



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Μελέτη της εντομοκτόνου δράσεως του chlorantraniliprole κατά των *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae), *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (Psocoptera: Liposcelididae): Επίδραση της δόσεως, του διαστήματος εκθέσεως και του είδους του δημητριακού



Μεταπτυχιακή διατριβή

Μαρία Μπουκουβάλα - Τεχνολόγος Γεωπονίας

Μάρτιος 2013
ΙΩΑΝΝΙΝΑ





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Μελέτη της εντομοκτόνου δράσεως του chlorantraniliprole κατά των *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae), *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (Psocoptera: Liposcelididae): Επίδραση της δόσεως, του διαστήματος εκθέσεως και του είδους του δημητριακού



Μεταπτυχιακή διατριβή

Μαρία Μπουκουβάλα - Τεχνολόγος Γεωπονίας

Μάρτιος 2013
ΙΩΑΝΝΙΝΑ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Μελέτη της εντομοκτόνου δράσεως του chlorantraniliprole κατά των *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae), *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (Psocoptera: Liposcelididae): Επίδραση της δόσεως, του διαστήματος εκθέσεως και του είδους του δημητριακού

Μεταπτυχιακή διατριβή

Μαρία Μπουκουβάλα - Τεχνολόγος Γεωπονίας

Εξεταστική επιτροπή

Γεώργιος Μάνος - Καθηγητής
Νικόλαος Γ. Καβαλλιεράτος - Αναπληρωτής Ερευνητής
Χρήστος Γ. Αθανασίου - Επίκουρος Καθηγητής

Μάρτιος 2013
ΙΩΑΝΝΙΝΑ



Ευχαριστίες

Μετά την ολοκλήρωση της παρούσης μελέτης, επιθυμώ να ευχαριστήσω τον Δρα Γεώργιο Μάνο, Καθηγητή του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Ηπείρου, Παράρτημα Άρτας, για την ανάθεση της παρούσης εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρα Νικόλαο Γ. Καβαλλιεράτο, Αναπληρωτή Ερευνητή και Προϊστάμενο τού Τμήματος Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα, για την πολύτιμη επίβλεψη που μου προσέφερε κατά τη διεξαγωγή όλων των φάσεων της Διπλωματικής Διατριβής μου και για τις γνώσεις που απέκόμισα κατά τη συνεργασία μας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρα Χρήστο Γ. Αθανασίου, Επίκουρο Καθηγητή του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την πολύτιμη βοήθειά του κατά την επεξεργασία των στατιστικών δεδομένων.

Θα ήθελα να ευχαριστώ θερμώς την οικογένειά μου για την πολύτιμη στήριξη που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια της όλης προσπάθειάς μου όπως και τις στενές φίλες μου, Ευθαλία Κουτεντάκη και Ελένη Ζόμπολα, για την ηθική συμπαράσταση που μου παρείχαν.



Περίληψη

Το chlorantraniliprole ανήκει στη χημική ομάδα των ανθρανιλικών διαμιδίων. Έχει εκλεκτικότητα προς τα ωφέλιμα αρθρόποδα και χαμηλή τοξικότητα στα θηλαστικά. Εργαστηριακές βιοδοκιμές διεξήχθησαν για την εκτίμηση του chlorantraniliprole ως ένα δυνητικό προστατευτικό των σιτηρών κατά των προνυμφών *Ephestia kuehniella* Zeller, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, ακμαίων *Liposcelis bostrychophila* Badonnel και ακμαίων *Rhyzopertha dominica* (F.), *Sitophilus oryzae* (L.) και *T. confusum*. Παράγοντες όπως η δόση (0,01, 0,1, 1 και 10 chlorantraniliprole mg kg⁻¹ προϊόντος), το διάστημα της εκθέσεως (7 ημέρες και 14 ημέρες), τα σκευάσματα (chlorantraniliprole WG και chlorantraniliprole SC) και των προϊόντων (κριθάρι, καλαμπόκι, βρώμη, ρύζι μη αποφλοιωμένο, ρύζι αποφλοιωμένο και σιτάρι), αξιολογήθηκαν για την επίδρασή τους στην εντομοκτόνο δράση του chlorantraniliprole. Η παραγωγή των απογόνων εκτιμήθηκε 45 ημέρες μετά από την έκθεση στην περίπτωση των ακμαίων *L. bostrychophila* και 60 ημέρες μετά από την έκθεση στην περίπτωση των ακμαίων ατόμων των *R. dominica*, *S. oryzae* και *T. confusum*.

Τα αποτελέσματα για το *L. bostrychophila*, μετά από έκθεση 7 ημερών, έδειξαν ότι η θνησιμότητα ήταν χαμηλότερη στον αραβόσιτο και στο μη αποφλοιωμένο ρύζι, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα προϊόντα. Γενικώς, η αύξηση της δόσεως αύξησε τη θνησιμότητα. Επίσης, παρόμοιες τάσεις παρατηρήθηκαν μετά από την έκθεση 14 ημερών. Η εμφάνιση των απογόνων ήταν υψηλότερη στον αραβόσιτο και στο μη αποφλοιωμένο ρύζι σε σύγκριση με τα άλλα προϊόντα. Για τις προνύμφες *E. kuehniella*, μετά από την έκθεση 7 ημερών παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των εξετασθέντων προϊόντων. Η μικρή



αύξηση της δόσεως αύξησε τη θνησιμότητα σε όλα τα προϊόντα. Μετά από την έκθεση 14 ημερών η θνησιμότητα αυξήθηκε περαιτέρω, αλλά δεν έφθασε το 100%. Για τα ακμαία *R. dominica*, μετά από έκθεση 7 ημερών, η αύξηση της δόσης αύξησε σημαντικά τη θνησιμότητα. Μετά από 14 ημέρες έκθεσης, η θνησιμότητα στο κριθάρι, στον αραβόσιτο, στο μη αποφλοιωμένο ρύζι και στο σιτάρι υπερέβη το 92% στα 10 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος. Η εμφάνιση των απόγονων μειώθηκε, αλλά δεν επιτεύχθηκε 100% καταστολή αυτών. Για τα ακμαία άτομα *S. oryzae*, μετά από 7 ημέρες έκθεσης η θνησιμότητα ήταν γενικά χαμηλή σε δοσολογίες ≤ 1 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος. Μετά από 14 ημέρες έκθεσης, παρατηρήθηκε 100% θνησιμότητα στο μη αποφλοιωμένο ρύζι. Για τα ακμαία *T. confusum*, μετά από 7 ημέρες έκθεσης η θνησιμότητα ήταν χαμηλή. Μετά από 14 ημέρες έκθεσης, η θνησιμότητα αυξήθηκε και η αύξηση αυτή ήταν ανάλογη για όλα τα προϊόντα. Η μεγαλύτερη παραγωγή απογόνων σημειώθηκε στη βρώμη. Για τις προνύμφες *T. confusum*, μετά από 7 ημέρες έκθεσης, η θνησιμότητα ήταν γενικά μεγαλύτερη σε σύγκριση με τα ακμαία. Μετά από 14 ημέρες έκθεσης, η θνησιμότητα στον αραβόσιτο ήταν υψηλή. Γενικώς, τα δύο σκευάσματα έδειξαν παρόμοια δράση για όλα τα είδη εντόμων τα οποία εξετάστηκαν.

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, το chlorantraniliprole είναι αποτελεσματικό έναντι των σπουδαιότερων ειδών εντόμων των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων, αλλά η αποτελεσματικότητά του εξαρτάται από το είδος του δημητριακού. Δεδομένου ότι έχει χαμηλή τοξικότητα στα θηλαστικά, μπορεί να αξιολογηθεί περαιτέρω ως εναλλακτική λύση για τους ανθεκτικούς πληθυσμούς, σε συνδυασμό με άλλα προστατευτικά σκευάσματα στα σιτηρά.



Abstract

Chlorantraniliprole belongs to the chemical group of anthranilic diamides. It has selectivity to beneficial arthropods and low mammalian toxicity. Laboratory bioassays were conducted to assess chlorantraniliprole as a potential grain protectant against *Ephestia kuehniella* Zeller larvae, *Liposcelis bostrychophila* Badonnel adults, *Rhyzopertha dominica* (F.) adults, *Sitophilus oryzae* (L.) adults and *Tribolium confusum* Jacquelin du Val adults and larvae. Factors such as dose (0.01, 0.1, 1 and 10 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ grain), exposure interval (7 days and 14 days), formulation (chlorantraniliprole WG and chlorantraniliprole SC) and commodity (barley, maize, oats, peeled rice, whole rice and wheat) were evaluated upon their impact on the insecticidal activity of chlorantraniliprole. Progeny production was assessed after 45 days of exposure in the case of *L. bostrychophila* adults and 60 days of exposure in the case of *R. dominica*, *S. oryzae* and *T. confusum* adults.

For *L. bostrychophila* adults, after 7 days of exposure mortality was lower in maize and whole rice in comparison to the other commodities. The increase of dose generally increased mortality. Similar trends were also noted after 14 days of exposure. Offspring emergence was higher in maize and whole rice in comparison to the other commodities. For *E. kuehniella* larvae, after 7 days of exposure significant differences were noted among the tested commodities. The increase of dose only slightly increased mortality in all commodities. After 14 days of exposure mortality was further increased, but did not reach 100%. For *R. dominica* adults, after 7 days of exposure the increase of dose increased mortality significantly. After 14 days of exposure,



mortality in barley, maize, whole rice and wheat exceeded 92% at 10 mg chlorantraniliprole kg^{-1} grain. Offspring emergence was decreased, but it was not achieved 100% progeny suppression. For *S. oryzae* adults, after 7 days of exposure mortality was generally low at dose rates ≤ 1 mg chlorantraniliprole kg^{-1} grain. After 14 days of exposure, 100% mortality was noted in whole rice. For *T. confusum* adults, after 7 days of exposure mortality was low. After 14 days of exposure mortality increased proportionately for all commodities. Most progeny production was noted in oats. For *T. confusum* larvae, after 7 days of exposure, mortality was generally higher in comparison to adults. After 14 days of exposure, mortality in maize was high. Generally, the two formulations performed alike for all the insects tested.

Based on the results of the present work, chlorantraniliprole is effective against major stored product insect species. However, efficacy depends upon the type of the commodity, the dose rate and the exposure interval.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

(θεωρητικό)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

1.1. Γενικώς	4
1.2. Τα σημαντικότερα είδη	5
1.3. Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος της προσβολής των αποθηκευμένων προϊόντων	15
1.4. Μέτρα που λαμβάνονται για την πρόληψη και την αντιμετώπιση των προσβολών στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή αποθηκεύσεως των προϊόντων	17

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΕΩΣ ΕΝΤΟΜΩΝ ΕΧΘΡΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

2.1. Γενικώς	20
2.2. Χημικές μέθοδοι	21
2.2.1. Απεντομώσεις χώρων με τη χρήση χημικών εντομοκτόνων	21
2.2.2. Καπνογόνα	23
2.2.3. Άμεσες και έμμεσες συνέπειες των χημικών εντομοκτόνων	27
2.3. Βιοτεχνολογικές μέθοδοι	28
2.3.1. Χρήση παγίδων και φερομονών	28
2.3.2. Ρυθμιστές αναπτύξεως	33



2.3.3. Αιθέρια έλαια	37
2.4. Βιολογικές μέθοδοι	37
2.4.1. Φυσικοί εχθροί.....	38
2.4.2. Εντομοπαθογόνοι μύκητες.....	42
2.5. Μηχανικές μέθοδοι αντιμετώπισεως	43
2.6. Φυσικές μέθοδοι	44
2.6.1. Μεταβολή της θερμοκρασίας	45
2.6.2. Εφαρμογή ιονιζουσών ακτινοβολιών	46
2.6.3. Η χρήση της σκόνης γης διατόμων	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

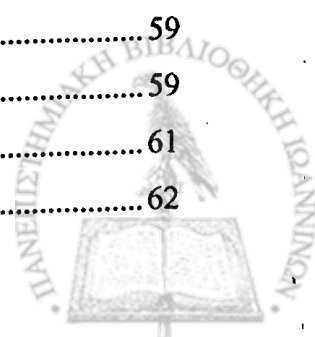
Η ΔΡΑΣΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ CHLORANTRANILIPROLE ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΩΣ ENTOMOKTONO

3.1 Γενικώς	51
3.2 Φυσικές και χημικές ιδιότητες του chlorantraniliprole.....	52
3.3 Τρόπος δράσεως	53
3.4 Φάσμα δράσεως του chlorantraniliprole και η αποτελεσματικότητά του επί των εντόμων	54
3.5 Ταχύτητα δράσεως.....	56
3.6 Τοξικότητα.....	56

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΜΕΛΕΤΗΘΕΝΤΑ ΕΙΔΗ ENTOMΩΝ

4.1. <i>Rhyzopertha dominica</i> (F.)	59
4.1.1. Γεωγραφική κατανομή.....	59
4.1.2. Μορφολογία.....	59
4.1.3. Βιολογία	61
4.1.4. Ζημιές – Προσβολές	62



4.1.5. Χημική καταπολέμηση	62
4.1.6. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης.....	63
4.2. <i>Sitophilus oryzae</i> (L.).....	64
4.2.1. Γεωγραφική κατανομή.....	64
4.2.2. Μορφολογία.....	65
4.2.3. Βιολογία.....	66
4.2.4. Ζημιές - Προσβολές.....	69
4.2.5. Αντιμετώπιση του εντόμου.....	70
4.2.5.1. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης.....	70
4.2.5.2. Βιοτεχνολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης.....	71
4.2.5.3. Βιολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης	73
4.2.5.4. Χημικές μέθοδοι αντιμετώπισης.....	74
4.2.5.5.Αποτελεσματικότητα της σκόνης γης διατόμων εναντίον του <i>S. oryzae</i>	75
4.3. <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val	77
4.3.1. Γεωγραφική κατανομή.....	78
4.3.2. Μορφολογία.....	78
4.3.3. Βιολογία.....	79
4.3.4. Ζημιές – Προσβολές	80
4.3.5. Χημική αντιμετώπιση	80
4.3.6. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης.....	80
4.4. <i>Ephestia (Anagasta) kuhniella</i> Zeller	82
4.4.1. Γεωγραφική κατανομή.....	83
4.4.2. Μορφολογία.....	84
4.4.3. Βιολογία.....	85
4.4.4. Ζημιές – Προσβολές	86
4.4.5. Καταπολέμηση του εντόμου.....	87
4.5. <i>Liposcelis bostrychophila</i> Badonnel	88
4.5.1. Γεωγραφική κατανομή.....	88
4.5.2. Μορφολογία.....	89
4.5.3. Βιολογία.....	91
4.5.4. Ζημιές – Προσβολές	92
4.5.5. Καταπολέμηση του εντόμου.....	93



ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

(πειραματικό)

1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	97
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	98
2.1 Προϊόντα.....	98
2.2 Έντομα.....	98
2.3 Σκευάσματα.....	99
2.4 Βιοδοκιμές.....	100
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	105
3.1 Θνησιμότητα και απόγονοι των ακμαίων ατόμων <i>L. bostrychophila</i>	105
3.2 Θνησιμότητα των προνυμφών <i>E. kuehniella</i>	109
3.3 Θνησιμότητα και απόγονοι των ακμαίων ατόμων <i>R. dominica</i>	111
3.4 Θνησιμότητα και απόγονοι των ακμαίων ατόμων <i>S. oryzae</i>	115
3.5 Θνησιμότητα και απόγονοι των ακμαίων ατόμων <i>T. confusum</i>	118
3.6 Θνησιμότητα των προνυμφών <i>T. confusum</i>	121
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	124
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	129



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα έντομα εχθροί των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων και η καταπολέμησή τους αποτελούν ένα ξεχωριστό κεφάλαιο για τη γεωργία και έχουν μεγάλη σημασία για τη συντήρηση των προϊόντων μετασυλλεκτικώς.

Η παρούσα μελέτη πραγματεύεται την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της δραστικής ουσίας Chlorantraniliprole σε διαφορετικά προϊόντα κατά πέντε κυρίων ειδών εντόμων.

Στο πρώτο μέρος (θεωρητικό) της εργασίας αναφέρονται γενικές πληροφορίες για τα έντομα των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων. Αναφέρονται στοιχεία για τη βιολογία, τη μορφολογία καθώς και συνοπτικές πληροφορίες για τις μεθόδους καταπολεμήσεως που εφαρμόζονται σήμερα. Επιπροσθέτως, στο πρώτο μέρος δίδονται πληροφορίες για τη δραστική ουσία chlorantraniliprole έτσι ώστε να γίνουν κατανοητές από τον αναγνώστη έννοιες όπως οι ιδιότητες και η σημαντικότητά τους.

Ο σκοπός του πειράματος τα αποτελέσματα καθώς και τα συμπεράσματα που εξήχθησαν παρουσιάζονται στο δεύτερο μέρος της μεταπτυχιακής διατριβής.



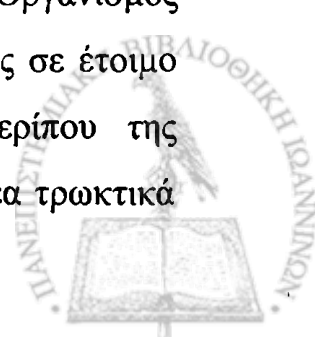
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ολοένα αυξανόμενες ανάγκες του κόσμου για αγαθά, ώθησαν την γεωργία να λάβει μέριμνα για την προστασία της παραγωγής τόσο στον αγρό όσο και κατά την αποθήκευση των προϊόντων.

Με τον όρο αποθήκευση εννοούμε τους μετασυγκομιστικούς χειρισμούς που αφορούν την επεξεργασία την βιομηχανοποίηση, την συσκευασία και την μεταφορά των γεωργικών προϊόντων και τροφίμων. Η αποθήκευση γίνεται μέσα σε διάφορους χώρους, στους οποίους λαμβάνουν χώρα όλα τα μετασυγκομιστικά στάδια, δηλαδή τα στάδια μετά την συγκομιδή έως και την τελική διάθεση του προϊόντος στην αγορά.

Πριν μερικές δεκαετίες, ακόμη και σε κράτη που θεωρούνται 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 λιμούς που σχεδόν μονίμως απειλούν τις περισσότερες χώρες της Αφρικής και της Ασίας. Είναι γνωστό ότι τα ακμαία άτομα των Coleoptera και οι προνύμφες των Lepidoptera καταβροχθίζουν σε μια εβδομάδα προϊόν πολλαπλάσιο του βάρους τους. Για παράδειγμα, μια προνύμφη *Ephestia* sp. κατατρώγει φύτρο 50 περίπου σπόρων μέχρι την νύμφωσή της (Μπουχέλος 1996).



ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

(θεωρητικό)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

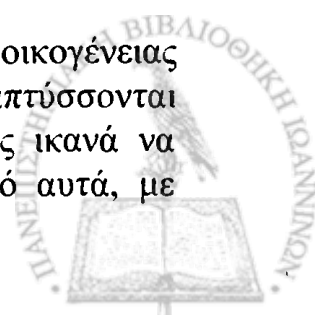
1.1. Γενικώς

Έντομο αποθηκών θεωρείται κάθε είδος εντόμου που προσβάλει 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). 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 ως χρήσιμοι δείκτες για τα προϊόντα που είναι προσβεβλημένα ή βρίσκονται σε κακή κατάσταση, αλλά η παρουσία τους και μόνο είναι ικανή να υποβαθμίσει την ποιότητα των αποθηκευμένων προϊόντων. Είναι άλλωστε γνωστό ότι οποιοδήποτε έντομο μπορεί να γίνει επικίνδυνο εφ' όσον το ευνοήσουν ορισμένες συνθήκες. Στις Η.Π.Α. το σιτάρι θεωρείται προσβεβλημένο όταν πληθυσμός δυο ή περισσότερων εντόμων εχθρών, βρεθεί σε 1 χιλιόγραμμα βάρους, αντιπροσωπευτικού δείγματος αποθηκευμένου προϊόντος (Anonymous, 1994).

Τα περισσότερα είδη εντόμων αποθηκών ανήκουν στην Τάξη Coleoptera με επόμενη την τάξη Lepidoptera. Από την Τάξη Hymenoptera, τα έντομα που απαντώνται στις αποθήκες ανήκουν στις οικογένειες Ichneumonidae, Braconidae και Pteromalidae, που παρασιτούν πληθυσμούς εντόμων αποθηκών. Ελάχιστα είναι τα Hemiptera (κυρίως Reduviidae και Anthrenidae), 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. Αρκετά από αυτά, με



κάποιες αλλαγές στις συνήθειές 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 προσβάλει τα προϊόντα πριν από την φόρτωση, ταξιδεύουν μέσα σε αμπάρια πλοίων, εμπορευματοκιβώτια, βαγόνια τρενών, 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 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 έως 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».



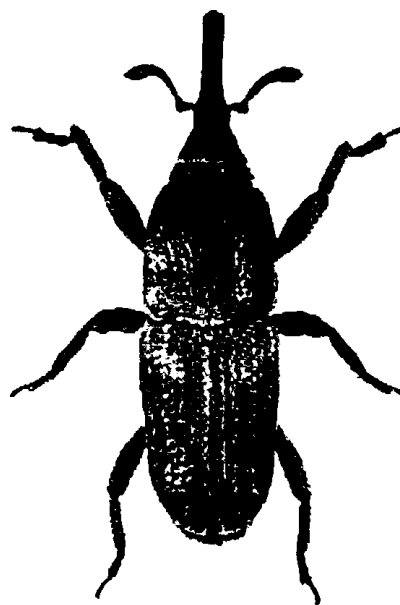
Προσβάλλει τους ξηρούς σπόρους των δημητριακών (σιτάρι, ρύζι, βρώμη, κριθάρι, σόργο, σίκαλη, αραβόσιτο) και σπανιότερα προσβάλλει τα όσπρια (ρεβίθια).

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

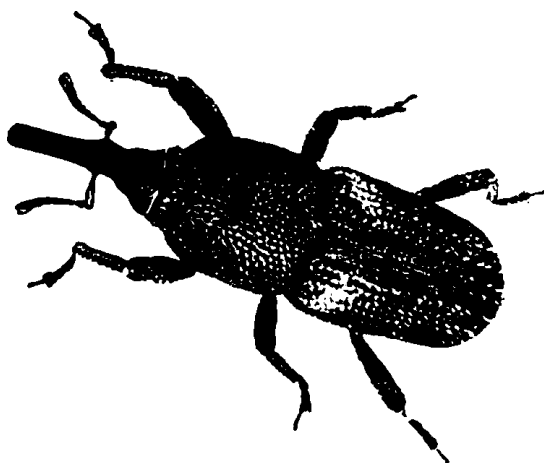
Προσβάλλει το ρύζι και τους σπόρους των δημητριακών ενώ λιγότερο συχνά αλευρώδη προϊόντα, βαμβακόσπορο, όσπρια, ξηρούς καρπούς, ζωοτροφές κ.α.



Εικ. 1: *Sitophilus granarius*



Εικ. 2: *Sitophilus oryzae*



Εικ. 3: *Sitophilus zeamais*

***Sitophilus zeamais* Motschulsky**

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

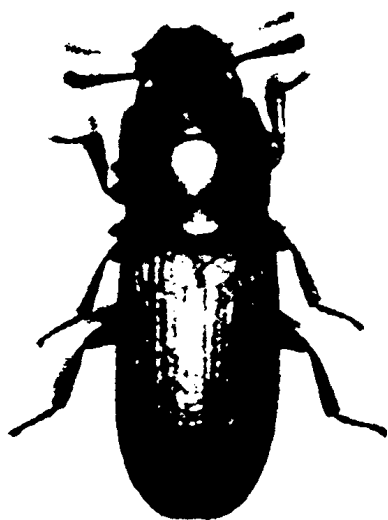
❖ Οικογένεια Tenebrionidae

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

Προσβάλει 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 προσβάλει και βαμβακόσπορο.



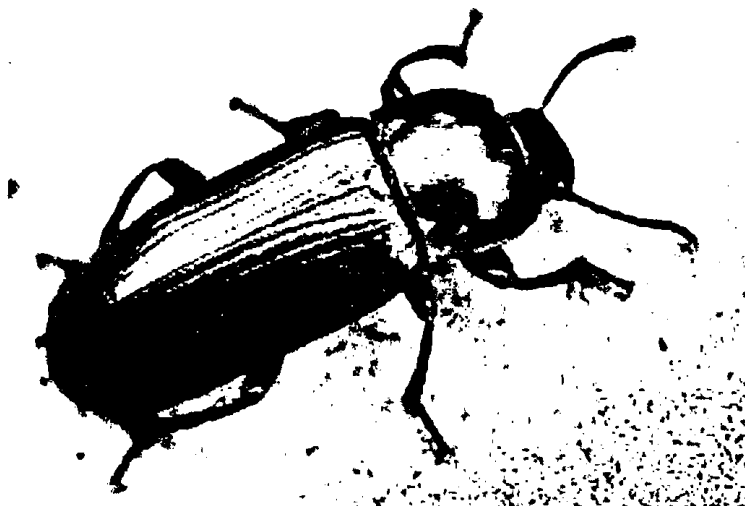
Εικ. 4: *Tribolium confusum*



Εικ. 5: *Tribolium castaneum*

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

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



Εικ. 6: *Tenebrio molitor*

❖ 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 τέλειο έντομο τρέφεται από άλλα έντομα αποθηκών (σαρκοφάγο).



Εικ. 7: *Tenebroides mauritanicus*

❖ 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 υπερέχει σε πληθυσμό ενώ σε αλευρόμυλους υπερέχει το συγγενές *Cryptolestes turcicus* (Grouvelle) (Coleoptera: Cucujidae).



Εικ. 8: *Oryzaephilus surinamensis*



Εικ. 9: *Cryptolestes ferrugineus*

❖ Οικογένεια Bostrychidae

***Rhyzopertha dominica* F.** κν. «σκαθάρι του ρυζιού»

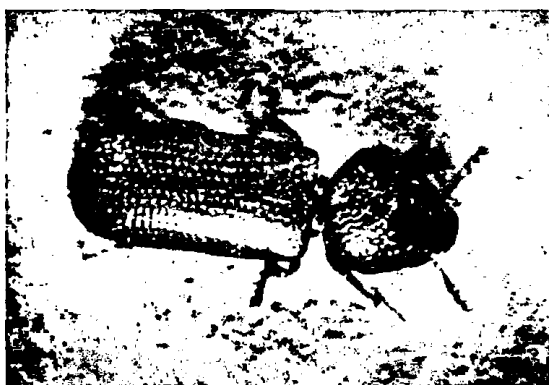
Είναι το πολυπληθέστερο έντομο αποθηκών σε αποθηκευμένο ρύζι και σιτάρι στην Ελλάδα. Προσβάλλει επίσης κριθάρι, αραβόσιτο, μπισκότα και άλλα προϊόντα αλεύρου.



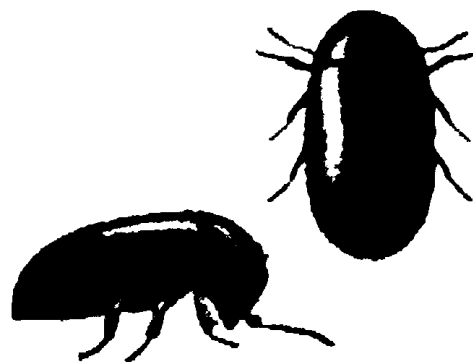
❖ Οικογένεια Anobiidae

***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.



Εικ. 10: *Rhyzopertha dominica*



Εικ. 11: *Lasioderma serricorne*

❖ 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 (Frolich) κοινώς Βρούχος της φακής



Εικ. 12: *Carophilus hemipterus*



Εικ. 13: *Acanthoscelides obtectus*

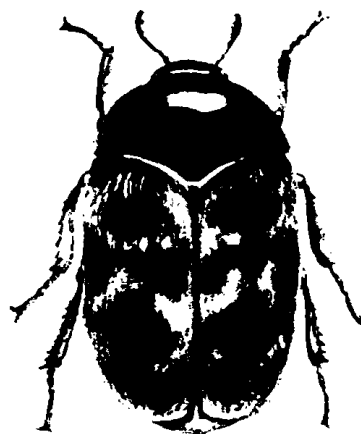
❖ Οικογένεια Dermestidae

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

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.

Εικ. 14: *Anthrenus museorum*Εικ. 15: *Trogoderma granarium*

ΤΑΞΗ LEPIDOPTERA

❖ Οικογένεια Pyralidae

***Ephestia kuhniella* Zeller** κν. «Μεσογειακό 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 ζωτροφές.

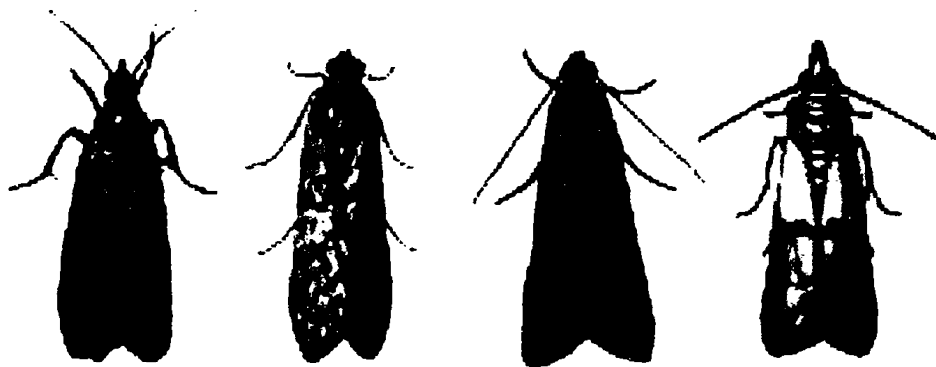
***Ephestia elutella* Hübner** κν. «σκουλήκι του καπνού ή του κακάο»

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 interpunctella* Hübner** κν. «Κοινό σκουλήκι αποθηκών»

Είναι έντομο πολυφάγο. Εκτός από διάφορα είδη σπόρων και προϊόντα τους, προσβάλλει όλα σχεδόν τα είδη ξηρών σπόρων και οπωρών, αποξηραμένες φυτικές και ζωικές ουσίες (βοτανικές και ζωολογικές συλλογές), σκόνη γάλακτος, σοκολάτα, γύρη στις κυψέλες των μελισσών κ.α.



Εικ. 16: *Plodia interpunctella*, *Ephestia kuhniella*, *Ephestia cautella*, *Ephestia elutella*



Εικ. 17: *Pyralis farinalis*



Εικ. 18: *Corecya cephalonica*

***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. «Τίnea των σπόρων»

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



Εικ. 19: *Tinea granella*

❖ **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.



Εικ. 20: *Sitotroga cerealella*

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 ακόλουθοι:

- 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:

- ο Στη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του εντόμου με αντίστοιχη αύξηση ή μείωση του αριθμού των γενεών
- ο Στη διάπαυση του εντόμου
- ο Στη γονιμότητά του
- ο 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 απεντομωθέντα προϊόντα.

- **Η συμπεριφορά των εντόμων**

Πολλές φορές μπορεί να παίξει 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 κύκλου τους 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**

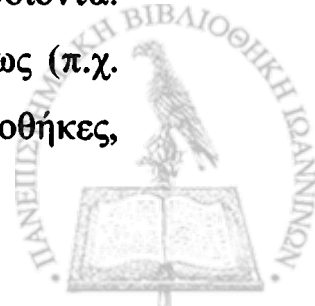
Οι χώροι αυτοί θα πρέπει να είναι σωστά σχεδιασμένοι ώστε να μην επιτρέπουν την εύκολη προσπέλαση εντομολογικών ή άλλων εχθρών. Αυτό επιτυγχάνεται με θύρες που κλείνουν πολύ καλά, με ψιλή σήτα στα παράθυρα, με τη μη ύπαρξη ανοιγμάτων ή ρωγμών στους τοίχους και στις οροφές, με δάπεδα που μπορούν να καθαριστούν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

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

Το βασικότερο μέτρο που θα πρέπει να τηρείται είναι να μην εισάγεται στους αποθηκευτικούς χώρους προσβεβλημένο προϊόν. Γι' αυτό, ανά τακτά χρονικά διαστήματα πρέπει απαραίτητα να γίνεται σχολαστικός έλεγχος στο προϊόν και στα υλικά συσκευασίας.

- **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 ανεπιθυμητών 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.

- **Ύπαρξη λεπτομερούς προγράμματος ελέγχου για έγκαιρη επισήμανση τυχόν προσβολής**

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



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

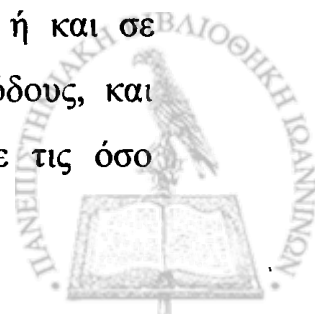
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΕΩΣ ΕΝΤΟΜΩΝ ΕΧΘΡΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ 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 παρ' όλα 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 αντιμετώπισεως των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι η χημική. Παρά το γεγονός ότι με τις χημικές μεθόδους αντιμετώπισεως 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 ιδιαίτερες αποτελεσματικές, με τις όσο



δυνατόν λιγότερες συνέπειες για το περιβάλλον (Μπουχέλος, 1996). Οι εναλλακτικές αυτές μέθοδοι αντιμετώπισεως, πέραν των χημικών, διακρίνονται στις εξής :

- Μηχανικές
- Φυσικές
- Βιοτεχνολογικές
- Βιολογικές

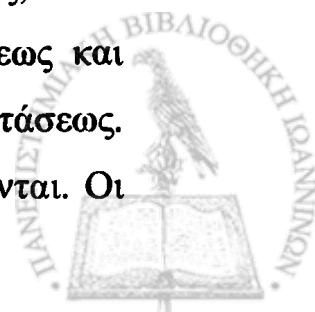
2.2. Χημικές μέθοδοι

Με τις χημικές μεθόδους αντιμετώπισεως 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 οργανοφωσφωρικά, πυρεθρινοειδή και καρβαμικά. Από τα οργανοφωσφωρικά χρησιμοποιούνται κυρίως τα Acephate, Chlorpyrifos, Dichlorvos, Fenthion, Malathion και Pyrimiphos methyl. Από τα πυρεθρινοειδή τα deltamethrin, cyfluthrin, beta-cyfluthrin και από τα καρβαμικά το carbaryl και το propoxur.

Όλα τα παραπάνω σκευάσματα χρησιμοποιούνται για απεντομώσεις χώρων κυρίως με ψεκασμό και λιγότερο με επίπαση. Το ψεκαστικό υγρό μπορεί να εφαρμοσθεί με ψεκαστήρες πλάτης, όταν πρόκειται για μικρούς χώρους ή με ψεκαστήρες υψηλής πίεσεως και υψηλού όγκου (HV) όταν πρόκειται για χώρους μεγάλης εκτάσεως. Μεγάλη σημασία έχει το μέγεθος των σταγονιδίων που παράγονται. Οι

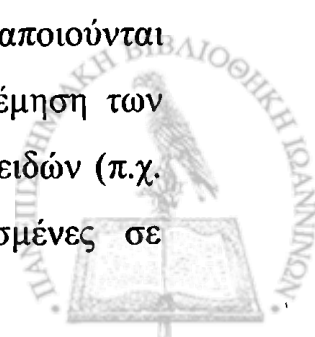


σταγόνες μεγέθους 300-400 μ που παράγονται από τους ψεκαστήρες HV, δημιουργούν μεν ένα καλό νέφος, όμως κατακάθονται γρήγορα και δημιουργούν πολλές φορές ελαιώδεις ανεπιθύμητους λεκέδες. Για τον λόγο αυτό, επιδιώκεται οι ψεκασμοί να γίνονται με ψεκαστήρες υπερμικρού όγκου (ULV) όπου το μέγεθος των σταγονιδίων 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 υπ' όψιν 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 προσβάλλουν 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 αντιμετώπισεως είναι πρακτικά αδύνατον να εφαρμοστούν.



Εικ. 21. Φιάλες φωσφίνης

Τα κυριότερα καπνογόνα που χρησιμοποιούνται σήμερα στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι η φωσφίνη (PH_3). Πρόκειται για λίαν πολύ ισχυρο δηλητήριο τόσο για τα έντομα όσο και για τα θηλαστικά, γι' αυτό η εφαρμογή του πρέπει να γίνεται προληπτικώς, πριν την εισαγωγή του προϊόντος στην αποθήκη. Ο

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

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

- **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.





οσφίνη 1.χάπια φωσφίνης 2.τοποθέτηση χαπιών φωσφίνης σε χύμα σπόρους με
 ι σόντας 3.Τοποθέτηση χαπιών κάτω από ντάνες 4.Σακίδια ή φάκελοι φωσφίνης
 ση «φακέλων φωσφίνης» σε χύμα σπόρους 6.Τοποθέτηση φακέλων σε ντάνες
 | φωσφίνης στις ταινίες μεταφοράς χύμα σπόρων. 8,9. Εφαρμογή της φωσφίνης
 ιταπολέμηση αρουραίων στους αγρούς 10. Συσκευασία τύπου «κουβέρτας»
 ησιμοποίηση «κουβερτών» σε ντανιασμένα ή χύδην προϊόντα 14.μάσκα και
 την προστασία των εφαρμογών 15.ανιχνευτές φωσφίνης τύπου λεπτού σωλήνος
 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 καταχωρήσεως γεωργικού εντομοκτόνου μπορεί να διαρκέσει 8-10 χρόνια και να κοστίσει 40-80 χιλιάδες δολάρια (Arthur, 1996). Επίσης, κάθε χημικό εντομοκτόνο που έχει καταγραφεί και καταχωρηθεί πριν το 1986 (όπως το malathion) πρέπει να καταχωρηθεί ξανά κάτω από την ίδια διαδικασία. Αυτό το κόστος καταχωρήσεως είναι απαγορευτικό για πολλά γεωργικά συστήματα, γιατί κάθε προϊόν το οποίο καταχωρείται ή πρέπει να ξανακαταχωρηθεί είναι αναγκαίο να επιφέρει εντυπωσιακού όγκου ετήσιες πωλήσεις για να καλύψει το συγκεκριμένο κόστος (Arthur, 1996).

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

Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων που αναπτύσσονται στα ακατέργαστα γεωργικά προϊόντα οδηγεί στο συμπέρασμα ότι χρειάζονται επιπρόσθετα μέτρα για τον έλεγχό τους ή την αντικατάσταση των χημικών με εναλλακτικές μεθόδους προστασίας, που θα μειώσουν τις παραπάνω συνέπειες. Πολλές χώρες αναπτύσσουν προγράμματα και



σχέδια δράσεως έτσι ώστε να μειωθεί η χρήση των χημικών εντομοκτόνων μέχρι και 50% (Arthur, 1996).

2.3. Βιοτεχνολογικές μέθοδοι

Οι βιοτεχνολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων περιλαμβάνουν 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 κατάστροψη 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, το οποίο έχουν κατασκευαστεί (χαρτί, πλαστικό, μέταλλο) ή το σχήμα (π.χ μορφή δέλτα, κυματοειδούς χάρτου).



Εικ.23. Παγίδα τύπου δέλτα (B.C.S.)



Εικ.24. Παγίδα γράνης (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 έρπουν μέσα στις τρύπες και πέφτουν μέσα σε ένα σωλήνα συλλογής ή σε ένα συλλογέα που μπορεί να αλλαχθεί και είναι ειδικώς σχεδιασμένος για χρήση εντός της μάζας του 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.

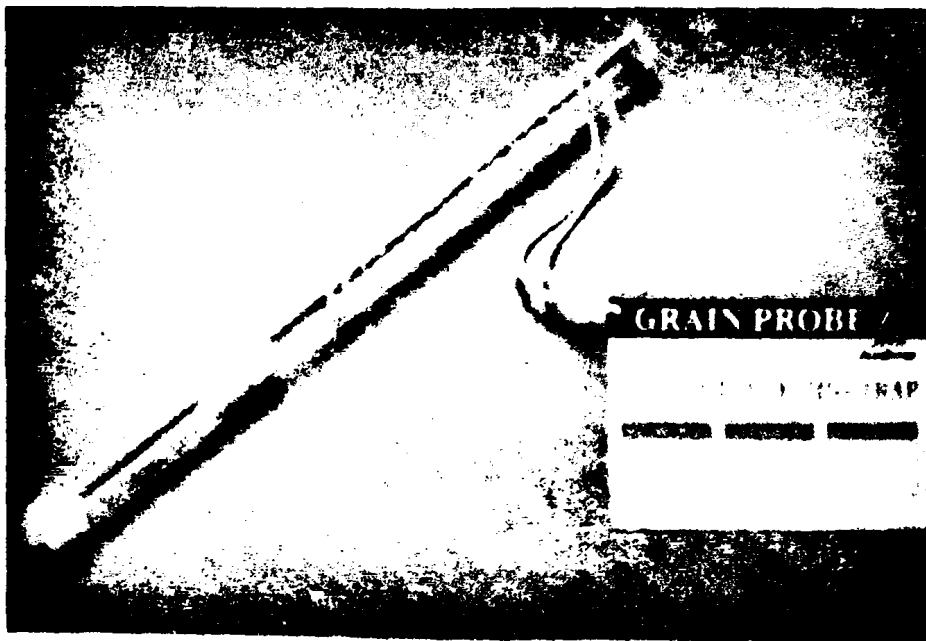
Με τις φωτεινές ή ηλεκτρικές παγίδες εκμεταλλευόμαστε το φαινόμενο του τροπισμού και ειδικότερα του φωτοτροπισμού. Τροπισμός είναι ο προσανατολισμός και στην συνέχεια η αντανάκλαστική μετατόπιση (θετική ή αρνητική) των οργανισμών, υπό την επίδραση



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:

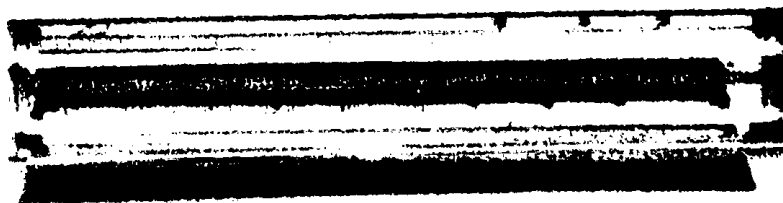
- *O. surinamensis*
- *Oryzaephilus mercator* (Fauvel) (Coleoptera:Silvanidae)
- *S. granarius*
- *T. confusum*
- *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrychidae)
- *T. molitor*
- *Ptinus* sp.
- *T. mauritanicus*
- *Araecerus fasciculatus* (Aurivillius) (Coleoptera: Curculionidae)



Εικ. 25. Παγίδα τύπου σόντας



Εικ. 26. Παγίδα κυματοειδούς χάρτου



Εικ. 27. 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 συνάθροιση στην πηγή τροφής.

Με τη χρήση φερομονικών παγίδων μπορούμε να ανιχνεύσουμε και να προσδιορίσουμε ταυτόχρονα τα έντομα εχθρούς των αποθηκευμένων προϊόντων, ενώ κατ' ευθείαν έλεγχο των πληθυσμών με φερομόνες μπορεί να επιτευχθεί με σκευάσματα που περιέχουν

ελκυστικό, που ελκύει και ταυτοχρόνως θανατώνει ή αποτρέπει την σύζευξη των εντόμων.

2.3.2. Ρυθμιστές αναπτύξεως

Οι ρυθμιστές αναπτύξεως των εντόμων (Insect Growth Regulators, IGRs) αποτελούν ομάδα εντομοκτόνων τα οποία παρεμποδίζουν την φυσιολογική ανάπτυξη των εντόμων και συνεπώς επηρεάζουν την ανάπτυξη, την αναπαραγωγή και τη συμπεριφορά τους (Oberlander et al., 1997, Mondal and Parween, 2000, Oberlander and Silhacek, 2000).

Λόγω του τρόπου δράσεώς τους, οι IGRs δρουν εναντίον των ατελών σταδίων των εντόμων αναστέλλοντας την μεταμόρφωσή τους και κατά συνέπεια, τον πολλαπλασιασμό τους (Oberlander and Silhacek, 2000). Αυτά τα εντομοκτόνα δρουν ειδικώς κατά των εντόμων ενώ έχουν μικρή τοξικότητα στα θηλαστικά.

Η χρήση των ρυθμιστών αναπτύξεως στηρίχθηκε στην ιδέα της αντιμετώπισης των εντόμων εχθρών με ορμόνες νεότητας τις οποίες παράγουν τα ίδια τα έντομα. Τα πλεονεκτήματα της χρήσεως ρυθμιστών αναπτύξεως στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι η εκλεκτική δράση τους επί των εντόμων και η μικρή πιθανότητα αναπτύξεως ανθεκτικότητας, αν και έχουν αναφερθεί περιπτώσεις αναπτύξεως ανθεκτικότητας των εντόμων έναντι των ρυθμιστών αναπτύξεως (Staal, 1975). Στους ρυθμιστές αναπτύξεως ανήκουν οι ορμόνες νεότητας, οι παρεμποδιστές βιοσυνθέσεως χιτίνης καθώς και οι μιμητές της δράσεως της εκδυσόνης.

Οι ορμόνες νεότητας (Juvenile Hormone Analogues, JHAs) είναι υπεύθυνες για την παράταση του προνυμφικού σταδίου των εντόμων. (Mamatha et al., 2008). Επιδρούν στην μεταμόρφωση των προνυμφών (Mondal and Parween, 2000, Oberlander and Silhacek, 2000), παράγοντας παραμορφωμένες νύμφες και εμποδίζουν την ολοκλήρωση

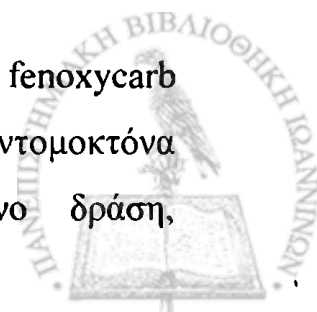


της αναπτύξεως των εμβρύων (Oberlander et al., 1997). Επιπροσθέτως, επηρεάζουν την αναπαραγωγή των ακμαίων, επηρεάζοντας τη λεκιθογένεση, την ανάπτυξη των ωοθυλακίων, τη σύνθεση πρωτεϊνών στις ωοθήκες (Koeppe et al., 1985), την σεξουαλική επικοινωνία (Teal et al., 2000) ή την συμπεριφορά κατά την σύζευξη. Οι JHAs, μπορούν (Chanbang et al., 2008) ή δε μπορούν (Wijayarathne et al., 2012) να μειώσουν τη γονιμότητα των ενηλίκων όταν εφαρμόζονται στις προνύμφες ή στις νύμφες τους.

Το methoprene είναι ορμόνη νεότητας, η οποία επηρεάζει την ανάπτυξη των ατελών σταδίων των εντόμων, μπορεί να έχει ωοκτόνο δράση και επίσης μπορεί να έχει υπο-θανατηφόρα αποτελέσματα, όπως μειωμένη γονιμότητα στα έντομα τα οποία εκτίθενται ως ατελή (Oberlander et al., 1997) ή ως ενήλικα (Daglish and Pulvirenti, 1997). Έχει αξιολογηθεί με επιτυχία εναντίον διαφόρων ειδών εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων, σε δημητριακά (Chanbang et al., 2008, Athanassiou et al., 2010).

Συγκεκριμένως, είναι πιο αποτελεσματικό επί εντόμων που τρέφονται εξωτερικώς των σπόρων (Mian and Mulla, 1982, Smet et al., 1989) και έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως ως 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 σκεύασμα 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 fenoxycarb και το pyriproxypheη τα οποία χρησιμοποιούνται ως εντομοκτόνα επαφής. Το fenoxycarb χαρακτηρίζεται από ωοκτόνο δράση,

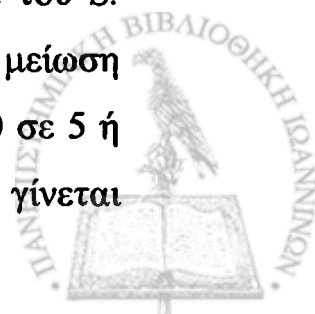


παρεμποδίζει την εμβρυογένεση και την ομαλή εξέλιξη των εντόμων. Είναι αποτελεσματικό εναντίον λεπιδοπτέρων και ημιπτέρων σε πολλές καλλιέργειες. Επίσης, είναι αποτελεσματικό εναντίον κολεοπτέρων και λεπιδοπτέρων σε αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα, όπως και εναντίον εντόμων υγειονομικής σημασίας.

Αρκετές μελέτες έχουν τεκμηριώσει την υψηλή αποτελεσματικότητα του pyriproxyphen έναντι των επιβλαβών εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων. Οι Kostyukovsky et al. (2000) αναφέρουν ότι ήταν σε θέση να ελέγξει ανθεκτικούς πληθυσμούς *T. castaneum* στο pirimiphos-methyl και ότι ήταν ανώτερο του methoprene για τον έλεγχο των *S. oryzae* και *R. dominica*.

Οι παρεμποδιστές βιοσυνθέσεως χιτίνης (Chitin Synthesis Inhibitor, CSIs) εμποδίζουν την βιοσύνθεση της νέας επιδερμίδας και συνεπώς τα έντομα δεν είναι ικανά να προχωρήσουν σε έκδυση ή σχηματίζουν μη φυσιολογική δερμίδα (Ishaaya and Casida, 1974, Mondal and Parween, 2000). Από τους CSIs, το diflubenzuron είναι ένα αποτελεσματικό σκεύασμα εναντίον πολλών εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων.

Οι Desmarchelier and Allen (1992) έδειξαν ότι δεν υπήρχαν απόγονοι των *S. granarius* και *S. oryzae* μετά από την έκθεσή τους για μια περίοδο δύο εβδομάδων στο σιτάρι, όπου εφαρμόστηκε το diflubenzuron σε συγκεντρώσεις μεταξύ 0,6 και 9,0 ppm. Ο Mahanthi (2006), δοκίμασε το lufenuron και το diflubenzuron στον αραβόσιτο και βρήκε ότι ανέστειλαν πλήρως την εμφάνιση των ακμαίων *S. oryzae* και έγινε πλήρης έλεγχος του *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae). Ο Ammar (1988) αξιολόγησε το flufenoxuron κατά του *S. oryzae* στο σιτάρι και διαπίστωσε ότι μετά από έκθεση 8 μηνών η μείωση της F1 γενεάς ήταν 92,9 ή 96,3%, ενώ της F2 ήταν 95,9% ή 100 σε 5 ή 25 ppm αντιστοίχως. Με το triflumuron και το flufenoxuron γίνεται



πλήρης έλεγχος του *S. oryzae* στο σιτάρι στις συγκεντρώσεις του 1 και 10 ppm για μια περίοδο 9 μηνών (Eisa and Ammar, 1992).

Η χρήση των μιμητών εκδύσεως προκαλεί την πρόωρη σύνθεση της δερμίδας του εντόμου, ειδικώς κοντά στην περιοχή της κεφαλής, προκαλώντας αναστολή της σιτίσεως, ανεξαρτήτως της ηλικίας ή του σταδίου του εντόμου (Schneiderman, 1972, Fox, 1990, Wing and Aller, 1990). Αυτές οι ενώσεις δείχνουν χημειοστερωτική δράση των θηλυκών (Heller et al., 1992), δρουν μέσω του στομάχου και μέσω επαφής (Fox, 1990) και μπορούν να διεισδύσουν στην δερμίδα του εντόμου. Οι Oberlander et al. (1998) ανέφεραν ότι το βάρος των νυμφών του *P. interpunctella* εκτεθέντων στο methoxyfenozide σε συγκεντρώσεις των 10 και 25 ppm, αυξήθηκε κατά 50% σε σύγκριση με την αύξηση των μαρτύρων που ήταν 400% σε διάστημα 3 ημερών. Επιπλέον, η θνησιμότητα των προνυμφών αυξήθηκε σημαντικώς για δόσεις από 5 έως 25 ppm σε σύγκριση με τους μάρτυρες.

Οι Kavallieratos et al. (2012) δοκίμασαν δύο νεανικές ορμόνες (fenoxycarb και pyriproxifen), τέσσερις παρεμποδιστές βιοσυνθέσεως χιτίνης (diflubenzuron, flufenoxuron, lufenuron, and triflumuron), ένα μιμητή της δράσεως της εκδυσόνης (methoxyfenozide) και ένα συνδυασμό παρεμποδιστή βιοσυνθέσεως χιτίνης και νεανικής ορμόνης (lufenuron και fenoxycarb), κατά των ακμαίων *P. truncatus* στον αραβόσιτο και των ακμαίων *R. dominica* στο σιτάρι. Οι IGRs αξιολογήθηκαν σε τρεις δόσεις (1, 5, 10 ppm) και σε τρία επίπεδα θερμοκρασίας (20, 25, 30 °C) στην περίπτωση του *P. truncatus*, ενώ στην περίπτωση του *R. dominica* στους 25 °C. Διαπίστωσαν ότι η αποτελεσματικότητα των IGRs ήταν εξαρτημένη από την δόση και σε πολλές περιπτώσεις επιτεύχθηκε σχεδόν πλήρης καταστολή της παραγωγής των απογόνων ακόμη και με 1 ppm, ενώ η θερμοκρασία δεν



επηρέασε την αποτελεσματικότητα των δόσεων οι οποίες εξετάστηκαν σε μεγάλο βαθμό.

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 και πρωτοζώων.



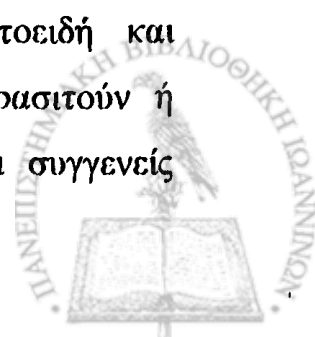
2.4.1. Φυσικοί εχθροί

Οι φυσικοί εχθροί διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τα αρπακτικά και τα παρασιτοειδή.

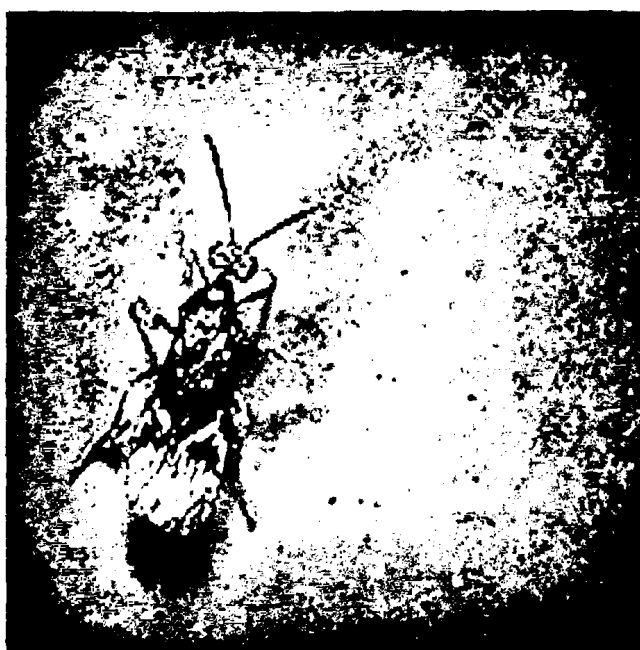
Αρπακτικό είναι κυρίως ένα έντομο ή και άλλος οργανισμός του ζωικού βασιλείου, το οποίο ζει ελεύθερα καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του, είναι συνήθως μεγαλύτερο σε μέγεθος από τη λεία του και για να συμπληρώσει την ανάπτυξή του απαιτούνται περισσότερα του ενός άτομα από τη λεία του (πολλές φορές εκατοντάδες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

Παρασιτοειδές θεωρείται ένα έντομο το οποίο έχει συνήθως, όχι πάντοτε, το ίδιο μέγεθος περίπου με τον ξενιστή του, απαιτεί δε έναν μόνον ξενιστή για τη συμπλήρωση της αναπτύξεώς του τον οποίον και τελικά θανατώνει (Λυκουρέσης, 1995). Για τη σωστή άλλα 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.ά.). 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.

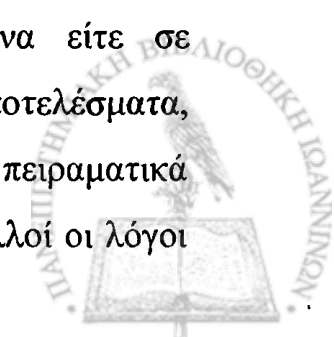


Εικ.28 *Habrobracon* (= *Bracon*) *hebetor*

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

Οι ειδικοί «φυσικοί εχθροί» των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι παρασιτοειδή που παρασιτούν λίγες και στενώς συνδεδεμένες κατηγορίες εχθρών. Το *Laelius pedatus* (Say) (Hymenoptera: Bethyridae) είναι ένας ειδικός φυσικός εχθρός που παρασιτεί τις προνύμφες κυρίως των Κολεοπτέρων εντόμων της οικογενείας Dermestidae. Το υμενόπτερο αυτό κατέχει ορισμένα επιθυμητά χαρακτηριστικά για δυναμικό έλεγχο του *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae) όπως υψηλό αναπαραγωγικό δυναμικό, ευκολία εκτροφής αλλά και 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 προσκολλόνται και αναπτύσσονται δια μέσου της δερμίδος των εντομών, προκαλώντας το θάνατό τους. Οι εντομοπαθογόνοι μύκητες είναι φυσικώς υπάρχοντες οργανισμοί, ασφαλείς για το περιβάλλον και με μικρή τοξικότητα για τα θηλαστικά (Cox and Wilking, 1996). Ο *Beauveria bassina* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) έχει δοκιματεί με επιτυχία κατά διαφόρων ειδών εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων, τόσο στο εργαστήριο όσο και στην φύση (Rice and Cogburn, 1999, Moore et al., 2000, Lord, 2001, Dal-Bello et al., 2001, Padin et al., 2002, Stathers, 2002, Wakefield et al., 2002, Akbar et al., 2004). Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν ενδείξεις ότι ένας άλλος μύκητας, ο *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) είναι αποτελεσματικός κατά εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων (Batta, 2004, 2005). Το είδος αυτό αποτελεί ένα καλό

πρότυπο για βιοδοκιμές δεδομένου ότι παράγει μεγάλους αριθμούς κονιδίων τα οποία συλλέγονται ευκόλως.

Ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα στη χρησιμοποίηση εντομοπαθογόνων μυκήτων είναι η ανάγκη για τυποποιημένα κονίδια, γεγονός το οποίο, παρ' όλο που αυξάνει τη δραστικότητα, 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



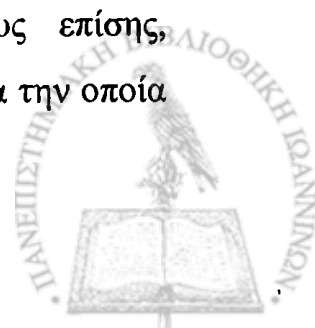
ατμοσφαιρικό αέρα (αναπνοή προϊόντων και εντόμων) με αποτέλεσμα ο χώρος να γίνεται ασφυκτικός.

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 μέσω μεταφοράς, εργαλείων και μηχανημάτων.

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

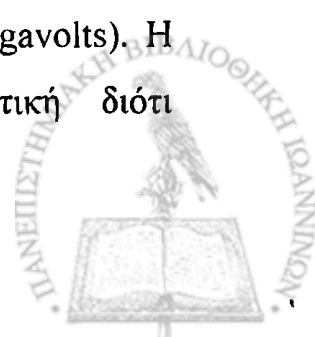
Θα πρέπει όμως να έχουμε υπ' όψιν μας όταν μεταχειριζόμαστε αυτή τη μέθοδο τα εξής:



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 στείρωση και τη σταδιακή ελάττωση των πληθυσμών τους. Η εφαρμογή των ακτινοβολιών για στείρωση των εντόμων δε βρήκε έδαφος στην περίπτωση των εντόμων αποθηκών γιατί τα στείρα έντομα εξακολουθούν να τρέφονται και να προκαλούν ζημιές στα προϊόντα.

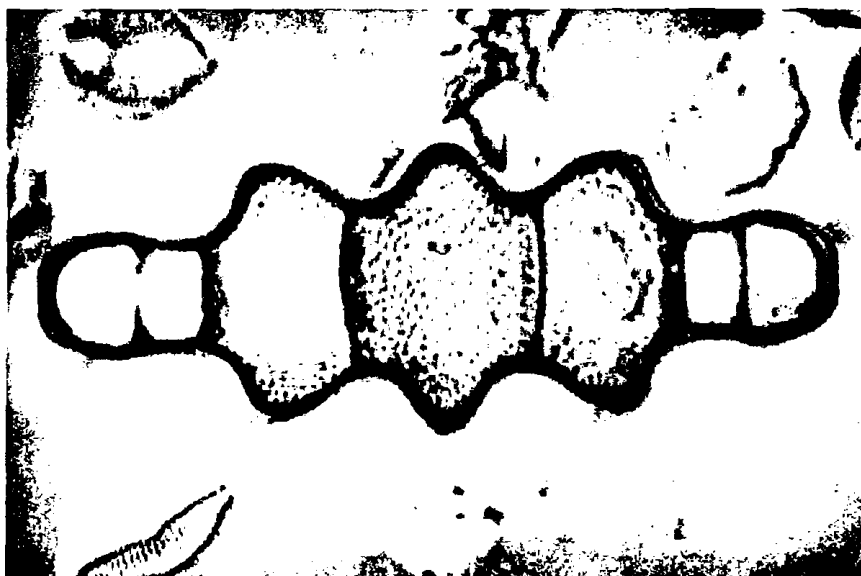
Η αποδοχή από μέρους του καταναλωτικού κοινού των ακτινοβολημένων προϊόντων αποτελεί ένα σοβαρό πρόβλημα, που καθιστά ακόμη πιο δύσκολη την εφαρμογή της μεθόδου αυτής. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου το καταναλωτικό κοινό αρνείται να καταναλώνει τέτοια προϊόντα με αποτέλεσμα να απαγορεύεται ακόμη και η εισαγωγή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

2.6.3. Η χρήση της σκόνης γης διατόμων

Η γη διατόμων (diatomaceous earth) είναι ένα σχεδόν καθαρό προϊόν που αποτελείται από διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) και έχει



προέλθει από απολιθωμένα διάτομα. Τα διάτομα είναι μονοκύτταρα φύκη και πιθανότατα αποτελούν το πιο διαδεδομένο είδος φυτών στο πλανήτη. Υπάρχουν περισσότερα από 25000 είδη διατόμων που βρίσκονται σε αφθονία σε όλα τα υδάτινα οικοσυστήματα, αν και ορισμένα απαντώνται και σε χερσαία περιβάλλοντα (Round et al., 1992).



Εικ.29 Διάτομο όπως φαίνεται από κοινό μικροσκόπιο

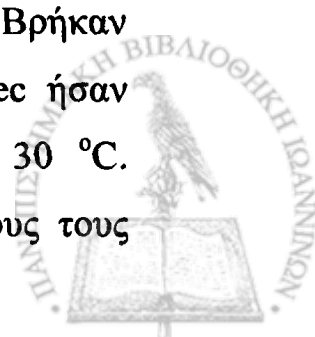
Η δράση της γης διατόμων βασίζεται στην επίδραση που έχουν τα σωματίδιά της επί των εντόμων τόσο κατά την επαφή όσο και κατά το βάδισμά τους επί των σωματιδίων αυτών. Συγκεκριμένως, η ικανότητά της να δεσμεύει τα λιπίδια του κηρώδους χιτώνα των εντόμων και να τα απορροφά της προσδίδει εντομοκτόνο ικανότητα και την κατατάσσει πιθανότατα ως την πιο αποτελεσματική φυσική σκόνη από αυτές που χρησιμοποιούνται (Korunic, 1997). Η δέσμευση αυτή των λιπιδίων εκμηδενίζει το ρόλο του κηρώδους χιτώνα ως μέσο προστασίας της ισορροπίας του ύδατος στο εσωτερικό των εντόμων. Η επίδραση της γης διατόμων προκαλεί απώλεια υγρασίας για τα έντομα στα σημεία επαφής, κάτι που οδηγεί στην εξάντληση και εν συνεχεία το θάνατο των εντόμων

(Ebeling, 1971). Οι συνέπειες της δράσης της γης διατόμων δεν είναι ίδιες αλλά εξαρτώνται από το είδος του εντόμου καθώς και από τις συνθήκες αποθηκεύσεως.

Πέραν της δεσμεύσεως των λιπιδίων η γη διατόμων δρα και μηχανικώς δημιουργώντας αμυχές επί της επιδερμίδας των εντόμων προκαλώντας συμπτώματα αφυδατώσεως επίσης. Μελέτες αναφέρουν την είσοδο της σκόνης αυτής στο εσωτερικό των εντόμων μέσω του πεπτικού συστήματος με τα ίδια αποτελέσματα (Carlson and Ball, 1962, Korunic, 1997). Στα αποτελέσματα της δράσεως της γης διατόμων αναφέρονται στις ίδιες μελέτες και περιπτώσεις ασφυξίας, καθώς επίσης και απωθητική δράση επί των εντόμων αυξάνοντάς έτσι το ποσοστό προστασίας.

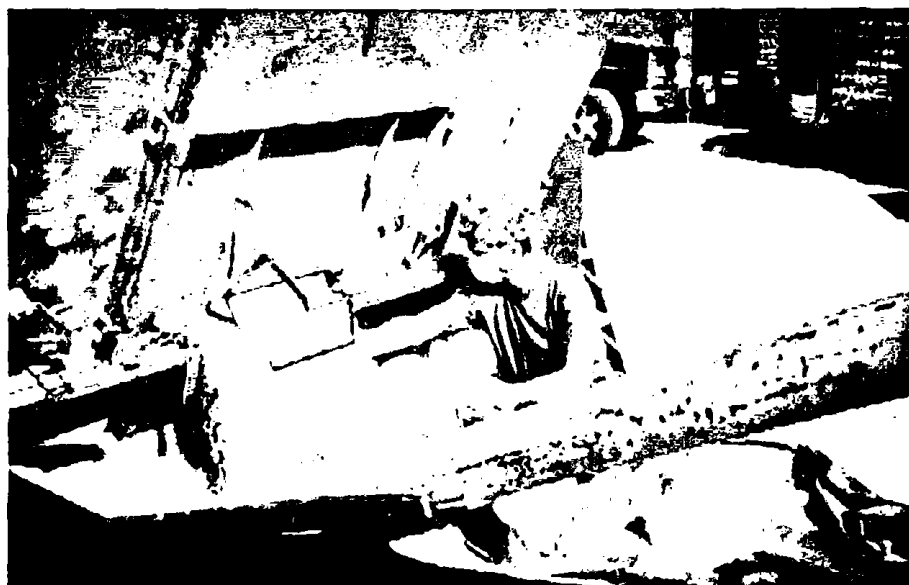
Η αποτελεσματικότητα της γης διατόμων εξαρτάται από τα διαφορετικά μορφολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά που εμφανίζει αναλόγως της προελεύσεώς της. Χαρακτηριστικώς αναφέρεται μία μικρή υπεροχή της σκόνης που προέρχεται από χερσαία διάτομα σε σχέση με τα θαλάσσια (Korunic, 1997), αλλά οι πλέον σημαντικές διαφορές οφείλονται στα μορφολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά της και λιγότερο στην προέλευσή της.

Παράγοντες όπως η υγρασία, η θερμοκρασία, το είδος του εντόμου και η τροφή τους στις αποθήκες επιδρούν στην αποτελεσματικότητα της γης διατόμων. Οι Athanassiou et al. (2007) εκτίμησαν την εντομοκτόνο δράση τριών σκευασμάτων γης διατόμων: Protect-it, PyriSec (500, 1000, 1500 ppm) και DEA-P (75, 150, 500 ppm) κατά των ακμαίων *Prostephanus truncatus* (Horn) σε αποθηκευμένο αραβόσιτο σε τρεις θερμοκρασίες, 20, 25, 30 °C και σε δυο επίπεδα RH, 55, 75%. Βρήκαν ότι στις περισσότερες περιπτώσεις το Protect-it και το PyriSec ήταν περισσότερο δραστικά στους 20 °C εν συγκρίσει με τους 30 °C. Αντιθέτως, η δράση του DEA-P ήταν διαρκώς υψηλή σε όλους τους



εξετασθέντες συνδυασμούς θερμοκρασίας και RH. Επιπροσθέτως, τόσο το στάδιο του εντόμου όσο και το είδος του επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της γης διατόμων, εξαιτίας μορφολογικών και ανατομικών διαφορών. Η γη διατόμων DEBBM εφαρμόστηκε σε επτά διαφορετικά δημητρικά σε δύο δόσεις και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το *S. oryzae* ήταν πιο ευαίσθητο από ότι το *T. confusum* στην DEBBM (Kavallieratos et al., 2010a).

Τα σκευάσματα της γης διατόμων που κυκλοφορούν στο εμπόριο βρίσκονται κυρίως ως εντομοκτόνα εχθρών αποθηκευμένων προϊόντων και λιγότερο ως εντομοκτόνα οικιακής χρήσεως. Κάποια από αυτά τα σκευάσματα είναι τα εξής (εμπορικά ονόματα): Ant & Roach, Byg Resistor, Crop Guard, DE Insect Killer, Dicalite, DiaFil 610, Safecide, Silicosec κ.α. Στο εμπόριο διατίθενται και μείγματα γης διατόμων, κάποιου πυρεθρινοειδούς σε μικρό ποσοστό (0,1 έως 0,2%) και piperonyl bytoxide (1,0%), με εμπορικά ονόματα όπως Diacide Homeguard, Diatect, Perma Guard D-20 κ.α.



Εικ. 30. Ένας τρόπος εφαρμογής σκόνης γης διατόμων, σε αποθηκευμένο σιτάρι στον Καναδά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Η ΔΡΑΣΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ CHLORANTRANILIPROLE ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΩΣ ENTOMOKTONO

3.1. Γενικώς

Το chlorantraniliprole (ISO), είναι ένα καινοτόμο εντομοκτόνο, το οποίο ανακαλύφθηκε από την DuPont™ και είναι επίσης γνωστό με το εμπορικό όνομα Rynaxypyr®. Ανήκει σε μια νέα χημική οικογένεια, των ανθρανλικών διαμιδίων (IRAC MoA Group 28) και έχει ένα νέο τρόπο δράσης ως ενεργοποιητής των υποδοχέων ρυανοδίνης (ryanodine receptor modulator) των εντόμων (Cordova et al., 2006, Nauen, 2006, Lahm et al., 2005). Μετά την κατάποση από το έντομο, το chlorantraniliprole ενεργοποιεί την απελευθέρωση και προκαλεί την εξάντληση των εσωτερικών αποθεμάτων ασβεστίου των μυών, με άμεσο αποτέλεσμα την μειωμένη μυϊκή λειτουργία, παράλυση και ακολούθως θανάτωση των εντόμων - στόχων. Η εκλεκτικότητα έναντι των υποδοχέων ριανοδίνης των εντόμων δικαιολογεί το εξαιρετικό τοξικολογικό προφίλ για τα θηλαστικά.

Το chlorantraniliprole είναι δραστικό εναντίων των μασητικών εντόμων κυρίως μέσω κατάποσης και δευτερευόντως μέσω επαφής, δείχνοντας καλή ωο-προνυμφοκτόνο και προνυμφοκτόνο δράση. Σε ορισμένα είδη, παρατηρείται επίσης δράση εναντίων των ακμαίων. Η αναστολή της διατροφής των εντόμων εμφανίζεται ταχέως (από μερικά λεπτά έως λίγες ώρες μετά τη λήψη) και ο θάνατος επέρχεται συνήθως εντός 24-72 ωρών (Wiles et al., 2009).



Η ανάπτυξη του προϊόντος στην Ευρώπη εστιάζεται σε εφαρμογές φυλλώματος σε μηλοειδή, πυρηνόκαρπα, κηπευτικά, αμπέλι και πατάτες. Δύο σκευάσματα έχουν αναπτυχθεί, το Coragen[®] σε μορφή SC 200 gr L⁻¹ και το Altacor[®] σε μορφή WG 350 gr kg⁻¹.

Η σταθερότητα της δράσης, το ευρύ φάσμα δράσης εναντίον επιβλαβών Lepidoptera και η εξαιρετική εκλεκτικότητα στις καλλιέργειες είναι τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του chlorantraniliprole.

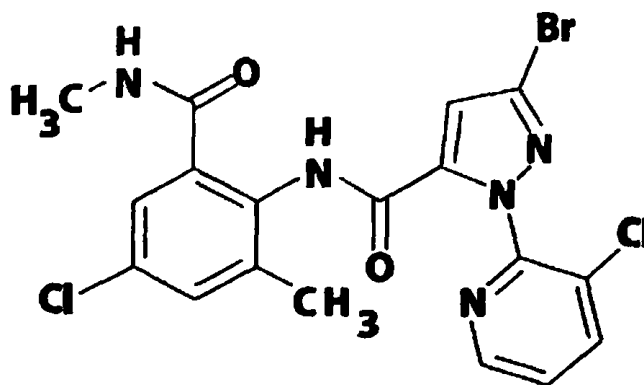
3.2. Φυσικές και χημικές ιδιότητες του chlorantraniliprole

Στον παρακάτω πίνακα παραθέτονται οι φυσικές και οι χημικές ιδιότητες της ουσίας.

Πίνακας Ι. Φυσικές και χημικές ιδιότητες του chlorantraniliprole.

Κοινή ονομασία	Chlorantraniliprole
Εμπορική ονομασία	Rynaxypyr [®]
Χημική ονομασία	3-Bromo-N-[4-chloro-2-methyl-6-(methylcarbamoyl)phenyl]-1-(3-chloro-2-pyridine-2-yl)-1H-pyrazole-5-carboxamide
Πειραματικός κωδικός	DPX-E2Y45

Συντακτικός τύπος



Εμπειρικός τύπος	C ₁₈ H ₁₄ N ₅ O ₂ BrCl ₂
Ακριβές μοριακό βάρος	483.15 g/mol
Σημείο τήξεως	200-202°C / 208 – 210°C
Πυκνότητα	1.5189 (95.9%)/1.507 (99.2%) at 20°C
Πίεση αερίων ατμών	6.3x 10 ⁻¹²
Διαλυτότητα στο νερό	σε απιονισμένο ύδωρ 1.023 mg/L, με pH 4 0.972 mg/L, με pH 7 0.880 mg/L, με pH 9 0.971 mg/L
Διαλυτότητα σε άλλους διαλύτες	διαλυτό σε ακετόνη, μεθανόλη, εξάνιο, ακενονοτίλο, ακετονιτρίλιο, Διμεθυλοφορμαμίδιο, Οξικό αιθυλεστέρα, τολουόλιο και διχλωρομεθάνιο

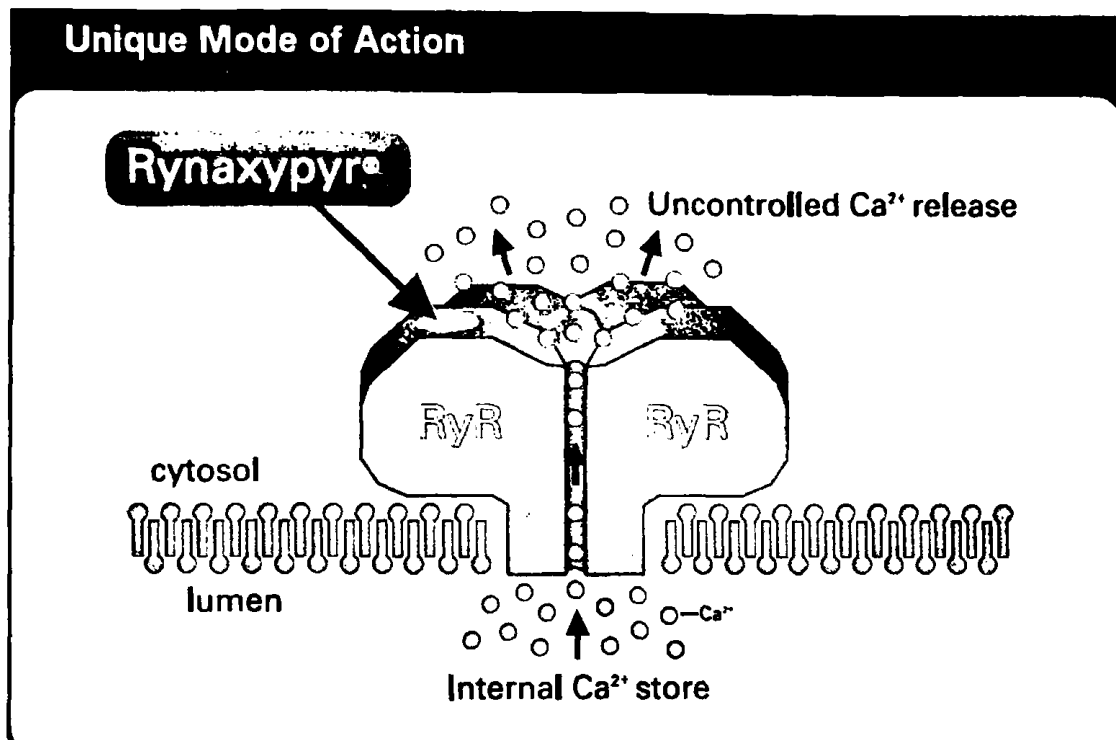
3.3. Τρόπος δράσεως

Το chlorantraniliprole είναι δραστική ουσία του Altacor® και του Coragen®. Ο έλεγχος των εντόμων γίνεται μέσω ενός νέου τρόπου δράσεως, ενεργοποιώντας τους υποδοχείς ρυανοδίνης των εντόμων. Αυτοί οι υποδοχείς παίζουν σημαντικό ρόλο στη λειτουργία των μυών. Η σύσπαση των μυϊκών κυττάρων απαιτεί μία ρυθμισμένη απελευθέρωση ασβεστίου από τα εσωτερικά αποθέματα εντός του κυτοπλάσματος του κυττάρου. Οι υποδοχείς ρυανοδίνης ενεργούν ως διάλυλοι επιλεκτικών ιόντων, κανονίζοντας την απελευθέρωση του ασβεστίου. Το chlorantraniliprole δεσμεύεται στους υποδοχείς ρυανοδίνης προκαλώντας ανεξέλεγκτη απελευθέρωση και εξάντληση του εσωτερικού ασβεστίου, εμποδίζοντας περισσότερο τη σύσπαση των μυών. Στα έντομα που εφαρμόζεται το chlorantraniliprole παρουσιάζεται γρήγορη κατάπαυση της διατροφής, λήθαργος, ξέρασμα της τροφής, μυϊκή παράλυση και οδηγούνται τελικώς στο θάνατο.

Λόγω της μοναδικής χημικής δομής του και της εντυπωσιακής ανακάλυψης του τρόπου δράσεως, το chlorantraniliprole δείχνει εξαιρετικό έλεγχο στους πληθυσμούς των εντόμων που είναι ανθεκτικοί σε άλλα εντομοκτόνα.

Χαρακτηρίζεται από τα υψηλά επίπεδα της εντομοκτόνου δράσης του και της χαμηλής τοξικότητας στα θηλαστικά, αποδίδοντας έτσι την υψηλή επιλεκτικότητα για τους υποδοχείς ρυανοδίνης των εντόμων έναντι των υποδοχέων ρυανοδίνης των θηλαστικών. Επιπλέον, επειδή δεν έχει βρεθεί ότι επιδεικνύει αλληλο-αντίδραση με άλλα εμπορικά εντομοκτόνα, είναι έξοχη επιλογή για τη χρήση σε Προγράμματα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης εχθρών (Integrated Pest Management, IPM), όπου τα εμπορικά καθιερωμένα εντομοκτόνα δεν είναι πλέον αποτελεσματικά (Lahm et al., 2009).





Εικ. 31. Μοναδικός τρόπος δράσης του chlorantraniliprole. Το chlorantraniliprole δεσμεύεται στους υποδοχείς ριανοδίνης των εντόμων, στα μυϊκά κύτταρα, προκαλώντας το άνοιγμα του διαύλου και την απελευθέρωση ιόντων ασβεστίου (Ca^{2+}) από τα εσωτερικά αποθέματα εντός του κυτοπλάσματος. Η απελευθέρωση των Ca^{2+} έχει ως αποτέλεσμα σχεδόν την άμεση παράλυση.

3.4. Φάσμα δράσεως του chlorantraniliprole και η αποτελεσματικότητά του επί των εντόμων

Το chlorantraniliprole ελέγχει αποτελεσματικά τα έντομα που ανήκουν στις Τάξεις Lepidoptera (Hannig et al., 2008, Dong et al., 2009, Ioriatti et al., 2009, Cao et al., 2010, Jones et al., 2010, Sial and Brunner, 2010, Sial et al., 2010, Wang et al., 2010, Lai and Su, 2011), Coleoptera (Koppenhöfer and Fuzy, 2008, Jiang et al., 2012), Diptera (Teixeira et al., 2008), Hemiptera (Dhawan et al., 2009, Lahm et al., 2009, Liu et al., 2012a) και Isoptera (Yeoh and Lee, 2007, Spomer et al., 2009, Neoh et al., 2011).

Το Chlorantraniliprole εισήχθη στην Κίνα το 2008 ως νέο εντομοκτόνο για τον έλεγχο του *Chilo suppressalis* (Walker)

(Lepidoptera: Crambidae) το οποίο είναι ένα από τα πιο επιζήμια παράσιτα του ρυζιού σε όλο τον κόσμο. Οι Huang et al. (2011) αξιολόγησαν την θανατηφόρο δράση του Chlorantraniliprole στο *C. suppressalis* και στο παρασιτοειδές των προνυμφών του, *Cotesia chilonis* (Matsumura). Διαπίστωσαν ότι το chlorantraniliprole έχει αμελητέα τοξικότητα επαφής στο *C. chilonis* και η τοξικότητα του στομάχου ήταν επίσης πολύ χαμηλή, σε σύγκριση με εκείνη του fipronil. Ως εκ τούτου, το chlorantraniliprole θα μπορούσε να είναι μια ιδανική εναλλακτική λύση αντικαθιστώντας το fipronil για τον έλεγχο του *C. suppressalis* στην Κίνα και τη διατήρηση των φυσικών εχθρών, που είναι ένα βασικό συστατικό για τα προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισεως εχθρών.

Οι βιοδοκιμές που έγιναν από τους Guangchun et al. (2010) κατά του *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), το οποίο είναι ένας σημαντικός εχθρός του βαμβακιού στην Κίνα, έδειξαν ότι το chlorantraniliprole δεν έχει μόνο υψηλά επίπεδα θνησιμότητας, αλλά επίσης επιδεικνύει υψηλή αποτελεσματικότητα στον έλεγχο πληθυσμών του εντόμου και συγκεκριμένως στους πληθυσμούς που παρουσιάζουν ευαισθησία στο Cry1Ac και στους πληθυσμούς που είναι ανθεκτικοί.

Οι Ioriatti et al. (2009) αξιολόγησαν την τοξικότητα και την υπολειμματική δράση του chlorantraniliprole κατά του *Lobesia botrana* (Denis & Schifferrmüller) (Lepidoptera: Tortricidae), στις προνύμφες και στα ωά, υπό εργαστηριακές συνθήκες και υπό συνθήκες αγρού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το chlorantraniliprole είχε υψηλό επίπεδο τοξικότητας στις νεαρές προνύμφες *L. botrana*. Στις δοκιμές που έγιναν στον αγρό, το chlorantraniliprole (35mg AI L^{-1}) ήταν τόσο αποτελεσματικό κατά των προνυμφών όσο και το chlorpyrifos-ethyl, προκαλώντας θνησιμότητα μεγαλύτερη από 20% στα ωά και μακροχρόνια επίδραση.

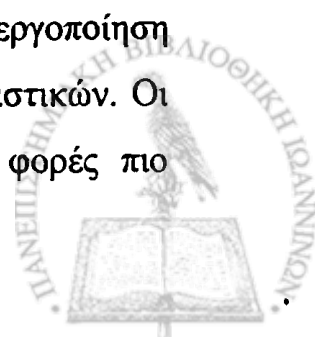


3.5. Ταχύτητα δράσεως

Οι Hannig et al. (2008) συνέκριναν την ταχύτητα δράσεως του chlorantraniliprole με επτά εμπορικά εντομοκτόνα μέσω βιοδοκιμών εναντίων των προνυμφών *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), *Trichoplusia ni* (Hübner), *Spodoptera exigua* (Hübner) και *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). Συμπέραναν ότι η ταχύτητα της δράσεως του chlorantraniliprole εναντίων των εχθρών στόχων, βασισμένη στο χρόνο για την παύση της διατροφής και στη μείωση της ζημιάς από τη διατροφή τους, είναι η μεγαλύτερη μεταξύ των διαθέσιμων εντομοκτόνων για τον έλεγχο των Lepidoptera. Επιπροσθέτως, η ταχύτητα δράσεώς τους είναι σημαντικώς μεγαλύτερη από αυτή, των πιο προσφάτων εξελιγμένων εντομοκτόνων και είναι ισοδύναμη μόνο με την ταχύτητα δράσεως των καρβαμιδικών και των πυρεθρινοειδών. Επιπλέον, το chlorantraniliprole έχει εξαιρετικό τοξικολογικό και οικοτοξικολογικό προφίλ.

3.6. Τοξικότητα

Το chlorantraniliprole έχει ευνοϊκό τοξικολογικό προφίλ. Έχει δείξει πολύ χαμηλή τοξικότητα στα θηλαστικά σε όλες τις χρόνιες μελέτες που έγιναν σε ζώα. Η βάση για αυτή την αξιολόγηση επιλεκτικότητας είναι μια δομική διαφορά μεταξύ των υποδοχέων ριανοδίνης των εντόμων και των θηλαστικών (RyRs). Το chlorantraniliprole είναι ιδιαιτέρως αποτελεσματικό στην ενεργοποίηση των υποδοχέων ριανοδίνης των εντόμων, αλλά όχι των θηλαστικών. Οι υποδοχείς ριανοδίνης των εντόμων είναι 400 έως 3.000 φορές πιο

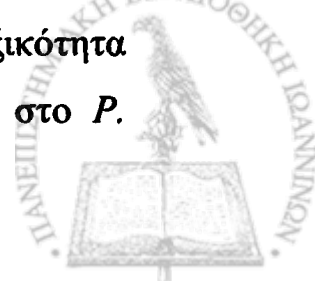


ευαίσθητοι στο chlorantraniliprole σε σύγκριση με τους υποδοχείς των θηλαστικών.

Επιπροσθέτως, το chlorantraniliprole έχει μικρή επίδραση στο περιβάλλον, όταν εφαρμόζεται σύμφωνα με τις οδηγίες χρήσεως. Ο ρυθμός της αποικοδόμησης του chlorantraniliprole στο περιβάλλον ποικίλλει αναλόγως των συνθηκών του εδάφους και του ύδατος. Η υψηλή θερμοκρασία, το αλκαλικό pH και η υπεριώδης ακτινοβολία ενισχύουν την αποικοδόμησή του, παράγοντας μη τοξικά προϊόντα. Η δέσμευση του chlorantraniliprole από το έδαφος, η χαμηλή διαλυτότητά του στο ύδωρ και η μη μεταβλητότητά του, δείχνουν μικρή πιθανότητα για κίνηση προς τα επιφανειακά ή τα υπόγεια ύδατα.

Το chlorantraniliprole έχει εξαιρετικό οικοτοξικολογικό προφίλ. Έχει χαμηλή επίδραση σε οργανισμούς μη στόχους όπως τα πτηνά, τους ιχθύες, τα θηλαστικά, τους γεωσκώληκες, τους μικροοργανισμούς, τα φύκη, άλλα φυτά και αρθρόποδα μη στόχους. Επίσης το chlorantraniliprole έχει ελάχιστη δυνατότητα για βιο-συσσώρευση και βιο-μεγέθυνση στα ζώα. Μερικά υδρόβια ασπόνδυλα, όπως το είδη του γένους *Daphnia*, είναι ευαίσθητα στο chlorantraniliprole. Ωστόσο, μελέτες δείχνουν την επιλεκτικότητά του σε ασπόνδυλα στις εκβολές ποταμών.

Το chlorantraniliprole, εφαρμόζεται στις ΗΠΑ για τον έλεγχο του *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel σε προγράμματα αμειψισποράς. Το chlorantraniliprole έχει υψηλά περιθώρια ασφαλείας για τα θηλαστικά και άριστη εντομοκτόνο δράση, αλλά η τοξικότητά του στους μη στόχους, τις καραβίδες είναι αβέβαιη. Οι Barbee et al. (2010) μελέτησαν την οξεία τοξικότητά του στις καραβίδες του κόκκινου βάλτου, *Procambarus clarkii* Girard. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η τοξικότητα του chlorantraniliprole είναι τρεις τάξεις μεγέθους μικρότερη στο *P.*



clarkii από το lambda-cyhalothrin και το etofenprox, δύο πυρεθροειδή εντομοκτόνα που επίσης χρησιμοποιούνται στο ρύζι.

Οι Preetha et al. (2009), εξέτασαν εννέα εντομοκτόνα, μεταξύ των οποίων και το chlorantraniliprole, για να προσδιορίσουν την τοξικότητά τους στο παρασιτοειδές *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο το chlorantraniliprole βρέθηκε να είναι ακίνδυνο για το *T. chilonis* και ότι μαζί μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης εχθρών για το ρύζι.

Επιπλέον, το chlorantraniliprole (σκευάσματα Coragen® και Altacor®) επέδειξαν χαμηλή εγγενή τοξικότητα σε επικονιαστές καλλιεργειών αγρού και θερμοκηπίου (Stamatas et al., 2009). Συγκεκριμένως, οι Gradish et al. (2009) μετά από δοκιμές που έκαναν σε οπωροκηπευτικά θερμοκηπίου στο Οντάριο, με την παρουσία του *Bombus impatiens* (Cresson) (Hymenoptera: Apidae), το οποίο χρησιμοποιείται εκτεταμένα για τη συμπληρωματική επικονίαση των φυτών εντός των θερμοκηπίων, διαπίστωσαν ότι το chlorantraniliprole ήταν το μοναδικό ακίνδυνο εντομοκτόνο για το *B. impatiens*, εκ των τεσσάρων που εφαρμόστηκαν με άμεση επαφή. Επιπροσθέτως, προκάλεσαν σχεδόν καμία θανατηφόρα επίδραση στις μικροαποικίες των εντόμων. Αντίστοιχα αποτελέσματα ευρέθησαν όταν δοκιμάστηκε σε επτά είδη παρασιτοειδών, σε ευρεία γεωγραφική κατανομή (Brugger et al., 2010).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΜΕΛΕΤΗΘΕΝΤΑ ΕΙΔΗ ENTOMΩΝ

4.1. *Rhyzopertha dominica* (F.)

Τάξη : Coleoptera

Υπόταξη: Polyphaga

Οικογένεια: Bostrychidae

Ελληνική κοινή ονομασία: Σκαθάρι του ρυζιού

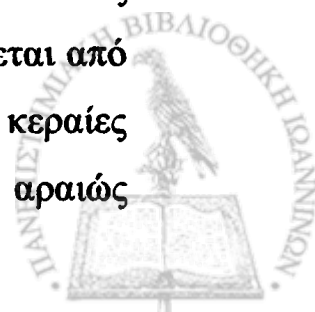
Αγγλική κοινή ονομασία: Lesser grain borer

4.1.1. 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, 1996). Σήμερα συναντάται στις περισσότερες περιοχές της γης, αναπτύσσει μεγάλους πληθυσμούς και προκαλεί σοβαρές ζημιές.

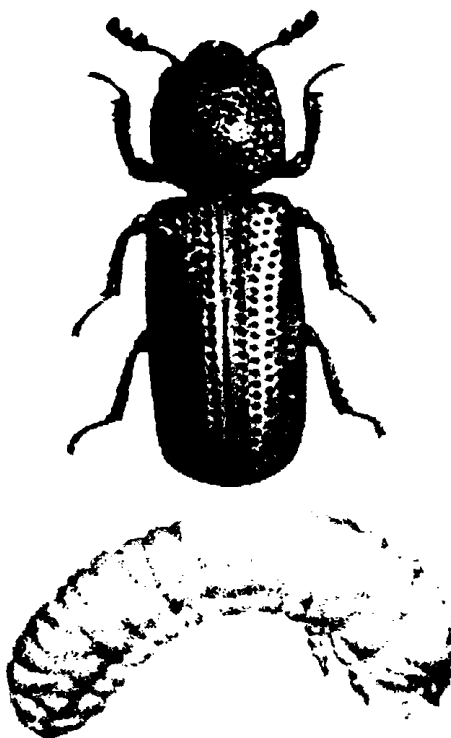
4.1.2. Μορφολογία

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.



Εικ. 32. Ακμαίο και προνύμφη του *Rhyzopertha dominica*

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).

4.1.3. Βιολογία

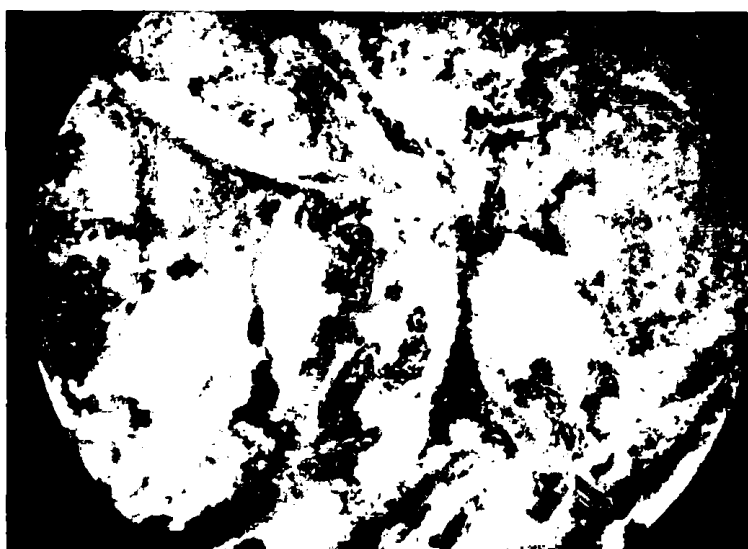
Διαχειμάζει στις αποθήκες σε όλα τα στάδια. Πολλαπλασιάζεται σχετικώς αργά. Η εμφάνιση μεγάλων πληθυσμών του εντόμου ευνοείται όταν οι σπόροι από τους οποίους τρέφεται μείνουν για πολύ καιρό αμετακίνητοι. Πολλές προνύμφες του μπαίνουν σε κάθε σπόρο και καταστρέφουν το εσωτερικό του, μέσα στον οποίο νυμφώνονται. 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. 33. Εκτροφή του *R. dominica* που διατηρείται στο εντομοτροφείο του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου.

4.1.4. 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 34. Σιτάρι σοβαρώς προσβεβλημένο από ακμαία άτομα *R. dominica*.

4.1.5. 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).

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).

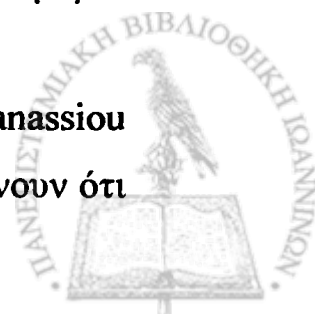
Ένα από τα οργανοφωσφορικά φάρμακα που έχουν δώσει καλά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση του *R. dominica* είναι το chlorpyrifos-methyl. Μόνο του ή σε συνδυασμό με κάποιο πυρεθροειδές μπορεί να βοηθήσει στον έλεγχο του εντόμου στο σιτάρι για αρκετό διάστημα όπως αναφέρει και ο Arthur (1992, 1999).

4.1.6. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης

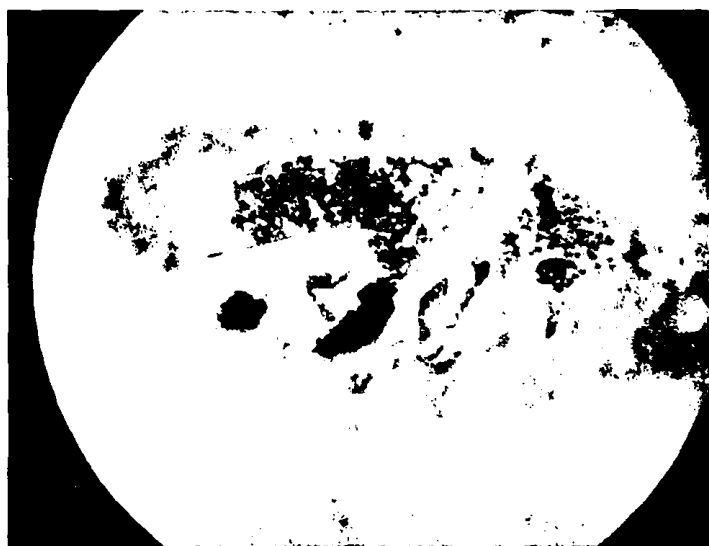
Το *R. dominica* λόγω της αναπτύξεως των νυμφών και των προνυμφών του εντός του σπόρου, είναι από τα έντομα που η αντιμετώπισή τους είναι δύσκολη. Επίσης επειδή και το ακμαίο τρέφεται εντός του σπόρου, είναι δύσκολο να γίνει διάγνωση κυρίως στα αρχικά στάδια της προσβολής. Η προσβολή γίνεται συνήθως 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. 35. Εφαρμογή γης διατόμων σε *R. dominica*.

4.2. *Sitophilus oryzae* (L.)

Τάξη: Coleoptera

Υπόταξη: Polyphaga

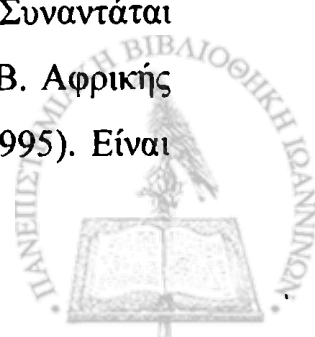
Οικογένεια: Curculionidae

Κοινή ονομασία: Σκαθάρι του ρυζιού

Αγγλική ονομασία: Rice weevil

4.2.1. 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, 1995). Είναι ανθεκτικό στα θερμά κλίματα.



4.2.2. Μορφολογία

Το ακμαίο είναι ρυγχοφόρο. 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 ίπταται, (β) έχει δύο κοκκινωπές ή κιτρινωπές κηλίδες σε κάθε ελύτρο (μία στην ωμιαία γωνία και μια πιο πίσω από το μέσο του ελύτρου). Στο επιθωράκιο του έχει στρογγυλά κοιλώματα. Τα βοθρία του πρόνωτου είναι περίπου κυκλικά και πολύ πυκνά ακόμα και κατά μήκος του πρόσθιου χείλους του πρόνωτου. Οι κατά μήκος των ελύτρων ραβδώσεις αποτελούνται από σχετικά μεγάλα στίγματα-βοθρία ενώ οι μεταξύ τους ζώνες έχουν μεγάλα στίγματα. Το μήκος τους είναι 2.5- 3.5 χιλιοστά.



Εικ. 36. *Sitophilus oryzae*: ωό, pronύμφη, νύμφη, ακμαίο.

Η pronύμφη 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 pronύμφη προσβάλλουν το ρύζι και τους σπόρους σιτηρών (σιτάρι, σίκαλη, κριθάρι, αραβόσιτο και σπανιότερα τη βρώμη), στους αποθηκευτικούς χώρους, όπως επίσης και συμπαγή αμυλούχα προϊόντα (ξηρός άρτος, φρυγανιές, ζυμαρικά). Μπορεί να τραφεί με αλεύρι, πίτυρα ή πλιγούρι, αλλά δεν μπορεί να

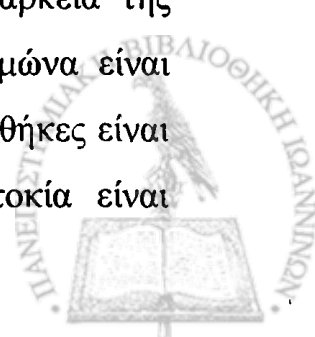
αναπαραχθεί σε αυτά. Προσβάλλει επίσης σε μικρότερο βαθμό όσπρια, καπνό, λαχανικά και ορισμένα άλλα τρόφιμα και ζωοτροφές.

4.2.3. 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 συζεύγγουνται 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 μια 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



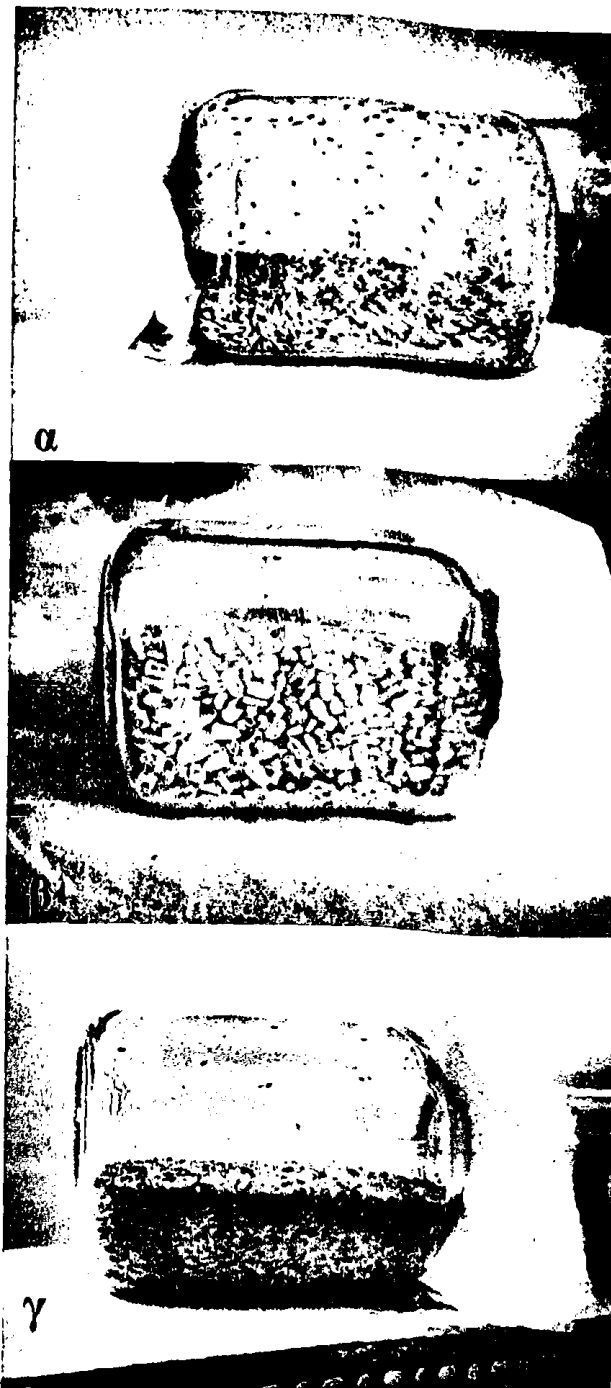
ασθενέστατη και δεν υπάρχει προνυμφική εκκόλαψη σε θερμοκρασίες 13°C ή 35°C και σχετική υγρασία κατώτερη του 30%. Το έντομο δεν αντέχει στις χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες ορισμένων εύκρατων χωρών. Γι' αυτό όπως αναφέρεται είναι σοβαρός εχθρός των αποθηκευμένων σπόρων στις τροπικές και υποτροπικές χώρες 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. 37. Ακμαίο *S. oryzae* εντός σπόρου αραβόσιτου.

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



Εικ.38. Εκτροφές του *S. oryzae* (α. σε κριθάρι, β. σε αραβόσιτο, γ. σε σιτάρι) που διατηρούνται στο εντομοτροφείο του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου.

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.

4.2.4. 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).

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





Εικ. 39 και 40. Προσβολή σπόρου σίτου από ακμαίο άτομο *S. oryzae*.

4.2.5. 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.

4.2.5.1. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισης

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

Σε πειράματα που έγιναν με το *S. oryzae* (Nelson and Charity, 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.

4.2.5.2. Βιοτεχνολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης

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

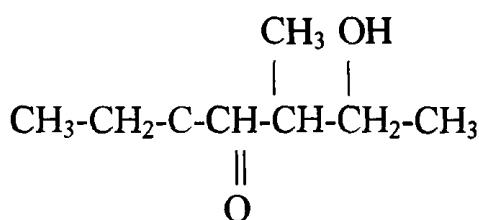
Τα παραπάνω συνηγορούν στην εφαρμογή παγίδων διαφόρων τύπων για την μείωση του πληθυσμού του *S. oryzae* στις αποθήκες. Συγκεκριμένα για το γένος *Sitophilus* sp. εφαρμόζονται παγίδες τύπου σόντας (Σταμόπουλος, 1995).

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

Το *S. oryzae* κατατάσσεται στα μακρόβια είδη (Μπουχέλος, 1996). Αυτό σημαίνει όσον αφορά στην δραστηριότητα του, ότι για την σύζευξη



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



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

Επί του *S. oryzae* έχουν εφαρμοστεί σκευάσματα που στηρίζουν την δράση τους σε ρυθμιστές αναπτύξεως. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκε ένας παρεμποδιστής σύνθεσης της χιτίνης το diflubenzuron σε αναλογία 0.2 mg kg^{-1} σίτου (Oberlander et.al., 1997). Η εφαρμογή αυτή είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση λίγων ακμαίων στην F_1 γενεά, τα οποία με την σειρά τους απέτυχαν να δώσουν απογόνους στην F_2 γενεά. Επειδή οι ρυθμιστές αναπτύξεως δεν είναι πάντα αποτελεσματικοί στο γένος *Sitophilus* sp., θα πρέπει να γίνεται έλεγχος του πληθυσμού των εντόμων με επιπρόσθετη ποσότητα diflubenzuron ώστε να επιτυγχάνεται η προστασία από τα έντομα.

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

συγγενούς *S. zeamays*, τόσο στο σιτάρι όσο και στον αραβόσιτο, ήταν το ακατέργαστο βαμβακέλαιο σε αναλογία 10 gr kg^{-1} 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 $10 - 15 \text{ gr kg}^{-1}$ σπόρου, μειώνει σε μεγάλο βαθμό την βλαστικότητα του σπόρου, κάτι που καθιστά την μέθοδο δύσχρηστη έως και ακατάλληλη. Αξίζει να σημειωθεί ότι για το *S. oryzae* τα πιο αποτελεσματικά έλαια είναι αυτά που προέρχονται από σκελίδες σκόρδου και από κέδρο.

4.2.5.3. Βιολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης

Για την βιολογική αντιμετώπιση του *S. oryzae*, έχουν μελετηθεί τρία έντομα που ανήκουν στην τάξη Hymenoptera. Τα έντομα αυτά δρουν παρασιτικά. Το σημαντικότερο παράσιτό του *S. oryzae* καθώς και του συγγενούς είδους *S. granarius* είναι το *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae). Η δράση του εντοπίζεται επί της προνύμφης του *S. oryzae*. Συγκεκριμένα το θηλυκό Hymenoptera έχει την ικανότητα να ανιχνεύει το κάλυμμα της οπής που δημιουργεί το ακμαίο *S. oryzae* στον σπόρο κατά την ωτοκία. Στην συνέχεια διατρυπά με τον ωothήτη του την είσοδο της οπής και σπρώχνει την προνύμφη περιορίζοντας την κίνησή της. Η πίεση αυτή που ασκείται από τον ωothήτη του θηλυκού παρασιτοειδούς επί της προνύμφης του *S. oryzae* έχει ως αποτέλεσμα την παράλυση της τελευταίας. Παράλληλα, το θηλυκό παρασιτοειδές 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, καταστρέφοντάς τη. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου του παρασίτου είναι 15 ημέρες. Έχει παρατηρηθεί (Cotton, 1963) ότι ένα θηλυκό παρασιτοειδές εναποθέτει περισσότερα από 283 ωά, αλλά τα παρασιτοειδή δεν είναι αρκετά ώστε



να ελέγξουν τον πληθυσμό του *S. oryzae* με μία μόνον εφαρμογή. Γι' αυτό η εξαπόλυση του είδους αυτού πρέπει να επαναλαμβάνεται.

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



Εικ. 41. Ακμαίο άτομο *Anisopteromalus calandrae*.

4.2.5.4. Χημικές μέθοδοι αντιμετώπισης

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

Μετά από τη διενέργεια πειραμάτων έχει βρεθεί πως υπάρχουν πιο αποτελεσματικά φάρμακα όπως το οργανοφωσφορικό pyrimiphos methyl (Τομάζου, 1989) και το πυρεθροειδές permethrin (Papadopoulou et al., 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.

4.2.5.5. Αποτελεσματικότητα της σκόνης γης διατόμων εναντίον του *S. oryzae*

Τα διάφορα σκευάσματα της σκόνης γης διατόμων επιδρούν σε διαφορετικό βαθμό κατά του *S. oryzae* σε αποθηκευμένο σιτάρι, όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί. Γενικώς, το *S. oryzae* φαίνεται να είναι λιγότερο ανθεκτικό από το συγγενές είδος *S. granarius*.



Πίνακας II. Αποτελεσματικότητα διαφόρων τύπων γης διατόμων κατά του *S. oryzae* σε αποθηκευμένο σκληρό σιτάρι, μετά από έκθεση 5 ημερών (Korunic, 1997).

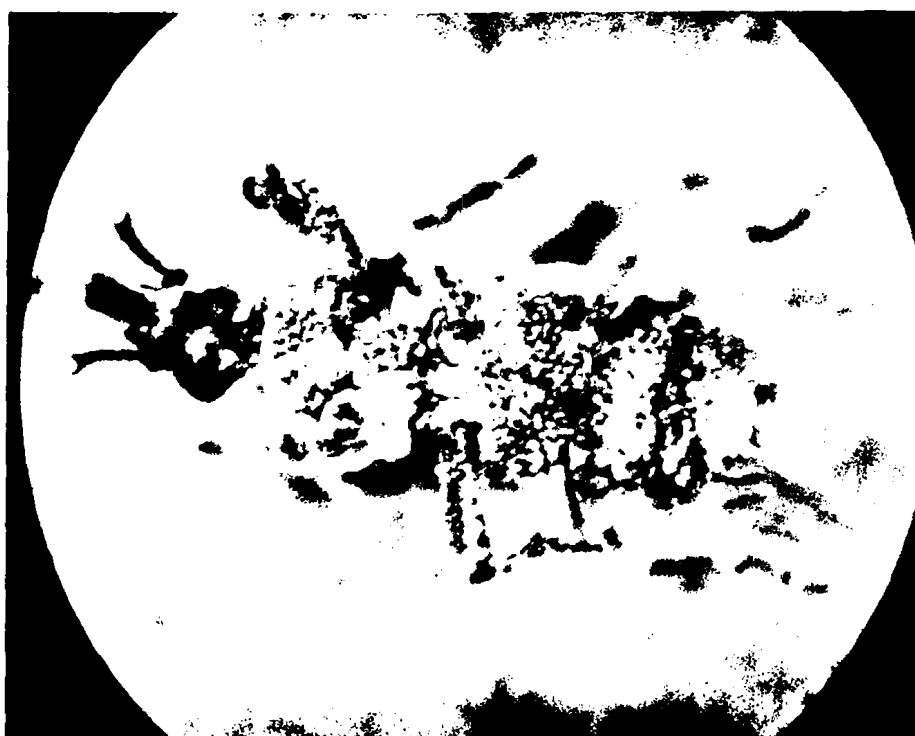
ΓΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	LC ₅₀ (95% Δ.Ε.) σε ppm	LC ₉₀ (95% Δ.Ε.) σε ppm
Celite 209	Θαλάσσια	270 (213-340)	565 (395-857)
DE Macedonia	Θαλάσσια	293 (226-379)	709 (485-1101)
De Japan 2	Θαλάσσια	333 (263-423)	762 (554-1105)
De Japan 3	Θαλάσσια	603 (480-758)	1157 (891-1567)
DE Australia	Μη Θαλάσσια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

- Τα δεδομένα προέκυψαν με ανάλυση probit, ΔΕ= διάστημα εμπιστοσύνης
- 25 ακμαία *S. oryzae* όλων των ηλικιών και ανεξαρτήτως φύλου για κάθε επανάληψη σε σύνολο 5 επαναλήψεων
- Θερμοκρασία 25 °C , Σ.Υ. 55 % και Υγρασία σπόρου 14 %.

Η σκόνη γης διατόμων έχει επίδραση μόνο στα ακμαία *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 and Urlichs, 2001).

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 ωοτοκεί σε σπόρους που δεσμοματίδια σκόνης. Συμφώνως προς τους ερευνητές (Mendoza 1999) ένας καλός συνδυασμός των δύο μεθόδων θα μπορεί επιτευχθεί με μεταχείριση του αποθηκευμένου σπόρου στα στρώματα (μέχρι 30 cm) με σκόνη γης διατόμων και η εξαπόλυση παρασιτοειδούς να πραγματοποιηθεί στα στρώματα της μό αποθηκευμένου σπόρου που βρίσκονται κάτω από αυτό το ύψος.



Εικ. 42. Εφαρμογή γης διατόμων σε *S. oryzae*.

4.3. *Tribolium confusum* Jacquelin du Val

Τάξη: Coleoptera

Υπόταξη: Polyphaga

Οικογένεια: Tenebrionidae

Κοινή ονομασία: Σκαθάρι ή ψείρα των αλεύρων

Αγγλική ονομασία: Confused flour beetle

4.3.1. 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.

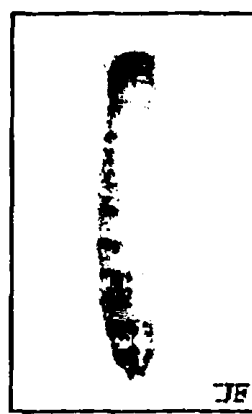
4.3.2. Μορφολογία

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 κεραίες 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.43. Προνύμφες και ακμαία *T. confusum*.



Εικ. 44. Προνύμφη *T. confusum*.

4.3.3. Βιολογία

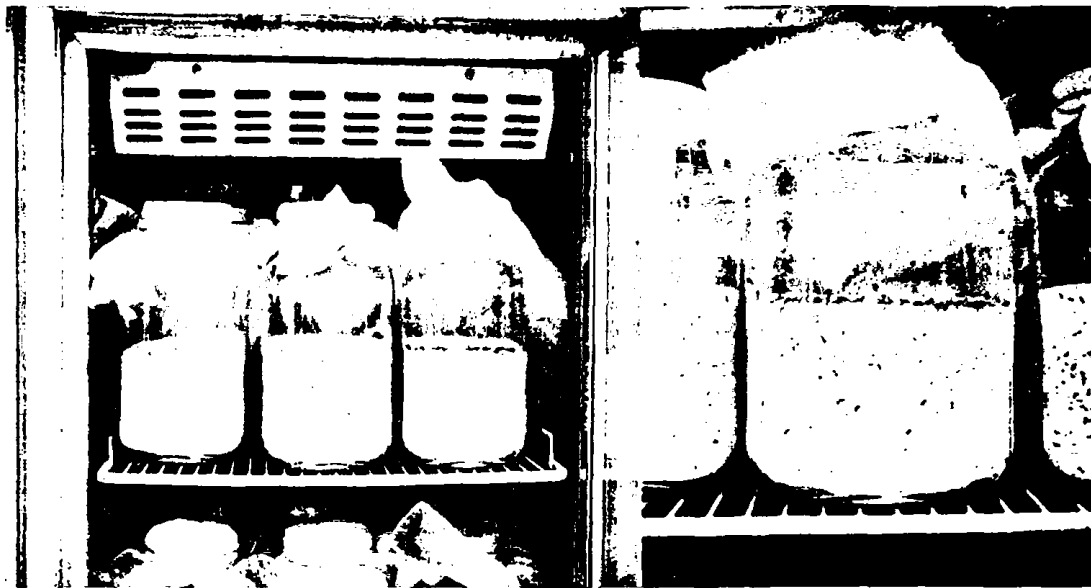
Αναλόγως με τις συνθήκες που επικρατούν στις αποθήκες μπορεί να έχει μέχρι 5 γενεές το έτος. Διαχειμάζει ως ακμαίο εντός των προϊόντων που προσβάλλει ή σε διάφορα προφυλαγμένα σημεία της αποθήκης. Τα θήλεα μπορούν να ζήσουν μέχρι και δύο έτη. Εναποθέτουν μέχρι και 600 ωά / άτομο συνήθως πάνω στα προϊόντα. Οι προνύμφε 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% Σ.Υ (Bonnemaison, 1967).



Εικ.455. Θάλαμοι ελεγχόμενων συνθηκών του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου εντός των διατηρούνται εκτροφές *T. confusum*.

Εργαστηριακές παρατηρήσεις έδειξαν ότι το έντομο αναπτύσσεται καλύτερα και ταχύτερα σε σπασμένους, παρά σε ολόκληρους σπόρους, γεγονός που δείχνει ότι η παρουσία του περισπερμίου αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για την είσοδό τους στο εσωτερικό τους. Παρατηρήθηκε επίσης ότι σε περίπτωση που η τροφή δεν είναι τόσο κατάλληλη για την ανάπτυξη της προνύμφης, ο βιολογικός κύκλος επιμηκύνεται σημαντικά (3-4 μήνες) ενώ παραλλήλως έχουμε αύξηση

του αριθμού των εκδύσεων οι οποίες από 6-7, που είναι ο συνηθισμένος αριθμός, φθάνουν στις 12-13 (Σταμόπουλος, 1995).



Εικ.46. Εκτροφές *T. confusum* διατηρούμενες εντός θαλάμων ελεγχόμενων συνθηκών του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου.

4.3.4. Ζημιές – Προσβολές

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

4.3.5. Χημική αντιμετώπιση

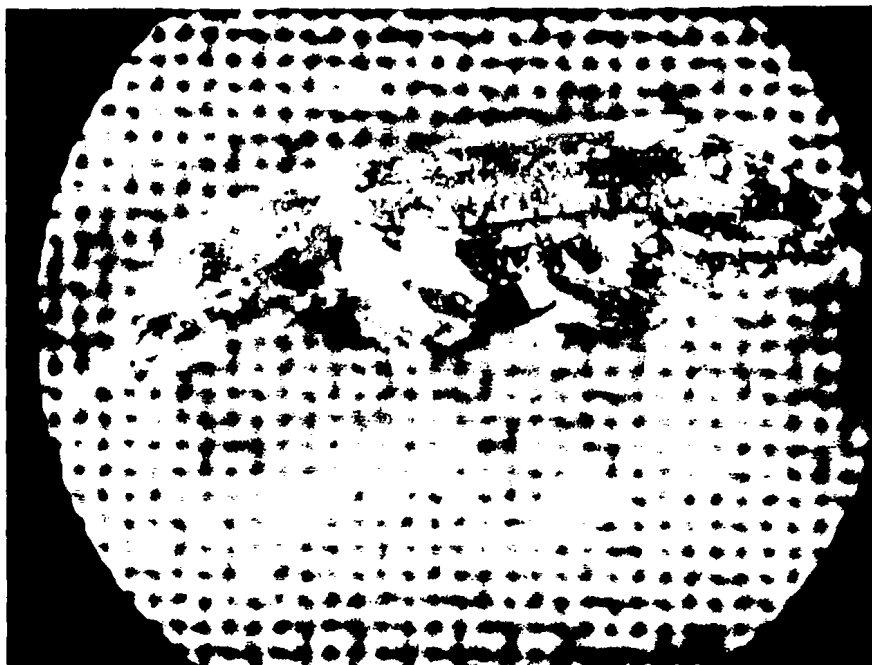
Έχει διαπιστωθεί πως τα οργανοφωσφορικά σκευάσματα όπως το pyrimiphos-methyl (Evans, 1985) και το chlorpyriphos-methyl (Arthur, 1992) μπορούν να δώσουν ικανοποιητικά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση του *T. confusum*. Το έντομο αυτό έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα στα σκευάσματα malathion και lindane (Evans,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

4.3.6. Φυσικές μέθοδοι αντιμετώπισεως

Με το πέρασμα του χρόνου έγινε αναγκαία η χρήση μεθόδων αντιμετώπισεως αποτελεσματικών αλλά και συνάμα ασφαλών για την υγεία των καταναλωτών. Έτσι, δε θα μπορούσε να μην καταλογισθεί και

η χρήση της γης διατόμων ως ένα ασφαλές όπλο για τη καταπολέμηση του *T. confusum*.

Θεωρείται ως ένα από τα πιο ανθεκτικά είδη στη γη διατόμ (korunic, 1998, Athanassiou et al., 2005). Η μορφολογία καθώς και φυσιολογία του συγκεκριμένου εντόμου προσδίδουν σε αυτό τη ικανότητα να αντέχει περισσότερο, από ότι τα υπόλοιπα σκαθάρια των αποθηκευμένων προϊόντων, όταν εκτίθεται σε προϊόν στο οποίο έχει προστεθεί γη διατόμων. Αυτό το γεγονός θα μπορούσε αντιμετωπισθεί χρησιμοποιώντας μεγαλύτερες ποσότητες γης διατόμων στο προϊόν (Mewis and Ulrichs 2001, Athanassiou et al., 2001, Kavallieratos et al., 2010a).



Εικ. 47. Εφαρμογή γης διατόμων σε *T. confusum*.

Ακόμη και αν η θνησιμότητα του πληθυσμού του δεν φθάνει το 100% άμεσα, είναι δυνατό να ελέγχεται ο πληθυσμός του εντόμου εφόσον δεν παρατηρείται μεγάλο ποσοστό απογόνων μετά από επέμβαση με σκόνη γης διατόμων (Athanassiou et al., 2004). Συμφώνως προς το Athanassiou et al. (2003) σε ορισμένες περιπτώσεις η παραγωγή

απογόνων ήταν υψηλή σε προϊόντα που είχε προστεθεί γη διατόμων, ακόμη και όταν τα πατρικά άτομα είχαν κατασταλεί κατά 100%. Παρ' όλα αυτά, η αποτελεσματικότητα της σκόνης είναι ικανοποιητική κατά των προνυμφών του εντόμου, όπως αναφέρουν οι Mewis and Ulrichs (2001) οπότε ακόμη και αν είναι υψηλοί οι αριθμοί των απογόνων, δε θα είναι δυνατή περαιτέρω προσβολή.

Οι Michalaki et al. (2005) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα του εντομοπαθογόνου μύκητα *Metarhizium anisopliae* (Metschinkoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) σε συνδυασμό με το σκεύασμα της γης διατόμων SilicoSec κατά των προνυμφών *T. confusum* και έδειξαν ότι η παρουσία του SilicoSec ενδυνάμωσε την εντομοκτόνο δράση του *M. anisopliae* υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Ο συνδυασμός αυτός εφαρμόστηκε από τους Kavallieratos et al. (2006) σε ακμαία άτομα *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.

4.4. *Ephestia (Anagasta) kuhniella* Zeller

Τάξη: Lepidoptera

Υπόταξη: Glossata

Οικογένεια: Pyralidae

Κοινή ονομασία: Μεσογειακό σκουλήκι των αλεύρων

Αγγλική ονομασία: Mediterranean meal moth



4.4.1. Γεωγραφική κατανομή

Είναι ένα ευρισκόμενο παγκοσμίως έντομο. Η καταγωγή του εντόμου δε μπορεί να καθοριστεί με ακρίβεια. Είναι πιθανό ότι πάντα ήταν ένα ευρέως διαδεδομένο είδος, χωρίς όμως να προκαλεί την προσοχή, μέχρι που προσελκύνθηκε από το αλεύρι και από τα προϊόντα που σχετίζονται με αυτό στους μύλους, άλλαξε τις συνήθειές του και έγινε μια σημαντική απειλή στην αλευροποιία.

Το 1879, δύο χρόνια μετά από την πρώτη αναφορά του εντόμου στη Γερμανία, πήρε την ονομασία του από τον καθηγητή Zeller, ο οποίος πίστευε ότι το έντομο είχε εισαχθεί από την Αμερική. Όμως, η πρώτη επίσημη αναφορά, είχε γίνει στη Γαλλία, συγκεκριμένα, το 1840 στο Παρίσι και άλλη μία το 1872 στην Κωνσταντινούπολη. Αυτές οι αναφορές, προερχόμενες από διαφορετικές πηγές, απεδείκνυαν ότι το έντομο τελικά δεν κατάγεται από την Αμερική, διότι μέχρι το 1889 δεν είχε γίνει καμία επίσημη αναφορά του εντόμου στην ήπειρο.



Εικ. 48. Ακμαίο *E. kuhniella*.

4.4.2. Μορφολογία

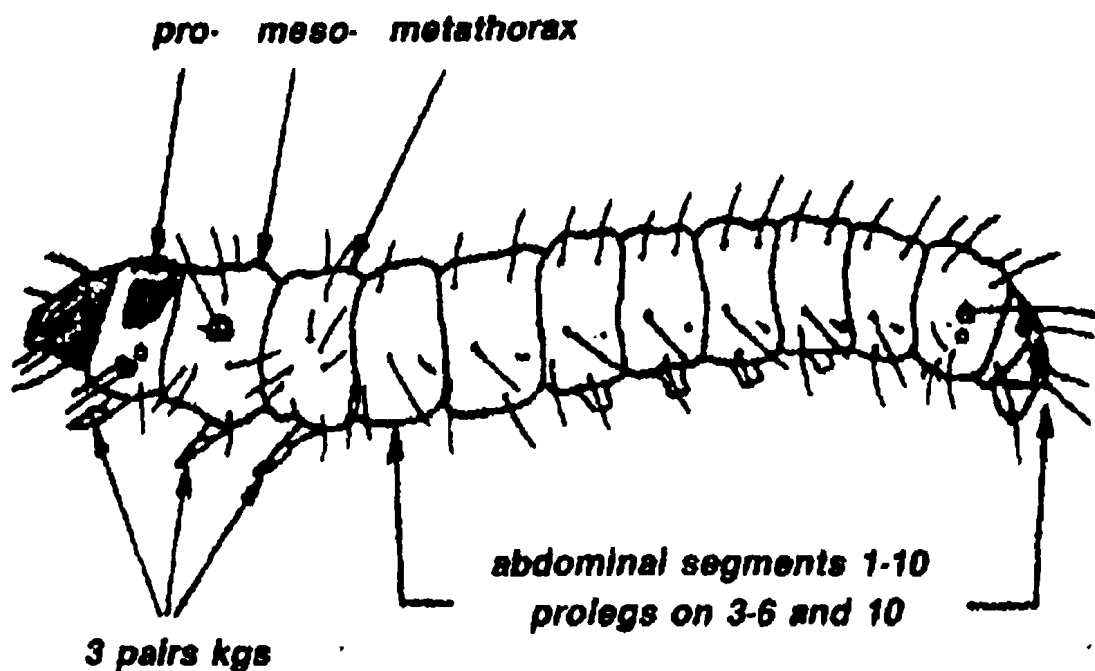
Είναι το μεγαλύτερο Lepidoptera του γένους και έχει άνοιγμα πτερύγων 2-2,5 εκατοστά. Τα θηλυκά άτομα είναι λίγο μεγαλύτερα από τα αρσενικά, αλλά ο χρωματισμός των φτερών είναι ο ίδιος και στα δύο φύλα. Το σώμα και οι πρόσθιες πτέρυγες έχουν χρώμα τεφρό με διάσπαρτες μικρές σκουρόχρωμες κηλίδες και τρεις μαύρες εγκάρσιες κυματοειδείς ή τεθλασμένες γραμμές. Οι οπίσθιες πτέρυγες είναι λεπτές, ημιδιαφανείς και είναι υπόλευκες ή ανοιχτότεφρες, με καστανά νεύρα και περιφέρεια. Η κεφαλή τους είναι μικρή αλλά σφαιρική με μέτωπο γυμνό από λέπια.



Εικ. 49. Ακμαίο, νύμφη και προνύμφη *E. kuhniella*.

Το ωό είναι υπόλευκο, ελλειψοειδές με κοκκώδη επιφάνεια. Οι προνύμφες έχουν μήκος 15 - 20 mm, με χρώμα υπόλευκο ή ελαφρώς ρόδινο, με καστανά ή μαύρα στίγματα, έχουν τρίχες και η κεφαλή τους είναι καστανή. Έχουν διάρκεια ζωής περίπου σαράντα ημέρες. Έχουν τρία ζεύγη ποδών στον θώρακα και άλλα τέσσερα ζεύγη στην κοιλία. Τα κοιλιακά ζεύγη των ποδών είναι εφοδιασμένα με δακτυλίους μικρών αγκίστρων στις άκρες. Υπάρχει επίσης ένα ακόμα ζεύγος στο οπίσθιο άκρο του σώματός της. Η νύμφη έχει χρώμα ερυθροκαστανό, με μήκος

λιγότερο από 1,5 εκατοστό και πάχος περίπου 2 χιλιοστά. Το τελευταίο τμήμα του σώματος της είναι καλυμμένο με λίγες κοντές σμήριγγες.



Εικ. 50. Προνύμφη *E. kuhniella*.

4.4.3. Βιολογία

Έχει μέχρι και 5 γενεές το χρόνο. Διαχειμάζει ως νύμφη και ως προνύμφη. Τα ακμαία εμφανίζονται την άνοιξη. Δραστηριοποιούνται με το ημίφως και τη νύχτα, όπως τα περισσότερα *Lepidoptera* των αποθηκών, ενώ την ημέρα αδρανούν στα τοιχώματα της αποθήκης ή επάνω στα προϊόντα. Τα θηλυκά ωοτοκούν συνήθως πάνω στους σωρούς των αλεύρων ή σε οποιοδήποτε χώρο μέσα στην αποθήκη που έχουν πρόσβαση, ακόμα και μέσα σε μηχανήματα, 200-300 ωά το καθένα.

Η ανάπτυξη του εντόμου συμπληρώνεται σε περίπου 60-70 ημέρες. Τα ωά εκκολάπτονται σε 4 - 28 ημέρες. Η διάρκεια ζωής της προνύμφης είναι περίπου 40 ημέρες, ενώ το νυμφικό στάδιο διαρκεί 10-12 ημέρες. Το στάδιο του ακμαίου ολοκληρώνεται σε 10-14 ημέρες.

4.4.4. Ζημιές – Προσβολές

Οι προνύμφες τρέφονται με δημητριακά, σπασμένους σπόρους, αμύγδαλα, σόγια, ρύζι, φιστίκι, κακάο, σουσάμι, ιδιαίτερα σιτάλευρο και κυρίως ξηρούς καρπούς. Προσβάλλουν αλευρόμυλους ή αποθήκες αλεύρων, ενώ μπορούν να κάνουν ζημιές, λιγότερο βέβαια συχνά, σε αποθηκευμένους σπόρους. Ακόμα προσβάλλουν όσπρια, πίτυρα και γύρη στις κυψέλες μελισσών.

Οι προνύμφες, με μετάξινα νήματα υφαίνουν θήκες, μέσα στις οποίες τρέφονται και αναπτύσσονται. Τα μετάξινα νήματα πολλές φορές καλύπτουν την επιφάνεια των προσβεβλημένων προϊόντων και μαζί με τα αποχωρήματα των προνυμφών, τα βομβύκια και τα εκδύματα που παράγουν κατά την ανάπτυξή τους, ρυπαίνουν και προκαλούν προβλήματα όπως ζυμώσεις, δυσάρεστες οσμές στα άλευρα, υποβαθμίζοντας την ποιότητα του προϊόντος.



Εικ. 51. Προσβολή σπόρων από *E. kuhniella*.



4.4.5. Καταπολέμηση του εντόμου

Ο έλεγχος του εντόμου στα συστήματα αποθήκευσης εξαρτάται κυρίως από την χρήση καπνιστικών, όπως η φωσφίνη. Υπάρχει μία επείγουσα ανάγκη να αναπτυχθούν ασφαλείς εναλλακτικές λύσεις που έχουν τη δυνατότητα να αντικαταστήσουν τα τοξικά καπνογόνα, αλλά θα πρέπει να είναι αποτελεσματικές, οικονομικές και βολικές στη χρήση τους (Ayvaz et al., 2008).

Επίσης, το σκεύασμα γης διατόμων SilicoSec βρέθηκε να είναι αποτελεσματικό κατά των προνυμφών του εντόμου, εφ' όσον ληφθούν υπ' όψιν η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία (Athanassiou et al., 2006).

Πολλά μπαχαρικά και βότανα, όπως και τα εκχυλίσματά τους, είναι γνωστό ότι έχουν εντομοκτόνες ιδιότητες που συχνά παρουσιάζονται στα αιθέρια έλαιά τους (Brattsten, 1983, Schmidt et al., 1991, Shaaya et al. 1991). Τα περισσότερα από τα συστατικά των αιθέριων ελαίων είναι μονοτερπένια, τα οποία είναι δευτερεύουσες χημικές ουσίες και θεωρούνται ότι έχουν μικρή μεταβολική σημασία. Οι Ayvaz et al. (2010), μελέτησαν την εντομοκτόνο δράση των αιθέριων ελαίων από τη ρίγανη, *Origanum onites* L. (Lamiales: Lamiaceae), το θρούμπι, *Satureja thymbra* L. (Lamiales: Lamiaceae), και τη μυρτιά, *Myrtus communis* L. (Rosales: Myrtaceae) εναντίον του *E. kuhniella* και βρήκαν ότι τα αιθέρια έλαια της ρίγανης και του θρουμπιού ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματικά ενάντια στο έντομο με 100% θνησιμότητα μετά από 24 ώρες, ενώ της μυρτιάς ήταν λιγότερο αποτελεσματικό με θνησιμότητα 90%.

Για την καταπολέμηση του εντόμου, συνιστάται επίσης η παρακολούθηση της κατανομής του στις αποθήκες, στο χρόνο και τον χώρο, έτσι ώστε να επιτευχθεί ένα καλύτερο αποτέλεσμα. Στη χρήση φερομονικών παγίδων βασίζονται πολλές μελέτες που έχουν γίνει πάνω



στη χωρική κατανομή του *E. kuehniela*. Επιπροσθέτως, χρησιμοποιούνται φερομονικές παγίδες σε συνδυασμό με παγίδες με τροφικά δολώματα (Cox, 2004, Trematerra and Sciarretta, 2004). Τέλος, ως οδηγός για την οργάνωση ενός κατάλληλου προγράμματος αντιμετώπισης εντός των αποθηκών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο αριθμός των συλλήψεων στις παγίδες (Arbogast et al., 2000).

4.5. *Liposcelis bostrychophila* Badonnel

Τάξη: Psocoptera

Υπόταξη: Troctomorpha

Οικογένεια: Liposcelidae

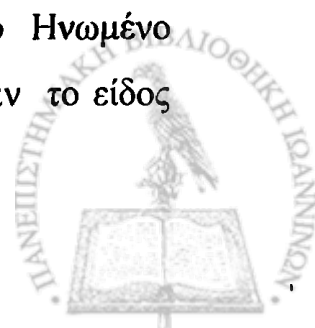
Κοινή ονομασία: Ψείρα των βιβλίων, ψείρα του φλοιού

Αγγλική ονομασία: Booklice, bark lice

4.5.1. Γεωγραφική κατανομή

Το *L. bostrychophila* είναι το πιο μελετημένο είδος των ψωκοπτέρων, έχει παγκόσμια κατανομή (Lienhard and Smithers, 2001) και έχει βρεθεί σε διάφορα κατεργασμένα και ακατέργαστα ξηρά προϊόντα σε οικίες, σε σιταποθήκες και αποθήκες (Brodhead, 1954, New, 1971, Turner, 1994). Ξέσπασμα του εντόμου έχει αναφερθεί σε υγρές τροπικές χώρες, όπως η Ινδονησία, η Μαλαισία, η Σιγκαπούρη, η Ταϊλάνδη, η Κίνα και η Ινδία (Wang et al., 1999).

Το *L. bostrychophila* έχει γίνει ένα αρκετά σημαντικό παράσιτο σε σπίτια και αποθήκες στην Ευρώπη, στην Αυστραλία και σε περιοχές της Βόρειας Αμερικής (Charles and Norman, 2005). Είναι επίσης ένα ενοχλητικό παράσιτο και είναι ευρέως διαδεδομένο στο Ηνωμένο Βασίλειο, με εκτίμηση ότι το 30% των νοικοκυριών περιείχαν το είδος αυτό.





Εικ. 52. Ακμαία άτομα και νύμφες *L. bostrychophila*.

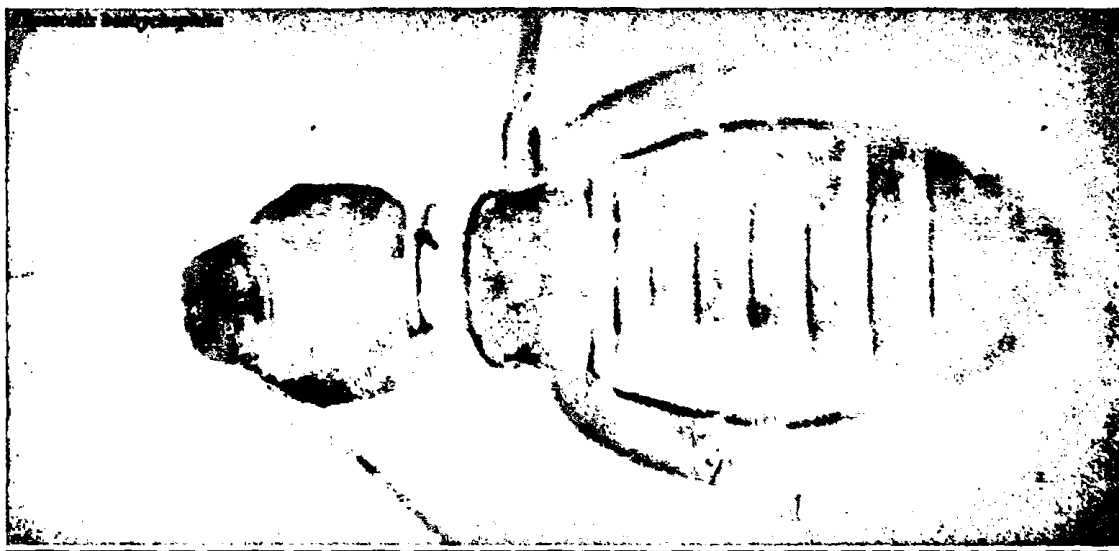
4.5.2. Μορφολογία

Το *L. bostrychophila* αναπαράγεται παρθενογενετικά, επειδή δεν υπάρχουν αρσενικά άτομα και όλοι οι απόγονοι είναι θηλυκοί. Τα θηλυκά γεννούν μη γονιμοποιημένα διπλοειδή ωά. Ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι εκθετική και μια προσβολή θα μπορούσε να εκδηλωθεί από ένα μικρό πληθυσμό, όταν εμφανίζονται ευνοϊκές συνθήκες (Turner, 1986).

Είναι μικρά σε μέγεθος, με μαλακό και πεπλατυσμένο σώμα, εντελώς άπτερα και η μεταμόρφωση είναι απλή. Τα ακμαία θηλυκά έχουν μήκος 1 - 1,5 χιλιοστά. Έχουν επίπεδο οπίσθιο μηρό με μία πλευρική απόφυση, επίπεδη ωοειδή κοιλία η οποία αποτελείται από 11 τμήματα, το κεφάλι είναι προγναθικό με διογκωμένο επιστόμιο, οι κεραίες τους αποτελούνται από 15 τμήματα και έχουν σύνθετους οφθαλμούς, με 5 έως

8 ομματίδια. Το χρώμα τους είναι ανοιχτό καστανό. Τα βασικά μορφολογικά χαρακτηριστικά των ακμαίων ατόμων ισχύουν και για τις νύμφες.

Τα ωά εκκολάπτονται σε 1 - 2 εβδομάδες και η αναδυόμενη νύμφη μοιάζει πολύ με τα ακμαία άτομα. Οι νύμφες στην αρχή της ζωής τους είναι λευκές, εκτός από τα στοματικά μόρια τα οποία είναι καστανά. Στη συνέχεια όμως, μετά από κάθε έκδυση, το χρώμα τους αρχίζει και σκουραίνει. Η νύμφες θα περάσουν από 4 εκδύσεις. Με κάθε διαδοχική έκδυση, η νύμφη γίνεται σταδιακά όλο και περισσότερο όμοια με το ακμαίο άτομο, καθώς οι κεραίες και οι οφθαλμοί αναπτύσσονται.



Εικ. 53. Ακμαίο *L. bostrychophila*.

Το ωό είναι σχετικά μεγάλο, περίπου το ένα τρίτο του μεγέθους του ακμαίου, έχει σχήμα ωοειδές και χρώμα λευκό, με λεία, γυαλιστερή και ημιδιαφανή επιφάνεια. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του εμβρύου, τα ωά χάνουν την λάμψη τους και η επιφάνεια γίνεται ελαφρώς ρυτιδώδης. Το χρώμα τους επίσης σκουραίνει και γίνεται ωχροκίτρινο πλησίον της επώασεως. Οι οφθαλμοί και τα στοματικά μόρια είναι ορατά

μέσα από το χόριο στο πρόσθιο άκρο. Το πάχος του κελύφους του ωού είναι περίπου 0,42 μm .

4.5.3. Βιολογία

Η διάρκεια ζωής του *L. bostrychophila* είναι σχετικά μεγάλη και ποικίλει ανάλογα με τη θερμοκρασία, την υγρασία και τις διαθέσιμες πηγές τροφίμων. Η μέγιστη καταγεγραμμένη διάρκεια ζωής είναι 53 εβδομάδες όπου διατρέφονταν με αποβουτυρωμένο γάλα σε σκόνη (Turner, 1994). Ο κλιματικός δείκτης πλαστικότητας Sinha (Sinha 1991), μια μαθηματική η οποία αναλύει την κλιματική ανοχή της δυναμικής του πληθυσμού των επιβλαβών οργανισμών και με αυτό τον τρόπο δείχνει τη σχέση του δυναμικού των παρασίτων ενός είδους, παράγει τις υψηλότερες τιμές για το *T. castaneum* και το *A. kuehniella*. Η τιμή για το *L. bostrychophila* βρίσκεται μεταξύ αυτών των δύο κορυφαίων (Turner 1994), η οποία εξηγεί την πανταχού παρουσία του.

Ο χρόνος γενεάς (από το ωό έως το ακμαίο θηλυκό) εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Διαρκεί περίπου 56 ημέρες στους 20 ° C, ένα μήνα στους 25 ° C και μειώνεται στις 22 ημέρες στους 30 ° C, ενώ κάτω από τους 15 ° C η ανάπτυξη του ωού σταματά (Turner 1994). Είναι αρκετά ανεκτικά στις ξηρές συνθήκες, χρειάζονται μόνο έξι ώρες την ημέρα με μια σχετική υγρασία πάνω από 60% (Rudolf, 1982) η οποία βρίσκεται στις περισσότερες οικιακές εγκαταστάσεις κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Δοθέντος ότι το *L. bostrychophila* είναι παρθενογενετικό (δεν υπάρχουν αρσενικά άτομα), είναι ικανή μια ραγδαία αύξηση του πληθυσμού, σε σύγκριση με παρόμοια, αυτόχθονα, αμφιφυλόφιλα είδη, όπου τυπικά τα μισά από τα ωά είναι αρσενικά άτομα. Χρειάζεται θερμοκρασίες άνω των 20 ° C για να αναπτυχθούν και για να αυξηθούν οι πληθυσμοί.



4.5.4. Ζημιές - Προσβολές

Τρέφονται με μια ευρεία ποικιλία τροφίμων, αλλά είναι ιδιαίτερα συνδεδεμένα με αμυλώδη προϊόντα, όπως σιτηρά και αλεύρι (Nayak, 2006, Throne et al., 2006). Μεγάλος πληθυσμός του *L. bostrychophila* μπορεί να μολύνει τα τρόφιμα με τα προϊόντα των αποβλήτων του και μπορεί να προκαλέσει υλική ζημιά στα δημητριακά, όπως το ρύζι (Turner, 1998). Στο εργαστήριο, ο Kučerová (2002) διαπίστωσε ότι το *L. bostrychophila* μπόρεσε να προκαλέσει απώλεια στα σιτηρά, περίπου 10% μετά από μόλυνση τριών μηνών.



Εικ.54. Εκτροφή *L. bostrychophila* που διατηρείται στο εντομοτροφείο του Μπενακειού Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου.

Οι Chin et al. (2010) αναφέρουν την προσβολή του *L. bostrychophila* στο μουσείο εντόμων της Μονάδας Ιατρικής Εντομολογίας, του Ινστιτούτου Ιατρικών Ερευνών, στην Κουάλα

Λουμπούρ της Μαλαισίας. Αυτοί οι μικροσκοπικοί οργανισμοί αναγνωρίστηκαν ως παράσιτα του μουσείου και βρέθηκαν σε κουτιά εντόμων που περιέχουν κουνούπια, μύγες, κατσαρίδες και πεταλούδες. Τρέφονται με νεκρά δείγματα εντόμων και προκαλούν σοβαρές υλικές ζημιές στα πολύτιμα δείγματα αναφοράς που συλλέχτηκαν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να ελεγχθεί ο πληθυσμός τους αμέσως για να τα εμποδίσει να προκαλέσουν περαιτέρω επιδείνωση στην μουσειακή συλλογή.

4.5.5. Καταπολέμηση του εντόμου

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των ψωκοπτέρων είναι η υψηλή ανθεκτικότητά τους σε πολλά από τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται σήμερα για τον έλεγχο των εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων (Nayak et al. 1998). Για παράδειγμα, η χρήση της σκόνης γης διατόμων δεν είναι αποτελεσματική για τον έλεγχο των των ψωκοπτέρων (Athanassiou et al., 2009).

Το *L. bostrychophila* είναι ένα εξαιρετικά δύσκολο έντομο στον έλεγχό του. Το μικρό μέγεθός του, τού επιτρέπει να κρύβεται σε ρωγμές και σε άλλες δυσπρόσιτες περιοχές, αποφεύγοντας την επαφή με τα εντομοκτόνα. Είναι σε θέση να επιβιώσει χωρίς τροφή για μεγάλες χρονικές περιόδους (Turner and Maude-Roxby, 1988) και είναι ικανά να εξαπλωθούν εύκολα σε νέες περιοχές, ενδεχομένως μέσα στα ρούχα ή στις αποσκευές. Έτσι, προφανώς ο πλήρης έλεγχος μερικές φορές είναι μικρής διάρκειας και συχνά τα προβλήματα επαναλαμβάνονται. Ένα άτομο ή ακόμα και ένα ωό είναι επαρκές για να ξεκινήσει ένα νέο πληθυσμό.

Είναι γνωστό εδώ και αρκετό καιρό ότι το *L. bostrychophila* είναι ανθεκτικό στα πυρεθροειδή, στα καρβαμιδικά και στα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα (Nayak et al., 1998, Turner 1988, Turner et al., 1991, Nayak



et al., 2002, Dou et al., 2006). Επίσης, είναι ανθεκτικό στη φωσφίνη, ειδικά στο στάδιο του ωού (Nayak et al., 1998, 2002, Dou et al., 2006).

Επιπλέον, σύμφωνα με τους Nayak and Collins (2008), το *L. bostrychophila* είναι πιο ανθεκτικό στη φωσφίνη, στην ευνοϊκότερη για το έντομο περιβαλλοντική σχετική υγρασία, που είναι 70%, από την σχεδόν ευνοϊκότερη σχετική υγρασία, που είναι 55%. Βρήκαν ότι η επίδραση αυτή ήταν πιο έντονη σε χαμηλές θερμοκρασίες από ότι σε υψηλότερες θερμοκρασίες, επειδή ο αέρας, σε μια συγκεκριμένη σχετική υγρασία, συγκρατεί περισσότερους υδρατμούς σε υψηλότερες θερμοκρασίες από ότι σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (Πρότυπα του ASAE 1994).

Η ανθεκτικότητα στα πυρεθροειδή μπορεί να καταπολεμηθεί με τη χρήση των συνδυασμών. Ο συνδυασμός των πιπερονυλοβουτοξείδιο και περμεθρίνη (5:1 ή 10:1) είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός κατά τη θανάτωση ακόμη και των πιο ανθεκτικών πληθυσμών (Turner et al., 1991). Ωστόσο, μια τέτοια διατύπωση δεν ήταν δημοφιλής με τις υπηρεσίες ελέγχου των παρασίτων, δεδομένου ότι: α) είναι πιο δαπανηρή, β) είναι με βάση το πετρέλαιο και ως εκ τούτου αφήνει ένα λιπαρό φιλμ στις επιφάνειες και γ) η υπολειμματική δράση των πυρεθροειδών οδηγεί σε δυσκολίες για έκκριση.

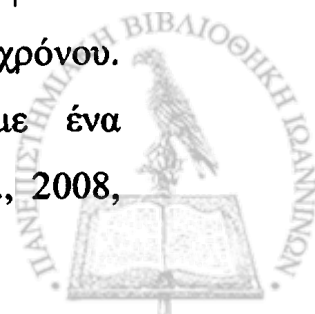
Στην περίπτωση των ρυθμιστών ανάπτυξης των εντόμων (IGRS), είναι ανθεκτικό στο fenoxycarb (Bucci, 1994) και στο methoprene (Nayak et al., 1998, 2002).

Συγκεκριμένα, ο Bucci (1994) αξιολόγησε το methoprene και το fenoxycarb κατά του *L. bostrychophila* με την ανάμειξη διαφόρων δόσεων αυτών των εντομοκτόνων. Ο συγγραφέας διαπίστωσε ότι το methoprene μείωσε τον αριθμό των ακμαίων που παράγονται, αλλά δεν έγινε το ίδιο στον αριθμό των νυμφών. Οι Nayak et al. (1998, 2002) αναφέρουν παρόμοια αποτελέσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα

του methoprene στο 1 ppm για το σιτάρι, η οποία είναι η εγκεκριμένη δόση στην Αυστραλία, κατά του *L. bostrychophila*, με μικρή ή καθόλου θνησιμότητα ακμαίων και μικρή καταστολή των απογόνων.

Οι Athanassiou et al. (2010) εκτίμησαν την αποτελεσματικότητα του methoprene κατά των *L. bostrychophila*, *Liposcelis decolor* (Pearman), *Liposcelis entomophila* (Enderlein), *Liposcelis paeta* Pearman (Psocoptera: Liposcelididae), και *Lepinotus reticulatus* Enderlein (Trogidae) σε ποσοστά εφαρμογής των 1, 5, και 10 ppm για τον αραβόσιτο, το σιτάρι και το ρύζι. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το methoprene δεν κατάφερε να καταστείλει εντελώς την παραγωγή των απογόνων κατά τη διάρκεια της δοκιμαστικής περιόδου των 40 ημερών, αλλά μπόρεσε να προκαλέσει σημαντική μείωση των ακμαίων απογόνων σε όλα τα είδη, στα ποσοστά εφαρμογής των 5 και 10 ppm. Στο 1 ppm, ο αριθμός των ακμαίων μειώθηκε για όλα τα είδη στο σιτάρι και στον αραβόσιτο, αλλά για το *L. paeta* μόνο στο ρύζι. Ωστόσο, οι αριθμοί των νυμφών μετά από 40 ημέρες γενικώς δεν μειώθηκαν, σε σχέση με τους μάρτυρες. Το methoprene, που εφαρμόζεται σε ποσοστά από 1 έως 10 ppm στα αποθηκευμένα σιτηρά δε μπορεί να παρέχει επαρκή έλεγχο κατά των Ψωκόπτερων.

Ο ρυθμιστής ανάπτυξης των εντόμων, pyriproxifen αξιολογήθηκε σε επιφάνεια σκυροδέματος, από τους Athanassiou et al. (2011) για τον έλεγχο τριών ειδών Ψωκόπτερων των αποθηκευμένων προϊόντων, των *L. bostrychophila*, *L. decolor* και *L. paeta*. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το pyriproxifen ήταν δραστικό έναντι του *L. bostrychophila* στην επιφάνεια σκυροδέματος, ένα χαρακτηριστικό που πρέπει να αξιολογηθεί περαιτέρω για να καθορίσει κατά πόσο μπορεί να εξαλείψει το pyriproxifen πληθυσμούς των Ψωκόπτερων με την πάροδο του χρόνου. Επιπλέον, η συνδυασμένη εφαρμογή του pyriproxifen με ένα νευροτοξικό εντομοκτόνο, όπως το chlorfenapyr (Guedes et al., 2008,



Arthur, 2009), ενδέχεται να αυξήσει περαιτέρω την αποτελεσματικότητά του.

Οι Lord και Howard (2004), βρήκαν ότι το *L. bostrychophila* ήταν εντυπωσιακά ανθεκτικό σε 3 είδη εντομοπαθογόνων μυκήτων, σε δόσεις οι οποίες ήταν θανατηφόρες για τα άλλα έντομα των αποθηκευμένων προϊόντων, όπως τα σκαθάρια (Kavallieratos et al., 2006, Athanassiou and Steenberg 2007). Επίσης, προτείνουν ότι η ασυνήθιστη σύνθεση των επιδερμικών λιπιδίων των ειδών αυτών ίσως παίζει έναν ρόλο στην άμυνα στα μυκητοκτόνων. Επιπλέον, οι Howard και Lord (2003), επεσήμαναν ότι αυτή η σύνθεση μπορεί να προστατεύσει τα Ψωκόπτερα από την επιφανειακή τριβή και ότι οι ενώσεις χαμηλού μοριακού βάρους μπορούν να βοηθήσουν τα έντομα στο να αποβάλλουν τη σκόνη κονιδίων.

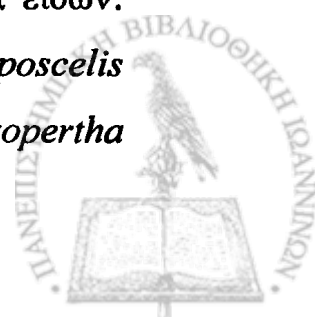


ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ (πειραματικό)

1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το Chlorantraniliprole είναι ένα νέο εντομοκτόνο το οποίο ανήκει στην χημική ομάδα των ανθρανιλικών διαμιδίων (Cordova et al., 2006, Nauen, 2006, Lahm et al., 2005). Ενεργοποιεί τους υποδοχείς ρυανοδίνης των εντόμων και απελευθερώνει το αποθηκευμένο ασβέστιο προκαλώντας τη μη φυσιολογική λειτουργία των μυών, παράλυση, λήθαργο, διακοπή της διατροφής του εντόμου και τελικά τον θάνατό του (Cordova et al., 2006, Lahm et al., 2007). Πολύ σημαντικό πλεονέκτημα αυτού του μορίου είναι η χαμηλή τοξικότητά του στα θηλαστικά (Lahm et al., 2007) και η εκλεκτικότητά του στα ωφέλιμα αρθρόποδα (αρπακτικά παρασίτων, επικονιαστές) (Dinter et al., 2008, Preetha et al. 2009, Gradish et al. 2009, Liu et al. 2012b). Μέχρι στιγμής, το chlorantraniliprole έχει αξιολογηθεί και έχει αποδειχθεί ότι είναι αποτελεσματικό έναντι ευρέως φάσματος εντόμων (Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera και Isoptera). Ωστόσο, δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με την αποτελεσματικότητα του chlorantraniliprole κατά των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων.

Ο στόχος της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση του chlorantraniliprole ως προστατευτικό των σπόρων κατά των εντόμων των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων τα οποία ανήκουν σε διαφορετικές Τάξεις, έτσι ώστε να δοκιμαστεί ένα ευρύ φάσμα ειδών: *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (Psocoptera: Liposcelididae), *Rhyzopertha*



dominica (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) και *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). Επιπροσθέτως, εκτιμήθηκαν η επίδραση αβιοτικών και βιοτικών παραγόντων όπως η δόση, το διάστημα της έκθεσης, τα σκευάσματα και το είδος του δημητριακού, επί της αποτελεσματικότητας του chlorantraniliprole.

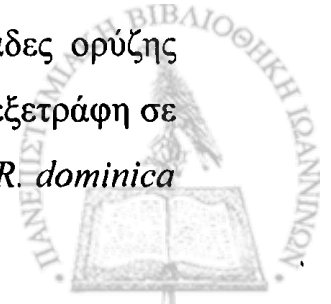
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Προϊόντα

Για τον πειραματισμό χρησιμοποιήθηκαν σπόροι σκληρού σιταριού (var. Mexa), κριθαριού (var. Persephone), αποφλοιωμένου και μη αποφλοιωμένου ρυζιού (var. Thaibonnet), βρώμης ((var. Cassandra) και αραβοσίτου (var. Dias). Οί περιεκτικότητες σε υγρασία των εξεταζομένων προϊόντων, όπως προσδιορίζεται με το υγρασιόμετρο mini GAC plus, Dickey-John Europe S.A.S., Colombes, France, ήσαν 11,3, 10,9, 11,5, 11,1 και 11,0 για το κριθάρι, τον αραβόσιτο, το μη αποφλοιωμένο ρύζι, το αποφλοιωμένο ρύζι και το σιτάρι αντίστοιχα. Όλα τα προϊόντα, πριν από τον ψεκασμό τους με το chlorantraniliprole, κοσκινίστηκαν για την απομάκρυνση ξένων σωμάτων.

2.2. Έντομα

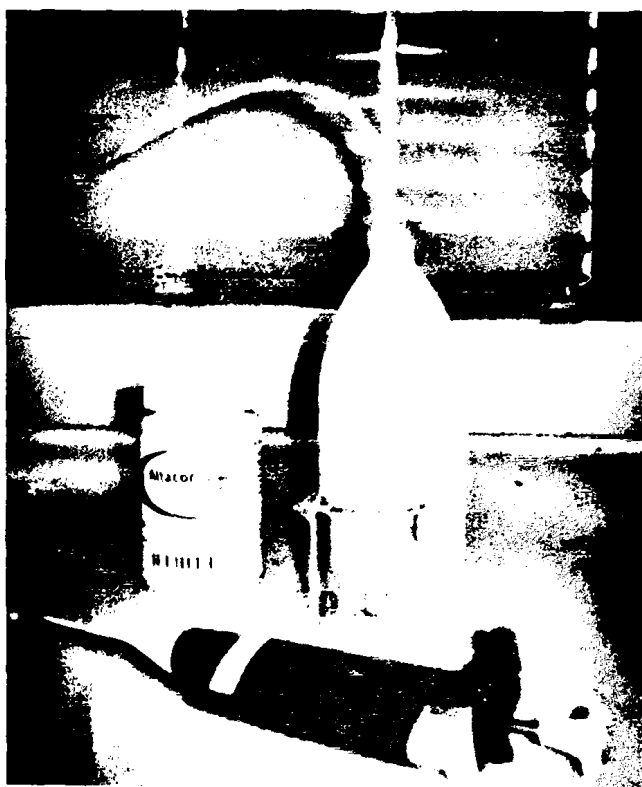
Τα έντομα που χρησιμοποιήθηκαν στις βιοδοκιμές εξετράφησαν στο Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, σε συνεχές σκότος. Το *E. kuehniella* εξετράφη σε αλεύρι σίτου στους 26 °C και 60% Σ.Υ. Το *L. bostrychophila* εξετράφη σε μίγμα, αποτελούμενο από 97% θρυμματισμένους κόκκους σίτου, 2% θρυμματισμένες νιφάδες ορύζης και 1% ζυθοζύμη στους 30 °C και 70% Σ.Υ. Το *T. confusum* εξετράφη σε αλεύρι σίτου με 5 % ζυθοζύμη στους 27 °C και 60% Σ.Υ. Το *R. dominica*



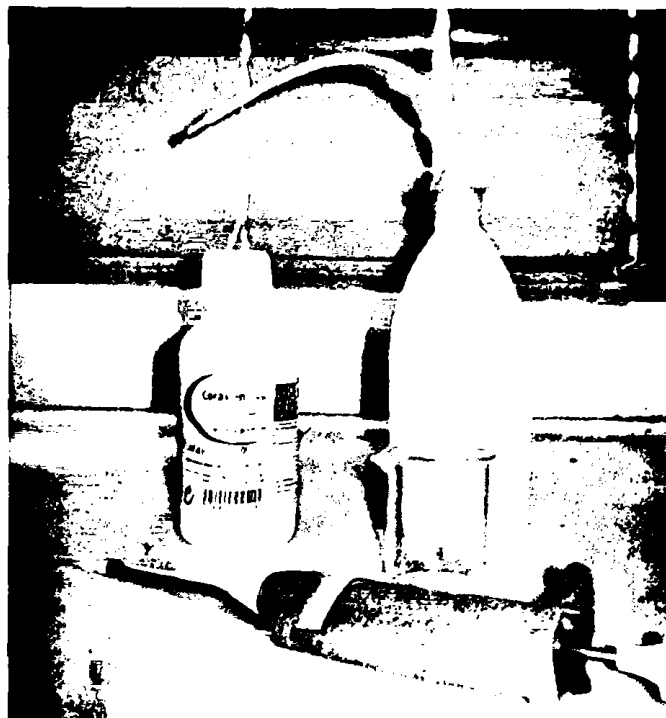
και το *S. oryzae* εξετράφησαν σε ολόκληρους σπόρους σίτου στους 21 °C και σε 65% Σ.Υ. Στα πειράματα με το *E. kuehniella* χρησιμοποιήθηκαν μόνον προνύμφες. Στα πειράματα με το *T. confusum* χρησιμοποιήθηκαν ακμαία άτομα και προνύμφες. Στα πειράματα με τα *L. bostrychophila*, *R. dominica* και *S. oryzae*, χρησιμοποιήθηκαν μόνον ακμαία άτομα. Για τα *T. confusum* και *E. kuehniella* επιλέχθηκαν προνύμφες τρίτου - τετάρτου σταδίου, ενώ όλα τα ακμαία άτομα που χρησιμοποιήθηκαν ήσαν ηλικίας μικρότερης των 2 εβδομάδων.

2.3. Σκευάσματα

Τα σκευάσματα του chlorantraniliprole που χρησιμοποιήθηκαν για τον πειραματισμό ήσαν το Altacor[®] WG και το Coragen[®] SC (Dupont, Χαλάνδρι, Ελλάς). Το Altacor[®] είναι ένα σκεύασμα βρέξιμων κόκκων με 350 g kg⁻¹ chlorantraniliprole ως δραστική ουσία. Το Coragen[®] είναι ένα σκεύασμα συμπυκνωμένου εναιωρήματος με 200 g L⁻¹ chlorantraniliprole ως δραστική ουσία.



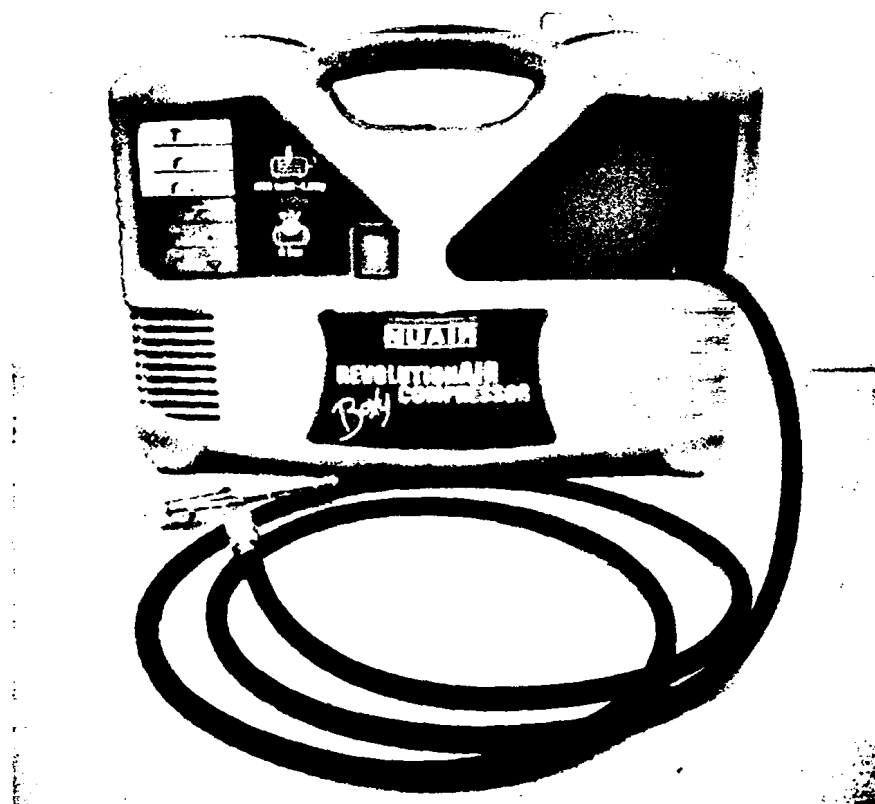
Εικ.55. Υλικά και σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή των διαλυμάτων του chlorantraniliprole WG.



Εικ.56. Υλικά και σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή των διαλυμάτων του chlorantraniliprole SC.

2.4. Βιοδοκιμές

Το Chlorantraniliprole εφαρμόστηκε στις δόσεις των 0,01, 0,1, 1 και 10 mg chlorantraniliprole kg^{-1} προϊόντος. Ο ψεκασμός πραγματοποιήθηκε σε ένα δίσκο, όπου ένα κιλό από κάθε προϊόν ψεκάστηκε με 3 ml υδατικού διαλύματος το οποίο περιείχε τον κατάλληλο όγκο chlorantraniliprole WG ή chlorantraniliprole SC στις αντίστοιχες δόσεις, με τη χρήση αεροψεκαστήρα Mecafer AG-4 (Mecafer, Valence, France). Επιπρόσθετες ποσότητες του ενός κιλού από το κριθάρι, τον αραβόσιτο, τη βρώμη, το μη αποφλοιωμένο ρύζι, το αποφλοιωμένο ρύζι και το σιτάρι ψεκάστηκαν με 3 ml απεσταγμένου ύδατος και χρησίμευσαν ως μάρτυρες. Μετά τον ψεκασμό, οι ποσότητες των προϊόντων τοποθετήθηκαν εντός πλαστικών δοχείων και ανακινήθηκαν για 10 λεπτά, ώστε να επιτευχθεί η ίση διανομή του εντομοκτόνου σε ολόκληρη τη μάζα των κόκκων.



Εικ.57. Αεροψεκαστήρας Mecafer AG-4 συνδεδεμένος με πιεστικό μηχανήμα.

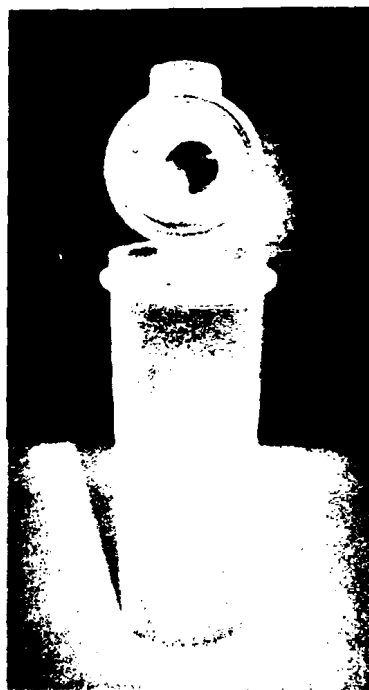
Από κάθε ψεκασμένη ποσότητα προϊόντος, ελήφθησαν 1 δείγματα των 20 g το καθένα και τοποθετήθηκαν σε μικρά πλαστικά φιαλίδια διαμέτρου 7,5 cm και ύψους 12,5 cm. Στο καπάκι των φιαλιδίων υπήρχε μια οπή διαμέτρου 1,5 cm στη μέση, η οποία καλύφθηκε με γάζα, για να επιτρέψει τον επαρκή αερισμό στο εσωτερικό του φιαλιδίου. Στη συνέχεια, 20 ακμαία άτομα κάθε είδους ή προνύμφες τοποθετήθηκαν χωριστά μέσα σε κάθε φιαλίδιο. Ο εσωτερικός «λαιμός» των φιαλιδίων καλύφθηκε με Fluon (Northern Products, Woonsocket, USA), για την αποτροπή διαφυγής των εντόμων. Ακολούθως, όλα τα φιαλίδια τοποθετήθηκαν σε ελεγχόμενους θαλάμους με θερμοκρασία $^{\circ}\text{C}$ και 65% Σ.Υ για όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.



Εικ.58. Ψεκασμός σιταριού.



πλαστικά δοχεία εντός των οποίων τοποθετήθηκαν τα ψεκασμένα προϊόντα.



Εικ.60. Πλαστικό φιαλίδιο βιοδοκμής.

Η θνησιμότητα των εντόμων εκτιμήθηκε με στερεομικροσκόπιο Olympus SZX9, Μπακάκος ΑΕ, Αθήνα, Ελλάδα), μέσω της αλαφράς πίεσεως τους με πινέλο προς ανίχνευση της οποιασδήποτε κίνησεώς τους, μετά από 7 ημέρες και 14 ημέρες εκθέσεως. Το πινέλο καθαριζόταν προσεχτικά μετά από την εξέταση του κάθε φιαλιδίου. Επίσης, αξιολογήθηκε η παραγωγή απογόνων των ακμαίων ατόμων. Συνεπώς, μετά από την καταμέτρηση της θνησιμότητας στις 14 ημέρες, όλα τα άτομα (ζωντανά ή νεκρά) απομακρύνθηκαν από τα φιαλίδια τα οποία επέστρεψαν στους θαλάμους για ένα επιπλέον χρονικό διάστημα 45 ημερών στην περίπτωση των ακμαίων *L. bostrychophila* και 60 ημερών στην περίπτωση των *R. dominica*, *S. oryzae* και *T. confusum*. Ακολούθως, τα φιαλίδια ανοίχθηκαν και πάλι και πραγματοποιήθηκε η καταμέτρηση των απογόνων.

Στις περιπτώσεις των *S. oryzae* και *R. dominica* όλοι οι καταγεγραμμένοι απόγονοι ήσαν στο στάδιο του ακμαίου, δεδομένου ότι η ατελής ανάπτυξη αυτών των ειδών λαμβάνει χώρα στο εσωτερικό

μέρος του σπόρου. Για το *T. confusum*, κατεγράφησαν τα ακμαία και τα ατελή άτομα και η παραγωγή των απογόνων εκφράστηκε ως ο αριθμός των ατόμων ανά φιαλίδιο. Τα ακμαία άτομα ωστόσο, αντιπροσώπευαν το 85% του συνολικού αριθμού των απογόνων που κατεγράφη. Τέλος, η παραγωγή των απογόνων για το *L. bostrychophila* εκφράστηκε ως ο αριθμός των ατόμων ανά φιαλίδιο, καθώς καταγράφηκαν τα ακμαία και οι νύμφες. Η όλη διαδικασία επαναλήφθηκε τρεις φορές για κάθε είδος (ακμαία ή προνύμφες) με τον ψεκασμό νέων ποσοτήτων προϊόντων κάθε φορά.

Η θνησιμότητα των μαρτύρων ήταν λίαν χαμηλή (<2%) και κατά συνέπεια, δεν θεωρήθηκε απαραίτητο να γίνει διόρθωση στα στοιχεία της θνησιμότητας. Τα δεδομένα αναλύθηκαν ξεχωριστά για καθένα από τα εξετασθέντα είδη εντόμων ή στάδιό τους, σύμφωνα με την Repeated Measures Analysis. Ο επαναλαμβανόμενος παράγοντας ήταν το διάστημα της έκθεσης, ενώ η θνησιμότητα ήταν η εξαρτημένη μεταβλητή. Το σκεύασμα, το προϊόν και η δόση ήσαν οι κύριες επιδράσεις. Επιπροσθέτως, οι αλληλεπιδράσεις των κύριων επιδράσεων ενσωματώθηκαν στην ανάλυση.

Η καταμέτρηση της παραγωγής των απογόνων υποβλήθηκε σε ανάλυση διασποράς, με το σκεύασμα, το προϊόν και τη δόση ως τις κύριες επιδράσεις. Επίσης οι αλληλεπιδράσεις των κύριων επιδράσεων ενσωματώθηκαν στην ανάλυση. Η παραγωγή των απογόνων στα φιαλίδια των μαρτύρων ($0 \text{ mg chlorantraniliprole kg}^{-1}$ προϊόντος) επίσης περιλαμβάνεται στην ανάλυση. Όλες οι αναλύσεις διεξήχθησαν χρησιμοποιώντας το JMP 9 λογισμικό (SAS Institute, 2010). Οι μέσοι διαχωρίστηκαν με την δοκιμασία Tukey-Kramer HSD στο 0,05 επίπεδο σημαντικότητας (Sokal και Rohlf 1995).



3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Θνησιμότητα και απόγονοι των ακμαίων ατόμων *L. bostrychophila*

Η θνησιμότητα των ακμαίων ατόμων του *L. bostrychophila* επηρεάστηκε σημαντικά από το διάστημα της έκθεσης ($F_{1,384} = 983,7$, $p < 0,01$). Οι κύριες επιδράσεις και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ και εντός των διαστημάτων της έκθεσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Παράμετροι της MANOVA για τις κύριες επιδράσεις και τις αλληλεπιδράσεις για τα επίπεδα της θνησιμότητας των *Liposcelis bostrychophila* (ακμαία), *Ephestia kuehniella* (προνύμφες), *Rhyzopertha dominica* (ακμαία), *Sitophilus oryzae* (ακμαία), *Tribolium confusum* (ακμαία) και *Tribolium confusum* (προνύμφες) μεταξύ και εντός των διαστημάτων έκθεσης (σφάλμα $df = 384$ για όλα τα είδη)

		<i>L. bostrychophila</i>		<i>E. kuehniella</i>		<i>R. dominica</i>		<i>S. oryzae</i>		<i>T. confusum</i>		<i>T. confusum</i>	
		(ακμαία)		(προνύμφες)		(ακμαία)		(ακμαία)		(ακμαία)		(προνύμφες)	
Μεταξύ των διαστημάτων έκθεσης													
Πηγή	df	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Σκεύασμα	1	1,4	0,24	0,0	0,98	17,1	<0,01	0,2	0,65	2,1	0,15	0,4	0,56
Προϊόν	5	465,8	<0,01	19,2	<0,01	46,7	<0,01	81,0	<0,01	6,3	<0,01	12,7	<0,01
Δόση	3	0,8	0,49	30,0	<0,01	738,1	<0,01	226,8	<0,01	178,9	<0,01	24,5	<0,01
Σκεύασμα x Προϊόν	5	2,6	0,02	1,4	0,23	1,2	0,32	8,8	<0,01	0,3	0,92	0,4	0,88
Σκεύασμα x Δόση	3	2,9	0,04	2,3	0,07	2,8	0,04	1,2	0,30	1,1	0,34	0,3	0,84
Προϊόν x Δόση	15	15,3	<0,01	2,3	<0,01	4,9	<0,01	6,9	<0,01	1,7	0,06	0,6	0,88
Σκεύασμα x Προϊόν x Δόση	15	10,0	<0,01	1,6	0,09	1,9	0,03	0,9	0,58	0,3	1,00	0,3	1,00
Εντός των διαστημάτων έκθεσης													
Πηγή	df	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Έκθεση x Σκεύασμα	1	0,0	0,92	9,0	<0,01	0,7	0,39	59,0	<0,01	0,9	0,34	0,2	0,69
Έκθεση x Προϊόν	5	122,9	<0,01	4,7	<0,01	5,3	<0,01	56,9	<0,01	54,4	<0,01	1,8	0,12
Έκθεση x Δόση	3	1,8	0,14	2,2	0,08	89,5	<0,01	44,7	<0,01	240,2	<0,01	4,6	<0,01
Έκθεση x Σκεύασμα x Προϊόν	5	0,8	0,58	0,4	0,86	0,6	0,74	44,5	<0,01	2,3	0,05	0,7	0,60
Έκθεση x Σκεύασμα x Δόση	3	1,0	0,40	1,2	0,31	2,5	0,06	5,2	<0,01	2,8	0,04	0,1	0,98
Έκθεση x Προϊόν x Δόση	15	4,0	<0,01	1,6	0,06	12,7	<0,01	16,5	<0,01	5,8	<0,01	0,9	0,60
Έκθεση x Σκεύασμα x Προϊόν x Δόση	15	4,6	<0,01	1,6	0,07	1,0	0,45	4,1	<0,01	2,5	<0,01	0,7	0,76

Μετά από την έκθεση των 7 ημερών, η θνησιμότητα ήταν χαμηλότερη στον αραβόσιτο και στο μη αποφλοιωμένο ρύζι σε σύγκριση με τα άλλα προϊόντα, για τα δύο σκευάσματα που δοκιμάστηκαν (Πίνακας 2). Η αύξηση της δόσης αύξησε γενικά τη θνησιμότητα, χωρίς όμως να φτάσει το 100% για οποιοδήποτε από τους δοκιμασθέντες συνδυασμούς, με εξαίρεση τη βρώμη. Έτσι, η θνησιμότητα ήταν υψηλή στο κριθάρι και στο αποφλοιωμένο ρύζι, δεδομένου ότι ήταν $\geq 93,3\%$ για το chlorantraniliprole WG και $\geq 91,7\%$ για το chlorantraniliprole SC. Παρόμοιες τάσεις παρατηρήθηκαν επίσης, μετά από τις 14 ημέρες και για τα δύο σκευάσματα. Συνεπώς, για το κριθάρι και το αποφλοιωμένο ρύζι, η συνολική θνησιμότητα κυμαινόταν από 96,7 έως 100% (Πίνακας 2). Ωστόσο, η θνησιμότητα ήταν χαμηλή για τον αραβόσιτο και το μη αποφλοιωμένο ρύζι, χωρίς να υπερβαίνει το 70% και 81,7% αντίστοιχα.

Πίνακας 2. Μέση θνησιμότητα (% $\pm$ SE) των ακμαίων ατόμων *Liposcelis bostrychophila* εκτεθειμένων επί 7 και 14 ημέρες, σε έξι προϊόντα με την εφαρμογή δύο σκευασμάτων chlorantraniliprole (WG και SC) σε τέσσερις δόσεις. Μέσα σε κάθε δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, $df = 5, 53$, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, $p = 0,05$). Μέσα στα προϊόντα, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, $df = 3, 35$, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, $p = 0,05$)

7 ημέρες						
Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg ⁻¹ προϊόντος)						
Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	95,0(±0,0) Aa	93,3(±0,8) Aa	96,7(±0,8) Aa	95,0(±1,4) Aa	2,1	0,12
Αραβόσιτος	31,7(±1,7) Ba	35,0(±5,8) Ba	48,3(±3,0) Bab	55,0(±5,8) Bb	6,2	<0,01
Βρώμη	88,3(±2,2) Aa	90,0(±2,5) Aab	95,0(±0,9) Ab	98,3(±0,8) Ab	7,1	<0,01
Ρύζι	95,0(±1,4) Aa	96,7(±1,7) Aa	95,0(±1,4) Aa	98,3(±0,8) Aa	1,3	0,28
(αποφλοιωμένο)						
Ρύζι (μη	31,7(±4,4) Ba	33,3(±4,2) Ba	43,3(±4,4) Bab	50,0(±2,5) Bb	4,8	<0,01
αποφλοιωμένο)						
Σιτάρι	55,0(±6,3) Ba	73,3(±2,2) Cb	88,3(±4,6) Abc	90,0(±4,3) Ac	15,6	<0,01
F	188,3	58,1	56,5	73,7		
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		



Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg⁻¹ προϊόντος)

Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	93,3(±1,7) Aa	91,7(±0,8) Aa	93,3(±0,8) Aa	98,3(±0,8) Ab	6,9	<0,01
Αραβόσιτος	33,3(±5,1) Bb	38,3(±1,7) Bb	53,3(±6,7) Ba	61,7(±4,4) Ba	7,5	<0,01
Βρώμη	63,3(±7,1) Ca	95,5(±1,4) Ab	98,3(±0,8) Ab	100,0(±0,0) Ab	22,5	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	93,3(±0,8) Aa	91,7(±0,8) Aa	95,0(±1,0) Aab	98,3(±0,8) Ab	15,6	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	26,7(±1,7) Ba	41,7(±0,8) Bb	46,7(±0,8) Bb	61,7(±1,7) Bc	120,0	<0,01
Σιτάρι	68,3(±6,0) Ca	73,3(±4,6) Cab	85,0(±4,3) Ab	93,3(±1,7) Ac	6,5	<0,01
F	37,2	159,0	117,5	48,9		
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		

14 ημέρες

Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg⁻¹ προϊόντος)

Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	96,7(±0,8) Ab	96,7(±1,7) Ab	100,0(±0,0) Aa	100,0(±0,0) Aa	4,3	0,01
Αραβόσιτος	46,7(±3,0) Ba	46,7(±4,2) Ba	61,7(±3,6) Bab	70,0(±6,6) Bb	6,4	<0,01
Βρώμη	93,3(±3,3) Aa	98,3(±0,8) Aab	100,0(±0,0) Ab	100,0(±0,0) Ab	3,4	0,03
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	98,3(±0,8) Aa	98,3(±0,8) Aab	100,0(±0,0) Aa	100,0(±0,0) Aa	2,7	0,06
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	61,7(±0,8) Ca	66,7(±2,2) Cab	71,7(±4,0) Bab	73,3(±1,7) Bb	4,0	0,02
Σιτάρι	93,3(±0,8) Aa	93,3(±3,3) Aa	60,0(±7,6) Bb	81,7(±3,7) Ba	13,5	<0,01
F	105,7	56,8	30,2	31,2		
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		

Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg⁻¹ προϊόντος)

Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	96,7(±0,8) Aa	96,7(±0,8) Aa	96,7(±1,7) Aa	100,0(±0,0) Aa	2,7	0,06
Αραβόσιτος	48,3(±6,7) Ba	55,0(±4,3) Ba	63,3(±5,1) Ba	66,7(±6,0) Ba	2,2	0,11
Βρώμη	81,7(±1,7) Ca	98,3(±0,8) Ab	100,0(±0,0) Ab	100,0(±0,0) Ab	91,7	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	96,7(±2,5) Ab	98,3(±0,8) Aab	98,3(±0,8) Aab	100,0(±0,0) Aa	3,6	0,03
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	60,0(±1,4) Da	68,3(±0,8) Cab	75,0(±1,4) Cbc	81,7(±1,7) Cc	45,0	<0,01
Σιτάρι	75,0(±3,8) Ca	83,3(±5,1) Dab	93,3(±1,7) Abc	96,6(±0,8) Ac	8,9	<0,01
F	22,5	56,2	33,4	61,2		
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		



Όσον αφορά στην παραγωγή απογόνων, όλες οι κύριες επιδράσεις και οι αλληλεπιδράσεις ήσαν σημαντικές με εξαίρεση το σκεύασμα (Πίνακας 3). Η εμφάνιση των απογόνων ήταν υψηλότερη στον αραβόσιτο και ειδικότερα, στο μη αποφλοιωμένο ρύζι, σε σύγκριση με τα άλλα προϊόντα και για τα δύο σκευάσματα (Πίνακας 4). Αντιθέτως, η παραγωγή των απογόνων ήταν χαμηλή στο κριθάρι, στη βρώμη και στο αποφλοιωμένο ρύζι, ακόμη και εις τα φιαλίδια των μαρτύρων και για τα δύο σκευάσματα (Πίνακας 4).

Πίνακας 3. Παράμετροι της ANOVA για τις κύριες επιδράσεις και τις αλληλεπιδράσεις για την παραγωγή απογόνων των ακμαίων *Liposcelis bostrychophila*, *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* και *Tribolium confusum* (σύνολο df = 539 για όλα τα είδη)

Πηγή	df	<i>L. bostrychophila</i>		<i>R. dominica</i>		<i>S. oryzae</i>		<i>T. confusum</i>	
		F	P	F	P	F	P	F	P
Σκεύασμα	1	1,0	0,31	0,4	0,54	1,1	0,30	6,6	0,01
Προϊόν	5	808,9	<0,01	18,0	<0,01	145,8	<0,01	39,1	<0,01
Δόση	4	4,5	<0,01	38,9	<0,01	25,4	<0,01	23,2	<0,01
Σκεύασμα x Προϊόν	5	3,9	<0,01	1,0	0,40	0,5	0,80	1,3	0,25
Σκεύασμα x Δόση	4	12,4	<0,01	2,3	0,06	0,5	0,75	1,3	0,29
Commodity x Δόση	20	8,8	<0,01	3,2	<0,01	6,6	<0,01	5,0	<0,01
Σκεύασμα x Προϊόν x Δόση	20	7,7	<0,01	1,4	0,14	0,7	0,85	1,5	0,06

Πίνακας 4. Μέσος αριθμός ($\pm$ SE) ατόμων *Liposcelis bostrychophila* ανά φιαλίδιο σε έξι προϊόντα με την εφαρμογή δυο σκευασμάτων chlorantraniliprole (WG και SC) σε πέντε δόσεις (περιλαμβάνεται η δόση 0 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος) 45 ημέρες μετά την απομάκρυνση των γονικών ακμαίων. Μέσα σε κάθε δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια κεφαλαία γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, df = 5, 53, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, p = 0,05). Μέσα στα προϊόντα, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, df = 4, 44, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, p = 0,05)



Προϊόν	Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg ⁻¹ προϊόντος)					F	P
	0	0,01	0,1	1	10		
Κριθάρι	3,3(±1,2) Aa	1,7(±0,4) Aab	0,3(±0,2) Aab	0,3(±0,2) Aab	0,0(±0,0) Ab	3,2	0,02
Αραβόσιτος	50,3(±7,8) Bb	36,0(±3,5) Ba	30,3(±2,1) Ba	26,7(±3,5) Bac	18,3(±1,2) Bc	7,0	<0,01
Βρώμη	0,7(±0,3) Aa	2,0(±1,0) Aa	1,0(±0,3) Aa	0,7(±0,3) Aa	0,3(±0,2) Aa	1,5	0,21
Ρύζι	0,7(±0,2) Aa	0,0(±0,0) Ab	0,7(±0,3) Aa	0,0(±0,0) Ab	0,3(±0,2) Aab	3,3	0,02
Ρύζι (αποφλοιωμένο)							
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	186,3(±5,3) Ca	137,3(±11,9) Cab	108,3(±19,1) Cb	105,7(±15,6) Cb	102,7(±10,3) Cb	7,1	<0,01
Σιτάρι	30,3(±3,9) Da	17,7(±3,7) Db	9,0(±2,3) Dbc	7,0(±2,4) Dc	6,7(±1,2) Dc	12,5	<0,01
F	101,9	41,1	362,9	70,0	28,7		
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		

Προϊόν	Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg ⁻¹ προϊόντος)					F	P
	0	0,01	0,1	1	10		
Κριθάρι	8,3(±2,3) Aa	7,3(±2,7) Aa	7,3(±3,7) Aa	5,0(±1,3) Aa	2,0(±0,8) Aa	1,2	0,35
Αραβόσιτος	36,3(±3,9) Ba	33,3(±1,0) Bab	25,0(±4,0) Bab	23,0(±0,8) Bb	21,7(±4,4) Bb	4,1	<0,01
Βρώμη	3,0(±0,3) Aa	3,0(±1,5) Aa	0,3(±0,2) Aab	0,0(±0,0) Ab	0,0(±0,0) Ab	5,3	<0,01
Ρύζι	0,3(±0,2) Aab	1,0(±0,3) Aa	0,0(±0,0) Ab	1,0(±0,3) Aa	1,0(±0,3) Aa	4,0	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)							
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	134,7(±9,2) Ca	195,0(±16,8) Cb	166,0(±0,3) Cc	134,9(±23,2) Ca	80,0(±3,2) Cc	10,0	<0,01
Σιτάρι	13,7(±3,4) Ba	10,0(±3,1) Aa	9,3(±2,2) Aa	8,0(±2,4) Aa	0,0(±0,0) Ab	4,0	<0,01
F	166,9	749,2	31,1	198,0	109,9		
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		

3.2. Θνησιμότητα των προνυμφών *E. kuehniella*

Η θνησιμότητα των προνυμφών *E. kuehniella* επηρεάστηκε σημαντικά από το διάστημα της έκθεσης ($F_{1, 384} = 3330,7$, $P < 0,01$). Οι κύριες επιδράσεις και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ και εντός των διαστημάτων της έκθεσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Μετά από 7 ημέρες, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δοκιμασθέντων προϊόντων ενώ η θνησιμότητα κυμαίνονταν από 19,9 έως 58,9% για το chlorantraniliprole WG και από 22,2 έως 55,6% για το chlorantraniliprole SC (Πίνακας 5). Η αύξηση της δόσης μόνο ελαφρώς αύξησε τη θνησιμότητα σε όλα τα προϊόντα και για τα δύο σκευάσματα που δοκιμάστηκαν. Μετά από 14 ημέρες, η θνησιμότητα αυξήθηκε περαιτέρω, αλλά δεν έφθασε το 100% σε κανένα από τους συνδυασμούς που δοκιμάστηκαν (Πίνακας 5). Και πάλι, η αύξηση αυτή ήταν σχεδόν



ανάλογη για όλα τα προϊόντα και για τα δύο σκευάσματα, ενώ η υψηλότερη συνολική θνησιμότητα παρατηρήθηκε στο κριθάρι (94,4%).

Πίνακας 5. Μέση θνησιμότητα (% $\pm$ SE) των προνυμφών του *Ephestia kuehniella* εκτεθειμένων επί 7 και 14 ημέρες, σε έξι προϊόντα με την εφαρμογή δύο σκευασμάτων chlorantraniliprole (WG και SC) σε τέσσερις δόσεις. Μέσα σε κάθε δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, $df = 5, 53$, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, $p = 0,05$). Μέσα στα προϊόντα, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, $df = 3, 35$, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, $p = 0,05$)

7 ημέρες						
Προϊόν	Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg ⁻¹ προϊόντος)				F	P
	0,01	0,1	1	10		
Κριθάρι	43,3($\pm 4,6$) Aa	46,1($\pm 5,3$) Aa	46,7($\pm 2,9$) Aa	55,0($\pm 6,0$) Aa	1,1	0,37
Αραβόσιτος	23,9($\pm 3,2$) Ba	33,3($\pm 3,1$) ABab	47,8($\pm 10,0$) Abc	55,6($\pm 3,9$) Ac	6,0	<0,01
Βρώμη	22,2($\pm 3,2$) Ba	23,9($\pm 2,9$) Ba	27,2($\pm 5,8$) Ba	54,4($\pm 7,7$) Ab	8,1	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	19,9($\pm 1,4$) Ba	26,1($\pm 3,2$) Ba	29,4($\pm 2,9$) Ba	45,0($\pm 8,1$) Ab	7,6	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	47,8($\pm 9,7$) Aa	46,7($\pm 5,1$) Aa	47,2($\pm 7,3$) Aa	58,9($\pm 8,0$) Aa	0,6	0,64
Σιτάρι	30,6($\pm 5,3$) ABa	30,6($\pm 5,0$) ABa	37,8($\pm 4,0$) ABab	52,2($\pm 6,6$) Ab	3,7	0,02
F	2,6	6,0	15,5	0,41		
P	0,03	<0,01	<0,01	0,83		

Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg ⁻¹ προϊόντος)						
Προϊόν	Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg ⁻¹ προϊόντος)				F	P
	0,01	0,1	1	10		
Κριθάρι	30,6($\pm 4,4$) Aa	40,6($\pm 3,2$) ABa	47,8($\pm 8,1$) Aa	48,9($\pm 4,5$) Aa	2,5	0,08
Αραβόσιτος	24,4($\pm 5,3$) Aa	26,7($\pm 7,3$) Ba	34,4($\pm 1,5$) Aa	53,3($\pm 7,0$) Ab	5,2	<0,01
Βρώμη	22,2($\pm 3,6$) Aa	25,0($\pm 2,0$) Ba	31,1($\pm 5,2$) Aab	50,0($\pm 8,2$) Ab	5,6	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	30,6($\pm 4,1$) Aa	31,1($\pm 6,2$) Ba	32,2($\pm 4,6$) Aa	38,9($\pm 4,5$) Aa	0,6	0,60
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	48,3($\pm 8,8$) Ba	52,8($\pm 6,3$) Aa	53,9($\pm 8,3$) Aa	55,6($\pm 4,3$) Aa	0,2	0,90
Σιτάρι	22,2($\pm 2,7$) Aa	28,9($\pm 4,8$) Ba	30,6($\pm 4,0$) Aab	41,7($\pm 4,9$) Ab	3,7	0,02
F	6,3	4,7	2,2	1,0		
P	<0,01	<0,01	0,07	0,45		



14 ημέρες

Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg⁻¹ προϊόντος)

Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	72,2(±7,4) ABa	82,8(±5,8) Aa	79,4(±4,5) Aa	94,4(±3,3) Aa	2,0	0,14
Αραβόσιτος	57,8(±6,9) Ba	60,0(±7,1) Ba	87,8(±5,1) Ab	88,3(±2,0) Ab	8,9	<0,01
Βρώμη	55,0(±8,8) BCa	56,1(±4,9) Ba	72,8(±5,9) ABa	92,2(±4,1) Ab	8,0	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	43,3(±3,2) Ca	58,9(±8,9) Bab	63,9(±6,3) Bb	80,0(±4,5) Ac	6,2	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	77,2(±8,6) Aa	81,1(±6,5) Aa	83,3(±3,6) Aa	84,4(±4,6) Aa	0,3	0,85
Σιτάρι	52,2(±5,0) BCa	60,0(±4,6) Bab	68,3(±5,7) Bb	82,2(±3,0) Ac	7,5	<0,01
F	2,8	2,9	13,4	1,9		
P	0,03	0,02	<0,01	0,12		

Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg⁻¹ προϊόντος)

Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	75,6(±7,0) ABa	76,7(±6,0) ABa	80,6(±5,9) Aa	90,6(±4,3) Aa	1,4	0,28
Αραβόσιτος	61,1(±9,0) BCa	63,3(±8,0) Ba	84,4(±3,6) Ab	91,7(±1,9) Ab	5,8	<0,01
Βρώμη	57,8(±4,1) Ca	70,0(±5,7) Bab	72,8(±4,9) Aabc	86,1(±5,5) Ac	5,2	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	61,7(±7,6) BCa	66,7(±7,1) Ba	71,1(±8,7) Aa	75,6(±3,2) Aa	0,7	0,54
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	81,7(±3,1) Aa	87,2(±2,5) Aa	87,2(±4,1) Aa	88,3(±2,6) Aa	0,9	0,45
Σιτάρι	52,2(±4,3) Ca	57,8(±3,9) Ba	58,9(±4,8) Aa	82,8(±3,8) Ab	10,2	<0,01
F	5,2	5,2	2,0	2,2		
P	<0,01	<0,01	0,10	0,07		

3.3. Θνησιμότητα και απόγονοι των ακμαίων ατόμων *R. dominica*

Η θνησιμότητα των ακμαίων ατόμων *R. dominica* επηρεάστηκε σημαντικά από το διάστημα της έκθεσης ($F_{1, 384} = 928,0$, $p < 0,01$). Οι κύριες επιδράσεις και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ και εντός των διαστημάτων της έκθεσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Μετά από 7 ημέρες, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των προϊόντων, ενώ η αύξηση της δόσης αύξησε σημαντικά τη θνησιμότητα, ειδικά στη δόση των 10 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ και για τα δύο σκευάσματα (Πίνακας 6). Έτσι, στην υψηλότερη δόση, παρατηρήθηκε το υψηλότερο ποσοστό θνησιμότητας για το μη αποφλοιωμένο ρύζι και στα δύο



σκευάσματα. Στη δόση του 0,01 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος, η θνησιμότητα κυμάνθηκε από 2,2 έως 25,6% για το chlorantraniliprole WG και από 2,2 έως 13,9% για το chlorantraniliprole SC. Μετά από 14 ημέρες, η θνησιμότητα στο κριθάρι, στον αραβόσιτο, στο μη αποφλοιωμένο ρύζι και στο σιτάρι υπερέβη το 92% στη δόση των 10 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος και στα δύο σκευάσματα (Πίνακας 6). Επίσης, στη δόση του 0,01 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος, η συνολική θνησιμότητα κυμαίνονταν από 7,8 έως 41,1% για το chlorantraniliprole WG και από 7,2 έως 32,2% για το chlorantraniliprole SC.

Πίνακας 6. Μέση θνησιμότητα (% $\pm$ SE) των ακμαίων ατόμων *Rhyzopertha dominica* εκτεθειμένων επί 7 και 14 ημέρες, σε έξι προϊόντα ψεκασμένα με την εφαρμογή δύο σκευασμάτων chlorantraniliprole (WG και SC) σε τέσσερις δόσεις. Μέσα σε κάθε δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, df = 5, 53, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, p = 0,05). Μέσα στα προϊόντα, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, df = 3, 35, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, p = 0,05)

7 ημέρες						
Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg ⁻¹ προϊόντος)						
Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	10,0(±3,3) ABa	12,2(±2,8) Aa	21,1(±3,3) Aa	63,9(±6,2) Ab	37,0	<0,01
Αραβόσιτος	5,0(±2,2) Aa	8,9(±3,3) Aa	22,8(±5,8) Ab	79,4(±4,4) ACc	69,6	<0,01
Βρώμη	10,6(±3,8) ABa	10,0(±3,0) Aa	20,6(±4,5) Aa	70,6(±6,2) Ab	40,8	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	5,0(±2,2) Aa	6,7(±2,4) Aa	11,1(±3,2) ACa	39,4(±5,3) Bb	21,4	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	25,6(±7,1) Ba	17,8(±5,8) Aa	52,8(±5,7) Bb	88,3(±2,9) Cc	32,6	<0,01
Σιτάρι	2,2(±1,2) Aa	2,2(±0,9) Aa	2,7(±3,8) Ca	32,8(±7,0) Bb	68,2	<0,01
F	4,9	2,3	8,0	11,5		
P	<0,01	0,06	<0,01	<0,01		



Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg ⁻¹ προϊόντος)						
Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	12,8(±3,6) Aa	11,7(±2,4) ABa	22,8(±2,4) Aa	65,0(±7,1) Ab	34,3	<0,01
Αραβόσιτος	2,8(±1,2) Aa	6,1(±1,8) ABa	12,8(±2,7) Aa	66,7(±9,5) Ab	35,5	<0,01
Βρώμη	8,3(±3,3) Aa	5,0(±2,0) ABa	18,3(±4,6) Aa	45,6(±5,5) Bb	20,4	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	2,2(±1,2) Aa	4,4(±2,3) Ba	10,6(±3,3) Aa	30,6(±4,8) Bb	16,7	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	13,9(±3,0) Aa	16,7(±2,0) Aa	46,1(±5,3) Bb	83,3(±3,2) Cc	80,9	<0,01
Σιτάρι	6,1(±3,0) Aa	15,6(±5,9) Aab	20,6(±3,9) Ab	62,2(±4,8) Ac	30,4	<0,01
F	2,3	6,0	11,2	9,0		
P	0,06	<0,01	<0,01	<0,01		

14 ημέρες

Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg ⁻¹ προϊόντος)						
Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	21,6(±4,8) Aa	25,0(±3,8) ABab	35,0(±3,5) Ab	96,1(±1,8) ABc	91,4	<0,01
Αραβόσιτος	11,1(±4,0) ABa	17,8(±3,9) Ba	37,2(±7,2) Ab	98,9(±0,7) Ac	76,9	<0,01
Βρώμη	12,2(±3,6) ABa	22,8(±5,7) ABa	28,3(±5,4) Aa	97,8(±0,9) ABb	80,5	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	8,3(±4,3) Ba	15,0(±4,7) Ba	30,6(±4,6) Ab	92,2(±3,0) Bc	82,3	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	41,1(±8,8) Ca	42,2(±7,9) Aa	77,2(±5,2) Bb	99,4(±0,6) Ac	19,3	<0,01
Σιτάρι	7,8(±4,3) Ba	6,7(±1,9) Ba	63,3(±5,8) Bb	100,0(±0,0) Ac	147,11	<0,01
F	5,2	7,2	13,8	3,6		
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		

Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg ⁻¹ προϊόντος)						
Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	21,1(±5,4) ABa	18,3(±2,6) ABa	35,6(±2,8) Ab	92,8(±2,1) Ac	100,2	<0,01
Αραβόσιτος	7,2(±1,5) Ba	9,4(±1,9) Ba	26,1(±4,1) Ab	93,9(±3,6) Ac	186,7	<0,01
Βρώμη	11,7(±3,2) ABa	19,4(±4,0) ABab	27,8(±3,7) Ab	75,6(±5,9) Bc	43,7	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	7,2(±3,6) Ba	7,8(±1,9) Ba	22,2(±6,4) Ab	87,8(±1,7) ABa	99,0	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	32,2(±5,5) Aa	30,6(±4,8) Aa	70,0(±4,8) Bb	96,7(±1,7) Ac	52,1	<0,01
Σιτάρι	11,7(±3,5) ABa	26,1(±8,7) Aab	36,7(±5,9) Ab	96,7(±2,3) Ac	43,7	<0,01
F	3,7	7,2	13,3	6,2		
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		

Για την εκτίμηση της παραγωγής απογόνων, οι κυρίες επιδράσεις προϊόν και δόση ήσαν σημαντική (Πίνακας 3). Η αλληλεπίδραση προϊόν Χ δόση ήταν επίσης σημαντική. Η εφαρμογή των δύο σκευασμάτων



chlorantraniliprole κατέστειλε την εμφάνιση απογόνων συγκριτικά με τους μάρτυρες, αλλά πλήρης (100%) καταστολή τους δεν επετεύχθη, ακόμα και στα 10 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος, με εξαίρεση τον αραβόσιτο (Πίνακας 7). Αναφορικά με τους μάρτυρες, η παραγωγή απογόνων αραβοσίτου ήταν χαμηλότερη σε σύγκριση με τα άλλα προϊόντα. Οι απόγονοι στην δόση των 10 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος κυμάνθηκε από 0,0 έως 1,4 ακμαία φιαλίδιο⁻¹ για τα δύο σκευάσματα, ενώ στο 1 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος κυμάνθηκε από 1,6 έως 14,1 ακμαία ανά φιαλίδιο για το chlorantraniliprole WG και από 2,3 έως 19,0 ακμαία ανά φιαλίδιο για το chlorantraniliprole SC.

Πίνακας 7. Μέσος αριθμός ($\pm$ SE) ακμαίων *Rhyzopertha dominica* ανά φιαλίδιο σε έξι προϊόντα με την εφαρμογή δυο σκευασμάτων chlorantraniliprole (WG και SC) σε πέντε δόσεις (περιλαμβάνεται η δόση 0 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος) 60 ημέρες μετά την απομάκρυνση των γονικών ακμαίων. Μέσα σε κάθε δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια κεφαλαία γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, df = 5, 53, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, p = 0,05). Μέσα στα προϊόντα, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, df = 4, 44, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, σε p = 0,05)

Προϊόν	Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg ⁻¹ προϊόντος)						F	P
	0	0,01	0,1	1	10			
Κριθάρι	49,4($\pm$ 15,4) Aa	38,1($\pm$ 11,8) Aa	32,1($\pm$ 8,4) Aa	5,7($\pm$ 2,2) ABb	0,6($\pm$ 0,2) ABc	5,3	<0,01	
Αραβόσιτος	14,8($\pm$ 2,3) Ba	8,7($\pm$ 2,0) Bab	4,6($\pm$ 1,0) Bb	1,6($\pm$ 0,5) Ac	0,0($\pm$ 0,0) Ac	18,0	<0,01	
Βρώμη	45,3($\pm$ 9,3) Aa	27,9($\pm$ 8,7) Aa	25,7($\pm$ 5,8) ABa	5,1($\pm$ 1,6) ABb	0,1($\pm$ 0,1) ABc	8,6	<0,01	
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	81,2($\pm$ 26,1) Ca	80,0($\pm$ 21,7) Ca	70,3($\pm$ 18,2) Ca	14,1($\pm$ 4,2) Bb	1,4($\pm$ 0,5) Bc	5,3	<0,01	
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	15,9($\pm$ 5,6) Ba	10,9($\pm$ 5,2) Ba	9,8($\pm$ 2,5) Ba	7,8($\pm$ 1,8) ABa	1,2($\pm$ 0,5) ABa	1,9	0,12	
Σιτάρι	101,9($\pm$ 18,7) Ca	35,1($\pm$ 8,7) Ab	33,0($\pm$ 8,3) Ab	8,4($\pm$ 1,8) ABc	0,2($\pm$ 0,1) ABd	16,6	<0,01	
F	3,7	8,9	5,3	3,4	3,7			
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			



Προϊόν	Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg ⁻¹ προϊόντος)					F	P
	0	0,01	0,1	1	10		
Κριθάρι	60,3(±16,6) Aa	33,3(±12,6) Aab	23,1(±9,3) Ab	8,1(±4,1) Ac	0,9(±0,4) Ad	5,1	<0,01
Αραβόσιτος	11,3(±2,2) Aa	10,4(±2,1) Aab	4,4(±1,2) Ab	2,3(±0,8) Ac	0,0(±0,0) Ad	11,1	<0,01
Βρώμη	45,1(±12,8) Aa	38,8(±13,7) Aa	30,0(±8,1) Aa	5,3(±2,7) Ab	0,2(±0,2) Ac	4,7	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	60,4(±20,2) Aa	48,2(±19,8) Aa	43,4(±17,9) Aa	19,0(±7,9) Aa	1,4(±0,9) Aa	2,4	0,07
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	23,2(±6,7) Aa	21,8(±6,3) Aa	12,8(±3,4) Aab	5,4(±1,7) Abc	1,3(±0,7) Ac	4,7	<0,01
Σιτάρι	58,6(±29,1) Aa	51,7(±9,1) Aa	39,6(±8,5) Aa	12,0(±2,8) Ab	0,3(±0,2) Ac	3,2	0,02
F	2,2	2,3	1,6	2,3	1,5		
P	0,07	0,06	0,17	0,06	0,20		

3.4. Θνησιμότητα και απόγονοι των ακμαίων ατόμων *S. oryzae*

Η θνησιμότητα των ακμαίων ατόμων *S. oryzae* επηρεάστηκε σημαντικά από το διάστημα της έκθεσης ($F_{1, 384} = 232,1$, $p < 0,01$). Οι κύριες επιδράσεις και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ και εντός των διαστημάτων της έκθεσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Μετά από 7 ημέρες, η συνολική θνησιμότητα ήταν γενικά χαμηλή στις δοσολογίες που ήταν ≤ 1 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος (Πίνακας 8). Επίσης, η συνολική θνησιμότητα ήταν γενικά χαμηλότερη στον αραβόσιτο και στη βρώμη συγκριτικά με τα άλλα προϊόντα. Μετά από 14 ημέρες, πλήρης θνησιμότητα παρατηρήθηκε στο μη αποφλοιωμένο ρύζι και για τα δύο σκευάσματα (Πίνακας 8). Στον αραβόσιτο η θνησιμότητα δεν υπερέβη το 21,1% για το chlorantraniliprole WG και το 16,7% για το chlorantraniliprole SC σε δόσεις ≤ 1 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος.

Πίνακας 8. Μέση θνησιμότητα (% $\pm$ SE) των ακμαίων ατόμων *Sitophilus oryzae* εκτεθειμένων επί 7 και 14 ημέρες, σε έξι προϊόντα με την εφαρμογή δύο σκευασμάτων chlorantraniliprole (WG και SC) σε τέσσερις δόσεις. Μέσα σε κάθε δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, $df = 5, 53$, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, $p = 0,05$). Μέσα στα προϊόντα, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα

δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, $df = 3, 35$, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, $p = 0,05$)

7 ημέρες						
Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg ⁻¹ προϊόντος)						
Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	5,0(±2,6) Aa	4,4(±1,3) Aa	66,1(±11,5) Ab	90,1(±4,8) Ac	46,8	<0,01
Αραβόσιτος	2,2(±1,5) Aa	2,8(±1,2) Aa	18,3(±6,2) Bb	83,9(±7,0) Ac	66,1	<0,01
Βρώμη	7,8(±2,9) Aa	7,8(±2,8) Aa	28,3(±7,2) BCb	72,2(±11,5) Ac	18,4	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	16,1(±4,1) Ba	15,0(±5,3) Aa	42,2(±11,0) ACb	84,4(±5,9) Ac	21,1	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	36,7(±5,9) Ca	53,9(±4,9) Ba	83,9(±3,7) Db	95,6(±1,6) Ac	38,9	<0,01
Σιτάρι	5,6(±2,9) Aa	10,6(±1,9) Aab	21,1(±5,4) Bbc	35,0(±8,5) Ac	17,1	<0,01
F	9,0	16,0	9,2	1,7		
P	<0,01	<0,01	<0,01	0,15		
Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg ⁻¹ προϊόντος)						
Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	3,9(±1,8) Aa	7,2(±2,1) Aa	40,0(±9,2) ADb	78,3(±7,0) ACc	34,4	<0,01
Αραβόσιτος	2,8(±1,2) Aa	2,8(±1,2) Aa	14,4(±4,3) Bb	73,9(±10,6) Ac	34,9	<0,01
Βρώμη	5,0(±1,4) Aa	2,8(±1,7) Aa	15,0(±3,4) Bb	63,9(±10,6) Ac	25,6	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	21,7(±6,4) Bab	17,2(±5,6) Ba	32,2(±6,2) ABb	71,7(±11,0) Ac	10,6	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	36,1(±6,4) Ba	45,0(±7,6) Ca	82,2(±3,4) Cb	99,4(±0,6) Bc	32,9	<0,01
Σιτάρι	26,7(±6,4) Ba	36,1(±7,9) Ca	60,0(±12,7) Db	91,1(±4,2) BCc	11,7	<0,01
F	9,3	12,8	13,00	2,5		
P	<0,01	<0,01	<0,01	0,04		
14 ημέρες						
Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg ⁻¹ προϊόντος)						
Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	29,4(±7,8) Aa	35,6(±10,9) Aa	72,2(±11,4) Ab	99,4(±0,6) Ac	14,6	<0,01
Αραβόσιτος	4,4(±3,4) Ba	8,3(±4,3) Bab	21,1(±7,0) Bb	95,0(±2,4) ABc	86,4	<0,01
Βρώμη	13,9(±5,2) ABa	13,3(±4,5) Ba	37,2(±6,5) Bb	79,4(±9,6) Bc	21,4	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	22,2(±5,3) Aa	28,3(±7,6) Aa	55,0(±12,9) ABb	92,8(±3,9) ABc	15,4	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	95,0(±1,4) Ca	97,2(±1,2) Ca	97,2(±1,7) Ca	100,0(±0,0) Aa	2,6	0,07
Σιτάρι	21,1(±6,4) Aa	40,0(±10,3) Aa	71,1(±9,2) Ab	93,9(±3,4) ABc	5,9	<0,01
F	20,9	41,3	16,9	66,4		
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		



Προϊόν	Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg ⁻¹ προϊόντος)				F	P
	0,01	0,1	1	10		
Κριθάρι	25,6(±7,7) Aa	30,0(±8,3) Aa	55,6(±11,8) Ab	94,4(±3,3) ABc	13,4	<0,01
Αραβόσιτος	6,7(±2,8) Ba	5,0(±2,4) Ba	16,7(±4,1) Bb	87,8(±6,1) ABc	92,6	<0,01
Βρώμη	6,1(±2,5) Ba	14,4(±4,6) Bab	25,6(±5,6) Bb	75,0(±10,2) Bc	23,4	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	24,4(±6,4) Aa	41,1(±11,7) ADab	45,6(±8,6) Ab	85,6(±6,8) ABc	9,0	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	95,0(±2,5) Ca	96,7(±1,9) Ca	98,9(±0,7) Ca	100,0(±0,0) Aa	2,0	0,14
Σιτάρι	61,7(±13,8) Da	65,0(±11,3) Da	70,1(±13,2) Aa	100,0(±0,0) Aa	2,5	0,08
F	17,9	25,4	12,4	2,8		
P	<0,01	<0,01	<0,01	0,03		

Όσον αφορά στην παραγωγή απογόνων, οι κυρίες επιδράσεις προϊόν και δόση ήσαν σημαντικές (Πίνακας 3). Σχετικά με τα φιαλίδια των μαρτύρων, η υψηλότερη παραγωγή απογόνων παρατηρήθηκε στη βρώμη (165,8 και 195,9 ακμαία ανά φιαλίδιο) και στο αποφλοιωμένο ρύζι (52,9 και 69,4 ακμαία ανά φιαλίδιο) (Πίνακας 9). Στο μη αποφλοιωμένο ρύζι και στο σιτάρι η παραγωγή απογόνων ήταν εξαιρετικά χαμηλή και για τα δύο σκευάσματα. Στο κριθάρι και στον αραβόσιτο, στις δόσεις των $\leq 0,1$ mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος, η παραγωγή των απογόνων δεν διέφερε σημαντικά με εκείνη στα φιαλίδια των μαρτύρων, και μειώθηκε σημαντικά στην περίπτωση των 10 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος και για τα δύο σκευάσματα.

Πίνακας 9. Μέσος αριθμός ($\pm$ SE) ακμαίων *Sitophilus oryzae* ανά φιαλίδιο σε έξι προϊόντα με την εφαρμογή δυο σκευασμάτων chlorantraniliprole (WG και SC) σε πέντε δόσεις (περιλαμβάνεται η δόση 0 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος) 60 ημέρες μετά την απομάκρυνση των γονικών ακμαίων. Μέσα σε κάθε δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια κεφαλαία γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, df = 5, 53, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, p = 0,05). Μέσα στα προϊόντα, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, df = 4, 44, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, p = 0,05)

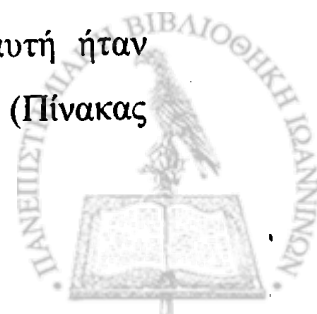


Προϊόν	Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg ⁻¹ προϊόντος)					F	P
	0	0,01	0,1	1	10		
Κριθάρι	38,4(±7,3) Aa	34,7(±6,7) Aa	28,0(±5,8) Aa	7,4(±2,7) Ab	0,1(±0,1) Ac	10,3	<0,01
Αραβόσιτος	34,6(±4,6) Aa	27,0(±4,7) Aa	22,4(±5,0) Aa	21,6(±3,8) Ba	0,8(±0,4) Ab	9,6	<0,01
Βρώμη	165,8(±20,4) Ba	159,9(±38,2) Ba	156,2(±26,7) Ba	143,8(±25,9) Ca	8,8(±5,0) Bb	6,8	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	52,9(±20,3) Aa	52,2(±18,5) Aa	49,1(±9,4) Ca	36,1(±8,7) Ba	2,7(±1,3) Ba	2,4	0,06
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	1,2(±0,6) Ca	2,6(±0,8) Ca	1,4(±0,7) Da	1,1(±0,4) Da	0,2(±0,1) Aa	2,3	0,08
Σιτάρι	4,1(±1,2) Cab	4,2(±1,1) Cab	5,4(±1,9) Da	1,1(±0,7) Db	0,0(±0,0) Ac	4,0	<0,01
F	11,1	20,0	16,4	47,4	2,6		
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04		

Προϊόν	Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg ⁻¹ προϊόντος)					F	P
	0	0,01	0,1	1	10		
Κριθάρι	36,0(±9,0) Aa	32,2(±7,8) Aa	21,1(±3,4) Aa	18,4(±4,3) Aa	0,3(±0,3) Ab	5,7	<0,01
Αραβόσιτος	33,2(±3,0) Aa	24,3(±3,3) Aa	24,8(±4,9) Aa	23,2(±3,5) Aa	1,2(±0,4) Ab	12,7	<0,01
Βρώμη	195,9(±38,6) Ba	192,2(±24,4) Ba	143,2(±34,6) Ba	125,8(±28,4) Ba	38,9(±16,4) Bb	4,7	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	69,4(±18,1) Ca	62,4(±11,3) Ca	56,8(±17,8) Ca	43,0(±14,7) Aa	4,8(±2,1) Ab	3,3	0,02
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	2,6(±0,7) Da	2,4(±0,6) Da	1,6(±0,3) Dab	0,7(±0,2) Cbc	0,2(±0,2) Ac	5,6	<0,01
Σιτάρι	6,6(±3,2) Da	3,6(±1,1) Da	1,7(±0,6) Dab	1,8(±0,9) Cab	0,0(±0,0) Ab	2,6	0,04
F	31,4	11,7	18,2	11,8	5,2		
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		

3.5. Θνησιμότητα και απόγονοι των ακμαίων ατόμων *T. confusum*

Η θνησιμότητα των ακμαίων ατόμων *T. confusum* επηρεάστηκε σημαντικά από το διάστημα της έκθεσης ($F_{1, 384} = 983.7$, $p < 0,01$). Οι κύριες επιδράσεις και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ και εντός των διαστημάτων της έκθεσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Όλες οι αλληλεπιδράσεις ήσαν σημαντικές. Μετά από 7 ημέρες, η θνησιμότητα ήταν χαμηλή, ανεξάρτητα από τη δόση και τα προϊόντα για τα δύο σκευάσματα (Πίνακας 10). Ακόμα και στα 10 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος, η θνησιμότητα δεν υπερέβη το 46,7% για το chlorantraniliprole WG και το 52,2% για το chlorantraniliprole SC. Μετά από 14 ημέρες, η θνησιμότητα αυξήθηκε και η αύξηση αυτή ήταν αναλογική για όλα τα προϊόντα και για τα δύο σκευάσματα (Πίνακας



10). Η θνησιμότητα ήταν γενικά χαμηλότερη στο αποφλοιωμένο ρύζι σε σύγκριση με τα υπόλοιπα προϊόντα και για τα δύο σκευάσματα.

Πίνακας 10. Μέση θνησιμότητα (% $\pm$ SE) των ακμαίων ατόμων *Tribolium confusum* εκτεθειμένων επί 7 και 14 ημέρες, σε έξι προϊόντα με την εφαρμογή δύο σκευασμάτων chlorantraniliprole (WG και SC) σε τέσσερις δόσεις. Μέσα σε κάθε δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, $df = 5, 53$, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, $p = 0,05$). Μέσα στα προϊόντα, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, $df = 3, 35$, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, $p = 0,05$)

7 ημέρες						
Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg ⁻¹ προϊόντος)						
Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	2,8($\pm$ 1,5) Aa	5,0($\pm$ 1,9) Aa	26,1($\pm$ 6,9) Ab	46,7($\pm$ 10,4) Ab	10,5	<0,01
Αραβόσιτος	5,0($\pm$ 2,5) Aa	7,8($\pm$ 3,5) Aa	8,3($\pm$ 2,4) Aa	33,3($\pm$ 10,6) Ab	5,1	<0,01
Βρώμη	2,8($\pm$ 1,2) Aa	5,0($\pm$ 2,2) Aa	11,1($\pm$ 3,9) Aa	28,3($\pm$ 7,2) Ab	7,3	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	1,7($\pm$ 0,8) Aa	2,8($\pm$ 0,9) Aa	12,8($\pm$ 5,0) Aab	28,3($\pm$ 10,6) Ab	4,4	0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	2,8($\pm$ 1,2) Aa	5,6($\pm$ 1,8) Aa	15,0($\pm$ 3,4) Ab	22,8($\pm$ 4,6) Ab	9,0	<0,01
Σιτάρι	2,2($\pm$ 1,7) Aa	3,9($\pm$ 2,2) Aa	16,1($\pm$ 6,6) Ab	33,9($\pm$ 11,7) Ab	4,6	<0,01
F	1,5	0,9	1,5	0,7		
P	0,22	0,46	0,20	0,60		
Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg ⁻¹ προϊόντος)						
Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	2,7($\pm$ 0,9) Aa	3,3($\pm$ 1,7) Aa	21,1($\pm$ 7,0) Ab	52,2($\pm$ 11,0) Ac	12,4	<0,01
Αραβόσιτος	3,3($\pm$ 2,2) Aa	5,0($\pm$ 1,7) Aa	9,4($\pm$ 2,8) Aab	18,9($\pm$ 4,9) Ab	4,9	<0,01
Βρώμη	3,3($\pm$ 1,4) Aa	3,9($\pm$ 1,6) Aa	11,1($\pm$ 4,2) Aa	35,6($\pm$ 7,4) Ab	11,9	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	1,1($\pm$ 0,7) Aa	3,3($\pm$ 1,2) Aa	5,6($\pm$ 1,6) Aa	26,7($\pm$ 10,6) Ab	4,8	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	3,9($\pm$ 1,1) Aa	5,6($\pm$ 2,1) Aa	5,6($\pm$ 2,3) Aa	22,8($\pm$ 4,8) Ab	9,4	<0,01
Σιτάρι	1,1($\pm$ 0,7) Aa	2,8($\pm$ 1,5) Aa	10,0($\pm$ 3,7) Aab	29,4($\pm$ 11,4) Ab	4,6	<0,01
F	0,5	0,9	2,1	1,8		
P	0,80	0,46	0,09	0,13		



14 ημέρες

Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg⁻¹ προϊόντος)

Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	5,6(±2,9) Aa	8,9(±2,0) ABa	41,1(±9,5) Ab	72,2(±10,4) Ac	21,4	<0,01
Αραβόσιτος	11,7(±3,2) Aa	10,6(±4,6) ABa	28,3(±5,5) ABb	75,6(±7,9) Ac	29,9	<0,01
Βρώμη	7,8(±4,0) Aa	6,1(±3,0) ABa	15,0(±5,0) Ba	69,4(±11,7) Ab	19,5	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	3,9(±1,1) Aa	3,9(±1,1) Ba	18,3(±5,7) Bb	45,0(±10,5) Ac	10,3	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	15,6(±2,6) Aa	22,8(±6,6) Aab	40,0(±6,2) Ab	87,8(±3,5) Ac	42,0	<0,01
Σιτάρι	6,7(±2,0) Aa	5,6(±3,3) ABa	31,1(±6,7) ABb	74,4(±9,7) Ac	27,3	<0,01
F	2,3	3,2	2,7	2,3		
P	0,06	0,02	0,03	0,06		

Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg⁻¹ προϊόντος)

Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	3,9(±1,4) Aa	5,0(±1,7) Aa	29,4(±8,1) Ab	72,2(±11,1) Ac	24,3	<0,01
Αραβόσιτος	6,1(±2,0) Aa	11,1(±3,7) Aa	22,8(±5,3) ABb	80,6(±6,6) Ac	52,2	<0,01
Βρώμη	6,1(±2,0) Aa	7,2(±2,5) Aa	12,8(±4,9) Ba	65,6(±11,0) Ab	21,0	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	4,4(±2,3) Aa	7,2(±1,9) Aa	10,0(±1,9) Ba	42,8(±11,0) Ab	9,6	<0,01
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	30,6(±5,9) Ba	32,2(±5,3) Ba	33,9(±7,0) Aa	73,3(±5,1) Ab	12,3	<0,01
Σιτάρι	3,3(±1,4) Aa	4,4(±2,6) Aa	11,7(±3,8) Ba	65,6(±8,9) Ab	34,5	<0,01
F	9,2	15,7	3,3	2,1		
P	<0,01	<0,01	0,01	0,08		

Όσον αφορά στην παραγωγή των απογόνων, όλες οι κυρίες επιδράσεις ήσαν σημαντικές (Πίνακας 3). Η αλληλεπίδραση προϊόν Χ δόση ήταν σημαντική. Γενικώς, η παραγωγή των απογόνων ήταν χαμηλή, ακόμη και στους μάρτυρες, ιδίως στο μη αποφλοιωμένο ρύζι και για τα δύο σκευάσματα (Πίνακας 11). Η μεγαλύτερη παραγωγή απογόνων παρατηρήθηκε στη βρώμη, αλλά ακόμη και σε αυτή την περίπτωση οι απόγονοι μειώθηκαν με την αύξηση της δόσης και για τα δύο σκευάσματα.



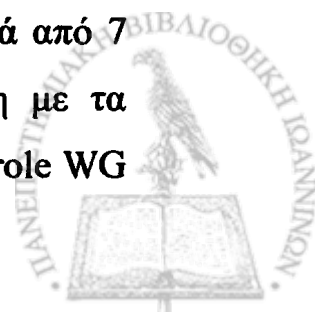
Πίνακας 11. Μέσος αριθμός ($\pm$ SE) ατόμων *Tribolium confusum* ανά φιαλίδιο σε έξι προϊόντα με την εφαρμογή δυο σκευασμάτων chlorantraniliprole (WG και SC) σε πέντε δόσεις (περιλαμβάνεται η δόση 0 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος) 60 ημέρες μετά την απομάκρυνση των γονικών ακμαίων. Μέσα σε κάθε δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια κεφαλαία γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, df = 5, 53, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, p = 0,05). Μέσα στα προϊόντα, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, df = 4, 44, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, p = 0,05)

Προϊόν	Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg ⁻¹ προϊόντος)					F	P
	0	0,01	0,1	1	10		
Κριθάρι	3,9($\pm$ 1,9) Aa	2,4($\pm$ 0,8) Aa	1,1($\pm$ 0,4) Aa	0,1($\pm$ 0,1) Aa	0,4($\pm$ 0,3) Aa	2,6	0,06
Αραβόσιτος	4,0($\pm$ 1,4) Aa	3,1($\pm$ 1,4) Aa	1,4($\pm$ 0,7) Aa	1,3($\pm$ 0,7) Aa	0,0($\pm$ 0,0) Aa	2,6	0,06
Βρώμη	10,1($\pm$ 2,0) Ba	8,9($\pm$ 2,0) Ba	6,3($\pm$ 1,7) Bab	1,9($\pm$ 0,6) Ab	0,0($\pm$ 0,0) Ac	8,5	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	0,6($\pm$ 0,3) Aa	0,3($\pm$ 0,2) Aa	1,0($\pm$ 0,4) Aa	0,3($\pm$ 0,3) Aa	0,0($\pm$ 0,0) Aa	1,4	0,24
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	0,0($\pm$ 0,0) Aa	0,0($\pm$ 0,0) Aa	0,1($\pm$ 0,1) Aa	0,2($\pm$ 0,2) Aa	0,0($\pm$ 0,0) Aa	1,5	0,23
Σιτάρι	4,6($\pm$ 1,5) Aa	2,9($\pm$ 1,1) Aa	1,7($\pm$ 1,0) Aab	1,1($\pm$ 0,6) Aab	0,0($\pm$ 0,0) Ab	3,2	0,02
F	5,6	12,2	5,5	1,6	1,0		
P	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	0,43		

Προϊόν	Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg ⁻¹ προϊόντος)					F	P
	0	0,01	0,1	1	10		
Κριθάρι	6,2($\pm$ 2,5) Aa	3,4($\pm$ 1,5) Aa	2,8($\pm$ 1,4) Aa	2,0($\pm$ 0,6) Aa	0,0($\pm$ 0,0) Aa	2,4	0,07
Αραβόσιτος	8,0($\pm$ 2,5) Aa	3,9($\pm$ 1,8) Aab	2,6($\pm$ 0,9) Aab	1,6($\pm$ 0,6) ABb	0,0($\pm$ 0,0) Ac	4,4	<0,01
Βρώμη	14,0($\pm$ 3,4) Ba	10,1($\pm$ 2,3) Bab	8,4($\pm$ 2,4) Bab	4,1($\pm$ 1,4) Ab	0,2($\pm$ 0,2) Ac	5,8	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	1,0($\pm$ 0,4) Aa	0,6($\pm$ 0,4) Aa	0,6($\pm$ 0,3) Aa	0,3($\pm$ 0,3) Ba	0,0($\pm$ 0,0) Aa	1,3	0,31
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	0,1($\pm$ 0,1) Aa	0,0($\pm$ 0,0) Aa	0,1($\pm$ 0,1) Aa	0,0($\pm$ 0,0) Ba	0,0($\pm$ 0,0) Aa	0,8	0,56
Σιτάρι	4,2($\pm$ 1,5) Aa	3,8($\pm$ 1,7) Aa	1,9($\pm$ 0,7) Aab	0,7($\pm$ 0,3) Bb	0,0($\pm$ 0,0) Ac	3,1	0,03
F	8,4	4,8	7,4	2,5	2,3		
P	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,06		

3.6. Θνησιμότητα των προνυμφών *T. confusum*

Η θνησιμότητα των προνυμφών *T. confusum* επηρεάστηκε σημαντικά από το διάστημα της έκθεσης ($F_{1, 384} = 1168,1$, p < 0,01). Οι κύριες επιδράσεις και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ και εντός των διαστημάτων της έκθεσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Μετά από 7 ημέρες, η θνησιμότητα ήταν γενικά μεγαλύτερη σε σύγκριση με τα ακμαία άτομα, αλλά δεν υπερέβη το 76,1% για το chlorantraniliprole WG



και το 70,0% για το chlorantraniliprole SC στον αραβόσιτο στη δόση των 10 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος (Πίνακας 12). Μετά από 14 ημέρες, η θνησιμότητα στον αραβόσιτο ήταν 94,4% για το chlorantraniliprole WG και 92,8% για το chlorantraniliprole SC στα 10 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος, ενώ ήταν 79,4% για το chlorantraniliprole WG και 66,7% για το chlorantraniliprole SC στην περίπτωση του μη αποφλοιωμένου ρυζιού για την ίδια δόση (Πίνακας 12). Γενικώς, για τις προνύμφες *T. confusum*, οι διαφορές στην θνησιμότητα μεταξύ των προϊόντων ήταν μικρότερη σε σχέση με το υπόλοιπα είδη. Ως εκ τούτου, στη δόση των 0,01 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος, η οποία ήταν και η μικρότερη, η θνησιμότητα κυμάνθηκε από 33,9 έως 65% για το chlorantraniliprole WG και από 34,4 έως 70,6% για το chlorantraniliprole SC.

Πίνακας 7. Μέση θνησιμότητα (% ± SE) των προνυμφών *Tribolium confusum* εκτεθειμένων επί 7 και 14 ημέρες, σε έξι προϊόντα με την εφαρμογή δύο σκευασμάτων chlorantraniliprole (WG και SC) σε τέσσερις δόσεις. Μέσα σε κάθε δόση, οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, df = 5, 53, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, p = 0,05). Μέσα στα προϊόντα, οι μέσοι που ακολουθούνται από τα ίδια μικρά γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικώς (σε όλες τις περιπτώσεις, df = 3, 35, Tukey-Kramer HSD δοκιμή, p = 0,05)

7 ημέρες						
	Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg ⁻¹ προϊόντος)					
Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	36,1(±9,0) Aa	38,9(±8,5) Aa	43,3(±12,9) ABa	60,0(±10,6) Aa	1,1	0,38
Αραβόσιτος	42,2(±6,6) Aa	53,3(±9,0) Aa	65,6(±8,7) Aab	76,1(±8,2) Ab	3,2	0,04
Βρώμη	27,2(±6,9) Aa	29,4(±6,3) Aa	32,2(±6,3) ABa	67,2(±11,5) Ab	5,5	<0,01
Ρύζι (αποφλοιωμένο)	21,1(±4,5) Aa	26,6(±6,0) Aab	23,3(±4,3) Ba	40,6(±4,3) Ab	3,3	0,03
Ρύζι (μη αποφλοιωμένο)	32,2(±9,8) Aa	32,2(±7,2) Aa	45,0(±7,3) ABa	52,2(±9,7) Aa	1,3	0,28
Σιτάρι	32,8(±10,1) Aa	51,7(±11,3) Aa	42,8(±9,5) ABa	56,1(±10,6) Aa	1,0	0,41
F	1,7	1,1	2,7	1,7		
P	0,15	0,40	0,03	0,16		



Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg⁻¹ προϊόντος)

Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	28,9(±10,1) Aa	37,8(±11,9) ABa	39,4(±10,5) Aa	55,6(±11,5) Aa	1,0	0,40
Αραβόσιτος	50,1(±7,1) Aa	50,1(±5,1) Aa	60,6(±9,5) Aa	70,0(±11,1) Aa	1,2	0,33
Βρώμη	26,1(±6,9) Aa	25,0(±5,3) Ba	27,8(±7,5) Aa	57,2(±11,0) Ab	3,8	0,02
Ρύζι	19,4(±4,8) Aa	27,2(±5,4) Ba	31,1(±6,1) Aab	46,1(±8,4) Ab	3,2	0,04
(αποφλοιωμένο)						
Ρύζι (μη	33,3(±8,4) Aa	35,0(±9,4) ABa	36,7(±8,3) Aa	46,7(±11,3) Aa	0,4	0,75
αποφλοιωμένο)						
Σιτάρι	40,0(±10,1) Aa	46,1(±8,0) Aa	45,6(±6,9) Aa	53,3(±10,3) Aa	0,4	0,77
F	0,9	2,9	2,2	0,7		
P	0,47	0,03	0,07	0,65		

14 ημέρες

Δόση (mg chlorantraniliprole WG kg⁻¹ προϊόντος)

Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	58,9(±9,3) Aa	59,4(±8,8) Aa	66,7(±9,9) ABa	83,3(±5,9) Aa	1,8	0,17
Αραβόσιτος	61,7(±8,2) Aa	68,3(±10,4) Aa	81,7(±8,5) Aab	94,4(±3,3) Ab	3,3	0,03
Βρώμη	48,9(±6,0) Aa	51,7(±6,3) Aa	55,6(±8,1) ABa	86,1(±5,3) Ab	7,1	<0,01
Ρύζι	33,9(±5,8) Aa	35,0(±4,1) Aa	40,0(±8,0) Ba	71,7(±4,0) Ab	9,8	<0,01
(αποφλοιωμένο)						
Ρύζι (μη	50,0(±9,6) Aa	48,3(±7,1) Aa	64,4(±7,6) ABab	79,4(±7,4) Ab	3,3	0,03
αποφλοιωμένο)						
Σιτάρι	65,0(±8,6) Aa	52,2(±10,2) Aa	66,1(±7,7) ABa	78,3(±6,4) Aa	1,6	0,20
F	1,5	1,6	3,9	2,0		
P	0,20	0,19	<0,01	0,10		

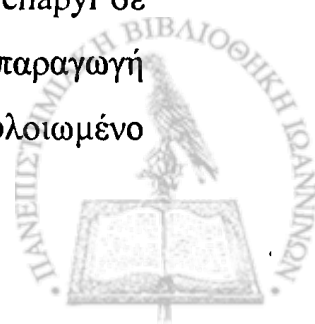
Δόση (mg chlorantraniliprole SC kg⁻¹ προϊόντος)

Προϊόν	0,01	0,1	1	10	F	P
Κριθάρι	49,4(±1,7) Aa	53,3(±12,1) Aa	62,8(±8,7) ABa	83,3(±5,1) Aa	2,4	0,10
Αραβόσιτος	70,6(±7,5) Aa	70,6(±7,1) Aa	83,9(±7,6) Aa	92,8(±4,4) Aa	2,6	0,07
Βρώμη	46,1(±6,1) Aa	48,9(±5,1) Aa	51,1(±4,2) Ba	80,1(±6,3) Ab	8,6	<0,01
Ρύζι	34,4(±6,4) Aa	46,1(±7,2) Aab	45,6(±9,6) Bab	68,3(±6,1) Ab	3,8	0,02
(αποφλοιωμένο)						
Ρύζι (μη	52,2(±9,6) Aa	48,9(±9,3) Aa	51,7(±8,7) ABa	66,7(±8,5) Aa	0,8	0,51
αποφλοιωμένο)						
Σιτάρι	60,0(±9,1) Aa	63,9(±7,3) Aa	65,6(±7,3) ABa	72,2(±8,3) Aa	0,9	0,47
F	1,0	2,34	3,3	2,2		
P	0,40	0,06	0,01	0,07		



4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Νέες ουσίες όπως οι abamectin, chlorfenapyr, ethiprole, fipronil, imidacloprid, indoxacab, thiamethoxam έχουν αξιολογηθεί προκειμένου να εκτιμηθεί η ικανότητά τους ως παραδοσιακά προστατευτικά των σιτηρών με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, ο Arthur (2002) έδειξε ότι την πυραζόλη ethiprole θα ελέγχει το *S. oryzae* στο σιτάρι και το *S. zeamais* στον αραβόσιτο, ενώ θα σταματήσει την παραγωγή απογόνων του *T. castaneum* στο σιτάρι και στον αραβόσιτο. Ομοίως, οι Kavallieratos et al. (2010b) δοκιμάζοντας το pyrazole fipronil ως προστατευτικό των σιτηρών βρήκαν υψηλή αποτελεσματικότητα κατά των *P. truncatus*, *R. dominica*, *S. oryzae* και *T. confusum* σε δόσεις ≥ 1 fipronil mg kg⁻¹ προϊόντος. Οι Arthur et al. (2004) αναφέρουν ότι το νεοκοτινοειδές εντομοκτόνο thiamethoxam θα είναι αποτελεσματικό κατά του *O. surinamensis* στον αραβόσιτο, του *R. dominica* στο σιτάρι, του *S. oryzae* στο σιτάρι, του *S. zeamais* στον αραβόσιτο και του *T. castaneum* στον αραβόσιτο και στο σιτάρι. Ομοίως, οι Daglish and Nayak (2012) εξέτασαν το νεοκοτινοειδές imidacloprid και την οξαδιαζίνη indoxacarb ως προστατευτικά του σιταριού. Βρήκαν ότι το imidacloprid θα ελέγχει τα *C. ferrugineus*, *O. surinamensis*, *R. dominica* και *T. castaneum* ενώ το indoxacarb θα ελέγχει τα *C. ferrugineus*, *O. surinamensis*, *R. dominica* και *S. oryzae*. Οι Kavallieratos et al. (2009) έδειξαν ότι η abamectin παρείχε επαρκή έλεγχο των *R. dominica*, *S. oryzae* και *T. confusum* στον αραβόσιτο και στο σιτάρι. Οι Kavallieratos et al. (2011) κατέγραψαν υψηλή θνησιμότητα στα ακμαία άτομα του *P. truncatus* στον αραβόσιτο, όπου εφαρμόστηκε η πυρόλη chlorfenapyr σε 0.5 και 1 mg chlorfenapyr kg⁻¹ προϊόντος και πολύ χαμηλή παραγωγή απογόνων *R. dominica* στο κριθάρι, αραβόσιτο, στο μη αποφλοιωμένο



ρύζι και στο σιτάρι στα 10 mg chlorfenapyr kg⁻¹ προϊόντος. Ως εκ τούτου, μία μόνο ένωση θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά για τον έλεγχο ενός ευρέως φάσματος σημαντικών ειδών εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. Τα δεδομένα από την παρούσα εργασία είναι σε συμφωνία με τις παραπάνω παρατηρήσεις.

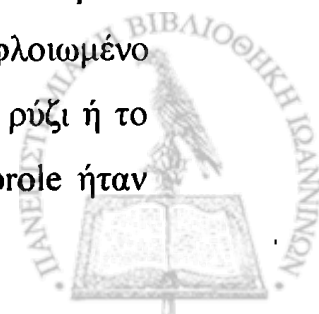
Το chlorantraniliprole ήταν αποτελεσματικό στα 10 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος για όλα τα είδη των δημητριακών που δοκιμάστηκαν, τουλάχιστον, όσον αφορά στην γονική θνησιμότητα. Από τα εξετασθέντα είδη, το *L. bostrychophila* και το *R. dominica* ήσαν γενικά πιο ευαίσθητα, ενώ τα ακμαία *T. confusum* ήσαν τα λιγότερο ευαίσθητα. Ωστόσο, οι διαφορές στη θνησιμότητα μεταξύ των ειδών ήσαν γενικά χαμηλότερες σε σύγκριση με άλλες ενώσεις. Για παράδειγμα, οι Fang et al. (2002) ανέφεραν ότι η θνησιμότητα του *R. dominica* και του *S. oryzae* στο σιτάρι όπου εφαρμόστηκε το spinosad στο 1 mg spinosad kg⁻¹ προϊόντος ήταν 100% μετά από έκθεση 7 ημερών, ενώ στις ίδιες συνθήκες, η θνησιμότητα ήταν χαμηλή για το *T. castaneum*. Ομοίως, οι Kavallieratos et al. (2009) κατέγραψαν πλήρη θνησιμότητα του *S. oryzae* στο σιτάρι ή στον αραβόσιτο και του *R. dominica* στον αραβόσιτο, στην ίδια δόση μετά από 7 και 14 ημέρες έκθεσης. Οι Kavallieratos et al. (2010b) σημείωσαν 100% θνησιμότητα στα *R. dominica*, *S. oryzae* και *T. confusum* στο σιτάρι μετά από έκθεση 7 ημερών ή στο *P. truncatus* στον αραβόσιτο μετά από 48 ώρες έκθεσης με την εφαρμογή 1 mg fipronil kg⁻¹ προϊόντος. Ομοίως, οι Daglish and Nayak (2012) βρήκαν ότι η θνησιμότητα του *C. ferrugineus* ήταν 100% μετά από έκθεση 14 ημερών στο σιτάρι όπου εφαρμόστηκε το indoxacarb στην ίδια δόση, ενώ στο *T. castaneum* δεν σημειώθηκε θνησιμότητα.

Στην περίπτωση του chlorantraniliprole, τα δεδομένα της παρούσας εργασίας δείχνουν ότι το είδος του προϊόντος ήταν μία σημαντική παράμετρος δεδομένου ότι για τα είδη που δοκιμάστηκαν η



θνησιμότητα κυμάνθηκε από 5,6 έως 100% μετά από έκθεση 14 ημερών σε 1 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος. Είναι καλά τεκμηριωμένο ότι τα προστατευτικά των σιτηρών έχουν διαφορετικές επιδόσεις μεταξύ των διαφόρων σπόρων. Για το spinosad, οι Fang et al. (2002) διαπίστωσαν ότι υπήρχαν σημαντικές διαφορές στη θνησιμότητα μεταξύ των διαφόρων κατηγοριών του σιταριού. Οι Kavallieratos et al. (2005) ανέφεραν ότι η Γη Διατόμων δεν ήταν εξίσου αποτελεσματική μεταξύ οκτώ ειδών σπόρων και ότι η προσκόλλησή της στους σπόρους ήταν χαμηλότερη για τον αραβόσιτο σε σχέση με το μη αποφλοιωμένο κριθάρι ή το ρύζι. Ομοίως, οι Chintzoglou et al. (2008) διαπίστωσαν ότι η αποδόμηση της σκόνης spinosad ήταν υψηλότερη στον αραβόσιτο από ότι στο σιτάρι και το γεγονός αυτό θα μπορούσε να εξηγήσει εν μέρει το λόγο ότι το spinosad ήταν πιο αποτελεσματικό στο σιτάρι από ότι στον αραβόσιτο. Οι Kavallieratos et al. (2010b) βρήκαν ότι το fipronil ήταν λιγότερο αποτελεσματικό στο μη αποφλοιωμένο ρύζι από ότι στο κριθάρι, τον αραβόσιτο και το σιτάρι. Οι Kavallieratos et al. (2011) βρήκαν ότι το chlorfenvapyr ήταν γενικώς πιο αποτελεσματικό στο μη αποφλοιωμένο ρύζι και στον αραβόσιτο σε σύγκριση με το σιτάρι και το κριθάρι έναντι των ακμαίων ατόμων *S. oryzae* και λιγότερο αποτελεσματικά στον αραβόσιτο από ότι στο κριθάρι, στο μη αποφλοιωμένο ρύζι και στο σιτάρι κατά των ακμαίων ατόμων *R. dominica*.

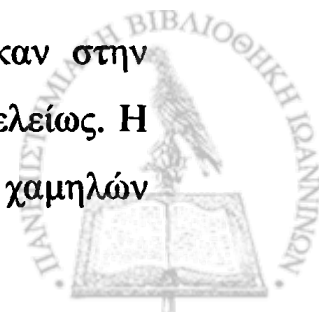
Όμως, η διαφορετικότητα στην αποδόμηση ή στην προσκόλληση δεν αρκεί ώστε να εξηγήσει τις διακυμάνσεις της θνησιμότητας των εντόμων. Οι διαφορές οι οποίες παρατηρήθηκαν μεταξύ των δημητριακών δεν ήσαν σταθερές και ήσαν εξαρτώμενες από το είδος του εντόμου. Για παράδειγμα, για το *L. bostrychophila*, το chlorantraniliprole ήταν λιγότερο αποτελεσματικό στον αραβόσιτο ή στο μη αποφλοιωμένο ρύζι σε σύγκριση με το κριθάρι, τη βρώμη, το αποφλοιωμένο ρύζι ή το σιτάρι, ενώ για τις προνύμφες *T. confusum* το chlorantraniliprole ήταν



γενικά πιο αποτελεσματικό στον αραβόσιτο σε σύγκριση με τα άλλα προϊόντα. Παρομοίως, το chlorantraniliprole ήταν πιο αποτελεσματικό στο αποφλοιωμένο ρύζι σε σχέση με το μη αποφλοιωμένο ρύζι εναντίον του *L. bostrychophila*, αλλά αυτό αντιστράφηκε στην περίπτωση των προνυμφών *E. kuehniella*. Έτσι, υποθέτουμε ότι υπάρχουν συγκεκριμένες αλληλεπιδράσεις εντόμου - εντομοκτόνου - προϊόντος, που δύνανται να περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά όπως η κινητικότητα και η λήψη του εντομοκτόνου που είναι καθοριστικά για την αποτελεσματικότητα του chlorantraniliprole.

Εκτός από την επίδραση του εντομοκτόνου, ο τύπος του σπόρου είναι καθοριστικός για την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή ενός συγκεκριμένου είδους. Για παράδειγμα, οι Opit and Throne (2008) διαπίστωσαν ότι ο αραβόσιτος δεν ήταν τόσο κατάλληλος όσο το κριθάρι, η βρώμη, το ρύζι, το σιτάρι ή το σόργο για την αύξηση του πληθυσμού του *Lepinotus reticulatus* Enderlein (Psocoptera: Trogiidae), ενώ ο αραβόσιτος, η βρώμη και το ρύζι δεν ήταν τόσο κατάλληλα όσο το κριθάρι, το σόργο ή το σιτάρι για την αύξηση του πληθυσμού του *Liposcelis entomophila* (Enderlein) (Psocoptera: Liposcelididae). Επιπλέον, οι Athanassiou et al. (2010), διαπίστωσαν ότι η αύξηση του πληθυσμού των *L. bostrychophila*, *Liposcelis decolor* (Pearman) (Psocoptera: Liposcelididae), *L. entomophila* και *Liposcelis paeta* Pearman (Psocoptera: Liposcelididae) ήταν υψηλότερη στο σόργο σε σχέση με τον αραβόσιτο, ενώ ήταν αμελητέα στο φύτρο σταριού. Έτσι, η "προτίμηση" προς ένα συγκεκριμένο προϊόν πρέπει να εξεταστεί σοβαρά, όταν σχεδιάζεται ένα Πρόγραμμα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης (Throne et al., 2000).

Στις περισσότερες από τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη, η παραγωγή των απογόνων δεν απεφεύχθη τελείως. Η αυξημένη παραγωγή απογόνων ήταν μια άμεση συνέπεια των χαμηλών



επιπέδων της γονικής θνησιμότητας. Επιπλέον, όπως υποδεικνύεται από τα δεδομένα που προκύπτουν από τους μάρτυρες, υπάρχουν ορισμένοι σπόροι όπου η ανάπτυξη για ορισμένα είδη ήταν περιορισμένη. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η παραγωγή των απογόνων ήταν σημαντικά μειωμένη μόνο στην περίπτωση των 10 mg chlorantraniliprole kg⁻¹ προϊόντος, ειδικά για τα *R. dominica* και *S. oryzae*, ενώ για το *T. confusum* η μειωμένη παραγωγή απογόνων σχετίζεται με το γεγονός ότι αυτό το είδος δε μπορεί να αναπτυχθεί εύκολα στους ολόκληρους σπόρους (Aitken, 1975, Rees, 1996).

Τα δύο σκευάσματα του chlorantraniliprole που αξιολογήθηκαν είχαν παρόμοια απόδοση σε σχέση με το εξεταζόμενο είδη. Το εύρημα αυτό είναι σε συμφωνία με προηγούμενες αναφορές. Για παράδειγμα, κανένα από τα δύο σκευάσματα αύξησε σημαντικά τη θνησιμότητα ή μείωσε τη γονιμότητα του *Aphidius rhopalosiphi* De Stefani Perez (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) (Dinter et al., 2008). Στην ίδια εργασία κανένα από τα δύο σκευάσματα επηρέασε τον πληθυσμό του *Typhlodromus pyri* Scheuten (Ακάρεα: Phytoseiidae) ή είχε κάποια αρνητική επίδραση στη θνησιμότητα και την αναπαραγωγή του *Episyrphus balteatus* De Geer (Diptera: Syrphidae).

Απ' όσο γνωρίζουμε, αυτή είναι η πρώτη μελέτη σχετικά με την αποτελεσματικότητα του chlorantraniliprole ως προστατευτικό σπόρων των δημητριακών. Το chlorantraniliprole είναι αποτελεσματικό έναντι σοβαρών ειδών εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων, αλλά αυτή η αποτελεσματικότητα εξαρτάται από τον τύπο του προϊόντος. Δεδομένου ότι το chlorantraniliprole έχει χαμηλή τοξικότητα στα θηλαστικά, καθώς και ένα μοναδικό τρόπο δράσης, θα μπορούσε να αξιολογηθεί περαιτέρω ως εναλλακτική λύση για τους ανθεκτικούς πληθυσμούς, σε συνδυασμό με άλλα προστατευτικά των σπόρων.

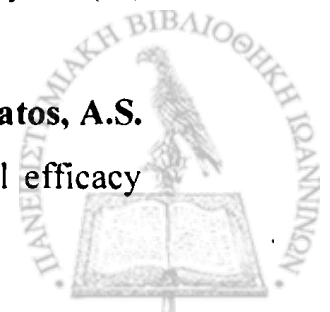


BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aitken, A. D. 1975.** Insect Travelers. I: Coleoptera. Technical Bulletin 31, HMSO, London.
- Akbar, W., J.C. Lord, J.R. Nechols and R.W. Howard. 2004.** Diatomaceous earth increases the efficacy of *Beauveria bassiana* against *Tribolium castaneum* larvae and increases conidia attachment. J. Econ. Entomol. 97: 273-280.
- Al-Kirshi, A.G., H. Boshaw, W.E. Burkholder and C. Reichmuth. 1996.** The biology of the parasitoid *Laelius pedatus* (Hymenoptera: Berthylidae), and its potential for the biological control of *Trogoderma granarium* and *Trogoderma angustum* (Coleoptera: Dermestidae). *Proceedings of the 20th International Congress of Entomology*, page 554, Florence, Italy
- Ammar, I. M. A. 1988.** Residual bioactivity of insect growth regulators against *Sitophilus oryzae* (L.) in wheat grain. *Anz. Schaedlingskd. Pflanzenschutz* 61:56–60.
- Anonymous. 1994.** Official United states standards for grain. *USDA Federal Grain Inspection Service* p. 47.
- Arbogast, R.L., P.E. Kendra, R.W. Mankin and J.E. McGovern. 2000.** Monitoring insect pests in reatail stores by trapping and spatial analysis. *J. Stored Prod. Res.* 32: 293-302
- Arthur, F.H. 1992.** Recidual efficacy of chlorpyriphos methyl + bioresmethrin and chlorpyriphos methyl + resmethrin for controlling lesser grain borers (Coleoptera: Bostrychidae), rice weevils (Coleoptera:Curculionidae) in stored wheat. *J. Econ. Entomol.* 85: 570-575.



- Arthur, F.H. 1994.** Efficacy of unsynergised deltamethrin and deltamethrin + chlorpyrifos methyl combinations as protectants of stored wheat corn (maize). *J. Stored Prod. Res.* 30: 87-94.
- Arthur, F.H. 1996.** Grain protectants: Current status and prospects for the future. *J. Stored Prod. Res.* 32: 293-302.
- Arthur, F.H. 1999.** Knockdown mortality and progeny production of lesser grain borers (Coleoptera: Bostrychidae) and rice weevils (Coleoptera: Curculionidae) exposed for short intervals on wheat treated with cyfluthrin. *J. Econ. Entomol.* 92: 1198-1205.
- Arthur, F.H. 2002.** Efficacy of ethiprole applied alone and in combination with conventional insecticides for protection of stored wheat and stored corn. *J. Econ. Entomol.* 95: 1314-1318.
- Arthur, F.H., B. Yue and G.E. Wilde. 2004.** Susceptibility of stored-product beetles on wheat and maize treated with thiamethoxam: effects of concentration, exposure interval, and temperature. *J. Stored Prod. Res.* 40: 527-546.
- Arthur, F.H. 2009.** 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.
- [ASAE] American Society of Agricultural Engineers. 1994.** Moisture relationships of grains. American Society of Agricultural Engineers, St Joseph, MI.
- Athanassiou, C.G., N.G. Kavallieratos, F.C. Tsaganou, B.J. Vayias, C.B. Dimizas and C.Th. Buchelos. 2003.** Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Crop Prot.* 22: 1141-1147.
- Athanassiou, C.G., B.J. Vayias, C.B. Dimizas, N.G. Kavalieratos, A.S. Papagregoriou and C.Th. Buchelos. 2004.** Insecticidal efficacy



of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. J. Stored Prod. Res. 41: 47-55.

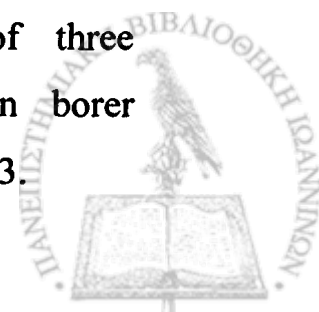
Athanassiou, C.G. and N.G. Kavallieratos. 2005. Insecticidal effect and adherence of PyriSec in different grain commodities. Crop Prot. 27: 703-710.

Athanassiou, C.G., B.J. Vayias, C.B. Dimizas, N.G. Kavallieratos, A.S. Papagregoriou and C.Th. Buchelos. 2005. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. J. Stored Prod. Res. 41: 47-55.

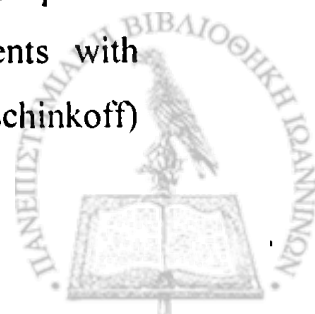
Athanassiou, C.G., N.G. Kavallieratos, J.B. Tsakiri, S.N. Xyrafidis and B.J. Vayias. 2006. Effect of Temperature and Humidity on Insecticidal Effect of SilicoSec Against *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) Larvae. J. Econ. Entomol. 99: 1520-1524.

Athanassiou, C.G. and T. Steenberg. 2007. Insecticidal effect of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Ascomycota: Hypocreales) in combination with three diatomaceous earth formulations against *Sitophilus granaries* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Biol. Contr. 40: 411-416.

Athanassiou, C.G., N.G. Kavallieratos, G.C. Peteinatos, S.E. Prtrou, M.C. Boukouvala and Z. Tomanovic. 2007. Influence of temperature and humidity on insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations against larger grain borer (Coleoptera: Bostrychidae). J. Econ. Entomol. 100: 599-603.



- Athanassiou, C.G., F. H. Arthur, G.P. Opit and J.E. Throne. 2009.** Insecticidal effect of diatomaceous earth against three species of stored- product Psocids on maize, rice and wheat. J. Econ. Entomol. 102: 1673-1680.
- Athanassiou, C.G., F.H. Arthur and J.E. Throne. 2010.** Efficacy of methoprene for control of five species of psocids (Psocoptera) on wheat, rice, and maize. J. Food Prot. 73: 2244-2249.
- Athanassiou, C.G., F.H. Arthur, N.G. Kavallieratos and J.E. Throne. 2011.** Efficacy of Pyriproxyfen for control of stored-product Psocids (Psocoptera) on concrete surfaces. J. Econ. Entomol. 104: 1765-1769.
- Ayvaz, A., S. Albayrak and S. Karaborklu. 2008.** Gamma radiation sensitivity of the eggs, larvae and pupae of Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). Pest Manag. Sci. 64: 505–512.
- Ayvaz, A., O. Sagdic, S. Karaborklu and I. Ozturk. 2010.** Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects. J. Insect Sci. 10 (21).
- Barbee, G.C., W.R. McClain, S.K. Lanka and M.J. Stout. 2010.** Acute toxicity of chlorantraniliprole to non-target crayfish (*Procambarus clarkii*) associated with rice–crayfish cropping systems. Pest Manag. Sci. 66: 996-1001.
- Batta, Y.A.. 2004.** Control of the rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) with various formulations of *Metarhizium anisopliae*. Crop Prot. 23: 103-108.
- Batta, Y.A.. 2005.** Control of the lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (F.), (Coleoptera: Bostrychidae) by treatments with residual formulations of *Metarhizium anisopliae* (Metschinkoff)



- Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes). J. Stored Prod. Res. 41: 221-229.
- Bonnemaison, L. 1967.** *Οι Ζωικοί Εχθροί των Καλλιεργούμενων Φυτών και Δασών*. Τόμος II. Σελ. 28-29.
- Brattsten, L.B. 1983.** Cytochrome P-450 involvement in the interactions between plant terpenes and insect herbivores. In: Hedin PA, editor. *Plant Resistance to Insects*. pp. 173-195. ACS Symposium Series No. 208, American Chemical Society.
- Broadhead, E. 1954.** The infestation of warehouses and ships' holds by psocids in Britain. *Entomologist's Monthly Magazine* 90, 103-105.
- Brugger, K.E., P.G. Cole, I.C. Newman, N. Parker, B. Scholz, P. Suvagia, G.Walker and T.G. Hammond. 2010.** Selectivity of chlorantraniliprole to parasitoids wasps. *Pest Manag. Sci.* 66: 1075-1081.
- Bucci, R. 1994.** Effects of two insect growth regulators on the booklouse *Liposcelis bostrychophila*. *J. Stored Prod. Research* 30: 157-161.
- Cao, G., Q. Lu, L. Zhang, F. Guo, G. Liang, K. Wu, K.A.G. Wyckhuys and Y. Guo. 2010.** Toxicity of chlorantraniliprole to Cry1Ac-susceptible and resistant strains of *Helicoverpa armigera*. *Pestic. Biochem. Physiol.* 98:99-103.
- Carlson, S.D. and H.J. Ball. 1962.** Mode of action and insecticidal value of a diatomaceous earth as a grain protectant. *J. Econ. Entomol.* 55: 964-969.
- Chanbang, Y., F.H. Arthur, G.E. Wilde, J.E. Throne and B. Subramanyam. 2008.** Susceptibility of eggs and adult fecundity of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica*, exposed to methoprene. *J. Insect Sci.* 8 (48).



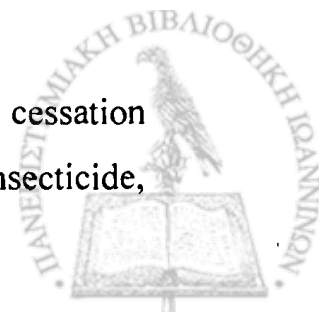
- Charles, A.T. and F.J. Norman. 2005.** Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects. 7th Edition. United States of America: Thomson Brooks/Cole.
- Chin, H.C., J. Jeffery, N.W. Ahmad, H.S. Kiang, B. Omar, H. Othman and L.H. Lim. 2010.** First Report of *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (Psocoptera: Liposcelidae) as a Museum Insect Pest in Malaysia. Sains Malaysiana 39: 329-331,
- Chintzoglou, G.J., C.G. Athanassiou, A.N. Markoglo and N.G. Kavallieratos. 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.
- Cordova, D., E.A. Benner, M.D. Sacher, J.J. Rauh, J.S. Sopa, G.P. Lahm, T.P. Selby, T.M. Stevenson, L. Flexner, S. Gutterdge, D.F. Rhoades, L. Wu, R.M. Smith and Y. Tao. 2006.** Anthranilic diamides: a new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. Pestic. Biochem. Physiol. 84: 196-214.
- Cotton, R.J. 1963.** Pests of Storage grain Products. pp. 71-72.
- Cox, P.D. and D.R. Wilking. 1996.** The potential use of biological control of pests in stored grain. Research Review 36. Home-Grown Cereals Authority, London.
- Cox, P.D. 2004.** Potential for using semiochemicals to protect stored products from insect infestation. J. Stored Prod. Res. 40: 1-25.
- Daglish, G.J. and M.K. Nayak. 2012.** Potential of the neonicotinoid imidacloprid and the oxadiazine indoxacarb for controlling five coleopteran pests of stored grain. Insect Sci. 19: 96-101.



- Daglish, G.J. and C. Pulvirenti. 1997.** Reduced fecundity of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) following exposure of adults to methoprene. *J Stored Prod Res* 34: 201–206.
- Dal-Bello, G., S. Padin, C. Lopez-Lastra, M. Fabrizio. 2001.** Laboratory evaluation of chemical-biological control of the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in stored grains. *J. Stored Prod. Res.* 37: 77-81.
- Desmarchelier, J.M. and S.E. Allen. 1992.** Diflubenzuron as a grain protectant for control of *Sitophilus* species. *J. Stored Prod. Res.* 28: 283–287.
- Dhawan, A., S. Saini, K. Singh and A. Aneja. 2009.** Persistence and residual toxicity of some insecticides against *Phenacoccus solenopsis* on cotton (*Gossypium* spp.). *Indian J. Agric. Sci.* 79:203-206.
- Dinter, A., K. Brugger, A. Bassi and N.M. Frost. 2008.** Chlorantraniliprole (DPX-E2Y45, DuPontTM Rynaxypyr[®], Coragen[®] and Altacor[®] insecticide) a novel a novel anthranilic diamide insecticide - demonstrating low toxicity and low risk for beneficial insects and predatory mites. *IOBC/WPRS Bull.* 35:128-135.
- Dong, B., G.J. Sun, L.Z. Jiang, M. Ji and F.H. Li. 2009.** Effect testes of indoxacarb and chlorantraniliprole on *Cnaphalocrocis medialis* Guenee. *Pestic. Sci. Admin.* 30: 31-32
- Dou, W., J.J. Wang and Z.M. Zhao. 2006.** Toxicological and biochemical characterizations of GSTs in *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (Psocoptera: Liposcelididae). *J. App. Entomol.* 130: 251-256.
- Ebeling, W. 1971.** Sorptive dust for pest control. *Annu. Rev. Entomol.* 16: 123-158.



- Eisa, A.A. and I.M.A. Ammar. 1992.** Persistence of insect growth regulators against the rice weevil, *Sitophilus oryzae*, in grain commodities. *Phytoparasitica* 20: 7–13.
- 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., B.h. Subramanyam and F.H. Arthur. 2002.** Effectiveness of spinosad on four classes of wheat against five stored product insects. *J. Econ. Entomol.* 95: 640-650.
- Fields, P. and Z. Korunic. 2000.** The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. *J. Stored. Prod. Res.* 36: 1-13.
- Fox, P. 1990.** Insect growth regulators. PJB Publications Ltd., Richmond, UK.
- Gradish, A.E., C.D. Scott- Dupree, L. Shipp, C.R. Harris and G Ferguson. 2009.** Effect of reduced risk pesticides for use in greenhouse vegetable production on *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae). *Pest Manag. Sci.* 66: 142-146.
- Guangchun C., L. Qiong, Z. Lili, G. Fang, L. Gemei, W. Kongming, K.A.G. Wyckhuys and G. Yuyuan. 2010.** Toxicity of chlorantraniliprole to Cry1 Ac- susceptible and resistant strains of *Helicoverpa armigera*. *Pest. Bioch. Physiol.* 98: 99-103.
- Guedes, R.N.C., J.F. Campbell, F.H. Arthur, G.P. Opit, K.Y. Zhu and J.E. Throne. 2008.** Acute lethal and behavioral sublethal responses of two stored-product psocids to surface insecticides. *Pest Manag. Sci.* 64: 1314-1322.
- Hannig G.T., M. Ziegler and P.G. Marcon. 2008.** Feeding cessation effects of chlorantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide,



in comparison with several insecticides in distinct chemical classes and mode-of-action groups. *Pest Manag. Sci.* 65: 969-974.

Heller, J.J., H. Mattioda, E. Klein and A. Sagenmuller. 1992. Field evaluation of RH 5992 on lepidopterous pests in Europe, p. 59–65. In *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases*, Brighton, UK, 23 to 26 November 1992. British Crop Protection Council, Farnham, UK.

Howard, R.W. and J.C. Lord. 2003. Cuticular lipids of the booklouse, *Liposcelis bostrychophila*: hydrocarbons, aldehydes, fatty acids, and fatty acid amides. *J. Chem. Ecol.* 29: 615-627.

Huang, J., S. Wu and G. Ye. 2011. Evaluation of Lethal Effects of Chlorantraniliprole on *Chilo suppressalis* and Its Larval Parasitoid, *Cotesia chilonis*: *Agricultural Sciences in China* 10: 1134-1138.

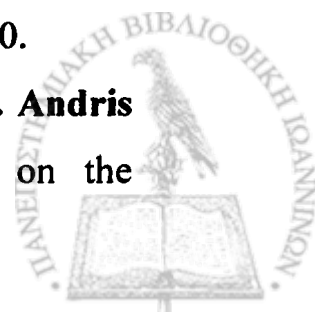
Ioriatti, C., G. Anfora, G. Angeli, V. Mazzoni and F. Trona. 2009. Effects of chlorantraniliprole on eggs and larvae of *Lobesia botrana* (Denis & Schifferrmuller) (Lepidoptera: Tortricidae). *Pest. Manag. Sci.* 65: 717-722.

Ishaaya, I. and J.E. Casida. 1974. Dietary TH 6040 alters composition and enzyme activity of housefly larvae cuticle. *Pestic. Biochem. Physiol.* 4: 484-490.

Jiang, W.H., W.P. Lu, W.C. Guo, Z.X. Xia, W.J. Fu and G.Q. Li. 2012. Chlorantraniliprole susceptibility in *Leptinotarsa decemlineata* in the north Xinjiang Uygur autonomous region in China. *J. Econ. Entomol.* 105: 549-554.

Jones, M.M., J.L. Robertson and R.A. Weinzierl. 2010. Susceptibility of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) larvae to selected reduced-risk insecticides. *J. Econ. Entomol.* 103: 1815-1820.

Kavallieratos, N.G., C.G. Athanassiou, F.G. Pashalidou, N.S. Andris and Ž. Tomanović. 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.

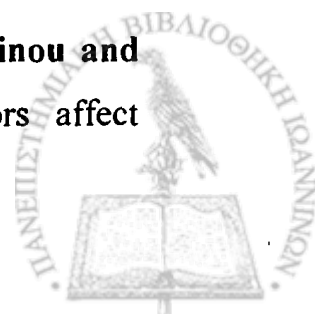
Kavallieratos, N.G., C.G. Athanassiou, M.P. Michalaki, Y.A. Batta, H.A. Rigatos, F.G. Pashalidou, G.N. Balotis, Z. Tomanovic and B.J. Vayias. 2006. Effect of the combined use of *Metarhizium anisopliae* (Metschinkoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) and diatomaceous earth for the control of three stored-product beetle species. Crop. Protect. 25: 418-425.

Kavallieratos, N.G., C.G. Athanassiou, B.J. Vayias, S.B. Mihail and Ž. Tomanović. 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., C.G. Athanassiou, B.J. Vayias and M. Boukouvala. 2010a. Mortality and suppression of progeny production of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) in seven different grains treated with an enhanced diatomaceous earth formulation. *Proceedings of the 10th International Working Conference on Stored Product protection. Estoril, Portugal, 27 June-2 July 2010, pp. 925-931.*

Kavallieratos, N.G., C.G. Athanassiou, B.J. Vayias and P.C.C. Betsi. 2010b. 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., C.G. Athanassiou, A.N. Hatzikonstantinou and H.N. Kavallieratou. 2011. Abiotic and biotic factors affect



efficacy of chlorfenapyr for control of stored-product insect pests. J. Food Prot. 74: 1288-1299.

Kavallieratos, N.G., C.G. Athanassiou, B.J. Vayias and Ž. Tomanović. 2012. Efficacy of Insect Growth Regulators as grain protectants against two stored-product pests in wheat and maize. J. Food Prot. 75: 942-950.

Koepppe, J.K., M. Fuchs, T.T. Chen, L.M. Hunt, G.E. Kovalick and T. Briers. 1985. The role of juvenile hormone in reproduction, p. 165–203. In L. I. Kerkut and G. A. Gilbert (ed.), Comprehensive insect physiology and pharmacology, vol. 8. Pergamon Press, Oxford, UK.

Koppenhöfer, A.M. and E.M. Fuzy. 2008. Effect of the anthranilic diamide insecticide, chlorantraniliprole, on *Heterorhabditis bacteriophora* (Rhabditida: Heterorhabditidae) efficacy against white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae). Biol. Control. 45:93-102.

Korunic, Z. 1997. Rapid assessment of the insecticidal value of diatomaceous earths without conducting bioassays. J. Stored Prod. Res. 33: 219-229.

Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides (Review article). J. Stored Prod. Re. 34: 87-97.

Kostyukovsky, M., B. Chen, S. Atsmi, and E. Shaaya. 2000. Biological activity of two juvenoids and two ecdysteroids against three stored product insects. Insect Biochem. Mol. Biol. 30: 891-897.

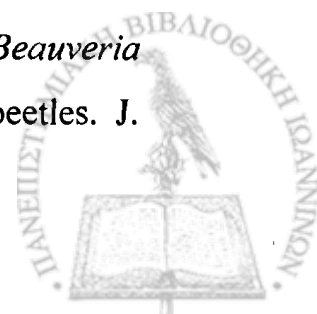
Kučerová, Z. 2002. Weight losses of wheat grains caused by psocid infestation. Plant Protec. Sci. 38: 103-107.

Lahm, G.P., T.P. Selby, J.H. Freudenberger, T.M. Stevenson, B.J. Myers, G. Seburyamo, B.K. Smith, L. Flexner, C.E. Clark and D. Cordova. 2005. Insecticidal anthranilic diamides: a new class



of potent ryanodine receptor activators. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 15: 4898-4906.

- Lahm, G.P., T.M. Stevenson, T.P. Selby, J.H. Freudenberger, D. Cordova, L. Flexner, C.A. Bellin, C.M. Dubas, B.K. Smith, K.A. Hughes, J.G. Hollingshaus, C.E. Clark and E.A. Benner. 2007.** RynaxypyrTM: a new insecticidal anthranilic diamide that acts as a potent and selective receptor activator. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 17: 6274-6279.
- Lahm, G.P., D. Cordova and J.D. Barry. 2009.** New and selective ryanodine receptor activators for insect control. *Bio. Med. Chem.* 17: 4127-4133.
- Lai, T. and J. Su. 2011.** Effects of chlorantraniliprole on development and reproduction of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hubner). *Pest Sci.* 84: 381-386.
- Lienhard, C. and C.N. Smithers. 2001.** Psocoptera World Catalogue & Bibliography. Muséum d'Histoire Naturelle, Genève, Switzerland.
- Liu, J.L., X. Yang, X. Chen and J.C. Wu. 2012a.** Suppression of fecundity, *Nvg* gene expression and vitellin content in *Nilaparvata lugens* Stål (Hemiptera: Delphacidae) adult females exposed to indoxacarb and chlorantraniliprole. *Pestic. Biochem. Physiol.* 104: 206-211.
- Liu, F., X. Zhang, Q.Q. Gui and Q.J. Xu. 2012b.** Sublethal effects of four insecticides on *Anagrus nilaparvatae* (Hymenoptera: Mymaridae), an important egg parasitoid of the rice planthopper *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). *Crop Prot.* 37: 13-19.
- Lord, J.C. 2001.** Desiccant dusts synergise the effect of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) on stored-grain beetles. *J. Econ. Entomol.* 94: 367-372.



- Lord, J.C. and R.W. Howard. 2004.** A proposed role for the cuticular fatty amides of *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelidae) in preventing adhesion of entomopathogenic fungi with dry conidia. *Mycopathologia* 158: 211-217.
- Mahanthi, V. 2006.** Management of stored grain pests of maize using safer grain protectants. *Pestology* 30: 23-31.
- Mamatha, D.M., V.K. Kanji, H.H.P. Cohly, and M.R. Rao. 2008.** Juvenile hormone analogues, methoprene and fenoxycarb dose dependently enhance certain enzyme activities in the silkworm *Bombyx mori* (L.). *Int. J. Environ. Public Health* 5: 120-124.
- Mewis, I. and C. Ulrichs. 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 M.S. Mulla. 1982.** Residual activity on insect growth regulators against stored – product beetles in grain commodities. *J. Econ. Entomol.* 69: 479-480.
- Michalaki, M.P., C.G. Athanassiou, N.G. Kavallieratos, Y.A. Batta and G.N. Balotis. 2005.** Effectiveness of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) 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.
- Mondal, K.A.M.S.H. and S. Parween. 2000.** Insect growth regulators and their potential in the management of stored-product insect pests. *Int. Pest Manag. Rev.* 5: 255-295.
- Moore, D., J.C. Lord, and S.M. Smith. 2000.** Pathogens. In: Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W. [Eds]. *Alternatives to*



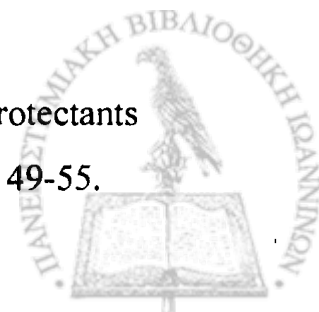
- Pesticides in Stored-Product IPM. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 193-227.
- Nauen, R. 2006.** Insecticide mode of action: return of the ryanodine receptor. *Pest Manag. Sci.* 62: 690-692.
- Nayak, M.K., P.J. Collins and R.S. Reid. 1998.** Efficacy of grain protectants and phosphine against *Liposcelis bostrychophila*, *L. entomophila* and *L. paeta* (Psocoptera: Liposcelidae). *J. Econ. Entomol.* 91: 1208-1212.
- Nayak, M.K., P.J. Collins and H. Pavic. 2002.** Long-term effectiveness of grain protectants and structural treatments against *Liposcelis decolor* (Pearman) (Psocoptera: Liposcelididae), a pest of stored products. *Pest Manag. Sci.* 58: 1223-1228.
- Nayak, M.K. 2006.** Psocid and mite pests of stored commodities: small but formidable enemies, pp. 1061-1073. *In* I. Lorini, B. Bacaltchuk, H. Beckel, D. Deckers, E. Sundfeld, J. P. dos Santos, J. D. Biagi, J. C. Celaro, L. R. DYA. Faroni, L. de O. F. Bortolini et al. (eds.), *Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored-Product Protection*, 15-18 October 2006, Campinas, Sao Paulo, Brazil. Brazilian Post-harvest Association-ABRAPOS, Passo Fundo, RS, Brazil.
- Nayak, M.K. and P.J. Collins. 2008.** Influence of concentration, temperature, and humidity on the toxicity of phosphine to the strongly phosphine resistant psocid *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (Psocoptera: Liposcelididae). *Pest Manag. Sci.* 64: 971-976.
- Nelson S.O. and L.F. Charity. 1972.** Frequency dependence of energy absorption by insect and grain in electric fields. *Transaction of the A.S.A.E.* 15: 1099-1102.



- Neoh, K.B., J. Hu, B.H. Yeoh and C.Y. Lee. 2011.** Toxicity and horizontal transfer of chlorantraniliprole against the Asian subterranean termite *Coptotermes gestroi* (Wasmann): effects of donor: recipient ratio, exposure duration and soil type. *Pest Manag. Sci.* 68:749-756.
- New, T.R. 1971.** An introduction to the natural history of the British Psocoptera. *Entomologist* 104: 59-97.
- Oberlander, H., D.L. Silhaek, E. Shayya and I. Isayya. 1997.** Current status and future perspectives of the use of insect growth regulators for the control of stored product insects. *J. Stored Prod. Res.* 33: 1-6.
- Oberlander, H., D. Silhacek, and C.E. Leach. 1998.** Interactions of ecdysteroid and juvenoid agonists in *Plodia interpunctella* (Hübner). *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 38:91-99.
- Oberlander, H. and D. Silhacek. 2000.** Insect growth regulators, p. 147–163. In B. Subramanyam and D. W. Hagstrum (ed.), *Alternatives to pesticides in stored-product IPM*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Opit, G.P. and J.E. Throne. 2008.** Effects of diet on population growth of psocids *Lepinotus reticulatus* and *Liposcelis entomophila*. *J. Econ. Entomol.* 101: 616-622.
- Padin, S.B., G. Dal-Bello and M. Fabrizio. 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 T. Tomazou., 1991.** Persistence and activity of permethrin in stored wheat and its residues in wheat milling fraction. *J. Stored Prod. Res.* 27: 249-254.



- Perez-Mendoza J., J.E. Baker, F.H. Arthur and P.W. Flinn. 1999.** Effects of Protect-It on Efficacy of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing rice weevils (Coleoptera: Curculionidae) in wheat. *Environ. Entomol.* 28: 529-534.
- Preetha, G., J. Stanley, S. Suresh, S. Kuttalam and R. Samiyappan. 2009.** Toxicity of selected insecticides to *Trichogramma chilonis*: assessing their safety in the rice ecosystem. *Phytoparasitica* 37: 209-215.
- Rees, D.P. 1996.** Coleoptera, p. 1-39. *In* Bh. Subramanyam, and D. W. Hagstrum (ed.), Integrated management of insects in stored products, Marcel Dekker Inc., New York, NY.
- Rice, W.C. and R.R. Cogburn. 1999.** Activity of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Deuteromycota: Hyphomycetes) against three coleopteran pests of stored grains. *J. Econ. Entomol.* 92: 691-694.
- Round F.E., R.M. Crawford and D.G. Mann. 1992.** The Diatoms. Biology & Morphology of the genera. Cambridge University Press, New York, USA.
- Rudolph, D. 1982.** Occurrence, properties and biological implications of the active uptake of water vapour from the atmosphere in Psocoptera. *J. insect Physiol.* 28: 111-121.
- Sá-Fischer, A. and M. Schöller. 1994.** Nachweis der Parasitierung von *Dermestes maculatus* durch *Trichogramma evanescens*. [Record of the parasitisation of *Dermestes maculatus* by *Trichogramma evanescens*]. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 9: 161-164
- Samson, P.R. and R.J. Parker. 1989.** Laboratory studies on protectants for control of Coleoptera in maize. *J. Stored Prod. Res.* 25: 49-55.



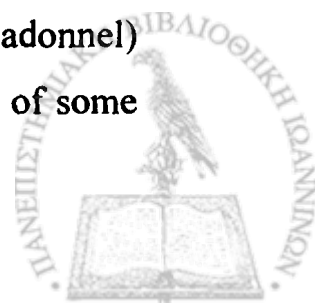
- SAS Institute Inc. 2010.** Using JMP 9. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- Schmidt, G.H., E.M. Risha, A.K.M. Nahal. 1991.** Reduction of progeny of some stored-products Coleoptera by vapours of *Acorus calamus* oil. J. Stored Prod. Research 21: 121-127.
- Schneiderman, H.A. 1972.** Insect hormones and insect control, p. 3– 27. In J. J. Mendoza and M. Beroza (ed.), Insect juvenile hormones. Chemistry and Action. Academic Press, London.
- Shaaya, E., U. Ravid, N. Paster, B. Juven, U. Zisman and V. Pissarev. 1991.** Insecticidal activity of essential oils against four major stored product insects. J. Chem. Ecol. 17: 499-504.
- Shaaya, E., M. Kostjukovski, J. Eilberg and C. Sukprakarn. 1997.** Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. J. Stored Prod. Res. 33: 7-15.
- Sial, A. and J. Brunner. 2010.** Toxicity and residual efficacy of chlorantraniliprole, spinetoram, and abamectin benzoate to obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae). J. Econ. Entomol. 103:1277-1285.
- Sial, A., J. Brunner and M.D. Doerr. 2010.** Susceptibility of *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae) to two new reduced-risk insecticides. J. Econ. Entomol. 103:140-146.
- Sinha, R.N. (1991)** Storage ecosystems. In Ecology and management of food-industry pests (ed. R. J. Gorham), pp. 17-30. Arlington, Virginia: Association of Official Analytical Chemists.
- Smet, H.J., M. Rans and A. De Loof. 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 H.J. Rohlf. 1995.** Biometry, 3rd edition. W. H. Freeman and Company, New York.



- Spomer, N.A., S.T. Kamble and B.D. Siegfried. 2009.** Bioavailability of chlorantraniliprole and indoxacarb to eastern subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in various soils. *J. Econ. Entomol.* 102:1922-1927.
- Staal, G.B. 1975.** Insect growth regulators with juvenile hormone activity. *Annu. Rev. Entomol.* 20: 417-460.
- Stamatas, J., J. Wiles, A. Dinter, A. Bassi, K. Brugger and J.I. Rison. 2009.** Chlorantraniliprole (Rynaxypyr®, Coragen® και Altacor® από την DuPont™) μια καινοφανής εντομοκτόνος δραστική ουσία, άριστα προσαρμοσμένη σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης. Πρακτικά του 13^{ου} Πανελλήνιου Εντομολογικού Συνεδρίου. 9^η Συνεδρία, σελ. 294.
- 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, B.h. and R. Roesli. 2000.** Inert dusts. *In* Bh. Subramanyam, and D. W. Hagstrum [eds.], *Alternatives to Pesticides in Stored Product IPM*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp. 321-380.
- Teal, P.E.A., Y. Gomez-Simuta and A.T. Proveaux. 2000.** Mating experience and juvenile hormone enhance sexual signaling and mating in male Caribbean fruit flies. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 97: 3708-3712.
- Teixeira, L.A.F., L.J. Gut, J.C. Wise and R. Isaacs. 2008.** Lethal and sublethal effects of chlorantraniliprole on three species of *Rhagoletis* fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Pest. Manag. Sci.* 65:137-143.



- Throne, J.E., J.E. Baker, F.J. Messina, K.J. Kramer and J.A. Howard. 2000.** Varietal resistance, p. 166-192. *In* Bh. Subramanyam, D. W. Hagstrum (ed.), Alternatives to pesticides in stored-product IPM. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.
- Throne, J.E., G.P. Opit and P.W. Flinn. 2006.** Seasonal distribution of psocids in stored wheat, pp. 1095-1103. *In* I. Lorini, B. Bacaltchuk, H. Beckel, D. Deckers, E. Sundfeld, J. P. dos Santos, J. D. Biagi, J. C. Celaro, L. R. DYA. Faroni, L. de O. F. Bortolini, et al. (eds.), Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored-Product Protection, 15-18 October 2006, Campinas, Sao Paulo, Brazil. Brazilian Post-harvest Association- ABRAPOS, Passo Fundo, RS, Brazil.
- Trematerra, P. and A. Sciarretta. 2004.** Spatial distribution of some beetles infesting a feed mill with spatio-temporal dynamics of *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum*. J. Stored Prod. Res. 40: 363-377.
- Turner, B.D. 1986.** What's moving in the muesli. New Scientist. 1513: 43-45.
- Turner, B.D. and H. Maude-Roxby. 1988.** Starvation survival of the stored product pest *Liposcelis bostrychophilus* Badonnel (Psocoptera: Liposcelidae). J. Stored Prod. Res. 24: 23-28.
- Turner, B.D. 1988.** Psocids: a problem to control. *In* *Pest Control without pesticides: proceedings of a symposium of the Society of Food Hygiene Technology*, pp. F1-F10. Huddersfield, UK: SOFTH.
- Turner, B.D., H. Maude-Roxby and V. Pike. 1991.** Control of the domestic insect pest *Liposcelis bostrychophila* (Badonnel) (Psocoptera); an experimental evaluation of the efficiency of some insecticides. Int. Pest Contr. 33: 153-157.



- Turner, B.D. 1994.** *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelididae), a stored food pest in the UK. *Inter. J. Pest Manag.* 40: 179-190.
- Wakefield, M., P.D. Cox, K.B. Wildey, N.R. Price, D. Moore and B.A. Bell. 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
- Wang, J.J., Z.M. Zhao and L.S. Li. 1999.** Induced tolerance of the psocid, *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelididae) to controlled atmosphere. *Int. J. Pest Manag.* 45: 75-79.
- Wang, X., X. Li, A. Shem and Y. Wu. 2010.** Baseline susceptibility of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) to chlorantraniliprole in China. *J. Econ. Entomol.* 103:843-848.
- Wijayarathne, L.K.W., P.G. Fields and F.H. Arthur. 2012.** Effect of methoprene on the progeny production of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Pest Manag. Sci.* 68: 217-224.
- Wiles, J., A. Bassi, J.L. Rison and I. Stamatas. 2009.** Chlorantraniliprole (Rynaxypyr[®], Coragen[®] και Altacor[®] από την DuPontTM) – μία καινοτόμος εντομοκτόνος δραστική ουσία της ομάδας των διαμιδίων με εξαιρετική αποτελεσματικότητα στη μηλιά, το αμπέλι και τα κηπευτικά. Πρακτικά 13^{ου} Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, σελ. 291.
- Wing, H.D. and H.E. Aller. 1990.** Ecdysteroid agonists as novel insect regulators, p. 251-257. In J. E. Casida (ed.), *Pesticides and alternatives*. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.



- Yeoh, B. and C.Y. Lee. 2007.** Tunneling responses of the Asian subterranean termite, *Coptotermes gestroi* in termiticide-treated sand (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology*. 50:457-468.
- Αθανασίου Χ. και Κ. Μπουχέλος. 1999.** Κολεόπτερα αποθηκευμένων δημητριακών και συναφών προϊόντων στην Ελλάδα. Πρακτικά 8^{ου} Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, σελ. 215.
- Λυκουρέσης, Δ.Π. 1995.** Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση Εντόμων-Εχθρών Καλλιεργειών. (Πανεπιστημιακές παραδόσεις), σελ. 69, 77.
- Μπουχέλος, Κ. 1996.** Έντομα αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων (Πανεπιστημιακές παραδόσεις).
- Ορφανίδης, Π.Σ. 1965.** Γεωργική Φαρμακολογία , σελ. 67-68.
- Σταμόπουλος, Δ.Κ. 1995.** Έντομα αποθηκών μεγάλων καλλιεργειών & λαχανικών, σελ. 8-13.
- Τόλης, Ι.Δ. 1986.** Βαμβάκι, Εχθροί Ασθένειες Ζιζάνια, σελ. 383-386.
- Τομάζου, Τ. 1989.** Υπολειμματική δράση εντομοκτόνων εναντίον του *Sitophilus oryzae* σε αποθηκευμένα σιτηρά. Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, σελ. 185-199.

