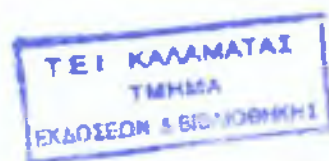


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



Μελέτη της εντομοκτόνου δράσεως του chlorfenapyr κατά των *Tribolium confusum*, *Rhyzopertha dominica* και *Sitophilus Oryzae*. Επίδραση του δημητριακού, της δόσεως και του διαστήματος εκθέσεως.

Πτυχιακή εργασία
της σπουδάστριας Καβαλλιεράτου Ελένη

Καλαμάτα, Μάρτιος 2011

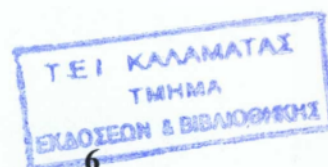
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Μελέτη της εντομοκτόνου δράσεως του chlorfenapyr κατά των *Tribolium confusum*, *Rhyzopertha dominica* και *Sitophilus oryzae*. Επίδραση του δημητριακού, της δόσεως και του διαστήματος εκθέσεως.

Πτυχιακή εργασία
της σπουδάστριας Καβαλλιεράτου Ελένη

Επιβλέπων Καθηγητής: Γεώργιος Σταθάς

Καλαμάτα, Μάρτιος 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	6
Εισαγωγή	7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο**Η σπουδαιότητα των εντόμων των αποθηκών**

1.1 Γενικώς	8
1.2 Τα σημαντικότερα είδη	9
Τάξη Coleoptera	9
Οικογένεια Curculionidae	9
<i>Sitophilus granarius</i> (L.) κν. «σκαθάρι του σιταριού»	9
<i>Sitophilus oryzae</i> (L.) κν. «σκαθάρι του ρυζιού»	9
<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky	9
Οικογένεια Tenebrionidae	9
<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val κν. «σκαθάρι ή ψείρα των αλεύρων»	9
<i>Tribolium castaneum</i> Herbst κν. «σκούρο σκαθάρι των αλεύρων»	9
<i>Tenebrio molitor</i> L. κν. «μεγάλο σκαθάρι των αλεύρων»	9
Οικογένεια Ostomidae (=Trogositidae)	9
<i>Tenebroides mauritanicus</i> L. κν. «σκαθάρι των σπόρων»	10
Οικογένεια Cucujidae	10
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> L. κν. «οδοντωτό σκαθάρι των σπόρων»	10
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) κν. «σιταρόψείρα»	10
Οικογένεια Bostrychidae	10
<i>Rhyzopertha dominica</i> F. κν. «σκαθάρι του ρυζιού»	10
Οικογένεια Anobiidae	10
<i>Lasioderma serricorne</i> F. κν. «σκαθάρι ή ψείρα του ξηρού καπνού»	10
Οικογένεια Nitidulidae	10
<i>Carpophilus hemipterus</i> L. κν. «σκαθάρι των ξηρών φρούτων»	10
Οικογένεια Bruchidae	10
<i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say) κν. «Βρούχος των φασολιών»	10

Οικογένεια Dermestidae _____	11
<i>Anthrenus museorum</i> (L.) και <i>Anthrenus verbasci</i> (L.) κν. «σκαθάρια των μουσείων _____	11
<i>Trogoderma granarium</i> Everts κν. «Τρωγόδεσμα των σπόρων» _____	11
Τάξη Lepidoptera _____	11
Οικογένεια Pyralidae _____	11
<i>Ephestia kuehniella</i> Zeller κν. «Μεσογειακό σκουλήκι των αλεύρων» _____	11
<i>Ephestia cautella</i> Walker κν. «σκουλήκι των σύκων, σταφίδας» _____	11
<i>Ephestia elutella</i> Hübner κν. «σκουλήκι του καπνού ή του κακάο» _____	11
<i>Plodia interpunctella</i> Hübner κν. «Κοινό σκουλήκι αποθηκών» _____	11
<i>Pyralis farinalis</i> (L.) κν. «σκουλήκι των αλεύρων» _____	11
<i>Corcyra cephalonica</i> Stainton κν. «σκουλήκι του ρυζιού (διεθνώς)» _____	11
Οικογένεια Tineidae _____	12
<i>Tinea granella</i> L. κν. «Τίνα των σπόρων» _____	12
Οικογένεια Gelechidae _____	12
<i>Sitotroga cerealella</i> (Oliver) κν. «Σιτότρωγα» _____	12
1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος της προσβολής των αποθηκευμένων προϊόντων _____	12
Η υγειονομική κατάσταση του προϊόντος πριν από την επεξεργασία ή την αποθήκευση _____	12
Οι συνθήκες περιβάλλοντος που επικρατούν μέσα στους αποθηκευτικούς χώρους _____	12
Η ικανότητα πτήσεως των εντόμων _____	13
Η συμπεριφορά των ενόμων _____	13
Η καταλληλότητα και η προστασία των αποθηκευτικών χώρων _____	13
1.4 Μέτρα που λαμβάνονται για την πρόληψη και την αντιμετώπιση των προσβολών στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή αποθήκευσης των εντόμων _____	13
Χωροταξική μελέτη της αποθήκης _____	13
Σχολαστική καθαριότητα των χώρων _____	13
Αποφυγή εισόδου εντόμων στις εγκαταστάσεις _____	14

Υπαρξη λεπτομερούς προγράμματος ελέγχου για έγκαιρη επισήμανση τυχόν προσβολής _____ 14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Μέθοδοι αντιμετώπισης των εντομολογικών εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων

2.1 Γενικός	15
2.2 Χημικές μέθοδοι	15
2.2.1 Απεντομώσεις χώρων με τη χρήση χημικών εντομοκτόνων	16
2.2.2 Καπνογόνα	16
Σημείο ζέσεως	17
Πτητικότητα -Τάση ατμών	17
Ειδικό βάρος	18
Αναφλεξιμότητα –Εκρηκτικότητα	18
Προσροφητικότητα ατμών	18
Διαλυτότητα	18
Εντομοτοξική ενέργεια	18
2.2.3 Άμεσες και έμμεσες συνέπειες των χημικών εντομοκτόνων	20
2.3 Βιοτεχνολογικές μέθοδοι	20
2.3.1 Χρήση παγίδων και φερομονών	20
Παγίδες	20
Φερομόνες	24
2.3.2. Ρυθμιστές αναπτύξεως	24
2.3.3. Αιθέρια έλαια	25
2.4 Βιολογικές μέθοδοι	25
2.4.1 Φυσικοί εχθροί	25
2.4.2 Εντομοπαθογόνοι μύκητες	27
2.5 Μηχανικές μέθοδοι αντιμετώπισης	28
2.6 Φυσικές μέθοδοι	29
2.6.1 Μεταβολή της Θερμοκρασίας	29
2.6.2 Εφαρμογή ιονιζουσών ακτινοβολιών	30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Μελετηθέντα είδη εντόμων

3.1. <i>Rhizopertha dominica</i> (L.)	31
3.1.1. Γεωγραφική κατανομή	31
3.1.2. Μορφολογία	31
3.1.3. Βιολογία	32
3.1.4. Ζημιές – Προσβολές	33
3.1.5. Χημική καταπολέμηση	34
3.1.6. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης	34
3.2 <i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	35
3.2.1. Γεωγραφική κατανομή	35
3.2.2. Μορφολογία	35
3.2.3. Βιολογία	36
3.2.4. Ζημιές- Προσβολές	38
3.2.5. Αντιμετώπιση του εντόμου	39
Φυσικές μεθόδους αντιμετώπισης	39
Βιοτεχνολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης	40
Βιολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης	41
Χημικές μέθοδοι αντιμετώπισης	42
3.3. <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val	43
3.3.1 Γεωγραφική κατανομή	44
3.3.2. Μορφολογία	44
3.3.3 Βιολογία	44
3.3.4. Ζημιές- Προσβολές	46
3.3.5. Χημική καταπολέμηση	46
3.3.6. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης	46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 Φυσικές και χημικές ιδιότητες του chlorfenapyr	49
4.2 Μεταλλαξιγόνο δράση	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Πειραματικό Μέρος

5.1 Εισαγωγή	51
5.2 Υλικά και μέθοδοι	51
Έντομα	52
Σκεύασμα	52
Προϊόντα	52
5.3 Βιοδοκιμές	52
5.4 Στατιστική Ανάλυση	53
5.5 Αποτελέσματα	54
5.6 Συζήτηση	55
Βιβλιογραφία	58
Παράρτημα	

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

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

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

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας Δρα Γεώργιο Σταθά για την ανάθεση της παρούσας εργασίας και τον Δρα Νικόλαο Γ. Καβαλλιεράτο, Αναπληρωτή Ερευνητή Β' του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου για τη πολύτιμη βοήθεια που μου πρόσφερε σε όλα τα στάδια της μελέτης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

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

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ

1.1. Γενικώς.

Έντομο αποθηκών θεωρείται κάθε είδος εντόμου που προσβάλλει και ζημιώνει αμέσως 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 χιλιογράμμο βάρους, αντιπροσωπευτικού δείγματος αποθηκευμένου προϊόντος (Aponymous, 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 Anthocoidae), 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 συνθήειές 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 ολόκληρον τον κόσμο. Τον ρόλο του μεταφορέα έχει αναλάβει το διεθνές εμπόριο. Τα έντομα, έχοντας προσβάλλει 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 από τα Coleoptera το *Trogoderma granarium* Everts (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 αλλά και το σχήμα του σώματος των εντόμων αποθηκών τα ευνοεί στην είσοδο και την εγκατάστασή τους στις αποθήκες. Το μήκος του σώματος των ακμαίων ποικίλει από περίπου 1 mm μέχρι 12 mm ενώ η πλειονότητά τους δεν ξεπερνά τα 5 mm. 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 του σώματός τους, προσβάλλοντας μεγάλο αριθμό προϊόντων.

1.2 Τα σημαντικότερα είδη.

ΤΑΞΗ COLEOPTERA

➤ Οικογένεια **Curculionidae**

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

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

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

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

***Sitophilus zeamais* Motschulsky**

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

➤ Οικογένεια **Tenebrionidae**

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

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

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

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

***Tenebrio molitor* L.** κν. «μεγάλο σκαθάρι των αλεύρων»

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

➤ Οικογένεια **Ostomidae (=Trogositidae)**

***Tenebroides mauritanicus* L.** κν. «σκαθάρι των σπόρων»

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

➤ Οικογένεια **Cucujidae*****Oryzaephilus surinamensis* L.** κν. «οδοντωτό σκαθάρι των σπόρων»

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

***Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)** κν. «σιταρόψειρα»

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

➤ Οικογένεια **Bostrychidae*****Rhyzopertha dominica* F.** κν. «σκαθάρι του ρυζιού»

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

➤ Οικογένεια **Anobiidae*****Lasioderma serricorne* F.** κν. «σκαθάρι ή ψείρα του ξηρού καπνού»

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

➤ Οικογένεια **Nitidulidae*****Carpophilus hemipterus* L.** κν. «σκαθάρι των ξηρών φρούτων»

Στις αποθήκες προσβάλλει 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.

➤ Οικογένεια **Bruchidae*****Acanthoscelides obtectus* (Say)** κν. «Βρούχος των φασολιών»

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

Bruchus pisorum (L.) κοινώς Βρούχος των μπιζελιών

Bruchus rufimanus (Boheman) κοινώς Βρούχος των κουκιών

Bruchus lentis (Ftolich) κοινώς Βρούχος της φακής

➤ Οικογένεια **Dermestidae**

***Anthrenus museorum* (L.) και *Anthrenus verbasci* (L.)** κν. «σκαθάρια των μουσειών».

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

***Trogoderma granarium* Everts** κν. «Τρωγόδερμα των σπόρων»

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.

ΤΑΞΗ LEPIDOPTERA

➤ Οικογένεια **Pyalidae**

***Ephestia kuhniela* Zeller** κν. «Μεσογειικό σκουλήκι των αλεύρων»

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

***Ephestia cautella* Walker** κν. «σκουλήκι των σύκων, σταφίδας»

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.

***Ephestia elutella* Hübner** κν. «σκουλήκι του καπνού ή του κακάο»

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

***Plodia inerpunctella* Hübner** κν. «Κοινό σκουλήκι αποθηκών»

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.

***Pyralis farinalis* (L.)** κν. «σκουλήκι των αλεύρων»

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

***Corcyra cephalonica* Stainton** κν. «σκουλήκι του ρυζιού (διεθνώς)»

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).

➤ Οικογένεια **Tineidae**

***Tinea granella* L.** κν. «Τίνα των σπόρων»

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

➤ Οικογένεια **Gelechidae**

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

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.

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

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

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

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

- **Οι συνθήκες περιβάλλοντος που επικρατούν μέσα στους αποθηκευτικούς χώρους.**

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

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

- **Η ικανότητα πτήσεως των εντόμων.**

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

- **Η συμπεριφορά των εντόμων.**

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

- **Η καταλληλότητα και η προστασία των αποθηκευτικών χώρων.**

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

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

- **Χωροταξική μελέτη της αποθήκης.**

Θα πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την εκλογή του χώρου που πρόκειται να φιλοξενήσει τα προς αποθήκευση προϊόντα. Χώροι οι οποίοι γειτονεύουν με πιθανές άλλες εστίες μόλυνσεως (π.χ. άλλα εργοστάσια επεξεργασίας φυτικών προϊόντων, αποθήκες, χωματερές κ.λ.π.), εμφανίζουν τις περισσότερες πιθανότητες να μολυνθούν από διάφορα αρθρόποδα και μικροοργανισμούς.

- **Σχολαστική καθαριότητα των χώρων.**

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

- **Αποφυγή εισόδου εντόμων στις εγκαταστάσεις.**

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

- **Υπαρξη λεπτομερούς προγράμματος ελέγχου για έγκαιρη επισήμανση τυχόν προσβολής.**

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

- Υπαρξη καταλόγου «ευαίσθητων» περιοχών ή σημείων της εγκαταστάσεως που πιθανολογείται ότι μπορούν να αποτελέσουν εστίες ή καταφύγια εντόμων.
- Χρησιμοποίηση διαφόρων τύπων παγίδων κατάλληλων για κάθε περίπτωση, για έγκαιρη διαπίστωση τυχόν υπάρξεως εντόμων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΕΩΣ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΧΘΡΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

2.1. Γενικώς.

Είναι γεγονός ότι ενώ μια καλλιέργεια είναι δυνατόν να αντισταθμίσει μόνη της ή με κατάλληλες επεμβάσεις του ανθρώπου, ζημιές από δεδομένη προσβολή, οι απώλειες που προκαλούνται κατά την αποθήκευση του συγκομισμένου και πολλές φορές έτοιμου για κατανάλωση προϊόντος είναι κυριολεκτικά ανεπανόρθωτες. Εάν έχουν ληφθεί όλα τα προληπτικά μέτρα, και παρόλα τα μέτρα αυτά στο αποθηκευμένο προϊόν ανιχνευθούν προσβολές τότε θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την άμεση καταπολέμηση των εχθρών.

Ακόμη και σήμερα η πιο αποτελεσματική μέθοδος αντιμετώπισης των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι η χημική. 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 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 χρησιμοποίησης διαφορετικών μεθόδων, προκειμένου να ελεγχθούν οι πληθυσμοί των εντόμων που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα. Οι μέθοδοι αυτές μπορεί να ενεργούν μεμονωμένως ή και σε συνδυασμό τόσο μεταξύ τους όσο και με τις χημικές μεθόδους, και βέβαια θα πρέπει να είναι ιδιαιτέρως αποτελεσματικές, με τις όσο δυνατόν λιγότερες συνέπειες για το περιβάλλον (Μπουχέλος, 1996).

Οι εναλλακτικές αυτές μέθοδοι αντιμετώπισης, πέραν των χημικών, διακρίνονται στις εξής :

- Μηχανικές
- Φυσικές
- Βιοτεχνολογικές
- Βιολογικές

2.2. Χημικές μέθοδοι.

Με τις χημικές μεθόδους αντιμετώπισης αποσκοπούμε στον ευθύ έλεγχο των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είτε πριν είτε μετά την εισαγωγή του προϊόντος στην αποθήκη. Τα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται είναι είτε τα κοινά εντομοκτόνα είτε καπνογόνα

2.2.1. Απεντομώσεις χώρων με τη χρήση χημικών εντομοκτόνων.

Τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται κυρίως στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι οργανοφωσφορικά, πυρεθροειδή και καρβαμιδικά. Από τα οργανοφωσφορικά χρησιμοποιούνται κυρίως τα Acephate, Chlorpyrifos, Dichlorvos, Fenthion, Malathion και Pyrimiphos methyl. Από τα πυρεθροειδή τα deltamethrin, cyfluthrin, beta-cyfluthrin και από τα καρβαμιδικά το carbaryl και το prochlor.

Όλα τα παραπάνω σκευάσματα χρησιμοποιούνται για απεντομώσεις χώρων κυρίως με ψεκάσμο 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. Μεγάλη σημασία έχει το μέγεθος των σταγονιδίων που παράγονται. Οι σταγόνες μεγέθους 300-400 μ που παράγονται από τους ψεκαστήρες HV, δημιουργούν μεν ένα καλό νέφος, όμως κατακάθονται γρήγορα και δημιουργούν πολλές φορές ελαιώδεις ανεπιθύμητους λεκέδες. Για τον λόγο αυτό, επιδιώκεται οι ψεκασμοί να γίνονται με ψεκαστήρες υπερμικρού όγκου (ULV) όπου το μέγεθος των σταγονιδίων κυμαίνεται από 1-30 μ. Ομιχλώδη νεφελώματα από σταγονίδια εντομοκτόνου μπορούν να παραχθούν και με ειδικές φορητές συσκευές (chemical fog applicators).

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

Για την επιλογή του κατάλληλου εντομοκτόνου θα πρέπει να ληφθεί υπόψη 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, τα τυχόν παρασκευαζόμενα στον χώρο προϊόντα.

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

2.2.2. Καπνογόνα.

Καπνογόνα στην γεωργική φαρμακολογία είναι οι χημικές ουσίες που επενεργούν τοξικώς με ατμούς στα παράσιτα που προσβάλουν τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα, τα διάφορα υλικά ή και τις καλλιέργειες. Η μεταχείριση και χρήση των καπνογόνων επειδή είναι δύσκολη και επικίνδυνη, θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, τηρώντας αυστηρώς τις οδηγίες χρήσεως και από εξειδικευμένο προσωπικό στο οποίο θα διατίθενται όλα τα απαραίτητα μέσα για την ασφάλειά του. Το μεγάλο πλεονέκτημα τους είναι ότι εξαπλώνονται πολύ γρήγορα και διεισδύουν σε

θέσεις και χώρους όπου άλλοι τρόποι αντιμετώπισης είναι πρακτικά αδύνατον να εφαρμοστούν.



Εικ 1. Φιάλες CH₃Br

Τα κυριότερα καπνογόνα που χρησιμοποιούνται σήμερα στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι το βρωμιούχο μεθύλιο (CH₃Br) και η φωσφίνη (PH₃). Και τα δύο καπνογόνα είναι πολύ ισχυρά δηλητήρια τόσο για τα έντομα όσο και για τα θηλαστικά, γι' αυτό η εφαρμογή τους πρέπει να γίνεται προληπτικώς, πριν την εισαγωγή του προϊόντος στην αποθήκη. Το CH₃Br έχει χαρακτηριστεί και ως καρκινογόνο, ενώ παράλληλα συμβάλλει στην καταστροφή του όζοντος της στρατόσφαιρας. Για τους παραπάνω λόγους το CH₃Br μέχρι το έτος 2006 θα έχει αποσυρθεί εντελώς.

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

- **Σημείο ζέσεως.**

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

- **Πτητικότητα-Τάση ατμών.**

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

ατμών, οι οποίες βρίσκονται σε υγρή κατάσταση στις συνήθεις θερμοκρασίες, συσσωρεύονται σε αεροστεγή δοχεία (Ορφανίδης, 1965).

- **Ειδικό βάρος.**

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

- **Αναφλεξιμότητα-Εκρηκτικότητα.**

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

- **Προσροφητικότητα ατμών.**

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

- **Διαλυτότητα.**

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

- **Εντομοτοξική ενέργεια.**

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, θεωρητικά επιδρά και στην αποτελεσματικότητα του καπνογόνου.



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

2.2.3. Άμεσες και έμμεσες συνέπειες των χημικών εντομοκτόνων.

Το αυξανόμενο κόστος για την έρευνα, ανάπτυξη και νομική καταχώρηση των συμβατικών εντομοκτόνων στις ανεπτυγμένες χώρες περιορίζει την διάθεση στην αγορά νέων εντομοκτόνων διάφορων συνθέσεων, για όλες τις γεωργικές χρήσεις. Η διαδικασία της νομικής καταχώρησης γεωργικού εντομοκτόνου μπορεί να διαρκέσει 8-10 χρόνια και να κοστίσει 40-80 χιλιάδες δολάρια (Arthur, 1996b). 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, 1996b).

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, 1996b).

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, 1996b).

2.3 Βιοτεχνολογικές μέθοδοι.

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

2.3.1 Χρήση παγίδων και φερομονών.

➤ Παγίδες.

Η χρήση των παγίδων για την αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι πολύ σημαντική διότι οι παγίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για την παρακολούθηση των πληθυσμών των εντόμων όσο και για την καταπολέμησή τους. Πάντως, η κύρια χρήση των παγίδων στους αποθηκευτικούς χώρους, αποσκοπεί στην παρακολούθηση και λιγότερο στον απ' ευθείας έλεγχο των εντόμων. Σε γενικές γραμμές οι παγίδες ανιχνεύουν τους πληθυσμούς των εντόμων σε χρονικό διάστημα πολύ πιο σύντομο από το αντίστοιχο που χρειάζεται μια απλή δειγματοληψία, ευνοώντας με τον τρόπο αυτό μια πρωιμότερη κατάστρωση του σχεδίου αντιμετώπισεως των εντομολογικών προσβολών.

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

Εικ3. Παγίδα τύπου δέλτα (B.C.S.)



Εικ4. Παγίδα χοάνης (B.C.S)

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

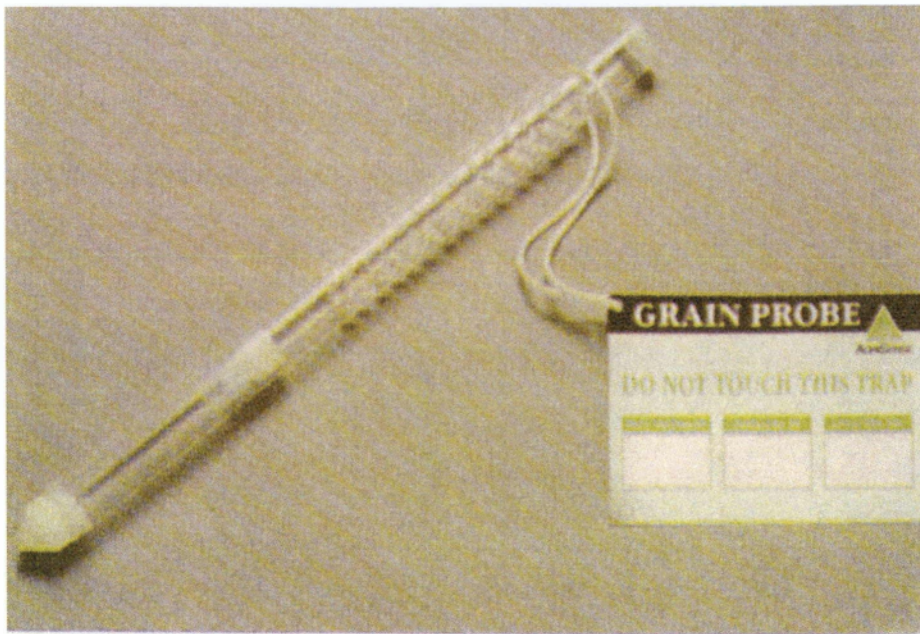
Με τις τύπου σόντας παγίδες είναι δυνατή η δειγματοληψία σπόρου σε διάφορα βάθη της μάζας του σιταριού. Με τις παγίδες αυτού του τύπου τα έντομα παγιδεύονται σε ένα διάτρητο μεταλλικό ή πλαστικό καθετήρα που τοποθετείται μέσα στην μάζα του αποθηκευμένου προϊόντος σε διάφορα βάθη. Τα έντομα έρχονται μέσα στις τρύπες και πέφτουν μέσα σε ένα σωλήνα συλλογής ή σε ένα συλλογέα που μπορεί να αλλάξει και είναι ειδικώς σχεδιασμένος για χρήση εντός της μάζας του σιταριού. 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 ταυτοχρόνως και το σημαντικότερο μειονέκτημα της δειγματοληψίας είναι ότι με τις τύπου σόντας παγίδες είμαστε σε θέση να παρακολουθήσουμε την διακύμανση των πληθυσμών από πολύ νωρίς, ακόμη και όταν αυτοί είναι πολύ χαμηλοί.

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

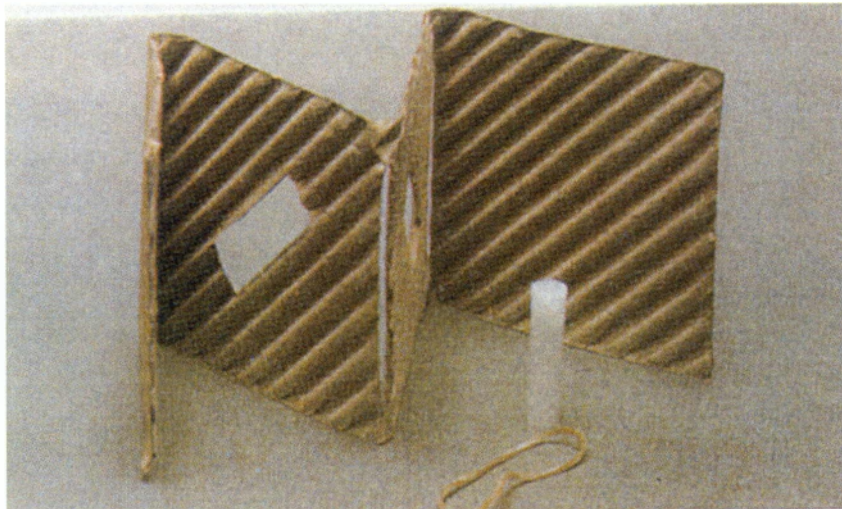
Τροπισμός είναι ο προσανατολισμός και στην συνέχεια η αντανακλαστική μετατόπιση (θετική ή αρνητική) των οργανισμών, υπό την επίδραση κάποιου δεδομένου ερεθίσματος. Όταν το συγκεκριμένο ερέθισμα προέρχεται από το φως τότε έχουμε φωτοτροπισμό.

Με τις παγίδες αυτές όσα έντομα παρουσιάζουν το φαινόμενο του θετικού φωτοτροπισμού, προσελκύονται και ακολούθως θανατώνονται μέσω ηλεκτροπληξίας. Εύκολα συμπεραίνει κανείς ότι η χρήση αυτών των παγίδων προϋποθέτει καταπολέμηση εντόμων με θετικό και όχι με αρνητικό φωτοτροπισμό. Έντομα αποθηκών με αρνητικό φωτοτροπισμό είναι:

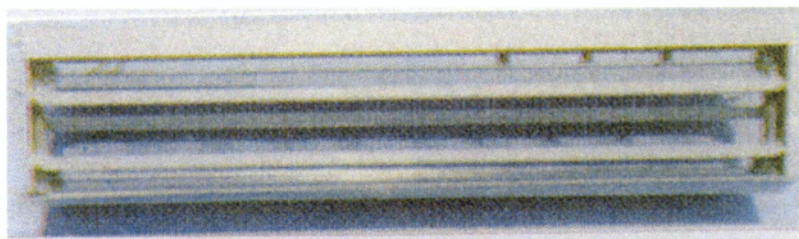
- *O. surinamensis*
- *Oryzaephilus mercator* (Fauvel) (Coleoptera:Silvanidae)
- *S. granarius*
- *T. confusum*
- *Prostephanus truncates* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae)
- *T. molitor*
- *Ptinus* sp.
- *T. mauritanicus*
- *Araecerus fasciculatus* (Aurivillius) (Coleoptera: Curculionidae)



Εικ 5. Παγίδα τύπου σόντας



Εικ 6. Παγίδα κυματοειδούς χάρτου



Εικ 7. Φωτεινή παγίδα

➤ Φερομόνες.

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

Με τη χρήση φερομονικών παγίδων μπορούμε να ανιχνεύσουμε και να προσδιορίσουμε ταυτόχρονα τα έντομα εχθρούς των αποθηκευμένων προϊόντων, ενώ κατ' ευθείαν έλεγχος των πληθυσμών με φερομόνες μπορεί να επιτευχθεί με σκευάσματα που περιέχουν ελκυστικό, που ελκύει και ταυτόχρονα θανατώνει ή αποτρέπει την σύζευξη των εντόμων.

2.3.2. Ρυθμιστές αναπτύξεως.

Η χρήση των ρυθμιστών αναπτύξεως στηρίχθηκε στην ιδέα της αντιμετώπισεως των εντόμων εχθρών με ορμόνες νεότητας που παράγουν τα ίδια τα έντομα. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης ρυθμιστών αναπτύξεως στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι η εκλεκτική επί των εντόμων δράση τους και η μικρή πιθανότητα αναπτύξεως ανθεκτικότητας, αν και έχουν αναφερθεί ορισμένες περιπτώσεις αναπτύξεως ανθεκτικότητας των εντόμων έναντι των ρυθμιστών αναπτύξεως (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 εξωτερικώς 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. Επίσης το methoprene μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με ένα ακμαιοκτόνο σκευάσμα για μια πιο αποτελεσματική και μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων (Oberlander et al. 1997). Άλλοι αντιπρόσωποι των ορμονών νεότητας είναι το femoxycarb και το pyriproxyphep που χρησιμοποιούνται ως εντομοκτόνα επαφής.

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

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

2.3.3. Αιθέρια έλαια.

Τα κυριότερα συστατικά των αιθέριων ελαίων είναι 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 Coleoptera παρατηρήθηκε τοξική επίδραση των τερπενοειδών δ-λεμονένιο, limalool, terpineal.

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

2.4 Βιολογικές μέθοδοι.

Με τις βιολογικές μεθόδους αντιμετώπισεως ο έλεγχος των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων έχει εστιασθεί στην χρήση φυσικών εχθρών και στην ένταξή τους στο οικοσύστημα της αποθήκης καθώς και στην χρήση εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών όπως μυκήτων, βακτηρίων, πρωτοζώων.

2.4.1. Φυσιικοί εχθροί.

Οι φυσιικοί 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 αλλά και έγκαιρη χρήση των φυσικών εχθρών χρειάζεται καλή γνώση α) της βιολογίας των φυτών από τα οποία θα συγκομιστεί το αποθηκευμένο προϊόν, β) διαφόρων παραμέτρων που συντελούν στην διάρκεια αποθηκεύσεως του συγκομισμένου προϊόντος (π.χ. συντηρισιμότητα, υγρασία προϊόντος και χώρου, θερμοκρασία χώρου κ.α.) γ) του βιολογικού κύκλου των εχθρών και δ) των ανταγωνιστών των εχθρών (βιολογία, που και πως διαχειμάζουν, κ.α.). Με τις γνώσεις αυτές μπορεί να καταρτιστεί ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αντιμετώπισεως των πιθανών εχθρών που ενδέχεται να προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα.

Οι κατηγορίες των φυσικών εχθρών διαφέρουν σημαντικά στην βιολογία και συμπεριφορά τους και ως εκ τούτου στην ικανότητα να ελέγξουν τον πληθυσμό των εχθρών σε κάθε αποθηκευμένο περιβάλλον. Εξαρτώμενα από την φυσική οικολογία τους, παρασιτοειδή και αρπακτικά είναι άλλοτε γενικά ή ειδικά. Τα γενικά παρασιτούν ή «αρπάζουν» μια ποικιλία κατηγοριών οι οποίες δεν είναι συγγενείς βιοσυστηματικώς.

Τα αρπακτικά, επειδή σκοτώνουν την λεία τους αμέσως, τα περισσότερα από αυτά είναι γενικά. Δύο καλώς μελετημένα αρπακτικά είναι το *Xylocoris flavipes* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae), το οποίο είναι αρπακτικό ωών και προνυμφών

στις περισσότερες κατηγορίες εχθρών αποθηκευμένων προϊόντων και το *Teretriosoma nigrescens* (L.) (Coleoptera: Histeridae) το οποίο είναι αρπακτικό διαφόρων οικογενειών της τάξεως Coleoptera που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα. Τα γενικά παρασιτοειδή προτιμούν ένα συγκεκριμένο στάδιο αναπτύξεως των ειδών που θα παρασιτήσουν. Σπουδαία γενικά παρασιτοειδή τα οποία έχουν μελετηθεί ευρέως στον αγρό αλλά χρησιμοποιούνται και στην προστασία των αποθηκευμένων προϊόντων είναι τα ωοπαρασιτοειδή του γένους *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) και το *Habrobracon* (= *Bracon*) *hebetor* (L.) (Hymenoptera: Braconidae). Το τελευταίο παρασιτεί τα ατελή στάδια σχεδόν όλων των Λεπιδοπτέρων εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων.



Εικ.8 *Habrobracon* (= *Bracon*) *hebetor*
(από Sá-Fisher and Schöller 1994).

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

Οι ειδικοί «φυσικοί εχθροί» των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι παρασιτοειδή που παρασιτούν λίγες και στενώς συνδεδεμένες κατηγορίες εχθρών. Το *Laelius pedatus* (Say) (Hymenoptera: 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 *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae) όπως υψηλό αναπαραγωγικό δυναμικό, ευκολία εκτροφής αλλά και εξαπολύσεως κάτω από τεχνητές συνθήκες (Al-Kirshi et al. 1996).

Ενώ στον αγρό η αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των καλλιεργειών είναι μια πρακτική που είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό με άλλες πρακτικές, έχει δείξει

ενθαρρυντικά αποτελέσματα, στις αποθήκες δεν έχει εφαρμοστεί ακόμη παρά μόνον σε πειραματικά στάδια με όχι πάντα ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Είναι πολλοί οι λόγοι που συνηγορούν σε κάτι τέτοιο. Πρώτα από όλα ο βιολογικός έλεγχος απαιτεί μακρύτερες περιόδους για να γίνει αποτελεσματικός. Έτσι το κατώτερο όριο πληθυσμού εχθρών στην αποθήκη, από το οποίο θα πρέπει να αρχίσει η εφαρμογή του βιολογικού ελέγχου, πρέπει να είναι κατά πολύ χαμηλότερο σε σχέση με αυτό που απαιτείται για χημικό έλεγχο.

Για παράδειγμα, αν και πολλά ωά ή προνύμφες θανατώνονται από ένα ωοπαρασιτοειδές ή παρασιτοειδές προνυμφών αντιστοίχως, τα υπόλοιπα στάδια των εχθρών, θα συνεχίσουν να υπάρχουν, με αποτέλεσμα να καθυστερεί η μείωση του πληθυσμού, και να χρειάζεται επαναλαμβανομένη εξαπόλυση φυσικών εχθρών. Επίσης, ο βιολογικός έλεγχος θα προτιμηθεί ως κύριο μέτρο αντιμετώπισης, μόνον όταν είναι αποδεδειγμένως αποτελεσματικός για τους συγκεκριμένους εχθρούς που θέλουμε να αντιμετωπίσουμε και στην περίπτωση όπου το κόστος της ζημιάς ή των απωλειών του προϊόντος υπερβαίνει το κόστος των μέτρων που απαιτούνται για βιολογικό έλεγχο. Οι φυσικοί εχθροί επίσης δεν είναι πάντα ευκόλως διαθέσιμοι στην αγορά ενώ ταυτοχρόνως θεωρείται πολυδάπανη τόσο η εκτροφή τους όσο και η εξαπόλυσή τους.

Οι αυξημένες απαιτήσεις σε χρόνο αλλά και σε κόστος (όπου υπάρχουν), σε συνδυασμό με την όχι πάντα μεγάλη αξιοπιστία των εφαρμογών αυτών θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρώς υπ' όψιν κατά την κατάσχεση ενός σχεδίου αντιμετώπισης των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί σοβαρώς υπ' όψιν είναι οι απαιτήσεις του καταναλωτικού κοινού και ο βαθμός αποδοχής από τους καταναλωτές ενός προϊόντος το οποίο θα έχει απεντομωθεί με βιολογικές μεθόδους και θα υστερεί έστω και λίγο σε εμφάνιση με το αντίστοιχο προϊόν που θα έχει απεντομωθεί με χημικές μεθόδους. Οι παραπάνω λόγοι σε συνδυασμό με τις ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις για πιο μικρές συγκεντρώσεις υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα αποθηκευμένα προϊόντα μας ωθεί στο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός βιολογικών, βιοτεχνολογικών και χημικών μεθόδων είναι ο καλύτερος τρόπος για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων.

2.4.2. 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 εντόμων, προκαλώντας το θάνατό τους. Οι εντομοπαθογόνοι μύκητες είναι φυσικώς υπάρχοντες οργανισμοί, ασφαλείς για το περιβάλλον και με μικρή τοξικότητα για τα θηλαστικά (Cox and Wilking, 1996). Ο *Beauveria bassina* (Balsamo) Vuillemin (Deyteromycotina: Hyphomycetes) έχει δοκιματεί με επιτυχία κατά διαφόρων ειδών εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων, τόσο στο εργαστήριο όσο και στην φύση (Rice and Cogburn, 1999; Moore et al., 2000; Lord, 2001; Dal-Bello et al., 2001; Padin et al., 2002; Stathers, 2002; Wakefield et al.,

2002; Akbar et al., 2004). Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν ενδείξεις ότι ένας άλλος μύκητας, ο *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) είναι αποτελεσματικός κατά εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων (Batta, 2004, 2005). Το είδος αυτό αποτελεί ένα καλό πρότυπο για βιοδοκιμές δεδομένου ότι παράγει μεγάλους αριθμούς κονιδίων τα οποία συλλέγονται ευκόλως.

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

2.5 Μηχανικές μέθοδοι αντιμετώπισεως.

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

Με την εφαρμογή υψηλών πιέσεων στους αποθηκευτικούς χώρους προκαλείται θανάτωση κυρίως των ακμαίων ατόμων. Επίσης είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί πεπιεσμένος ξηρός αέρας για την απαλλαγή των μηχανών, σκευών, δαπέδων, τοίχων από έντομα που αναζητούν καταφύγιο σε αυτούς τους χώρους. Παραλλήλως, πλήρες ή υψηλό και παρατεταμένο κενό θανατώνει πολλά είδη εντόμων. Η έλλειψη ατμοσφαιρικού αέρα προκαλεί αύξηση της συγκεντρώσεως του CO₂ στον ατμοσφαιρικό αέρα (αναπνοή προϊόντων και εντόμων) με αποτέλεσμα ο χώρος να γίνεται ασφυκτικός.

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

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

2.6 Φυσικές μέθοδοι.

Οι φυσικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται και σήμερα για την προστασία από εντομολογικούς εχθρούς ορισμένων προϊόντων είναι η μεταβολή της θερμοκρασίας, η χρήση ηλεκτροστατικού πεδίου και η χρήση ιονιζουσών ακτινοβολιών. Στις φυσικές μεθόδους επίσης, συμπεριλαμβάνεται και η χρήση της σκόνης γης διατόμων, για την οποία θα ακολουθήσει εκτενέστερη αναφορά.

2.6.1 Μεταβολή της Θερμοκρασίας.

Η μέθοδος της χρήσεως υψηλών θερμοκρασιών υπό τον όρο ότι δεν προκαλεί σοβαρές αλλοιώσεις στα αποθηκευμένα προϊόντα, δίνει ασφαλή αποτελέσματα στην αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών τους. Πιο συγκεκριμένως, θερμοκρασίες 52-55 °C επί 3 περίπου ώρες ή υψηλότερες θερμοκρασίες με χρονικές εκθέσεις αντιστρόφως ανάλογες προκαλούν πήξη των λευκωμάτων των εντόμων που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα καταστρέφοντας όλα τα 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 τον λόγο αυτό, καλό είναι να χρησιμοποιείται θερμό ρεύμα αέρος για την απεντόμωση αποθηκευμένων προϊόντων και θερμό νερό ή ατμός για την απεντόμωση μέσων μεταφοράς, εργαλείων και μηχανημάτων.

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

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

Θα πρέπει όμως να έχουμε υπ' όψιν μας όταν μεταχειριζόμαστε αυτή τη μέθοδο τα εξής:

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

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

3. Τα διάφορα στάδια ενός εντόμου παρουσιάζουν και διαφορετική αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Έτσι π.χ. τα 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.

2.6.2 Εφαρμογή ιονιζουσών ακτινοβολιών.

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

Η εφαρμογή ιονιζουσών ακτινοβολιών εναντίον των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι μια μέθοδος που δεν αφήνει υπολείμματα στα προϊόντα και σε αρκετές περιπτώσεις έχει αποδειχθεί ότι είναι κατάλληλη ως μέθοδος προστασίας τους. Το κυριότερο μειονέκτημά της είναι το υψηλό κόστος των εγκαταστάσεων που απαιτεί η εφαρμογή της. Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής για την αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους. Με τον πρώτο τρόπο οι ακτινοβολίες εφαρμόζονται κατ' ευθείαν στα προσβεβλημένα προϊόντα, ενώ με τον δεύτερο τρόπο αποσκοπούμε στην απ' ευθείας εφαρμογή τους στα έντομα με απώτερο σκοπό την στέρωση και τη σταδιακή ελάττωση των πληθυσμών τους. Η εφαρμογή των ακτινοβολιών για στέρωση των εντόμων δε βρήκε έδαφος στην περίπτωση των εντόμων αποθηκών γιατί τα στείρα έντομα εξακολουθούν να τρέφονται και να προκαλούν ζημιές στα προϊόντα.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΜΕΛΕΤΗΘΕΝΤΑ ΕΙΔΗ ENTOMΩΝ

3.1. *Rhizopertha dominica* (F.)

Τάξη : Coleoptera

Υπόταξη: Polyphaga

Οικογένεια: Bostrychidae

Ελληνική κοινή ονομασία: Σκαθάρι του ρυζιού

Αγγλική κοινή ονομασία: Lesser grain borer

3.1.1. Γεωγραφική κατανομή.

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

3.1.2. Μορφολογία.

Το ακμαίο άτομο έχει μήκος σώματος 2,5 - 3 mm, είναι επίμηκες, κυλινδρικού σχήματος και το χρώμα του είναι καστανό έως ερυθροκαστανό. Η κεφαλή δεν φαίνεται από πάνω αλλά καλύπτεται από τον προθώρακα ο οποίος αποτελείται από βοθρία. Οι κεραίες αποτελούνται από δέκα άρθρα με τα τρία τελευταία αραιώς τοποθετημένα ώστε να σχηματίζουν ρόπαλο. Ο θώρακας στην ραχιαία επιφάνεια φέρει πυκνά χιτινώδη επάρματα (εξογκώματα). Στα έλυτρα υπάρχουν ευκρινείς κατά μήκος γραμμές από μικρά κοιλώματα.

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

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



Εικ. 16. Ακμαίο και προνύμφη του *Rhyzopertha dominica*

3.1.3. Βιολογία.

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



Εικ. 17. Εκτροφή του *R. dominica* που διατηρείται στο εντομοτροφείο του Εργαστηρίου Γεωργικής Εντομολογίας του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου.

3.1.4. Ζημιές – Προσβολές.

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



Εικόνα 18. Σιτάρι σοβαρώς προσβεβλημένο από ακμαία άτομα *R. dominica*.

3.1.5. Χημική καταπολέμηση.

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

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

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

3.1.6. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης.

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

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

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



Εικ. 19. Εφαρμογή γης διατόμων σε *R. dominica*.

3.2. *Sitophilus oryzae* (L.)

Τάξη: Coleoptera

Υπόταξη: Polyphaga

Οικογένεια: Curculionidae

Κοινή ονομασία: Σκαθάρι του ρυζιού

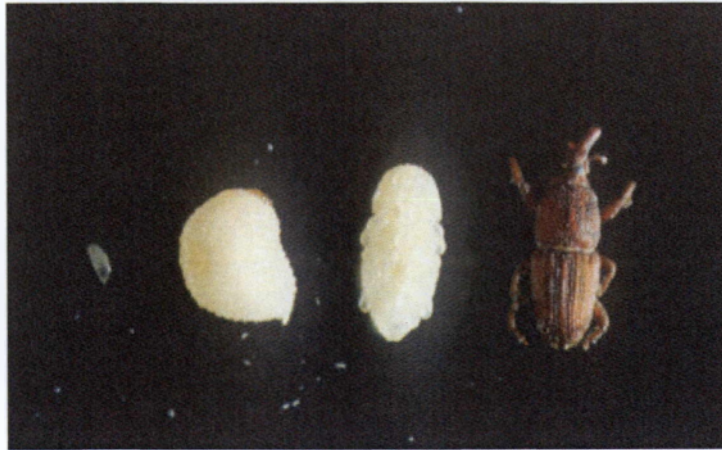
Αγγλική ονομασία: Rice weevil

3.2.1. Γεωγραφική κατανομή.

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

3.2.2. Μορφολογία.

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



Εικ. 20. *Sitophilus oryzae*: ωό, προνύμφη, νύμφη, ακμαίο.

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

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

3.2.3. Βιολογία.

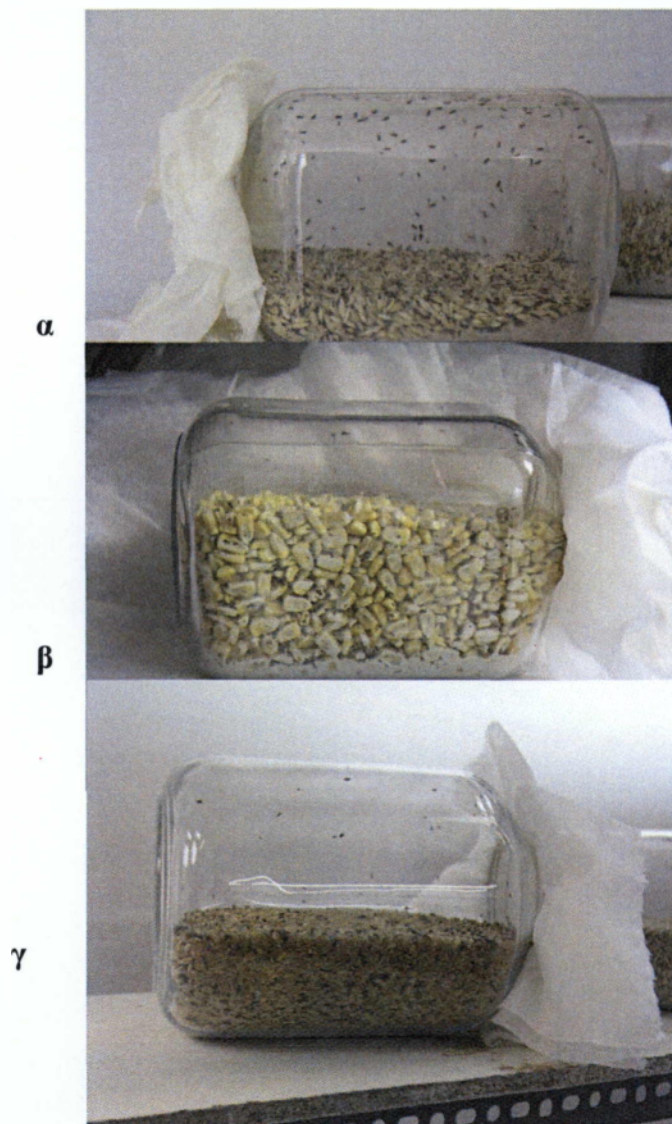
Ο αριθμός των γενεών, η συνολική ανάπτυξη, και η δραστηριότητα του εντόμου καθορίζονται κατά κύριο λόγο από την υγρασία και τη θερμοκρασία, που αποτελούν τους βασικότερους παράγοντες αναπτύξεώς του. Συγκεκριμένως, οι ευνοϊκότερες συνθήκες είναι 27 - 30 °C για την θερμοκρασία και 75 - 90 % για την σχετική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

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

Μετά την εναπόθεση του ωού η οπή καλύπτεται από αλεύρι και ένα ζελατινώδες έκκριμα που εκκρίνει το θήλυ από τους κολλητηρίους αδένες. Το έκκριμα έχει την ιδιότητα να στερεοποιείται όταν έρθει σε επαφή με τον αέρα. Πρέπει να αναφερθεί ότι στον αραβόσιτο μπορεί να εναποτεθούν σε ένα σπόρο παραπάνω από ένα ωά. Η διάρκεια της ωοτοκίας κρατά πολλούς μήνες και στην περίοδο του χειμώνα είναι μειωμένη. Για την ωοτοκία και την εκκόλαψη οι άριστες συνθήκες είναι θερμοκρασία 30 °C και σχετική υγρασία 99 %. Η ωοτοκία είναι ασθενέστατη

και δεν υπάρχει προνυμφική εκκόλαψη σε θερμοκρασίες 13°C ή 35°C και σχετική υγρασία κατώτερη του 30 %. Το έντομο δεν αντέχει στις χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες ορισμένων εύκρατων χωρών. Γι' αυτό όπως αναφέρεται είναι σοβαρός εχθρός των αποθηκευμένων σπόρων στις τροπικές και υποτροπικές χώρες και σε ζεστά μέρη των εύκρατων χωρών.

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



Εικ.21. Εκτροφές του *S. oryzae* (α. σε κριθάρι, β. σε αραβόσιτο, γ. σε σιτάρι) που διατηρούνται στο εντομοτροφείο του Εργαστηρίου Γεωργικής Εντομολογίας του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου.

Στην Ελλάδα ο βιολογικός κύκλος διαρκεί 40 περίπου ημέρες με 3 - 4 γενεές το χρόνο όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 22⁰C και 25 ⁰C (Τομάζου, 1989). Το ακμαίο ζει από 3 - 6 μήνες και σε καμία περίπτωση παραπάνω από 8 μήνες. Αντιθέτως, το συγγενές είδος *S. granarius* ζει ένα έτος ενώ σε εξαιρετικές περιπτώσεις φθάνει τα 2,5 χρόνια.

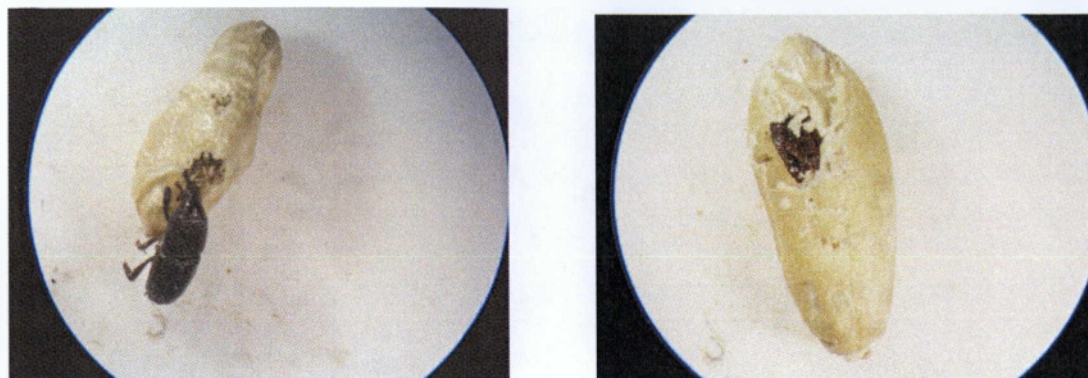
Είναι πιθανό να παρατηρηθεί δραστηριότητα του εντόμου και στον αγρό. Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, τα ακμαία άτομα του εντόμου πετούν και στα τέλη της ανοίξεως έχει παρατηρηθεί πως μεταναστεύουν από τις αποθήκες προς τους αγρούς όπου γεννούν ωά στα στάχυα. Αφού γίνει η προσβολή στον αγρό, μετά τη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



Εικ. 22. Ακμαίο *S. oryzae* εντός σπόρου αραβόσιτου.

3.2.4. Ζημιές – Προσβολές.

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



Εικ. 23 και 24. Προσβολή σπόρου σίτου από ακμαίο άτομο *S. oryzae*.

Στη περίπτωση των ενσακκισμένων σπόρων που 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, κυρίως όταν αυτό βρίσκεται αποθηκευμένο σε μεγάλες ποσότητες, όπου η υγρασία είναι υψηλότερη και σε συνδυασμό με την έντονη μεταβολική δραστηριότητα που παρατηρείται εκεί, προκαλεί μία τοπική αύξηση της θερμοκρασίας με αποτέλεσμα τη δημιουργία των θερμών κηλίδων (hot spots). Οι κηλίδες αυτές ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων στους είδη προσβεβλημένους σπόρους, με τελικό αποτέλεσμα να σχηματίζονται συμπαγή συσσωματώματα του προϊόντος, που το υποβαθμίζουν τόσο ποσοτικώς όσο και ποιοτικώς.

3.2.5. Αντιμετώπιση του εντόμου.

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

♦ Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης

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

Σε πειράματα που έγιναν με το *S. oryzae* (Nelson, 1972), χρησιμοποιήθηκε συσκευή που εκμεταλλεύτηκε το ηλεκτρικό ρεύμα. Συγκεκριμένα δημιουργήθηκε διάταξη, που αποτελείται από σωλήνα εντός του οποίου διοχετεύεται σιτάρι. Ο σωλήνας καταλήγει σε ένα θάλαμο ο οποίος είναι συνδεδεμένος με κύκλωμα που του παρέχει ηλεκτρικό ρεύμα συχνότητας 10 - 100 Mhz. Εντός του θαλάμου αναπτύσσεται θερμοκρασία που φτάνει μέχρι 65 °C. Λόγω του ηλεκτρικού ρεύματος υψηλής συχνότητας τα έντομα θανατώνονται από ηλεκτροπληξία και επιτυγχάνεται η απεντόμωση των σπόρων του σιταριού. Η διάταξη ολοκληρώνεται με ένα σωλήνα

που μεταφέρει το σιτάρι του θαλάμου, έξω από την συσκευή. Ως μειονέκτημα της διάταξης αναφέρεται το υψηλό κόστος της μεθόδου.

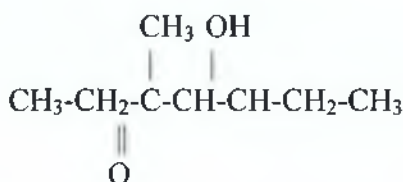
♦ Βιοτεχνολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης

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

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

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

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



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

Επί του *S. oryzae* έχουν εφαρμοστεί σκευάσματα που στηρίζουν την δράση τους σε ρυθμιστές ανάπτυξεως. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκε ένας παρεμποδιστής σύνθεσης της χιτίνης το diflubenzuron σε αναλογία 0.2 mg /kgf σίτου (Oberlander, 1997). Η εφαρμογή αυτή είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση λίγων ακμαίων στην F₁ γενεά, τα οποία με την σειρά τους απέτυχαν να δώσουν απογόνους στην F₂ γενεά. Παρόλα αυτά επειδή οι ρυθμιστές ανάπτυξεως δεν είναι πάντα αποτελεσματικοί στο γένος *Sitophilus* sp., θα πρέπει να γίνεται έλεγχος του πληθυσμού των εντόμων με επιπρόσθετη ποσότητα diflubenzuron ώστε να επιτυγχάνεται η προστασία από τα έντομα.

Σε πειράματα (Shaaya et al., 1997) που έγιναν με επεμβάσεις ελαίων φυτικής προελεύσεως από φυτά των γενών *Eucalyptus* sp., *Gossypium* sp. και άλλων επί του γένους *Sitophilus* sp., έγινε φανερό ότι τα έλαια αυτά μπορούν να παρέχουν προστασία. Η εφαρμογή των ελαίων αυτών στηρίζεται σε μεθόδους υποκαπνισμού. Συγκεκριμένα πολύ αποτελεσματικό εναντίον του *S. oryzae* καθώς και εναντίον του

συγγενούς *S. zeamays*, τόσο στο σιτάρι όσο και στον αραβόσιτο, ήταν το ακατέργαστο βαμβακέλαιο σε αναλογία 10gr/kgf σπόρου. Το έλαιο αυτό στην προαναφερθείσα αναλογία, έδωσε ολοκληρωμένη προστασία για μια περίοδο 4 -5 μηνών στις αποθήκες. Μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η αναλογία που απαιτείται για πλήρη έλεγχο, δηλαδή 10 - 15 gr/kgf σπόρου, μειώνει σε μεγάλο βαθμό την βλαστικότητα του σπόρου, κάτι που καθιστά την μέθοδο δύσχρηστη έως και ακατάλληλη. Πρέπει παρόλα αυτά να αναφερθεί ότι για το *S. oryzae* τα πιο αποτελεσματικά έλαια είναι αυτά που προέρχονται από σκελίδες σκόρδου και από κέδρο.

♦ Βιολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης

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

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



Εικ. 25. Ακμαίο άτομο *Anisopteromalus calandrae*.

♦ Χημικές μέθοδοι αντιμετώπισης

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

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

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

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

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



Εικ. 26. Εφαρμογή γης διατόμων σε *S. oryzae*.

3.3. *Tribolium confusum* Jacquelin du Val

Τάξη: Coleoptera

Υπόταξη: Polyphaga

Οικογένεια: Tenebrionidae

Κοινή ονομασία: Σκαθάρι ή ψείρα των αλεύρων

Αγγλική ονομασία: Confused flour beetle**3.3.1. Γεωγραφική κατανομή.**

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

3.3.2. Μορφολογία.

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

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



Εικ.27. Προνύμφες και ακμαία του *T. confusum*.



Εικ. 28. Προνύμφη του *T.*

3.3.3. Βιολογία.

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

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



Εικ.29. Θάλαμοι ελεγχόμενων συνθηκών του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου εντός των διατηρούνται εκτροφές του *T. confusum*.



Εικ.30. Εκτροφές του *T. confusum* διατηρούμενες εντός θαλάμων ελεγχόμενων συνθηκών του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου.

3.3.4. Ζημιές – Προσβολές.

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

3.3.5. Χημική αντιμετώπιση.

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

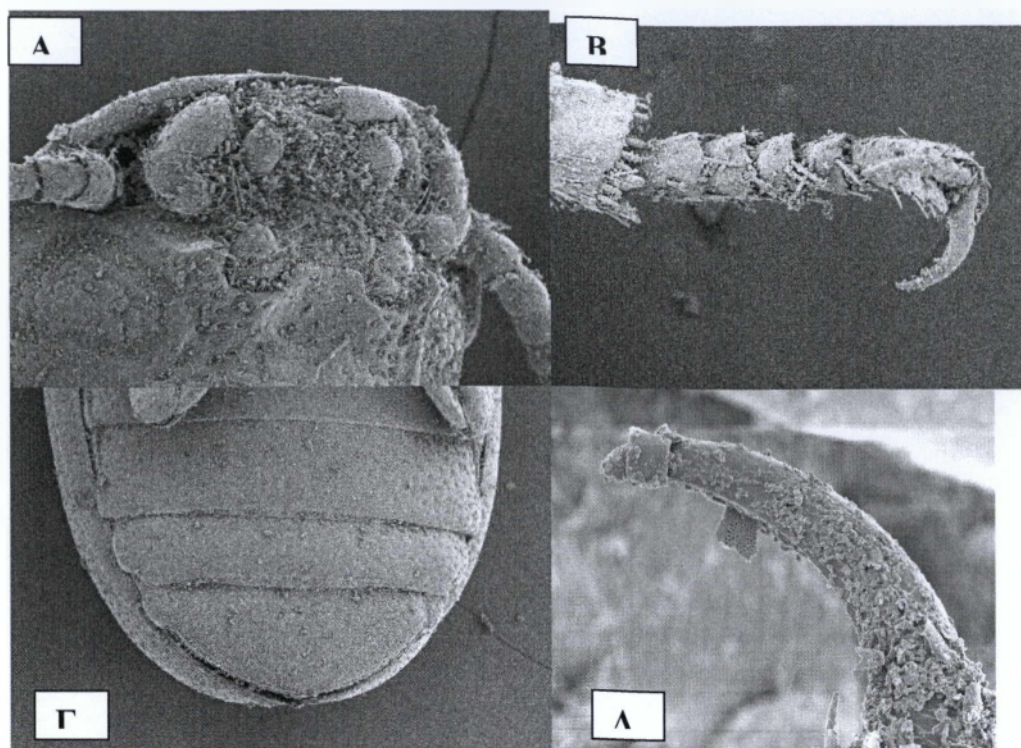
3.3.6. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης.

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

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

Ακόμη και αν η θνησιμότητα του πληθυσμού του δεν φθάνει το 100 % άμεσα, είναι δυνατό να ελέγχεται ο πληθυσμός του εντόμου εφ' όσον δεν παρατηρείται μεγάλο ποσοστό απογόνων μετά από επέμβαση με σκόνη γης διατόμων (Athanassiou et al., 2004). Συμφώνως προς τον Athanassiou et al (2003) σε ορισμένες περιπτώσεις η παραγωγή απογόνων ήταν υψηλή σε προϊόντα που είχε προστεθεί γη διατόμων, ακόμη και όταν τα πατρικά άτομα είχαν κατασταλεί κατά 100 %. Παρ' όλα αυτά, η αποτελεσματικότητα της σκόνης είναι ικανοποιητική κατά των προνυμφών του εντόμου, όπως αναφέρουν οι Mewis and Ulrichs (2001) οπότε ακόμη και αν είναι υψηλοί οι αριθμοί των απογόνων, δε θα είναι δυνατή περαιτέρω προσβολή.

Οι Michalaki et al. (2005) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα του εντομοπαθογόνου μύκητα *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) σε συνδυασμό με το σκεύασμα της ΓΔ SilicoSec ενάντια στις προνύμφες του *T. confusum*. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αυτός ο συνδυασμός μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία κατά των προνυμφών του *T. confusum* και ότι η παρουσία του SilicoSec εμπλούτισε την εντομοκτόνο δράση του *M. Anisopliae* μόνο



Εικ. 31. Α. Στοματικά μέρη, Β. Ταρσός, Γ. Τελευταίοι κοιλιακοί στερνίτες, Δ. Πρόταρσος, ακμαίου *T. confusum* κεκαλυμμένα από ΓΔ..

κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Ο συνδυασμός αυτός εφαρμόστηκε από τους Kavallieratos et al. (2006) σε ακμαία άτομα του *T. confusum* χωρίς όμως να ληφθούν ικανοποιητικά αποτελέσματα.

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



Εικ. 32. Εφαρμογή γης διατόμων σε *T. confusum*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

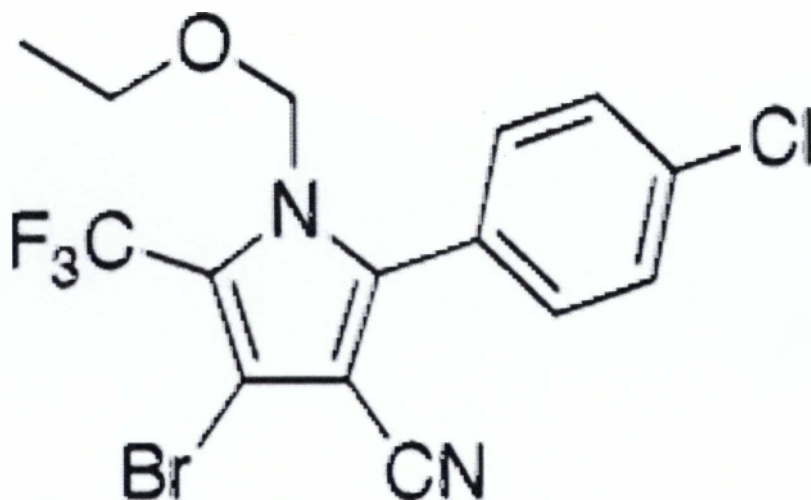
Η ΔΡΑΣΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ CLORFENAPYR

4.1 Φυσικές και χημικές ιδιότητες του chlorfenapyr

Το χρώμα του chlorfenapyr έχει ένα ελαφρύ μαύρισμα ή ανοιχτό κίτρινο και συναντάται σε σκόνη στερεού. Η χημική ονομασία του είναι: 4-Bromo-2-(4-chlorophenyl)-1-ethoxymethyl-5-trifluoromethyl-1*H*-pyrrole-3-carbonitrile.

Εμπειρικός τύπος: $C_{15}H_{11}BrClF_3N_2O$

Ακριβές μοριακό βάρος: 407,6 g/ mol



Σχήμα 1.Συντακτικός τύπος του chlorfenapyr.

Ακολουθούν ορισμένα από τα χαρακτηριστικά της ουσίας:

- Σημείο τήξεως: 100- 101 °C
- Πυκνότητα: 0, 543 g/ ml αξιοποιηθεί πυκνότητα
- Πίεση αερίων ατμών: < 1,0 10^{- 7} mm Hg στους 25 EK
- Διαλυτότητα στο νερό: σε απονισμένο νερό 0,12 mg/ ml, με PH 4 0,13 mg/ l, με PH 7 0,14 mg/l και με PH 10 0,12 mg/l
- Διαλυτότητα σε άλλους διαλύτες: διαλυτό σε ακετόνη, μεθανόλη, εξάνιο, ακενονοτίλο, τολουόλιο και διχλωρομεθάνιο.

4.2 Μεταλλαξιγόνο δράση

Το chlorfenapyr δεν παρουσιάζει μεταλλαξιγόνο δράση σε κύτταρα βακτηρίων ή θηλαστικών ούτε σε άρρενα ή θήλεα ποντίκια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά την διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών παρήχθησαν νέες δραστικές ουσίες ως προστατευτικά σπόρων σε αρκετά μέρη του κόσμου, με σκοπό να αντικαταστήσουν παλαιότερα εντομοκτόνα στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης διαχείρισεως των εχθρών (IPM). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι πολλά από τα παλαιά προστατευτικά μέσα είχαν υψηλή τοξικότητα στα θηλαστικά, και αυτά συνήθιζαν συχνά να συσχετίζονται με την παρουσία τοξικών υπολειμμάτων στην τροφή. Παράδειγμα αποτελεί το spinosad, το οποίο είναι χαμηλής τοξικότητας για τα θηλαστικά και βασίζεται σε βακτηριακούς μεταβολίτες (Fang et al.2002 a, b, Athanassiou et al. 2009b, 2010a). Ένα άλλο παράδειγμα είναι ο μη νευροτοξικός ρυθμιστής αναπτύξεως εντόμων methoprene, ο οποίος εκτιμήθηκε με επιτυχία κατά διαφόρων ειδών εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων επί διαφόρων δημητριακών (Chanbang et al. 2008, Athanassiou et al.2010b). Επιπροσθέτως, προτάθηκε ο συνδυασμός δραστικών ουσιών ο οποίος αύξησε το φάσμα των υπό καταπολέμηση εντόμων (Daglish 2008, Athanassiou et al. 2011a).

Μια άλλη κατηγορία εντομοκτόνων, περιλαμβάνει εγκεκριμένες δραστικές ουσίες προς χρήση τους επί διαφόρων τύπων επιφανειών (μπετόν, μέταλλο κλπ.) όπου δεν μεσολαβεί η επαφή τους με το προϊόν κατά την διάρκεια της εφαρμογής τους. Μία από αυτές τις δραστικές ουσίες είναι το chlorfenapyr, μία εντομοκτόνος πυρόλη η οποία είναι εγκεκριμένη για τον προαναφερθέντα σκοπό όπως και κατά εντόμων υγειονομικής σημασίας (Arthur 2008).Το chlorfenapyr προκαλεί οξειδωτική φωσφορυλίωση στα μιτοχόνδρια με αποτέλεσμα την διακοπή της συνθέσεως ATP (Hunt 1996, McLeod et al. 2002). Αυτό το εντομοκτόνο έχει αποδειχθεί δραστικό κατά επιβλαβών εντόμων και ακάρεων γεωργικής σημασίας όπως είναι τα *Choristoneura rosaceana* (Harris) (Lepidoptera: Tortricidae) (Waldstein and Reissig 2000), *Epitrix fuscala* Grotch (Coleoptera: Chrysomelidae) (McLeod et al. 2002) και *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) (Uesugi et al. 2002). Προσφάτως, το chlorfenapyr ενεκρίθη στις της Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, με την εμπορική επωνυμία Phantom, για ψεκασμούς επιφανειών σε εργοστάσια

συσκευασίας, αλευρόμυλους, αλλά και κατά των εντομών υγειονομικής σημασίας σε αστικούς χώρους (Arthur 2008, 2009). Ωστόσο, αυτό το εντομοκτόνο δεν έχει αξιολογηθεί ως προστατευτικό σπόρων. Στην παρούσα εργασία, αξιολογήθηκε το chlorfenapyr ως προστατευτικό σπόρων δημητριακών με την εξέταση βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων, όπως είναι το είδος του εντόμου εχθρού, η δόση, η έκθεση και το είδος του δημητριακού.

5.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

ENTOMA

Τα εξετασθέντα είδη εντόμων ήταν τα: *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrycidae), *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) και *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). Τα δυο πρώτα είδη εξετράφησαν σε ολόκληρο σιτάρι ενώ το *T. confusum* σε αλεύρι περιέχον 5% ζυθοζύμη στους 25°C, 70% ΣΥ και σε συνεχές σκότος. Για τις βιοδοκιμές, χρησιμοποιήθηκαν μόνον ακμαία, <4 εβδομάδων.

ΣΚΕΥΑΣΜΑ

Για τον πειραματισμό χρησιμοποιήθηκε δείγμα από το chlorfenapyr υπό την εμπορική ονομασία Phantom® E.C. (BASF Hellas, Αγία Παρασκευή, Ελλάς). Πρόκειται για συμπυκνωμένο γαλάκτωμα με 21,45 % chlorfenapyr (δραστική ουσία) και αποθηκεύτηκε σε συνθήκες περιβάλλοντος μέχρι την έναρξη του πειράματος.

ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Χρησιμοποιήθηκαν απεντομωμένα, άνευ προσμίξεων τα ακόλουθα δημητριακά: σκληρό σιτάρι (var. Mexa), κριθάρι (var. Persephone), μη αποφλοιωμένο ρύζι (var. Thaibonnet) και αραβόσιτος (var. Dias). Πριν από την έναρξη των πειραμάτων, η περιεκτικότητα των σπόρων σε υγρασία ήταν 12%.

5.3 ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ

Ψεκάστηκαν ποσότητες των 2 kg σπόρων σίτου, αραβόσιτου, κριθαριού και μη αποφλοιωμένου ρυζιού η κάθε μία, με chlorfenapyr σε τρεις δόσεις: 0,1, 1 και 10 mg chlorfenapyr kg⁻¹ grain. Μία πρόσθετη σειρά προ απ' όλα τα προϊόντα

ψεκάστηκαν με απεσταγμένο ύδωρ και χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Τα δημητριακά τοποθετήθηκαν υπό μορφή λεπτού στρώματος επί λαδόχαρτου και το εντομοκτόνο εφαρμόστηκε με τον αεροψεκαστήρα AG-4 (Mecafer, Valence, France), σε 3 ml ύδατος kg^{-1} δημητριακού. Στην συνέχεια οι σπόροι τοποθετήθηκαν εντός υαλίνου βάζου και ανακινήθηκαν χειροκίνητα επί 10 min προς ομοιόμορφη κατανομή του εντομοκτόνου σε ολόκληρο το προϊόν. Τα έντομα που εξετάστηκαν ήσαν τα: *S. oryzae*, *R. dominica* και *T. confusum*. Για κάθε δόση έγιναν τρεις επαναλήψεις από 20 gr προϊόντος που ελήφθησαν από κάθε βάζο και τοποθετήθηκαν εντός υαλίνων φιαλιδίων (διάμετρος 10 cm, ύψος 28 cm). Το πάμα κάθε φιαλιδίου έφερε κντρική οπή διαμέτρου 1,5 cm, η οποία καλυπτόταν με γάζα, έτσι ώστε να επιτρέπεται ο επαρκής αερισμός εντός του φιαλιδίου. Στην συνέχεια, 20 θήλεα ακμαία από κάθε είδος τοποθετήθηκαν εντός κάθε φιαλιδίου. Το εσωτερικό ανώτερο κυκλικό τμήμα των φιαλιδίων καλυπτόταν με Fluon (Northen Products, Woonsocket, RI, USA), για να εμποδίσει τα έντομα να δραπετεύσουν. Ακολούθως, όλα τα φιαλίδια τοποθετούνταν σε θαλάμους ελεγχόμενων συνθηκών στους 25 °C και 75 Σ.Υ. Υπήρχαν δυο σειρές φιαλιδίων. Στην πρώτη, η θνησιμότητα εκτιμάτο μετά από 7 ημέρες (d) εκθέσεως ενώ στην δεύτερη στις 14 d. Μετά το πέρας της εκτιμήσεως της θνησιμότητας, τα ακμαία και το προϊόν της πρώτης σειράς φιαλιδίων απορρίπτονταν. Τα ακμαία (ζωντανά και νεκρά) της δευτέρας σειράς αφαιρούνταν και όλα τα φιαλίδια με το προϊόν παρέμειναν εντός των θαλάμων για μια συμπληρωματική περίοδο 60 ημερών στις ίδιες συνθήκες. Στην συνέχεια, τα φιαλίδια ανοίγονταν και καταγραφόταν ο αριθμός των απογόνων. Στην περίπτωση των *S. oryzae* και *R. dominica* όλοι οι απόγονοι που καταγράφονταν ήταν στο στάδιο του ακμαίου, δεδομένου του ότι η ανάπτυξη των προνυμφών λαμβάνει χώρα στο εσωτερικό του σπόρου. Για το *T. confusum* καταγράφηκαν ακμαία και προνύμφες. Όμως όλα τα άτομα θεωρήθηκαν «ακμαία» επειδή τα ακμαία αντιπροσωπεύτηκαν > 75% του συνολικού αριθμού των απογόνων. Οι απόγονοι εκφράστηκαν ως ακμαία φιαλίδιο⁻¹. Όλες οι δοκιμές επαναλήφθηκαν τρεις φορές, με την προετοιμασία νέων ποσοτήτων προϊόντων ακολουθώντας την προαναφερθείσα διαδικασία.

5.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η θνησιμότητα στους μάρτυρες ήταν χαμηλή (<2%), έτσι δεν θεωρήθηκε απαραίτητη η διόρθωση των τιμών. Για κάθε έντομο, τα δεδομένα της θνησιμότητας υποβλήθηκαν σε ανάλυση διασποράς (ANOVA) με το προϊόν, την δόση και την έκθεση ως κύριες επιδράσεις, ενώ στην περίπτωση της παραγωγής απογόνων το προϊόν και η δόση ήταν οι κύριες επιδράσεις. Για την ANOVA στην παραγωγή απογόνων συμπεριλήφθηκαν οι τιμές στους μάρτυρες (0 mg chlorfenapyr kg⁻¹ προϊόν). Για όλες της αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα JMP7 (Sall et al. 2001). Οι μέσοι συγκρίθηκαν με την δοκιμασία Tuley-Kramer honest significant difference to (HSD) με P= 0,05 (Sokal and Rohlf, 1995).

5.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για την εκτίμηση της θνησιμότητας, στις περισσότερες περιπτώσεις οι κύριες επιδράσεις και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις ήταν σημαντικές (Πίνακας 1). Στην περίπτωση, του *S. oryzae*, σε 0,1 mg chlorfenapyr kg⁻¹ προϊόντος, μετά από 14 ημέρες έκθεσης, η θνησιμότητα στο σιτάρι ήταν υψηλότερη σε σύγκριση με τα άλλα τρία προϊόντα (Πίνακας 2). Όμως, στα 10 mg chlorfenapyr kg⁻¹ προϊόντος, η θνησιμότητα του *S. oryzae* σε όλους τους σπόρους κυμάνθηκε ανάμεσα μεταξύ 96 και 100%. Αντιθέτως, η θνησιμότητα του *R. dominica* ήταν χαμηλή στις δόσεις 0,1 και 1 mg chlorfenapyr kg⁻¹ προϊόντος στο μη αποφλοιωμένο ρύζι, αλλά έφθασε στο 74,4% στο κριθάρι μετά από 14 ημέρες εκθέσεως (Πίνακας 3). Επιπροσθέτως, στα 10 mg chlorfenapyr kg⁻¹ προϊόντος, όλα τα ακμαία *R. dominica* ήταν νεκρά σε όλα τα προϊόντα με εξαίρεση τον αραβόσιτο μετά από 14 ημέρες εκθέσεως. Τέλος, για το *T. confusum*, η θνησιμότητα των ακμαίων ήταν χαμηλή στις δόσεις 0,1 και 1 mg chlorfenapyr kg⁻¹ προϊόντος, ιδιαιτέρως στο μη αποφλοιωμένο ρύζι (Πίνακας 4). Στα 10 mg chlorfenapyr kg⁻¹ προϊόντος, η θνησιμότητα ήταν 100% στο σιτάρι και στον αραβόσιτο.

Για την παραγωγή απογόνων, οι κύριες επιδράσεις και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις ήταν σημαντικές για όλα τα είδη των εξετασθέντων εντόμων (Πίνακας 5). Για το *S. oryzae*, η εμφάνιση των ακμαίων ήταν υψηλότερη στο μη αποφλοιωμένο ρύζι εν συγκρίσει με τα άλλα τρία προϊόντα, ανεξαρτήτως δόσεως,

αλλά μειώθηκαν σημαντικώς με την αύξηση της δόσεως στα 10 mg chlorfenapyr kg⁻¹ προϊόντος (Πίνακας 6). Παρόμοιες τάσεις παρατηρήθηκαν στο *R. dominica* όπου δεν σημειώθηκαν απόγονοι στο σιτάρι και στο κριθάρι στα 10 mg chlorfenapyr kg⁻¹ προϊόντος (Πίνακας 7). Η παραγωγή απογόνων του *T. confusum* ήταν χαμηλή και δεν ξεπέρασε τα 3 ακμαία φιαλίδιο⁻¹ σε όλους τις εξετασθείσες περιπτώσεις. Στα 10 mg chlorfenapyr kg⁻¹ προϊόντος, η παραγωγή απογόνων κυμάνθηκε μεταξύ 0 και 0,2 ακμαία φιαλίδιο⁻¹.

5.6 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι το chlorfenapyr είναι αποτελεσματικό κατά διαφόρων ειδών εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων με εφαρμογή του σε πλακίδια και σε ξύλινες επιφάνειες (Guedes et al. 2008, Arthur 2008, 2009). Για παράδειγμα ο Arthur (2008) βρήκε ότι το chlorfenapyr ήταν αποτελεσματικότερο επί του σκυροδέματος εν συγκρίσει με το κόντρα-πλακέ ή το πλακίδιο, λόγω της διαφορετικής αλληλεπιδράσεως του chlorfenapyr με την πορώδη επιφάνεια του σκυροδέματος, κατά των ακμαίων *T. confusum* και *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Στην ίδια εργασία, ο συγγραφέας παρατήρησε ότι η αφαίρεση των *Tribolium* spp. από το ψεκασθέν υπόστρωμα μπορούσε τελικώς να οδηγήσει στον θάνατο, και ότι αυτή η καθυστερημένη θνησιμότητα επηρεάστηκε από το διάστημα εκθέσεως και από την παρουσία τροφής. Οι Athanassiou et al. (2010a) παρατήρησαν ότι έκθεση 4 h ακμαίων *R. dominica* επί σίτου και αραβοσίτου στα οποία έχει εφαρμοστεί spinosad είχε ως αποτελέσματα 100% θνησιμότητα μια εβδομάδα μετά. Στην ίδια μελέτη όμως, δεν παρατηρήθηκε καθυστερημένη θνησιμότητα στην περίπτωση των ακμαίων *T. castaneum*. Για το chlorfenapyr, ο Arthur (2009) βρήκε ότι η επιβίωση των ακμαίων *T. castaneum* σε ψεκασμένες επιφάνειες σκυροδέματος ήταν λίαν υψηλή μετά από έκθεση 7 d, δοθέντος ότι υπήρχε τροφή. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί για το cyfluthrin (Arthur 2000a) και για την γη διατόμων (DE) (Arthur 2000b). Όμως, συγκρίνοντας τις έρευνες αυτές με την παρούσα εργασία, η επιβίωση των εντόμων μετά την έκθεσή τους στο chlorfenapyr είναι υψηλότερη εν συγκρίσει με την αντίστοιχη επί του cyfluthrin ή της DE (Arthur 2009).

Η παρούσα εργασία είναι η πρώτη περί της αξιολογήσεως του chlorfenapyr ως προστατευτικό σπόρων δημητριακών. Υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των

ειδών τα οποία θεωρούνται ευπαθή στο chlorfenapyr. Βάσει των στοιχείων της θνησιμότητας των εξετασθέντων ειδών, το *T. confusum* ήταν ανθεκτικότερο εν συγκρίσει με τα *S. oryzae* και *R. dominica*. Διάφορες μελέτες τεκμηριώνουν ότι τα *Tribolium* spp. είναι ανθεκτικά σε πολλά εντομοκτόνα τα οποία χρησιμοποιούνται ως προστατευτικά προϊόντων, όπως το spinosad και η DE (Fang et al. 2002a, Athanassiou et al. 2004). Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας υποδηλώνουν, ότι για πλήρη θνησιμότητα (100%) των ακμαίων *T. confusum* χρειάζονται 10 mg chlorfenapyr kg⁻¹ προϊόντος.

Έχει αποδειχθεί ότι ο τύπος του προϊόντος επηρεάζει την αποτελεσματικότητα των εντομοκτόνων. Οι Kavallieratos et al. (2010a) αναφέρουν ότι η δραστηριότητα του fipronil ήταν υψηλότερη στο σιτάρι, στον αραβόσιτο, στο κριθάρι εν συγκρίσει με το μη αποφλοιωμένο ρύζι. Παρομοίως, οι Athanassiou et al. (2009a) βρήκαν ότι η αποτελεσματικότητα του spinosad κατά τεσσάρων ειδών ψυκοπτέρων, ήταν υψηλότερη στο σιτάρι εν συγκρίσει με το ρύζι. Οι Fang et al. (2002a) σημείωσαν διαφορές την αποτελεσματικότητα του spinosad ανάμεσα σε διάφορες κατηγορίες του σιταριού. Οι Kavallieratos et al. (2009) βρήκε ότι η abamectin ήταν περισσότερο αποτελεσματική στον αραβόσιτο εν συγκρίσει με το σιτάρι. Στην παρούσα εργασία το chlorfenapyr ήταν γενικώς περισσότερο αποτελεσματικό στο μη αποφλοιωμένο ρύζι και στον αραβόσιτο εν συγκρίσει με το σιτάρι και το κριθάρι κατά των ακμαίων *S. oryzae*, ενώ ήταν λιγότερο αποτελεσματικό στον αραβόσιτο κατά των ακμαίων *R. dominica*. Η αποτελεσματικότητα του chlorfenapyr κατά των ακμαίων *T. confusum* ήταν καλύτερη στο σιτάρι και στον αραβόσιτο εν συγκρίσει με το μη αποφλοιωμένο ρύζι. Γενικώς, για όλα τα εξετασθέντα είδη εντόμων, το chlorfenapyr ήταν αποτελεσματικότερο στο σιτάρι. Οι προαναφερθείσες διαφορές δύνανται να οφείλονται στα χαρακτηριστικά των σπόρων, στην ανάπτυξη των εντόμων επί των συγκεκριμένων προϊόντων και στις ενδεχόμενες αλληλεπιδράσεις των εντομοκτόνων με το εξωτερικό των σπόρων. Οι Chintzoglou et al. (2008) βρήκαν ότι αποδόμηση της σκόνης spinosad ήταν μεγαλύτερη στον αραβόσιτο απ' ότι στο σιτάρι. Παρομοίως, οι Kavallieratos et al. (2010b) βρήκαν ότι η προσκόλληση του spinosad ήταν διαφορετική ανάμεσα σε διαφορετικές ποικιλίες σιταριού.

Εκτός από την πατρική θνησιμότητας, ένα εφαρμόσιμο προστατευτικό σπόρων δεν θα πρέπει να επιτρέπει την εμφάνιση απογόνων. Τα παρόντα αποτελέσματα έδειξαν ότι, εκτός ορισμένων εξαιρέσεων, η παραγωγή απογόνων στα εξετασθέντα προϊόντα δεν αποφεύχθηκε. Καταγράφηκαν υψηλοί αριθμοί απογόνων

για το *S.oryzae*, ακόμα και όταν μειώθηκαν λόγω αυξήσεως της δόσεως. Για το *R. dominica*, η παράγωγη απογόνων ήταν ιδιαίτερος μειωμένη στα 10 ppm λόγω αυξήσεως της θνησιμότητας των γονικών ακμαίων σε αυτή την δόση. Ο χαμηλός αριθμός απογόνων *T. confusum* οφείλεται στην αδυναμία του είδους αυτού να αναπτυχθεί επί ολοκλήρων σπόρων (Aitken 1975) και όχι «υπολλειμματική» δράση του εντομοκτόνου επί των απογόνων.

Συμπερασματικώς, η αποτελεσματικότητα του chlorfenapyr διέφερε σημαντικώς ανάμεσα στους εξετασθέντες παράγοντες. Το τοξικολογικό και το οικοτοξικολογικό προφίλ του chlorfenapyr είναι επιθυμητό και η ουσία αυτή είναι ήδη εγκεκριμένη για την εφαρμογή τους σε επιφάνειες σε αποθηκευτικούς χώρους. Ανεξαρτήτως των παρατηρηθεισών διαφορών, το chlorfenapyr θα μπορούσε να εφαρμοστεί ως προστατευτικό σπόρων πιθανώς σε συνδυασμό με κάποιο άλλο εντομοκτόνο. Ο Darglish (2008) αναφέρει ότι ο συνδυασμός του methoprene με νευροτοξικά εντομοκτόνα στο σιτάρι ήταν αποτελεσματικότερος συγκριτικώς με την χρήση ενός εντομοκτόνου μόνον. Επίσης, οι Athanassiou et al. (2009a) βρήκαν ότι ο συνδυασμός του chlorpyrifos- methyl με το deltamethrin ήταν λίαν αποτελεσματικός κατά ψωκόπτρων στο σιτάρι και στο ρύζι. Περαιτέρω όμως πειραματισμός θεωρείται αναγκαίος για την υπολλειμματική διάρκεια του chlorfenapyr επί των σπόρων των δημητριακών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αθανασίου Χ. και Μπουχέλος Κ. 1999.** Κολεόπτερα αποθηκευμένων δημητριακών και συναφών προϊόντων στην Ελλάδα. Πρακτικά 8^{ου} Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, p. 215.
- Λυκουρέσης Δ.Π. 1995.** Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εντόμων-εχθρών καλλιεργειών. (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις), pp. 121.
- Μπουχέλος Κ. 2006.** Έντομα αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων. Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Αθήνα, pp. 96.
- Ορφανίδης Π.Σ. 1965.** Γεωργική Φαρμακολογία, pp. 67- 68.
- Σταμόπουλος Δ.Κ. 1995.** Έντομα αποθηκών, μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, pp. 254.
- Τόλης Ι.Δ. 1986.** Βαμβάκι: εχθροί, ασθένειες, ζιζάνια. Αθήναι, pp. 616.
- Τομάζου Τ. 1989.** Υπολειμματική δράση εντομοκτόνων εναντίον του *Sitophilus Oryzae* σε αποθηκευμένα σιτηρά. Β' Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο. Ανακοινώσεις. pp. 185- 199.
- Aitken A.D. 1975.** *Insect travelers. I: Coleoptera.* Technical bulletin 31, HMSO, London, pp. 190.
- Akbar W., Lord J.C., Neehols J.R. and Howard R.W. 2004.** Diatomaceous earth increases the efficacy of *Beauveria bassiana* against *Tribolium castaneum* larvae and increases conidia attachment. *J Econ Entomol* 97: 273-280.
- Arthur F.H. 1999.** Effect of temperature on residual toxicity of cyfluthrin wettable powder. *J Econ Entomol* 92: 695-699.
- Arthur F.H. 2000b.** Impact of food source on survival of red flour beetles and confused flour beetles (Coleoptera: Tenebrionidae) exposed to diatomaceous earth. *J Econ Entomol* 93: 1347-1356.
- Arthur F.H. 2008.** Efficacy of chlorfenapyr against adult *Tribolium castaneum* exposed on concrete: effects of exposure interval, concentration and the presence of a food source after exposure. *Insect Sci* 16: 157-163.
- Arthur F.H. 2008.** Efficacy of chlorfenapyr against *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults exposed on concrete, vinyl tile, and plywood surfaces. *J Stored Prod Res* 44: 145-151.

Athanassiou C.G., Arthur F.H. and Throne J.E. 2009a. Efficacy of grain protectants against four psocid species on maize, rice and wheat. *Pest Manag Sci* 65: 1140-1146.

Athanassiou C.G., Arthur F.H. and Throne J.E. 2009b. Efficacy of spinosad in layer-treated wheat against five stored-product insect species. *J Stored Prod Res* 45: 236-240.

Athanassiou C.G., Arthur F.H. and Throne J.E. 2010a. Effects of short exposures to spinosad-treated wheat on four stored-grain insects. *J Econ Entomol* 103: 197-202.

Athanassiou C.G., Arthur F.H., Kavallieratos N.G. and Throne J.E. 2011a. Efficacy of spinosad and methoprene, applied alone or in combination, against six stored-product insect species. *J Pest Sci* 84: 61-67.

Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Vayias B.J., Tomanović Z., Petrović A., Rozman V., Adler C., Korunic Z. and Milovanović D. 2011b. Laboratory evaluation of diatomaceous earth deposits mined from several locations in central and southeastern Europe as potential protectants against coleopteran grain pests. *Crop Prot* 30: 329- 339.

Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Yiatilis A.E., Vayias B.J., Mavrotas C.S. and Tomanović Z. 2008. Influence of temperature and humidity on the efficacy of spinosad against four stored-grain beetle species. *J Insect Sci* 8: 60, pp 9.

Bonnemaison L. 1967. Οι ζωικοί εχθροί των καλλιεργούμενων φυτών και δασών. Τόμος II. pp. 28- 29.

Chanbang Y., Arthur F.H., Wilde G.E. and Throne J.E. and Subramanyam Bh. 2008. Susceptibility of eggs and adult fecundity of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica*, Exposed to Methoprene. *J Insect Sci* 8: 48, pp 6.

Chintzoglou G.J., Athanassiou C.G., Markoglou A.N. and Kavallieratos N.G. 2008. Influence of commodity on the effect of spinosad dust against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Int J Pest Manag* 54: 277-285.

Cotton R.J. 1963. *Pests of storage grain products*. pp 71-72.

Cox P.D. and Wilking, D.R. 1996. The potential use of biological control of pests in stored grain. Research review 36. Home-grown cereals authority, London.

Daglish G.J. 2008. Impact of resistance on the efficacy of binary combinations of spinosad, chlorpyrifos-methyl and *s*-methoprene against five stored-grain beetles. *J Stored Prod Res* 44: 71-76.

Dal-Bello G., Padin S., Lopez-Lastra C. and Fabrizio M. 2001. Laboratory evaluation of chemical-biological control of the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in stored grains. *J Stored Prod Res* 37: 77-81.

Evans N.J. 1985. The effectiveness of various insecticides on some resistant beetle pests of stored products from Uganda. *J Stored Prod Res* 21: 105-109.

Fang L., Subramanyam Bh. and Arthur F.H. 2002a. Effectiveness of spinosad on four classes of wheat against five stored product insects. *J Econ Entomol* 95: 640-650.

Fang L., Subramanyam Bh. and Dolder S. 2002b. Persistence and efficacy of spinosad residues in farm stored wheat. *J Econ Entomol* 95: 1102-1109.

Fields P. and Korunic Z. 2000. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. *J Stored Prod Res* 36: 1-13.

Hunt D.A. 1996. 2-arylpyrroles: A new class of insecticide. Structure, activity, and mode of action. *Pestic Sci* 47: 201-202.

Kavallieratos N.G., Athanassiou C.G., Vayias B.J. and Betsi P.C.C. 2010a. Insecticidal efficacy of fipronil against four stored-product insect pests: influence of commodity, dose, exposure interval, relative humidity and temperature. *Pest Manag Sci* 66: 640-649.

Kavallieratos N.G., Athanassiou C.G., Vayias B.J., Kotzamanidis S. and Synodis S.D., 2010b. Efficacy and adherence ratio of diatomaceous earth and spinosad in three wheat varieties against three stored product insect pests. *J Stored Prod Res* 46: 73-80.

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

Kavallieratos N.G., Athanassiou C.G., Michalaki M.P., Batta Y.A., Rigatos H.A., Pashalidou F.G., Balotis G.N., Tomanović Z. and Vayias B.J. 2006. Effect of the combined use of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) sorokin and diatomaceous earth for the control of three stored-product beetle species. *Crop Prot.* 25: 1087-1094.

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

- Lord J.C. 2001.** Desiccant dusts synergise the effect of *Beauveria bassiana* (hyphomycetes: Moniliales) on stored-grain beetles. *J Econ Entomol* 94: 367-372.
- McLeod P., Diaz F.J. and Johnson D.T. 2002.** Toxicity, persistence, and efficacy of spinosad, chlorfenapyr, and thiamethoxam on eggplant when applied against the eggplant flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J Econ Entomol* 95: 331-335.
- Mewis I. and Ulrichs Ch. 2001.** Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum*, *Tenebrio molitor*, *Sitophilus granarius* and *Plodia interpunctella*. *J Stored Prod Res* 37: 153-164.
- Mian L.S. and Mulla M.S. 1982.** Residual activity on insect growth regulators against stored – product beetles in grain commodities. *J Econ Entomol* 69: 479-480.
- Michalaki M.P., Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Batta Y.A. and Balotis G.N. 2005.** Effectiveness of *Metarhizium anisopliae* (Metschinkoff) sorokin applied alone or in combination with diatomaceous earth against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val Larvae: Influence of temperature, relative humidity and type of commodity. *Crop Prot* 25: 418-425.
- Moore D., Lord J.C. and Smith S.M. 2000.** Pathogens. in: Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W. [Eds]. Alternatives to pesticides in stored-product IPM. Kluwer academic publishers, Dordrecht, pp 193-227.
- Nelson S.O. and Charity. L.F. 1972.** Frequency dependence of energy absorption by insect and grain in electric fields. *Transaction of the A.S.A.E.* 15: 1099-1102.
- Oberlander H., Silhaek D. L., Shayya E. and Isayya I. 1997.** Current status and future perspectives of the use of insect growth regulators for the control of stored product insects. *J Stored Prod Res* 33: 1-6.
- Padin S.B., Dal-Bello G. and Fabrizio M. 2002.** Grain loss caused by *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Acanthoscelides obtectus* in stored durum wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*. *J Stored Prod Res* 38: 69-74.
- Papadopoulou, Moulkidou E. and Tomazou. T. 1991.** Persistence and activity of permethrin in stored wheat and its residues in wheat milling fraction. *J Stored Prod Res* 27: 249-254.
- Rice W.C. and Cogburn R.R. 1999.** Activity of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Deuteromycota: Hyphomycetes) against three coleopteran pests of stored grains. *J Econ Entomol* 92: 691-694.

Sall J., Lehman A. and Creighton L. 2001. *JMP Start statistics. A guide to statistics and data Analysis using JMP and JMP IN software.* Duxbury Press, Belmont, CA, pp 491.

Samson P.R. and Parker R.J. 1989. Laboratory studies on protectants for control of Coleoptera in maize. *J Stored Prod Res* 25: 49- 55.

Shaaya E., Kostjukovski M., Eilberg J. and Sukprakarn C. 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *J Stored Prod Res* 33: 7-15.

Smet H.J., Rans M. and De Loof A., 1989. Activity of new juvenil hormone analogues on a stored food insect, *Tribolium confusum*. *J Stored Prod Res* 25: 165-169.

Sokal R.R. and Rohlf F.J. 1995. *Biometry*, 3rd Edition. WH freeman and company, Newyork, pp 887.

Staal G.B. 1975. Insect growth regulators with juvenile hormone activity. *Annu Rev Entomol* 20: 417-460.

Stathers T. 2002. Entomopathogenic fungi in grain storage- any lessons for Europe from elsewhere? In: Zdarkova E., Lukas J., Hubert J. (Eds.), Proceedings of the 2nd Meeting Of WG 4 Of COST Action 842, Prague, pp 100-109.

Subramanyam Bh. and Roesli R. 2000. Inert dusts. In Bh. Subramanyam and Hagstrum D.W. [Eds.], Alternatives to pesticides in stored product IPM. Kluwer Academic publishers, Dordrecht. pp 321- 380.

Uesugi R., Goka K. and Osakabe M.H. 2002. Genetic basis of resistances to chlorfenapyr and etoxazole in the two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *J Econ Entomol* 95: 1264-1267.

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

Waldstein D.E. and Reissig W.H. 2000. Synergism of tebufenozide in resistant and susceptible strains of obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae) and resistance to new insecticides. *J Econ Entomol* 93: 1768-1772.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Παράμετροι της ANOVA για της κύριες επιδράσεις και της μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις για την θνησιμότητα των ακμαίων *S. oryzae*, *R. dominica* και *T. confusum* (df total = 215).

Πηγή Παραλλακτικότητας	df	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Προϊόν	3	5,7	< 0,01	52,6	< 0,01	9,8	< 0,01
Δόση	2	46,6	< 0,01	267,8	< 0,01	264,7	< 0,01
Εκθεση	1	6,1	0,02	16,7	< 0,01	1,1	0,30
Προϊόν X Δόση	6	4,4	< 0,01	9,3	< 0,01	4,2	< 0,01
Προϊόν X Έκθεση	3	2,5	0,06	31,5	< 0,01	1,6	0,20
Δόση X Έκθεση	2	11,5	< 0,01	66,4	< 0,01	7,4	< 0,01

Πίνακας 2. Μέση θνησιμότητα (\pm SE %) των ακμαίων *S. oryzae* εκτεθέντων για 7 και 14 d επί τεσσάρων προϊόντων με την εφαρμογή τριών δόσεων chlorfenapyr.

Έκθεση	Προϊόν	Δόση (ppm)			<i>F</i>	<i>P</i>
		0,1	1	10		
7 d	Κριθάρι	42,8 \pm 5,1bA	43,3 \pm 5,4bC	98,9 \pm 1,1aA	55,5	< 0,01
	Αραβόσιτος	25,0 \pm 5,8bA	96,7 \pm 2,2aA	100,0 \pm 0,0aA	141,0	< 0,01
	Ρύζι	33,9 \pm 4,3bA	49,4 \pm 8,1bBC	96,1 \pm 2,2aA	35,4	< 0,01
	Σιτάρι	32,8 \pm 4,8cA	68,3 \pm 5,8bB	100,0 \pm 0,0aA	59,5	< 0,01
<i>F</i>		2,1	17,2	2,3		
<i>P</i>		0,12	< 0,01	0,1		
14 d	Προϊόν	55,0 \pm 4,8bB	58,9 \pm 3,7bB	99,4 \pm 0,6A	49,2	< 0,01
	Κριθάρι	33,9 \pm 5,4bC	98,9 \pm 1,1aA	100,0 \pm 0,0aA	142,1	< 0,01
	Αραβόσιτος	41,1 \pm 3,1cBC	57,2 \pm 6,5bB	99,4 \pm 0,6aA	52,0	< 0,01
	Ρύζι	87,8 \pm 2,5bA	100,0 \pm 0,0aA	100,0 \pm 0,0aA	23,6	< 0,01
<i>F</i>	Σιτάρι	33,7	39,8	0,7		
<i>P</i>		< 0,01	< 0,01	0,58		

Εντός κάθε σειράς, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς, σε όλες της περιπτώσεις $df = 2, 26$. Για κάθε διάστημα εκθέσεως και δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια κεφαλαία γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς, σε όλες της περιπτώσεις $df = 3, 35$, δοκιμή Tukey- Kramer HSD για $P = 0,05$.

Πίνακας 3. Μέση θνησιμότητα (\pm SE %) των ακμαίων *R. dominica* εκτεθέντων για 7 και 14 d επί τεσσάρων προϊόντων με την εφαρμογή τριών δόσεων chlorfenapyr.

		Δόση (ppm)				
Έκθεση	Προϊόν	0,1	1	10	<i>F</i>	<i>P</i>
7 d	Κριθάρι	2,8 \pm 1,5cA	36,1 \pm 7,4bA	98,9 \pm 0,7aA	124,5	< 0,01
	Αραβόσιτος	0,0 \pm 0,0cA	31,1 \pm 7,9bAB	70,0 \pm 5,5aB	40,0	< 0,01
	Ρύζι	2,8 \pm 1,2bA	2,8 \pm 1,2bC	100,0 \pm 0,0aA	3223,7	< 0,01
	Σιτάρι	3,3 \pm 1,2bA	10,6 \pm 2,8bBC	97,2 \pm 1,9aA	635,5	< 0,01
<i>F</i>		1,8	8,2	23,9		
<i>P</i>		0,17	< 0,01	< 0,01		
14 d	Προϊόν	19,4 \pm 11,2bA	74,4 \pm 5,9aA	100,0 \pm 0,0aA	32,0	< 0,01
	Κριθάρι	0,6 \pm 0,6cA	40,6 \pm 8,2bB	78,3 \pm 3,8aB	55,4	< 0,01
	Αραβόσιτος	5,0 \pm 2,0bA	8,3 \pm 2,8bC	100,0 \pm 0,0aA	738,6	< 0,01
	Ρύζι	8,3 \pm 1,4cA	25,0 \pm 3,3bBC	100,0 \pm 0,0aA	542,1	< 0,01
<i>F</i>	Σιτάρι	2,0	26,4	32,19		
<i>P</i>		0,14	< 0,01	< 0,01		

Εντός κάθε σειράς, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς, σε όλες της περιπτώσεις $df = 2, 26$. Για κάθε διάστημα εκθέσεως και δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια κεφαλαία γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς, σε όλες της περιπτώσεις $df = 3, 35$, δοκιμή Tukey- Kramer HSD για $P = 0,05$.

Πίνακας 4. Μέση θνησιμότητα (\pm SE %) των ακμαίων *T. confusum* εκτεθέντων για 7 και 14 d επί τεσσάρων προϊόντων με την εφαρμογή τριών δόσεων chlorfenapyr.

Εκθεση	Προϊόν	Chlorfenapyr dose (ppm)			F	P
		0,1	1	10		
7 d	Κριθάρι	5,6 \pm 1,5bAB	7,2 \pm 1,5bB	88,9 \pm 3,9aA	346,0	< 0,01
	Αραβόσιτος	3,3 \pm 1,2cAB	35,6 \pm 7,8bA	100,0 \pm 0,0aA	118,3	< 0,01
	Ρύζι	0,6 \pm 0,6bB	2,8 \pm 1,5bB	72,8 \pm 5,5aB	156,2	< 0,01
	Σιτάρι	9,4 \pm 3,4cA	33,3 \pm 9,7bA	100,0 \pm 0,0aA	62,4	< 0,01
F		3,6	7,4	14,7		
P		0,02	< 0,01	< 0,01		
14 d	Προϊόν	8,9 \pm 1,6bB	12,8 \pm 2,7bB	91,7 \pm 3,5aAB	295,6	< 0,01
	Κριθάρι	9,4 \pm 1,8cB	37,8 \pm 7,3bA	100,0 \pm 0,0aA	113,7	< 0,01
	Αραβόσιτος	6,1 \pm 2,2bB	4,4 \pm 1,8bB	81,1 \pm 5,3aB	162,4	< 0,01
	Ρύζι	21,1 \pm 4,4cA	52,2 \pm 7,1bA	100,0 \pm 0,0aA	67,6	< 0,01
F	Σιτάρι	5,4	17,1	8,0		
P		< 0,01	< 0,01	< 0,01		

Εντός κάθε σειράς, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς, σε όλες της περιπτώσεις $df = 2, 26$. Για κάθε διάστημα εκθέσεως και δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια κεφαλαία γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς, σε όλες της περιπτώσεις $df = 3, 35$, δοκιμή Tukey- Kramer HSD για $P = 0,05$.

Πίνακας 5. Παράμετροι της ANOVA για της κύριες επιδράσεις και τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις για την παραγωγή απογόνων των ακμαίων *S. oryzae*, *R. dominica* και *T. confusum* (df total = 143).

Πηγή Παραλλακτικότητας	df	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Προϊόν	3	78,4	< 0,01	23,2	< 0,01	13,4	< 0,01
Δόση	3	15,8	< 0,01	15,3	< 0,01	7,5	< 0,01
Προϊόν X Δόση	9	8,3	< 0,01	3,5	< 0,01	2,0	0,04

Πίνακας 6. Μέσος αριθμός (\pm SE) των *S.oryzae* φιαλίδιο⁻¹ επί τεσσάρων προϊόντων με την εφαρμογή τεσσάρων δόσεων (συμπεριλαμβάνεται η δόση 0 ppm) chlorfenapyr 60 μέρες μετά την απομάκρυνση των γονικών ακμαίων *S.oryzae*.

Προϊόν	Δόση (ppm)				F	P
	0	0,1	1	10		
Κριθάρι	5,4 \pm 2,2abB	8,1 \pm 3,3abB	11,4 \pm 2,8aB	2,0 \pm 0,6bA	2,6	0,05
Αραβόσιτος	26,7 \pm 4,1aB	31,6 \pm 4,5aB	6,1 \pm 1,2bB	2,3 \pm 0,9bA	22,0	< 0,01
Ρύζι	134,7 \pm 16,5aA	115,9 \pm 16,4aA	136,6 \pm 30,9aA	7,3 \pm 3,4bA	10,1	< 0,01
Σιτάρι	15,9 \pm 4,5aB	10,8 \pm 1,6aB	6,8 \pm 1,6abB	0,8 \pm 0,4bA	6,4	< 0,01
F	45,9	34,0	17,1	2,6		
P	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,07		

Εντός κάθε σειράς, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς, σε όλες της περιπτώσεις $df = 3, 35$. Για κάθε διάστημα εκθέσεως και δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια κεφαλαία γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς, σε όλες της περιπτώσεις $df = 3, 35$, δοκιμή Tukey- Kramer HSD για $P = 0,05$.

Πίνακας 7. Μέσος αριθμός (\pm SE) των *R. dominica* φιαλίδιο⁻¹ επί τεσσάρων προϊόντων με την εφαρμογή τεσσάρων δόσεων (συμπεριλαμβάνεται η δόση 0 ppm) chlorfenapyr 60 μέρες μετά την απομάκρυνση των γονικών ακμαίων *R. dominica*.

Commodity	Δόση (ppm)				F	P
	0	0,1	1	10		
Προϊόν	2,3 \pm 0,7aB	2,4 \pm 0,7aC	1,0 \pm 0,3abB	0,0 \pm 0,0bB	5,0	< 0,01
Κριθάρι	5,7 \pm 1,2abB	7,8 \pm 1,2aBC	4,0 \pm 1,4abB	1,8 \pm 0,3bA	5,4	< 0,01
Αραβόσιτος	22,8 \pm 5,2aA	15,3 \pm 2,0aA	16,1 \pm 5,6aA	0,1 \pm 0,1bB	5,9	< 0,01
Ρύζι	8,2 \pm 1,0B	9,0 \pm 1,7B	7,3 \pm 0,7AB	0,0 \pm 0,0B	15,6	< 0,01
Σιτάρι	10,9	12,7	5,1	25,9		
P	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		

Εντός κάθε σειράς, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς, σε όλες της περιπτώσεις $df = 3, 35$. Για κάθε διάστημα εκθέσεως και δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια κεφαλαία γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς, σε όλες της περιπτώσεις $df = 3, 35$, δοκιμή Tukey- Kramer HSD για $P = 0,05$.

Πίνακας 8. Μέσος αριθμός (\pm SE) των *T. confusum* φιαλίδιο⁻¹ επί τεσσάρων προϊόντων με την εφαρμογή τεσσάρων δόσεων (συμπεριλαμβάνεται η δόση 0 ppm) chlorfenapyr 60 μέρες μετά την απομάκρυνση των γονικών ακμαίων *T. confusum*.

Προϊόν	Δόση (ppm)				F	P
	0	0,1	1	10		
Κριθάρι	0,3 \pm 0,2aB	1,8 \pm 0,9aAB	0,3 \pm 0,2aB	0,1 \pm 0,1aA	2,6	0,07
Αραβόσιτος	1,4 \pm 0,3aAB	0,8 \pm 0,3abAB	0,6 \pm 0,3abB	0,0 \pm 0,0bA	5,1	< 0,01
Ρύζι	2,7 \pm 0,9aA	2,9 \pm 0,7aA	2,1 \pm 0,6abA	0,2 \pm 0,2bA	3,7	0,02
Σιτάρι	0,2 \pm 0,2aB	0,2 \pm 0,2aB	0,2 \pm 0,2aB	0,0 \pm 0,0aA	0,5	0,66
F	5,7	4,0	5,8	1,3		
P	< 0,01	0,02	< 0,01	0,28		

Εντός κάθε σειράς, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς, σε όλες της περιπτώσεις df = 3, 35. Για κάθε διάστημα εκθέσεως και δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια κεφαλαία γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς, σε όλες της περιπτώσεις df = 3, 35, δοκιμή Tukey- Kramer HSD για P= 0,05.