση ή μείωση του αριθμού των γενεών.
- Στη διάπαυση του εντόμου.
- Στη γονιμότητά του.
- Στην εν γένει δραστηριότητά του.

#### **1.3.3 Η ικανότητα πτήσεως των εντόμων.**

Τα έντομα που έχουν την ικανότητα να ίπτανται σε μακρινές αποστάσεις, μπορούν να προσβάλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα που απέχουν μεταξύ τους ικανή απόσταση, όπως επίσης μπορούν να μολύνουν σε μικρό χρονικό διάστημα ήδη απεντομοθέντα προϊόντα.

### **1.3.4 Η συμπεριφορά των εντόμων.**

Πολλές φορές μπορεί να παίζει καθοριστικό ρόλο στο μέγεθος της προσβολής ενός αποθηκευμένου προϊόντος. Για παράδειγμα, ορισμένα έντομα προσβάλλουν αποκλειστικώς σπασμένους σπόρους ή σπόρους που είναι ήδη προσβεβλημένοι από άλλα έντομα και αποβαίνουν επιζήμια μόνο όταν πληρούνται οι παραπάνω προϋποθέσεις. Επίσης, αρκετά έντομα κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου τους προσβάλλουν περισσότερους από έναν καρπούς και κατ' επέκταση οι ζημιές που προκαλούν είναι μεγαλύτερες σε σχέση με των εντόμων που συμπληρώνουν την ανάπτυξή τους μόνο σε έναν καρπό.

### **1.3.5 Η καταλληλότητα και η προστασία των αποθηκευτικών χώρων.**

Οι χώροι αυτοί θα πρέπει να είναι ορθώς σχεδιασμένοι ώστε να μην επιτρέπουν την εύκολη προσπέλαση εντομολογικών ή άλλων εχθρών. Αυτό επιτυγχάνεται με θύρες που κλείνουν λίαν καλώς, με ψιλή σήτα στα παράθυρα, με τη μη ύπαρξη ανοιγμάτων ή ρωγμών στους τοίχους και στις οροφές, με δάπεδα που μπορούν να καθαριστούν με ευκολία και δεν θα αποτελούν καταφύγια εντόμων και με τη χρήση εντομοτοξικών ή άλλων ουσιών στους τοίχους και στα δάπεδα. Τέλος, οι εγκαταστάσεις κλιματισμού, κεντρικής θερμάνσεως και αποχετεύσεως θα πρέπει να προσφέρουν εύκολη προσπέλαση για εύκολο καθαρισμό και εφαρμογή εντομοκτόνων ουσιών. Εάν πληρούνται όλα τα παραπάνω, τότε οι πιθανότητες εγκαταστάσεως και εξαπλώσεως ενός επιζημίου αρθροπόδου μειώνονται σε μεγάλο ποσοστό.

## **1.4 Μέτρα που λαμβάνονται για την πρόληψη και την αντιμετώπιση των προσβολών στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή αποθηκεύσεως των προϊόντων.**

### **1.4.1 Χωροταξική μελέτη της αποθήκης.**

Θα πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την εκλογή του χώρου που πρόκειται να φιλοξενήσει τα προς αποθήκευση προϊόντα. Χώροι οι οποίοι γειτονεύουν με πιθανές άλλες εστίες μόλυνσεως (π.χ. άλλα εργοστάσια επεξεργασίας φυτικών προϊόντων, αποθήκες,

χωματερές κ.λ.π.), εμφανίζουν τις περισσότερες πιθανότητες να μολυνθούν από διάφορα αρθρόποδα και μικροοργανισμούς.

#### **1.4.2 Σχολαστική καθαριότητα των χώρων.**

Ο συχνός καθαρισμός των χώρων όπου παράγονται, επεξεργάζονται ή αποθηκεύονται τα προϊόντα και η απομάκρυνση άχρηστων υπολειμμάτων επεξεργασίας, συμβάλλει σημαντικώς ώστε να αποτρέπεται η εγκατάσταση και ο πολλαπλασιασμός των ανεπιθύμητων αρθροπόδων. Ο καθαρισμός του χώρου καλό είναι να επιτυγχάνεται με την χρήση ηλεκτρικής σκούπας μεγάλης ισχύος. Με τον τρόπο αυτό απομακρύνονται εκτός από τα απορρίμματα και τα προσφάτως εγκατεστημένα επιβλαβή αρθρόποδα. Στους χώρους των εγκαταστάσεων όπου ο συχνός καθαρισμός δεν είναι εφικτός, θα πρέπει να εφαρμόζονται τοπικώς εντομοτοξικές ουσίες με την βοήθεια ειδικών φορητών συσκευών (spot fumigation).

#### **1.4.3 Αποφυγή εισόδου εντόμων στις εγκαταστάσεις.**

Είναι το πιο βασικό μέτρο και πρέπει να τηρείται οπωσδήποτε ώστε να μην εισάγεται στους αποθηκευτικούς χώρους προϊόν που έχει προσβληθεί ή έχει απεντομωθεί προχείρως. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να πραγματοποιείται σχολαστικός και λεπτομερής έλεγχος σε τακτικά χρονικά διαστήματα και να μην περιλαμβάνει μόνον το προϊόν, αλλά και τα υλικά συσκευασίας του.

#### **1.4.4 Ύπαρξη λεπτομερούς προγράμματος ελέγχου για έγκαιρη επισήμανση τυχόν προσβολής.**

Σε μία σωστά σχεδιασμένη σύγχρονη μονάδα, θα πρέπει παράλληλα με τα μέτρα που λαμβάνονται, να τηρούνται και τα παρακάτω:

Ύπαρξη καταλόγου «ευαίσθητων» περιοχών ή σημείων της εγκαταστάσεως που πιθανολογείται ότι μπορούν να αποτελέσουν εστίες ή καταφύγια εντόμων.

Χρησιμοποίηση διαφόρων τύπων παγίδων κατάλληλων για κάθε περίπτωση, για έγκαιρη διαπίστωση τυχόν υπάρξεως εντόμων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### **Μέθοδοι αντιμετώπισης των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων**

#### **2.1 Εισαγωγή**

Είναι γεγονός ότι οι απώλειες που προκαλούνται κατά την αποθήκευση του συγκομισμένου και πολλές φορές ετοιμού για κατανάλωση προϊόντος είναι ανεπανόρθωτες. Εάν παρ' όλα τα προληπτικά μέτρα που έχουν ληφθεί στο αποθηκευμένο προϊόν ανιχνευθούν προσβολές τότε θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την άμεση καταπολέμηση των εχθρών.

Οι μέθοδοι αντιμετώπισης, διακρίνονται στις εξής :

- Χημικές
- Μηχανικές
- Φυσικές
- Βιοτεχνολογικές
- Βιολογικές

#### **2.2 Χημικές μέθοδοι**

Με τις χημικές μεθόδους αντιμετώπισης αποσκοπείται ο ευθύς έλεγχος των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είτε πριν είτε μετά την εισαγωγή του προϊόντος στην αποθήκη. Τα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται είναι είτε τα κοινά εντομοκτόνα είτε τα καπνογόνα.

##### **2.2.1 Απεντομώσεις χώρων με τη χρήση χημικών εντομοκτόνων**

Τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται κυρίως στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι οργανοφωσφωρικά, πυρεθρινοειδή και



καρβαμιδικά και χρησιμοποιούνται για απεντομώσεις χώρων κυρίως με ψεκασμό και λιγότερο με επίπαση. Το ψεκαστικό υγρό μπορεί να εφαρμόζεται με ψεκαστήρες πλάτης, όταν πρόκειται για μικρούς χώρους ή με ψεκαστήρες υψηλής πίεσεως και υψηλού όγκου (HV) όταν πρόκειται για μεγάλης εκτάσεως χώρους. Οι σταγόνες μεγέθους 300-400 μ. που παράγονται από τους ψεκαστήρες HV, μπορεί μεν να δημιουργούν ένα καλό νέφος, κατακάθονται όμως γρήγορα και δημιουργούν πολλές φορές ελαιώδεις ανεπιθύμητους λεκέδες. Για τον λόγο αυτό, οι ψεκασμοί επιδιώκεται να γίνονται με ψεκαστήρες υπερμικρού όγκου (ULV) όπου το μέγεθος των σταγονιδίων κυμαίνεται από 1-30 μ. Ομιχλώδη νεφελώματα από σταγονίδια εντομοκτόνου μπορούν να παραχθούν και με ειδικές φορητές συσκευές (chemical fog applicators).

Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι επιτυγχάνεται κατεύθυνση του ψεκαστικού υγρού σε δύσκολα μέρη, όπως για παράδειγμα στο εσωτερικό των μηχανημάτων. Οι ίδιες συσκευές χρησιμοποιούνται επίσης για μυοκτονίες ή ακόμη για την καταπολέμηση εντόμων θερμοκηπίου (αλευρώδεις, λυριόμυζες, θρίπες). Επίσης τοπική και περιορισμένη χρήση εντομοκτόνων σε σημεία που αποτελούν καταφύγια εντόμων ή σε σημεία που παρατηρούνται υψηλοί πληθυσμοί, επιτυγχάνεται με φορητά ψεκαστικά μηχανήματα (spot fumigation ή spot treatment)

Για την επιλογή του καταλλήλου εντομοκτόνου θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν πολλές παράμετροι, όπως: το είδος του εντόμου που πρόκειται να καταπολεμηθεί, η διάρκεια προστασίας, η δόση και τα υπολείμματα που αφήνει το εντομοκτόνο στα προϊόντα, το είδος του προϊόντος που είναι αποθηκευμένο ή που πρόκειται να αποθηκευθεί, ο χρόνος επαναχρησιμοποίησεως του χώρου από τους εργαζόμενους και τα τυχόν παρασκευαζόμενα στον χώρο προϊόντα.

Στις Η.Π.Α. οι ουσίες εκείνες που είναι επιτρεπτό να χρησιμοποιηθούν σε εγκαταστάσεις όπου παράγονται ή μεταποιούνται τρόφιμα, είναι πολύ λίγες. Η καταπολέμηση ανεπιθύμητων εντόμων σε τέτοιους χώρους γίνεται κυρίως με τη χρήση πυρεθρινοειδών (π.χ. resmethrin) και ιδίως με πυρεθρίνες που είναι εγκλεισμένες σε μικροκάψουλες και απελευθερώνουν την εντομοκτόνο ουσία με αργό ρυθμό και για μακρό χρονικό διάστημα.

## 2.2.2 Καπνογόνα

Τα καπνογόνα είναι χημικές ενώσεις οι οποίες επενεργούν τοξικώς με τους ατμούς τους στους εχθρούς που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα, διάφορα υλικά ή και τις καλλιέργειες. Η μεταχείριση και χρήση των καπνογόνων θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, τηρώντας αυστηρώς τις οδηγίες χρήσεως και από εξειδικευμένο προσωπικό στο οποίο θα διατίθενται όλα τα απαραίτητα μέσα για την ασφάλειά του. Το μεγάλο πλεονέκτημά τους είναι ότι εξαπλώνονται πολύ γρήγορα και διεισδύουν σε θέσεις και χώρους όπου άλλοι τρόποι αντιμετώπισεως είναι πρακτικώς αδύνατον να εφαρμοστούν.



Εικ. 28 Φιάλες  $\text{CH}_3\text{Br}$

Τα κυριότερα καπνογόνα που χρησιμοποιούνται σήμερα στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι το βρωμιούχο μεθύλιο ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) (Εικ.28), και η φωσφίνη ( $\text{PH}_3$ ). Και τα δύο καπνογόνα είναι πολύ ισχυρά δηλητήρια τόσο για τα έντομα όσο και για τα θηλαστικά, για αυτό η εφαρμογή τους πρέπει να γίνεται προληπτικώς, πριν την εισαγωγή του προϊόντος στην αποθήκη.

Ο τρόπος εφαρμογής αλλά και το αποτέλεσμα του καπνισμού, εξαρτάται από τις φυσικές ιδιότητες του χρησιμοποιούμενου καπνογόνου. Οι κυριότερες από αυτές είναι:

### 2.2.2.1 Σημείο ζέσεως

Καπνογόνες ουσίες οι οποίες έχουν υψηλό σημείο ζέσεως, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και χρειάζεται προθέρμανση του αποθηκευτικού χώρου για να αποκτήσουν αξιόλογη τάση ατμών.

### 2.2.2.2 Πτητικότητα - Τάση ατμών

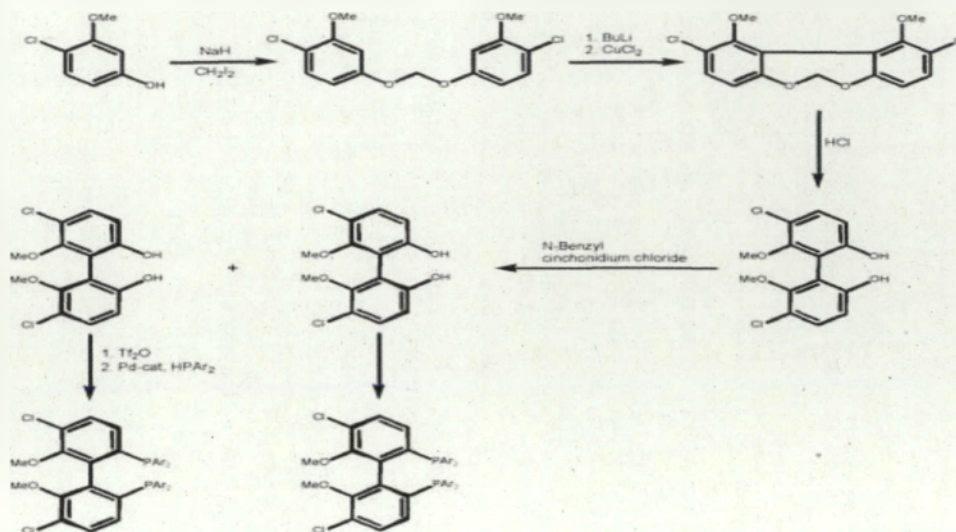
Η τάση ατμών ενός καπνογόνου στις συνήθεις συνθήκες θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, καθορίζει τον τρόπο συσκευασίας αλλά και εφαρμογής του στην απεντόμωση. Καπνογόνες ουσίες που χαρακτηρίζονται από υψηλή τάση ατμών και βρίσκονται σε αέρια κατάσταση στις συνήθεις συνθήκες θερμοκρασίας με αυτές των καπνισμών, εισάγονται απ' ευθείας με τα ειδικά δοχεία συσκευασίας τους (οβίδες) ή μέσω συστήματος σωληνώσεων. Αντιθέτως, καπνογόνες ουσίες με χαμηλή τάση ατμών, οι οποίες βρίσκονται σε υγρή κατάσταση στις συνήθεις θερμοκρασίες, συσκευάζονται σε αεροστεγή δοχεία

### 2.2.2.3 Ειδικό βάρος

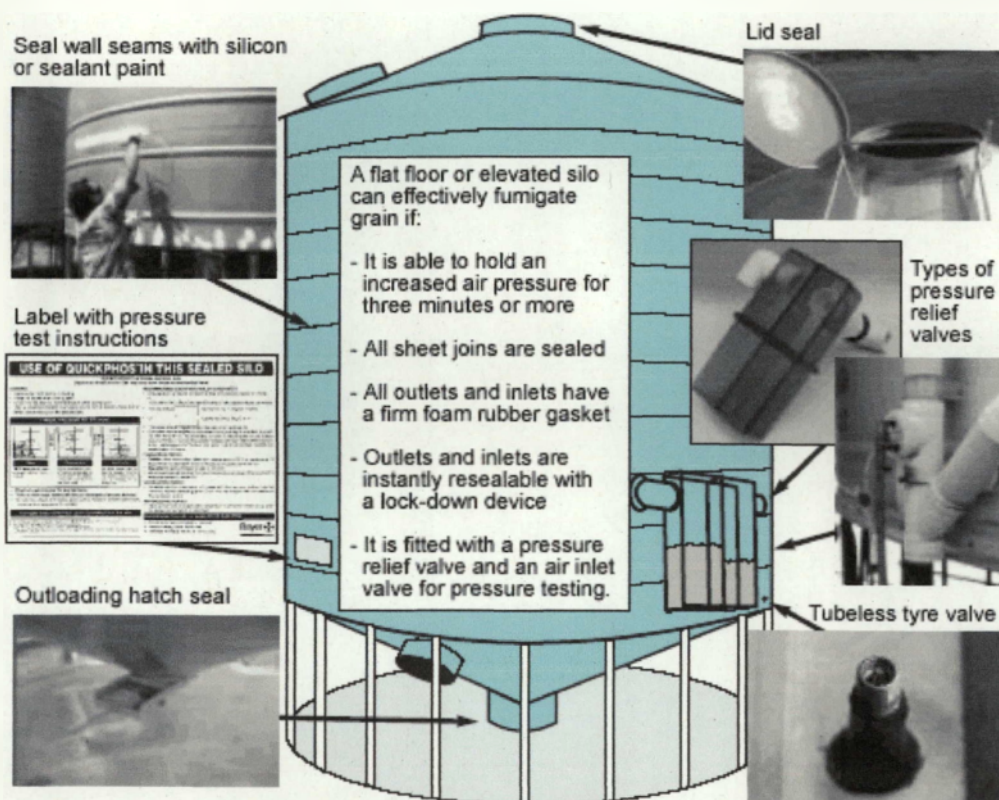
Το ειδικό βάρος των τοξικών ατμών του καπνογόνου καθορίζει την ομοιόμορφη συγκέντρωσή τους στο χώρο, όπως επίσης και τον τρόπο εισαγωγής της καπνογόνου ουσίας εντός του χώρου.

### 2.2.2.4 Αναφλεξιμότητα -Εκρηκτικότητα

Εκδηλώνονται κατά την οξείδωση (καύση) του μίγματος των ατμών του καπνογόνου και του αέρα, υπό την προϋπόθεση ότι η οξείδωση θα γίνει ταχύτατα και δεν θα λάβει χώρα ομαλή εξίσωση των δημιουργηθέντων πιέσεων και θερμοκρασιών με αυτές του εξωτερικού περιβάλλοντος. Ελεύθεροι κινδύνων αναφλέξεως ή εκρήξεως, θεωρούνται οι καπνογόνοι ατμοί, οι οποίοι σε ανάμιξη με τον αέρα και σε 50 °C δεν μεταδίδουν την φλόγα σε περίπτωση που εμφανιστεί σπινθήρας.



Εικ 29 Χημικός τύπος της φωσφίνης.



Concrete foundations built to manufacturers specification are essential to maintain stability of sealed silos.

Εικ. 30 Σχηματική παράσταση ορθού σχεδιασμού των σιλό αποθηκείσεως.



Εικ. 31 Φωσφίνη 1.χάπια φωσφίνης 2.τοποθέτηση χαπιών φωσφίνης σε χύμα σπόρους με την βοήθεια σόντας 3.Τοποθέτηση χαπιών κάτω από ντάνες 4.Σακίδια ή φάκελοι φωσφίνης 5.Τοποθέτηση «φακέλων φωσφίνης» σε χύμα σπόρους 6.Τοποθέτηση φακέλων σε ντάνες 7.εφαρμογή φωσφίνης στις ταινίες μεταφοράς χύμα σπόρων. 8,9.Εφαρμογή της φωσφίνης για την καταπολέμηση αρουραίων στους αγρούς 10.Συσκευασία τύπου «κουβέρτας» 11,12,13.Χρησιμοποίηση «κουβερτών» σε ντανισμένα ή χύδη προϊόντα 14.Μάσκα και φίλτρο για την προστασία των εφαρμογών 15.Ανιχνευτές φωσφίνης τύπου λεπτού σωλήνος (Πηγή: Detia GmbH)

### **2.2.2.5 Προσροφητικότητα ατμών**

Προσρόφηση ατμών του καπνογόνου από τις στερεές επιφάνειες του χώρου και των προϊόντων που υπάρχουν μέσα σε αυτόν, καθώς και διαφυγή ατμών προς τα έξω, μειώνουν την αποτελεσματικότητα της επεμβάσεως.

### **2.2.2.6 Διαλυτότητα**

Η διαλυτότητα του καπνογόνου από το ύδωρ και τις λιπαρές ουσίες, καθορίζει το ποσοστό του που συγκρατείται από τα διάφορα προϊόντα.

### **2.2.2.7 Εντομοτοξική ενέργεια**

Η διείσδυση των καπνογόνων ατμών εντός του σώματος των εντόμων γίνεται κυρίως μέσω της αναπνοής. Συνεπώς, οποιοσδήποτε παράγοντας που επιδρά στο άνοιγμα ή στο κλείσιμο των αναπνευστικών πόρων, όπως και των αναπνευστικών κινήσεων, θεωρητικώς επιδρά και στην αποτελεσματικότητα του καπνογόνου.

## **2.2.3 Άμεσες και έμμεσες συνέπειες των χημικών εντομοκτόνων**

Το αυξανόμενο κόστος για την έρευνα, ανάπτυξη και νομική καταχώρηση των συμβατικών εντομοκτόνων στις ανεπτυγμένες χώρες περιορίζει την διάθεση στην αγορά νέων εντομοκτόνων διάφορων συνθέσεων, για όλες τις γεωργικές χρήσεις. Η διαδικασία της νομικής καταχώρησης γεωργικού εντομοκτόνου μπορεί να διαρκέσει 8-10 χρόνια και να κοστίσει 40-80 χιλιάδες δολάρια (Arthur 1996). Επίσης κάθε χημικό εντομοκτόνο που έχει καταγραφεί και καταχωρηθεί πριν το 1986 (όπως το malathion) πρέπει να καταχωρηθεί ξανά κάτω από την ίδια διαδικασία. Αυτό το κόστος καταχώρησης είναι απαγορευτικό για πολλά γεωργικά συστήματα, γιατί κάθε προϊόν το οποίο καταχωρείται ή πρέπει να

ξανάκαταχωρηθεί είναι αναγκαίο να επιφέρει εντυπωσιακού όγκου ετήσιες πωλήσεις για να καλύψει το συγκεκριμένο κόστος. (Arthur 1996).

Παρ' ότι υπάρχουν φανερά οφέλη προερχόμενα από τα γεωργικά εντομοκτόνα συμπεριλαμβανομένων και αυτών που χρησιμοποιούνται προληπτικώς, υπάρχουν και έμμεσες συνέπειες που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν. Οι δηλητηριάσεις από εντομοκτόνα που καταλήγουν σε χρόνιες ασθένειες ή θάνατο είναι σχετικώς σπάνιες, αλλά όταν εμφανίζονται, οι συνέπειες μπορεί να είναι σημαντικές. Μακροχρόνια έκθεση σε οργανοφωσφορικά υπολείμματα μπορεί να προκαλέσει νευρολογικά προβλήματα.(Arthur 1996).

Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας των εντόμων αποθηκών που αναπτύσσονται στα ακατέργαστα γεωργικά προϊόντα οδηγεί στο συμπέρασμα ότι χρειάζονται επιπρόσθετα μέτρα για τον έλεγχο τους ή αντικατάσταση των χημικών με εναλλακτικές μεθόδους προστασίας, που θα μειώσουν τις παραπάνω συνέπειες. Πολλές χώρες αναπτύσσουν προγράμματα και σχέδια δράσεως έτσι ώστε να μειωθεί η χρήση των χημικών εντομοκτόνων μέχρι και 50% (Arthur 1996)

### **2.3 Βιοτεχνολογικές μέθοδοι**

Οι βιοτεχνολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων περιλαμβάνουν την χρήση παγίδων, φερομονών ή και τον συνδυασμό τους, τους ρυθμιστές αναπτύξεως και την χρήση αιθερίων ελαίων.

#### **2.3.1 Χρήση παγίδων και φερομονών.**

##### **2.3.1.1 Παγίδες**

Ο ρόλος της χρήσεως των παγίδων στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι πολύ σημαντικός καθώς οι παγίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για την παρακολούθηση των πληθυσμών των εντόμων όσο και για την καταπολέμησή τους. Πάντως, η κύρια χρήση των παγίδων στους αποθηκευτικούς χώρους, αποσκοπεί στην παρακολούθηση και λιγότερο στον απ' ευθείας έλεγχο των

εντόμων. Σε γενικές γραμμές οι παγίδες ανιχνεύουν τους πληθυσμούς των εντόμων σε χρονικό διάστημα πολύ πιο σύντομο από το αντίστοιχο που χρειάζεται μια απλή δειγματοληψία, ευνοώντας με τον τρόπο αυτό μια πρωιμότερη κατάστρωση σχεδίου αντιμετώπισης των εντομολογικών προσβολών.

Οι παγίδες διαφέρουν αναλόγως του μέσου παγιδεύσεως ή θανατώσεως. Το μέσον αυτό μπορεί να είναι κάποια κολλητική ουσία π.χ. κολλητικές παγίδες (Εικ. 35), ένα εντομοκτόνο, κάποιος αποθηκευτικός χώρος από τον οποίο δεν μπορούν να ξεφύγουν τα έντομα π.χ. παγίδες τύπου σόντας, ή ηλεκτρική αντίσταση όπως συμβαίνει με τις ηλεκτρικές παγίδες. Επίσης μπορούν να διαφέρουν και όσον αφορά στο υλικό από το οποίο έχουν κατασκευαστεί (χαρτί, πλαστικό, μέταλλο) ή το σχήμα τους (μορφή δέλτα (Εικ 32), κυματοειδούς χάρτου (Εικ. 37).

Αναλόγως με το εάν αναρτώνται ή όχι, οι παγίδες διακρίνονται σε εναέριες και επιφανειακές. Οι εναέριες παγίδες που αναρτώνται στους αποθηκευτικούς χώρους, χρησιμοποιούνται κυρίως για τις ιπτάμενες μορφές εντόμων ή για ιπτάμενα έντομα και μπορούν να είναι είτε κολλητικές (Εικ. 35), είτε να παγιδεύουν και να θανατώνουν τα έντομα σε ειδικούς αποθηκευτικούς χώρους που διαθέτουν για τον σκοπό αυτό. Οι επιφανειακές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για βαδίζοντα αλλά και για ιπτάμενα έντομα. Οι μη κολλητικές παγίδες είναι γενικά επαναχρησιμοποιήσιμες σε σχέση με τις κολλητικές, κάτι που αποτελεί και το κυριότερο πλεονέκτημά τους.

Με τις τύπου σόντας παγίδες (Εικ. 37) είναι δυνατή η δειγματοληψία σπόρου σε διάφορα βάθη της μάζας του σιταριού. Με τις παγίδες αυτού του τύπου τα έντομα παγιδεύονται σε ένα διάτρητο μεταλλικό ή πλαστικό καθετήρα που τοποθετείται εντός της μάζας του αποθηκευμένου προϊόντος σε διάφορα βάθη. Τα έντομα έρχονται εντός των οπών και πέφτουν εντός σωλήνα συλλογής. Με τις παγίδες τύπου σόντας παρακολουθείται η διακύμανση των πληθυσμών από πολύ νωρίς, ακόμη και όταν αυτοί είναι πολύ χαμηλοί.

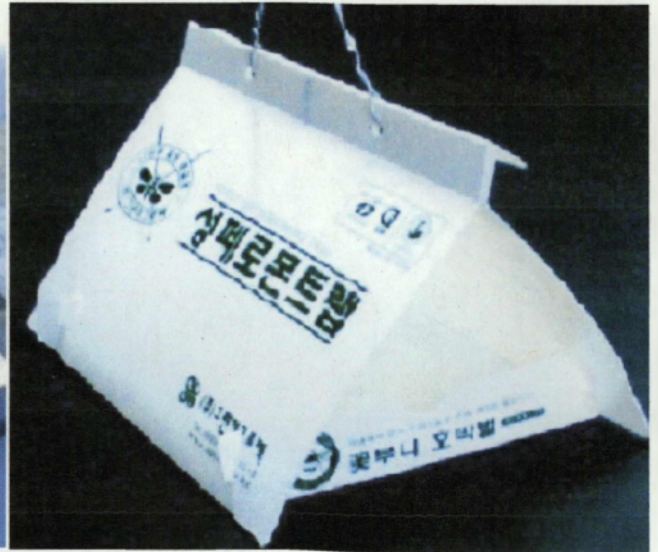
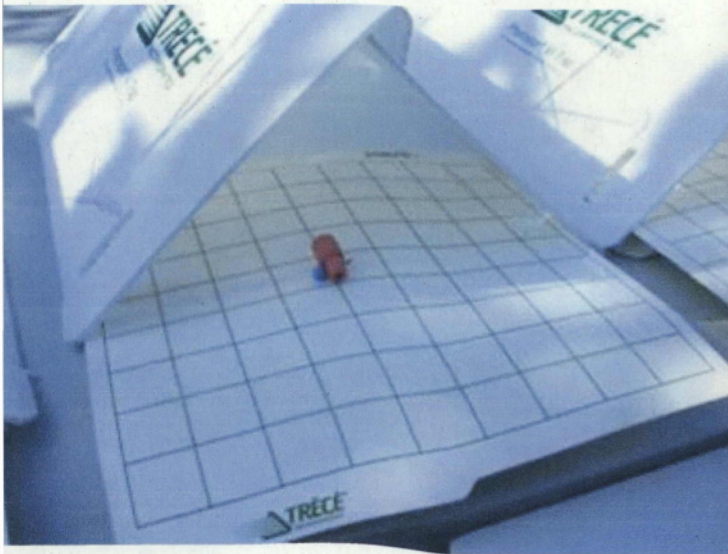
Οι φωτεινές ή ηλεκτρικές παγίδες (Εικ. 36), εκμεταλλεύονται το φαινόμενο του τροπισμού και ειδικώς του φωτοτροπισμού. Τροπισμός είναι ο προσανατολισμός και στην συνέχεια η αντανακλαστική μετατόπιση (θετική ή αρνητική) των οργανισμών υπό την επίδραση κάποιου δεδομένου ερεθίσματος. Όταν το συγκεκριμένο ερέθισμα προέρχεται από το φως τότε γίνεται λόγος για φωτοτροπισμό.

Με τις παγίδες αυτές όσα έντομα παρουσιάζουν το φαινόμενο του θετικού φωτοτροπισμού προσελκύονται και ακολούθως θανατώνονται μέσω ηλεκτροπληξίας. Ευκόλως συμπεραίνεται ότι η χρήση αυτών των παγίδων προϋποθέτει καταπολέμηση

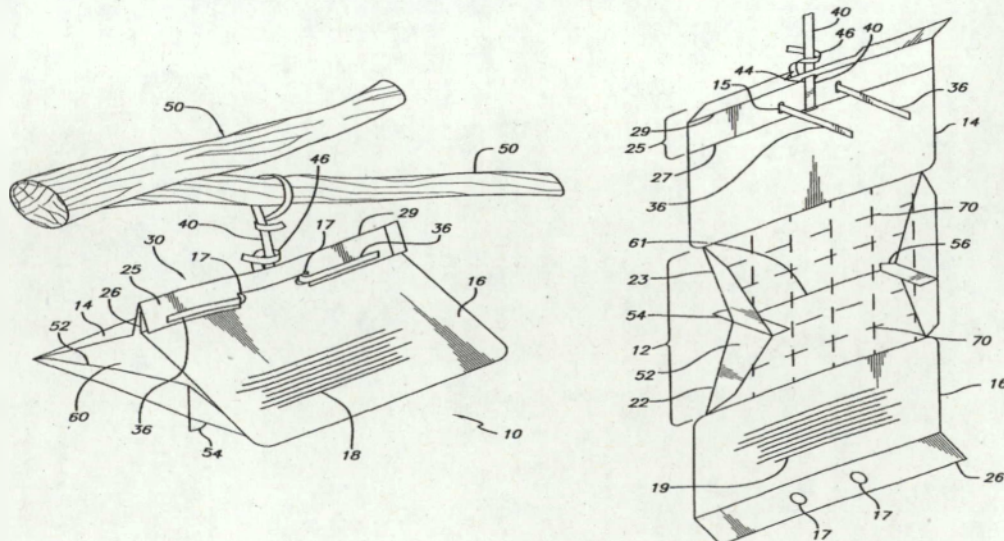


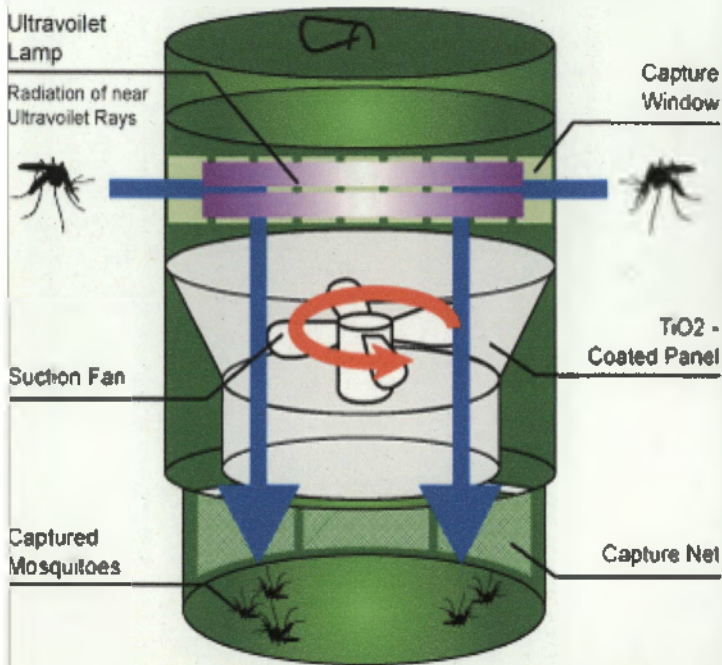
εντόμων με θετικό και όχι με αρνητικό φωτοτροπισμό. Έντομα αποθηκών με αρνητικό φωτοτροπισμό είναι:

1. *O. surinamensis*
2. *Oryzaephilus mercator* (F.) (Coleoptera: Silvanidae)
3. *S. granarius*
4. *T. confusum*
5. *Prostephanus truncatus* (Herbst.) (Coleoptera:Bostrichidae)
6. *T. molitor*
7. *Tenebroides mauritanicus* (L.) (Coleoptera: Trogosididae)
8. *Araecerus fasciculatus* (De Geer.) (Coleoptera: Anthribidae)

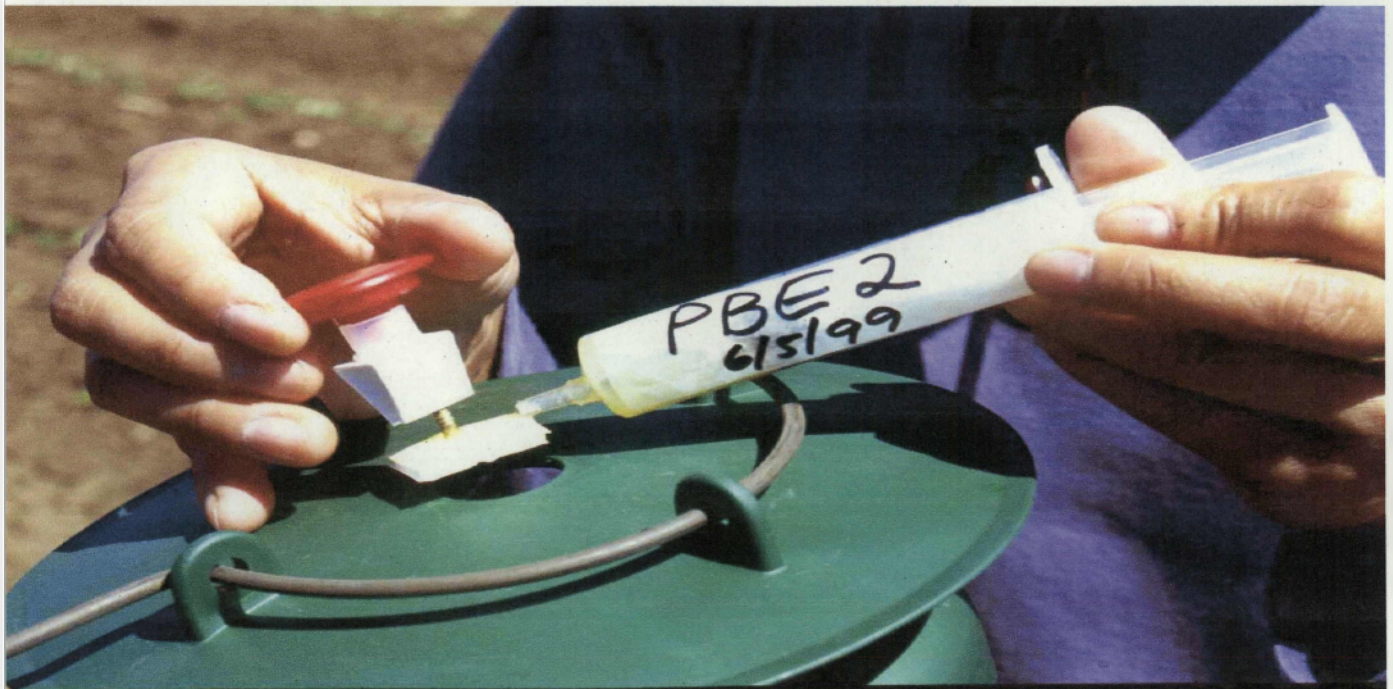


Εικ. 32 Παγίδες τύπου δέλτα.

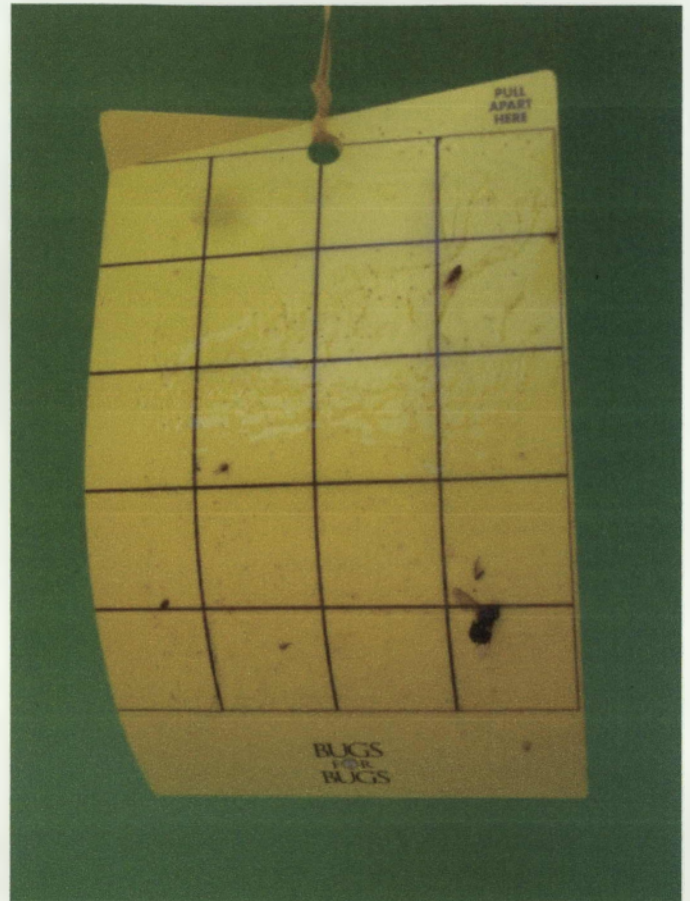
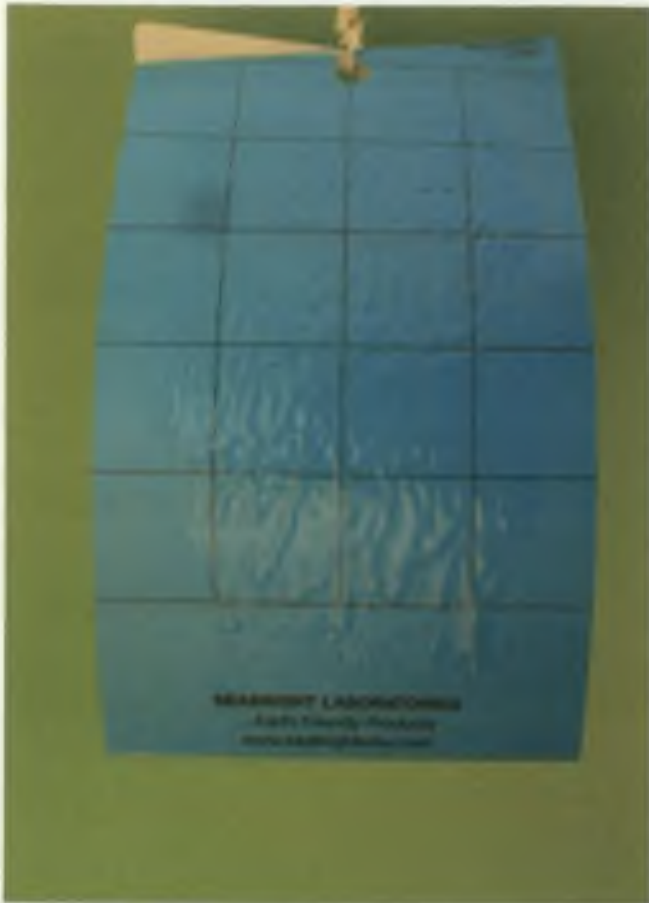




Εικ. 33 Παγίδες τύπου χοάνης.



Εικόνα 34 Εισαγωγή φερομόνης σε παγίδα τύπου χοάνης.



Εικ. 35 Παγίδες κολλητικού τύπου.



Εικ. 36 Φωτεινές παγίδες.



Εικ. 37 Παγίδα τύπου σόντας και τύπου κυματοειδούς χάρτου.

### 2.3.1.2 Φερομόνες

Οι **φερομόνες** είναι πτητικές, χαμηλού μοριακού βάρους, οργανικές ενώσεις. Είναι ορμόνες φύλου που παράγουν συνήθως τα θήλεα άτομα ώστε να ελκύουν τα αρρενα προς σύζευξη. Υπάρχει και μια άλλη κατηγορία φερομονών, οι φερομόνες συναθροίσεως οι οποίες παράγονται από το ένα φύλο, συνήθως το άρρεν και ελκύουν μέλη από τα δύο φύλα είτε για σύζευξη είτε για συνάθροιση στην πηγή τροφής .

Με τη χρήση φερομονικών παγίδων ανιχνεύονται και προσδιορίζονται ταυτόχρονα τα έντομα εχθροί των αποθηκευμένων προϊόντων, ενώ κατ' ευθείαν έλεγχο των πληθυσμών με φερομόνες μπορεί να επιτευχθεί με σκευάσματα που περιέχουν ελκυστικό, που ελκύει και ταυτόχρονα θανατώνει ή αποτρέπει την σύζευξη των εντόμων.

### 2.3.2. Ρυθμιστές αναπτύξεως

Η χρήση των ρυθμιστών αναπτύξεως στηρίχθηκε στην ιδέα της αντιμετώπισης των εντόμων εχθρών με ορμόνες νεότητας που παράγουν τα ίδια τα έντομα. Τα πλεονεκτήματα της χρήσεως ρυθμιστών αναπτύξεως στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των

αποθηκευμένων προϊόντων είναι η εκλεκτική επί των εντόμων δράση τους και η μικρή πιθανότητα αναπτύξεως ανθεκτικότητας, αν και έχουν αναφερθεί ορισμένες περιπτώσεις αναπτύξεως ανθεκτικότητας των εντόμων έναντι των ρυθμιστών αναπτύξεως.

Σήμερα στη λίστα των διαθέσιμων ρυθμιστών αναπτύξεως εκτός από τις ορμόνες νεότητας έχουν προστεθεί οι παρεμποδιστές συνθέσεως χιτίνης και οι ανταγωνιστές εκδύσεως.

Από τις ορμόνες νεότητας, το methoprene είναι πιο αποτελεσματικό επί εντόμων που τρέφονται εξωτερικώς των σπόρων (Mian and Mulla 1982, Smet et al. 1989) η οποία έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως ως εναλλακτική μέθοδος ελέγχου των *O. surinamensis* και *R. dominica* λόγω ανθεκτικότητας που παρουσίασαν το μεν πρώτο στα οργανοφωσφορικά το δε δεύτερο στα πυρεθρινοειδή εντομοκτόνα. Το methoprene μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με ένα ακμαιοκτόνο σκεύασμα για μια πιο αποτελεσματική και μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. Άλλοι αντιπρόσωποι των ορμονών νεότητας είναι το fenoxy carb και το pyriproxifen που χρησιμοποιούνται ως εντομοκτόνα επαφής.

Οι παρεμποδιστές συνθέσεως χιτίνης αν και δεν μιμούνται τις ορμόνες νεότητας εμποδίζουν την ομαλή έκδυση των προνυμφών των εντόμων, παρεμποδίζοντας τον σχηματισμό χιτίνης, με κάποιο μηχανισμό, ο οποίος δεν είναι ακόμη απολύτως γνωστός. Από τους παρεμποδιστές συνθέσεως χιτίνης, το diflubenzuron είναι ένα αποτελεσματικό σκεύασμα εναντίον πολλών εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων.

Γενικώς, οι παρεμποδιστές συνθέσεως χιτίνης δίδουν αυξημένη προστασία παρεμποδίζοντας τον σχηματισμό γενεών με ταυτόχρονη θανάτωση των ατελών σταδίων. Παρά το γεγονός ότι τα εργαστηριακά αποτελέσματα μελετών ήσαν ενθαρρυντικά το μέλλον τους κρίνεται αβέβαιο. Επιπλέον, οι μιμητές ορμονών νεότητας καλόν θα είναι να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλα εντομοκτόνα ή με παρεμποδιστές συνθέσεως χιτίνης, τα οποία δεν θα εξασκούν ή θα εξασκούν ήπια δράση επί των ωφελίμων εντόμων (παρασιτοειδών - αρπακτικών) όταν θα εφαρμόζεται πρόγραμμα ολοκληρωμένης αντιμετώπισεως.

### 2.3.3. Αιθήρια έλαια

Τα κυριότερα συστατικά των αιθερίων ελαίων είναι τα μονοτερπενοειδή τα οποία είναι δευτερεύουσες χημικές ουσίες των φυτών και θεωρείται ότι έχουν μικρή μεταβολική σημασία.

Τα αιθήρια έλαια των *Pogostemon heyneaus*, *Ocimum basilicum*, και *Eucalyptus* sp. έδειξαν εντομοκτόνο δραστηριότητα εναντίων πολλών εχθρών αποθηκευμένων προϊόντων. Επίσης, σε πολλά Coleoptera παρατηρήθηκε τοξική επίδραση των τερπενοειδών δ-λεμονένιο, limalool, terpineal.

Τα αιθήρια έλαια υπόσχονται αρκετά για τον έλεγχο των κυρίων εχθρών εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων, με το να είναι δραστικά καπνογόνα σε χαμηλές συγκεντρώσεις, ελπίζοντας ότι κάποτε θα αντικαταστήσουν τα σημερινά χρησιμοποιούμενα καπνογόνα (Shaaya et al. 1997).

## 2.4 Βιολογικές μέθοδοι

Με τις βιολογικές μεθόδους αντιμετώπισεως ο έλεγχος των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων έχει εστιασθεί στην χρήση φυσικών εχθρών και την ένταξη τους στο οικοσύστημα της αποθήκης. Οι φυσικοί εχθροί διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τα αρπακτικά και τα παρασιτοειδή. 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 έναν μόνον ξενιστή για τη συμπλήρωση της αναπύξεώς του τον οποίον και τελικά θανατώνει (Λυκουρέσης, 1995). Για τη σωστή αλλά και έγκαιρη χρήση των φυσικών εχθρών χρειάζεται καλή γνώση α) της βιολογίας των φυτών από τα οποία θα συγκομιστεί το αποθηκευμένο προϊόν, β) διαφόρων παραμέτρων που συντελούν στην διάρκεια αποθηκεύσεως του συγκομισμένου προϊόντος (π.χ. συντηρισιμότητα, υγρασία προϊόντος και χώρου, θερμοκρασία χώρου κ.α.) γ) του βιολογικού

κύκλου των εχθρών και δ) των ανταγωνιστών των εχθρών (βιολογία, που και πως διαχειμάζουν, κ.α.). Με τις γνώσεις αυτές μπορεί να καταρτιστεί ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αντιμετώπισης των πιθανών εχθρών που ενδέχεται να προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα.

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 αποθηκευμένο περιβάλλον. Εξαρτώμενα από την φυσική οικολογία τους, παρασιτοειδή και αρπακτικά είναι άλλοτε γενικά ή ειδικά. Τα γενικά παρασιτούν ή «αρπάζουν» μια ποικιλία κατηγοριών οι οποίες δεν είναι συγγενείς βιοσυστηματικώς.

Τα αρπακτικά, επειδή σκοτώνουν την λεία τους αμέσως, τα περισσότερα από αυτά είναι γενικά. Δύο καλώς μελετημένα αρπακτικά είναι το *Xylocoris flavipes* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae), το οποίο είναι αρπακτικό ωών και προνυμφών στις περισσότερες κατηγορίες εχθρών αποθηκευμένων προϊόντων και το *Teretriusoma nigrescens* (L.) (Coleoptera: Histeridae) το οποίο είναι αρπακτικό διαφόρων οικογενειών της τάξεως Coleoptera που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα. Τα γενικά παρασιτοειδή προτιμούν ένα συγκεκριμένο στάδιο αναπτύξεως των ειδών που θα παρασιτήσουν. Σπουδαία γενικά παρασιτοειδή τα οποία έχουν μελετηθεί ευρέως στον αγρό αλλά χρησιμοποιούνται και στην προστασία των αποθηκευμένων προϊόντων είναι τα ωοπαρασιτοειδή του γένους *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) και το *Habrobracon* (= *Bracon*) *hebetor* (L.) (Hymenoptera: Braconidae). Το τελευταίο παρασιτεί τα ατελή στάδια σχεδόν όλων των Λεπιδοπτέρων εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων.

Για περισσότερο αποτελεσματικό έλεγχο των εχθρών, θα πρέπει η εφαρμογή του βιολογικού τρόπου αντιμετώπισης να είναι απλή και με όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος τόσο στην χρήση της όσο και στον εξοπλισμό που θα απαιτηθεί. Ένας απλός τρόπος χρησιμοποιήσεως φυσικών εχθρών τόσο σε αποθήκες εμπορίου λιανικής πωλήσεως όσο και σε νοικοκυριά έχει εφαρμοστεί στο Βερολίνο. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή, εντός του αποθηκευτικού χώρου αναρτώνται κάρτες που περιέχουν παρασιτισμένα από Hymenoptera της οικογενείας Trichogrammatidae, ωά Λεπιδοπτέρων εχθρών αποθηκευμένων προϊόντων. Η μέθοδος αυτή έδειξε πολύ καλά αποτελέσματα όσον αφορά στην αντιμετώπιση των Λεπιδοπτέρων εχθρών στους αποθηκευτικούς χώρους όπου εφαρμόστηκε, καθώς και στον έλεγχο του πληθυσμού του *Dermestes maculatus* (De Geer) (Coleoptera: Dermestidae) (Sá-Fisher and Schöller 1994).

Οι ειδικοί «φυσικοί εχθροί» των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι παρασιτοειδή που παρασιτούν λίγες και στενώς συνδεδεμένες κατηγορίες εχθρών. Το *Laelius pedatus* (Say) (Hymenoptera: Bethyridae) είναι ένας ειδικός φυσικός εχθρός που παρασιτεί τις προνύμφες κυρίως των Κολεοπτέρων εντόμων της οικογενείας Dermestidae. Το Υμενόπτερο αυτό κατέχει ορισμένα επιθυμητά χαρακτηριστικά για δυναμικό έλεγχο του *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae) όπως υψηλό αναπαραγωγικό δυναμικό, ευκολία εκτροφής αλλά και εξαπόλυσεως κάτω από τεχνητές συνθήκες (Al-Kirshi et al. 1996).

Ενώ στον αγρό η αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των καλλιεργειών είναι μια πρακτική που είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό με άλλες πρακτικές, έχει δείξει ενθαρρυντικά αποτελέσματα, στις αποθήκες δεν έχει εφαρμοστεί ακόμη παρά μόνον σε πειραματικά στάδια με όχι πάντα ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Είναι πολλοί οι λόγοι που συνηγορούν σε κάτι τέτοιο. Πρώτα από όλα ο βιολογικός έλεγχος απαιτεί μακρύτερες περιόδους για να γίνει αποτελεσματικός. Έτσι το κατώτερο όριο πληθυσμού εχθρών στην αποθήκη, από το οποίο θα πρέπει να αρχίσει η εφαρμογή του βιολογικού ελέγχου, πρέπει να είναι κατά πολύ χαμηλότερο σε σχέση με αυτό που απαιτείται για χημικό έλεγχο. Για παράδειγμα, αν και πολλά ωά ή προνύμφες θανατώνονται από ένα ωοπαρασιτοειδές ή παρασιτοειδές προνυμφών αντιστοίχως, τα υπόλοιπα στάδια των εχθρών, θα συνεχίσουν να υπάρχουν, με αποτέλεσμα να καθυστερεί η μείωση του πληθυσμού, και να χρειάζεται επαναλαμβανομένη εξαπόλυση φυσικών εχθρών. Επίσης, ο βιολογικός έλεγχος θα προτιμηθεί ως κύριο μέτρο αντιμετώπισεως, μόνον όταν είναι αποδεδειγμένως αποτελεσματικός για τους συγκεκριμένους εχθρούς που θέλουμε να αντιμετωπίσουμε και στην περίπτωση όπου το κόστος της ζημιάς ή των απωλειών του προϊόντος υπερβαίνει το κόστος των μέτρων που απαιτούνται για βιολογικό έλεγχο. Οι φυσικοί εχθροί επίσης δεν είναι πάντα ευκόλως διαθέσιμοι στην αγορά ενώ ταυτοχρόνως θεωρείται πολυδάπανη τόσο η εκτροφή τους όσο και η εξαπόλυσή τους.

Οι αυξημένες απαιτήσεις σε χρόνο αλλά και σε κόστος (όπου υπάρχουν), σε συνδυασμό με την όχι πάντα μεγάλη αξιοπιστία των εφαρμογών αυτών θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρώς υπ' όψιν κατά την κατάστρωση ενός σχεδίου αντιμετώπισεως των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί σοβαρώς υπ' όψιν είναι οι απαιτήσεις του καταναλωτικού κοινού και ο βαθμός αποδοχής από τους καταναλωτές ενός προϊόντος το οποίο θα έχει απεντομωθεί με βιολογικές μεθόδους και θα υστερεί έστω και λίγο σε εμφάνιση με το αντίστοιχο προϊόν που θα έχει απεντομωθεί με



χημικές μεθόδους. Οι παραπάνω λόγοι σε συνδυασμό με τις ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις για πιο μικρές συγκεντρώσεις υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα αποθηκευμένα προϊόντα μας ωθεί στο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός βιολογικών, βιοτεχνολογικών και χημικών μεθόδων είναι ο καλύτερος τρόπος για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων.

### 2.5 Εντομοπαθογόνοι μύκητες.

Η χρήση εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών έχει ορισμένα πλεονεκτήματα έναντι της χρήσεως παρασιτοειδών και αρπακτικών όπως: α) τα παθογόνα μπορούν να τοποθετηθούν με τον ίδιο εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για τα εντομοκτόνα, ενώ η εξαπόλυση εντόμων είναι περισσότερο εξειδικευμένη διαδικασία, β) η παρουσία τμημάτων εντόμων στην τροφή δεν είναι αποδεκτή από τους καταναλωτές, ακόμα κι αν αυτά προέρχονται από ωφέλιμα έντομα.

Μεταξύ των παθογόνων, οι εντομοπαθογόνοι μύκητες αποτελούν την περισσότερο υποσχόμενη εναλλακτική μέθοδο έναντι των παραδοσιακών εντομοκτόνων. Τα κονίδια του μύκητα προσκολλώνται και αναπτύσσονται δια μέσου της δερμίδος των εντομών, προκαλώντας το θάνατό τους. Οι εντομοπαθογόνοι μύκητες είναι φυσικώς υπάρχοντες οργανισμοί, ασφαλείς για το περιβάλλον και με μικρή τοξικότητα για τα θηλαστικά (Cox and Wilking, 1996). Ο *Beauveria bassina* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) έχει δοκιματεί με επιτυχία κατά διαφόρων ειδών εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων, τόσο στο εργαστήριο όσο και στην φύση (Rice and Cogburn, 1999; Moore et al., 2000; Lord, 2001; Dal-Bello et al., 2001; Padin et al., 2002; Stathers, 2002; Wakefield et al., 2002; Akbar et al., 2004). Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν ενδείξεις ότι ένας άλλος μύκητας, ο *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) είναι αποτελεσματικός κατά εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων (Batta, 2004, 2005). Το είδος αυτό αποτελεί ένα καλό πρότυπο για βιοδοκιμές δεδομένου ότι παράγει μεγάλους αριθμούς κονιδίων τα οποία συλλέγονται ευκόλως.

Ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα στη χρησιμοποίηση εντομοπαθογόνων μυκήτων είναι η ανάγκη για τυποποιημένα κονίδια, γεγονός το οποίο, παρ' όλο που αυξάνει τη δραστηριότητα, αυξάνει και το κόστος της μαζικής παραγωγής ενός σκευάσματος του μύκητα. Έως τώρα έχουν εκτιμηθεί διάφορα αδρανή υλικά ως κομιστές για τα παρασκευάσματα κονιδίων και μερικά απ' αυτά αυξάνουν τη δυνατότητα προσκολλησεως των μυκήτων στην δερμίδα των εντόμων (Akbar et al., 2004).

## 2.6 Μηχανικές μέθοδοι

Οι μηχανικές μεθόδους αντιμετώπισης αποσκοπούν στην θανάτωση ή στην αδρανοποίηση των εντόμων όταν στο περιβάλλον τους μεταβληθούν ορισμένες συνθήκες όπως η ατμοσφαιρική πίεση, η σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα και η υγρασία των προϊόντων. Οι μέθοδοι αυτές αν και είναι αποτελεσματικές, στην πλειοψηφία τους απαιτούν ειδική τεχνολογία για να εφαρμοστούν αυξάνοντας το κόστος της συντηρήσεως των αποθηκευμένων προϊόντων.

Με την εφαρμογή υψηλών πιέσεων στους αποθηκευτικούς χώρους προκαλείται θανάτωση κυρίως των ακμαίων ατόμων. Επίσης είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί πεπιεσμένος ξηρός αέρας για την απαλλαγή των μηχανών, σκευών, δαπέδων, τοίχων από έντομα που αναζητούν καταφύγιο σε αυτούς τους χώρους. Παραλλήλως, πλήρες ή υψηλό και παρατεταμένο κενό θανατώνει πολλά είδη εντόμων. Η έλλειψη ατμοσφαιρικού αέρα προκαλεί αύξηση της συγκεντρώσεως του CO<sub>2</sub> στον ατμοσφαιρικό αέρα (αναπνοή προϊόντων και εντόμων) με αποτέλεσμα ο χώρος να γίνεται ασφυκτικός.

Η μέθοδος όμως της χρήσεως του κενού χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή διότι κατά την εφαρμογή της ευνοείται ανάπτυξη αναερόβιων μικροοργανισμών προκαλώντας καταστρεπτικές ζυμώσεις στα αποθηκευμένα προϊόντα. Ασφυκτικές συνθήκες στα έντομα μπορούν επίσης να δημιουργηθούν όταν οι προσβεβλημένοι σπόροι αναμιχθούν με καθαρά γαλακτώματα ορυκτελαίων ή λευκά έλαια (π.χ. παραφίνη). Καθώς το λεπτό στρώμα ελαίου καλύπτει τους προσβεβλημένους σπόρους εμποδίζει την αναπνοή των εντόμων τα οποία θανατώνονται από ασφυξία.

Κατά την απαλλαγή των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων από την πλεονάζουσα υγρασία, αυξάνεται η συντηρητικότητα τους και εμποδίζεται η φυσιολογική βιολογική εξέλιξη των επιβλαβών εντόμων. Επίσης, άφθονο ύδωρ υπό ισχυρή πίεση, εφ' όσον δεν ζημιώνει τα προϊόντα, τα απαλλάσσει από τα έντομα. Οι μέθοδοι αυτές μπορούν να συνδυαστούν ή να λάβουν χώρα ταυτοχρόνως με άλλες μεθόδους απεντομώσεως, πριν ή κατά την επεξεργασία των προϊόντων.

## 2.7 Φυσικές μέθοδοι

Οι φυσικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται και σήμερα για την προστασία από εντομολογικούς εχθρούς σε ορισμένα προϊόντα, είναι η μεταβολή της θερμοκρασίας, η χρήση ηλεκτροστατικού πεδίου, η χρήση ιονιζουσών ακτινοβολιών και η χρήση της σκόνης γης διατόμων.

### 2.7.1 Μεταβολή της Θερμοκρασίας

Η μέθοδος της χρήσεως υψηλών θερμοκρασιών υπό τον όρο ότι δεν προκαλούν σοβαρές αλλοιώσεις στα αποθηκευμένα προϊόντα, δίδει ασφαλή αποτελέσματα στην αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών τους. Συγκεκριμένως, θερμοκρασίες 52-55 °C επί 3 περίπου ώρες ή υψηλότερες θερμοκρασίες με χρονικές εκθέσεις αντιστρόφως ανάλογες προκαλούν πήξη των λευκωμάτων των εντόμων που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα καταστρέφοντας όλα τα στάδιά τους. Η μέθοδος αυτή χρειάζεται πολύ προσοχή κατά την εφαρμογή της καθώς είναι πιθανή η δημιουργία πολύ υψηλών θερμοκρασιών οι οποίες μπορούν να αποβούν καταστρεπτικές για τα αποθηκευμένα προϊόντα. Για τον λόγο αυτό, καλό είναι να χρησιμοποιείται θερμό ρεύμα αέρος για την απεντόμωση αποθηκευμένων προϊόντων και θερμό ύδωρ ή ατμός για την απεντόμωση μέσω μεταφοράς, εργαλείων και μηχανημάτων.

Μία καλή μέθοδος με την οποία επιτυγχάνεται αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών του εντόμου μέχρι σημείου νεκρώσεως είναι η χρήση ηλεκτροστατικού πεδίου. Με την μέθοδο αυτή, διοχετεύεται ρεύμα υψηλής συχνότητας και μεγάλης ισχύος με αποτέλεσμα να αυξάνεται μέσα σε χρονικό διάστημα ελάχιστων δευτερολέπτων, η θερμοκρασία των ζωικών παρασίτων μέχρι σημείου θανατώσεως τους χωρίς όμως να αυξάνεται στον ίδιο βαθμό η θερμοκρασία του απεντομούμενου προϊόντος.

Εκτός από την χρήση υψηλών θερμοκρασιών και οι χαμηλές θερμοκρασίες αποτελούν αποτελεσματική μέθοδο απεντομώσεως χωρίς να προκαλούν αλλοιώσεις στα προϊόντα ή καταστροφή ορισμένων από τα συστατικά τους, όπως συμβαίνει με την χρήση πολύ υψηλών θερμοκρασιών.

Θα πρέπει όμως να λαμβάνονται υπ' όψιν τα ακόλουθα:

1. Υπάρχουν έντομα που θανατώνονται σε θερμοκρασίες ελάχιστα υψηλότερες από το σημείο πήξεως της αιμολέμφου τους. Επίσης υπάρχουν έντομα που θανατώνονται μόλις οι ιστοί τους παγώσουν, ενώ υπάρχουν και άλλα που μπορούν να επιβιώσουν έστω κι αν εκτεθούν για πολλές ώρες σε χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι και  $-15$  ή  $-20$  °C.

2. Πολλά έντομα αν εγκλιματισθούν για ορισμένο χρονικό διάστημα σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από αυτές όπου ζουν συνήθως, τότε είναι ικανά να αντέξουν σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, στις οποίες φυσιολογικώς θα θανατώνονταν. Για παράδειγμα το *C. ferrugineus* εάν εκτεθεί στους  $-12$  °C επί 72 ώρες θανατώνεται. Αν όμως επί 4 εβδομάδες υποστεί θερμοκρασίες  $15$  °C, τότε ένα ποσοστό 61% ακμαίων ατόμων κατορθώνει να επιβιώσει για 4 εβδομάδες στους  $-12$  °C (Σταμόπουλος 1995).

3. Τα διάφορα στάδια ενός εντόμου παρουσιάζουν και διαφορετική αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Έτσι π.χ. τα ακμαία *A. obtectus* είναι πολύ πιο ευαίσθητα από τις προνύμφες. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι σε συνδυασμό με τις συσκευές ψύξεως, μπορεί να χρησιμοποιηθούν και ρεύματα ψυχρού αέρα που βοηθούν στην ταχεία πτώση της θερμοκρασίας και στη γρήγορη ψύξη ολόκληρης της μάζας των προϊόντων.

### 2.7.2 Εφαρμογή ιονιζουσών ακτινοβολιών

Δύο κυρίως τύποι ακτινοβολίας έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα για απεντόμωση προϊόντων: Η ακτινοβολία  $\gamma$  και τα ηλεκτρόνια υψηλής ταχύτητας (σωματίδια  $\beta$  μέγιστης ενέργειας 10 megavolts). Η ακτινοβολία  $\gamma$  θεωρείται ότι είναι πιο αποτελεσματική διότι χαρακτηρίζεται από πολύ μεγαλύτερη διεισδυτική ικανότητα.

Η εφαρμογή ιονιζουσών ακτινοβολιών εναντίον των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι μια μέθοδος που δεν αφήνει υπολείμματα στα προϊόντα και σε αρκετές περιπτώσεις έχει αποδειχθεί ότι είναι κατάλληλη ως μέθοδος προστασίας τους. Το κυριότερο μειονέκτημά της είναι το υψηλό κόστος των εγκαταστάσεων που απαιτεί η εφαρμογή της. Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής για την αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους. Με τον πρώτο τρόπο οι ακτινοβολίες εφαρμόζονται στα προσβεβλημένα προϊόντα, ενώ με τον δεύτερο τρόπο εφαρμόζονται στα έντομα με σκοπό την στείρωση και τη σταδιακή ελάττωση των αριθμών τους. Η εφαρμογή των ακτινοβολιών για στείρωση των εντόμων δε βρήκε έδαφος

στην περίπτωση των εντόμων αποθηκών γιατί τα στείρα έντομα εξακολουθούν να τρέφονται και να προκαλούν ζημιές στα προϊόντα.

Η αποδοχή από μέρους του καταναλωτικού κοινού των ακτινοβολημένων προϊόντων αποτελεί ένα σοβαρό πρόβλημα, που καθιστά ακόμη πιο δύσκολη την εφαρμογή της μεθόδου αυτής. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου το καταναλωτικό κοινό αρνείται να καταναλώνει τέτοια προϊόντα με αποτέλεσμα να απαγορεύεται ακόμη και η εισαγωγή τους σε ορισμένες χώρες όπως στην Γερμανία. Αντιθέτως, στην Πολωνία η ακτινοβόληση διαφόρων τροφίμων για την απαλλαγή τους από έντομα και ακάρεα, όπως επίσης φρούτων και λαχανικών για προστασία από διάφορους μύκητες που προκαλούν μετασυλλεκτικές αλλοιώσεις, έχει γίνει αποδεκτή από τους καταναλωτές.

### 2.7.3 Χρήση της γης διατόμων

Η γη διατόμων είναι ένα σχεδόν καθαρό προϊόν που αποτελείται από διοξείδιο του πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ) και έχει προέλθει από απολιθωμένα διάτομα. Τα διάτομα είναι μονοκύτταρα φύκη και πιθανότατα αποτελούν το πιο διαδεδομένο είδος φυτών στο πλανήτη. Υπάρχουν περισσότερα από 25000 είδη διατόμων που βρίσκονται σε αφθονία σε όλα τα υδατικά οικοσυστήματα, αν και ορισμένα απαντώνται και σε χερσαία περιβάλλοντα (Round et al. 1992). Τα σωματίδιά της προσκολλώνται στο σώμα των εντόμων καθώς αυτά βαδίζουν επάνω στη σκόνη ή έρχονται σε επαφή μαζί της. Οι εντομοκτόνες ιδιότητες της σκόνης γης διατόμων εξαρτώνται από την ικανότητα της να απορροφά και να δεσμεύει τα λιπίδια από τον προστατευτικό κηρώδη χιτώνα που καλύπτει την επιδερμίδα των εντόμων. Ο κηρώδης χιτώνας είναι λιπιδιακής φύσεως και έχει ως ρόλο να προστατεύει την ισορροπία του ύδατος στο εσωτερικό των εντόμων. Όταν τα λιπίδια δεσμεύονται από τα σωματίδια της γης διατόμων, τότε τα έντομα χάνουν υγρασία από τα σημεία εκείνα της επιδερμίδας τους που βρίσκονται σε επαφή με την σκόνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εξάντληση του εντόμου και τελικά τον θάνατό του (Ebeling 1971). Το χρονικό διάστημα στο οποίο θα επέλθει ο θάνατος διαφέρει ανάλογα των συνθηκών που επικρατούν στο περιβάλλον του αποθηκευτικού χώρου και το είδος του εντόμου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### Μελέτη των εντόμων που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.

#### 3.1. *Rhyzopertha dominica* (F.)

Τάξη : Coleoptera

Υπόταξη: Polyphaga

Οικογένεια: Bostrychidae

Ελληνική κοινή ονομασία: Σκαθάρι του ρυζιού

Αγγλική κοινή ονομασία: Lesser grain borer



Εικ. 38 Ακμαίο και pronóμφη του *Rhyzopertha dominica*

##### 3.1.1. Γεωγραφική κατανομή.

Αναφέρθηκε το 1792 από ναυτικούς από την Ινδία καθώς μετέφεραν σπόρους δημητριακών στην Ν. Αμερική. Στην συνέχεια υπάρχουν αναφορές στις ΗΠΑ πριν από εκατό χρόνια να εμφανίζεται σε ποικίλα μέρη προσβάλλοντας μεγάλες ποσότητες αλεύρου και σίτου. Κατά την διάρκεια του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου μεγάλες ποσότητες αποθηκευμένου σίτου που βρίσκονταν στην Αυστραλία για την αποστολή τους στις ΗΠΑ προσβλήθηκαν εντόνως από το *R. dominica* με αποτέλεσμα την μεταφορά του και την εξάπλωσή του (Arthur, 1996b). Σήμερα συναντάται στις περισσότερες περιοχές της γης, αναπτύσσει μεγάλους πληθυσμούς και προκαλεί σοβαρές ζημιές.

##### 3.1.2. Μορφολογία.

Το ακμαίο άτομο έχει μήκος σώματος 2,5 - 3 mm, είναι επίμηκες, κυλινδρικού σχήματος και το χρώμα του είναι καστανό έως ερυθροκαστανό. Η κεφαλή δεν φαίνεται από πάνω αλλά καλύπτεται από τον προθώρακα ο οποίος αποτελείται από βοθρία. Οι κεραίες αποτελούνται από δέκα άρθρα με τα τρία τελευταία αραιώς τοποθετημένα ώστε να

σχηματίζουν ρόπαλο. Ο θώρακας στην ραχιαία επιφάνεια φέρει πυκνά χιτινώδη επάρματα (εξογκώματα). Στα έλυτρα υπάρχουν ευκρινείς κατά μήκος γραμμές από μικρά κοιλώματα.

Η προνύμφη έχει μήκος 4-6 mm σε πλήρη ανάπτυξη και είναι σκαραβαιόμορφος, δηλαδή το σώμα της είναι κυρτό, παχύ και διογκωμένο προς τα εμπρός. Το χρώμα της είναι υπόλευκο, με κεφαλή και πόδες καστανούς.

Τόσο το ακμαίο όσο και η προνύμφη προσβάλλουν το σιτάρι και τους σπόρους σιτηρών (ρύζι, σίκαλη, κριθάρι, αραβόσιτος και βρώμη), όπως επίσης και συμπαγή αμυλούχα προϊόντα (ξηρός άρτος, φρυγανιές, ζυμαρικά). Μπορεί να τραφεί και με άλευρο, πίτυρα ή πλιγούρι. Προσβάλλει επίσης σε μικρότερο βαθμό όσπρια, καπνό, λαχανικά και ορισμένα άλλα τρόφιμα και ζωοτροφές. (Σταμόπουλος, 1995).

### 3.1.3. Βιολογία.

Διαχειμάζει στις αποθήκες σε όλα τα στάδια. Πολλαπλασιάζεται σχετικά αργά. Η εμφάνιση μεγάλων πληθυσμών του εντόμου ευνοείται όταν οι σπόροι από τους οποίους τρέφεται μείνουν για πολύ καιρό αμετακίνητοι. Πολλές προνύμφες του μπαίνουν σε κάθε σπόρο και καταστρέφουν το εσωτερικό του, μέσα στον οποίο νυμφώνονται. Το σκαθάρι του ρυζιού αναπτύσσεται όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 18 - 30 °C. Οι optimum συνθήκες για την ανάπτυξή του είναι οι 30 °C. Όταν η θερμοκρασία είναι 25 έως 28 °C τότε μπορεί να παρατηρηθούν μέχρι και 4 ή 6 επάλληλες γενιές το έτος.



Εικ. 39 Εκτροφή του *R. dominica* που διατηρείται στο εντομοτροφείο του Εργαστηρίου Γεωργικής Εντομολογίας του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου.

### 3.1.4. Ζημιές – Προσβολές.

Όπως υποδηλώνει και η κοινή ονομασία του, το σκαθάρι του ρυζιού προσβάλλει κατά κύριο λόγο τους σπόρους του ρυζιού, παρ' όλα αυτά προσβάλλει και άλλους σπόρους όπως το σιτάρι, τον αραβόσιτο, το κριθάρι καθώς και άλευρα και προϊόντα αλεύρων όπως μπισκότα κ.α. Το *R. dominica* είναι το πολυπληθέστερο έντομο που παρατηρείται σε αποθήκες με ρύζι και σιτάρι στην Ελλάδα.



Εικ. 40 Σιτάρι σοβαρώς προσβεβλημένο από ακμαία άτομα *R. dominica*.

### 3.1.5. Χημική καταπολέμηση.

Η χημική αντιμετώπιση του *R. dominica* στηρίζεται κυρίως στη χρήση πυρεθροειδών σκευασμάτων. Αυτό συμβαίνει γιατί το σκαθάρι του ρυζιού είναι αρκετά ευαίσθητο στα σκευάσματα που περιέχουν πύρεθρο παρά σε αυτά που είναι οργανοφωσφορικά. Το γεγονός αυτό έχει διαπιστωθεί και από τους Samson and Parker (1989) καθώς και από τον Arthur (1994). Επιπροσθέτως οι White and Launch (1996) χαρακτηριστικά αναφέρουν πως οι πυρεθρίνες είναι πιο τοξικές για το σκαθάρι του ρυζιού, σε αντίθεση με τα οργανοφωσφορικά, παραλλήλως όμως είναι και πιο ακριβές, γεγονός που αποτελεί μειονέκτημα.

Η ουσία cyfluthrin έχει δοκιμασθεί για την αντιμετώπιση του εν λόγω εντόμου, όμως έχει παρατηρηθεί πως χρειάζονται υψηλότερες δόσεις αυτής καθώς και μεγαλύτερα διαστήματα εκθέσεως σε αυτήν έτσι ώστε να επιτευχθούν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η παρουσία προϊόντος που δεν είναι κατεργασμένο με cyfluthrin μπορεί να δώσει την ευκαιρία στα έντομα να επανέλθουν μετά από την έκθεσή τους σε προϊόν που έχει υποστεί κατεργασία. (Arthur, 1999). Τα bioremethrin και resmethrin μπορούν επίσης να δώσουν πολύ καλά αποτελέσματα (Arthur, 1992).

Ένα από τα οργανοφωσφορικά φάρμακα που έχουν δώσει καλά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση του *R. dominica* είναι το chlorpyrifos-methyl. Μόνο του ή σε συνδυασμό με κάποιο πυρεθροειδές μπορεί να βοηθήσει στον έλεγχο του εντόμου στο σιτάρι για αρκετό διάστημα όπως αναφέρει και ο Arthur (1992, 1999).



### 3.1.6. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης.

Το *R. dominica* λόγω της αναπτύξεως των νυμφών και των προνυμφών του εντός του σπόρου, είναι από τα έντομα που η αντιμετώπισή τους είναι δύσκολη. Επίσης επειδή και το ακμαίο τρέφεται εντός του σπόρου, είναι δύσκολο να γίνει διάγνωση κυρίως στα αρχικά στάδια της προσβολής. Η προσβολή γίνεται συνήθως αντιληπτή από την σκόνη που δημιουργείται από την κονιορτοποίηση των σπόρων εφ' όσον καταναλωθούν από το *R. dominica*.

Έρευνες που έχουν γίνει δείχνουν πως τα ακμαία άτομα *R. dominica* είναι από τα λιγότερο ευαίσθητα είδη σκαθαριών των αποθηκών όταν για τη καταπολέμησή τους χρησιμοποιείται κάποιο σκεύασμα γης διατόμων (Subramanyam and Roesli 2000, Fields and Korupic 2000). Γενικώς το σκαθάρι του ρυζιού δεν είναι πολύ κινητικό, σε σύγκριση με άλλα είδη της ίδιας τάξεως και έτσι η επαφή με τα μόρια της γης διατόμων είναι μειωμένη.

Παρ' όλα αυτά, τα αποτελέσματα των ερευνών των Athanassiou and Kavallieratos (2005) και των Kavallieratos et al. (2005) δείχνουν ότι το *R. dominica* παρουσιάζει ιδιαίτερη ευαισθησία στα σκευάσματα γης διατόμων PyriSec, Insecto και Silicosec. Η δραστηριότητα των σκευασμάτων αυτών εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό και από το είδος του δημητριακού στο οποίο εφαρμόζονται.



Εικ. 41 Εφαρμογή γης διατόμων σε *R. dominica*.

### 3.2. *Sitophilus oryzae* (L.)

**Τάξη:** Coleoptera

**Υπόταξη:** Polyphaga

**Οικογένεια:** Curculionidae

**Κοινή ονομασία:** Σκαθάρι του ρυζιού

**Αγγλική ονομασία:** Rice weevil

#### 3.2.1. Γεωγραφική κατανομή.

Συναντάται στις περισσότερες περιοχές της γης. Στις τροπικές, στις υποτροπικές, καθώς και στις εύκρατες περιοχές, αναπτύσσεται σε μεγάλους πληθυσμούς και προκαλεί αξιόλογες ζημιές. Συναντάται ιδιαίτερος στην Ινδία, Αυστραλία, Η.Π.Α. στα παράλια της Β. Αφρικής αλλά και σε ορισμένες περιοχές της Κίνας (Σταμόπουλος, 1999). Είναι ανθεκτικό στα θερμά κλίματα.

#### 3.2.2. Μορφολογία.

Το ακμαίο είναι ρυγχοφόρο Κολεόπτερο. Μακροσκοπικώς μοιάζει με το *S. granarius* επειδή έχουν το ίδιο μέγεθος, σχήμα και χρώμα. Διαφέρει όμως στο ότι (α) έχει καλλίτερα ανεπτυγμένες τις οπίσθιες (μεμβρανοειδείς) πτέρυγες και μπορεί να πετάει, (β) έχει δύο κοκκινωπές ή κιτρινωπές κηλίδες σε κάθε ελύτρο (μία στην ωμιαία γωνία και μια πιο πίσω από το μέσο του ελύτρου). Στο επιθωράκιο του έχει στρογγυλά κοιλώματα. Τα βοθρία του πρόνωτου είναι περίπου κυκλικά και πολύ πυκνά ακόμα και κατά μήκος του πρόσθιου χείλους του πρόνωτου. Οι κατά μήκος των ελύτρων ραβδώσεις αποτελούνται από σχετικά μεγάλα στίγματα-βοθρία ενώ οι μεταξύ τους ζώνες έχουν μεγάλα στίγματα. Το μήκος τους είναι 2.5- 3.5 χιλιοστά.

Η προνύμφη έχει μήκος 3-4 χιλιοστά, είναι άποδη, κοντόχονδρη και κεκαμένη. Το χρώμα της είναι κιτρινωπό (αχυρόλευκο). Υφίσταται τρεις εκδύσεις.

Τόσο το ακμαίο όσο και η προνύμφη προσβάλλουν το ρύζι και τους σπόρους σιτηρών (σιτάρι, σίκαλη, κριθάρι, αραβόσιτο και σπανιότερα τη βρώμη), στους αποθηκευτικούς χώρους, όπως επίσης και συμπαγή αμυλούχα προϊόντα (ξερός άρτος, φρυγανιές, ζυμαρικά). Μπορεί να τραφεί και με αλεύρι, πίτυρα ή πλιγούρι, αλλά δεν μπορεί να αναπαραχθεί σε αυτά. Προσβάλλει επίσης σε μικρότερο βαθμό όσπρια, καπνό, λαχανικά και ορισμένα άλλα τρόφιμα και ζωοτροφές.

### 3.2.3. Βιολογία.

Ο αριθμός των γενεών, η συνολική ανάπτυξη, και η δραστηριότητα του εντόμου καθορίζονται κατά κύριο λόγο από την υγρασία και τη θερμοκρασία, που αποτελούν τους βασικότερους παράγοντες αναπτύξεώς του. Συγκεκριμένως, οι ευνοϊκότερες συνθήκες είναι 27 - 30 °C για την θερμοκρασία και 75 - 90 % για την σχετική υγρασία. Τα όρια μέσα στα οποία αναπτύσσεται με επιτυχία, είναι θερμοκρασία 17 - 34 °C και σχετική υγρασία 40 - 100 %. Ο αριθμός των γενεών στην Νάπολη της Ιταλίας είναι τέσσερις ενώ στο Κάιρο της Αιγύπτου δέκα, γεγονός που δείχνει τις διαφορές που μπορεί να προκαλέσει η διαφοροποίηση θερμοκρασίας και υγρασίας.

Τα θήλεα συζευγνύονται αμέσως μετά την έξοδο από τους σπόρους και δύο εβδομάδες μετά αρχίζουν να γεννούν 150 - 200 ωά ημερησίως με ρυθμό που εξαρτάται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και από τη σκληρότητα των σπόρων, δεδομένου ότι το θήλυ ανοίγει με τα στοματικά μόρια του μίαν οπή στον σπόρο όπου εναποθέτει ένα ωό εντός αυτού. Τα ωά είναι λευκά, απιοειδή και λαμπερά, διαστάσεων 0,5 - 0,8 X 0,2 - 0,4 mm.

Μετά την εναπόθεση του ωού η οπή καλύπτεται από αλεύρι και ένα ζελατινώδες έκκριμα που εκκρίνει το θήλυ από τους κολλητηρίους αδένες. Το έκκριμα έχει την ιδιότητα να στερεοποιείται όταν έρθει σε επαφή με τον αέρα. Πρέπει να αναφερθεί ότι στον αραβόσιτο μπορεί να εναποτεθούν σε ένα σπόρο παραπάνω από ένα ωά. Η διάρκεια της ωοτοκίας κρατά πολλούς μήνες και στην περίοδο του χειμώνα είναι μειωμένη. Για την ωοτοκία και την εκκόλαψη οι άριστες συνθήκες είναι θερμοκρασία 30 °C και σχετική υγρασία 99 %. Η ωοτοκία είναι ασθενέστατη και δεν υπάρχει προνυμφική εκκόλαψη σε θερμοκρασίες 13 °C ή 35 °C και σχετική υγρασία κατώτερη του 30 %. Το έντομο δεν αντέχει στις χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες ορισμένων εύκρατων χωρών. Γι' αυτό όπως αναφέρεται είναι σοβαρός εχθρός των αποθηκευμένων σπόρων στις τροπικές και υποτροπικές χώρες και σε ζεστά μέρη των εύκρατων χωρών.

Οι προνύμφες εκκολάπτονται εντός 3 - 10 ημερών, αναλόγως της θερμοκρασίας και διατρέφονται από το άμυλο των σπόρων χωρίς να προσβάλλουν την κυτταρίνη. Έχει 3 προνυμφικά στάδια και κάθε στάδιο διαρκεί, αναλόγως της θερμοκρασίας, 18 ή περισσότερες ημέρες. Όταν η προνύμφη συμπληρώσει την ανάπτυξή της, νυμφώνεται εντός του σπόρου. Στο στάδιο της νύμφης παραμένει από 3 έως 9 ημέρες με μέσο όρο 6 ημέρες

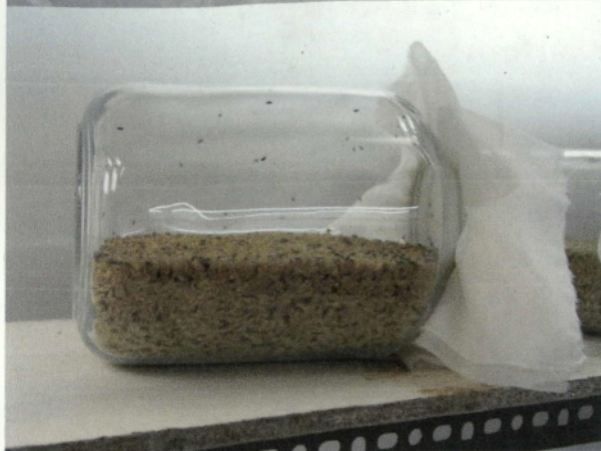
α



β



γ



Εικ.42 Εκτροφές του *S. ogyzae* (α. σε κριθάρι, β. σε αραβόσιτο, γ. σε σιτάρι) που διατηρούνται στο εντομοτροφείο του Εργαστηρίου Γεωργικής Εντομολογίας του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου.

Στην Ελλάδα ο βιολογικός κύκλος διαρκεί 40 περίπου ημέρες με 3 - 4 γενεές το χρόνο όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 22<sup>0</sup>C και 25<sup>0</sup>C (Τομάζου, 1989). Το ακμαίο ζει από 3 - 6 μήνες και σε καμία περίπτωση παραπάνω από 8 μήνες. Αντιθέτως, το συγγενές είδος *S. granarius* ζει ένα έτος ενώ σε εξαιρετικές περιπτώσεις φθάνει τα 2,5 χρόνια.

Είναι πιθανό να παρατηρηθεί δραστηριότητα του εντόμου και στον αγρό. Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, τα ακμαία άτομα του εντόμου πετούν και στα τέλη της ανοίξεως

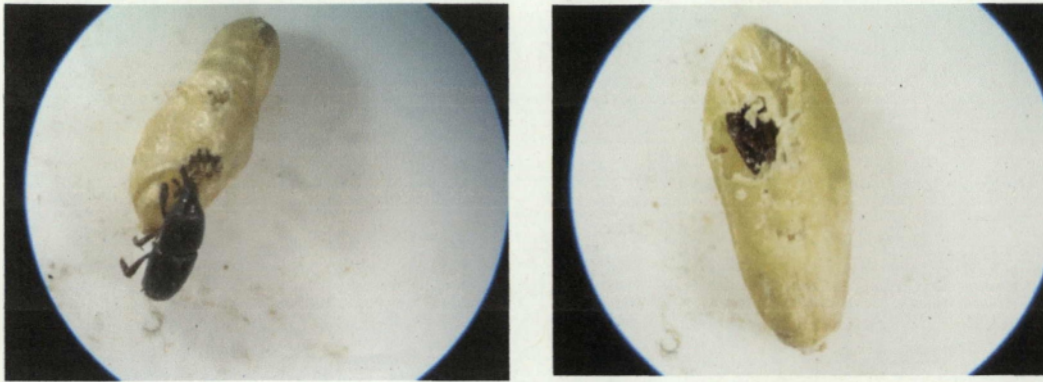
έχει παρατηρηθεί πως μεταναστεύουν από τις αποθήκες προς τους αγρούς όπου γεννούν ωά στα στάχυα. Αφού γίνει η προσβολή στον αγρό, μετά τη συγκομιδή και αφού μεταφερθεί το προϊόν στους αποθηκευτικούς χώρους η προσβολή συνεχίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό μέσα σε αυτούς. Για το λόγο αυτό η αντιμετώπιση του εντόμου θα πρέπει να ξεκινά αμέσως μετά τη συγκομιδή, κατά τη μεταφορά των προϊόντων στους αποθηκευτικούς χώρους. Επιπροσθέτως θα πρέπει να πληρούνται όλα τα μέτρα για τη πρόληψη της προσβολής στους αποθηκευτικούς χώρους.



Εικ. 43 Ακμαίο *S. oryzae* εντός σπόρου αραβόσιτου.

#### 3.2.4. Ζημιές – Προσβολές.

Οι στοές οι οποίες ανοίγονται με την δράση τόσο των ακμαίων όσο και των προνυμφών, καθώς επίσης και η μείωση του αμύλου του ενδοσπερμίου, το οποίο χρησιμοποιείται ως τροφή, προκαλούν τόσο την ποσοτική όσο και την ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος. Οι οπές διευκολύνουν τις δευτερογενείς προσβολές άλλων εντόμων π.χ. *Tribolium* spp. Εκτός από τις ανωτέρω δευτερογενείς προσβολές, είναι δυνατή η ανάπτυξη μυκήτων υποβαθμίζοντας το προϊόν και καθιστώντας το τοξικολογικώς επικίνδυνο (μυκοτοξίνες).



Εικ. 44 Προσβολή σπόρου σίτου από ακμαίο άτομο *S. oryzae*.

Στη περίπτωση των ενσακκισμένων σπόρων που μένουν αρκετή ώρα στον ήλιο, τα ακμαία, σε αντίθεση απ' ό τι συνηθίζουν, εξέρχονται στην επιφάνεια. Η συγκέντρωση τους σε μεγάλους αριθμούς, σε ορισμένα σημεία του εσωτερικού του σπόρου του προϊόντος, κυρίως όταν αυτό βρίσκεται αποθηκευμένο σε μεγάλες ποσότητες, όπου η υγρασία είναι υψηλότερη και σε συνδυασμό με την έντονη μεταβολική δραστηριότητα που παρατηρείται εκεί, προκαλεί μία τοπική ανύψωση της θερμοκρασίας με αποτέλεσμα τη δημιουργία των θερμών κηλίδων (hot spots). Οι κηλίδες αυτές ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων στους είδη προσβεβλημένους σπόρους, με τελικό αποτέλεσμα να σχηματίζονται συμπαγή συσσωματώματα του προϊόντος, που το υποβαθμίζουν τόσο ποσοτικώς όσο και ποιοτικώς.

### 3.2.5. Αντιμετώπιση του εντόμου.

Για την μείωση της ζημιάς που προκαλεί το *S. oryzae* και για τον έλεγχο του πληθυσμού, χρησιμοποιούνται κυρίως χημικά μέσα καταπολεμήσεως. Η ανάγκη όμως για πιο ασφαλή και οικολογική εφαρμογή έχει οδηγήσει στη χρησιμοποίηση και άλλων μεθόδων όπως φυσικές μέθοδοι, βιοτεχνολογικές και βιολογικές, καθώς επίσης και συνδυασμός των μεθόδων.

#### 3.2.5.1 Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης

Το *S. oryzae* λόγω της αναπτύξεως των νυμφών και των προνυμφών εντός του σπόρου, είναι από τα έντομα που η αντιμετώπιση τους είναι δύσκολη. Επίσης επειδή ακόμη και το ακμαίο τρέφεται εντός του σπόρου, είναι δύσκολο να γίνει διάγνωση κυρίως στα αρχικά στάδια της προσβολής. Είναι δυνατόν η προσβολή να γίνει αντιληπτή πριν την έξοδο των ακμαίων από τον σπόρο, εάν μικρή ποσότητα σπόρου ριχθεί μέσα σε δοχείο με νερό. Οι προσβεβλημένοι σπόροι λόγω του κενού θα ανέλθουν στην επιφάνεια, ενώ οι υγιείς βυθίζονται.

Σε πειράματα που έγιναν με το *S. oryzae* (Nelson, 1972), χρησιμοποιήθηκε συσκευή που εκμεταλλεύτηκε το ηλεκτρικό ρεύμα. Συγκεκριμένα δημιουργήθηκε διάταξη, που αποτελείται από σωλήνα εντός του οποίου διοχετεύεται σιτάρι. Ο σωλήνας καταλήγει σε ένα

θάλαμο ο οποίος είναι συνδεδεμένος με κύκλωμα που του παρέχει ηλεκτρικό ρεύμα συχνότητας 10 - 100 Mhz. Εντός του θαλάμου αναπτύσσεται θερμοκρασία που φτάνει μέχρι 65 °C. Λόγω του ηλεκτρικού ρεύματος υψηλής συχνότητας τα έντομα θανατώνονται από ηλεκτροπληξία και επιτυγχάνεται η απεντόμωση των σπόρων του σιταριού. Η διάταξη ολοκληρώνεται με ένα σωλήνα που μεταφέρει το σιτάρι του θαλάμου, έξω από την συσκευή. Ως μειονέκτημα της διάταξης αναφέρεται το υψηλό κόστος της μεθόδου.

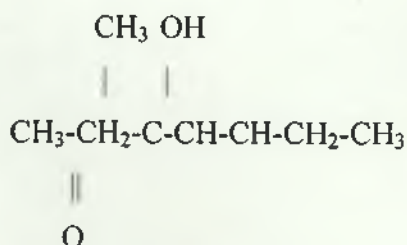
### 3.2.5.2 Βιοτεχνολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης

Επειδή ο βιολογικός κύκλος του *S. oryzae* ολοκληρώνεται εντός του σπόρου του αποθηκευμένου προϊόντος, είναι δύσκολη η καταπολέμηση σε άλλα στάδια ανάπτυξης, εκτός από το στάδιο του τέλειου εντόμου. Πρέπει να αναφερθεί επίσης ότι πολλά έντομα έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε διάφορα σκευάσματα. Αναφέρεται ότι το *S. oryzae* ανέπτυξε και στην χώρα μας ανθεκτικότητα στη φωσφίνη, ενώ το συγγενές είδος *S. granarius* έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα στο lindane.

Τα παραπάνω συνηγορούν στην εφαρμογή παγίδων διαφόρων τύπων για την μείωση του πληθυσμού του *S. oryzae* στις αποθήκες. Συγκεκριμένα για το γένος *Sitophilus* sp. εφαρμόζονται παγίδες τύπου σόντας (Σταμόπουλος, 1995).

Έχουν χρησιμοποιηθεί και χρησιμοποιούνται και παγίδες τροφικές και φερομονικές. Συγκεκριμένα στις τροφικές παγίδες χρησιμοποιούνται ως προσελκυστικές ουσίες κυρίως ακόρεστα και κορεσμένα λιπαρά οξέα, όπως τριγλυκερίδια του παλμιτικού οξέος του ολεϊκού και λινολεϊκού. Οι προσελκυστικές αυτές ουσίες συγκεντρώνουν άτομα του γένους *Sitophilus* sp. (Σταμόπουλος, 1995)

Το *S. oryzae* κατατάσσεται στα μακρόβια είδη (Μπουχέλος, 1993). Αυτό σημαίνει όσον αφορά στην δραστηριότητα του, ότι για την σύζευξη και την αναπαραγωγή του είναι απαραίτητη η λήψη τροφής. Τα έντομα αυτά έχουν την ικανότητα να επικοινωνούν κυρίως με φερομόνες συνάθροισης, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την χρησιμοποίησή τους σε παγίδες για την σύλληψη του εντόμου. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι για το *S. oryzae* καθώς επίσης και για το συγγενές είδος *S. granarius* χρησιμοποιείται ως ελκυστικό η κετόνη 4 μέθυλο 5 υδρόξυ επτανόνη (3).



Φερομόνη συναθροίσεως *S. oryzae*, *S. granarius*

Επί του *S. oryzae* έχουν εφαρμοστεί σκευάσματα που στηρίζουν την δράση τους σε ρυθμιστές αναπτύξεως. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκε ένας παρεμποδιστής σύνθεσης της χιτίνης το diflubenzuron σε αναλογία 0.2 mg /kgf σίτου (Oberlander, 1997). Η εφαρμογή αυτή είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση λίγων ακμαίων στην F<sub>1</sub> γενεά, τα οποία με την σειρά τους απέτυχαν να δώσουν απογόνους στην F<sub>2</sub> γενεά. Παρόλα αυτά επειδή οι ρυθμιστές αναπτύξεως δεν είναι πάντα αποτελεσματικοί στο γένος *Sitophilus* sp., θα πρέπει να γίνεται έλεγχος του πληθυσμού των εντόμων με επιπρόσθετη ποσότητα diflubenzuron ώστε να επιτυγχάνεται η προστασία από τα έντομα.

Σε πειράματα (Shaaya et al., 1997) που έγιναν με επεμβάσεις ελαίων φυτικής προελεύσεως από φυτά των γενών *Eucalyptus* sp., *Gossypium* sp. και άλλων επί του γένους *Sitophilus* sp., έγινε φανερό ότι τα έλαια αυτά μπορούν να παρέχουν προστασία. Η εφαρμογή των ελαίων αυτών στηρίζεται σε μεθόδους υποκαπνισμού. Συγκεκριμένα πολύ αποτελεσματικό εναντίον του *S. oryzae* καθώς και εναντίον του συγγενούς *S. zeamays*, τόσο στο σιτάρι όσο και στον αραβόσιτο, ήταν το ακατέργαστο βαμβακέλαιο σε αναλογία 10gr/kgf σπόρου. Το έλαιο αυτό στην προαναφερθείσα αναλογία, έδωσε ολοκληρωμένη προστασία για μια περίοδο 4 -5 μηνών στις αποθήκες. Μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η αναλογία που απαιτείται για πλήρη έλεγχο, δηλαδή 10 - 15 gr/kgf σπόρου, μειώνει σε μεγάλο βαθμό την βλαστικότητα του σπόρου, κάτι που καθιστά την μέθοδο δύσχρηστη έως και ακατάλληλη. Πρέπει παρόλα αυτά να αναφερθεί ότι για το *S. oryzae* τα πιο αποτελεσματικά έλαια είναι αυτά που προέρχονται από σκελίδες σκόρδου και από κέδρο.

### 3.2.5.3 Βιολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης

Για την βιολογική αντιμετώπιση του *S. oryzae*, έχουν μελετηθεί τρία έντομα που ανήκουν στην τάξη Υμενόπτερα. Τα έντομα αυτά δρουν παρασιτικά. Το σημαντικότερο παράσιτο του *S. oryzae* καθώς και του συγγενούς είδους *S. granarius* είναι το *Anisopteromalus calandrae* (Υμενόπτερα, Pteromalidae). Η δράση του εντοπίζεται επί της προνύμφης του *S. oryzae*. Συγκεκριμένα το θηλυκό Υμενόπτερο έχει την ικανότητα να ανιχνεύει το κάλυμα της οπής που δημιουργεί το ακμαίο *S. oryzae*, στον σπόρο, κατά την ωοτοκία. Στην συνέχεια τρυπά με τον ωοθέτη του την είσοδο της οπής και σπρώχνει την προνύμφη περιορίζοντας την κίνηση της. Η πίεση αυτή που ασκείται από τον ωοθέτη του θηλυκού παρασίτου επί της προνύμφης του *S. oryzae* έχει ως αποτέλεσμα την παράλυση της τελευταίας. Παράλληλα το θηλυκό παράσιτο εναποθέτει ένα και μοναδικό ωό στο εξωτερικό της προνύμφης ή κοντά σε αυτή. Μετά την εκκόλαψη, η νύμφη του παρασίτου τρέφεται με την παραλυμένη προνύμφη, καταστρέφοντας τη. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου του παρασίτου είναι 15 ημέρες. Έχει παρατηρηθεί (Cotton, 1963) ότι ένα θηλυκό παράσιτο εναποθέτει περισσότερα από 283 ωά, αλλά παρόλα αυτά τα παράσιτα δεν είναι αρκετά ώστε να ελέγξουν τον πληθυσμό του *S. oryzae*, με μία μόνο εφαρμογή. Γι'αυτό η εξαπόλυση του είδους αυτού πρέπει να επαναλαμβάνεται.

Εκτός του προαναφερθέντος εντόμου χρησιμοποιούνται σε μικρότερη κλίμακα και δύο άλλα Υμενόπτερα το *Lariphagus distinguendus* και το *Chaetospila elegans* (Τόλης, 1986), τα οποία δρουν και αυτά επί των προνυμφών του *S. oryzae*.





Εικ.45 Ακμαίο άτομο *Anisopteromalus calandrae*.

### 3.2.5.4 Χημικές μέθοδοι αντιμετώπισης

Τα τελευταία 15 χρόνια τα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση του *S. oryzae* είναι κυρίως οργανοφωσφορικά με κυριότερο εκπρόσωπο το malathion, αλλά και πυρεθροειδή. Το malathion έχει χρησιμοποιηθεί ευρύτατα στο παρελθόν και χρησιμοποιείται ακόμα, με αποτέλεσμα να αναπτύξουν ανθεκτικότητα σε αυτό πολλά είδη εντόμων, λόγω της συνεχούς χρήσεώς του, γεγονός που το καθιστά αναξιόπιστο.

Μετά από τη διενέργεια πειραμάτων έχει βρεθεί πως υπάρχουν πιο αποτελεσματικά φάρμακα όπως το οργανοφωσφορικό pyrimiphos methyl (Τομάζου, 1989) και το πυρεθροειδές permethrin (Paradouroulou and Tomazou, 1991) τα οποία εκτός του ότι προκαλούν τη θανάτωση ικανοποιητικού αριθμού ακμαίων, παραλλήλως εμποδίζουν και την εμφάνιση της F1 γενεάς. Πρέπει να σημειωθεί ότι το *S. oryzae* θεωρείται ένα από τα πιο ανθεκτικά είδη των αποθηκευμένων προϊόντων στα πυρεθροειδή (Arthur, 1996). Οι Samson and Parker (1989) και Arthur (1992, 1994, 1999) χρησιμοποιώντας τα πυρεθροειδή deltamethrin, bioresmethrin και cyfluthrin βρήκαν ότι το *S. oryzae* δεν μπορούσε να ελεγχθεί με τις δόσεις οι οποίες ήταν αποτελεσματικές ενάντια σε άλλα είδη, όπως το *R. dominica* και το *T. confusum*. Ωστόσο, οι Athanassiou et al. (2004a) μετά από έρευνα βρήκαν ότι μερικά πυρεθροειδή μπορούν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία ενάντια στο *S. oryzae* για την προστασία του αποθηκευμένου σιταριού.

Πολλές φορές δεν χρησιμοποιείται κάθε μέθοδος ξεχωριστά, αλλά σε διαπιστωμένες προσβολές γίνονται συνδυασμοί μεθόδων. Συγκεκριμένως, χρησιμοποιούνται πρώτα καπνογόνα (κατά κανόνα φωσφίνη) για να απαλλαγεί το προϊόν από όλες τις μορφές εντόμων και στη συνέχεια χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα για μακράς διάρκειας προστασία.

Η σκόνη γης διατόμων έχει επίδραση μόνο στα ακμαία του *S. oryzae* αφού τα ατελή στάδια του εντόμου βρίσκονται μέσα στον σπόρο. Τόσο η υγρασία (σπόρου, αποθηκευτικού χώρου) όσο και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, επιδρούν στην αποτελεσματικότητα της σκόνης γης διατόμων έναντι των ακμαίων του *S. oryzae*. Η αύξηση της θερμοκρασίας αλλά και της υγρασίας (σπόρου, αποθηκευτικού χώρου) φαίνεται να αυξάνει την αποτελεσματικότητα της σκόνης γης διατόμων (Mewis και Urlichs 2000).

Η σκόνη γης διατόμων προκαλεί αυξημένη θνησιμότητα και επί του παρασιτοειδούς *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) (Mendoza et al., 1999). Θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν το γεγονός αυτό ιδιαίτερος, σε προγράμματα αντιμετώπισης όπου που συνδυάζεται η Βιολογική Αντιμετώπιση με την χρήση σκόνης γης διατόμων. Σε πειράματα που διεξήχθησαν για την μελέτη της επιδράσεως της γης διατόμων στο *A. calandrae* φάνηκε ότι το ακμαίο παρασιτοειδές προτιμά να ωοτοκεί σε σπόρους που δεν φέρουν σωματίδια σκόνης. Συμφώνως προς τους ερευνητές (Mendoza et al., 1999) ένας καλός συνδυασμός των δύο μεθόδων θα μπορούσε να επιτευχθεί με μεταχείριση του αποθηκευμένου σπόρου στα ανώτερα στρώματα (μέχρι 30 cm) με σκόνη γης διατόμων και η εξαπόλυση του παρασιτοειδούς να πραγματοποιηθεί στα στρώματα της μάζας του αποθηκευμένου σπόρου που βρίσκονται κάτω από αυτό το ύψος.



Εικ.46 Εφαρμογή γης διατόμων σε *S. oryzae*.

### 3.3. *Tribolium confusum* Jacquelin du Val

**Τάξη:** Coleoptera

**Υπόταξη:** Polyphaga

**Οικογένεια:** Tenebrionidae

**Κοινή ονομασία:** Σκαθάρι ή ψείρα των αλεύρων

**Αγγλική ονομασία:** Confused flour beetle

#### 3.3.1. Γεωγραφική κατανομή.

Το έντομο αυτό είναι γνωστό από τους αρχαίους χρόνους για τις ζημιές που προκαλεί. Βρέθηκε σε τάφους των Φαραώ (Τουτανχαμών) στην Αίγυπτο το 2500 π.Χ. Προσβάλλει όλα τα είδη σπόρων, άλευρα, πίτυρα, σπέρματα ψυχανθών, ξηρές ρίζες, ξηρά φρούτα, ξηρούς καρπούς, εντομολογικές συλλογές, σοκολάτα, φάρμακα, καπνό και πολλά άλλα προϊόντα.

#### 3.3.2. Μορφολογία.

Το ακμαίο έχει σώμα επίμηκες, πεπεσμένο, λείο (χωρίς τρίχωμα), μήκους 3,5 - 4,5 mm, χρώματος στίλπνου ερυθροκαστανού, κεφαλή και επιθώρακιο με πολλά μικρά στίγματα. Οι κεραιές έχουν άρθρα που μεγεθύνονται βαθμιαίως προς το άκρο, χαρακτηριστικό το οποίο χρησιμοποιείται για την διάκριση από το συγγενές *T. castaneum*.

Η προνύμφη είναι ευκέφαλη ολιγόποδη, έχει σώμα επίμηκες και είναι ωχροκίτρινη με μήκος 4 - 5 mm. Έχει σμήριγγες στα πλάγια των σωματικών τμημάτων, κεφαλή σκοτεινού χρώματος και το τελευταίο κοιλιακό τμήμα με χιτινισμένη δικρανοειδή απόφυση (Μπουχέλος, 1996).



Εικ.47. Προνύμφες και ακμαία του *T. confusum*.

### 3.3.3. Βιολογία.

Αναλόγως με τις συνθήκες που επικρατούν στις αποθήκες μπορεί να έχει μέχρι 5 γενεές το έτος. Διαχειμάζει ως ακμαίο εντός των προϊόντων που προσβάλλει ή σε διάφορα προφυλαγμένα σημεία της αποθήκης. Τα θήλαα μπορούν να ζήσουν μέχρι και δύο έτη. Εναποθέτουν μέχρι και 600 ωά/ άτομο συνήθως πάνω στα προϊόντα. Οι προνύμφες εκκολάπτονται μόνο εντός αρκετά στενών ορίων θερμοκρασίας και υγρασίας. Το άριστο της θερμοκρασίας είναι 37 °C και 5 για την επώαση και την νύμφωση. Η προνυμφική ανάπτυξη χρειάζεται 1- 3 μήνες αναλόγως τη θερμοκρασία. Η νύμφωση γίνεται στους 20 °C και σε 70 % σχετική υγρασία (Bonnemaison, 1967).

Εργαστηριακές παρατηρήσεις έδειξαν ότι το έντομο αναπτύσσεται καλύτερα και ταχύτερα σε σπασμένους, παρά σε ολόκληρους σπόρους, γεγονός που δείχνει ότι η παρουσία του περισπερμίου αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για την είσοδό τους στο εσωτερικό τους. Παρατηρήθηκε επίσης ότι σε περίπτωση που η τροφή δεν είναι τόσο κατάλληλη για την ανάπτυξη της προνύμφης, ο βιολογικός κύκλος επιμηκύνεται σημαντικά (3-4 μήνες) ενώ παραλλήλως έχουμε αύξηση του αριθμού των εκδύσεων οι οποίες από 6-7, που είναι ο συνηθισμένος αριθμός, φθάνουν στις 12-13 (Σταμόπουλος, 1995).



Εικ. 48 Θάλαμοι ελεγχόμενων συνθηκών του Μπενακειού Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου εντός των διατηρούνται εκτροφές του *T. confusum*.



Εικ.49 Εκτροφές του *T. confusum* διατηρούμενες εντός θαλάμων ελεγχόμενων συνθηκών του Μπενακειού Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου.

### 3.3.4. Ζημιές – Προσβολές.

Προσβάλλει όλα τα είδη σπόρων: σιτηρά, όσπρια, άλευρα, πίτυρα, ελαιώδεις σπόρους και ζωοτροφές, μπαχαρικά, μεγάλη ποικιλία ξηρών φυσικών υλών, ρίζες, φρούτα, καρπούς κ.α.

### 3.3.5. Χημική αντιμετώπιση.

Έχει διαπιστωθεί πως τα οργανοφωσφορικά σκευάσματα όπως το pyrimiphos-methyl (Evans, 1985) και το chlorpyrifos-methyl (Arthur, 1992) μπορούν να δώσουν ικανοποιητικά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση του *T. confusum*. Το έντομο αυτό έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα στα σκευάσματα malathion και lindane (Evans, 1985).

### 3.3.6. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισεως.

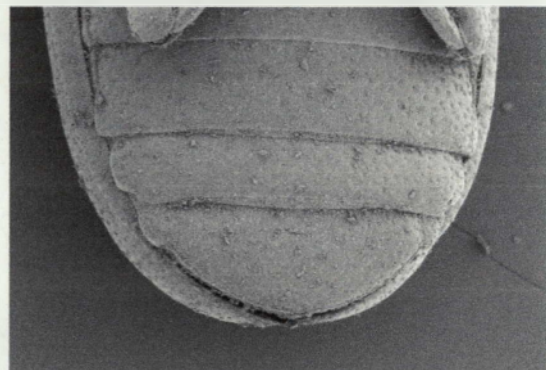
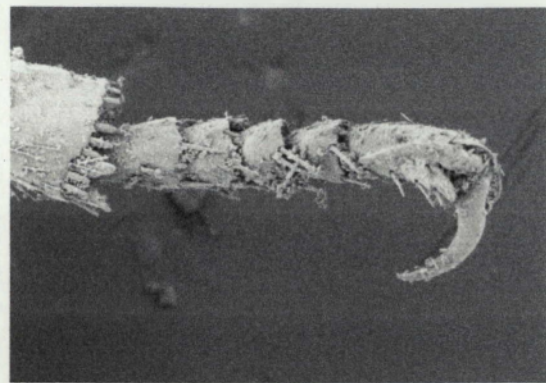
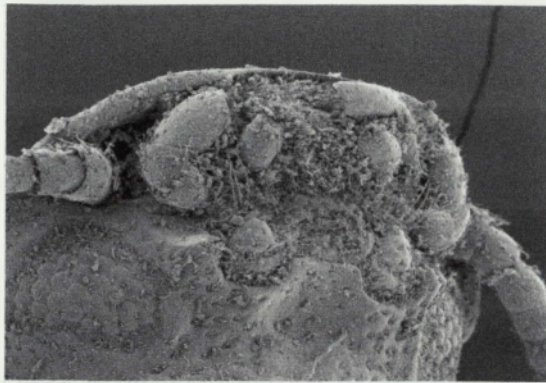
Με το πέρασμα του χρόνου έγινε αναγκαία η χρήση μεθόδων αντιμετώπισεως αποτελεσματικών αλλά και συνάμα ασφαλών για την υγεία των καταναλωτών. Έτσι, δε θα μπορούσε να μην καταλογισθεί και η χρήση της γης διατόμων ως ένα ασφαλές όπλο για τη καταπολέμηση του *T. confusum*.

Η μορφολογία καθώς και η φυσιολογία του συγκεκριμένου εντόμου προσδίδουν σε αυτό την ικανότητα να αντέχει περισσότερο, από ότι τα υπόλοιπα σκαθάρια των αποθηκευμένων προϊόντων, όταν εκτίθεται σε προϊόν στο οποίο έχει προστεθεί γη διατόμων. Αυτό το γεγονός θα μπορούσε να αντιμετωπισθεί χρησιμοποιώντας μεγαλύτερες ποσότητες γης διατόμων στο προϊόν (Mewis and Ulrichs 2001, Athanassiou et al. 2004).

Ακόμη και αν η θνησιμότητα του πληθυσμού του δεν φθάνει το 100 % άμεσα, είναι δυνατό να ελέγχεται ο πληθυσμός του εντόμου εφ' όσον δεν παρατηρείται μεγάλο ποσοστό απογόνων μετά από επέμβαση με σκόνη γης διατόμων (Athanassiou et al., 2004). Συμφώνως προς τον Athanassiou et al (2003) σε ορισμένες περιπτώσεις η παραγωγή απογόνων ήταν υψηλή σε προϊόντα που είχε προστεθεί γη διατόμων, ακόμη και όταν τα πατρικά άτομα είχαν κατασταλεί κατά 100 %. Παρ' όλα αυτά, η αποτελεσματικότητα της σκόνης είναι ικανοποιητική κατά των προνυμφών του εντόμου, όπως αναφέρουν οι Mewis and Ulrichs (2001) οπότε ακόμη και αν είναι υψηλοί οι αριθμοί των απογόνων, δε θα είναι δυνατή περαιτέρω προσβολή. Οι Michalaki et al. (2005) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα του εντομοπαθογόνου μύκητα *Metarhizium anisopliae* (Metschinkoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) σε συνδυασμό με το σκεύασμα της ΓΔ SilicoSec ενάντια στις προνύμφες του *T. confusum*.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αυτός ο συνδυασμός μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία κατά των προνυμφών του *T. confusum* και ότι η παρουσία του SilicoSec εμπλούτισε την εντομοκτόνο δράση του *M. Anisopliae* μόνο κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Ο συνδυασμός αυτός εφαρμόστηκε από τους Kavallieratos et al. (2006) σε ακμαία άτομα του *T. confusum* χωρίς όμως να ληφθούν ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Η χρήση της γης διατόμων ως μεθόδου αντιμετώπισης είναι δυνατή ακόμη και στους μύλους (βιομηχανίες αλεύρων) ή και στους φούρνους όπου είναι δύσκολη η χρήση χημικών φαρμάκων ή άλλων μεθόδων. Οι δυναμικές αντιδράσεις της σκόνης με τα άλευρα είναι καθοριστικής σημασίας παράγοντες που συμβάλλουν στην ικανοποιητική εντομοκτόνο δράση.



Εικ. 50 Α. Στοματικά μέρια, Β. Ταρσός, Γ. Τελευταίοι κοιλιακοί στερνίτες, Δ. Πρόταρσος, ακμαίου *T. confusum* κεκαλυμμένα από ΓΔ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

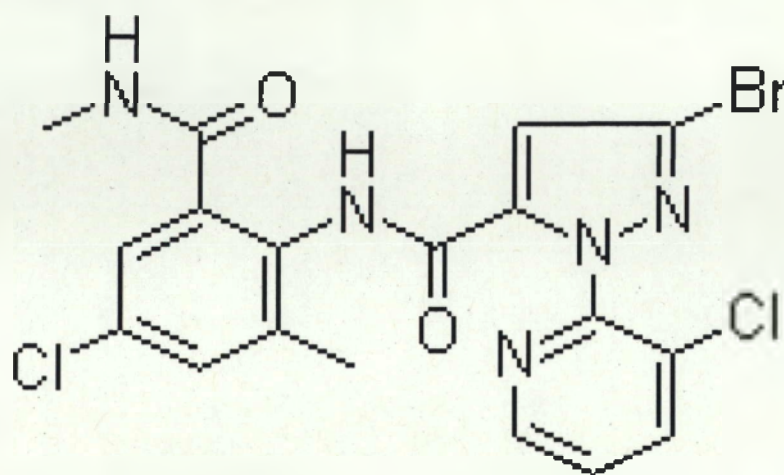
### 4.1 Φυσικές και χημικές ιδιότητες της chlorantraniliprole

Η δραστική ουσία chlorantraniliprole ανήκει στην χημική οικογένεια των ανθρανιλικών διαμιδίων και έχει ένα νέο τρόπο δράσης μέσω της ενεργοποίησης των υποδοχέων ρυανοδίνης των εντόμων. Αυτή η ενεργοποίηση προκαλεί την απελευθέρωση ασβεστίου από τις εσωτερικές αποθήκες των μυών των εντόμων, με άμεσο αποτέλεσμα την μειωμένη μυϊκή λειτουργία, παράλυση και ακολούθως θανάτωση των εντόμων – στόχων. Το χρώμα της chlorantraniliprole είναι ανοικτό καφέ και συναντάται σε κοκκώδη μορφή.

Η χημική ονομασία της είναι : 3-Bromo-*N*-[4-chloro-2-methyl-6-(methylcarbamoyl)phenyl]-1-(3-chloro-2-pyridine-2-yl)-1H-pyrazole-5-carboxamide

**Εμπειρικός τύπος :** C<sub>18</sub>H<sub>14</sub>N<sub>5</sub>O<sub>2</sub>BrCl<sub>2</sub>

**Ακριβές μοριακό βάρος :** 483.15 g/mol



Εικ. 51 Συντακτικός τύπος της chlorantraniliprole



Ακολουθούν ορισμένα από τα χαρακτηριστικά της ουσίας:

- **Σημείο τήξεως:** 200-202°C / 208 – 210°C

- **Πυκνότητα:** 1.5189 (95.9%)/1.507 (99.2%) at 20°C

- **Διαλυτότητα στο νερό:** σε απιονισμένο νερό 1.023 mg/L, με pH 4 0.972 mg/L, με pH 7 0.880 mg/L, με pH 9 0.971 mg/L.

- **Διαλυτότητα σε άλλους διαλύτες:** διαλυτό σε ακετόνη, μεθανόλη, εξάνιο, ακενονοτίλο, ακετονιτρίλιο, Διμεθυλοφορμαμίδιο, Οξικό αιθυλεστέρα, τολουόλιο και διχλωρομεθάνιο.

## 4.2 Τροπος δράσης

Το ALTACOR είναι εντομοκτόνο επαφής και στομάχου για την καταπολέμηση διαφόρων λεπιδόπτερων στο αμπέλι υπαίθρου, στη μελιτζάνα, τομάτα, πιπεριά και μαρούλι υπαίθρου και θερμοκηπίου και αγγούρι, κολοκυθάκι, πεπόνι και καρπούζι θερμοκηπίου. Περιέχει τη δραστική ουσία chlorantraniliprole, η οποία ανήκει στη χημική οικογένεια των ανθρανιλικών διαμιδίων και έχει ένα νέο τρόπο δράσης σε βιοχημικό επίπεδο χωρίς να εμφανίζει διασταυρωτή ανθεκτικότητα με καμία από τις γνωστές ομάδες εντομοκτόνων. Δρα ενεργοποιώντας τους υποδοχείς της ρυανοδίνης ( ryanodine receptor modulator) αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της λειτουργίας του μυϊκού συστήματος, την παραλύση και το θάνατο των εντόμων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### **5.1 Υλικά και Μέθοδοι :**

#### **Έντομα :**

Τα εξετασθέντα είδη εντόμων ήσαν τα: *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrycidae), *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) και *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). Τα δυο πρώτα είδη εξετράφησαν σε ολόκληρο σιτάρι ενώ το *T. confusum* σε αλεύρι, το οποίο περιείχε 5% ζυθοζύμη, στους 25°C, σε 70% Σ.Υ. και σε συνεχές σκότος. Για τις βιοδοκιμές, χρησιμοποιήθηκαν μόνον ακμαία, <4 εβδομάδων ενώ για το *T. confusum* χρησιμοποιήθηκαν και προνύμφες 3<sup>ου</sup> ή 4<sup>ου</sup> σταδίου.

#### **Σκεύασμα :**

Για τον πειραματισμό χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα Altacor 35WG περιέχον 35% chlorantraniliprole (δραστική ουσία) (NTY PONT ΕΛΛΑΣ Α.Ε., Χαλάνδρι, Ελλάς) το οποίο αποθηκεύτηκε σε συνθήκες περιβάλλοντος μέχρι την έναρξη του πειράματος.

#### **Προϊόντα :**

Χρησιμοποιήθηκαν απεντομωμένα, άνευ προσμίξεων τα ακόλουθα δημητριακά: σκληρό σιτάρι (var. Mexa) και αλεύρι. Πριν από την έναρξη των πειραμάτων, η περιεκτικότητα των σπόρων σε υγρασία ήταν 12%.

## 5.2 Βιοδοκιμές :

Εντός 450 τρυβλίων με διάμετρο 8cm και με εμβαδόν 50,27 cm<sup>2</sup> τοποθετήθηκαν 20g σκυροδέματος. Στην συνέχεια έγινε ψεκασμός της επιφάνειας του σκυροδέματος με την δραστική ουσία chlorantraniliprole σε 4 δόσεις : 0,01 a.i/cm<sup>2</sup>, 0,1 a.i/cm<sup>2</sup>, 0,05 a.i/cm<sup>2</sup>, 0,5 a.i/cm<sup>2</sup>. Μία πρόσθετη σειρά τρυβλίων ψεκάστηκαν με απεσταγμένο ύδωρ και χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Το εντομοκτόνο εφαρμόστηκε με τον αεροψεκαστήρα AG-4 (Mecafeer, Valence, France) σε 1ml διαλύματος / τρυβλίο. Στην συνέχεια τα ψεκασμένα τρυβλία αφήθηκαν ½ ώρα ώστε να στεγνώσουν. Για κάθε δόση έγιναν 3 επαναλήψεις. Μετά την πάροδο της ½ ώρας εισήχθηκε 0.5 g τροφής (σπασμένου σίτου για τα *S. oryzae*, *R. dominica* και αλεύρι για το *T. confusum*) σε κάθε τρυβλίο και ακολούθησε η τοποθέτηση 10 ακμαίων ατόμων από κάθε είδος ενώ για τα *T. confusum* τοποθετήθηκαν και 10 προνύμφες. Τα τοιχώματα του τρυβλίου καλύπτονταν με Fluon (Northen Products, Woonsocket, RI, USA), ώστε να εμποδιστεί η δραπέτευση των εντόμων. Ακολούθως, όλα τα τρυβλία τοποθετούνταν εντός θαλάμων ελεγχόμενων συνθηκών στους 25 °C και σε 75 % Σ.Υ. Στην συνέχεια εξετάστηκε η θνησιμότητα των εντόμων κάθε 24h επί 5d. Μετά το πέρας της 5<sup>ης</sup> ημέρας μεταφέρονταν όσα άτομα υπήρχαν ζωντανά σε κάθε τρυβλίο, σε άλλα τρυβλία που περιείχαν σκυρόδεμα και τροφή, αλλά δεν ήταν ψεκασμένα και εξετάζονταν ξανά μετά από 7d. Οι δοκιμές επαναλήφθηκαν τρεις φορές, με την προετοιμασία νέων τρυβλίων ακολουθώντας την προαναφερθείσα διαδικασία. Τα δεδομένα των 5d αναλύθηκαν συμφώνως προς την Repeated Measures Analysis of SAS (SAS Institute, 2000). Ο επαναλαμβανόμενος παράγοντας ήταν το διάστημα εκθέσεως, η θνησιμότητα ήταν η μεταβλητή ενώ το είδος του εντόμου και η δόση ήταν οι κύριες επιδράσεις. Τα δεδομένα των 12d αναλύθηκαν συμφώνως προς την ANOVA με το είδος και την δόση ως κύριες επιδράσεις με την χρήση του στατιστικού προγράμματος JMP (Sall et al, 2001). Οι μέσοι για την εκτίμηση της θνησιμότητας διαχωρίστηκαν με την δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε P=0.05 (Sokal and Rohlf, 1995).

### 5.3 Αποτελέσματα και Συζήτηση

Μεταξύ των διαστημάτων εκθέσεως, όλες οι κύριες επιδράσεις ήσαν σημαντικές για τα επίπεδα θνησιμότητας των εξετασθέντων ειδών εντόμων σε  $P = 0.05$  (Πίνακας 1). Επιπλέον, όλες οι κύριες επιδράσεις ήσαν σημαντικές εντός των διαστημάτων εκθέσεως σε  $P = 0.05$  για όλα τα εξετασθέντα είδη (Πίνακας 1). Οι δόσεις οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ήσαν χαμηλές (0,01 ppm) έως μετρίως χαμηλές (0,5 ppm) εν συγκρίσει με τις δόσεις άλλων χημικών σκευασμάτων όπως τα abamectin, fipronil, spinosad, πυρεθρίνες (Athanassiou et al 2004; Kavallieratos et al, 2009; 2010; Vayias et al, 2009a). Για τις συγκεκριμένες δόσεις ωστόσο, προέκυψαν διάφορα συμπεράσματα. Το *R. dominica* ήταν περισσότερο ανθεκτικό στο chlorantraniliprole σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη εντόμων, κάτι το οποίο δεν συμβαίνει με άλλα εντομοκτόνα όπως το spinosad, όπου το *R. dominica* ήταν πολύ πιο ευαίσθητο σε σχέση με τα ίδια είδη εντόμων (Athanassiou et al 2008; Vayias et al, 2009a). Συμφώνως προς τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης το chlorantraniliprole δεν μπορεί να θεωρηθεί ως η καλύτερη λύση αντιμετώπισης, καθώς για τον έλεγχο του εντόμου θα πρέπει να περάσουν τουλάχιστον 5 ημέρες ώστε η αποτελεσματικότητά του να ξεπεράσει το 37% (Πίνακας 2).

Τα ακμαία *T. confusum* μετά από 3d εκθέσεως τουλάχιστον ήταν περισσότερο ανθεκτικά σε σχέση τόσο με τις προνύμφες όσο και με τα ακμαία *R. dominica* ή *S. oryzae* (Πίνακας 2). Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα μελετών για άλλες χημικές ουσίες όπως spinosad, fipronil, abamectin όπου τα ακμαία *T. confusum* ήσαν τα περισσότερο ανθεκτικά τόσο σε σχέση με τις προνύμφες του ίδιου εντόμου όσο και σε σχέση με τα ακμαία έντομα άλλων ειδών όπως τα *S. oryzae* και *R. dominica* (Vayias and Athanassiou 2004b; Kavallieratos et al, 2009; 2010; Vayias et al, 2009a). Αυτό είναι λίαν σημαντικό εύρημα, καθώς η αντιμετώπιση του *T. confusum* είναι γενικώς δύσκολη και η δραστική ουσία chlorantraniliprole φαίνεται να το ελέγχει ικανοποιητικώς.

Βάσει των προηγούμενων θα πρέπει η εκλογή του κατάλληλου εντομοκτόνου κάθε φορά να γίνεται βάσει σωστής δειγματοληψίας στην αποθήκη από την οποία προκύπτει η πληθυσμιακή πυκνότητα του προς αντιμετώπιση εχθρού, καθώς η συνεχόμενη ή η τυχαία εφαρμογή εντομοκτόνων ενδέχεται να είναι αποτελεσματική για ένα είδος εχθρού αλλά μη αποτελεσματική για άλλα είδη. Η συνδυασμένη χρήση του chlorantraniliprole με άλλα χημικά ή φυσικά σκευάσματα ίσως να αποτελέσει λύση για περιπτώσεις μικτών προσβολών, ωστόσο αυτός ο συνδυασμός θα πρέπει πρώτα να εκτιμηθεί πριν την εφαρμογή του γιατί ενώ

υπάρχουν περιπτώσεις όπου συνδυασμοί εντομοκτόνων παραγόντων έχουν συνεργιστική δράση μεταξύ τους (Vayias et al 2009b, Athanassiou et al 2009) έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις όπου τέτοιοι συνδυασμοί δεν είχαν επιθυμητά αποτελέσματα (Vayias et al 2010).

Η αποτελεσματικότητα του chlorantraniliprole αυξήθηκε γενικώς με την δοσολογία της εφαρμογής του, η αύξηση όμως αυτή δεν ήταν στατιστικώς σημαντική, με πολύ λίγες εξαιρέσεις (*T. confusum* μετά από 2 και 3d εκθέσεως) (Πίνακας 2). Το εύρημα αυτό χρήζει περαιτέρω έρευνας. Ωστόσο, το γεγονός ότι η δοσολογία δεν έπαιξε σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα του εντομοκτόνου, ότι μετά από 5d εκθέσεως των εντόμων στο chlorantraniliprole η θνησιμότητά τους δεν ήταν ιδιαίτερος υψηλή (με μόνη εξάιρεση το *T. confusum* με θνησιμότητα >77% στα 0,5 ppm) και ότι τα έντομα εμφάνισαν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας μετά από 7d (12d μετά την 1<sup>η</sup> ημέρα εφαρμογής του εντομοκτόνου) (Πίνακας 3) συμπεραίνεται ότι το chlorantraniliprole είναι εντομοκτόνο με βραδύ τρόπο δράσεως.

Η καθυστερημένη αποτελεσματικότητα 12d του chlorantraniliprole η οποία παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη ήταν ιδιαίτερα υψηλή για όλα τα είδη που εξετάστηκαν. Αυτό το εύρημα δείχνει ότι το chlorantraniliprole μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε χαμηλές δόσεις οι οποίες δύνανται να ελαττώνουν το κόστος αντιμετώπισης αλλά και τα υπολείμματα στα αποθηκευμένα προϊόντα. Επίσης, οι χαμηλές δόσεις είναι πιο φιλικές για το περιβάλλον και το χρήστη. Ωστόσο, η ταχύτητα θανατώσεως των εντόμων από το εφαρμοζόμενο εντομοκτόνο είναι επιθυμητό χαρακτηριστικό καθώς τα έντομα ακόμη και υπό την επίρεια εντομοκτόνου μπορούν να ωοτοκούν και να αναπαράγονται (Subramanyam and Roesli, 2000; Kavallieratos et al, 2009; 2010; Vayias et al, 2009). Συνεπώς το chlorantraniliprole θα πρέπει να χρησιμοποιείται μετά από εκτίμηση οφέλους και κινδύνου από την χρήση του.

**Πίνακας 1.** Παράμετροι της MANOVA για τις κύριες επιδράσεις και τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις για τα επίπεδα θνησιμότητας των εξετασθέντων ειδών μεταξύ ή εντός των διαστημάτων εκθέσεως (total df=719).

Μεταξύ των διαστημάτων εκθέσεως			
Πηγή Παραλλακτικότητας	df	F	P
Είδος	3	10,2395	<0,0001
Δόση	3	35,245	0.017
Είδος X Δόση	9	0,6621	0,7417
Εντός των διαστημάτων εκθέσεως			
Χρόνος X Είδος	12	8,3927	<,0001
Χρόνος X Δόση	12	2,7867	0,0012
Χρόνος X Είδος X Δόση	36	1,1576	0,2483

**Πίνακας 2.** Μέση θνησιμότητα (%) ( $\pm$ SE) των ακμαίων *S. oryzae*, *R. dominica*, *T. confusum* και των προνυμφών *T. confusum* επί 5 συνεχείς d εκτεθέντων σε τροφή (ολόκληρο σιτάρι για τα *S. oryzae* και *R. dominica*; αλεύρι για το *T. confusum*) επί ψεκασθείσας επιφανείας σκυροδέματος με chlorantraniliprole σε 4 δόσεις. Εντός κάθε συνδυασμού διαστήματος εκθέσεως και είδους οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικώς. Εντός κάθε συνδυασμού διαστήματος εκθέσεως και δόσεως οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικώς Σε όλες τις περιπτώσεις, df = 3, 35, Δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε  $P = 0,05$ .

		0.01 ppm	0.05 ppm	0.1 ppm	0.5 ppm
1d	<i>T. confusum</i> (ακμαία)	0.0 $\pm$ 0.0 Aa	0.0 $\pm$ 0.0 Aa	0.0 $\pm$ 0.0 Aa	0.0 $\pm$ 0.0 Aa
	<i>T. confusum</i> (προνύμφες)	1.1 $\pm$ 1.1 Aa	2.2 $\pm$ 1.5 Aa	1.1 $\pm$ 1.1 Aa	4.4 $\pm$ 2.4 Aa
	<i>S. oryzae</i>	3.3 $\pm$ 1.7 Aa	5.6 $\pm$ 2.9 Aa	6.7 $\pm$ 2.2 Aa	0.0 $\pm$ 0.0 Aa
	<i>R. dominica</i>	1.1 $\pm$ 1.1 Aa	2.2 $\pm$ 1.5 Aa	3.3 $\pm$ 1.1 Aa	3.3 $\pm$ 2.4 Aa
2d	<i>T. confusum</i> (ακμαία)	0.0 $\pm$ 0.0 Ab	0.0 $\pm$ 0.0 Bb	0.0 $\pm$ 0.0 Bb	5.0 $\pm$ 1.7 Aa
	<i>T. confusum</i> (προνύμφες)	5.5 $\pm$ 2.4 Aa	10.0 $\pm$ 2.9 ABa	8.9 $\pm$ 2.0 Aa	13.3 $\pm$ 2.9 Aa
	<i>S. oryzae</i>	6.7 $\pm$ 3.3 Aa	12.2 $\pm$ 4.6 Aa	10.0 $\pm$ 3.3 ABa	4.4 $\pm$ 2.4 Aa
	<i>R. dominica</i>	5.6 $\pm$ 1.8 Aa	6.7 $\pm$ 2.9 ABa	7.1 $\pm$ 2.4 ABa	6.7 $\pm$ 3.3 Aa
3d	<i>T. confusum</i> (ακμαία)	10.0 $\pm$ 1.1 Ab	16.7 $\pm$ 1.7 Ab	26.7 $\pm$ 3.3 Aa	26.7 $\pm$ 1.7 Aa
	<i>T. confusum</i> (προνύμφες)	15.6 $\pm$ 2.4 Aa	15.6 $\pm$ 3.4 Aa	17.8 $\pm$ 1.5 ABa	24.4 $\pm$ 3.8 ABa
	<i>S. oryzae</i>	16.7 $\pm$ 5.6 Aa	17.8 $\pm$ 3.6 Aa	22.2 $\pm$ 4.4 ABa	18.9 $\pm$ 4.5 ABa
	<i>R. dominica</i>	13.3 $\pm$ 1.7 Aa	10.0 $\pm$ 3.3 Aa	13.3 $\pm$ 2.3 Ba	12.2 $\pm$ 4.4 Ba

4d	<i>T. confusum</i> (ακμαία)	38.9 ± 3.1 Aa	33.3 ± 6.0 Aa	36.7 ± 1.7 Aa	47.8 ± 4.0 Aa
	<i>T. confusum</i> (προνύμφες)	27.8 ± 4.7 ABa	30.0 ± 3.7 Aa	30.0 ± 1.7 ABa	38.9 ± 4.8 ABa
	<i>S. oryzae</i>	34.4 ± 5.0 ABa	32.2 ± 5.7 Aa	33.3 ± 3.3 ABa	35.6 ± 5.0 ABa
	<i>R. dominica</i>	20.0 ± 7.1 Ba	22.2 ± 3.2 Aa	24.4 ± 2.4 Ba	24.4 ± 5.0 Ba
5d	<i>T. confusum</i> (ακμαία)	61.1 ± 3.1 Ab	63.3 ± 3.3 Ab	70.0 ± 3.3 Aab	77.8 ± 2.2 Aa
	<i>T. confusum</i> (προνύμφες)	41.1 ± 6.3 ABa	46.7 ± 5.0 ABa	48.9 ± 5.4 Ba	58.9 ± 7.5 ABa
	<i>S. oryzae</i>	53.3 ± 6.2 ABa	50.0 ± 7.1 ABa	53.3 ± 5.8 ABa	60.0 ± 6.2 ABa
	<i>R. dominica</i>	32.2 ± 4.6 Ba	35.6 ± 3.8 Ba	36.7 ± 4.4 Ba	37.8 ± 7.6 Ba

**Πίνακας 3.** Καθυστερημένη μέση θνησιμότητα (%) ( $\pm$  SE) των επιζήσαντων ακμαίων *S. oryzae*, *R. dominica*, *T. confusum* και των προνυμφών *T. confusum*, μετά από 12d ημέρες εκθέσεως από την πρώτη εφαρμογή του chlorantraniliprole. Για κάθε είδος οι μέσοι οι οποίοι ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικώς. Για κάθε δόση οι μέσοι οι οποίοι ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικώς. Για ένα δεδομένο ρυθμό εφαρμογής, οι μέσοι οι οποίοι ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικώς. Τα μικρά γράμματα είναι για το ρυθμό εφαρμογής και τα κεφαλαία γράμματα είναι για τα είδη. Ση σύγκριση ειδών είναι  $df=3,35$ ; και η σύγκριση του ρυθμού εφαρμογής είναι  $df=3,35$ ; HSD test at  $P < 0,005$ ). Σε όλες τις περιπτώσεις,  $df = 3, 35$ , Δοκιμασία Tukey-Kramer (HSD) σε  $P = 0,05$ .

	0.01 ppm	0.05 ppm	0.1 ppm	0.5 ppm
<i>confusum</i> (ακμαία)	88.9 ± 7.3 Aa	100.0 ± 0.0 Aa	94.9 ± 2.3 Aba	96.1 ± 2.4 Aa
<i>confusum</i> (προνύμφες)	94.9 ± 2.6 Aa	90.0 ± 4.1 Aa	94.6 ± 1.7 ABa	97.2 ± 2.7 Aa
<i>oryzae</i>	100.0 ± 0.0 Aa	98.6 ± 1.4 Aa	99.2 ± 0.5 Aa	100.0 ± 0.0 Aa
<i>dominica</i>	94.9 ± 2.6 Aa	83.4 ± 3.5 Ba	91.2 ± 1.9 Ba	95.0 ± 3.3 Aa

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ :**

**Akbar W., Lord J.C., Nechols J.R. and Howard R.W. 2004.** Diatomaceous earth increases the efficacy of *Beauveria bassiana* against *Tribolium castaneum* larvae and increases conidia attachment. *J Econ Entomol* 97: 273-280.

**Al-Kirshi, A.G., H. Boshow, W.E. Burkholder and C. Reichmuth, 1996.** The biology of the parasitoid *Laelius pedatus* (Hymenoptera: Berthylidae), and its potential for the biological control of *Trogoderma granarium* and *Trogoderma angustum* (Coleoptera: Dermestidae). Proceedings of the 20<sup>th</sup> International Congress of Entomology, p. 554, Florence, Italy.

**Anonymous, 1994.** Official United states standards for grain. USDA Federal Grain Inspection Service p. 47.

**Arthur, F. H. 1994.** Efficacy of unsynergised deltamethrin and deltamethrin + chlorpyrifos methyl combinations as protectants of stored wheat corn (maize). *Journal of Stored Products Research* 30: 87-94.

**Arthur, F. H. 1999.** Effect of temperature on residual toxicity of cyfluthrin wettable powder. *Journal of Economic Entomology* 92: 695-699.

**Arthur, F. H. 1999.** Knockdown mortality and progeny production of lesser grain borers (Coleoptera: Bostrychidae) and rice weevils (Coleoptera:Curculionidae) exposed for short intervals on wheat treated with cyfluthrin. *Journal of Economic Entomology*. 92: 1198-1205.

**Arthur, F. H., 1992.** Recidual efficacy of chlorpyrifos methyl + bioresmethrin and chlorpyrifos methyl + resmethrin for controlling lesser grain borers (Coleoptera: Bostrychidae), rice weevils (Coleoptera:Curculionidae) in stored wheat. *Journal of Economic Entomology* 85: 570-575.

**Arthur, F. H., 1996.** Grain protectants : Current status and prospects for the future. *Journal of Stored Products Research* 32: 293-302.

**Athanassiou C.G., Korunic Z. and Vayias B. J., 2009.** Diatomaceous earths enhance the insecticidal effect of bitterbarkomycin against stored-grain insects. *Crop Protection* 28:123-127.



- Athanassiou, C. G., and N. G. Kavallieratos. 2005.** Insecticidal effect and adherence of PyriSec in different grain commodities. *Crop Protection* 27: 703-710.
- Athanassiou, C. G., N. G. Kavallieratos, A. E. Yiailis, B. J. Vayias and Ž. Tomanović. 2008** Influence of temperature and humidity on the efficacy of spinosad against four stored grain beetle species. *Journal of Insect Science* 60: 1-9.
- Athanassiou, C. G., N. G. Kavallieratos, and N. S. Andris. 2004(a).** Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations against adults of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) on oat, rye and triticale. *Journal of Economic Entomology* 97: 2160-2167.
- Athanassiou, C. G., N. G. Kavallieratos, B. J. Vayias, A. S. Papagregoriou, C. B. Dimizas and C. Th. Buchelos 2004(b).** Residual toxicity of beta cyflurthrin, alpha cypermethrin and deltamethrin against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat. *Applied Entomology and Zoology* 39: 195-202
- Athanassiou, C. G., N. G. Kavallieratos, F. C. Tsaganou, B. J. Vayias, C. B. Dimizas, and C. Th. Buchelos. 2003.** Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Crop Protection*. 22: 1141-1147.
- Cotton R.J. 1963.** *Pests of storage grain products*. pp 71-72.
- Cox P.D. and Wilking, D.R. 1996.** The potential use of biological control of pests in stored grain. Research review 36. Home-grown cereals authority, London.
- Dal-Bello G., Padin S., Lopez-Lastra C. and Fabrizio M. 2001.** Laboratory evaluation of chemical-biological control of the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in stored grains. *J Stored Prod Res* 37: 77-81.
- Ebeling, W., 1971.** Sorptive dust for pest control. *Annual Review of Entomology* 16: 123-158.
- Evans N.J. 1985.** The effectiveness of various insecticides on some resistant beetle pests of stored products from uganda. *J Stored Prod Res* 21: 105-109.
- Kavallieratos N. G., Athanassiou C. G., Vayias B. J., P. C Betsi., 2010** Insecticidal efficacy of fipronil against four stored-product insect pests: influence of commodity, dose, exposure interval, relative humidity and temperature. *Pest Management Science* 46: 640-649
- Kavallieratos N.G., Athanassiou C.G, Michalaki M.P., Batta Y.A., Rigatos H.A., Pashalidou F.G., Balotis G.N., Tomanović Ž. and Vayias B.J. 2006.** Effect of the

combined use of *Metarhizium anisopliae* (Metschinkoff) sorokin and diatomaceous earth for the control of three stored- product beetle species. *Crop Prot.* 25: 1087-1094.

**Kavallieratos, N.G., C.G. Athanassiou, F.G. Paschalidou, N.S. Andris, and Z. Tomanovic. 2005.** Influence of grain type on the insecticidal efficacy of two diatomaceous earth formulations against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae). *Pest Management Science* 61: 660-666.

**Lord J.C. 2001.** Desiccant dusts synergise the effect of *Beauveria bassiana* (hyphomycetes: Moniliales) on stored-grain beetles. *J Econ Entomol* 94: 367-372.

**Mewis, I., and Ch. Ulrichs. 2001.** Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research* 37: 153-164.

**Mian L.S. and M. S. Mulla, 1982.** Residual activity on insect growth regulators against stored – product beetles in grain commodities. *Journal of Economic Entomology* 69: 479-480.

**Moore D., Lord J.C. and Smith S.M. 2000.** Pathogens. in: Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W. [Eds]. *Alternatives to pesticides in stored-product IPM*. Kluwer academic publishers, Dordrecht, pp 193-227.

**Nelson S.O. and Charity. L.F. 1972.** Frequency dependence of energy absorption by insect and grain in electric fields. *Transaction of the A.S.A.E.* 15: 1099-1102.

**Oberlander H., Silhaek D. L., Shayya E. and Isayya I. 1997.** Current status and future perspectives of the use of insect growth regulators for the control of stored product insects. *J Stored Prod Res* 33: 1-6.

**Padin S.B., Dal-Bello G. and Fabrizio M. 2002.** Grain loss caused by *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Acanthoscelides obtectus* in stored durum wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*. *J Stored Prod Res* 38: 69-74.

**Papadopoulou, Moulkidou E. and Tomazou. T. 1991.** Persistence and activity of permethrin in stored wheat and its residues in wheat milling fraction. *J Stored Prod Res* 27: 249-254.

- Rice W.C. and Cogburn R.R. 1999.** Activity of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Deuteromycota: Hyphomycetes) against three coleopteran pests of stored grains. *J Econ Entomol* 92: 691-694.
- Round F. E., R. M. Crawford, and D. G. Mann. 1992.** The Diatoms. Biology and Morphology of the genera. Cambridge University Press, New York, USA.
- Sá-Fischer A., and M. Schöller. 1994.** Nachweis der Parasitierung von *Dermestes maculatus* durch *Trichogramma evanescens*. Record of the parasitisation of *Dermestes maculatus* by *Trichogramma evanescens*]. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 9: 161-164.
- Samson P.R. and Parker R.J. 1989.** Laboratory studies on protectants for control of Coleoptera in maize. *J Stored Prod Res* 25: 49- 55.
- Shayya, E., M. Kostjukovski, J. Eilberg, and C. Sukprakarn. 1997.** Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research* 33: 7-15.
- Stathers T. 2002.** Entomopathogenic fungi in grain storage- any lessons for Europe from elsewhere? In: Zdarkova E., Lukas J., Hubert J. (Eds.), *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Meeting Of WG 4 Of COST Action 842*, Prague, pp 100-109.
- Subramanyam Bh. and R. Roesli, 2000.** Inert dusts, in *Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM*, ed by Subramanyam Bh and Hagstrum DW, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 321-373
- Vayias B.J, Athanassiou C.G and Buchelos C.Th, 2009(b).** Effectiveness of spinosad combined with diatomaceous earth against different European strains of *Tribolium confusum* Jacquelin DuVal (Coleoptera: Tenebrionidae): influence of commodity and temperature. *Journal of Stored Products Research* 45: 165-176.
- Vayias B.J, Athanassiou C.G, Milonas N.D, Mavrotas C., 2009(a).** Persistence and efficacy of spinosad on wheat, maize and barley grain against four major stored product pests. *Crop Protection* 28: 561-566.
- Vayias, B. J., and C. G. Athanassiou 2004.** Factors affecting efficacy of the diatomaceous earth formulation SilicoSec against adults and larvae of the confused beetle *Tribolium confusum* Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). *Crop Protection* 23, 565-573.
- Vayias, B. J., N. G. Kavallieratos, C. G. Athanassiou, G. Tatsi 2010.** Insecticidal action of the combined use of spinosad and deltamethrin against three stored product pests in two

stored hard-wheat varieties. *Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Product Protection, Estoril, Portugal, 27 June-2 July 2010*, pp. 921-924.

**Wakefield M., Cox P.D., Wildey K.B., Price N.R., Moore D. and Bell B.A. 2002.** The use of entomopathogenic fungi for stored product insect and mite control – further progress in the “Mycopest Project”. In: Zdarkova, E., Lukas, J., Hubert, J. (Eds.), *Proceedings Of The 2<sup>nd</sup> Meeting of WG 4 Of COST Action 842, Prague*, pp 110-115

**White, N. D. G., and J. G. Leesch. 1996.** Chemical Control, pp. 287-330. In Bh. Subramanyam and D. W. Hagstrum [eds.], *Integrated management of insects in stored products*. Marcel Decker, New York.

**Kavallieratos N.G., Athanassiou C.G., Vayias B.J., Mihail S. and Tomanović, Z., 2009** Insecticidal efficacy of abamectin against three stored product insect pests: influence of dose rate, temperature, commodity and exposure interval. *Journal of Economic Entomology* 102: 1352-1359

**Αθανασίου, Χ. και Κ. Μπουχέλος. 1999.** Κολεόπτερα αποθηκευμένων δημητριακών και συναφών προϊόντων στην Ελλάδα. Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, p. 215.

**Μπουχέλος, Κ. 2006.** Έντομα αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων. Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Αθήνα, 93 pp.

**Σταμόπουλος Δ.Κ. 1995.** Έντομα αποθηκών, μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, pp. 254.

**Τόλης Ι.Δ. 1986.** Βαμβάκι: εχθροί, ασθένειες, ζιζάνια. Αθήναι, pp. 616.

**Τομάζου Τ. 1989.** Υπολειμματική δράση εντομοκτόνων εναντίον του *Sitophilus Oryzae* σε αποθηκευμένα σιτηρά. Β΄ Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο. Ανακοινώσεις. pp. 185- 199.