The background features a white page with abstract blue geometric shapes. Two thin blue lines intersect at the top left, forming a large 'V' shape that extends across the page. Three blue circles of varying sizes are arranged vertically along the right side of the 'V'. The top circle is the largest, the middle one is smaller, and the bottom one is the largest again, partially cut off by the edge of the page. The circles have a gradient effect, with a darker blue center and lighter blue outer rings.

# **ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΑΣΤΕΛΛΙC ΚΑΙ ΤΟΥ Κ-ΟΒΙΟΛ ΚΑΤΑ ΤΟΥ SITOPHILUS ORYZAE**

**ΜΑΡΙΕΤΤΑ ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΙΔΗ**  
ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος  
Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων  
Μάρτιος 2014

## Περιεχόμενα

ΜΕΡΟΣ Α' .....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	6
1.1 Τα σημαντικότερα είδη .....	7
1.2. Παράγοντες που επιδρούν στο μέγεθος της προσβολής των αποθηκευμένων προϊόντων.....	20
1.3. Μέθοδοι αντιμετώπισης εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων .....	22
1.4. Μελέτη του <i>Sitophilus oryzae</i> .....	51
ΜΕΡΟΣ Β' .....	64
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ .....	64
2.5 Σκοπός της μελέτης.....	64
2.6 Υλικά και μέθοδοι.....	64
2.7 Περιγραφή του πειραματικού σχεδίου.....	65
2.8 Αποτελέσματα.....	68
2.9 Συμπεράσματα - Συζήτηση.....	81
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	82

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Καθηγήτρια Ειρήνη Καραναστάση για την ανάθεση της παρούσης μελέτης και για την πολύτιμη βοήθεια της σε όλα τα στάδια της μελέτης, καθώς και για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα κατά την συνεργασία μας σε θέματα που αφορούν στον κλάδο της Εντομολογίας και στην μεθοδολογία πειραμάτων με βιοδοκιμές στο εργαστήριο.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τη συνάδελφο μου Μπουκουβάλα Μαρία για την βοήθειά της.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Έντομο αποθηκών θεωρείται κάθε είδος εντόμου που προσβάλλει και ζημιώνει άμεσα ένα προϊόν και μπορεί να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί σε μια αποθήκη ή χώρο που φιλοξενεί για αρκετό χρονικό διάστημα γεωργικά προϊόντα ή τρόφιμα. Υπάρχουν όμως και έντομα τα οποία παρ' όλο που αναπτύσσονται και αναπαράγονται μέσα στις αποθήκες, δεν τρέφονται με τα αποθηκευμένα προϊόντα αλλά με μύκητες ή με άλλα έντομα ή αρθρόποδα (αρπακτικά ή παράσιτα). Τέλος, έντομα τα οποία ζουν στις κατασκευές των κτιρίων και τρέφονται με διάφορα υλικά και υπολείμματα, μπορούν να θεωρηθούν έντομα αποθηκών από τη στιγμή που αναμιχθούν με το αποθηκευμένο προϊόν.

Τέτοια έντομα μπορούν να θεωρηθούν χρήσιμοι δείκτες για τα 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 εφ' όσον το ευνοήσουν ορισμένες συνθήκες. Στις Η.Π.Α. το σιτάρι θεωρείται προσβεβλημένο όταν πληθυσμός δυο ή περισσότερων εντόμων εχθρών, βρεθεί σε 1 χιλιόγραμμα βάρους, αντιπροσωπευτικού δείγματος αποθηκευμένου προϊόντος (Anonymous, 1994).

Τα περισσότερα είδη εντόμων αποθηκών ανήκουν στην Τάξη Coleoptera με επόμενη την τάξη Lepidoptera. Από την Τάξη Hymenoptera, τα έντομα που απαντώνται στις αποθήκες ανήκουν στις οικογένειες Ichneumonidae, Braconidae και Pteromalidae, που παρασιτούν πληθυσμούς εντόμων αποθηκών. Ελάχιστα είναι τα Hemiptera (κυρίως Reduviidae και Anthocoridae) που είναι αρπακτικά διαφόρων ειδών που ζουν στους αποθηκευτικούς χώρους. Η ύπαρξη άλλων Τάξεων κρίνεται μάλλον συμπτωματική.

Υπάρχουν και άλλα είδη εντόμων, όπως τα έντομα της οικογένειας Bruchidae που είναι βασικοί εχθροί των καλλιεργειών. Αναπτύσσονται στους αγρούς και στους ωριμάζοντες σπόρους, είναι όμως ικανά να διαχειμάσουν στο ξηρό αποθηκευμένο προϊόν χρησιμοποιώντας την αποθήκη για να περάσουν στην επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Αρκετά από αυτά, με κάποιες αλλαγές στις συνθήξεις τους, έχουν γίνει γνήσια έντομα αποθηκών.

Τα περισσότερα έντομα που έχουν σχέση με τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα και τρόφιμα έχουν κοινό χαρακτηριστικό την ευρεία γεωγραφική εξάπλωσή

τους. Είναι γεγονός ότι τα έντομα αυτά, ακόμη και εκείνα που έχουν χάσει την ικανότητα να πετούν, με την βοήθεια του ανθρώπου ταξιδεύουν σε ολόκληρο τον κόσμο. Τον ρόλο του μεταφορέα έχει αναλάβει το διεθνές εμπόριο. Τα έντομα, έχοντας προσβάλει τα προϊόντα πριν από την φόρτωση, ταξιδεύουν μέσα σε αμπάρια πλοίων, containers, βαγόνια τρένων, φορτηγά, αεροπλάνα κ.λπ. Οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας δεν αλλάζουν γρήγορα μέσα στους σωρούς με αποτέλεσμα τα έντομα να ευνοούνται από το φαινόμενο αυτό στο νέο περιβάλλον τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae), το οποίο αν και τροπικό είδος, είναι ικανό να χρησιμοποιήσει με επιτυχία σειρά καταφυγίων ώστε να επιζήσει για πολλά χρόνια και να εμφανιστεί και να επιβιώσει σε περιοχές πολύ διαφορετικές από την συνηθισμένη γεωγραφική θέση του.

Το μέγεθος και το σχήμα του σώματος τους, ευνοεί τα έντομα αποθηκών στην είσοδο και εγκατάστασή τους στις αποθήκες. Το μήκος του σώματος των ακμαίων ποικίλει από περίπου 1mm μέχρι 12mm, ενώ η πλειονότητά τους δεν ξεπερνά τα 5mm. Έτσι μπορούν να βρουν εύκολα καταφύγιο σε μια μικρή σχισμή ή ρωγμή στο εσωτερικό μιας αποθήκης, να αποφεύγουν με ευκολία τους φυσικούς εχθρούς τους και τον κίνδυνο των εντομοκτόνων, με αποτέλεσμα να προκαλούν σοβαρές προσβολές στα αποθηκευμένα προϊόντα. Για παράδειγμα, τα *Oryzaephilus* spp. (Coleoptera: Silvanidae) έχουν σήμερα εξαπλωθεί πολύ, εξαιτίας της διαπλάσεως τού σώματός τους, προσβάλλοντας μεγάλο αριθμό προϊόντων.

## ΜΕΡΟΣ Α΄

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο συνεχόμενα αυξανόμενος πληθυσμός του πλανήτη δημιούργησε την ανάγκη για αύξηση της ήδη παραγόμενης ποσότητας αγαθών από τη γεωργία όπως επίσης και να γίνει αποθήκευσή τους προς κάλυψη των αναγκών των ανθρώπων. Κατά την αποθήκευση όμως των προϊόντων εμφανίστηκαν προβλήματα, όπως η προσβολή τους από ακάρεα, ασθένειες, τρωκτικά και έντομα αποθηκών. Αρχικώς, χρησιμοποιήθηκαν χημικά εντομοκτόνα τα οποία έδωσαν θετικά αποτελέσματα αλλά δεν ήταν ιδιαίτερος φιλικά προς το περιβάλλον. Το γεγονός αυτό κατέστησε επιτακτική την ανάγκη της χρήσεως εναλλακτικών μέσων καταπολεμήσεως των εντόμων.

Πριν από μερικές δεκαετίες, θεωρείτο ότι τα ίδια τα αποθηκευμένα προϊόντα προκαλούσαν τις αλλοιώσεις τους και το φαινόμενο καλυπτόταν νομικά ως «εγγενής ανωμαλία» (inherent vice). Σήμερα είναι πλέον γνωστό ότι τις αλλοιώσεις τις προκαλούν διάφοροι μικροοργανισμοί, αρθρόποδα και τρωκτικά τα οποία δρουν είτε σε συνεργισμό, είτε μεμονωμένα με αποτέλεσμα την ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση των προϊόντων. Κάτι τέτοιο, έχει δυσμενείς επιπτώσεις τόσο στην οικονομία όσο και την ανθρώπινη υγεία.

Τα εντομολογικά είδη που στην εποχή μας είναι ευρυτάτως διαδεδομένα σε αποθηκευτικούς χώρους γεωργικών προϊόντων και τροφίμων είναι *Stegobium paniceum* (L.) (Coleoptera: Anobiidae), *Ptinus* sp. (Coleoptera: Ptinidae) και *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae).

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς του F.A.O (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 καταναλώνονται από τα έντομα στις αποθήκες και στις καλλιέργειες μόνο των σιτηρών θα μπορούσαν να αποτρέψουν λιμούς που σχεδόν μονίμως απειλούν τις περισσότερες χώρες της Αφρικής και της Ασίας. Τα τέλεια άτομα των Κολεοπτέρων και οι προνύμφες των Λεπιδοπτέρων καταναλώνουν σε μια εβδομάδα προϊόν πολλαπλάσιο του βάρους τους. Για παράδειγμα, μια προνύμφη *Ephestia* sp. (Lepidoptera: Pyralididae) κατατρώγει φυτό 50 περίπου σπόρων μέχρι την νύμφωσή της (Μπουχέλος 1996).

Έντομο αποθηκών θεωρούμε κάθε είδος εντόμου που προσβάλλει και ζημιώνει άμεσα ένα προϊόν και μπορεί να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί σε μία αποθήκη ή σε χώρο που φιλοξενεί για αρκετό χρονικό διάστημα γεωργικά προϊόντα. Στους αποθηκευτικούς χώρους συναντώνται και άλλα έντομα τα οποία δεν τρέφονται με τα αποθηκευμένα προϊόντα αλλά με μύκητες ή και με άλλα έντομα ή αρθρόποδα. Τέτοια έντομα μπορούν να θεωρηθούν χρήσιμοι δείκτες για προϊόντα που είναι προσβεβλημένα ή βρίσκονται σε κακή κατάσταση αλλά η παρουσία τους και μόνον, είναι ικανή να υποβαθμίσει την ποιότητα των αποθηκευμένων προϊόντων.

Στην τάξη Coleoptera ανήκουν τα περισσότερα είδη εντόμων αποθηκών, με την τάξη Lepidoptera να έπεται. Τα Hemiptera είναι πολύ λίγα και είναι αρπακτικά διαφόρων ειδών, που ζουν στους αποθηκευτικούς χώρους. Υπάρχουν επίσης και είδη εντόμων όπως τα κολεόπτερα της οικογένειας 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.

## 1.1 Τα σημαντικότερα είδη

Τα περισσότερα και σημαντικότερα είδη εντόμων αποθηκών ανήκουν στις τάξεις Coleoptera και Lepidoptera. Χαρακτηριστικά παραδείγματα από τις δύο αυτές τάξεις παρουσιάζονται παρακάτω.

### 1.1.1 Τάξη Coleoptera

#### 1.1.1.1 Οικογένεια Curculionidae

##### 1.1.1.1.1 *Sitophilus granarius* (L.) κν. «σκαθάρι του σιταριού» (Εικ 1-2).

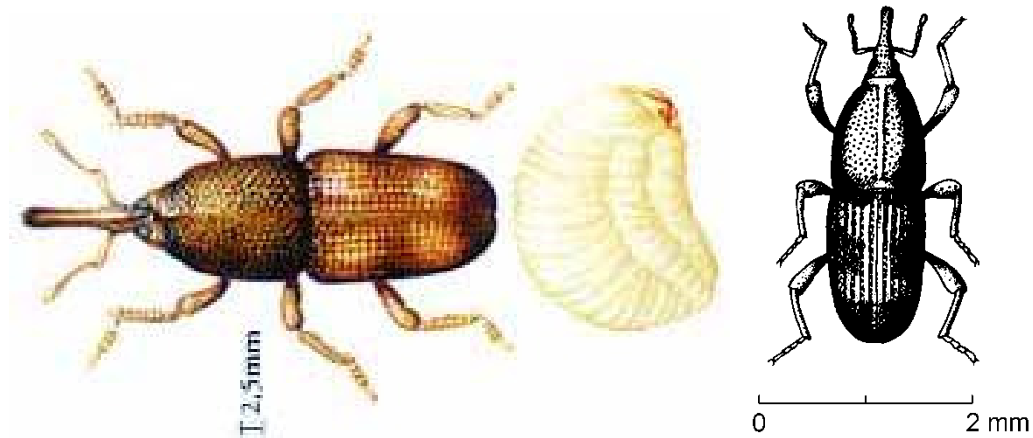
Προσβάλλει τους ξηρούς σπόρους των δημητριακών (σιτάρι, ρύζι, βρώμη, κριθάρι, σόργο, σίκαλη, αραβόσιτο) και σπανιότερα προσβάλλει τα όσπρια (ρεβίθια).



**Εικ. 1-2.** Ακμαία *Sitophilus granarius*.

**1.1.1.1.2 *Sitophilus oryzae* (L.) κν. «σκαθάρι του ρυζιού» (Εικ 3-4).**

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

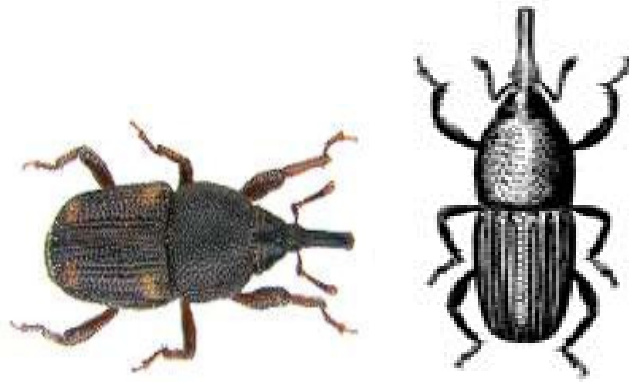


**Εικ. 3-4:** Ακμαία και προνύμφη *Sitophilus oryzae*.

**1.1.1.1.3 *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Εικ 5-6).**

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





**Εικ. 5-6.** Ακμαία *Sitophilus zeamais*.

#### 1.1.1.2 Οικογένεια Tenebrionidae

1.1.1.2.1 *Tribolium confusum* Jacquelin du Val κν. «σκαθάρι ή ψείρα των αλεύρων» (Εικ 7-8).

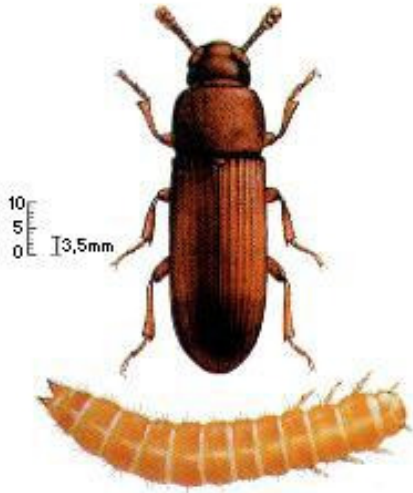
Προσβάλει όλα τα είδη σπόρων (σιτηρά, όσπρια), άλευρα, πίτυρα, ελαιώδεις σπόρους και πλακούντες (ζωοτροφές), μπαχαρικά και μεγάλη ποικιλία ξηρών φυτικών υλών (ρίζες, φρούτα, καρπούς).



**Εικ. 7-8.** Ακμαία *Tribolium confusum*.

1.1.1.2.2 *Tribolium castaneum* Herbst κν. «σκούρο σκαθάρι των αλεύρων» (Εικ 9).

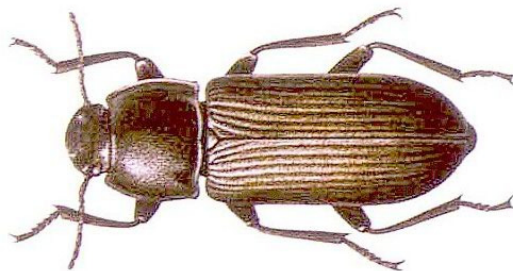
Οι προσβολές του είναι όμοιες με αυτές του *T. confusum*. Επίσης έχει παρατηρηθεί να προσβάλλει και βαμβακόσπορο.



**Εικ. 9.** Ακμαίο *Tribolium castaneum*.

1.1.1.2.3 *Tenebrio molitor* L. κν. «μεγάλο σκαθάρι των αλεύρων» (Εικ 10).

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



**Εικ. 10.** Ακμαίο *Tenebrio molitor*.

### 1.1.1.3 Οικογένεια Ostromidae (=Trogositidae)

#### 1.1.1.3.1 *Tenebroides mauritanicus* L. κν. «σκαθάρι των σπόρων» (Εικ 11-12).

Η προνύμφη προσβάλει σπόρους σιτηρών ήδη προσβεβλημένους από *Sitophilus* spp. ή *Sitotroga* spp., άλευρα, πίτυρα, παξιμάδια, βαμβακόσπορο κ.α. Το τέλειο έντομο τρέφεται από άλλα έντομα αποθηκών (σαρκοφάγο).

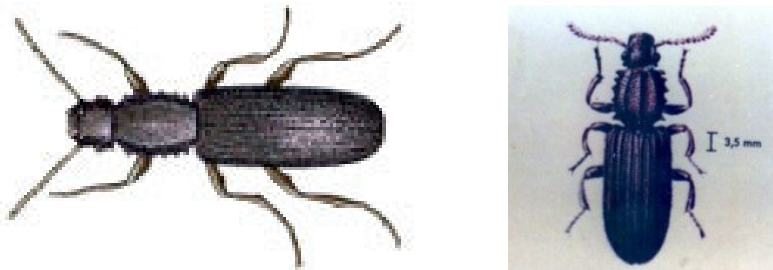


**Εικ. 11-12.** Ακμαία *Tenebroides mauritanicus*.

### 1.1.1.4 Οικογένεια Cucujidae

#### 1.1.4.1 *Oryzaephilus surinamensis* L. κν. «οδοντωτό σκαθάρι των σπόρων» (Εικ. 13-14).

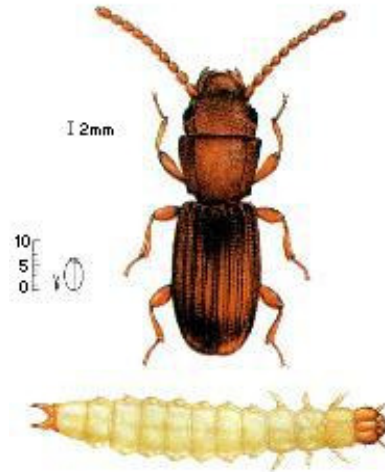
Προσβάλει σπόρους σιτηρών, σταφίδα, είδη διατροφής (ψωμί, ζυμαρικά, μπισκότα, ξηρούς καρπούς), ελαιούχους σπόρους, ξηρά όσπρια, κακάο, καφέ, αποξηραμένα φυτά, πάντοτε σε συνεργασία με άλλα επιζήμια σε αυτά έντομα.



**Εικ. 13-14.** Ακμαία *Oryzaephilus surinamensis*.

1.1.1.4.2 *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) κν. «σιπαρόψειρα» (Εικ 15).

Προσβάλλει σπόρους σιτηρών. Σε αποθήκες υπερέχει σε πληθυσμό ενώ σε αλευρόμυλους υπερέχει το συγγενές *Cryptolestes turcicus* (Grouvelle) (Coleoptera: Cucujidae).

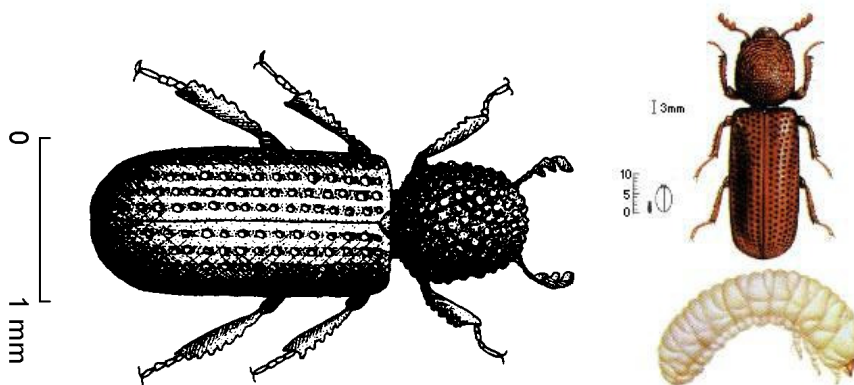


Εικ. 15. Ακμαίο *Cryptolestes ferrugineus*.

1.1.1.5 Οικογένεια Bostrychidae

1.1.1.5.1 *Rhyzopertha dominica* F. κν. «σκαθάρι του ρυζιού» (Εικ 16-17).

Είναι το πολυπληθέστερο έντομο αποθηκών σε αποθηκευμένο ρύζι και σιτάρι στην Ελλάδα. Προσβάλλει επίσης κριθάρι, αραβόσιτο, μπισκότα και άλλα προϊόντα αλεύρου.



Εικ. 16-17. Ακμαία *Rhyzopertha dominica*.

#### 1.1.1.6 Οικογένεια Anobiidae

##### 1.1.1.6.1 *Lasioderma serricorne* F. κν. «σκαθάρι ή ψείρα του ξηρού καπνού» (Εικ 18-19).

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 σπώρες, ελαιώδεις σπόρους και πλακούντες, χαρούπια, όσπρια, αυτοφυή φυτά στην ύπαιθρο κ.α.



**Εικ. 18 – 19.** Ακμαία *Lasioderma serricorne*.

#### 1.1.1.7 Οικογένεια Nitidulidae

##### 1.1.1.7.1 *Carpophilus hemipterus* L. κν. «σκαθάρι των ξηρών φρούτων» (Εικ 20-21).

Στις αποθήκες προσβάλει κυρίως σύκα και αποξηραμένα βερίκοκα, χουρμάδες, σταφίδες, μπανάνες κ.α. Έχει βρεθεί και σε ξηρούς καρπούς, άλευρα, κακάο, τρούφα, σπόρους σιτηρών, αμυλώδη βιομηχανικά προϊόντα κ.α.

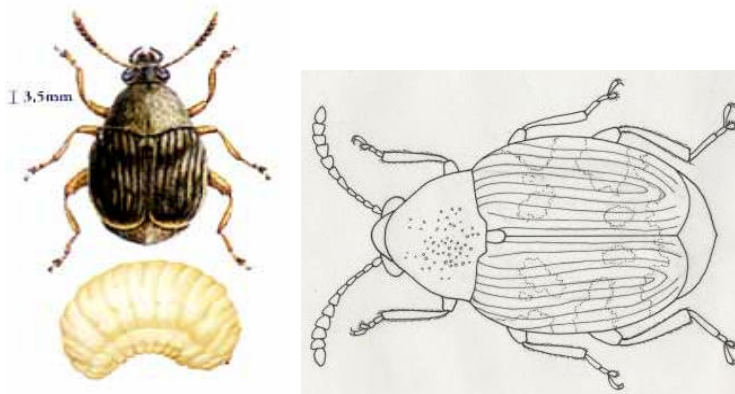


**Εικ. 20 – 21** Ακμαία *Carpophilus hemipterus*.

### 1.1.1.8 Οικογένεια Bruchidae

#### 1.1.1.8.1 *Acanthoscelides obtectus* (Say) κν. «Βρούχος των φασολιών» (Εικ 22-23)

Προσβάλει κυρίως φασόλια όλων των ποικιλιών αλλά και σόγια. Ανάλογες προσβολές σε όσπρια προκαλούν και τα παρακάτω συγγενή είδη.



Εικ. 22 – 23. Ακμαίο *Acanthoscelides obtectus*.

#### 1.1.1.8.2 *Bruchus pisorum* L. κοινώς Βρούχος των μπιζελιών (Εικ 24).



Εικ. 24. Ακμαίο *Bruchus pisorum*.

#### 1.1.1.8.3 *Bruchus rufimanus* (Boheman) κοινώς Βρούχος των κουκιών (Εικ 25).



**Εικ. 25.** Ακμαίο *Bruchus rufimanus*.

1.1.1.8.4 *Bruchus lentis* (Frolich) κοινώς Βρούχος της φακής (Εικ 26).



**Εικ. 26.** Ακμαίο *Bruchus lentis*.

1.1.1.9 Οικογένεια Dermestidae

1.1.1.9.1 *Anthrenus museorum* (L.) και *Anthrenus verbasci* (L.) κν. «σκαθάρια των μουσείων» (Εικ 27-28).

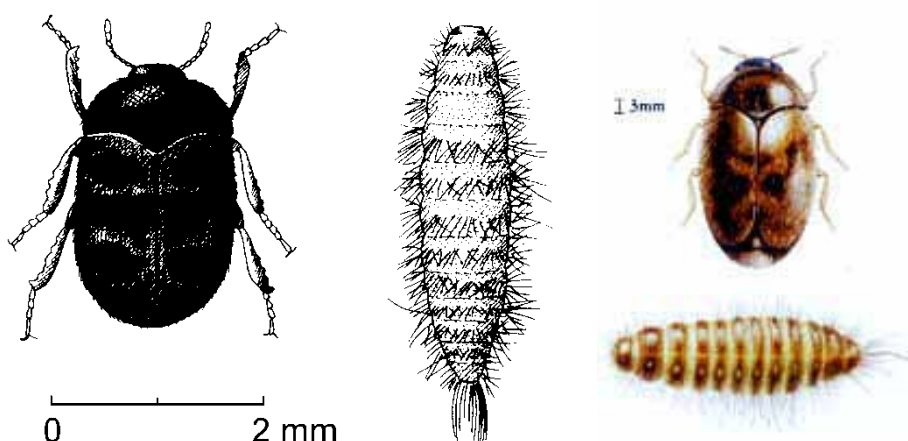
Οι προνύμφες προσβάλουν συνήθως ζωικές ύλες, νεκρά έντομα, και ζώα σε συλλογές και μουσεία αλλά και μάλλινα, τάπητες, βαμβακερά, δέρμα, και γουναρικά.



**Εικ. 27 – 28** Ακμαία *Anthrenus museorum* και *Anthrenus verbasci* αντιστοίχως.

1.1.1.9.2 *Trogoderma granarium* Everts κν. «Τρωγόδερμα 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.



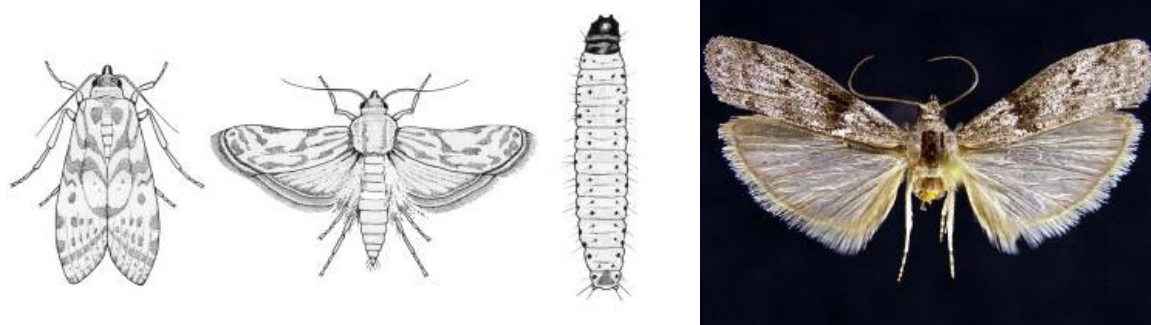
Εικ. 29. Ακμαία *Trogoderma granarium*.

## 1.1.2 Τάξη *Lepidoptera*

### 1.1.2.1 Οικογένεια Pyralidae

#### 1.1.2.1.1 *Ephestia kuehniella* Zeller κν. «Μεσογειακό σκουλήκι των αλεύρων» (Εικ 30-31).

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

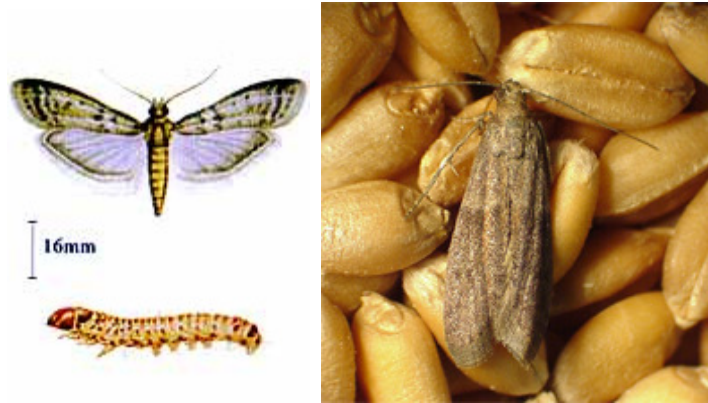


Εικ. 30 – 31. Ακμαία και προνύμφη *Ephestia kuehniella*.



1.1.2.1.2 *Ephestia cautella* Walker κν. «σκουλήκι των σύκων, σταφίδας» (Εικ 32-33).

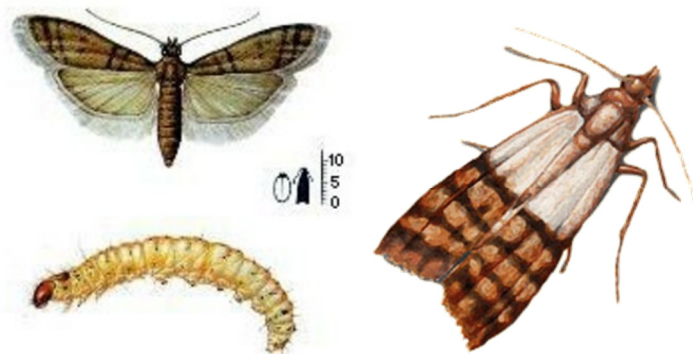
Προσβάλλει κυρίως μισοξηραμένα και ξερά σύκα, άλλα και πολλά άλλα ξηρά φρούτα και καρπούς (σταφίδες, δαμάσκηνα, βερίκοκα, χουρμάδες, φιστίκια, αμύγδαλα) ενώ προσβάλλει λιγότερο το αλεύρι, τα πίτυρα, τα μπισκότα, τη σοκολάτα και τις ζωοτροφές.



Εικ. 32 – 33. Ακμαίο και προνύμφη *Ephestia cautella*.

1.1.2.1.3 *Ephestia elutella* Hübner κν. «σκουλήκι του καπνού ή του κακάο» (Εικ 34-35).

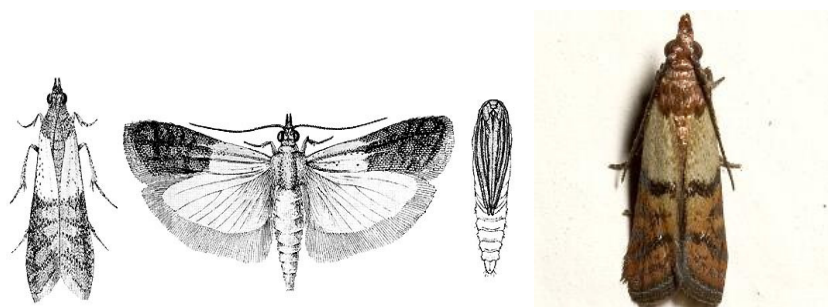
Εκτός από καπνά πλούσια σε σάκχαρα και πτωχά σε νικοτίνη, προσβάλλει και κακάο, σοκολάτα, αλεύρι, ζυμαρικά, σπόρους σιτηρών και οπώρες, αφυδατωμένα λαχανικά, πλακούντες κ.α



Εικ. 34 – 35. Ακμαία και προνύμφη *Ephestia elutella*.

1.1.2.1.4 *Plodia interpunctella* Hübner κν. «Κοινό σκουλήκι αποθηκών» (Εικ 36-37).

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. 36 – 37.** Ακμαία και προνύμφη *Plodia interpunctella*.

1.1.2.1.5 *Pyralis farinalis* L. κν. «σκουλήκι των αλεύρων» (Εικ 38-39).

Προσβάλλει κυρίως άλευρα και σπόρους σιτηρών αλλά και διάφορα άλλα φυτικά υλικά και αλλοιωμένα προϊόντα.



**Εικ. 38 – 39.** Ακμαία *Pyralis farinalis*.

#### 1.1.2.1.6 *Corcyra cephalonica* Stainton κν. «σκουλήκι του ρυζιού» (Εικ 40).

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. 40 .** Ακμαίο και προνύμφη *Corcyra cephalonica*.

#### 1.1.2.2 Οικογένεια Tineidae

##### 1.1.2.2.1 *Tinea granella* L. κν. «Τίνα των σπόρων» (Εικ 41).

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



**Εικ. 41.** Ακμαίο *Tinea granella*.

### 1.1.2.3 Οικογένεια Gelechidae

#### 1.1.2.3.1 *Sitotroga cerealella* (Oliver) κν. «Σιτότρωγα» (Εικ 42-43).

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. 42 – 43.** Ακμαίο *Sitotroga cerealella*.

## 1.2. Παράγοντες που επιδρούν στο μέγεθος της προσβολής των αποθηκευμένων προϊόντων

### 1.2.1. Βαθμός καταλληλότητας και μέτρα προστασίας των αποθηκευτικών χώρων

Οι αποθηκευτικοί χώροι θα πρέπει να είναι σωστά σχεδιασμένοι ώστε να μην επιτρέπεται η είσοδος εντομολογικών ή άλλων εχθρών. Στα παράθυρα θα πρέπει να τοποθετείται ψιλή σήτα που θα εμποδίζει την είσοδο των εντόμων και οι θύρες θα πρέπει να κλείνουν χωρίς να αφήνουν κανενός είδους άνοιγμα. Οι τοίχοι δε πρέπει να φέρουν ρωγμές. Ο καθαρισμός των δαπέδων θα πρέπει να γίνεται ευκόλως όπως και η εφαρμογή εντομοκτόνων ουσιών στις εγκαταστάσεις κλιματισμού, κεντρικής θερμάνσεως και αποχετεύσεως.

### **1.2.2. Η δραστηριότητα των εντόμων**

Έχει παρατηρηθεί ότι ορισμένα έντομα προσβάλλουν αποκλειστικώς σπασμένους ή ήδη προσβεβλημένους σπόρους και έτσι αποβαίνουν επιζήμια μόνο όταν τηρούνται αυτές οι προϋποθέσεις. Αρκετά έντομα κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου τους, προσβάλλουν περισσότερους από έναν καρπούς ενώ άλλα συμπληρώνουν την ανάπτυξη τους μόνο σε έναν καρπό. Οι ζημιές που αναμένονται, όταν το έντομο ολοκληρώσει το βιολογικό κύκλο του σε παραπάνω από ένα καρπό, είναι μεγαλύτερες αν και θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν η γονιμότητα του εντόμου, ο αριθμός των γενεών, η ύπαρξη ή μη διαπαύσεως και άλλοι παράγοντες.

### **1.2.3. Η κατάσταση του προϊόντος πριν από την αποθήκευση**

Όταν κάποιο προϊόν είναι προσβεβλημένο από τον καιρό που βρίσκεται ακόμα στον αγρό ή μολύνθηκε κατά την μεταφορά του, τότε ως φυσικό αποτέλεσμα θα αυξηθεί το μέγεθος της προσβολής μέσα στον αποθηκευτικό χώρο και θα μολυνθούν προϊόντα τα οποία μέχρι εκείνη τη στιγμή δεν έφεραν μόλυνση.

### **1.2.4. Οι συνθήκες των αποθηκευτικών χώρων**

Η θερμοκρασία και η υγρασία που επικρατούν στον αποθηκευτικό χώρο όπως και η θερμοκρασία και η υγρασία του αποθηκευμένου προϊόντος, επιδρούν στο μέγεθος των εντομολογικών προσβολών. Ο ρόλος των δύο αυτών παραγόντων είναι καθοριστικός, καθώς επιδρά στη διάπαυση των εντόμων, στη γονιμότητά τους και στη δραστηριότητά τους με συνέπεια να προκαλείται αύξηση ή μείωση του αριθμού των γενεών των εντόμων.

### **1.2.5. Ικανότητα πτήσεως των εντόμων**

Η ικανότητα ενός εντόμου να ίπταται σε μακρινές αποστάσεις, αυξάνει τις πιθανότητες προσβολής αποθηκευμένων προϊόντων που απέχουν μεταξύ τους ικανή απόσταση και γρήγορης μόλυνσεως εκείνων των προϊόντων που απεντομώθηκαν.

### 1.3. Μέθοδοι αντιμετώπισης εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων

#### 1.3.1. Γενικά

Οι απώλειες που προκαλούνται κατά την αποθήκευση του συγκομισμένου και πολλές φορές ετοιμού προς κατανάλωση προϊόντος είναι κυριολεκτικώς ανεπανόρθωτες. Η προστασία των αποθηκευμένων προϊόντων, είναι αλήθεια ότι έχει πολύ μεγαλύτερη σημασία από όση θεωρείται. Υπάρχουν και περιπτώσεις στις οποίες τα προληπτικά μέτρα που είχαν ληφθεί στο αποθηκευμένο προϊόν δεν ήσαν επαρκή, με συνέπεια να ανιχνευθούν προσβολές. Σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την άμεση καταπολέμηση των εχθρών των προϊόντων.

Με τον όρο αντιμετώπιση ή καταπολέμηση εννοείται η με κάθε μέσο ή τρόπο δημιουργία δυσμενών συνθηκών για την ανάπτυξη, πολλαπλασιασμό και εξάπλωση ενός φυτοπαρασίτου ή την αποτροπή ζημιών από αυτό (Δημόπουλος 1998).

Η χρήση χημικών ουσιών θεωρείται σήμερα αναγκαία για την προστασία της γεωργικής παραγωγής. Συμφώνως προς τις εκτιμήσεις, αν δεν εφαρμοστεί συστηματικός έλεγχος των ασθενειών και των παρασίτων των καλλιεργειών, στην καλύτερη περίπτωση λαμβάνεται το 37 % της παραγωγής πατάτας, το 22 % της παραγωγής λαχάνων, το 10 % της παραγωγής μήλων και το 9 % της παραγωγής ροδακίνων. Με το συστηματικό έλεγχο των ασθενειών και των παρασίτων, οι απώλειες περιορίζονται σε ποσοστό 20 – 30 (Δημόπουλος 1998).

Παρά το γεγονός ότι με τις χημικές μεθόδους αντιμετώπισης επιτυγχάνεται πλήρης έλεγχος των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων, οι συνέπειες της χρήσεως τέτοιων μεθόδων είναι πολύ αρνητικές για την δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Αν στους παραπάνω παράγοντες προστεθεί και το φαινόμενο της ανθεκτικότητας των εντόμων εχθρών στα χημικά σκευάσματα τότε είναι επιτακτική η ανάγκη ευρέσεως αλλά και χρησιμοποίησεως διαφορετικών μεθόδων, προκειμένου να ελεγχθούν οι πληθυσμοί των εντόμων που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα.

Οι μέθοδοι αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ή σε συνεργασία τόσο μεταξύ τους όσο και με τις χημικές μεθόδους και βεβαίως θα πρέπει να είναι ιδιαίτερος αποτελεσματικές, με τις όσο δυνατόν λιγότερες συνέπειες για το περιβάλλον και τον άνθρωπο (Μπουχέλος 1996).

Παρά την επικράτηση των χημικών μεθόδων καταπολεμήσεως των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων, τα τελευταία χρόνια οι αδρανείς σκόνες έχουν λάβει αυξημένη προσοχή στην προστασία των αποθηκευμένων προϊόντων. Γι' αυτό και οι αδρανείς σκόνες θεωρούνται ως το μέλλον στις εναλλακτικές λύσεις στην προστασία των αποθηκευμένων προϊόντων (Subramanyam and Roesli, 2000). Οι εναλλακτικές μέθοδοι αντιμετώπισης διακρίνονται στις εξής:

- Φυσικές
- Βιολογικές
- Μηχανικές
- Βιοτεχνολογικές
- Χημικές

### **1.3.2. 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 ιονίζουσών ακτινοβολιών και η χρήση της σκόνης γης διατόμων.

#### **1.3.2.1. Μεταβολή της Θερμοκρασίας**

Η μέθοδος της χρήσεως υψηλών θερμοκρασιών αποδίδει ασφαλή αποτελέσματα στην αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών τους, θα πρέπει όμως να είμαστε προσεκτικοί διότι μπορεί να προκληθούν σοβαρές αλλοιώσεις στα προϊόντα. Θερμοκρασίες από 52 έως 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 στάδια τους. Η μέθοδος αυτή χρειάζεται πολύ προσοχή κατά την εφαρμογή της καθώς είναι πιθανή η δημιουργία πολύ υψηλών θερμοκρασιών η οποίες μπορούν να αποβούν καταστρεπτικές για τα αποθηκευμένα προϊόντα. Για το λόγο αυτό, καλό είναι να χρησιμοποιείται θερμό ρεύμα αέρος για την απεντόμωση αποθηκευμένων προϊόντων και θερμό νερό ή ατμός για την απεντόμωση μέσω μεταφοράς, εργαλείων και μηχανημάτων.

Αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών του εντόμου μέχρι σημείου νεκρώσεως επιτυγχάνεται με 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 θανατώσεώς τους χωρίς όμως να αυξάνεται στον ίδιο βαθμό η θερμοκρασία του απεντομούμενου προϊόντος.

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

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  $-20^{\circ}\text{C}$ .

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 φυσιολογικά θα θανατώνονταν (Σταμόπουλος, 1995).

Τα διάφορα στάδια ενός εντόμου παρουσιάζουν και διαφορετική αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Έτσι π.χ. τα τέλεια του *A. obtectus* είναι πολύ πιο ευαίσθητα από τις προνύμφες του. 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.

#### 1.3.2.2. Εφαρμογή ιονιζουσών ακτινοβολιών

Δύο κυρίως τύποι ακτινοβολίας έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα για την απεντόμωση των προϊόντων: 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 σαν μέθοδος προστασίας τους. Το κυριότερο μειονέκτημα 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 κατ' ευθείαν στα προσβεβλημένα προϊόντα, ενώ με τον δεύτερο τρόπο αποσκοπείται η απ' ευθείας εφαρμογή τους στα έντομα με απώτερο σκοπό την στείρωση και τη σταδιακή ελάττωση των πληθυσμών 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 μέρος 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.

### 1.3.2.3. Η γη διατόμων

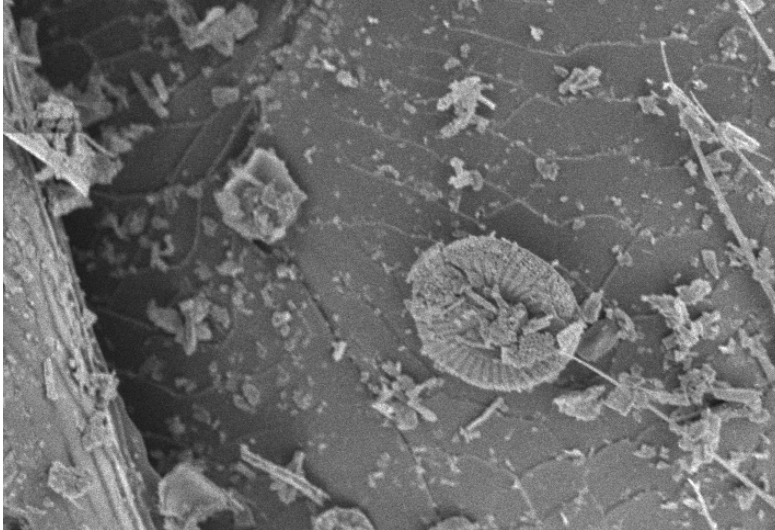
Η γη διατόμων (diatomaceous earth ή DE) είναι ένα σχεδόν καθαρό προϊόν που αποτελείται από διοξείδιο του πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ) και έχει προέλθει από απολιθωμένα διάτομα. Τα διάτομα είναι μονοκύτταρα φύκη και πιθανότατα αποτελούν το πιο διαδεδομένο είδος φυτών στο πλανήτη. Υπάρχουν περισσότερα από 25000 είδη διατόμων που βρίσκονται σε αφθονία σε όλα τα υδατικά οικοσυστήματα, αν και ορισμένα απαντώνται και σε χερσαία περιβάλλοντα (Round et al. 1992).

Η παρουσία της σκόνης γης διατόμων στο υπέδαφος υπολογίζεται σε εκατομμύρια χρόνια. Καθώς τα διάτομα απορροφούσαν πυρίτιο από το ύδωρ, με το πέρασ του βιολογικού κύκλου τους (περίπου 6 ημέρες) βυθίζονταν και δημιουργούσαν, στο πέρασμα των αιώνων, υπόγεια και βαθιά στρώματα με ένυδρη πυριτική δομή.

Στη συνέχεια, τα υπόγεια στρώματα απολιθώνονταν και συμπιέζονταν (από λίγα εκατοστά έως και μερικές εκατοντάδες μέτρα) σε ένα μαλακό και λευκό πέτρωμα που σήμερα καλείται γη διατόμων. Η προέλευση της γης διατόμων μπορεί να είναι θαλάσσια (από θαλάσσια διάτομα) ή χερσαία (από χερσαία διάτομα).



**Εικ.44** Διάτομο όπως φαίνεται από το κοινό μικροσκόπιο



**Εικ.45** Διάτομο όπως φαίνεται από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σαρώσεως

Η περιεκτικότητα της γης διατόμων σε υγρασία είναι υψηλότερη του 50%, το 86 – 94% της στερεάς μορφής της αποτελεί το πυρίτιο ενώ το υπόλοιπο είναι άργιλος και πηλός (Korunic 1998). Πριν την οποιαδήποτε χρήση της, η γη διατόμων, υφίσταται επεξεργασία που αφορά στη μείωση της υγρασίας της με ξήρανση και στη

μείωση του μέσου συνολικού μεγέθους των κόκκων της, με άλεση. Μετά την επεξεργασία η περιεκτικότητα της σε υγρασία είναι 2 με 6 % ενώ το μέγεθος των κόκκων λαμβάνει τιμές μεταξύ 1 και 150 μm, με την πλειονότητα τους να κυμαίνεται μεταξύ 2,5 και 30 μm. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η παραγωγή μίας λεπτόκοκκης σκόνης που θεωρείται ότι δεν έχει τοξική επίδραση στα θηλαστικά (Quarles 1992).

Η γη διατόμων είναι εξαιρετικώς σταθερή καθώς δεν αντιδρά με διάφορα υποστρώματα του περιβάλλοντος και δεν παράγει τοξικά χημικά παράγωγα. Συμφώνως προς την Εταιρεία Προστασίας Περιβάλλοντος (Environmental Protection Agency) των Η.Π.Α., η φυσική γη διατόμων περιγράφεται ως «το άμορφο διοξείδιο του πυριτίου και χαρακτηρίζεται ως ασφαλές, για προσθετικό τροφίμων» (Anonymous 1991).

Όσον αφορά στο χρώμα της σκόνης της γης διατόμων, αυτό εξαρτάται από τη σύστασή της και ποικίλει σε λευκό, γκρί, κίτρινο, ερυθρό. Το σχήμα και το μέγεθος των σωματιδίων εξαρτώνται από το είδος του νεκρού διατόμου από το οποίο προήλθε και από την επεξεργασία που δέχθηκε. Το κύριο συστατικό είναι το άμορφο διοξείδιο πυριτίου, περιέχονται επίσης: ασβέστιο (Ca), αργίλιο (Al), μαγνήσιο (Mg), νάτριο (Na), σίδηρος (Fe), φώσφορος (P), θείο (S), νικέλιο (Ni), ψευδάργυρος (Zn) και μαγγάνιο (Mn) (Subramanyam 1993, Quarles and Winn 1996).

Η περιεκτικότητα σε κρυσταλλικό πυρίτιο της θαλάσσιας γης διατόμων είναι 2 – 7% κατά βάρος, ενώ η αντίστοιχη περιεκτικότητα της χερσαίας είναι χαμηλότερη του 1%. Το ειδικό βάρος της ποικίλει από 220 – 230 μέχρι 600gr/lit περίπου και εξαρτάται από την πηγή της καθώς και από το είδος των διατόμων από τα οποία προήλθε. Το pH της κυμαίνεται από 4,4 έως 9,2. Είναι άοσμη, το ποσοστό υγρασίας (μετά την κατεργασία) είναι 2 – 6%. Επίσης είναι αδιάλυτη στο νερό, μη εύφλεκτη και μη εκρηκτική. Τέλος, όλα τα σωματίδια της γης διατόμων φέρουν πολύ μικρούς πόρους στο εσωτερικό τους και έχουν την ιδιότητα να απορροφούν μόρια λιπιδίων με μεγάλη ευκολία (Ebeling 1971).

ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ	ΕΙΔΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ
Celite 209, Η.Π.Α.	<i>Naviculura lyra</i> <i>Arachnoides orantus</i> <i>Bidulphia tuomeyi</i>
DE Australia, Αυστραλία	<i>Thalassiotrix frauenfeldi</i>
DE Canada 1, Καναδάς	<i>Anomoeonis serians</i> <i>Aulacoseira (Melosira) ambigua</i> <i>Aulacoseira (Melosira) twaites</i> <i>Aulacoseira (Melosira) islandica</i> <i>Stephanodiscus</i> sp. <i>Fragilaria</i> sp.
Melocide DE 100, Η.Π.Α.	<i>Aulacoseira (Melosira) islandica</i>
Perma Guard, Η.Π.Α.	<i>Aulacoseira (Melosira) islandica</i> <i>Aulacoseira (Melosira) distans</i>
DE SD, Η.Π.Α.	<i>Aulacoseira (Melosira) lirata</i>
DE Mexico 2, Μεξικό	<i>Stephanodiscus</i> sp. <i>Cyclostephanus</i> sp.
DE Japan 1, Ιαπωνία	<i>Cyclotella bodanica</i>
DE Japan 3, Ιαπωνία	<i>Fragilaria</i> sp.
DE Macedonia, F.Y.R.O.M. Ευρώπη	<i>Pliocaenicus undulatus</i>
DE China 15, Κίνα	<i>Pliocaenicus undulatus</i>
DE China 20, Κίνα	<i>Aulacoseira (Melosira) thwaites</i>
DE China 21, Κίνα	<i>Aulacoseira (Melosira) ambigua</i>

### **Πίνακας I**

*Είδη διατόμων, σε διάφορες τυποποιήσεις γης διατόμων διαφόρων προελεύσεων.*

Τυποποίηση γης διατόμων	Ειδικό βάρος σε gr/lit	pH	Περιεκτικότητα σε SiO <sub>2</sub> (%)	Μέγεθος σωματιδίων		Σχήμα	Τύπος γης διατόμων
				Μέσο μέγεθος σε μm	(%) σωματίδια με μέγεθος λιγότερο από 12 mm		
Celite 209 (H.P.A.)	222	5,7	87	8,2	65	Επίπεδο	Θαλάσσια
DE Macedonia	230	7	>80	9,7	62,8	Επίπεδο	Θαλάσσια
Japan 2	230	4,5	>80	13,1	46,3	Επίπεδο	Θαλάσσια
Japan 3	230	5,2	>80	7,5	75,7	Επίπεδο	Θαλάσσια
DE China 13	342	5	>88	21	21,5	Επίπεδο	Μη Θαλάσσια
DE Australia	220	6,5	80-90	11,1	57,8	Επίπεδο	Μη Θαλάσσια
Dicalite (H.P.A.)	218	7	80-90	10,4	57,4	Επίπεδο	Μη Θαλάσσια
DE China 17	234	6	>85	16,4	34,7	Επίπεδο	Μη Θαλάσσια
DF 3 (H.P.A.)	330	8,2	82-92	2,5	91,9	Στρογγυλό	Μη Θαλάσσια
DE China 9	325	6,2	70-80	9,3	6,1	Επίπεδο Στρογγυλό	Μη Θαλάσσια
DE China 1	370	6	>85	10,9	55,4	Στρογγυλό	Μη Θαλάσσια
Perma Guard (H.P.A.)	286	8	93	10,7	62,7	Στρογγυλό	Μη Θαλάσσια
DE Japan B	320	4,4	>80	31,8	20,8	Επίπεδο	Μη Θαλάσσια
DE SD red (H.P.A.)	250	6	89	12,7	45,7	Στρογγυλό	Μη Θαλάσσια
DiaFil 610 (H.P.A.)	244	8	82-92	7	80	Στρογγυλό	Μη Θαλάσσια
DE China 19	370	6,5	80-85	14,7	33,9	Στρογγυλό	Μη Θαλάσσια
Melocide DE 100 (H.P.A.)	500	7,2	83,6	11,1	54,8	Στρογγυλό	Μη Θαλάσσια
DE Mexico 1	330	9	>80	11,8	50,9	Επίπεδο	Μη Θαλάσσια
DE China 18	679	5,1	65-70	7,5	67,6	Επίπεδο Στρογγυλό	Μη Θαλάσσια
DE DF1 (H.P.A.)	390	8	82-92	8	80	Στρογγυλό	Μη Θαλάσσια
DE China 15	400	9,2	>88	29,3	11,6	Επίπεδο	Μη Θαλάσσια
DE China 22	606	6,5	60-70	8,9	62,7	Επίπεδο Στρογγυλό	Μη Θαλάσσια
DE China 16	370	9	>88	32,3	10,7	Επίπεδο	Μη Θαλάσσια

**Πίνακας II** Ορισμένες από τις φυσικές ιδιότητες σκονών γης διατόμων που προέρχονται από διαφορετικές τοποθεσίες.

ΧΩΡΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΗΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
Η. Π. Α.	623000	40,59
Πρώην Σοβιετική Ένωση	230000	14,99
Δανία	223192	14,54
Γαλλία	220000	14,33
Πρώην Δυτική Γερμανία	52000	3,39
Νότια Κορέα	42000	2,74
Ρουμανία	40000	2,61
Μεξικό	40000	2,61
Ισπανία	24000	1,56
Ισλανδία	20644	1,35
Ιταλία	20000	1,30
Σύνολο	1534836	100

*Πίνακας III Παγκόσμια παραγωγή σε γη διατόμων το έτος 1981 συμφώνως προς το Ινστιτούτο Γεωλογικών Επιστημών του Λονδίνου*

#### 1.3.2.3.1. Ιδιότητες της γης διατόμων ως εντομοκτόνο

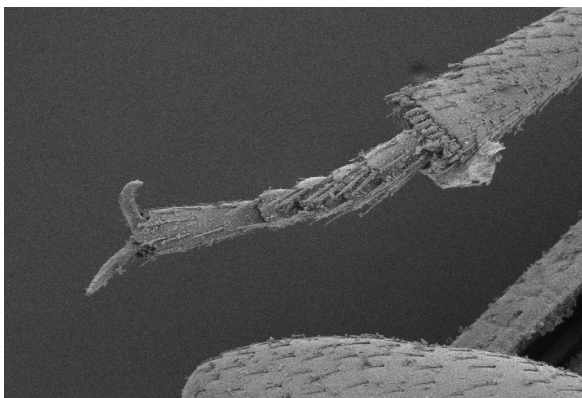
Αν και τα περισσότερα από τα πρώτα σκευάσματα γης διατόμων δεν ήταν ευρέως αποδεκτά από τις βιομηχανίες των σιτηρών στις ανεπτυγμένες χώρες λόγω των μεγάλων δοσολογιών που απαιτούνταν για ικανοποιητική θνησιμότητα, της ποικιλίας στην τοξικότητα κατά των ειδών - στόχων, των ζημιών στον εξοπλισμό χειρισμού των σιτηρών και των προβλημάτων υγείας των εργαζομένων που εκτίθονταν στην σκόνη, παρά ταύτα η σκόνη της γης διατόμων είναι πιθανότατα η πιο αποτελεσματική φυσική σκόνη που χρησιμοποιείται σήμερα ως εντομοκτόνο (Korunic 1998).

Τα σωματίδια 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.

Άλλος τρόπος δράσεως της σκόνης γης διατόμων επί των εντόμων, είναι ο τραυματισμός τους από τα σωματίδια της σκόνης και η δημιουργία αμυχών στο σώμα τους με αποτέλεσμα τα έντομα να χάνουν υγρασία από τα σημεία στα οποία δημιουργήθηκαν αμυχές και να εμφανίζουν τα ίδια συμπτώματα όπως και στην προηγούμενη περίπτωση. Υπάρχουν αναφορές σύμφωνα με τις οποίες οι σκόνες αυτές εισέρχονται στο εσωτερικό του εντόμου δια μέσου της πεπτικής οδού δρώντας με τρόπο όμοιο με εκείνον που αναφέρθηκε στις προηγούμενες περιπτώσεις (Carlson and Ball 1962, Korunic 1998).

Έχει αναφερθεί επίσης πρόκληση ασφυξίας στα έντομα μετά από επίδραση της σκόνης γης διατόμων σε αυτά (Korunic 1998). Τα παραπάνω φαινόμενα συμβαίνουν είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό μεταξύ τους. Τέλος, αναφέρεται ότι οι αδρανείς σκόνες δρουν απωθητικά επί των εντόμων, οπότε αυτή η απωθητική ικανότητα τους μπορεί να προσδώσει κάποια επιπλέον προστασία επί των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων (Korunic 1998).



**Εικ.46** Τμήμα κνήμης *T. confusum* κεκαλυμμένο από γη διατόμων από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σαρώσεως.

Η πηγή και η προέλευσή της γης διατόμων είναι τα δυο βασικότερα στοιχεία που επηρεάζουν το κατά πόσο δραστική είναι η γη διατόμων στα έντομα. Η δραστικότητα της εκάστοτε γης διατόμων επί των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων ποικίλλει αναλόγως από ποια περιοχή της υφηλίου έχει

ληφθεί η γη διατόμων. Αυτό συμβαίνει λόγω των διαφορετικών φυσικών και μορφολογικών ιδιοτήτων που παρουσιάζουν τα διάτομα από τα οποία προήλθαν. Συμφώνως προς τον Korunic (1998) αν και η σκόνη της γης των θαλάσσιων διατόμων είναι λιγότερο αποτελεσματική σε σχέση με εκείνη που προέρχεται από μη θαλάσσια διάτομα, οι πιο ουσιώδεις διαφορές στην αποτελεσματικότητα των σκονών της γης διατόμων οφείλονται κυρίως στις διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των φυσικών και μορφολογικών ιδιοτήτων των διατόμων, και λιγότερο στο περιβάλλον από το οποίο προήλθαν (θαλάσσιο ή μη).

Οι συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας που επικρατούν στον αποθηκευτικό χώρο, η ύπαρξη επαρκούς τροφής για τα έντομα καθώς και το είδος του εντόμου που δέχεται την επίδραση της σκόνης γης διατόμων είναι στοιχεία τα οποία επηρεάζουν το κατά πόσο είναι δραστική μια σκόνη γης διατόμων.

Η αύξηση της σχετικής υγρασίας της αποθήκης και η αύξηση της υγρασίας του αποθηκευμένου σπόρου μειώνουν την αποτελεσματικότητα της σκόνης γης διατόμων έναντι των εντόμων. Οι κρίσιμες τιμές υγρασίας πάνω από τις οποίες εκμηδενίζεται η εντομοκτόνος ιδιότητα των σκονών της γης διατόμων είναι για την σχετική υγρασία του αποθηκευτικού χώρου 70 %, ενώ για την υγρασία του σπόρου 14 %.(Quarles 1992)

Συμφώνως προς τους Le Patourel (1986) και (Quarles) 1992, η αύξηση της υγρασίας του σπόρου βοηθά και στην παραγωγή περισσότερου μεταβολικού ύδατος από τα έντομα και μάλιστα σε ποσότητες ικανές να αντισταθμίσουν τις απώλειες λόγω απορροφήσεως που προκαλούν οι σκόνες της γης διατόμων. Το φαινόμενο αυτό δεν παρατηρείται πάντα, όπως στην περίπτωση του εντόμου *Cryptolestes pussilus* Schönh (Coleoptera: Cucujidae), στο οποίο ο μηχανισμός αναπληρώσεως του ύδατος που χάνεται λόγω απορροφήσεως από τις σκόνες γης διατόμων, παραμένει άγνωστος (Le Patourel 1986).

Ενώ η αύξηση της υγρασίας, κατά κανόνα, επιδρά ανασταλτικώς επί της εντομοκτόνου ικανότητας των σκονών γης διατόμων, η επίδραση της αυξήσεως ή μειώσεως της θερμοκρασίας δεν είναι πάντα προβλέψιμη και εξαρτάται από το είδος του εντόμου (Arthur 2000). Η μεταβολή της θερμοκρασίας επιδρά στην αποτελεσματικότητα των σκονών της γης διατόμων έναντι των εντόμων, άλλοτε αρνητικώς και άλλοτε θετικώς. Με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται η κινητικότητα των εντόμων με αποτέλεσμα τα έντομα να έρχονται όλο και περισσότερο σε επαφή με την σκόνη η οποία με την σειρά της προκαλεί περισσότερη



μηχανική βλάβη στην επιδερμίδα τους. Η αυξημένη κίνηση των εντόμων σε συνδυασμό με την αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε εντονότερο ρυθμό αναπνοής με αποτέλεσμα μεγαλύτερη ποσότητα ύδατος να χάνεται δια μέσου των αναπνευστικών τρημάτων.

Η αύξηση της θερμοκρασίας ενισχύει την τροφική δραστηριότητα των εντόμων, γεγονός που οδηγεί στην αυξημένη παραγωγή μεταβολικού ύδατος, που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να αντισταθμίσει τις απώλειες των εντόμων σε ύδωρ λόγω επιδράσεως της σκόνης γης διατόμων (Fields and Korunic 2000). Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι σε αντίθεση με τα χημικά εντομοκτόνα, η θερμοκρασία δεν επιδρά αμέσως στην σκόνη γης διατόμων ώστε να την αποικοδομεί ή να τροποποιεί τις εντομοκτόνες ιδιότητές της.

Οποιαδήποτε θετική ή αρνητική επίδραση της θερμοκρασίας στην αποτελεσματικότητα της σκόνης γης διατόμων στα έντομα, οφείλεται αποκλειστικώς σε μηχανισμούς που σχετίζονται με την φυσιολογία των ίδιων των εντόμων. Εκτός από την θερμοκρασία και η επάρκεια τροφής εντός του αποθηκευτικού χώρου μπορεί να αυξήσει την παραγωγή μεταβολικού ύδατος ώστε να επηρεάσει αρνητικώς την εντομοκτόνο ιδιότητα της σκόνης γης διατόμων (Arthur 2000).

Τα έντομα δεν αντιδρούν όλα το ίδιο στην γη διατόμων. Υπάρχουν ανατομικές και μορφολογικές διαφορές τόσο μεταξύ των τελείων σταδίων όσο και μεταξύ των ατελών που συνηγορούν σε αυτήν την διαπίστωση. Η σειρά ανθεκτικότητας (από το λιγότερο στο περισσότερο ανθεκτικό) ορισμένων εντόμων στην γη διατόμων είναι η εξής: *Cryptolestes* spp., *Oryzaephilus* spp., *Sitophilus* spp., *R. dominica* και *Tribolium* spp. (Korunic 1998).

Έντομα με μεγάλη σχέση επιφανείας προς όγκο δηλαδή πλατιά και μικρά είναι πιο ευπαθή στην σκόνη γης διατόμων (π.χ *Cryptolestes* spp.). Έντομα με κοντές επιφανειακές τρίχες όπως το *O. mercator*, συγκρατούν περισσότερη ποσότητα σκόνης ώστε να είναι πιο ευαίσθητα (Quarles 1992), ενώ έντομα με μακριές επιφανειακές σμήριγγες που εμποδίζουν την επαφή της σκόνης με την επιδερμίδα, χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη ανθεκτικότητα έναντι της σκόνης γης διατόμων, όπως για παράδειγμα συμβαίνει με τις προνύμφες των εντόμων της οικογένειας Dermestidae (Carlson and Ball 1962).

Διαφοροποίηση στην αποτελεσματικότητα της σκόνης γης διατόμων παρατηρείται και μεταξύ ακμαίων και ατελών σταδίων για συγκεκριμένο είδος ή και γένος εντόμου. Οι διαφορές αυτές μπορεί να οφείλονται στην διαφορά που

παρατηρείται στην σύνθεση των λιπιδίων του κηρώδους χιτώνα, μεταξύ του ακμαίου και των ατελών σταδίων ενός εντόμου. Επίσης μεταξύ των ατελών σταδίων και του ακμαίου εντόμου υπάρχουν ανατομικές και μορφολογικές διαφορές που επιδρούν και αυτές με την σειρά τους στην διαφορική επίδραση της σκόνης γης διατόμων (Fields and Korunic 2000).

Οι προνύμφες του *T. molitor* φέρουν κάποιες περιοχές στην έδρα, δια μέσου των οποίων είναι ικανές να απορροφούν υγρασία από τον περιβάλλοντα χώρο. Οι περιοχές αυτές παρατηρούνται μέχρι την προνύμφη τελευταίου σταδίου. Η προνύμφη τελευταίου σταδίου, η νύμφη και το ακμαίο δεν φέρουν τέτοιες περιοχές, οπότε τα στάδια αυτά είναι πιο ευαίσθητα στην επίδραση της γης διατόμων (Mewis και Ulrichs 2001).

Ορισμένες από τις σκόνες γης διατόμων που κυκλοφορούν στο εμπόριο ως εντομοκτόνα είναι οι εξής (εμπορικά ονόματα) Ant & Roach, Bug Resistor, Crop Guard, DE Insect Killer, Dicalite, Diacide, DiaFil 610, Diasecticide, Diatom Dust, Diatomic Earth, Dryacide, Flea Away, Insect Aside, Insecolo, Insectigone, Insecto, Kenite, K.I.O., Mountain High, Organic Plus, Perma-Guard, D-10, Protect it, Safecide, Shellshok, Silicosec κ.α. Ορισμένες τυποποιήσεις συνίστανται όχι μόνο από γη διατόμων αλλά περιέχουν σε μικρό ποσοστό και ένα εντομοκτόνο συνήθως πυρεθροειδές (0,1 έως 0,2 %) και piperonyl butoxide (1,0 %). Τέτοια σκευάσματα είναι τα Diacide Homeguard, Diatect, Perma Guard D-20, Perma Guard d-21, κ.α. Πολλά από τα προαναφερθέντα σκευάσματα χρησιμοποιούνται κυρίως ως εντομοκτόνα σε κατοικίες, κήπους και κυρίως σε αποθηκευμένα προϊόντα.

#### *1.3.2.3.2. Η γη διατόμων ως προστατευτικό των αποθηκευμένων προϊόντων.*

##### *1.3.2.3.2.1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.*

Το κυριότερο πλεονέκτημα της χρήσης σκόνης γης διατόμων σε αποθηκευμένα προϊόντα, είναι η πλήρης έλλειψη τοξικότητας στα θηλαστικά σε συνδυασμό με την μεγάλη υπολειμματική δράση της εναντίον των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. Επιπλέον είναι εύκολος ο μερικός διαχωρισμός της σκόνης από τους αποθηκευμένους σπόρους με ένα απλό πλύσιμο. Η σκόνη γης διατόμων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό και με άλλες μεθόδους αντιμετώπισης όπως χημικές (σε συνδυασμό με πυρεθροειδή εντομοκτόνα),

θερμότητα (Dowdy and Fields 2002) ή ακόμη σε συνδυασμό με κολλητικές παγίδες (Loschiano 1988). Τέλος, ως πλεονέκτημα μπορεί να αναφερθεί και η αποθητική δράση της επί των εντόμων.

Στα μειονεκτήματα της χρήσεως σκόνης γης διατόμων περιλαμβάνεται η μείωση του ειδικού βάρους του σπόρου του σιταριού και αυτό γιατί η τιμή του ειδικού βάρους αποτελεί δείκτη της εμπορικής αξίας του σιταριού και μία μείωση του ειδικού βάρους θα οδηγούσε σε υποβάθμιση της αξίας του. Η μείωση του ειδικού βάρους του σπόρου οφείλεται στα υπολείμματα σκόνης που δεν θα απομακρυνθούν με το πλύσιμο. Ως μειονεκτήματα θεωρούνται η επίδραση της σκόνης στα αρπακτικά, παρασιτοειδή και παράσιτα των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων και η αδρανοποίηση της σε υψηλά ποσοστά υγρασίας.

Η μόνη γνωστή αρνητική επίδραση της σκόνης γης διατόμων στα θηλαστικά, είναι ότι παρατεταμένη και για μεγάλα χρονικά διαστήματα εισπνοή της, μπορεί να προκαλέσει σιλίκωση, η οποία είναι μια χρόνια πνευμονοπάθεια που οφείλεται σε εισπνοή για μεγάλα χρονικά διαστήματα σκόνης που περιέχει πυρίτιο.

Τα άτομα που κινδυνεύουν από σιλίκωση είναι κυρίως εκείνα που έρχονται σε επαφή για πολλά χρόνια και με πολύ μεγάλες ποσότητες σκόνης, όταν βέβαια δεν τηρούνται οι κανόνες ασφαλείας. Οι επιδράσεις για τον χρήστη ασφαλώς θα είναι πιο ήπιες έως και μηδαμινές, ειδικότερα εάν ληφθούν όλα τα απαιτούμενα μέτρα ασφαλείας από το προσωπικό (ειδικευμένο προσωπικό, κατάλληλη ενδυμασία, χρήση μάσκας). Για τον καταναλωτή δεν υπάρχουν αρνητικές επιδράσεις, εφ' όσον τα προϊόντα μετά την αποθήκευσή τους υφίστανται περαιτέρω επεξεργασία, μέχρι να διατεθούν στο εμπόριο.

Συμφώνως με τους Ebeling (1971) και Korunic (1998) φαινόμενα ανθεκτικότητας των εντόμων στην γη διατόμων θεωρούνται μάλλον απίθανα καθώς η



**Εικ. 47** Ένας τρόπος εφαρμογής σκόνης γης διατόμων, σε αποθηκευμένο σιτάρι στον Καναδά.

τελευταία θανατώνει τα έντομα μέσω φυσικών διεργασιών. Η γη διατόμων σήμερα έχει εγκριθεί και χρησιμοποιείται ως προστατευτικό αποθηκευμένων προϊόντων σε πολλές χώρες του εξωτερικού αλλά στην Ελλάδα η σκόνη γης διατόμων δεν έχει λάβει ακόμη έγκριση κυκλοφορίας ως εντομοκτόνο.

### **1.3.3. Βιολογικές μέθοδοι**

Με τις βιολογικές μεθόδους αντιμετώπισης ο έλεγχος των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων έχει εστιασθεί στην χρήση φυσικών εχθρών και την ένταξη τους στο οικοσύστημα της αποθήκης και αφορά στη μείωση του πληθυσμού ή της δραστηριότητας του πληθυσμού εντόμων με τη χρήση ενός ή περισσότερων οργανισμών πλην του ανθρώπου. Στη χρήση βιολογικών μέσων, πολλοί είναι αυτοί που συγκαταλέγουν και τη χρήση ανθεκτικών ποικιλιών αλλά συνήθως εννοείται η χρήση μυκήτων, βακτηρίων, ιών και εντόμων.

#### **1.3.3.1. Οι φυσικοί εχθροί**

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 αναπτύξεώς του τον οποίον και τελικά θανατώνει (Λυκουρέσης 1995).

Για τη σωστή και έγκαιρη χρήση των φυσικών εχθρών χρειάζεται καλή γνώση της βιολογίας των φυτών από τα οποία θα συγκομιστεί το αποθηκευμένο προϊόν, διαφόρων παραμέτρων που συντελούν στην διάρκεια αποθηκεύσεως του συγκομισμένου προϊόντος όπως για παράδειγμα η υγρασία προϊόντος και χώρου,

θερμοκρασία χώρου, του βιολογικού κύκλου των εχθρών και των ανταγωνιστών των εχθρών (βιολογία, που και πως διαχειμάζουν, κ.α.).

Οι κατηγορίες των φυσικών εχθρών διαφέρουν σημαντικώς στην βιολογία και στην 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 βιοσυστηματικά.

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).



**Εικ 48.** *Habrobracon* (= *Bracon*)

Για περισσότερο αποτελεσματικό έλεγχο των εχθρών, θα πρέπει η εφαρμογή του βιολογικού τρόπου αντιμετώπισης να είναι απλή. Για παράδειγμα στο Βερολίνο εφαρμόστηκε ένας απλός τρόπος χρησιμοποιήσεως φυσικών εχθρών τόσο σε αποθήκες εμπορίου λιανικής πώλησεως όσο και σε νοικοκυριά. Σε αυτή τη μέθοδο, αναρτώνται εντός του αποθηκευτικού χώρου 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-Fischer and Schöller 1994).

Οι ειδικοί «φυσικοί εχθροί» των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι παρασιτοειδή που παρασιτούν λίγες και στενά συνδεδεμένες κατηγορίες εχθρών. Το *Laelius pedatus* (Say) (Hymenoptera: Bethyilidae) 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 *T. granarium* 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 και αυτό γιατί 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 αντιμετώπισης, μόνον όταν είναι αποδεδειγμένως αποτελεσματικός για τους συγκεκριμένους εχθρούς που χρειάζονται αντιμετώπιση 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 σοβαρά υπ' όψιν κατά την κατάστρωση ενός σχεδίου αντιμετώπισης των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί σοβαρά 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. Συμπερασματικά, ο συνδυασμός βιολογικών, βιοτεχνολογικών και χημικών μεθόδων είναι ο καλύτερος τρόπος για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων.

### 1.3.3.2. 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 bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) έχει δοκιμαστεί 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, Vassilakos et al. 2006). 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, Kavallieratos et al 2005, Michalaki et al 2006). 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).

#### **1.3.4. Μηχανικές μέθοδοι**

Οι μηχανικές μέθοδοι αντιμετώπισης αποσκοπούν στην εξόντωση 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, είναι ιδιαίτεως δαπανηρές εξαιτίας της ειδικής τεχνολογίας που απαιτούν για την εφαρμογή τους.

Ο πεπιεσμένος ξηρός αέρας και η εφαρμογή υψηλών πιέσεων στους αποθηκευτικούς χώρους προκαλεί θανάτωση των ακμαίων ατόμων και απαλλαγή των αποθηκευτικών χώρων από έντομα που αναζητούν καταφύγιο σε αυτούς. Πλήρες ή υψηλό και παρατεταμένο κενό θανατώνει πολλά είδη εντόμων αν και χρειάζεται ιδιαίτερα προσοχή, διότι κατά την εφαρμογή της ευνοούνται αναερόβιοι μικροοργανισμοί. 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 για την συνέχιση της ζωής των εντόμων.

Ασφυκτικές συνθήκες στα έντομα μπορούν επίσης να δημιουργηθούν όταν οι προσβεβλημένοι σπόροι αναμιχθούν με καθαρά γαλακτώματα ορυκτελαίων ή λευκά έλαια (παραφίνη κ.α). Καθώς το λεπτό στρώμα ελαίου καλύπτει τους προσβεβλημένους σπόρους εμποδίζοντας την αναπνοή των εντόμων τα οποία θανατώνονται από ασφυξία.

Όταν γίνεται η απαλλαγή των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων από την πλεονάζουσα υγρασία, αυξάνεται η συντηρησιμότητα τους και εμποδίζεται η φυσιολογική βιολογική εξέλιξη των επιβλαβών εντόμων. Εάν άφθονο ύδωρ υπό ισχυρή πίεση δεν ζημιώνει τα προϊόντα, τότε μπορεί να τα απαλλάσσει από τα έντομα. Οι μέθοδοι αυτές μπορούν να συνδυαστούν ταυτοχρόνως με άλλες μεθόδους, πριν ή κατά την επεξεργασία των προϊόντων.



### 1.3.5. Βιοτεχνολογικές μέθοδοι

Βιοτεχνολογικές μέθοδοι καλούνται οι τρόποι αντιμετώπισης των εντόμων που είναι εχθροί των αποθηκευμένων προϊόντων. Αυτή η κατηγορία μεθόδων περιλαμβάνει τη χρήση φερομονών, παγίδων ή και τον συνδυασμό τους, τους ρυθμιστές αναπτύξεως και την χρήση αιθερίων ελαίων.

#### 1.3.5.1. Φερομόνες

Οι φερομόνες είναι οργανικές ενώσεις πτητικές, χαμηλού μοριακού βάρους οι οποίες κατατάσσονται σε διάφορες ομάδες. Είναι ορμόνες φύλου που παράγουν συνήθως τα θήλεα άτομα και ελκύουν τα αρρενα άτομα για 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 στη πηγή τροφής.

Οι φερομονικές παγίδες χρησιμοποιούνται για να ανιχνευτούν και να προσδιοριστούν τα έντομα εχθροί των αποθηκευμένων προϊόντων, ενώ κατ' ευθείαν έλεγχος των πληθυσμών με φερομόνες μπορεί να επιτευχθεί με σκευάσματα που περιέχουν ελκυστικό, που ελκύει και ταυτοχρόνως θανατώνει ή αποτρέπει τη σύζευξη των εντόμων.

#### 1.3.5.2. Παγίδες

Οι παγίδες έχουν διπλό ρόλο στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων καθ' ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για παρακολούθηση των πληθυσμών των εντόμων αλλά και για την καταπολέμησή τους. Οι παγίδες ανιχνεύουν τους πληθυσμούς των εντόμων σε χρονικό διάστημα πολύ πιο σύντομο από ότι χρειάζεται μια απλή δειγματοληψία για αυτό και η κύρια χρήση των παγίδων στους αποθηκευτικούς χώρους, αποσκοπεί στην παρακολούθηση και λιγότερο στον απ' ευθείας έλεγχο των εντόμων .

Οι παγίδες διαφέρουν αναλόγως του μέσου παγιδεύσεως ή θανατώσεως. Το μέσον αυτό μπορεί να είναι κάποια κολλητική ουσία π.χ. κολλητικές παγίδες, κάποιος αποθηκευτικός χώρος π.χ. τύπου σόντας ή κάποια ηλεκτρική αντίσταση όπως συμβαίνει με τις ηλεκτρικές παγίδες.

.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 και είναι είτε κολλητικές, είτε παγιδεύουν και θανατώνουν τα έντομα σε ειδικούς αποθηκευτικούς χώρους που διαθέτουν για τον σκοπό αυτό. Οι επιφανειακές χρησιμοποιούνται και για βαδίζοντα αλλά και για ιπτάμενα έντομα. Οι μη κολλητικές παγίδες είναι επαναχρησιμοποιήσιμες σε σχέση με τις κολλητικές, κάτι που αποτελεί και το κυριότερο πλεονέκτημα τους.

Με τις τύπου σόντας παγίδες είναι δυνατή η δειγματοληψία σπόρου σε διάφορα βάθη της μάζας του προϊόντος. Με τις παγίδες αυτού του τύπου τα έντομα παγιδεύονται σε ένα διάτρητο μεταλλικό ή πλαστικό καθετήρα που τοποθετείται μέσα στην μάζα του αποθηκευμένου προϊόντος σε διάφορα βάθη.



**Εικ. 49** Παγίδα χοάνης (B.C.S)

Τα έντομα έρχονται μέσα στις τρύπες και πέφτουν μέσα σε ένα σωλήνα συλλογής ή σε ένα συλλογέα που μπορεί να αλλαχθεί και είναι ειδικώς σχεδιασμένος για χρήση εντός της μάζας του προϊόντος. Οι παγίδες τύπου σόντας έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να μείνουν για αρκετό χρονικό διάστημα μέσα στην αποθήκη. Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημά τους που αποτελεί και το σημαντικότερο μειονέκτημα της δειγματοληψίας είναι ότι με τις τύπου σόντας παγίδες παρακολουθείται η διακύμανση των πληθυσμών από πολύ νωρίς, ακόμη και όταν αυτοί είναι πολύ χαμηλοί.

Με τις φωτεινές ή ηλεκτρικές παγίδες εκμεταλλεύεται το φαινόμενο του τροπισμού και ειδικότερα 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.



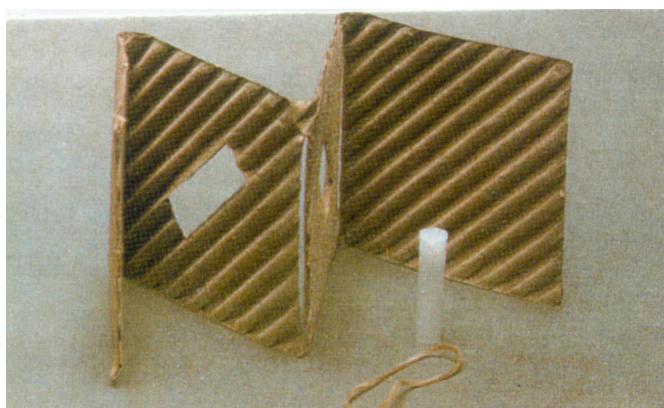
**Εικ.50.** Παγίδα τύπου δέλτα (B.C.S.)

Με τις παγίδες αυτές όσα έντομα παρουσιάζουν το φαινόμενο του θετικού φωτοτροπισμού, προσελκύονται και ακολούθως θανατώνονται μέσω

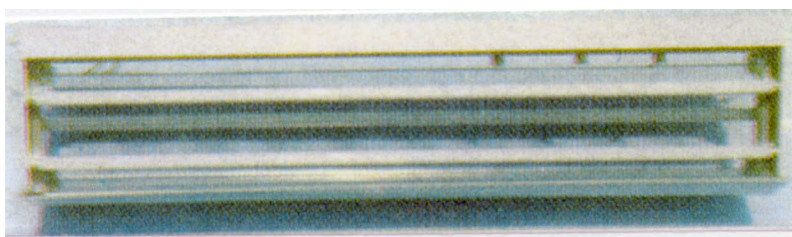


**Εικ. 51.** Παγίδα τύπου σόντας

ηλεκτροπληξίας. Ευκόλως συμπεραίνεται ότι η χρήση αυτών των παγίδων προϋποθέτει καταπολέμηση εντόμων με θετικό και όχι με αρνητικό φωτοτροπισμό.



**Εικ. 52.** Παγίδα κοματοειδούς χάρτου



**Εικ. 53.** Φωτεινή παγίδα

### 1.3.5.3. Ρυθμιστές αναπτύξεως

Με τους ρυθμιστές αναπτύξεως αντιμετωπίζονται τα έντομα με τις ίδιες τις ορμόνες τους, καλούμενες ορμόνες νεότητας και παράγονται τα ίδια τα έντομα. 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, αποτελεί το κυριότερο πλεονέκτημα των ρυθμιστών αναπτύξεως επί των εντόμων (Staal 1975). Σήμερα στη λίστα των διαθέσιμων ρυθμιστών αναπτύξεως εκτός από τις ορμόνες νεότητας έχουν προστεθεί οι παρεμποδιστές συνθέσεως χιτίνης καθώς και οι ανταγωνιστές εκδύσεως.

Από τις ορμόνες νεότητας το methoprene είναι πιο αποτελεσματικό επί εντόμων που τρέφονται εξωτερικά των σπόρων (Mian and Mulla 1982, Smet et al. 1989) και έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως ως μια εναλλακτική μέθοδος ελέγχου των εχθρών *O. surinamensis* και *R. dominica* λόγω ανθεκτικότητας που παρουσίασαν το μεν πρώτο στα οργανοφωσφορικά το δε δεύτερο στα πυρεθρινοειδή εντομοκτόνα. Συμφώνως προς τους Oberlander et al. (1997) το methoprene μπορεί να

χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με ένα ακμαιοκτόνο σκεύασμα για πιο αποτελεσματική και μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων.

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 δίνουν αυξημένη προστασία, η οποία επιτυγχάνεται με παρεμποδισμό του σχηματισμού των γενεών με ταυτόχρονη θανάτωση των ατελών σταδίων. Οι μιμητές ορμονών νεότητας θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλα εντομοκτόνα ή με παρεμποδιστές συνθέσεως χιτίνης, τα οποία δεν ασκούν ή ασκούν ήπια δράση επί των ωφελίμων εντόμων (παρασιτοειδών, αρπακτικών) όταν θα εφαρμόζεται πρόγραμμα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης.

#### 1.3.5.4. Αιθέρια έλαια

Τα αιθέρια έλαια αποτελούνται από τα μονοτερπενοειδή τα οποία είναι δευτερεύουσες χημικές ουσίες των φυτών και θεωρείται ότι έχουν μικρή μεταβολική σημασία.

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

Τα αιθέρια έλαια είναι μια μέθοδος πολλά υποσχόμενη ως προς τον έλεγχο των κυρίων και μεγαλύτερων εντόμων εχθρών αποθηκευμένων προϊόντων και αυτό διότι είναι δραστικά καπνογόνα σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Σκοπός είναι κάποια μέρα να αντικατασταθούν τα σημερινά χρησιμοποιούμενα καπνογόνα με τα αιθέρια έλαια (Shaaya et al. 1997).

### 1.3.6. Χημικές μέθοδοι

Με τις χημικές μεθόδους αντιμετώπισης αποσκοπείται ο κατ' ευθείαν έλεγχος των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είτε πριν είτε μετά την εισαγωγή του προϊόντος στην αποθήκη. Τα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται είναι είτε κοινά εντομοκτόνα είτε καπνογόνα. Θα πρέπει οι χημικές μέθοδοι να χρησιμοποιούνται με ιδιαίτερη προσοχή διότι μπορεί να προκαλέσουν δηλητηριάσεις οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε χρόνιες ασθένειες και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο πολλές χώρες αναπτύσσουν προγράμματα με σκοπό να μειωθεί η χρήση των χημικών εντομοκτόνων έως και 50 %.

#### 1.3.6.1. 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. Από τα οργανοφωσφωρικά χρησιμοποιούνται κυρίως τα Acephate, Chlorpyrifos, Dichlorvos, Fenthion, Malathion και Pyrimiphos methyl. Από τα πυρεθρινοειδή τα deltamethrin, cyfluthrin, beta-cyfluthrin και από τα καρβαμιδικά το carbaryl και το propoxur. Όλα τα παραπάνω σκευάσματα χρησιμοποιούνται για απεντομώσεις χώρων κυρίως με ψεκασμό και λιγότερο με επίπαση. Το ψεκαστικό υγρό μπορεί να εφαρμοσθεί 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 και 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). Τοπική και περιορισμένη χρήση εντομοκτόνων σε

σημεία που αποτελούν καταφύγια εντόμων ή σε σημεία που παρατηρούνται υψηλοί πληθυσμοί επιτυγχάνεται με φορητά ψεκαστικά μηχανήματα.

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 επαναχρησιμοποίησης του χώρου από τους εργαζόμενους και τα τυχόν παρασκευαζόμενα στον χώρο προϊόντα.

Η καταπολέμηση ανεπιθύμητων εντόμων σε εγκαταστάσεις όπου παράγονται ή μεταποιούνται τρόφιμα, γίνεται κυρίως με τη χρήση πυρεθροειδών (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.

#### 1.3.6.2. Καπνογόνα

Τα καπνογόνα είναι χημικές ενώσεις οι οποίες επενεργούν τοξικώς με τους ατμούς τους στα παράσιτα 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 διατίθενται όλα τα απαραίτητα μέσα για την ασφάλεια του. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι εξαπλώνονται πολύ γρήγορα και διεισδύουν σε θέσεις και χώρους όπου άλλοι τρόποι αντιμετώπισης είναι πρακτικώς αδύνατον να εφαρμοστούν.

Τα κυριότερα καπνογόνα που χρησιμοποιούνται στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι το βρωμιούχο μεθύλιο ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) 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. Έχει χαρακτηριστεί και ως καρκινογόνο, ενώ παραλλήλως συμβάλλει στην καταστροφή του όζοντος της στρατόσφαιρας. Για αυτούς τους δύο παραπάνω λόγους το  $\text{CH}_3\text{Br}$  θα αποσυρθεί εντελώς.

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

#### Σημείο ζέσεως και Ειδικό βάρος

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

#### 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 απευθείας 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 (Ορφανίδης 1965).

#### Αναφλεξιμότητα και Προσρόφηση ατμών

Εκδηλώνονται κατά την οξειδωση (καύση) του μίγματος των ατμών του καπνογόνου και του αέρα, υπό την προϋπόθεση ότι η οξειδωση 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.

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.

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





**Εικ 54.** Φωσφίνη 1.χάπια φωσφίνης 2.τοποθέτηση χαπιών φωσφίνης σε χύμα σπόρους με τη βοήθεια σόντας 3.Τοποθέτηση χαπιών κάτω από ντάνες 4.Σακκίδια ή φάκελοι φωσφίνης 5.Τοποθέτηση «φακέλων φωσφίνης» σε χύμα σπόρους 6.Τοποθέτηση φακέλων σε ντάνες 7.εφαρμογή φωσφίνης σε ταινίες μεταφοράς χύμα σπόρων. 8,9. Εφαρμογή φωσφίνης για καταπολέμηση αρουραίων σε αγρούς 10. Συσκευασία τύπου «κουβέρτας» 11,12,13.χρησιμοποίηση «κουβερτών» σε ντανιασμένα ή χύδην προϊόντα 14.μάσκα και φίλτρο για την προστασία των εφαρμογών 15.ανιχνευτές φωσφίνης τύπου λεπτού σωλήνος (από Detia GmbH).



**Εικ 55.** Φιάλες  $CH_3Br$

Η διείσδυση των καπνογόνων ατμών μέσα στο σώμα 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.

#### 1.3.6.3. 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 ξανακαταχωρηθεί είναι αναγκαίο να επιφέρει εντυπωσιακού όγκου ετήσιες πωλήσεις για να καλύψει το συγκεκριμένο κόστος (Arthur, 1996).

Παρ' όλο το ότι υπάρχουν φανερά οφέλη προερχόμενα από τα γεωργικά εντομοκτόνα συμπεριλαμβανομένων και αυτών που χρησιμοποιούνται προληπτικά, 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 εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων 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).

#### **1.4. Μελέτη του *Sitophilus oryzae***

*Sitophilus oryzae* (L.)

Τάξη: Coleoptera

Υπόταξη: Polyphaga

Οικογένεια: Curculionidae

Κοινή ονομασία: Σκαθάρι του ρυζιού

Αγγλική ονομασία: Rice weevil

### 1.4.1. Γεωγραφική Κατανομή

Συναντάται στις περισσότερες περιοχές της γης και κυρίως στις τροπικές περιοχές στις οποίες είναι το περισσότερο επιβλαβές έντομο των αποθηκευμένων σιτηρών. Ανήκει στην τάξη των Coleoptera, με κοινό χαρακτηριστικό τις έντονα χιτισμένες και γι' αυτό σκληρές πρόσθιες πτέρυγες, που ονομάζονται έλυτρα. Συναντάται ιδιαίτερος στην Ινδία, Αυστραλία, Η.Π.Α. Είναι ανθεκτικό στα θερμά κλίματα. (Σταμόπουλος, 1995).

### 1.4.2. Μορφολογία του εντόμου

#### 1.4.2.1. Ακμαίο και προνύμφη

Είναι μικρό ρυγχοφόρο κολεόπτερο μήκους περίπου 4 χιλιοστών, με σκληρό δερματοσκελετό σκούρου χρώματος. Η κεφαλή προεκτείνεται και σχηματίζει ρύγχος, στην άκρη του οποίου υπάρχουν τα στοματικά μόρια. Οι κεραίες ροπαλοειδείς και βρίσκονται πάνω στο ρύγχος. Ομοιάζει με το συγγενές *S. granarius* επειδή έχουν το ίδιο μέγεθος, σχήμα και χρώμα. Υπάρχουν όμως διαφορές μεταξύ τους όπως ότι το *S. oryzae* έχει καλλίτερα ανεπτυγμένες τις οπίσθιες πτέρυγες και μπορεί να ίπταται, έχει δύο κοκκινωπές ή κιτρινωπές κηλίδες σε κάθε έλυτρο και στο επιθωράκιο του έχει στρογγυλά κοιλώματα. Επίσης, τα βοθρία του προνώτου είναι περίπου κυκλικά και πολύ πυκνά ακόμα και κατά μήκος του προσθίου χείλους του προνώτου.

Οι κατά μήκος των ελύτρων ραβδώσεις αποτελούνται από σχετικώς μεγάλα στίγματα-βοθρία ενώ οι μεταξύ τους ζώνες έχουν μεγάλα στίγματα. Τα έλυτρα κατά την ηρεμία των εντόμων καλύπτουν τις οπίσθιες πτέρυγες υπο μορφή θήκης. Το μήκος τους είναι 2.5 - 3.5 mm. Η προνύμφη έχει μήκος περίπου 4 mm, στερείται ποδιών, κοντόχονδρη και κεκαμένη. Το χρώμα της είναι κιτρινωπό (αχυρόλευκο). Επειδή ο εξωσκελετός του εντόμου δεν έχει ελαστικότητα, η αύξηση του μεγέθους της προνύμφης δεν είναι συνεχής αλλά γίνεται ανα στάδια (ασυνεχής). Κάθε φορά που η προνύμφη δε χωρά στον εξωσκελετό της υφίσταται έκδυση. Η προνύμφη του *S. oryzae* υφίσταται τρεις εκδύσεις.

#### 1.4.2.2. Ξενιστές

Το ακμαίο και η προνύμφη προσβάλλουν το ρύζι και τους σπόρους σιτηρών στους αποθηκευτικούς χώρους, όπως επίσης και συμπαγή αμυλούχα προϊόντα όπως το ξερό ψωμί. Μπορεί να τραφεί και με αλεύρι, πίτυρα ή πλιγούρι, αλλά δεν μπορεί να αναπαραχθεί. Προσβάλλει επίσης σε μικρότερο βαθμό όσπρια, καπνό, λαχανικά και ορισμένα άλλα τρόφιμα και ζωοτροφές.



**Εικ.56.** Ακμαίο *Sitophilus oryzae*

#### 1.4.3. Βιολογία του εντόμου

Πιθανή χώρα καταγωγής του θεωρείται η Ινδία. Το *S. oryzae* αρέσκεται σε θερμά και σχετικά υγρά περιβάλλοντα. Η ανάπτυξη και ο πολλαπλασιασμός του δεν ευνοείται σε ψυχρά κλίματα. Γι' αυτό, είναι σοβαρός εχθρός των αποθηκευμένων σπόρων στις τροπικές και υποτροπικές χώρες και σε ζεστά μέρη των εύκρατων χωρών (Πελεκάσης 1986).

Υπάρχουν παράγοντες που ευνοούν την επιβίωση και την ανάπτυξη του πληθυσμού του εντόμου, οι πιο σημαντικοί από αυτούς είναι το κληρονομικό δυναμικό, ο αριθμός γενεών κατά έτος, ο αριθμός και το πλήθος των ξενιστών και η γονιμότητά του. Το κληρονομικό δυναμικό πολλών ειδών εντόμων είναι εκείνο που τους επιτρέπει να προσαρμόζονται σε αντίξοες συνθήκες, ενώ χάρις στη γονιμότητα τους αυξάνουν τις πιθανότητες εμφάνισης ατόμων με μεγαλύτερη ικανότητα επιβίωσης, τα οποία και δημιουργούν νέους ικανότερους πληθυσμούς. Η θερμοκρασία και η υγρασία αποτελούν τους βασικότερους παράγοντες που

καθορίζουν τον αριθμό των γενεών, την ανάπτυξη, και τη δραστηριότητα του εντόμου.

Επίσης, παράγοντες που περιορίζουν την πληθυσμιακή αύξηση των εντόμων είναι και οι βιοτικοί παράγοντες (οργανισμοί που ασκούν καταστροφική επίδραση επί των εντόμων).

Τα ακμαία, λίγες ημέρες μετά την έξοδο είναι σεξουαλικά ώριμα για σύζευξη. Τα θήλεα συζεύγνυνται αμέσως μετά την έξοδο από τους σπόρους και δύο εβδομάδες μετά αρχίζουν να γεννούν τα ωά με ημερήσιο ρυθμό που εξαρτάται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και η σκληρότητα των σπόρων, δεδομένου ότι το θήλυ ανοίγει με τα στοματικά μέρια μια οπή στον σπόρο όπου εναποθέτει ένα ωό.



**Εικ. 57.** Ακμαίο *S. oryzae* επί σπόρου σιτηρού

Τα ωά είναι λευκά, απιοειδή και λαμπερά, διαστάσεων 0.5 - 0.8 X 0.2 - 0.4 mm. Αν ο σπόρος είναι σκληρός, το άνοιγμα της οπής διαρκεί 45 περίπου λεπτά. Μετά την εναπόθεση του ωού η οπή καλύπτεται από αλεύρι και ένα ζελατινώδες έκκριμα που εκκρίνει το θήλυ από τους κολλητηρίους αδένες. Το έκκριμα στερεοποιείται όταν έρθει σε επαφή με τον αέρα. Στον αραβόσιτο μπορεί να εναποτεθούν παραπάνω από ένα ωά ανά σπόρο. Η ωοτοκία κρατά πολλούς μήνες και στην περίοδο του χειμώνα είναι μειωμένη. Το έντομο δεν αντέχει στις χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες ορισμένων εύκρατων χωρών.

Έχει 4 γενεές το χρόνο αλλά μπορεί και να τις ξεπεράσει εάν βρεθεί σε θερμά κλίματα. Διαχειμάζει ως προνύμφη μέσα στους αποθηκευμένους σπόρους αλλά και ως ακμαίο εντός των σφρών των σπόρων ή σε διάφορα σημεία της αποθήκης. Την άνοιξη τα θήλεα εναποθέτουν μέχρι και 400 ωά το καθένα από ένα μέσα σε βοθρίο που ανοίγουν σε κάθε σπόρο.



**Εικ. 58.** Προσβολή από *S. oryzae* σε αποθηκευμένο σιτάρι

Το εξωτερικό άνοιγμα του βοθρίου κλείνεται με ζελατινώδες έκκριμα του εντόμου. Η εκκολαπτόμενη προνύμφη αναπτύσσεται τρεφόμενη με το εσωτερικό του σπόρου όπου και γίνεται τέλειο. Οι ευνοϊκότερες συνθήκες για την ανάπτυξη του εντόμου είναι θερμοκρασία: 27 - 30 °C και σχετική υγρασία: 75 - 90 % .

Τα όρια μέσα στα οποία αναπτύσσεται με επιτυχία το ακμαίο είναι θερμοκρασία 17 - 34 °C και σχετική υγρασία 45 - 100 %. Στην Ελλάδα ο βιολογικός κύκλος διαρκεί 40 ημέρες με 3 - 4 γενεές το χρόνο (Τομάζου 1989). Το ακμαίο ζει από 3 - 6 μήνες και ποτέ πάνω από 8 μήνες.

Είναι πιθανόν να παρατηρηθεί δραστηριότητα του εντόμου και στον αγρό. Στα τέλη της ανοίξεως τα ακμαία ίπτανται από τις αποθήκες προς τους αγρούς και γεννούν ωά στα στάχυα.



**Εικ.59.** *S. oryzae*: ωό, προνύμφη, νύμφη, ακμαίο

#### 1.4.4. Προσβολές

Χώροι τους οποίους προτιμά για προσβολή είναι οι αποθήκες και μάλιστα θέσεις στις οποίες προηγήθηκε προσβολή του *S. granarius* όπου και δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες μικροκλίματος με υψηλότερες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας. 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 ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος. Ευνοείται έτσι η ανάπτυξη μυκήτων και άλλων μικροοργανισμών, οι οποίοι όχι μόνο υποβαθμίζουν το προϊόν, αλλά το καθιστούν και τοξικολογικά επικίνδυνο.

Στη περίπτωση των σπόρων οι οποίοι είναι μέσα σε σακιά, τα οποία μένουν αρκετή ώρα στον ήλιο, τα ακμαία, σε αντίθεση απ' ότι συνηθίζουν, εξέρχονται στην επιφάνεια. Η συγκέντρωσή τους σε μεγάλους αριθμούς, σε ορισμένα σημεία του εσωτερικού του σπόρου του προϊόντος, όπου η υγρασία είναι υψηλότερη και σε συνδυασμό με την έντονη μεταβολική δραστηριότητα που παρατηρείται εκεί, προκαλεί μία τοπική αύξηση της θερμοκρασίας με αποτέλεσμα τη δημιουργία των θερμών κηλίδων (hot spots).

Προσβολές έχουν σημειωθεί σε προϊόντα του ρυζιού, του αραβόσιτου, του σιταριού όπως επίσης και σε ξηρά φασόλια, αποθηκευμένο βαμβάκι, σταφίδες, ξηρούς καρπούς, καθώς και σε μήλα και σε αχλάδια.

#### 1.4.5. Μέθοδοι αντιμετώπισης του εντόμου

Η χρήση της συνθετικής επαφής των εντομοκτόνων στα αποθηκευμένα προϊόντα, είναι μεταξύ των στρατηγικών οι οποίες χρησιμοποιούνται για την παρεμπόδιση του παρασιτισμού που προκαλεί το *S. oryzae* στα προϊόντα των αποθηκών (Arthur 1996). Όμως η ανάγκη για πιο ασφαλή και οικολογική εφαρμογή έχει οδηγήσει στη χρησιμοποίηση και άλλων μεθόδων όπως φυσικά μέσα, βιοτεχνολογικές μέθοδοι, καλλιεργητικές και βιολογικές, καθώς επίσης και συνδυασμός των μεθόδων.



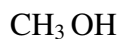
#### 1.4.5.1. Βιοτεχνολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης

Επειδή ο βιολογικός κύκλος του *S. oryzae* ολοκληρώνεται εντός του σπόρου του αποθηκευμένου προϊόντος, είναι δύσκολη η καταπολέμηση σε άλλα στάδια αναπτύξεως, εκτός από το στάδιο του ακμαίου. Πρέπει να αναφερθεί επίσης ότι πολλά έντομα έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε διάφορα σκευάσματα. Αναφέρεται ότι το *S. oryzae* ανέπτυξε και στην Ελλάδα ανθεκτικότητα στην φωσφίνη.

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

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

Υπάρχουν γενικώς, δυο κατηγορίες εντόμων αποθηκών όσον αφορά στην επικοινωνία και στην αναπαραγωγική στρατηγική τους: τα ακμαία βραχύβια και τα ακμαία μακρόβια. Το *S. oryzae* κατατάσσεται στα μακρόβια είδη. Δηλαδή έχουν ανάγκη να τραφούν για να αναπαραχθούν. Χρησιμοποιούν για επικοινωνία μεγάλων αποστάσεων φερομόνες συναθροίσεως που παράγουν συνήθως τα άρρενα και στις οποίες αντιδρούν τα άτομα και των δυο φύλων. Η χρήση φερομονών έχει αναπτυχθεί για παρακολούθηση πληθυσμών, έλκυση και θανάτωση και μαζική παγίδευση για περιορισμό πληθυσμών. Συγκεκριμένως, αναφέρεται ότι για το *S. oryzae* χρησιμοποιείται ως ελκυστικό η κετόνη 4 μέθυλο 5 υδρόξυ επτανόνη (3).



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

Επί του *S. oryzae* έχουν εφαρμοστεί σκευάσματα που στηρίζουν την δράση τους σε ρυθμιστές αναπτύξεως. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκε ένας παρεμποδιστής συνθέσεως της χιτίνης το diflubenzuron σε αναλογία 0.2 mg /kgf σίτου (Oberlander et al 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. Παρ' όλα αυτά, επειδή οι ρυθμιστές αναπτύξεως δεν είναι πάντα αποτελεσματικοί στο γένος *Sitophilus*, 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. Συγκεκριμένως, 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 10g/kg 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 g/kg σπόρου, μειώνει σε μεγάλο βαθμό την βλαστικότητα του σπόρου, κάτι που καθιστά την μέθοδο δύσχρηστη έως και ακατάλληλη. Πρέπει παρ' όλα αυτά να αναφερθεί ότι για το *S. oryzae* τα πιο αποτελεσματικά έλαια είναι αυτά που προέρχονται από σκελίδες σκόρδου και από κέδρο.

#### 1.4.5.2. Βιολογικές μέθοδοι αντιμετώπισεως

Για την βιολογική αντιμετώπιση του *S. oryzae*, έχουν μελετηθεί τρία αρπακτικά έντομα που ανήκουν στην τάξη Hymenoptera. Τα έντομα αυτά δρουν παρασιτικώς. Το σημαντικότερο παρασιτοειδές του *S. oryzae* καθώς και του συγγενούς είδους *S. granarius* είναι το *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae). Η δράση του εντοπίζεται επί της προνύμφης του *S. oryzae*. Συγκεκριμένως, το θήλυ υμενόπτερο έχει την ικανότητα να ανιχνεύει το κάλυμμα της οπής που δημιουργεί το ακμαίο *S. oryzae*, στον σπόρο, κατά την ωτοκία. 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 θήλεως παρασιτοειδούς επί της προνύμφης του *S. oryzae* έχει ως αποτέλεσμα την παράλυση της τελευταίας. Παραλλήλως το θήλυ παρασιτοειδές εναποθέτει ένα και μοναδικό ωό στο εξωτερικό της προνύμφης ή κοντά σε αυτή.

Μετά την εκκόλαψη, η νύμφη του παρασιτοειδούς τρέφεται με την παραλυμένη προνύμφη, καταστρέφοντάς τη. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου του παρασιτοειδούς είναι 15 ημέρες. Έχει παρατηρηθεί ότι ένα θήλυ παρασιτοειδές εναποθέτει περισσότερα από 283 ωά, αλλά παρ' όλα αυτά τα παρασιτοειδή 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 *Lariophagus distinguendus* Forster (Hymenoptera: Pteromalidae) και το *Chaetospila elegans* (Westwood) (Hymenoptera: Pteromalidae) (Τόλης 1986), τα οποία δρουν και αυτά επί των προνυμφών του *S. oryzae*.

Σε πειράματα εργαστηρίου εκτιμήθηκε η χρήση του εντομοπαθογόνου μύκητα *M. anisopliae* κατά των ακμαίων *S. oryzae* όπου συγκρίθηκαν 2 σκευάσματα του μύκητα, ένα αιώρημα κονιδίων και ένα σκόνης κονιδίων. Τα σκευάσματα αυτά εφαρμόστηκαν σε 3 δόσεις:  $8 \times 10^6$ ,  $8 \times 10^8$  και  $8 \times 10^{10}$  κονίδια/Kg σιταριού, μόνες ή σε συνδυασμό με το σκεύασμα γης διατόμων (ΓΔ) SilicoSec<sup>®</sup> σε δόση 0,5g/Kg σιταριού. Ακμαία *S. oryzae* εκτέθηκαν σε σιτάρι επί 24 h, 48 h, 7 d και 14 d. Η θνησιμότητα των ακμαίων *S. oryzae* με την εφαρμογή του αιωρήματος κονιδίων σε συνδυασμό με την ΓΔ δεν ήταν τόσο αποτελεσματική εν συγκρίσει με την εφαρμογή της ΓΔ μόνον. Η θνησιμότητα των ακμαίων *S. oryzae* αυξήθηκε αξιοσημείωτα όταν εφαρμόστηκε σκόνη κονιδίων. Η παραγωγή απογόνων μειώθηκε αξιοσημείωτα μόνον στην μεγάλη δόση της σκόνης κονιδίων αναμιχθείσα με ΓΔ (Vassilakos et al. 2006).

#### 1.4.5.3. Χημικές μέθοδοι αντιμετώπισης

Οι χημικές μέθοδοι καταπολεμήσεως είναι η σημαντικότερη και σε πολλές περιπτώσεις η μοναδική μέθοδος που χρησιμοποιείται σήμερα για την αντιμετώπιση επιβλαβών εντόμων. Στηρίζεται στη χρήση φυσικών ή συνθετικών χημικών ουσιών οι

οποίες αυτούσιες ή σε μίγματα προκαλούν με την τοξική δράση τους τη θανάτωση των εντόμων και χαρακτηρίζονται ως εντομοκτόνα.



**Εικ.60.** Ακμαίο *Anisopteromalus calandrae*

Για την αντιμετώπιση του *S. oryzae* έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν (πριν απαγορευθούν) χλωριωμένα εντομοκτόνα, κυρίως το lindane καθώς και οργανοφωσφορικά με κυριότερο εκπρόσωπο το malathion. Το lindane απαγορεύτηκε επειδή είχε μεγάλη υπολειματική δράση, δεν διασπάται στη φύση και συσσωρεύεται στη λιπώδη ιστό των θηλαστικών. Το malathion είναι μια δραστική ουσία που έχει χρησιμοποιηθεί ευρυτάτως στο παρελθόν και χρησιμοποιείται ακόμα. Είναι οργανοφωσφορικό και δρα ως εντομοκτόνο επαφής και στομάχου. Η εντομοτοξική δράση του εντοπίζεται στην παρεμπόδιση του ενζύμου «χοληστεράση» του νευρικού συστήματος (Δημόπουλος 1998). Αποτέλεσμα της συνεχούς χρήσεώς του ήταν η ανθεκτικότητα που ανέπτυξαν σε αυτό πολλά είδη εντόμων.

Επίσης χρησιμοποιούνται και πυρεθρινοειδή εντομοκτόνα στην αντιμετώπιση του *S. oryzae*. Από πειράματα αξιολογήσεως διαφόρων οργανοφωσφορικών και πυρεθρινοειδών εντομοκτόνων, συγκριτικώς με το κλασικό στην αντιμετώπιση εντόμων στις αποθήκες malathion, φάνηκε ότι υπάρχουν ακόμη καλλίτερα και αποτελεσματικότερα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα όπως το pyrimiphos methyl και

το etrimphos καθώς και πυρεθρινοειδή όπως το deltamethrin και το cypermethrin (Τομάζου 1989) και το permethrin (Papadopoulou et al. 1991).

Τα φάρμακα αυτά όχι μόνο θανατώνουν τα ακμαία *S. oryzae*, αλλά εμποδίζουν την εμφάνιση της F<sub>1</sub> και των μετέπειτα γενεών. Αναφέρεται ότι το *S. oryzae* έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σε μερικά οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα κυρίως το malathion, ενώ δεν αναφέρεται κάτι αντίστοιχο για τα πυρεθρινοειδή. Τα πυρεθρινοειδή εντομοκτόνα, όταν χρησιμοποιούνται στην ίδια δόση με τα οργανοφωσφορικά είναι πολύ πιο τοξικά στα θερμόαιμα. Επειδή όμως, η δόση που χρειάζεται για να δράσουν είναι πολύ μικρότερη των αντίστοιχων οργανοφωσφορικών, τελικά η τοξικότητα των πυρεθρινοειδών είναι πολύ μικρότερη.

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 εν συνεχεία εντομοκτόνα για μακράς διάρκειας προστασία.

#### 1.4.5.4. Φυσικές μέθοδοι - γη διατόμων ενάντια στο *S.oryzae*

Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας ορισμένων ειδών, η ανάγκη για προϊόντα δίχως χημικά κατάλοιπα, η ασφάλεια των εργατών που χρησιμοποιούν χημικές ουσίες και η σταδιακή άρση εντομοκτόνων οδήγησε τους ερευνητές να εξετάσουν την ενδεχόμενη χρήση άλλων μεθόδων ελέγχου που θα είχαν λιγότερους κινδύνους. Η γη διατόμων (ΓΔ) είναι μεταξύ των πιο πολλά υποσχόμενων εναλλακτικών μεθόδων και αυτό διότι είναι εύκολη στη χρήση, με χαμηλή τοξικότητα και από φυσικές πηγές.

Όπως προαναφέρθηκε στη βιολογία του εντόμου η νύμφη και η προνύμφη του *S. oryzae* αναπτύσσονται εντός του σπόρου, για αυτό η ΓΔ έχει επίδραση μόνο στα ακμαία *S. oryzae* αφού τα ατελή στάδια του εντόμου βρίσκονται εντός του σπόρου. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο γίνεται δλυσκολη η διάγνωση στα αρχικά στάδια της προσβολής.

Ένας τρόπος για να διαπιστωθεί εάν υπάρχει προσβολή από *S. oryzae* είναι εμφάνιση του σπόρου σε διάφορα διαλύματα. Χρησιμοποιούνται σαλικυλικό Na σε ύδωρ, με χλωροφόρμιο και ειδικό λάδι ή διάλυμα νιτρικού σιδήρου. Συνέπεια του

μικρότερου ειδικού βάρους τους, οι προσβεβλημένοι σπόροι παραμένουν στην επιφάνεια ενώ αντίθετα οι υγιείς βυθίζονται.

ΓΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	LC <sub>50</sub> (95% Δ.Ε.) σε ppm	LC <sub>90</sub> (95% Δ.Ε.) σε ppm
Celite 209	Θαλάσσια	270 (213-340)	565 (395-857)
DE Macedonia	Θαλάσσια	293 (226-379)	709 (485-1101)
De Japan 2	Θαλάσσια	333 (263-423)	762 (554-1105)
De Japan 3	Θαλάσσια	603 (480-758)	1157 (891-1567)
DE Australia	Μη Θαλάσσια	438 (386-553)	849 (612-1239)
Dicalite	Μη Θαλάσσια	496 (393-626)	1013 (766-1402)
DE China 7	Μη Θαλάσσια	546 (430-693)	1356 (978-1982)
DE Mexico 2	Μη Θαλάσσια	634 (493-815)	1810 (1191-2945)
DE China 9	Μη Θαλάσσια	647 (436-1770)	1250
Perma Guard	Μη Θαλάσσια	649 (499-842)	1250
Melocide DE 100	Μη Θαλάσσια	680 (555-832)	1475
DE China 18	Μη Θαλάσσια	1137 (745-3734)	1500

**Πίνακας IV** Αποτελεσματικότητα διαφόρων τύπων γης διατόμων επί του *S. oryzae* σε αποθηκευμένο σκληρό σιτάρι, μετά από 5 ημέρες εκθέσεως (Korunic, 1998). Τα δεδομένα προέκυψαν με ανάλυση probits, ΔΕ = διάστημα εμπιστοσύνης 25 ακμαία *S. oryzae* όλων των ηλικιών και ανεξαρτήτως φύλου για κάθε επανάληψη σε σύνολο 5 επαναλήψεων Θερμοκρασία 25 °C, Σ.Υ. 55% και Υγρασία σπόρου 14%.

Τόσο η υγρασία όσο και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, επιδρούν στην αποτελεσματικότητα της σκόνης ΓΔ κατά των ακμαίων του *S. oryzae*. Η αύξηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας (σπόρου, αποθηκευτικού χώρου) φαίνεται να αυξάνει την αποτελεσματικότητα της ΓΔ (Mewis και Urlichs 2001).

Η σκόνη ΓΔ προκαλεί αυξημένη θνησιμότητα και επί του παρασιτοειδούς *A. calandrae* (Perez-Mendoza et al. 1999). Το γεγονός αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπ’

όψιν σε προγράμματα αντιμετώπισης, όταν συνδυάζεται βιολογική αντιμετώπιση με χρήση σκόνης γης διατόμων. Σε πειράματα που διεξήχθησαν για την μελέτη της επιδράσεως της ΓΔ στο *A. calandreae* φάνηκε ότι το ακμαίο παρασιτοειδές προτιμά να ωοτοκεί σε σπόρους που δεν φέρουν σωματίδια σκόνης.

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 πραγματοποιείται στα στρώματα της μάζας του αποθηκευμένου σπόρου που βρίσκονται κάτω από αυτό το ύψος (Perez-Mendoza et al. 1999).

Υπάρχουν συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση επιβλαβών εντόμων. Μια τέτοια συσκευή είναι και η συσκευή των Ashman – Simon είναι μια χειροκίνητη συσκευή η οποία αποτυπώνει σε ταινία χαρτιού τις κηλίδες των συνθλιβόμενων εντόμων. Είναι ιδιαίτερος ευαίσθητη και εμφανίζει με ικανοποιητική ακρίβεια έστω και μικρή προσβολή.

Τις τελευταίες δεκαετίες οι φωτεινές παγίδες με ταυτόχρονη ηλεκτροπληξία εντόμων, έχουν αναγνωρισθεί ως ένα σημαντικό μέσο καταπολέμησης. Μια τυπική τέτοια παγίδα αποτελείται βασικά από σκελετό, ανακλαστική του φωτός επιφάνεια από αλουμίνιο, λυχνίες υπεριώδους φωτός (BL) και ηλεκτροφόρα πλέγματα. Στα ηλεκτροφόρα πλέγματα κυκλοφορεί ρεύμα υψηλής τάσης. Η τάση αυτή πρέπει να είναι το πολύ μέχρι 5000 V επειδή πλέγματα με τάση ανω των 7500 V απωθούν πολλά έντομα.

Τα έντομα προσελκύονται από το φως, θανατώνονται στα ηλεκτροφόρα πλέγματα και πέφτουν σε ειδικό δίσκο συλλογής. Για να μην προσκολλώνται τα έντομα στα ηλεκτροφόρα πλέγματα, υπάρχει πολλές φορές πυκνωτής που τα απομακρύνει με στιγμιαία αύξηση της τάσεως. Άλλωστε το ίδιο το πλέγμα συνήθως ενεργεί ως πυκνωτής κατακρατώντας μια ορισμένη ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου.

Στην αντιμετώπιση των επιβλαβών για την γεωργία εντόμων χρησιμοποιούνται και καλλιεργητικές μέθοδοι όπως η αμειψισπορά, η καταστροφή αυτοφυών ξενιστών, ρύθμιση χρόνου σποράς – συγκομιδής και χρήση ανθεκτικών ποικιλιών.

## ΜΕΡΟΣ Β΄

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

#### 2.5 Σκοπός της μελέτης

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση των εντομοκτόνων Actellic (Pirimiphos-methyl 50%) και του K-Obiol [Deltamethrin (6g/l) και Piperonyl Butoxyde (54g/l)] κατά του *Sitophilus oryzae*, ως προς το ενδεχόμενο ανάπτυξης ανθεκτικότητας.

#### 2.6 Υλικά και μέθοδοι

##### 2.6.1 Έντομα

Τα ακμαία άτομα *Sitophilus oryzae* που χρησιμοποιήθηκαν στις βιοδοκιμές ελήφθησαν από πληθυσμό που διατηρείται σε 4 απομονώσεις (strain1: σιτάρι, strain2: καλαμπόκι, strain3: κριθάρι, strain4: αγρίου τύπου) στους 25°C. Οι παραπάνω εκτροφές εντόμων υπάρχουν στο Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο από το 1994.

##### 2.6.2 Σκευάσματα

Χρησιμοποιήθηκαν δυο σκευάσματα στις βιοδοκιμές μας, το Actellic και το K-Obiol.

- Το Actellic είναι γαλακτοποιήσιμο υγρό και περιέχει pirimiphos-methyl 50% β/ο και 44,84% β/β βοηθητικές ουσίες.
- Το K-Obiol είναι υγρό υπέρμικρου όγκου και περιέχει deltamethrin 0.6% β/ο και 99.32% β/β βοηθητικές ουσίες.



### 2.6.3 Προϊόντα

Για τον πειραματισμό χρησιμοποιήθηκαν σπόροι σκληρού σιταριού (var. Mexa), του οποίου η περιεκτικότητά σε υγρασία, όπως μετρήθηκε με το υγρασιόμετρο mini GAC plus, Dickey-John Europe S.A.S., Colombes, France, ήταν 11,0% . Πριν από τον ψεκασμό, όλο το σιτάρι κοσκινίστηκε για την απομάκρυνση ξένων σωμάτων. Οι μάρτυρες ψεκάστηκαν με 3 ml απεσταγμένου ύδατος σε kg-1 σιτάρι.

### 2.6.4 Βιοδοκιμές

Το K-Obiol εφαρμόστηκε σε δόσεις των 0,5 και 1 ppm, ενώ το Actellix σε μία δόση των 2 ppm. Ο ψεκασμός πραγματοποιήθηκε σε ένα δίσκο, όπου ένα κιλό σιτάρι ψεκάζονταν με 3 ml υδατικού διαλύματος το οποίο περιείχε τον κατάλληλο όγκο K-Obiol ή Actellix στις αντίστοιχες δόσεις,



Εικ.62. Ψεκασμός σιταριού

με τη χρήση αεροψεκαστήρα Mecafer AG-4 (Mecafer, Valence, France).

Μετά τον ψεκασμό, τα προϊόντα τοποθετούνταν εντός πλαστικών δοχείων και ανακινούνταν για 10 λεπτά, ώστε να επιτευχθεί η ίση διανομή του εντομοκτόνου σε ολόκληρη τη μάζα των κόκκων. Μία επιπλέον ποσότητα σιταριού του ενός κιλού ψεκάστηκε με 3 ml απεσταγμένου ύδατος και χρησίμευσε ως μάρτυρας.

## 2.7 Περιγραφή του πειραματικού σχεδίου

### Πρώτη Φάση

Από κάθε ψεκασμένη ποσότητα προϊόντος, λαμβάνονταν τρία δείγματα των 10g το καθένα και τοποθετούνταν σε μικρά γυάλινα φιαλίδια διαμέτρου 5cm και ύψους 8cm. Στο καπάκι των φιαλιδίων υπήρχαν διάσπαρτες τρύπες, οι οποίες καλύπτονταν με γάζα, για να επιτρέπεται ο επαρκής αερισμός του εσωτερικού του φιαλιδίου.



**Εικ.62.** Γυάλινο φιαλίδιο

Στη συνέχεια, 20 ακμαία άτομα τοποθετούνταν χωριστά μέσα σε κάθε φιαλίδιο. Ο εσωτερικός «λαιμός» των φιαλιδίων καλύπτονταν με Fluon (Northern Products, Woonsocket, RI, USA), για την αποτροπή διαφυγής των εντόμων. Στη συνέχεια, όλα τα φιαλίδια τοποθετούνταν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών με θερμοκρασία 25 οC και 65% Σ.Υ για όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.

Η διαδικασία επαναλαμβάνονταν άλλες 2 φορές.

Μετά από 7 ημέρες εκθέσεως, γινόταν η καταμέτρηση των νεκρών ατόμων τα οποία απομακρύνονταν, ενώ τα ζωντανά άτομα μεταφέρονταν σε καινούρια φιαλίδια με 10g αγέκαστο σιτάρι και τοποθετούνταν πάλι στο θάλαμο με τις ανάλογες ετικέτες όπου αναγράφονταν αναλυτικά τα απαραίτητα στοιχεία.

Μετά από 7 ακόμη ημέρες εκθέσεως των επιζώντων ατόμων στο καθαρό σιτάρι καταγράφονταν η θνησιμότητά τους και τα ζωντανά μεταφέρονταν σε πλαστικά κυλινδρικά δοχεία, διαμέτρου 8cm και ύψους 20cm, με 500g καθαρό σιτάρι και επανατοποθετούνταν στο θάλαμο (με τις ανάλογες ετικέτες).

Η παραπάνω διαδικασία δεν εφαρμόστηκε στους μάρτυρες. Κάθε φορά γινόταν μόνο η καταμέτρηση των νεκρών ατόμων και η απομάκρυνσή τους.

### Δεύτερη Φάση

Μετά από 90 ημέρες εκθέσεως, απομονώνονταν 20 ζωντανά άτομα από κάθε δοχείο και μεταφέρονταν σε γυάλινα φιαλίδια με 10g ψεκασμένο σιτάρι με τις αντίστοιχες δόσεις. Έτσι, στο σημείο αυτό το πείραμα επαναλαμβάνονταν από το αρχικό στάδιο έως το τελικό, όπως περιγράφηκε προηγουμένως, ώστε να πάρουμε 2η γενιά ανθεκτικών ατόμων.

Σχετικά με τους μάρτυρες, η όλη διαδικασία επαναλαμβάνονταν με τον ίδιο τρόπο.

Η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία κατά τη διάρκεια των βιοδοκιμών ελεγχόταν με τη χρησιμοποίηση ψηφιακών οργάνων καταγραφής HOBO (HOBO H8, Onset Computers, USA). Γενικώς, η Σ.Υ. και η θερμοκρασία ήσαν σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.

## 2.8 Αποτελέσματα

### 1<sup>st</sup> True Replication

#### 1<sup>st</sup> Generation

Τα αποτελέσματα θνησιμότητας μετά από 7 και 14 ημέρες, σε κάθε strain ξεχωριστά, στη 1<sup>η</sup> επανάληψη και στη 1<sup>η</sup> γενιά.

<i>Wheat</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	12	8	5	15	11	9	4	4	3	12	5	4
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	0	20	1	19	2	18	1	19	1	18
K-Obiol 1 ppm	1	19	1	19	0	20	5	14	2	17	1	19
CONTROL	1	19	1	19	1	19	0	20	0	19	0	19

<i>Barley</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	3	17	4	16	4	16	3	14	3	13	3	13
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	0	20	0	20	2	18	1	19	0	20
K-Obiol 1 ppm	0	20	1	19	1	19	1	19	1	18	1	18
CONTROL	0	20	0	20	1	19	0	20	1	19	1	18

<i>Wild</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	8	12	9	11	9	11	6	6	7	4	6	5
K-Obiol 0,5 ppm	2	18	1	19	1	19	1	17	2	17	2	17
K-Obiol 1 ppm	2	18	2	18	3	17	2	16	2	16	2	15
CONTROL	0	20	0	20	1	19	0	20	0	20	1	19

<i>Maize</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	7	13	4	16	7	13	7	6	7	9	4	9
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	0	20	1	19	1	19	0	20	1	18
K-Obiol 1 ppm	2	18	1	19	1	19	2	16	2	17	3	16
CONTROL	0	20	0	20	0	20	1	19	0	20	0	19

1<sup>st</sup> True Replication

2<sup>nd</sup> Generation

Τα αποτελέσματα θνησιμότητας μετά από 7 και 14 ημέρες, σε κάθε strain ξεχωριστά, στη 1<sup>η</sup> επανάληψη και στη 2<sup>η</sup> γενιά.

<i>Wheat</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	8	12	12	8	13	7	3	5	4	4	3	4
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	1	19	1	19	0	20	0	19	1	18
K-Obiol 1 ppm	0	20	2	18	0	20	1	19	0	18	1	19
CONTROL	1	19	0	20	1	19	1	18	0	20	1	18

<i>Barley</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	10	11	10	10	10	10	2	9	3	7	3	7
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	0	20	0	20	0	20	1	19	0	20
K-Obiol 1 ppm	0	20	0	20	0	20	1	19	0	20	1	19
CONTROL	0	20	1	19	1	19	1	19	0	19	0	19

<i>Wild</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	13	7	15	5	15	5	4	3	1	4	2	3
K-Obiol 0,5 ppm	1	19	0	20	0	20	0	19	0	20	0	20
K-Obiol 1 ppm	0	20	0	20	0	20	0	20	1	19	0	20
CONTROL	1	19	2	18	1	19	0	19	0	18	1	18

<i>Maize</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	14	6	7	13	7	13	2	4	3	4	2	5
K-Obiol 0,5 ppm	1	19	0	20	0	20	0	19	1	19	0	20
K-Obiol 1 ppm	0	20	2	18	0	20	2	18	0	18	1	19
CONTROL	0	20	1	19	1	19	1	19	0	19	0	19

2<sup>nd</sup> True Replication

1<sup>st</sup> Generation

Τα αποτελέσματα θνησιμότητας μετά από 7 και 14 ημέρες, σε κάθε strain ξεχωριστά, στη 2<sup>η</sup> επανάληψη και στη 1<sup>η</sup> γενιά.

<i>Wheat</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	10	10	7	13	12	8	2	8	6	7	4	4
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	1	19	1	19	1	19	1	18	1	18
K-Obiol 1 ppm	2	18	1	19	2	18	2	16	2	17	1	17
CONTROL	1	19	0	20	0	20	2	17	0	20	0	20

<i>Barley</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	3	17	3	17	4	16	3	14	4	13	3	13
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	0	20	1	19	2	18	2	18	1	18
K-Obiol 1 ppm	1	19	2	18	2	18	2	17	2	16	1	17
CONTROL	0	20	0	20	0	20	1	19	0	20	1	19



<i>Wild</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	9	11	8	12	8	12	6	5	6	6	6	6
K-Obiol 0,5 ppm	2	18	2	18	1	19	1	17	2	16	1	18
K-Obiol 1 ppm	2	18	2	18	2	18	3	15	2	16	2	16
CONTROL	0	20	0	20	0	20	1	19	0	20	0	20

<i>Maize</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	6	14	5	15	6	14	5	9	8	7	5	9
K-Obiol 0,5 ppm	1	19	1	19	0	20	1	18	1	18	1	19
K-Obiol 1 ppm	1	19	1	19	0	20	2	17	2	17	2	18
CONTROL	0	20	0	20	1	19	0	20	1	19	1	18

2<sup>nd</sup> True Replication

2<sup>nd</sup> Generation

Τα αποτελέσματα θνησιμότητας μετά από 7 και 14 ημέρες, σε κάθε strain ξεχωριστά, στη 2<sup>η</sup> επανάληψη και στη 2<sup>η</sup> γενιά.

<i>Wheat</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	12	8	13	7	12	8	4	4	3	4	3	5
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	1	19	0	20	0	20	1	18	0	20
K-Obiol 1 ppm	2	18	0	20	1	19	0	18	0	20	0	19
CONTROL	0	20	0	20	0	20	1	19	0	20	0	20

<i>Barley</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	7	13	8	12	8	12	2	11	1	11	2	10
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20
K-Obiol 1 ppm	0	20	1	19	0	20	0	20	0	19	0	20
CONTROL	2	18	0	20	0	20	0	18	1	19	1	19

<i>Wild</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	14	6	15	5	14	6	2	4	2	3	3	3
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	0	20	1	19	0	20	1	19	0	19
K-Obiol 1 ppm	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20
CONTROL	0	20	0	20	1	19	1	19	0	20	0	19

<i>Maize</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	13	7	10	10	14	6	3	4	6	4	1	5
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	0	20	1	19	0	20	0	20	1	18
K-Obiol 1 ppm	0	20	0	20	1	19	0	20	1	19	1	19
CONTROL	0	20	1	19	1	19	0	20	1	18	0	19

### 3<sup>rd</sup> True Replication

1<sup>st</sup> Generation

Τα αποτελέσματα θνησιμότητας μετά από 7 και 14 ημέρες, σε κάθε strain ξεχωριστά, στη 3<sup>η</sup> επανάληψη και στη 1<sup>η</sup> γενιά.

<i>Wheat</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	6	14	6	14	8	12	3	11	5	9	4	9
K-Obiol 0,5 ppm	1	19	1	19	0	20	1	18	1	18	1	19
K-Obiol 1 ppm	1	19	1	19	2	18	2	17	2	17	2	16
CONTROL	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	1	19

<i>Barley</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	3	17	3	17	4	16	4	13	3	14	3	13
K-Obiol 0,5 ppm	1	19	0	20	1	19	1	18	1	19	1	18
K-Obiol 1 ppm	2	18	1	19	1	19	1	17	2	17	2	17
CONTROL	0	20	1	19	0	20	0	20	0	19	1	19

<i>Wild</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	8	12	9	11	7	13	7	5	6	5	6	7
K-Obiol 0,5 ppm	1	19	1	19	0	20	1	18	1	18	1	19
K-Obiol 1 ppm	2	18	2	18	3	17	2	16	1	17	2	15
CONTROL	0	20	0	20	0	20	1	19	0	20	0	20

<i>Maize</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	6	14	7	13	6	14	7	7	8	5	8	6
K-Obiol 0,5 ppm	1	19	1	19	1	19	1	18	1	19	2	18
K-Obiol 1 ppm	1	19	2	18	2	18	2	17	2	16	2	16
CONTROL	0	20	1	19	1	19	0	20	0	19	0	19

3<sup>rd</sup> True Replication

2<sup>nd</sup> Generation

Τα αποτελέσματα θνησιμότητας μετά από 7 και 14 ημέρες, σε κάθε strain ξεχωριστά, στη 3<sup>η</sup> επανάληψη και στη 2<sup>η</sup> γενιά.

<i>Wheat</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	13	7	14	6	15	5	2	5	2	4	1	4
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	0	20	1	19	0	20	0	20	1	18
K-Obiol 1 ppm	0	20	0	20	1	19	0	20	2	18	1	18
CONTROL	0	20	0	20	1	19	1	19	0	20	0	19

<i>Barley</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	6	14	7	13	10	10	2	12	3	10	2	8
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20
K-Obiol 1 ppm	0	20	0	20	0	20	0	20	1	19	0	20
CONTROL	1	19	1	19	0	20	0	19	0	19	0	20

<i>Wild</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	14	6	15	5	15	5	2	4	1	4	2	3
K-Obiol 0,5 ppm	1	19	0	20	0	20	1	18	1	19	0	20
K-Obiol 1 ppm	0	20	1	19	1	19	1	19	1	18	0	19
CONTROL	1	19	1	19	1	19	0	19	0	19	1	18

<i>Maize</i>	7d						14d					
	A		B		C		A		B		C	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Actellic 2ppm	10	10	9	11	12	8	4	6	4	7	3	5
K-Obiol 0,5 ppm	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20
K-Obiol 1 ppm	0	20	1	19	1	19	0	20	1	18	1	18
CONTROL	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20

Wheat = Σιτάρι

Barley = Κριθάρι

Maize = Καλαμπόκι

Wild = Άγριο

Control = Μάρτυρας

7d = Μέτρηση μετά από 7 μέρες

14d = Μέτρηση μετά από 14 μέρες

N = Νεκρά

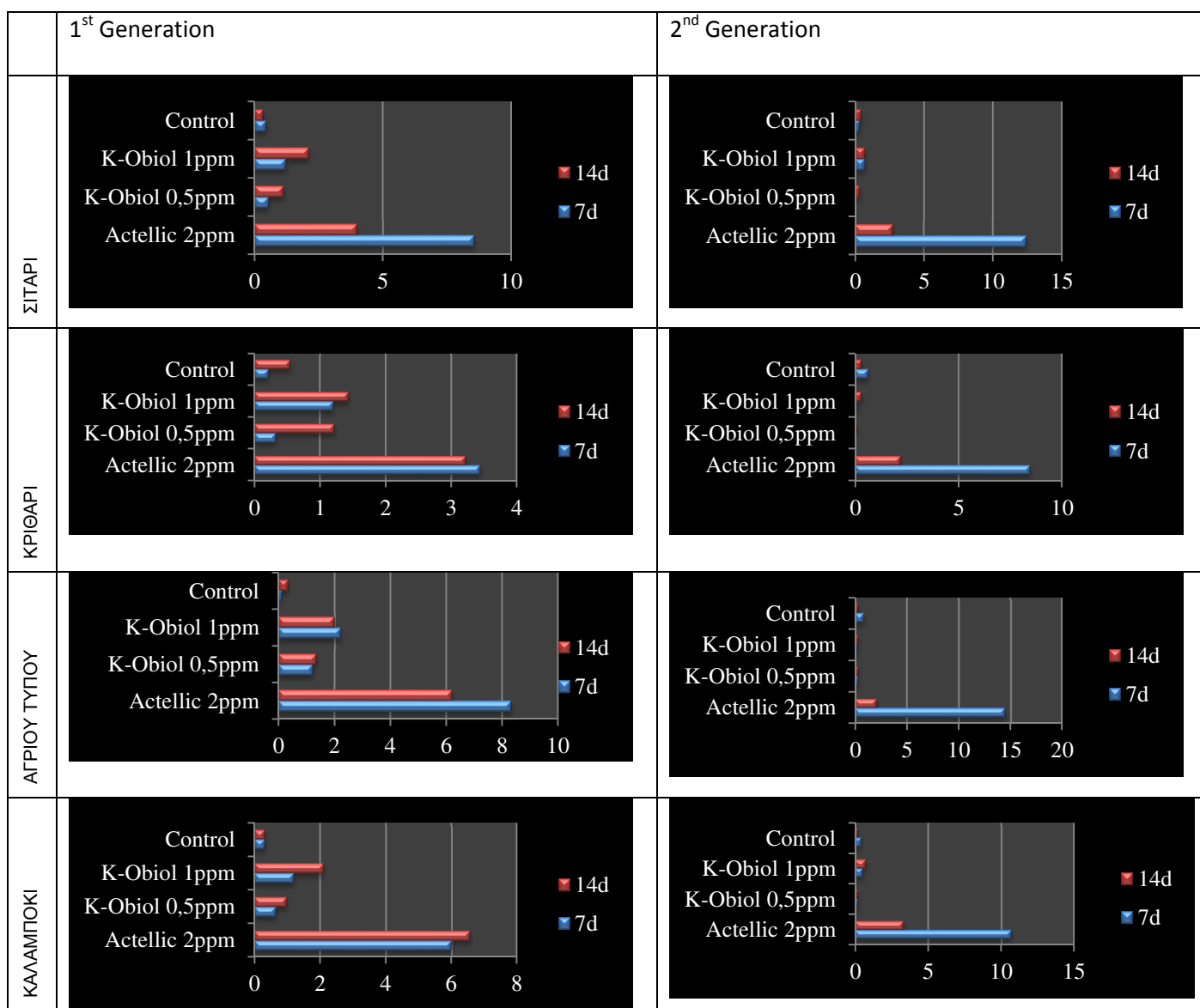
Z = Ζωντανά

A = Πρώτη ψευδοεπαναληψή

B = Δεύτερη ψευδοεπαναληψή

C = Τρίτη ψευδοεπαναληψή

**Τα αποτελέσματα σε διαγράμματα (ο μέσος όρος)**





## 2.9 Συμπεράσματα - Συζήτηση

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα του πειράματος που αναγράφονται στους πίνακες, αλλά και από τα διαγράμματα που προέκυψαν, στην 1η γενιά από της πρώτες επτά ημέρες παρατηρήθηκε υψηλή θνησιμότητα ως προς το σκεύασμα Actellic στη δόση των 2ppm. Αντίθετα, το K-Obiol στα 0,5ppm είχε χαμηλή θνησιμότητα περίπου στα ίδια επίπεδα με τους μάρτυρες, ενώ ήταν λίγο υψηλότερη στη δόση του 1ppm. Στις 14 ημέρες η θνησιμότητα από το Actellic μειώθηκε ενώ στην περίπτωση του K-Obiol αυξήθηκε, ιδιαίτερα στη δόση 1ppm όπου παρατηρήθηκε θνησιμότητα 40%. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι το K-Obiol δρα πιο αργά από το Actellic.

Στη 2η γενιά παρατηρούμε ότι και πάλι το Actellic έχει υψηλή θνησιμότητα στις πρώτες επτά ημέρες, αλλά στις 14 ημέρες μειώθηκε κατά πολύ. Όσον αφορά στο K-Obiol, η θνησιμότητα που παρατηρήθηκε ήταν πολύ χαμηλή έως μηδενική, γεγονός που υποδεικνύει ότι το *Sitophilus oryzae* αναπτύσσει ανθεκτικότητα σε αυτό το σκεύασμα.

Σχετικά με τις διαφορετικές απομονώσεις εντόμων, δεν παρατηρήθηκαν ουσιαστικές διαφορές ως προς τα επίπεδα ανθεκτικότητας/θνησιμότητας και χρειάζεται πιο λεπτομερής στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων για να ληφθούν σαφή συμπεράσματα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Αθανασίου, Χ. και Κ. Μπουχέλος, 1999.** Κολεόπτερα αποθηκευμένων δημητριακών και συναφών προϊόντων στην Ελλάδα. *Πρακτικά 8<sup>ο</sup> Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου*, p. 215.
- Δημόπουλος, Βασ. 1998,** *Φυτοπροστατευτικά Προϊόντα*, εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.
- Λυκουρέσης Δ.Π., (1995.** *Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση Εντόμων-Εχθρών Καλλιιεργειών*. (Πανεπιστημιακές παραδόσεις) σελ. 69, 77.
- Μπουχέλος Κ., (1996).** «*Έντομα αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και Τροφίμων*».
- Ορφανίδης Π.Σ., 1965.** *Γεωργική Φαρμακολογία* . Σελίδες 67-68.
- Πελεκάσης, ΚΕΔ. 1986.** *Μαθήματα Γεωργικής Εντομολογίας*. Τόμος Β΄: Ειδική Εντομολογία, σελ.465.
- Σταμόπουλος, Δ. Κ., 1995.** *Έντομα αποθηκών, μεγάλων καλλιιεργειών και λαχανικών*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 254 pp.
- Τόλης, Ι. Δ., 1986.** Βαμβάκι: εχθροί, ασθένειες, ζιζάνια. Αθήνα, 616 pp.
- Τομάζου, Τ., 1989.** Υπολειμματική δράση εντομοκτόνων εναντίον του *Sitophilus oryzae* σε αποθηκευμένα σιτηρά. *Β΄ Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο. Ανακοινώσεις*. pp. 185-199.

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Akbar, W., Lord J.G., Nechols, J.R., Howard, R.W., 2004.** Diatomaceous earth increases the efficacy of *Beauveria bassiana* against *Tribolium castaneum* larvae and increases conidia attachment *Journal of Economic Entomology*, 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 20th International Congress of Entomology*, p. 554, Florence, Italy.
- Anonymous, 1991.** EPA R.E.D. FACTS: Silicon dioxide and silica gel: 21T-1021, 1-4, September 1991.
- Anonymous, 1994.** Official United states standards for grain. USDA Federal Grain Inspection Service p. 47.

- Arthur, F. H., 1996.** Grain protectants : Current status and prospects for the future. *Journal of Stored Products Research* 32: 293-302.
- Arthur, F. H. 2000.** Toxicity of diatomaceous earth to red flour beetles and confused flour beetles (Coleoptera: Tenebrionidae): effects of temperature and relative humidity. *Journal of Economic Entomology* 93: 526-532.
- Carlson S.D. & Ball H. J. , 1962.** Mode of action and insecticidal value of a diatomaceous earth as a grain protectant. *Journal of Economic Entomology* Volume 55 No. 6 pages 964-969.
- Dal-Bello, G. Padin, S. Lopez-Lastra, C., Fabrizio M. 2001.** Laboratory evaluation of chemical-biological control of the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in stored grains. *Journal of Stored Products Research*.37, 77-81.
- Dowdy, A. K., and P. G. Fields. 2002.** Heat combined with diatomaceous earth to control the confused flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) in a flour mill. *Journal of Stored Products Research*. 38: 11-22.
- Ebeling, W., 1971.** Sorptive dust for pest control. *Annual Review of Entomology* 16: 123-158.
- Fields, P., and Z. Korunic. 2000.** The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. *Journal Stored Products Research* 36: 1-13.
- 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.
- Korunic, Z. 1998.** Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research* 34: 87-97.
- Le Patourel G.N.J., 1986.** The Effect of grain Moisture content on the toxicity of a Sorptive silica dust to four species of grain beetle. *Journal of Stored Products Pest Research* Volume 22 No. 2 pages 63-69.
- Lord J.C., 2001.** Desiccant dusts synergize the effect of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) on stored-grain beetles. *Journal of Economic Entomology* 94, 367-372.
- Loschiavo S.R., 1988.** Safe method of using silica aerogel to control stored-product beetles in dwellings. *Journal of Economic Entomology* 81 (4), 1231-1240.
- 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.

**Michalaki, M.P., C.G. Athanassiou, N.G. Kavallieratos, Y.A.. Batta, G.N. Balotis, 2006.** Effectiveness of *Metarhizium anisopliae* (Metschinkoff) Sorokin applied alone or in combination with diatomaceous earth against *Tribolium confusum* Du Val larvae: Influence of temperature, relative humidity and type of Commodity, *Crop Protection* (in Press).

**Moore, D., Lord, J.C. 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.

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

**Padin, S., Bello Dal, G. & Fabrizio, M. (2002).** “Grain loss caused by *Tribolium* *Catsaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Acanthoscelides obtectus* in stored durum Wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*”. *Journal of Stored Products Research* 38: 69-74.

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

**Perez-Mendoza J., J. E. Baker, F. H. Arthur, and P. W. Flinn. 1999.** Effects of Protect-it on Efficacy of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing rice weevils (Coleoptera: Curculionidae) in wheat. *Environmental Entomology* 28: 529-531.

**Quarles W., 1992.** Diatomaceous earth for pest control. *IPM Practitioner* Volume 14, Pages 1-11.

**Quarles W. & Winn P., 1996.** Diatomaceous earth and stored-product pests. *IPM Practitioner* Volume 18, pages 1-10.

- Rice, W.C. & Cogburn, R.R. (1999).** “Activity of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Deuteromycota: Hyphomycetes) against three Coleopteran Pests of stored grain.” *Journal of Economic Entomology* 92(3): 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.
- SAS Institute, 1995.** SAS user’s guide: statistics. SAS Institute. Gary, NC.
- Shaaya 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.
- Smet H. J., M. Rans, and A. De Loof. 1989.** Activity of new juvenil hormone analogues on a stored food insect, *Tribolium confusum*. *Journal of Stored Products Research.* 25: 65-169.
- Staal G.B., 1975.** Insect growth regulators with juvenile hormone activity. *Annual Review of Entomology* Volume 20 pages 417-460.
- Stathers, T.E., M. Denniff, & P. Golob. (2002).** The efficacy and persistence of diatomaceous earths admixed with commodity against four tropical stored product beetle pests. *Journal of Stored Products Research* 40: 113-123.
- Subramanyam B., 1993.** Chemical composition of Insecto. *Report of Department of Entomology. University of Minesota, St. Paul: M.N.* Sept. 1993, 4.
- Subramanyam, Bh., and R. Roesli. 2000.** *Inert dusts.* pp. 321-380. In Subramanyam, Bh. and D. W. Hagstrum [eds.], *Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Vassilakos, T.N., C.G. Athanassiou, N.G. Kavallieratos, B.J. Vayias, 2006.** Influence of temperature on the insecticidal effect of *Beauveria bassiana* in combination with diatomaceous earth against *Rhyzopertha dominica* and *Sitophilus oryzae* on stored wheat. *Biological Control*, 38, Elsevier, pp. 270-281.
- Wakefield, M. Cox, P.D., Wildey, K.B., Price, N.R., Moore, D., 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 WG4 of COST Action 842, Prague*, pp. 110-115.