

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Πρωτοκ. 444
Ημερομηνία 13-3-14

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Αξιολόγηση του pirimiphos-methyl για την αντιμετώπιση εντόμων
αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων σε διάφορες
επιφάνειες»**



Επιμέλεια: Κουτσούκου Βερονίκη

Επιβλέπων: Αθανασίου Χρήστος, Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ.

Μάρτιος, 2014



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 12618/1
Ημερ. Εισ.: 15/05/2014
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ
2014
ΚΟΥ

Επιβλέπων:

Αθανασίου Χρήστος, Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ.

Μέλη επιτροπής:

Παπαδόπουλος Νικόλαος, Καθηγητής Π.Θ.

Τσιρόπουλος Νικόλαος, Καθηγητής Π.Θ.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μετά την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής, αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω, πρώτα από όλους τον επιβλέποντα Καθηγητή μου, κ. Χρήστο Αθανασίου, Αναπληρωτή Καθηγητή του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο ερευνητικό αντικείμενο καθώς και για την καθοδήγησή του, την υποστήριξη και το όμορφο κλίμα συνεργασίας που υπήρξε κατά την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας μελέτης.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Καθηγητές του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Νικόλαο Παπαδόπουλο και κ. Νικόλαο Τσιρόπουλο για την τιμή που μου έκαναν να είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής για την παρούσα πτυχιακή διατριβή.

Θα ήταν παράλειψη μου αν δεν εξέφραζα τις ευχαριστίες μου στον Δρ. Χρήστο Ρούμπο για την πολύτιμη βοήθειά του και την ενθάρρυνση που μου προσέφερε καθ' όλη την διάρκεια διεξαγωγής της πτυχιακής μου διατριβής, όπως επίσης και στον Δρ. Κωνσταντίνο Ζάρπα αλλά και τους υποψήφιους διδάκτορες Θωμά Βασιλάκο, Γιώργο Κυρίτση και Χρήστο Γεροφώτη για τις χρήσιμες πληροφορίες τους.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, την οικογένειά μου και τον φίλο μου Παναγιώτη Χαμπέρη για την αμέριστη ηθική και οικονομική υποστήριξη που μου παρείχαν σε όλα τα έτη των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τις φίλες και συμφοιτήτριές μου Βασιλική Μπότα και Τριανταφυλλιά Γεωργουδάκη για τον καθοριστικό τους ρόλο κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	σελ. 1
Abstract	σελ. 2
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	σελ. 3
1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος της προσβολής των αποθηκευμένων προϊόντων	σελ. 5
1.2 Μέτρα για την πρόληψη εντομολογικών προσβολών στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή αποθήκευσης των προϊόντων	σελ. 7
1.3 Μέτρα για την καταπολέμηση εντομολογικών προσβολών στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή αποθήκευσης των προϊόντων	σελ. 8
1.4 Κύριοι εντομολογικοί εχθροί αποθηκευμένων προϊόντων	σελ. 15
1.4.1 <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae)	σελ. 15
1.4.2 <i>Rhyzopertha dominica</i> (F.) (Coleoptera: Bostrychidae)	σελ. 17
1.4.3 <i>Sitophilus granarius</i> ή <i>Calandra granaria</i> (L.) (Coleoptera: Curculionidae)	σελ. 23
1.5 Pirimiphos – methyl	σελ. 26
1.6 Σκοπός της παρούσας μελέτης	σελ. 28
Κεφάλαιο 2: Υλικά και Μέθοδοι	σελ. 29
2.1 Εντομοκτόνο	σελ. 29
2.2 Έντομα	σελ. 29
2.3 Επιφάνειες που εξετάστηκαν	σελ. 29
2.4 Βιοδοκιμές	σελ. 31
2.5 Στατιστική επεξεργασία	σελ. 32
Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα Βιοδοκιμών	σελ. 33
3.1 Θνησιμότητα <i>Tribolium confusum</i>	σελ. 33
3.2 Θνησιμότητα <i>Rhyzopertha dominica</i>	σελ. 40
3.3 Θνησιμότητα <i>Sitophilus granarius</i>	σελ. 47
Κεφάλαιο 4: Συζήτηση-Συμπεράσματα	σελ. 53
Βιβλιογραφία	σελ. 56

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης διερευνήθηκε η εντομοκτόνος δράση δύο σκευασμάτων του οργανοφωσφορικού εντομοκτόνου pirimiphos-methyl, του γαλακτοποιήσιμου συμπυκνώματος (EC) και του εναιωρήματος καψουλών (CS), σε ψεκασμούς επιφανειών εναντίον τριών εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων (*T. confusum*, *S. granarius* και *R. dominica*) σε πέντε διαφορετικές επιφάνειες (τσιμέντο, πλαστικό, ξύλο, μέταλλο και κεραμικό πλακάκι). Τα δύο σκευάσματα του εντομοκτόνου εφαρμόστηκαν σε δύο δόσεις, 0,01 και 0,1 mg δραστικής ουσίας / cm² επιφάνειας, ενώ η θνησιμότητα των εντόμων καταγράφονταν μετά από 1, 2, 3, 4, 5, 6 και 7 ημέρες έκθεσης στις ψεκασμένες επιφάνειες. Στη συνέχεια, τα εναπομείναντα ζωντανά έντομα μεταφέρονταν σε καθαρά, αψέκαστα τρυβλία, όπου παρέμεναν για ακόμα 7 ημέρες, οπότε και καταγράφονταν η τελική θνησιμότητα των εντόμων. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας φανερώνουν την ισχυρή εντομοκτόνο δράση και υψηλή αποτελεσματικότητα των δύο σκευασμάτων του pirimiphos-methyl εναντίον των *T. confusum*, *S. granarius* και *R. dominica* σε όλες τις επιφάνειες. Στις περισσότερες περιπτώσεις η θνησιμότητα των δύο σκευασμάτων δεν επηρεάστηκε σε στατιστικά σημαντικό βαθμό από το είδος της επιφάνειας. Εξάιρεση αποτέλεσε η περίπτωση του *T. confusum* για το οποίο καταγράφηκε στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη θνησιμότητα στο μέταλλο, σε σχέση με τις άλλες επιφάνειες, σε αρκετούς συνδυασμούς δόσεων και σκευασμάτων. Συμπερασματικά, και τα δύο σκευάσματα του pirimiphos-methyl μπορούν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία για υπολειμματικούς ψεκασμούς επιφανειών και εξοπλισμού σε μονάδες επεξεργασίας, μεταποίησης και αποθήκευσης γεωργικών προϊόντων εναντίον των εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων.

Λέξεις κλειδιά: έντομα αποθηκευμένων προϊόντων, υπολειμματικοί ψεκασμοί επιφανειών, pirimiphos-methyl

ABSTRACT

In the present work, the insecticidal effect of two pirimiphos-methyl formulations [emulsifiable concentrate (EC) and capsule suspension (CS)] as surface treatment on concrete, plywood, galvanized metal, plastic and ceramic tile was evaluated in laboratory bioassays against *Sitophilus granarius*, *Rhyzopertha dominica* and *Tribolium confusum*. Pirimiphos-methyl was applied at two dose rates, 0.1 and 0.01 mg/cm², and insect mortality was assessed after 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 d of exposure. After the final mortality count, alive individuals were transferred to untreated dishes and delayed mortality was evaluated after an additional period of 7 d. Both formulations were highly effective against all insect species on all type of surfaces tested. In general, mortality of the exposed beetles was not significantly affected by the surface type, with the exception of the significantly higher mortality counts of *T. confusum* adults on metal, in many combinations of dose and formulation. We conclude that the surface type does not significantly and consistently affect *S. granarius*, *R. dominica* and *T. confusum* mortality after surface application of the two pirimiphos-methyl formulations tested. Furthermore, both formulations can be used for structural applications in grain storage facilities against stored-product insects.

Keywords: pirimiphos-methyl, stored-product insects, surface treatment

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

Η συνεχής κατά γεωμετρική πρόοδο αύξηση του πληθυσμού της γης, επιβάλλει μεταξύ άλλων και την αντιμετώπιση του μεγάλου προβλήματος της διατροφής του ανθρώπου. Ο άνθρωπος, στον συνεχή αγώνα του για επιβίωση, παράγει μεγάλες ποσότητες προϊόντων τα οποία πρέπει να αποθηκεύσει, με σκοπό, να μεταποιηθούν, να μεταφερθούν ή να καταναλωθούν.

Αποθηκευμένο προϊόν ονομάζεται κάθε προϊόν φυτικής ή ζωικής προέλευσης το οποίο συλλέγεται, αποξηραίνεται, επεξεργάζεται ή μεταποιείται κατάλληλα και αποθηκεύεται σε κλειστό χώρο για να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης τους, τα γεωργικά προϊόντα, προσβάλλονται από διάφορους εχθρούς και παθογόνα, που πολλές φορές προκαλούν υποβάθμιση του προϊόντος και σημαντική οικονομική ζημία.

Με τον όρο «έντομα και ακάρεα αποθηκευμένων προϊόντων», χαρακτηρίζουμε τα αρθρόποδα εκείνα που προσβάλλουν εδώδιμα ή μη προϊόντα που βρίσκονται στη φάση της επεξεργασίας ή της αποθήκευσής τους. Η προσβολή αυτή μπορεί να γίνει στην αποθήκη, αλλά δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις όπου η πρωτογενής προσβολή γίνεται στον αγρό και κατόπιν το αρθρόποδο συνεχίζει το βιολογικό του κύκλο στο αποθηκευμένο προϊόν. Εδώ συμπεριλαμβάνονται επίσης και τα αρθρόποδα εκείνα που προσβάλλουν μέσα στα σπίτια τρόφιμα ή ρούχα, όπως και εκείνα που προκαλούν ζημιές σε μουσειακές συλλογές (βαλσαμωμένα ζώα, εντομολογικές συλλογές, στολές, υφάσματα, ταπετσαρίες κλπ) (Σταμόπουλος 1995).

Σύμφωνα με υπολογισμούς του F.A.O. (Food and Agriculture Organization, Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών), οι απώλειες που έχουν οι αναπτυσσόμενες χώρες σε κάθε είδους εδώδιμους σπόρους εξαιτίας των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων ανέρχονται σε περίπου 810 εκ. τόνους. Υπολογίζεται γενικά ότι το 10% της παγκόσμιας παραγωγής δημητριακών χάνεται κάθε χρόνο εξ αιτίας των εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων. Χώρες όπως η Νιγηρία και η Αιθιοπία υπολογίζεται ότι χάνουν το 30% της παραγωγής τους σε καλαμπόκι από έντομα αποθήκης, ενώ η Ιταλία αναφέρεται ότι χάνει το 5% της παραγωγής της σε δημητριακά (Σταμόπουλος 1995). Μόνο οι ποσότητες των σιτηρών που

προσβάλλονται από έντομα στις αποθήκες και στις καλλιέργειες και κατά συνέπεια υποβαθμίζονται, θα μπορούσαν να αποτρέψουν τους λιμούς στις υπό ανάπτυξη χώρες.

Τα περισσότερα είδη εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων ανήκουν στις τάξεις των Κολεοπτέρων και Λεπιδοπτέρων και λιγότερα στις τάξεις των Διπτέρων, Υμενοπτέρων, Ψωκοπτέρων κλπ. Έντομα όπως οι κατσαρίδες (Δικτυόπτερα) και τα μυρμήγκια (Υμενόπτερα) που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν στην κατηγορία αυτή, θεωρούνται και μελετούνται όμως πολλές φορές ως έντομα σπιτιών παρά αποθηκών (Σταμόπουλος 1995).

Τα έντομα αποθηκών μπορούν να προσβάλλουν την παραγωγή σε πολλά στάδια της αποθήκευσης και επεξεργασίας, όπως στον μύλο, στην αποθήκη, στο ράφι του καταστήματος και αλλού. Ακόμα υπάρχουν και περιπτώσεις όπου καθαρό αμόλυντο προϊόν μπορεί να προσβληθεί από έντομα που έχουν βρει καταφύγιο σε διάφορες ρωγμές της αποθήκης ή ακόμα και στα ράφια. Ένας σημαντικός παράγοντας είναι το μέρος όπου θα τοποθετηθεί το προϊόν και αν δίπλα από αυτό υπάρχει κάποιο άλλο σακί ή συσκευασμένο τρόφιμο το οποίο είναι προσβεβλημένο με αποτέλεσμα να μολυνθούν τα καθαρά προϊόντα. Η παρουσία εντόμων σε κάποιο προϊόν αποδεικνύει την μη καλή του υγιεινή.

Η κατανάλωση προσβεβλημένων τροφίμων δεν προκαλεί συνήθως σημαντικά προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία (Wirtz 1991). Παρόλα αυτά μεμονωμένα περιστατικά μπορεί να παρατηρηθούν με ποικίλες αντιδράσεις από άτομα που έχουν καταναλώσει διάφορα μέρη εντόμων όπως για παράδειγμα λέπια εντόμων ή τριχίδια. Για παράδειγμα, η εισπνοή των αποχωρημάτων των κατσαρίδων μπορεί να προκαλέσει διάφορες αλλεργίες ακόμα και άσθμα. Τα διάφορα ακάρεα ακόμα μπορούν να προκαλέσουν δερματίτιδες ή αλλεργικές αντιδράσεις όταν εισπνέονται. Επιπλέον, τα έντομα αποθηκών βοηθούν και στην μεταφορά σπορίων μυκήτων. Μερικά από τα είδη μυκήτων μπορούν και παράγουν μυκοτοξίνες στα τρόφιμα αλλά και αφλατοξίνες που είναι υπεύθυνες για τις καρκινογενέσεις.

Από άποψη μεγέθους της ζημιάς που προκαλούν, διακρίνουμε τα πολύ ζημιογόνα έντομα τα οποία πρέπει να αντιμετωπίζονται άμεσα και τα λιγότερο ζημιογόνα, για τα οποία έχουμε περισσότερο χρόνο στη διάθεση μας για μια επέμβαση. Τα χαρακτηριστικά των πρώτων εντόμων είναι η μεγάλη και ταχύτατη

εξάπλωση, η προσβολή μεγάλου αριθμού σπόρων ή προϊόντος από ένα άτομο και οι πολλές γενεές το χρόνο. Τα λιγότερο ζημιογόνα έντομα χαρακτηρίζονται από την αργή εξάπλωση τους, την συγκέντρωση τους σ' ένα ή σε λίγα σημεία της αποθήκης, το μικρό αριθμό των γενεών, την προσβολή ενός ή λίγων σπόρων κατ' άτομο ή και τη μη προσβολή υγιούς προϊόντος παρά μόνο ήδη προσβεβλημένου ή κατεστραμμένου.

Είναι προφανές ότι η καταπολέμηση των εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων είναι επιτακτική ανάγκη. Η καταπολέμηση τους βασίζεται σε στρατηγικές διαφορετικές από αυτές που ακολουθούνται εναντίον των εχθρών των καλλιεργειών. Εξάλλου, ενώ κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας είναι δυνατόν να αντιμετωπισθούν με κατάλληλες επεμβάσεις του ανθρώπου, ζημιές από κάποια προσβολή, οι απώλειες που προκαλούνται κατά την αποθήκευση των αγροτικών προϊόντων είναι πολλές φορές κυριολεκτικά ανεπανόρθωτες.

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

Το μέγεθος της προσβολής ενός προϊόντος που βρίσκεται στη φάση της επεξεργασίας ή της αποθήκευσης, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες οι κυριότεροι των οποίων είναι οι εξής:

I. Υγειονομική κατάσταση του προϊόντος πριν από την επεξεργασία ή αποθήκευσή του

Εάν τα προϊόντα είναι ήδη προσβεβλημένα από τον αγρό, τότε λογικά το μέγεθος της προσβολής μέσα στην αποθήκη θα αυξηθεί και τα προϊόντα αυτά θα αποτελέσουν εστίες "μόλυνσης" και για άλλα απρόσβλητα προϊόντα.

II. Συνθήκες περιβάλλοντος που επικρατούν μέσα στους αποθηκευτικούς χώρους

Η θερμοκρασία που επικρατεί στον αποθηκευτικό χώρο και η υγρασία τόσο του περιβάλλοντος χώρου όσο και του αποθηκευμένου προϊόντος παίζουν σπουδαίο ρόλο στο μέγεθος μιας εντομολογικής προσβολής. Οι δύο αυτοί παράγοντες μπορεί να παίξουν καθοριστικό ρόλο:

α) στη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του εντόμου με αντίστοιχη αύξηση ή μείωση του αριθμού των γενεών.

β) στη διάπαυση του εντόμου.

γ) στη γονιμότητά του.

δ) στην εν γένει δραστηριότητά του.

III. Ικανότητα πτήσης των εντόμων

Η ικανότητα ενός εντόμου να πετάει σε μακρινές αποστάσεις, αυξάνει τις πιθανότητες προσβολής αποθηκευμένων προϊόντων που απέχουν μεταξύ τους ικανή απόσταση, όπως επίσης και τη γρήγορη επαναμόλυνση ήδη απεντομοθέντων προϊόντων.

IV. Συμπεριφορά των εντόμων

Η συμπεριφορά ενός εντόμου μπορεί να είναι πολλές φορές καθοριστική του μεγέθους της προσβολής ενός αποθηκευμένου προϊόντος. Ορισμένα π.χ. έντομα προσβάλλουν αποκλειστικά σπασμένους σπόρους ή ήδη προσβεβλημένους από άλλα έντομα σπόρους και έτσι αποβαίνουν επιζήμια μόνο όταν πληρούνται οι παραπάνω προϋποθέσεις. Αρκετά έντομα επίσης, κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου, προσβάλλουν περισσότερους από έναν καρπούς ενώ άλλα συμπληρώνουν την ανάπτυξή τους μόνο σε έναν καρπό. Στην πρώτη περίπτωση οι ζημιές που αναμένονται λογικά είναι μεγαλύτερες αν και κάθε φορά θα πρέπει να συνυπολογίζουμε τη γονιμότητα του εντόμου, τον αριθμό των γενεών που μπορεί να έχει, την ύπαρξη ή μη διάπαυσης κλπ.

V. Καταλληλότητα και προστασία των αποθηκευτικών χώρων

Οι αποθηκευτικοί χώροι θα πρέπει να είναι σωστά σχεδιασμένοι ώστε να μην επιτρέπουν την εύκολη προσπέλαση εντομολογικών ή άλλων εχθρών. Πόρτες που κλείνουν πολύ καλά, ψιλή σήτα στα παράθυρα, μη ύπαρξη ρωγμών ή ανοιγμάτων στους τοίχους και στις οροφές, δάπεδα που επιτρέπουν τον εύκολο καθαρισμό και δεν αποτελούν καταφύγια εντόμων, όπως επίσης χρήση εντομοτοξικών ή άλλων ουσιών στους τοίχους και στα δάπεδα, συμβάλλουν σε μεγάλο αριθμό στον περιορισμό εγκατάστασης και εξάπλωσης ενός επιζήμιου αρthropόδου (Σταμόπουλος 1995).

1.2. Μέτρα για την πρόληψη εντομολογικών προσβολών στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή αποθήκευσης των προϊόντων

Προκειμένου να αποφευχθεί η παρουσία εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων στους χώρους αποθήκευσης και επεξεργασίας των γεωργικών προϊόντων προτείνεται να λαμβάνονται συγκεκριμένα μέτρα πρόληψης, όπως:

I. Ο κατάλληλος σχεδιασμός των αποθηκών ή των βιομηχανιών παραγωγής τροφίμων όπως και η σωστή χωροταξική μελέτη πριν την εγκατάστασή τους έχει πολύ μεγάλη σημασία γιατί:

α. Δεν θα πρέπει να γειτονεύουν με πιθανές άλλες εστίες μόλυνσης (π.χ. άλλα εργοστάσια επεξεργασίας φυτικών προϊόντων, αποθήκες, σκουπιδότοπους κλπ.).

β. Οι εγκαταστάσεις κλιματισμού, κεντρικής θέρμανσης και αποχέτευσης δεν θα πρέπει να προσφέρουν καταφύγιο σε αρθρόποδα και αυτό καθίσταται δυνατό μόνο αν επιτρέπουν την εύκολη προσπέλαση τους για εύκολο καθαρισμό και εφαρμογή εντομοκτόνων ουσιών.

γ. Οι τοίχοι, τα δάπεδα και τα ταβάνια δεν θα πρέπει να φέρουν ρωγμές ή χαραμάδες.

II. Σχολαστική καθαριότητα των χώρων

Ο συχνός καθαρισμός των χώρων όπου παράγονται, επεξεργάζονται ή αποθηκεύονται τα προϊόντα και η απομάκρυνση άχρηστων υπολειμμάτων επεξεργασίας, συμβάλλει σημαντικά στη μη εγκατάσταση και πολλαπλασιασμό ανεπιθύμητων αρθροπόδων. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ηλεκτρικές σκούπες μεγάλης ισχύος που εκτός από τα απορρίμματα, απομακρύνουν μερικές φορές και πρόσφατα εγκατεστημένα επιβλαβή αρθρόποδα. Σε περιοχές των εγκαταστάσεων όπου είναι δύσκολος ο συχνός καθαρισμός, θα πρέπει να γίνεται τοπική εφαρμογή εντομοτοξικών ουσιών με ειδικές φορητές συσκευές (spot fumigation).

III. Αποφυγή εισόδου εντόμων στις εγκαταστάσεις

Βασικό μέτρο που οπωσδήποτε πρέπει να ακολουθείται, είναι η μη αποδοχή για αποθήκευση ή επεξεργασία προϊόντων που ήδη είναι προσβεβλημένα, έστω κι αν έχουν πρόχειρα απεντομωθεί. Δεδομένου ότι καμία μέθοδος απεντόμωσης δεν είναι απόλυτα αποτελεσματική, είναι πολύ πιθανό να έχουμε μετά από λίγο χρόνο εμφάνιση προσβολής από έντομα που διέφυγαν το θάνατο. Ο έλεγχός μας θα πρέπει

να είναι αρκετά συστηματικός και να περιλαμβάνει όχι μόνο αυτό καθαυτό το προϊόν, αλλά και τα υλικά συσκευασίας του.

IV. Υπαρξη λεπτομερούς προγράμματος ελέγχου για έγκαιρη επισήμανση τυχόν προσβολής

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

- α. ύπαρξη καταλόγου "ευαίσθητων" περιοχών ή σημείων της εγκατάστασης που πιθανολογείται ότι μπορούν να αποτελέσουν εστίες ή καταφύγια εντόμων.
- β. χρησιμοποίηση διαφόρων τύπων παγίδων κατάλληλων για κάθε περίπτωση, για έγκαιρη διαπίστωση τυχόν ύπαρξης εντόμων (Σταμόπουλος 1995).

1.3. Μέτρα για την καταπολέμηση εντομολογικών προσβολών στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή αποθήκευσης των προϊόντων

Εάν παρόλα τα μέτρα πρόληψης που έχουμε πάρει για την αποφυγή εγκατάστασης επιβλαβών αρθροπόδων παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα, τότε θα πρέπει απαραίτητως να γίνουν οι παρακάτω ενέργειες:

I. Ακριβής προσδιορισμός του είδους ή των ειδών των αρθροπόδων που υπάρχουν

Η εργασία αυτή είναι απαραίτητο να γίνει γιατί θα βοηθήσει σημαντικά στην εκλογή της κατάλληλης μεθόδου καταπολέμησης που θα ακολουθηθεί και θα παίζει σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της μεθόδου.

Πράγματι, ακόμα και συγγενικά είδη που μπορεί να μοιάζουν πολύ μεταξύ τους, δεν ανταποκρίνονται το ίδιο στα διάφορα μέτρα και στις μεθόδους καταπολέμησης και απαιτούν διαφορετικούς χειρισμούς. Έτσι, είναι πιθανό το ένα είδος να είναι περισσότερο ανθεκτικό σε ένα συγκεκριμένο εντομοκτόνο από ένα άλλο ή να απαιτεί διαφορετική μεταχείριση λόγω διαφορετικής συμπεριφοράς ή ακόμη τα ευαίσθητα στάδια για την καταπολέμηση του να είναι διαφορετικά.

II. Εντοπισμός των εστιών μόλυνσης και της προέλευσης των αρθροπόδων

Είναι αυτονόητο ότι ο έγκαιρος εντοπισμός των εστιών μόλυνσης καθώς και των πηγών προέλευσης των αρθροπόδων - εισβολέων, συμβάλλει αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση του προβλήματος.

III. Μελέτη της συμπεριφοράς τους και των σημείων που προτιμούν να συγκεντρώνονται

Η μελέτη αυτή είναι επίσης απαραίτητη μια που στοχεύει στον προσδιορισμό και την καταγραφή των εστιών συγκέντρωσης των αρθροπόδων με σκοπό την ευκολότερη αντιμετώπισή τους. Μερικές μάλιστα φορές, οι επεμβάσεις μας περιορίζονται για λόγους πρακτικούς και οικονομίας, μόνο στα σημεία που αποτελούν καταφύγια ή τόπους συνάθροισης του "εχθρού" (Σταμόπουλος 1995).

IV. Εφαρμογή μεθόδων αντιμετώπισης των εντόμων αποθηκών

Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται είτε μεμονωμένα (όπου είναι εφικτό) είτε σε συνδυασμό για την αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων, διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- A. Μηχανικές
- B. Φυσικές
- Γ. Βιοτεχνικές
- Δ. Βιοτεχνολογικές
- E. Βιολογικές
- ΣΤ. Χημικές

A. Μηχανικές

Στις μηχανικές μεθόδους υπάγεται η χρήση υψηλής πίεσης, η ξήρανση, η χρήση κενού με περιορισμό του ατμοσφαιρικού αέρα, η δημιουργία περιβάλλοντος αυξημένης συγκέντρωσης CO₂ προκειμένου να προκληθεί ασφυξία στα έντομα αλλά και το πλύσιμό με άφθονο νερό υπό ισχυρή πίεση εφ' όσον δεν ζημιώνει τα προϊόντα και τα απαλλάσσει από πολλά έντομα. Ένας άλλος τρόπος είναι η ανάδευση με υψηλές ταχύτητες.

B. Φυσικές

Στις φυσικές μεθόδους υπάγεται η χρήση υψηλής θερμοκρασίας (52-55 °C επί 3 περίπου ώρες ή μεγαλύτερες θερμοκρασίες με αντιστρόφως ανάλογες χρονικές εκθέσεις), η οποία καταστρέφει όλα τα στάδια εντόμων αποθηκών προκαλώντας πήξη των λευκωμάτων τους.

Από την άλλη πλευρά το ψύχος αποτελεί αποτελεσματική μέθοδο χωρίς να προκαλεί αλλοιώσεις στα προϊόντα. Υπάρχουν είδη εντόμων που πεθαίνουν σε θερμοκρασίες που είναι πάνω από το σημείο πήξεως της αιμολέμφου τους, είδη που πεθαίνουν μόλις οι ιστοί τους παγώσουν και είδη που μπορούν να επιβιώσουν έστω και αν εκτεθούν για πολλές ώρες σε θερμοκρασίες μέχρι και -15 ή -20 °C (Σταμόπουλος, 2008). Η ευαισθησία των εντόμων στις χαμηλές θερμοκρασίες είναι δυνατό να διαφέρει μεταξύ των ειδών και των σταδίων στα οποία βρίσκονται ενώ επηρεάζεται από παράγοντες όπως είναι η θερμοκρασία, το διάστημα έκθεσης, το φύλο και η σχετική υγρασία. Γενικά, είδη τα οποία ελέγχονται ευκολότερα από τις χαμηλές θερμοκρασίες είναι τα *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), *T. confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae), και *Oryzaephilus Mercator* Fauvel (Coleoptera: Silvanidae), ενώ το *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae), *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) και *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae) ελέγχονται δυσκολότερα (Howe 1965a).

Μία άλλη περίπτωση αφορά στη δημιουργία ηλεκτροστατικού πεδίου, με χρήση ρεύματος υψηλής συχνότητας και εντάσεως, το οποίο προκαλεί ταχεία θανάτωση που οφείλεται σε απότομη αύξηση της θερμοκρασίας του σώματός τους. Τα μικροκύματα έχουν παρόμοια δράση με αυτή των ηλεκτρικών πεδίων αλλά πολύ υψηλότερη συχνότητα (0,5 - 3GHz). Το γεγονός αυτό δημιουργεί υψηλές θερμοκρασίες (72 – 83 °C) με πολύ μικρότερη ένταση πεδίου. Τα μικροκύματα παρουσιάζουν το πλεονέκτημα επίσης της καλύτερης διείσδυσης και μεγιστοποίησης του αποτελέσματος.

Τέλος, υπάρχει και η μέθοδος της ακτινοβόλησης, η οποία χρησιμοποιείται για την αποστείρωση προϊόντων για ανθρώπινη κατανάλωση, κυρίως με ακτίνες γ.

Γ. Βιοτεχνικές

Στις βιοτεχνικές μεθόδους καταπολέμησης περιλαμβάνονται η χρήση παγίδων, φερομονών ή και συνδυασμός τους.

Με τη χρήση παγίδων κύριο σκοπό έχουμε τη διαπίστωση της παρουσίας των εντόμων αλλά και τον έλεγχο της διακύμανσης του πληθυσμού τους, ενώ σπανιότερα τις χρησιμοποιούμε και για καταπολέμηση. Η δειγματοληψία εντοπίζει πληθυσμούς εντόμων με χρονική υστέρηση σε σχέση με τις παγίδες. Για το λόγο αυτό η χρήση παγίδων επιτρέπει την έγκαιρη κατάστροψη σχεδίου αντιμετώπισης εντομολογικών προσβολών. Προκειμένου να κατατάξουμε τις παγίδες, μπορούμε να τις διαχωρίσουμε σε εναέριες (για ιπτάμενες μορφές εντόμων) και επιφανειακές (για βαδίζοντα ή ιπτάμενα έντομα). Οι παγίδες αυτές προκειμένου να ελκύουν τα έντομα, χρησιμοποιούν φερομόνες, είτε σε μορφή εξατμιστήρων, ή ακόμα και σε μορφή χαπιών, τα οποία κολλούν σε συγκεκριμένα σημεία στην κολλητική επιφάνεια των παγίδων. Ακόμα είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσουμε ηλεκτρικές παγίδες, με χρήση λαμπτήρων UV ακτινοβολίας και κολλητική επιφάνεια, σύμφωνα με τους κανόνες του H.A.C.C.P. (Hazard Analysis Critical Control Points). Στις παγίδες τύπου σόντας διακρίνουμε 2 τύπους παγίδων, α) εκείνες που χρησιμοποιούνται για δειγματοληψία σπόρου σε διάφορα βάθη και β) σε εκείνες που παγιδεύουν μόνο τα έντομα και είναι σχεδιασμένες για χρήση μέσα στη μάζα του σιταριού, από μεταλλικό ή πλαστικό καθετήρα που τοποθετείται στη μάζα του αποθηκευμένου προϊόντος σε διάφορα βάθη. Τα έντομα έρχονται μέσα στις τρύπες και πέφτουν μέσα σε ένα σωλήνα συλλογής ή σε ένα σωλήνα ή σε ένα καπάκι στο οποίο υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής.

Μία άλλη περίπτωση είναι αυτή της χρήσης των αιθέριων ελαίων. Τα αιθέρια έλαια των *Pogostemon heyneaus*, *Ocimum basilicum* και *Eucalyptus* sp. έδειξαν εντομοκτόνο δραστηριότητα εναντίον πολλών εχθρών αποθηκευμένων προϊόντων. Επίσης σε πολλά Κολεόπτερα παρατηρήθηκε τοξική επίδραση των τερπενοειδών δ-λεμονένιο, limalool, terpineal. Τα αιθέρια έλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο των κύριων εντόμων εχθρών αποθηκευμένων προϊόντων, λειτουργώντας ως δραστικά καπνογόνα σε χαμηλές συγκεντρώσεις (Τζανακάκης 1995, Σταμόπουλος 2008). Σε πολλές χώρες της Ασίας και της Αφρικής και ιδιαίτερα σε αποθηκευμένα ψυχανθή ένας παραδοσιακός τρόπος προστασίας είναι η χρήση εδωδιμων ελαίων.

Ένας τελευταίος τρόπος είναι αυτός της χρήσης ρυθμιστών ανάπτυξης. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι δρουν εκλεκτικά μόνο στα έντομα και συνεπώς έχουν μικρή τοξικότητα στα θηλαστικά καθώς και το γεγονός ότι η πιθανότητα ανάπτυξης ανθεκτικότητας είναι μικρή. Οι παρεμποδιστές σύνθεσης χιτίνης και οι ανταγωνιστές έκδυσης έχουν προστεθεί στη λίστα των διαθέσιμων ρυθμιστών ανάπτυξης.

Στις ορμόνες νεότητας ανήκουν το methoprene, το hydroprene, το fenoxycarb και το pyriproxypen. Τα δύο τελευταία χρησιμοποιούνται ως εντομοκτόνα επαφής. Το methoprene χρησιμοποιήθηκε κυρίως ως μια εναλλακτική μέθοδος ελέγχου των *Oryzaephilus surinamensis* (L. (Coleoptera: Silvanidae) και *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) λόγω ανθεκτικότητας που παρουσίαζαν τα είδη αυτά στα οργανοφωσφορικά και στα πυρεθρινοειδή εντομοκτόνα αντίστοιχα παρέχοντας προστασία για 3-5 μήνες. Οι παρεμποδιστές σύνθεσης χιτίνης αν και δε μιμούνται τις ορμόνες νεότητας εμποδίζουν την ομαλή έκδυση των λαρβών των εντόμων, παρεμποδίζοντας το σχηματισμό χιτίνης, με κάποιο μηχανισμό παρεμπόδισης, ο οποίος δεν είναι ακόμη απόλυτα γνωστός. Από τους παρεμποδιστές σύνθεσης χιτίνης, το diflubenzuron είναι ένα αποτελεσματικό φάρμακο έναντι πολλών εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων.

Γενικά οι παρεμποδιστές σύνθεσης χιτίνης παρέχουν αυξημένη προστασία όχι μόνο επειδή παρεμποδίζουν το σχηματισμό γενεών αλλά και επειδή θανατώνουν τα ανώριμα στάδια νωρίς στην ανάπτυξή τους. Παρά το γεγονός ότι τα εργαστηριακά αποτελέσματα μελετών ήταν ενθαρρυντικά, το μέλλον των ρυθμιστών ανάπτυξης παραμένει αβέβαιο. Επιπλέον οι μιμητές ορμονών νεότητας καλό θα είναι να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλα εντομοκτόνα ή με παρεμποδιστές σύνθεσης χιτίνης, προκειμένου να μην υπάρχει δράση επί των ωφελίμων εντόμων (παρασίτων-αρπακτικών) όταν θα εφαρμόζεται, πρόγραμμα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης.

Δ. Βιοτεχνολογικές

Οι βιοτεχνολογικές μέθοδοι βασίζονται στη μεταφορά γονιδίων σε φυτά, δημιουργώντας σε αυτά ανθεκτικότητα στην προσβολή από έντομα. Η ανθεκτικότητα αυτή έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό των προσβολών στον αγρό και κατά συνέπεια στην αποθήκη. Παράδειγμα μεταφοράς πρωτεϊνών και γονιδίων αποτελεί το βακτήριο *Bacillus thuringiensis*. Το βακτήριο αυτό είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες και

γονίδια, κατάλληλα για τη μεταφορά τους σε φυτά. Προσπάθειες ενίσχυσης της δράσης των γονιδίων του *B. thuringiensis* πραγματοποιήθηκε με αντικατάσταση σε αυτά των βάσεων A/T με G/C οι οποίες επικρατούν στα φυτά. Ο μερικώς ή πλήρως συνθετικός γόνος μπορούσε να συνθέσει επακριβώς την ίδια πρωτεΐνη όπως και ο μητρικός γόνος και να δημιουργήσει ανθεκτικότητα εναντίον εντόμων. Ο θάνατος των εντόμων από το B.t. επέρχεται γρήγορα, συχνά σε μία ή δύο ημέρες. Το σταμάτημα όμως της βρώσης συνεπώς και η βλάβη στα φυτά συμβαίνουν πολύ νωρίτερα. (Τζανακάκης 1995).

E. Βιολογικές

Με τις βιολογικές μεθόδους καταπολέμησης ο έλεγχος των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων έχει εστιασθεί στη χρήση φυσικών εχθρών και την εγκατάστασή τους στην αποθήκη. 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) (Τζανακάκης 1995). Παρασιτοειδές θεωρείται «ένα έντομο το οποίο έχει συνήθως, όχι πάντοτε, το ίδιο μέγεθος περίπου με τον ξενιστή του, απαιτεί δε ένα μόνο ξενιστή για τη συμπλήρωση της ανάπτυξής του, τον οποίο τελικά και θανατώνει» (Τζανακάκης 1995). Για τη σωστή αλλά και έγκαιρη χρήση των φυσικών εχθρών χρειάζεται καλή γνώση α) της βιολογίας των φυτών (όσον αφορά στην ωρίμανση, στη συγκομιδή και στην αποθήκευση), β) του βιολογικού κύκλου των εχθρών, γ) των ανταγωνιστών των εχθρών (βιολογία, ηθολογία κ.α.). Με τις γνώσεις αυτές μπορεί κανείς να καταρτίσει ένα πρόγραμμα αντιμετώπισης των πιθανών εχθρών που ενδέχεται να προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα.

ΣΤ. Χημικές

Οι εντομοκτόνες ουσίες που χρησιμοποιούνται εναντίον εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων, είναι στην πλειονότητά τους οργανικές ουσίες, και δευτερευόντως ανόργανες ουσίες όπως ο βόρακας, το βορικό οξύ, η γη διατόμων. Για

την καταπολέμηση των εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων χρησιμοποιούνται κυρίως οργανοφωσφορικά, καρβαμιδικά ή συνθετικές πυρεθρίνες ή πολλές φορές και συνδυασμοί μεταξύ τους ενώ η χρήση των χλωριωμένων υδρογονανθράκων, όπου δεν έχει απαγορευτεί, έχει περιοριστεί σημαντικά. Από τα οργανοφωσφορικά τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα εντομοκτόνα είναι τα: chlorpyrifos-methyl, dichlorvos, fenthion, malathion, pirimiphos methyl. Από τα καρβαμιδικά τα κυριότερα εντομοκτόνα είναι το carbaryl και το prochlor. Μία άλλη περίπτωση αποτελούν τα πυρεθρινοειδή. Τα εντομοκτόνα που ανήκουν στην ομάδα αυτή χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα για την καταπολέμηση εντόμων αποθηκών γιατί παρουσιάζουν γρήγορη δράση και ικανότητα κατάρριψης (knock down effect). Έχουν μεγάλο φάσμα δράσης εναντίον πολλών αρθροπόδων και είναι σχετικά ακίνδυνα για τα θηλαστικά. Πολλές φορές ψεκάζονται με πυρεθρινοειδή, σιτηρά που προορίζονται για αποθήκευση σε μεγάλα σιλό με σκοπό την προστασία τους κυρίως από είδη του γένους *Sitophilus* και *Oryzaephilus*.

Οι απεντομώσεις χώρων με τη χρήση χημικών εντομοκτόνων, όπως αυτές που αναφέρθηκαν προηγουμένως, γίνονται κυρίως με ψεκασμό και λιγότερο με επίταση. Η επιλογή του εντομοκτόνου θα πρέπει να γίνει αφού ληφθούν υπόψη πολλές παράμετροι, όπως το είδος του προϊόντος που είναι αποθηκευμένο ή που πρόκειται να αποθηκευτεί, τα τυχόν παρασκευαζόμενα στο χώρο προϊόντα, το είδος του εντόμου που πρόκειται να καταπολεμηθεί, ο χρόνος επαναχρησιμοποίησης του χώρου από τους εργαζομένους, η διάρκεια προστασίας, η δόση και τα υπολείμματα που αφήνει το εντομοκτόνο στα προϊόντα.

Η χρήση καπνογόνων είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη στην πράξη μέθοδος, που παίζει σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση εντομολογικών προβλημάτων σε αποθηκευτικούς χώρους, καθώς και σε χώρους παρασκευής ή επεξεργασίας φυτικών και ζωικών προϊόντων. Το μεγάλο πλεονέκτημά τους είναι ότι διεισδύουν με ευκολία σε θέσεις και χώρους όπου άλλοι τρόποι αντιμετώπισης είναι πρακτικά αδύνατον να εφαρμοστούν. Τα καπνογόνα είναι χημικές ενώσεις οι οποίες επενεργούν τοξικά με ατμούς στα παράσιτα που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα, διάφορα υλικά ή και τις καλλιέργειες. Η μεταχείριση και χρήση των καπνογόνων θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, τηρώντας αυστηρά τις οδηγίες χρήσης και από εξειδικευμένο προσωπικό στο οποίο θα διατίθενται όλα τα απαραίτητα μέσα για την ασφάλειά του. 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 τρημάτων, όπως και των αναπνευστικών κινήσεων, θεωρητικά επιδρά και στην αποτελεσματικότητα του καπνογόνου.

1.4. Κύριοι εντομολογικοί εχθροί αποθηκευμένων προϊόντων

1.4.1. *Tribolium confusum* Jacquelin Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae)

Κοινή ονομασία: Confused flour beetle

Το *Tribolium confusum* είναι ένας από τους σημαντικότερους εχθρούς των αποθηκευμένων προϊόντων το οποίο απαντάται στα σπίτια, σε βιομηχανίες τροφίμων αλλά και σε μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους. Το έντομο αυτό είναι κατά κύριο λόγο έντομο των θερμών κλιμάτων, αλλά ενδημεί και σε πιο εύκρατα κλίματα. Το είδος αυτό είναι κυρίως υπεύθυνο για δευτερογενείς προσβολές καθώς παρατηρήσεις στο εργαστήριο έδειξαν ότι το έντομο αναπτύσσεται καλύτερα και ταχύτερα σε σπασμένους παρά σε ολόκληρους σπόρους όπου η παρουσία του περισπερμίου φαίνεται ότι αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για την είσοδο του στο εσωτερικό τους. Γι' αυτό και αναπτύσσεται σε ολόκληρους σπόρους μόνο όταν στο ίδιο ενδιαίτημα συνυπάρχει με τα είδη *Sitophilus* sp. ή *Rhyzopertha* sp., τα οποία μπορούν να σπάσουν με ευκολία άθικτους σπόρους.

Τα προϊόντα τα οποία μπορούν να προσβληθούν από το *T. confusum* είναι τα δημητριακά, το αλεύρι σιταριού, οι σπασμένοι σπόροι σιτηρών, ξηρά λαχανικά κ.ά.. Οι ζημιές είναι σημαντικότερες όσο η σχετική υγρασία των σπόρων είναι υψηλότερη. Επιπρόσθετα, όταν το έντομο αναπτύξει μεγάλους αριθμούς, μπορεί να αλλάξει το χρώμα του αλευριού από λευκό σε σκούρο, ενώ στη συνέχεια μπορεί και να μουχλιάσει. Επιπλέον, η προσβολή από το *T. confusum* μπορεί να δώσει μια δυσάρεστη γεύση και οσμή στο προϊόν από την έκκριση ουσιών από τους αδένες του εντόμου (Σταμόπουλος 2008).

Ο κύκλος της ζωής του *T. confusum* περιλαμβάνει τέσσερα στάδια: αυγό, προνύμφη, πούπα και ενήλικο (Εικόνα 1) (Benoit et al. 1998). Το ενήλικο θηλυκό εναποθέτει 2-3 αυγά την ημέρα και 300 έως 500 αυγά κατά την διάρκεια της ζωής του (Young 1970) ενώ ζει μέχρι και 2 χρόνια σε κατάλληλες συνθήκες (Park et al.

1965). Μέσα σε 5 έως 12 ημέρες, τα αυγά εκκολάπτονται στους 15-40 °C. Οι προνύμφες διέρχονται από 5-18 (συνήθως 7-8) προνυμφικά στάδια και έρχονται σε πλήρη ανάπτυξη σε 30 ημέρες. Το στάδιο της πούπας μπορεί να κρατήσει 8 ημέρες σε συνθήκες δωματίου. Ο βιολογικός κύκλος μπορεί να ολοκληρωθεί σε 7-10 εβδομάδες. Σε θερμαινόμενους χώρους-αποθήκες μπορεί να παρατηρηθούν 4-5 γενεές ετησίως. Επίσης σε περιπτώσεις που η τροφή δεν είναι και τόσο κατάλληλη για την ανάπτυξη της προνύμφης ο βιολογικός κύκλος επιμηκύνεται σημαντικά (3 με 4 μήνες), ενώ παράλληλα λαμβάνει χώρα αύξηση του αριθμού των εκδύσεων οι οποίες από 7-8 που είναι συνηθισμένος αριθμός, φτάνουν τις 12-15.



Εικόνα 1. Στάδια βιολογικού κύκλου του *Tribolium confusum*.

(πηγή: <http://www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepose/aafc-aac/pfsg-pgef-6-eng.htm>)

Τα αυγά του *T. confusum* είναι λευκού χρώματος ή πολλές φορές διαφανή και καλύπτονται από μια κολλητική ουσία, πάνω στην οποία τα σωματίδια από το αλεύρι προσκολλώνται με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η αντιμετώπισή τους.

Η προνύμφη σε πλήρη ανάπτυξη έχει μήκος 4-6 mm και χρώμα υπόλευκο. Η μορφολογία του σώματός της είναι κυλινδρική, νευρώδης και σκληρή. Η προνύμφη αυτή μπορεί να διακριθεί από τις άλλες για τον λόγο ότι έχει σκούρα κεφαλή και στο τελευταίο άκρο του σώματός της υπάρχουν δύο άκρες, που ομοιάζουν με διχάλα.

Τα ενήλικα είναι χρώματος καστανού-κόκκινου και έχουν μήκος 3-4 mm. Η διάκριση και αναγνώριση του είδους είναι δύσκολη για το λόγο ότι το *T. confusum* μπορεί πολύ εύκολα να συγχέεται με *T. castaneum* επειδή έχουν κοινές συνήθειες και μοιάζουν πολύ και στην εμφάνιση. Και στα δύο είδη, οι κεραίες είναι ροπαλοειδείς, αλλά στο *T. castaneum* τα τρία τελευταία άρθρα που σχηματίζουν το «ρόπαλο»

διογκώνονται απότομα, ενώ στο *T. confusum* σταδιακά. Παρόλο που το *T. confusum* φέρει πτέρυγες, εν τούτοις δεν πετά.

1.4.2. *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae)

Κοινή ονομασία: The lesser grain borer

Η *Rhyzopertha dominica* είναι ένα κοσμοπολίτικο είδος εντόμου, που προσβάλλει ένα ευρύ φάσμα αποθηκευμένων προϊόντων και τροφίμων. Το έντομο αυτό είναι πρωτογενής εχθρός σε άθικτους και όχι σπασμένους σπόρους δημητριακών, ενώ προσβάλλει αποθηκευμένο σιτάρι, ρύζι, καθώς επίσης κριθάρι, σόργο, καλαμπόκι, μπισκότα και άλλα προϊόντα αλεύρου, ελαιούχους πλακούντες, κ.ά. Απαντάται κυρίως σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές του κόσμου, αλλά έχει βρεθεί ακόμα και σε θερμές και εύκρατες περιοχές, όπου μπορεί να επιβιώσει σε θερμαινόμενα κτίρια. Στην Ελλάδα, η *R. dominica* είναι ένα από τα πιο κοινά είδη εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων σε αποθήκες δημητριακών, σιλό και μονάδες μεταποιήσεις, ενώ προσβολές του απαντώνται συχνά σε αποθηκευμένο σιτάρι και ρύζι (Σταμόπουλος 2008).

Η *R. dominica* είναι το κύριο έντομο που καταστρέφει πυρήνες σιτηρών. Οι οπές που δημιουργούν έχουν ακανόνιστο σχήμα (~1 mm διάμετρος) (Breese, 1960). Το φορτίο σιταριού που περιέχει περισσότερους από 32 κατεστραμμένους σπόρους ανά 100 g ορίζεται ως βαθμός του δείγματος. Το σιτάρι αυτό δεν μπορεί να πωληθεί για ανθρώπινη κατανάλωση (Flinn et al. 2004). Γενικά, υπάρχει μια τάση για καμία ανοχή σε ζώντα έντομα σε αποθηκευμένα προϊόντα και τρόφιμα. Στις εγχώριες συμβάσεις οι αλευρόμυλοι καθορίζουν ως ανώτατο όριο απόρριψης ενός φορτίου δημητριακών τους 7 κατεστραμμένους σπόρους ανά 100 g δείγματος (Kenkel et al. 1993). Οι κόκκοι που έχουν προσβληθεί από *R. dominica* έχουν μια χαρακτηριστική γλυκιά οσμή, η οποία οφείλεται στις φερομόνες που παράγουν τα αρσενικά άτομα (Khorramshahi and Burkholder 1981). Η διατροφική δραστηριότητα των εντόμων πέρα από την ποσοτική υποβάθμιση των αποθηκευμένων προϊόντων προκαλεί και μεγάλη ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος, το οποίο επιβαρύνεται με τα εκδύματα των προνυμφών, τα αποχωρήματα προνυμφών και ακμαίων, νεκρά έντομα και παραπροϊόντα της διατροφής των εντόμων (σπασμένοι σπόροι, αλεύρι κλπ.) (Breese 1960, Sanchez-Marinez et al. 1997, Seitz and Ram 2004, Park et al. 2008). Οι

προνύμφες και τα ακμαία άτομα τρέφονται από το φύτρο και το ενδοσπέρμιο και είναι ικανά να μειώσουν τους πυρήνες των σιτηρών στο περικάρπιο (Winterbottom 1922, Campbell and Sinha 1976).

Η *R. dominica* ανήκει στην οικογένεια Bostrichidae (Marske and Ivie 2003). Τα έντομα αυτής της οικογένειας έχουν ένα κοκκινωπό-καφέ έως σκούρο καφέ χρώμα. Ποικίλλουν σε μέγεθος, είναι επιμήκη, κυλινδρικά, και το κεφάλι τους δεν είναι διακριτό όταν κοιτούμε το έντομο από πάνω (Potter 1935, Fisher 1950, Mathew 1987, Ivie 2002). Συχνά συγχέονται με τα έντομα της οικογένειας Scolytidae, από τα οποία όμως μπορούν να διακριθούν από το χαρακτηριστικό πρόνωτο, τις ευθείες με τρία ή τέσσερα άρθρα κεραίες και τους ταρσούς με τα πέντε άρθρα (Fisher 1950).

Η *R. dominica* πολλαπλασιάζεται με σχετικά αργό ρυθμό και η εμφάνιση μεγάλων πληθυσμών ευνοείται εάν οι σπόροι στους οποίους τρέφεται μείνουν χωρίς να ανακινηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι θερμοκρασίες στις οποίες ευνοείται η ανάπτυξη του εντόμου κυμαίνονται από 18 έως -40 °C (σε θερμοκρασία 34 °C και σχετική υγρασία 14% ο βιολογικός κύκλος του διαρκεί 25 ημέρες) (Σταμόπουλος 2008). Η ελάχιστη και η μέγιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη τους είναι 18,2 και 39 °C αντίστοιχα, για τα σκαθάρια που έχουν εκτραφεί σε κόκκους σιταριού περιεκτικότητας υγρασίας 14% και σχετικής υγρασίας 70% (Birch 1945a, b, Birch 1953, Longstaff 1999). Η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη είναι 28 °C (Howe 1950) και η βέλτιστη θερμοκρασία για την ταχεία ανάπτυξη του εντόμου είναι 34 °C (Birch 1945a). Η ανάπτυξη των προνυμφών είναι μειωμένη σε περιεκτικότητες υγρασίας κάτω από 30% σε οποιαδήποτε θερμοκρασία (Longstaff 1999, Howe 1965a), ωστόσο, σκαθάρια που χρησιμοποιήθηκαν σε πειράματα (Birch 1945b) ήταν σε θέση να ολοκληρώσουν την ανάπτυξη τους σε κόκκους σίτου υγρασίας 9% (περίπου 20% σχετικής υγρασίας) σε 34 °C, υποδεικνύοντας ότι διαφορετικές φυλές του *R. dominica* ανταποκρίνονται διαφορετικά στις επιδράσεις της θερμοκρασίας και της υγρασίας κατά την ανάπτυξη τους. Η βέλτιστη περιεκτικότητα σε υγρασία των σιτηρών για την ανάπτυξη του *R. dominica* είναι μεταξύ 12 και 14% σε θερμοκρασίες από 26-34 °C (Birch 1945a). Η ανάπτυξη των προνυμφών δεν μπορεί να λάβει χώρα στο ξηραντήριο δημητριακών με περιεκτικότητα υγρασίας 8-9% (Birch 1953). Έχει παρατηρηθεί ότι στους 28 °C και 70% σχετική υγρασία, η διάρκεια των προνυμφικών σταδίων είναι περίπου 35 ημέρες όταν το έντομο έχει εκτραφεί σε πυρήνες σιταριού, ενώ αν έχει εκτραφεί σε αλεύρι σίτου είναι περίπου 50 ημέρες (Howe 1950). Το

μεγαλύτερο μέρος της θνησιμότητας σε δυσμενείς θερμοκρασίες σημειώνεται στις προνύμφες πρώτου σταδίου (Birch 1945b). Υπό οποιονδήποτε συνδυασμό θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, η θνησιμότητα του πρώτου σταδίου είναι υψηλότερη σε άθικτους κόκκους από ότι σε κατεστραμμένους, λόγω των δυσχερειών που αντιμετωπίζει η προνύμφη πρώτη σταδίου κατά την είσοδό της στον σπόρο (Birch 1945a, b, Breese 1960, Howe 1950). Ο φυσικός ρυθμός αύξησης στο εσωτερικό του σιταριού του *R. dominica* είναι περίπου 20 φορές τον μήνα σε άριστες συνθήκες (34 °C και 70% σχετική υγρασία) (Birch 1953, Howe 1965a).

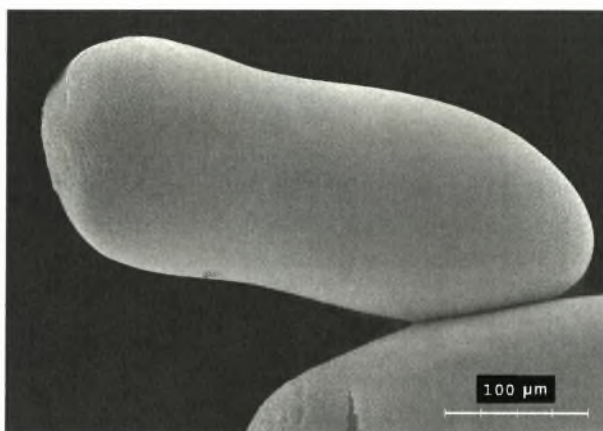
Η *R. dominica* είναι ένα ολομετάβολο έντομο, δηλαδή, υποβάλλεται σε πλήρη μεταμόρφωση. Ο κύκλος ζωής του περιλαμβάνει τέσσερα στάδια: αυγό, προνύμφη, νύμφη και ενήλικο (Εικόνα 2) (Szklarzewicz et al. 1992). Τα αυγά εναποτίθενται σε ομάδες είτε μεμονωμένα, είναι αδιαφανή, υπόλευκα με μια κέρινη εμφάνιση όταν προσφάτως έχουν εναποτεθεί, αλλά μετά από λίγο παίρνουν ένα ροζ χρώμα (Kucerova and Stejskal 2008). Έχουν οβάλ σχήμα και είναι περίπου 0,5-0,6 mm σε μήκος και 0,2-0,25 mm σε διάμετρο (Thompson 1966, LeCato and Flaherty 1974, Kucerova and Stejskal 2008). Η επιφάνειά τους φαίνεται ομαλή, αλλά με τη βοήθεια Ηλεκτρονικού Μικροσκοπίου Σαρώσεως (SEM) αποκαλύπτεται μια ξεχωριστή κρυσταλλική μικροδομή (Εικόνες 3, 4 και 5) (Kucerova and Stejskal 2008). Υπάρχει μια περίοδος προ-ωοτοκίας 6 (Thompson 1966) έως και 15 ημερών (Schwardt 1933) και η περίοδος ωοτοκίας ποικίλλει από 43 ημέρες στους 25 °C και 70% σχετική υγρασία (Howe 1950) μέχρι 4 μήνες στους 34°C και 70% σχετική υγρασία (Birch 1945c). Η μέση ημερήσια τιμή ωοτοκίας είναι 10,4 αυγά/ημέρα με ένα εύρος από 4-15 αυγά όταν τα σκαθάρια εκτρέφονται στους 25 °C και 70% σχετική υγρασία (Howe 1950). Ο ρυθμός αυτός είναι κάπως χαμηλότερος, σε 6,5 αυγά/ημέρα, για σκαθάρια που εκτρέφονται στους 29 °C και 75% σχετικής υγρασίας (Thompson 1966). Ο μέγιστος αριθμός των αυγών που μπορεί να εναποθέσει ένα θηλυκό άτομο σε μια ημέρα κυμαίνεται μεταξύ 33 (Thompson 1966) και 45 αυγά (Howe 1950). Ανάλογα με τη θερμοκρασία, την υγρασία, και τις φυσικές ιδιότητες της τροφής του ενήλικου ατόμου, το θηλυκό είναι ικανό να εναποθέσει από 207 έως και 586 αυγά σε όλη την διάρκεια ζωής του (Barnes and Groove 1916, Birch 1945c, Howe 1950, Thompson 1966). Λιγότερα ή καθόλου αυγά θα κατατεθούν σε κόκκους σιταριού που έχουν λιγότερο από 8% περιεκτικότητα σε υγρασία, ή σε θερμοκρασίες κάτω των 18 °C ή άνω των 39 °C (Birch 1945a). Περίπου το 80% των αυγών είναι γόνιμα (Howe 1950).

Η σχέση της θερμοκρασίας με την περίοδο επώασης μπορεί να συνοψιστεί ως εξής : στους 28 °C με 70% σχετική υγρασία η εκκόλαψη του αυγού σε πρώτου σταδίου προνύμφη γίνεται περίπου σε 7 ημέρες, σε 11 ημέρες στους 25 °C με 70% σχετική υγρασία, σε 7-11 ημέρες στους 29 °C με 75% σχετική υγρασία και σε 5 ημέρες στους 36 °C με 73-90% σχετική υγρασία (Birch and Snowball 1945, Howe 1950, Thompson 1966).



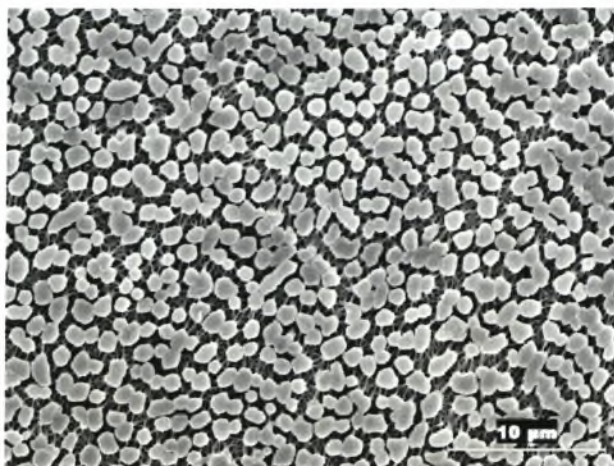
Εικόνα 2. Στάδια εξέλιξης του εντόμου *R. dominica* (αυγό, προνύμφη, νύμφη και ενήλικο).

(πηγή: <http://old.padil.gov.au/pbt/index.php?q=node/70&pbtID=187>).



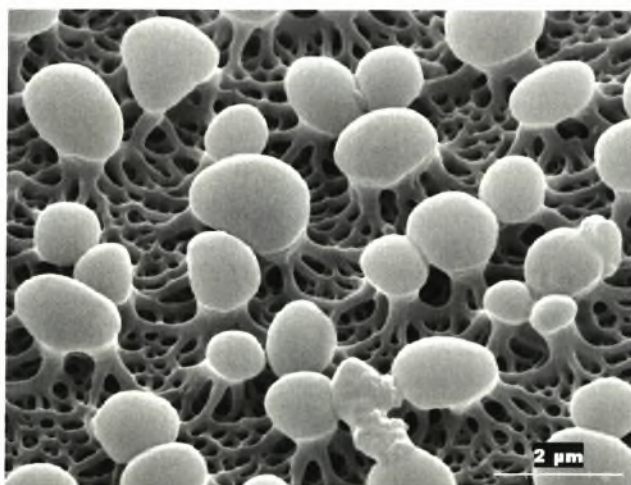
Εικόνα 3. Μικρογραφία σάρωσης ηλεκτρονίου (SEM) αυγού του εντόμου *R. dominica*.

(πηγή: <http://old.padil.gov.au/pbt/index.php?q=node/70&pbtID=187>)



Εικόνα 4. Κοκκίδωση στην επιφάνεια του αυγού του εντόμου *Rhyzopertha dominica* μέσω μικρογραφίας σάρωσης ηλεκτρονίου (SEM).

(πηγή: <http://old.padil.gov.au/pbt/index.php?q=node/70&pbtID=187>)



Εικόνα 5. Λεπτομέρεια της επιφανειακής δομής του αυγού του εντόμου *R. dominica*.

(πηγή: <http://old.padil.gov.au/pbt/index.php?q=node/70&pbtID=187>)

Υπάρχουν κατά μέσο όρο τέσσερα προνυμφικά στάδια στο έντομο *R. dominica* (Potter 1935, Howe 1950, Thompson 1966). Η προνύμφη πρώτου σταδίου είναι καμποδεόμορφη με μασητικού τύπου στοματικά μόρια, ενώ έχει μήκος περίπου 0,78 mm (Potter 1935). Η προνύμφη είναι πολύ δραστήρια, και κινείται γρήγορα (Winterbottom 1922). Όταν τρέφεται με σιτηρά, μασά το εσωτερικό του πυρήνα και παραμένει εκεί μέχρι να νυμφωθεί και αναδύεται ως ακμαίο (Winterbotto 1922, Potter 1935). Η προνύμφη δεύτερου σταδίου έχει παρόμοιο σχήμα με την προνύμφη πρώτου σταδίου, αλλά είναι μεγαλύτερη σε μέγεθος (Winterbottom 1922). Οι προνύμφες τρίτου και τέταρτου σταδίου είναι σε μεγάλο βαθμό ακίνητες. Κατά τη

διάρκεια αυτών των δύο σταδίων, η κεφαλή συστέλλεται μέσα στο θώρακα. Δεν υπάρχει αξιοσημείωτη διαφορά στο χρώμα ανάμεσα στα διάφορα στάδια. Ωστόσο, η προνύμφη τετάρτου σταδίου, έχει υπόλευκη κοιλιακή περιοχή, ανοιχτό καφέ κεφάλι και το χρώμα της γνάθου είναι σκούρο καφέ ή σχεδόν μαύρο (Chittenden 1911, Winterbottom 1922). Το μέσο μήκος του σώματος και της διαμέτρου της κεφαλής της προνύμφης τρίτου σταδίου είναι 2,04 και 0,26 mm αντίστοιχα (Potter 1935). Η προνύμφη φθάνει στην πλήρη ανάπτυξη της στο τέταρτο στάδιο. Το μήκος της ώριμης προνύμφης τετάρτου σταδίου είναι περίπου 3,2 mm και η κεφαλή της έχει διάμετρο περίπου 0,41 mm. Ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της ανάπτυξης των προνυμφών σε 70 % σχετική υγρασία είναι 30 ημέρες στους 28 °C και 46 ημέρες στους 25 °C (Howe 1950). Η ανάπτυξη των προνυμφών από στάδιο σε στάδιο διαρκεί περίπου 16 ημέρες κάτω από ιδανικές συνθήκες (34 °C και 70% σχετική υγρασία) σε σιτάρι με 14% περιεκτικότητα σε υγρασία (Birch 1945a, b).

Η κίνηση της νύμφης περιορίζεται στην κίνηση των κοιλιακών τμημάτων. Οι νέες νύμφες είναι υπόλευκες αλλά αργότερα μια καφέ απόχρωση προβάλλεται στους οφθαλμούς και στα στοματικά μόρια (Winterbottom 1922). Το μέσο μήκος του σώματος και της κεφαλής της νύμφης είναι 3,9 και 0,6 mm αντίστοιχα. Ο ρυθμός ανάπτυξης της νύμφης είναι ανάλογος με τη θερμοκρασία. Σε 70% σχετική υγρασία, το στάδιο της νύμφης ολοκληρώνεται σε περίπου 8 ημέρες στους 25 °C και σε 5-6 ημέρες στους 28 °C (Howe 1950). Οι βέλτιστες συνθήκες για την ταχεία ανάπτυξη αυτού του σταδίου είναι 34 °C και 70% σχετική υγρασία σε σιτάρι με 14% περιεκτικότητα σε υγρασία (Birch 1945a, b, c, Birch 1953). Κάτω από αυτές τις συνθήκες, η ανάπτυξη της νύμφης είναι 4 ημέρες. Η νύμφη βρίσκεται σε ένα κελί που ανασκάφηκε από την προνύμφη μέσα στο σιτάρι. Ωστόσο, κάτι τέτοιο δεν απαιτείται για την επιτυχή ολοκλήρωση του σταδίου της νύμφης (Schwardt 1933).

Τα ακμαία άτομα εξέρχονται από το εσωτερικό των σπόρων με το μάσημα της εξωτερικής στιβάδας των σιτηρών και μπορούν να μείνουν χωρίς τροφή για περίπου 3-5 ημέρες μετά την εμφάνισή τους (Schwardt 1933). Το ενήλικο σκαθάρι έχει 2-3 mm μήκος και 0,8-1 mm πλάτος. Το σωματικό βάρος των νέων ακμαίων κυμαίνεται από 0,99-1,38 mg (Edde and Phillips 2006). Το έντομο είναι κοκκινωπό-καφέ έως σκούρο καφέ χρώμα. Η θνησιμότητα των αρσενικών και θηλυκών ακμαίων ατόμων που τρέφονται με το εσωτερικό τμήμα των σπόρων του σίτου στους 28 °C και 65% σχετική υγρασία είναι 26 και 17 εβδομάδες, αντίστοιχα (Edde and Phillips 2006).

Επίσης διαπιστώθηκε ότι τα θηλυκά άτομα που εκτρέφονται στους 32,3 °C με 70% σχετική υγρασία επιβιώνουν για 17,2 εβδομάδες κατά μέσο όρο (Birch 1953). Οι μέσες τιμές μακροζωίας των πεινασμένων ακμαίων αρσενικών και θηλυκών ήταν 5,7 και 4,7 ημέρες, αντίστοιχα (Edde and Phillips 2006). Αρνητικές επιπτώσεις στην αναπαραγωγή και δραστηριότητα των ακμαίων παρατηρούνται μετά από 4 ημέρες χωρίς τροφή (Daglish 2006, Nguyen et al. 2008). Οι επιπτώσεις της απουσίας τροφής είναι εντονότερες στα θηλυκά άτομα, πιθανώς λόγω των μεγαλύτερων αναγκών τους σε ενέργεια για αναπαραγωγή (Nguyen et al. 2008).

1.4.3. *Sitophilus granarius* ή *Calandra granaria* (L.)

(Coleoptera: Curculionidae)

Κοινή ονομασία: The grain weevil

Το *Sitophilus granarius* είναι ένα κοσμοπολίτικο κολεόπτερο, που το συναντούμε τόσο στα εύκρατα όσο και στα ψυχρά κλίματα (Σκανδιναβία, Ρωσία), ενώ στα υποτροπικά η παρουσία του είναι σπάνια και η ανάπτυξή του σχεδόν αδύνατη. Το ενήλικο έντομο έχει μήκος 3-5 mm και καστανόμαυρο χρώμα (αμέσως μετά την εκκόλαψη είναι καφεκόκκινο). Η χαρακτηριστική του κεφαλή καταλήγει σε ένα κυρτό ρύγχος. Ο προθώρακας είναι διάστικτος και έχει μήκος σχεδόν ίσο με αυτό των ελύτρων, τα οποία έχουν κατά μήκος ραβδώσεις.

Τόσο το ενήλικο (Εικόνα 6) όσο και οι προνύμφες του προσβάλλουν τους σπόρους των σιτηρών (σιτάρι, σίκαλη, κριθάρι, καλαμπόκι και σπανιότερα βρώμη) στους αποθηκευτικούς χώρους, όπως επίσης και συμπαγή αμυλούχα προϊόντα (ξερό ψωμί, φρυγανιές, ζυμαρικά). Τόσο αυτό όσο και το συγγενικό του είδος *S. oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), μπορούν να τραφούν και σε αλεύρι, πίτουρα ή πλιγούρι αλλά δεν μπορούν να αναπαραχθούν. Τρέφονται αλλά πεθαίνουν σύντομα σε μπιζέλια, φασόλια, λούπινα, αραχίδα και αμύγδαλα, ενώ δεν προσβάλλουν ποτέ τους σπόρους κακάο, καφέ και το αποφλοιωμένο ρύζι.



Εικόνα 6. Ενήλικο *Sitophilus granarius*.

(πηγή: Σταμόπουλος 2008)

Τα θηλυκά συζευγνύονται αμέσως μετά την έξοδό τους από τους σπόρους και δύο εβδομάδες μετά αρχίζουν να γεννούν τα αυγά τους (150-200) με ημερήσιο ρυθμό που εξαρτάται από:

α) τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και
β) τη σκληρότητα των σπόρων, δεδομένου ότι το θηλυκό ανοίγει με τα στοματικά του μόρια μία οπή στο ενδοσπέρμιο ή και στο έμβρυο των σπόρων όπου εναποθέτει από ένα αυγό. Η οπή καλύπτεται με μία ζελατινώδη ουσία, η οποία σκληροποιείται και προστατεύει το αυγό. Υπάρχει περίπτωση να αφήσει περισσότερα του ενός αυγά σε ένα σπόρο αλλά εξαιτίας της μετέπειτα κανιβαλιστικής συμπεριφοράς των προνυμφών τελικά μόνο ένα ενήλικο θα εξέλθει από κάθε σπόρο. Στην οπή αυτή η προνύμφη τρέφεται και νυμφώνεται. Μέχρι να βγει το ενήλικο, τρώγοντας το εσωτερικό του σπόρου, η προσβολή δεν φαίνεται από έξω.

Εάν η θερμοκρασία είναι μεταξύ 16-18 °C το θηλυκό αφήνει ένα αυγό κατά μέσο όρο ανά δύο ημέρες, ένα ή δύο αυγά όταν η θερμοκρασία είναι 22-23 °C και δύο με τρία την ημέρα, όταν επικρατούν θερμοκρασίες μεταξύ 25-26 °C. Η περίοδος εκκόλαψης διαρκεί 6 ημέρες στους 28 °C, δέκα ημέρες στους 20 °C και δεκαπέντε ημέρες στους 16 °C. Υπάρχουν τρία προνυμφικά στάδια τα οποία αναπτύσσονται μέσα στους σπόρους και γενικά ο βιολογικός του κύκλος μπορεί να συμπληρωθεί σε 38-40 ημέρες στους 22-25 °C αλλά στην πράξη μέσα στις αποθήκες ακόμη και το καλοκαίρι συνήθως χρειάζονται 6-7 εβδομάδες για τη συμπλήρωση του βιολογικού κύκλου. Η ανάπτυξη του εντόμου σταματά κάτω από τους 12 °C.

Τα ενήλικα συγκεντρώνονται σε αρκετό βάθος μέσα στο προϊόν και μόνο στην περίπτωση των ενσασκισμένων προϊόντων που μένουν αρκετή ώρα στον ήλιο

εξέρχονται στην επιφάνεια. Τα ενήλικα έντομα δεν μπορούν να πετάξουν. Η συγκέντρωσή τους σε μεγάλους αριθμούς σε ορισμένα σημεία του προϊόντος όπου η υγρασία είναι υψηλότερη σε συνδυασμό με την έντονη μεταβολική δραστηριότητα που παρατηρείται εκεί προκαλεί ένα τοπικό ανέβασμα της θερμοκρασίας με αποτέλεσμα τη δημιουργία των λεγόμενων θερμών κηλίδων (hot spots). Οι κηλίδες αυτές ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων στους ήδη προσβεβλημένους σπόρους με τελικό αποτέλεσμα να σχηματίζονται συμπαγή συσσωματώματα του προϊόντος και ποσοτική και ποιοτική υποβάθμισή του (Εικόνα 7). Η διάρκεια ζωής του ενήλικου *S. granarius* είναι περίπου 1 έτος ενώ σε εξαιρετικές περιπτώσεις φθάνει τα 2 1/2 χρόνια (Σταμόπουλος 2008).



Εικόνα 7. Προσβολή σπόρων σιταριού από *S. granarius* (αριστερά) και συσσωματώματα σιταριού προσβεβλημένου από *S. granarius* (δεξιά).
(πηγή: Σταμόπουλος 2008)

Το *S. granarius* είναι ίσως το πιο κοινό και από τα πιο επικίνδυνα που συναντούμε στις αποθήκες των σιτηρών στη χώρα μας και η αντιμετώπισή του πρέπει να ξεκινάει αμέσως μετά τη συγκομιδή, όταν το προϊόν μεταφέρεται στις αποθήκες του παραγωγού ή των συνεταιρισμών. Οι αποθηκευτικοί αυτοί χώροι θα πρέπει να είναι τελείως καθαροί από υπολείμματα περασμένων ετών και θα πρέπει να έχουν ψεκασθεί με ένα εντομοκτόνο με μεγάλη υπολειμματική διάρκεια. Στη συνέχεια, και αν διαπιστωθεί πρόβλημα, θα πρέπει να γίνει απεντόμωση με φωσφίνη από ειδικευμένο προσωπικό. Στην πράξη αυτό γίνεται από τους συνεταιρισμούς ή από τους μύλους μετά το πέρας της συγκέντρωσης των σιτηρών. Σε χώρες όπου αυτό επιτρέπεται γίνεται κατευθείαν ψεκασμός των προϊόντων πάνω στις ταινίες μεταφοράς των σιλό με το οργανοφωσφορικό pirimiphos-methyl.

1.5. Pirimiphos-methyl

Το pirimiphos-methyl (*O*-2-diethylamino-6-methylpyrimidin-4-yl *O,O*-dimethyl phosphorothioate) είναι ένα από τα πιο συνηθισμένα εντομοκτόνα σιτηρών που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως (Lucini and Molinari 2013). Είναι ένα οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο με ακαρεοκτόνο επίσης δράση. Δρα τόσο σαν εντομοκτόνο επαφής, όσο και σαν καπνιστικό, ικανό να διαπερνά τους ιστούς των φύλλων και να δίνει διελασματική δράση. Χρησιμοποιείται εναντίον πολλών εχθρών των καλλιεργειών αλλά είναι κατάλληλο και για απεντομώσεις αποθηκών (Σταμόπουλος 1995). Η οργανοφωσφορική αυτή ένωση έχει μικρή τοξικότητα στα θηλαστικά (παρουσιάζει οξεία τοξικότητα από στόματος σε ποντίκια LD₅₀, ποσοστό 2.05 mg/kg) και έχει ένα ευρύ φάσμα εντομοκτόνου δράσης (Redlinger et al. 1988). Γενικά, το pirimiphos-methyl ως οργανοφωσφορικό, είναι περισσότερο τοξικό για τα θηλαστικά από ό,τι νεότερες ενώσεις, όπως τα πυρεθροειδή ή σπινουσίνες. Αυτός είναι όμως και ο λόγος που αυτή η ένωση έχει αξιολογηθεί ως εντομοκτόνο σπόρων (Arthur 1994, Nayak et al. 1998, Daghli 2008, Athanasiou et al. 2009a, Daghli and Nayak 2012). Ωστόσο, πρόσφατες μελέτες δείχνουν σαφώς ότι το pirimiphos-methyl είναι εξαιρετικά αποτελεσματικό σε περιπτώσεις όπου νεότερες ενώσεις δεν είναι. Για παράδειγμα οι Athanasiou et al. (2009b) διαπίστωσαν ότι για τον αραβόσιτο το pirimiphos-methyl παρέχει έναν πλήρη έλεγχο (100%) πέντε ειδών Ψωκόπττερων, όταν στις περισσότερες περιπτώσεις το spinosad ή οι πυρεθρίνες είναι αναποτελεσματικές. Σε μια άλλη μελέτη, ο Daghli (2008) σημειώνει ότι ο συνδυασμός του spinosad με μια άλλη οργανοφωσφορική ένωση, το chlorpyrifos-methyl, δεν παρείχε αυξημένη προστασία εναντίον των κύριων εντόμων αποθηκών, όπως η *R. dominica*, το *T. castaneum*, το *O. surinamensis* και το *Cryptolestes ferrugineus* Stephens (Coleoptera: Laemophloeidae). Επιπλέον, οι Fang et al. (2002) διαπίστωσαν ότι το spinosad δεν ήταν αποτελεσματικό κατά του *T. castaneum* όσο ήταν το pirimiphos-methyl (Daghli 1998). Επίσης, το pirimiphos-methyl ήταν πιο αποτελεσματικό κατά του *S. granarius*, σε σύγκριση με τα άλλα οργανοφωσφορικά όπως το μαλαθείο ή το dihlorvos (Kljajic and Peric 2007a). Για τα ίδια είδη οι Kljajic and Peric (2007b) βρήκαν ότι το pirimiphos-methyl ήταν αποτελεσματικό κατά των πληθυσμών που ήταν ανθεκτικοί στην πυρεθροειδή δελταμεθρίνη, ενώ οι επιδόσεις του μεταξύ των διαφορετικών πληθυσμών ήταν ομοιόμορφη, ανεξάρτητα από τις διαφορές στην ευαισθησία στην πυρεθροειδή δελταμεθρίνη. Όλα αυτά τα γεγονότα

δείχνουν ότι το pirimiphos-methyl μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε ένα ευρύ φάσμα ειδών.

Στις ΗΠΑ το pirimiphos-methyl έχει πάρει άδεια για εφαρμογή με ψεκασμό των σπόρων του καλαμποκιού και του σόργου που πρόκειται να αποθηκευθούν. Η παρεχόμενη με αυτόν τον τρόπο προστασία των προϊόντων από ενδεχόμενη εντομολογική προσβολή, φθάνει τις 36 εβδομάδες, ενώ κάτω από πειραματικές συνθήκες η προστασία σπόρων καλαμποκιού έφθασε τους 21 μήνες. Στην Ιταλία επιτρέπεται η χρήση του για απευθείας εφαρμογή σε αποθηκευμένα σιτηρά σε δόσεις 80-100 cc/ton υγρού 5% σε δραστική ουσία ή 200-400 gr/ton Actellic 2% σε σκόνη, η οποία αναμειγνύεται με τους αποθηκευμένους σπόρους. Τα όρια υπολειμμάτων για μεν τους σπόρους είναι 4 ppm, για δε τα αλεύρα 2 ppm. Πρόσφατα πήρε έγκριση χρησιμοποίησης για τον ίδιο σκοπό και στην Ελλάδα (Σταμόπουλος 1995).

Το pirimiphos-methyl εφαρμόζεται σήμερα σε ευρεία κλίμακα για προληπτική απεντόμωση αποθηκών ή αμπαριών πλοίων. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται το Actellic 25 το οποίο είναι γαλακτοματοποιήσιμο υγρό περιεκτικότητας 25 % σε δραστική ουσία (Σταμόπουλος 1995). Σε πρόσφατη έρευνα βρέθηκε ότι ελέγχει εξαιρετικά τους πληθυσμούς των *R. dominica*, *S. oryzae*, *T. castaneum*, *C. ferrugineus* και *Plodia interpunctella* (Huang and Subramanyam 2005).

Το πρώτο εμπορικά διαθέσιμο pirimiphos-methyl (Actellic) περιέχει την δραστική ουσία ως ένα γαλακτοματοποιήσιμο συμπύκνωμα (EC). Ωστόσο, τελευταία αναπτύχθηκε μια άλλη μορφή τυποποίησης του σκευάσματος, που είναι γνωστή ως εναιώρημα καψουλών (CS). Εναιωρήματα καψουλών έχουν αναπτυχθεί και για άλλες δραστικές ουσίες (Kocak and Babaroglu 2006, Hubert et al. 2007, Sahu et al. 2008). Για παράδειγμα, οι Kocak and Babaroglu (2006) αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητα της lambda-cyhalothrin, ως εναιώρημα καψουλών, κατά του *Eurygaster integriceps* Puton (Heteroptera: Scutelleridae) και ανέφεραν ότι το σκεύασμα αυτό ήταν το πιο αποτελεσματικό εντομοκτόνο μεταξύ έξι διαφορετικών τύπων δραστικών ουσιών που δοκιμάστηκαν. Τα εντομοκτόνα CS έχουν κάποια αδιαμφισβήτητα πλεονεκτήματα σε σχέση με τη χρήση των παραδοσιακών σκευασμάτων EC, όπως η μεγαλύτερη υπολειμματική δράση, η μεγαλύτερη σταθερότητα τους και η αργή αποικοδόμηση τους στο περιβάλλον, και η μειωμένη επίδραση σε οργανισμούς – μη στόχους (Perrin 2000). Έχοντας αυτά τα πλεονεκτήματα, η χρήση του pirimiphos-methyl ως εναιωρήματος καψουλών (CS)

μπορεί να έχει κάποια οφέλη τόσο για την αποτελεσματικότητα όσο και για την ασφάλεια του χρήστη και του καταναλωτή.

1.6. Σκοπός της παρούσας μελέτης

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των υπολειμματικών ψεκασμών δύο σκευασμάτων του pirimiphos-methyl σε επιφάνειες εναντίον εντόμων αποθηκών. Συγκεκριμένα στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε:

1. Η αποτελεσματικότητα του γαλακτωματοποιήσιμου συμπυκνώματος (EC) και του εναιωρήματος καψουλών (CS) του pirimiphos-methyl σε υπολειμματικούς ψεκασμούς επιφανειών εναντίον τριών εκ των σημαντικότερων εντόμων αποθηκών παγκοσμίως, των *Sitophilus granarius*, *Rhyzopertha dominica* και *Tribolium confusum*.
2. Η επίδραση του τύπου της επιφάνειας (τσιμέντο, πλαστικό, ξύλο, μέταλλο, κεραμικό πλακάκι) στην αποτελεσματικότητα των δύο σκευασμάτων του pirimiphos-methyl στην θνησιμότητα των τριών ειδών εντόμων. Οι επιφάνειες που επιλέχθηκαν αποτελούν τις συνήθεις επιφάνειες σε χώρους αποθήκευσης, επεξεργασίας και μεταφοράς τροφίμων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Εντομοκτόνο

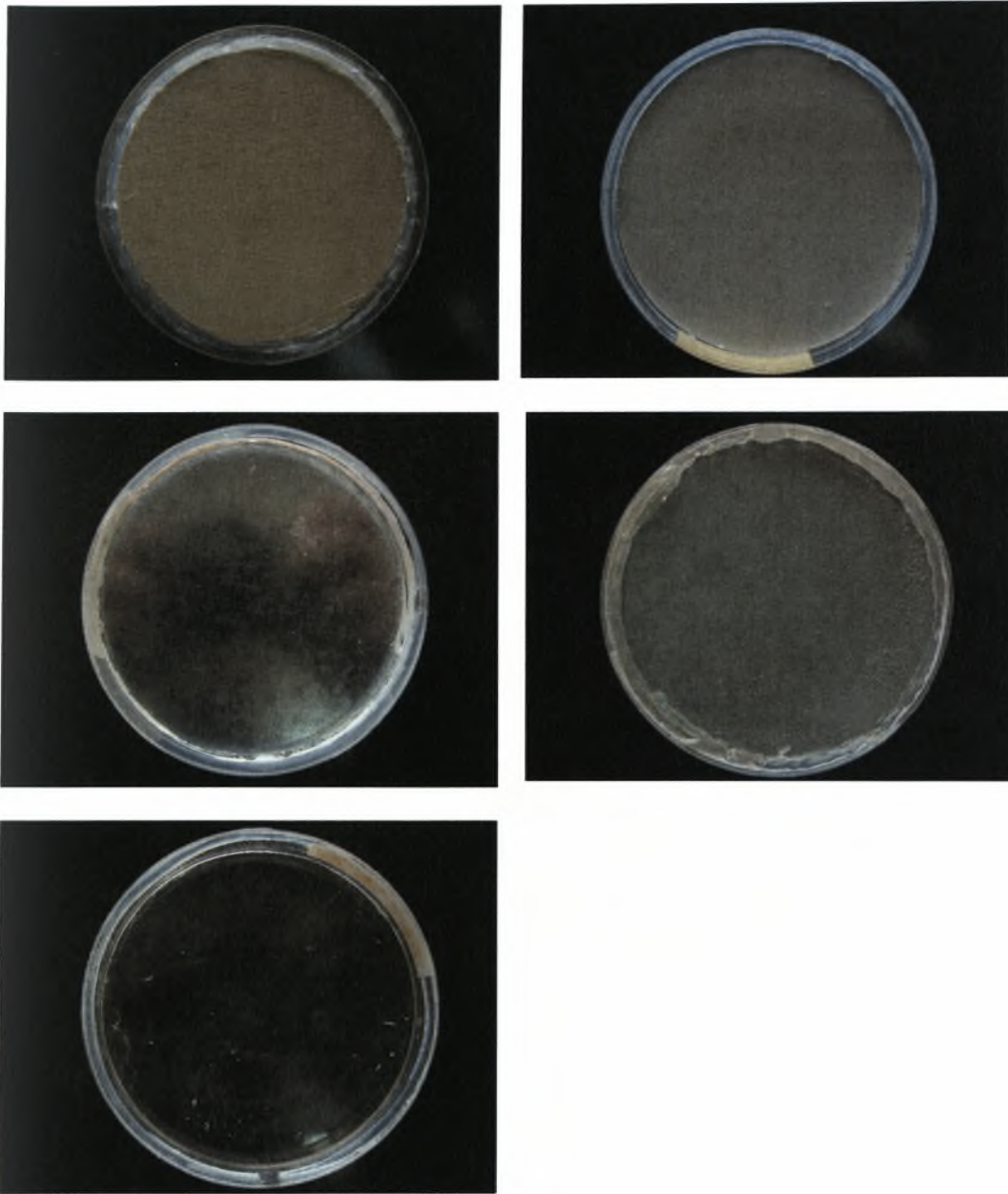
Στις βιοδοκιμές που διενεργήθηκαν δοκιμάστηκαν δύο σκευάσματα του pirimiphos-methyl: το γαλακτοποιήσιμο συμπύκνωμα ACTELLIC 50 EC (500 g/L δραστική ουσία (δ.ο.) και το εναιώρημα καψουλών ACTELLIC 300 CS (300 g/L δ.ο.), τα οποία διατέθηκαν από την εταιρεία SYNGENTA Crop Protection AG (Βασιλεία, Ελβετία). Η εφαρμογή του εντομοκτόνου στις επιφάνειες έγινε με τη χρήση του αερογράφου Kyoto BD-183K (Grapho-tech, Ιαπωνία). Οι δόσεις που εφαρμόστηκαν υπολογίστηκαν ώστε ο όγκος του ψεκαστικού υγρού να είναι 1 ml ανά τρυβλίο.

2.2. Έντομα

Στις βιοδοκιμές που διενεργήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν τα είδη *S. granarius*, *R. dominica* και *T. confusum*. Εκτροφές και των τριών ειδών διατηρούνται στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στους 25 ± 1 °C και $65 \pm 5\%$ σχετική υγρασία (Σ.Υ.) σε συνεχές σκότος. Για την εκτροφή των *S. granarius* και *R. dominica* χρησιμοποιήθηκαν σπόροι σιταριού, ενώ για την εκτροφή του *T. confusum* χρησιμοποιήθηκε αλεύρι. Όλες οι βιοδοκιμές διενεργήθηκαν με ακμαία έντομα, ηλικίας μικρότερης του ενός μηνός, και για τα τρία είδη.

2.3. Επιφάνειες που εξετάστηκαν

Στις βιοδοκιμές που διενεργήθηκαν εξετάστηκαν τα παρακάτω πέντε είδη επιφανειών: τσιμέντο, κεραμικό πλακάκι, γαλβανισμένο μέταλλο, πλαστικό και ξύλο. (Εικόνα 8). Για την κατασκευή των επιφανειών τσιμέντου χρησιμοποιήθηκε τσιμέντο Rockite® (Hartline Products Co., Cleveland, USA), το οποίο αναμειχθηκε καλά με νερό βρύσης σε αναλογία 4:1 μέχρι να σχηματίσει μια ομοιόμορφη μάζα. Στη συνέχεια, περίπου 15 ml της πάστας του τσιμέντου χύνονταν σε πλαστικό τρυβλίο (59,42 cm² εμβαδόν, 15 mm ύψος) ώστε ο πάτος του τρυβλίου να καλυφθεί από ένα στρώμα τσιμέντου



Εικόνα 8. Επιφάνειες υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στις βιοδοκιμές (από πάνω προς τα κάτω και από αριστερά προς τα δεξιά: ξύλο, τσιμέντο, μέταλλο, κεραμικό πλακάκι και πλαστικό).

πάχους 4 mm. Τα τρυβλία αφήνονταν να στεγνώσουν σε θερμοκρασία δωματίου για 24 ώρες πριν χρησιμοποιηθούν στις βιοδοκιμές.

Οι βιοδοκιμές με κεραμικά πλακάκια, ξύλο και μέταλλο διενεργήθηκαν μέσα σε πλαστικά τρυβλία, ο πάτος των οποίων είχε καλυφθεί με ειδικά κυκλικά κομμένες

στο μέγεθος των τρυβλίων επιφάνειες από κεραμικό πλακάκι, κόντρα πλακέ ή γαλβανισμένο μέταλλο, οι οποίες είχαν στερεωθεί στα τρυβλία με κόλλα σιλικόνης. Για τις βιοδοκιμές με πλαστικό οι εφαρμογές του εντομοκτόνου έγιναν απευθείας στα πλαστικά τρυβλία. Και οι πέντε επιφάνειες δοκιμάστηκαν στις βιοδοκιμές με το *T. confusum*, ενώ στις βιοδοκιμές με το *S. granarius* και το *R. dominica* δοκιμάστηκαν οι επιφάνειες από μέταλλο, πλαστικό και κεραμικό πλακάκι.

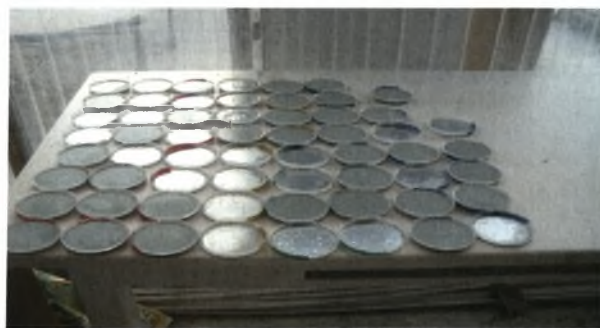
2.4. Βιοδοκιμές

Και για τα τρία είδη εντόμων που εξετάστηκαν, πραγματοποιήθηκαν ψεκασμοί των δύο σκευασμάτων του pirimiphos-methyl σε δύο δόσεις: $0,01 \text{ mg/cm}^2$ και $0,1 \text{ mg/cm}^2$ δ.ο. (Εικόνα 9). Επιπρόσθετα, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία ψεκάστηκαν τρυβλία με απιονισμένο νερό, τα οποία αποτέλεσαν τους μάρτυρες των βιοδοκιμών.



Εικόνα 9. Ψεκασμός των επιφανειών με τον αερογράφο.

Τα τρυβλία μετά τον ψεκασμό στέγνωσαν για 24 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου, προτού χρησιμοποιηθούν για τις βιοδοκιμές (Εικόνα 10). Ακολούθως, 20 ακμαία από κάθε είδος τοποθετούνταν σε κάθε τρυβλίο, προκειμένου να εκτεθεί στις ψεκασμένες επιφάνειες, έχοντας ξεχωριστά τρυβλία για κάθε είδος εντόμου.



Εικόνα 10. Στέγνωμα των τρυβλίων μετά των ψεκασμό.

Μαζί με τα έντομα προστέθηκαν στα τρυβλία 10 σπόροι μαλακού σιταριού, ως τροφή των εντόμων. Η θνησιμότητα των εντόμων καταγράφονταν μετά από 1, 2, 3, 4, 5, 6 και 7 ημέρες έκθεσης στις ψεκασμένες επιφάνειες. Στη συνέχεια, τα εναπομείναντα ζωντανά έντομα μεταφέρονταν σε καθαρά, αφέκαστα τρυβλία, όπου παρέμεναν για ακόμα 7 ημέρες, οπότε και καταγράφονταν η τελική θνησιμότητα των εντόμων. Υπήρχαν 4 επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση ενώ κάθε βιοδοκιμή επαναλήφθηκε τρεις φορές.

2.5. Στατιστική επεξεργασία

Οι τιμές της θνησιμότητας διορθώθηκαν κατά Abbott (1925) πριν την επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Για τον εντοπισμό των διαφορών μεταξύ των μέσων όρων των τιμών της θνησιμότητας των μεταχειρίσεων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης προς έναν παράγοντα (one-way ANOVA) για κάθε είδος εντόμου, διάρκεια έκθεσης και είδος επιφάνειας. Επιπλέον, η ανάλυση διακύμανσης χρησιμοποιήθηκε για τον εντοπισμό διαφορών μεταξύ των μέσων όρων των τιμών της θνησιμότητας μεταξύ των επιφανειών για κάθε είδος εντόμου, διάρκεια έκθεσης, δόση και σκεύασμα. Η σύγκριση των μέσων όρων των μεταχειρίσεων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της Έντιμης Σημαντικής Διαφοράς (*HSD Tukey*) σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 (Zar 1999).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΙΟΔΟΚΙΜΩΝ

3.1. Θνησιμότητα *T. confusum*

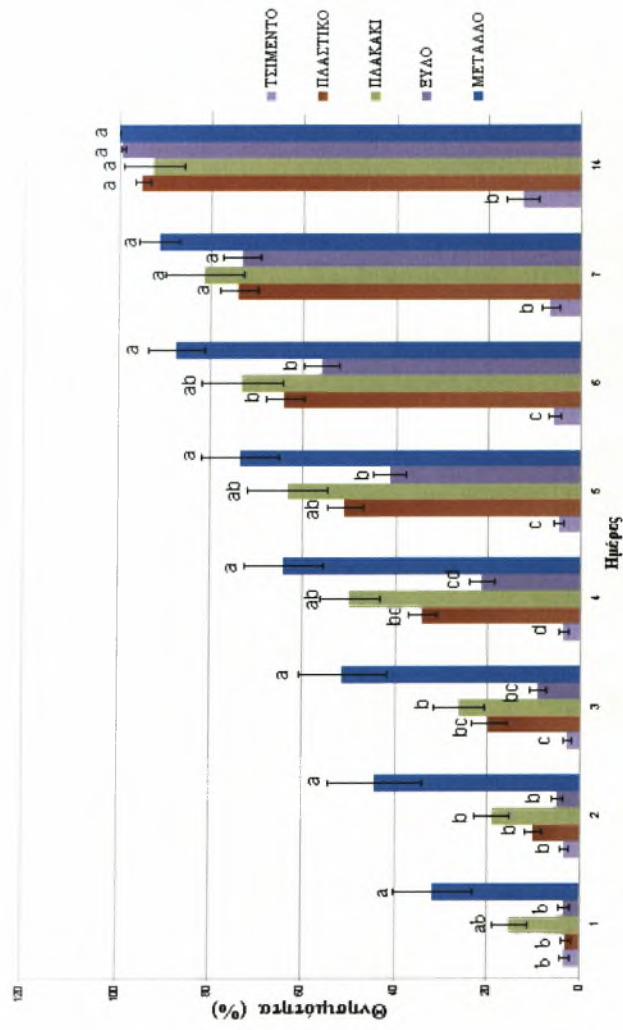
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα δεν καταγράφηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της εντομοκτόνου δράσης των δύο σκευασμάτων του pirimiphos-methyl για κάθε διάρκεια έκθεσης και δόση για τις επιφάνειες από πλαστικό και κεραμικό πλακάκι (Πίνακας 1). Η θνησιμότητα του *T. confusum* σε επιφάνεια μετάλλου ψεκασμένη με την μεγάλη δόση του εναιωρήματος καψουλών (CS) ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη σε μεταλική επιφάνεια ψεκασμένη με το γαλακτωματοποιήσιμο συμπύκνωμα (EC), αλλά η διαφορά ήταν στατιστικώς σημαντική μόνο μετά από 2, 3 και 4 ημέρες έκθεσης (Πίνακας 1). Επιπλέον, στην επιφάνεια του μετάλλου καταγράφηκε υψηλή θνησιμότητα του *T. confusum*, που κυμάνθηκε στο 30 – 35%, ακόμα και μετά από μόλις μία ημέρα έκθεσης, σε όλες τις μεταχειρίσεις, με εξαίρεση την εφαρμογή με 0,1 ppm CS (Πίνακας 1). Στην περίπτωση του τσιμέντου και του ξύλου, το εναιώρημα καψουλών ήταν πιο αποτελεσματικό, προκαλώντας μεγαλύτερη θνησιμότητα του *T. confusum*, στις περισσότερες περιπτώσεις και για τις δύο δόσεις εφαρμογής (Πίνακας 1). Η πιο χαμηλή θνησιμότητα καταγράφηκε όταν εφαρμόστηκε η χαμηλή δόση (0,01 ppm) του EC σε επιφάνεια τσιμέντου, με χαμηλές τιμές θνησιμότητας ανεξάρτητα από το χρόνο έκθεσης (Πίνακας 1). Κατά τον τερματισμό της βιοδοκιμής, η θνησιμότητα του *T. confusum* ήταν σε όλες τις περιπτώσεις μεγαλύτερη από 90%, με εξαίρεση τη χαμηλή δόση του γαλακτοποιήσιμου συμπυκνώματος (EC) σε επιφάνεια τσιμέντου, στο οποίο η θνησιμότητα δεν ξεπέρασε το 13% (Πίνακας 1). Επιπρόσθετα, η μεταχείριση με 0,1 ppm CS ήταν η μόνη όπου επετεύχθηκε πλήρης έλεγχος του εντόμου κατά τον τερματισμό της βιοδοκιμής, με ποσοστό θνησιμότητας 100% και στις πέντε επιφάνειες που δοκιμάστηκαν (Πίνακας 1). Σε γενικές γραμμές, η θνησιμότητα του *T. confusum* δεν επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τον τύπο της επιφάνειας, με εξαίρεση την επιφάνεια τσιμέντου, όπου η θνησιμότητα ήταν μικρότερη από τις άλλες επιφάνειες, αν και στατιστικώς σημαντικές διαφορές καταγράφηκαν μόνο στην περίπτωση του γαλακτοποιήσιμου συμπυκνώματος (EC) (Πίνακας 1, Διαγράμματα 1, 2, 3 και 4).

Πίνακας 1. Μέση θνησιμότητα (% ± τυπικό σφάλμα (ΤΣ)) των ακμαίων *Tribolium confusum* μετά από έκθεση σε δύο δόσεις (0,01 και 0,1 ppm) δύο σκευασμάτων του pirimiphos-methyl (EC και CS) σε πέντε διαφορετικές επιφάνειες (πλαστικό, μέταλλο, πλακάκι, ξύλο, τσιμέντο).

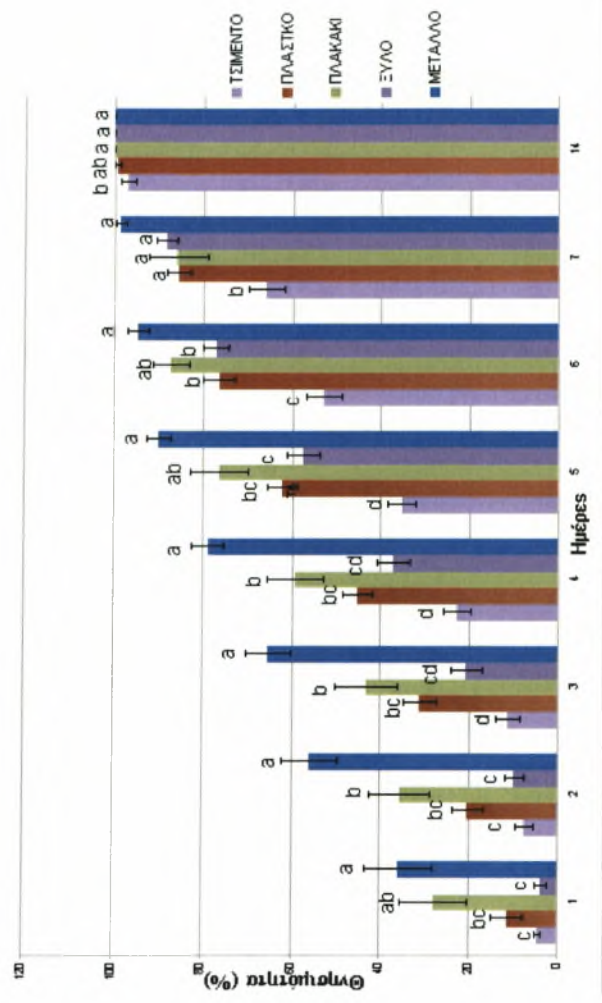
ΠΛΑΣΤΙΚΟ							
ΗΜΕΡΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ	1	2	3	4	5	6	7
0,01 ppm 50 EC	2,9 ± 1,0 B	10,0 ± 1,8	19,7 ± 3,8	34,0 ± 3,1	50,7 ± 3,9	63,8 ± 4,2	74,0 ± 4,2
0,1 ppm 50 EC	11,2 ± 3,5 AB	20,1 ± 3,6	31,1 ± 3,7	45,0 ± 3,3	62,2 ± 3,4	76,3 ± 3,5	85,3 ± 2,7
0,01 ppm 300 CS	9,2 ± 1,6 AB	17,6 ± 2,4	21,5 ± 2,5	36,7 ± 5,0	55,4 ± 6,1	72,8 ± 5,2	80,9 ± 3,7
0,1 ppm 300 CS	14,6 ± 3,2 A	20,1 ± 2,8	31,9 ± 3,0	42,1 ± 4,0	62,2 ± 3,6	77,5 ± 3,9	86,1 ± 2,6
ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟ ΜΕΤΑΛΛΟ							
ΗΜΕΡΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ	1	2	3	4	5	6	7
0,01 ppm 50 EC	31,7 ± 8,6	44,2 ± 10,1 AB	51,2 ± 9,5 AB	64,0 ± 8,7 AB	73,5 ± 8,4	87,3 ± 6,0	91,2 ± 4,47
0,1 ppm 50 EC	35,6 ± 7,6	55,9 ± 6,4 A	65,1 ± 5,1 A	78,7 ± 3,5 A	89,9 ± 2,7	94,5 ± 2,3	98,4 ± 1,1
0,01 ppm 300 CS	34,5 ± 8,2	48,9 ± 7,9 AB	58,6 ± 6,6 AB	70,7 ± 5,1 AB	80,7 ± 5,0	86,5 ± 6,3	94,2 ± 3,7
0,1 ppm 300 CS	15,8 ± 6,3	24,9 ± 6,1 B	36,5 ± 7,3 B	50,7 ± 7,7 B	76,4 ± 8,3	86,2 ± 5,3	93,0 ± 3,7
ΚΕΡΑΜΙΚΟ ΠΛΑΚΑΚΙ							
ΗΜΕΡΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ	1	2	3	4	5	6	7
0,01 ppm 50 EC	15,1 ± 3,9	19,0 ± 3,8	26,1 ± 5,5	49,6 ± 6,3	63,1 ± 8,7	73,1 ± 8,9	81,4 ± 8,48
0,1 ppm 50 EC	27,7 ± 7,5	35,5 ± 7,0	43,0 ± 7,0	59,1 ± 6,4	76,3 ± 6,2	87,0 ± 3,9	85,6 ± 6,52
0,01 ppm 300 CS	13,0 ± 3,7	18,8 ± 4,5	27,7 ± 5,0	51,4 ± 3,9	66,6 ± 6,9	80,5 ± 4,0	83,9 ± 6,33
0,1 ppm 300 CS	20,5 ± 5,7	25,2 ± 6,8	30,1 ± 7,1	54,2 ± 4,7	73,6 ± 4,9	85,2 ± 5,9	92,3 ± 3,35

ΕΥΛΟ									
ΗΜΕΡΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ	1	2	3	4	5	6	7	14	
0,01 ppm 50 EC	3,3 ± 1,1	5,0 ± 1,2 B	9,2 ± 1,8 C	21,2 ± 2,8 C	41,2 ± 3,6 C	55,8 ± 3,8 C	73,2 ± 4,0 B	99,2 ± 0,6	
0,1 ppm 50 EC	3,7 ± 1,2	9,6 ± 2,3 AB	20,4 ± 3,6 B	37,1 ± 3,7 B	57,5 ± 3,6 B	77,0 ± 2,9 AB	88,0 ± 2,3 A	100,0 ± 0,0	
0,01 ppm 300 CS	4,6 ± 1,4	9,2 ± 2,2 B	15,4 ± 2,3 BC	30,8 ± 2,5 BC	47,9 ± 2,0 BC	67,4 ± 3,6 BC	84,5 ± 2,3 A	98,2 ± 0,8	
0,1 ppm 300 CS	10,8 ± 4,1	19,2 ± 3,8 A	32,5 ± 3,7 A	56,2 ± 4,9 A	71,2 ± 3,5 A	85,0 ± 3,3 A	94,4 ± 2,0 A	99,6 ± 0,4	
ΤΣΙΜΕΝΤΟ									
ΗΜΕΡΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ	1	2	3	4	5	6	7	14	
0,01 ppm 50 EC	3,2 ± 1,07 B	3,3 ± 1,0 C	2,8 ± 0,9 B	3,6 ± 1,1 C	4,71 ± 1,07 C	5,7 ± 1,3 C	6,5 ± 2,0 C	12,6 ± 3,6 B	
0,1 ppm 50 EC	4,3 ± 0,7 B	7,4 ± 1,9 BC	11,1 ± 2,8 B	22,5 ± 3,1 B	35,11 ± 3,09 B	52,8 ± 4,1 B	66,0 ± 4,07 B	96,7 ± 1,7 A	
0,01 ppm 300 CS	7,6 ± 1,3 AB	13,0 ± 1,4 AB	24,6 ± 3,3 A	40,1 ± 4,4 A	57,36 ± 5,18 A	72,7 ± 4,9 A	82,0 ± 4,5 A	100,0 ± 0,0 A	
0,1 ppm 300 CS	13,0 ± 2,2 A	18,5 ± 2,7 A	29,3 ± 3,1 A	46,8 ± 3,1 A	67,55 ± 3,52 A	79,0 ± 2,7 A	90,0 ± 1,8 A	99,0 ± 0,7 A	

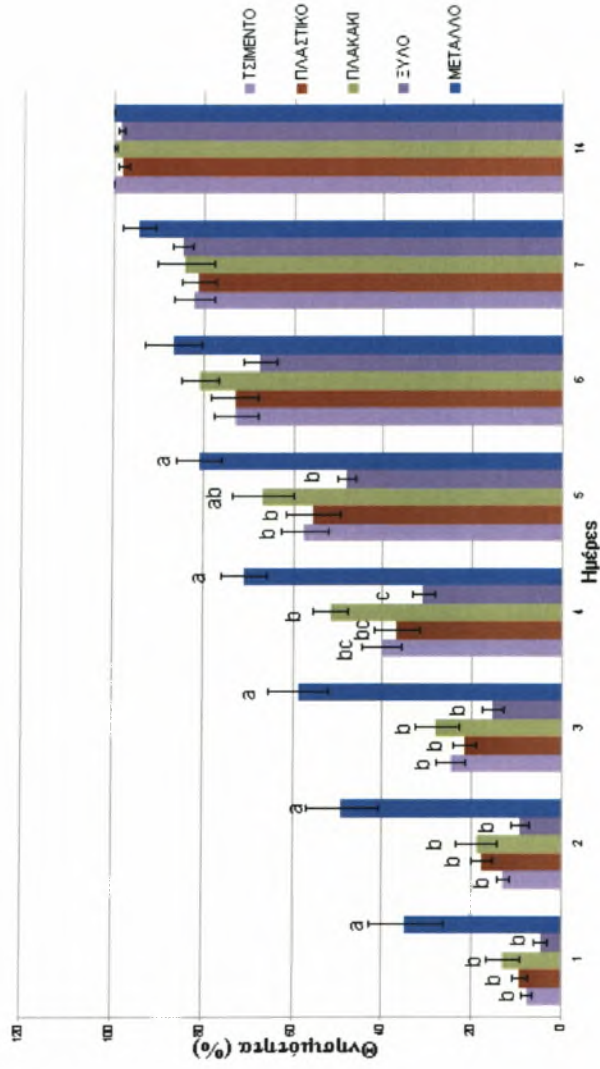
Για κάθε ημέρα έκθεσης και είδος επιφάνειας, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



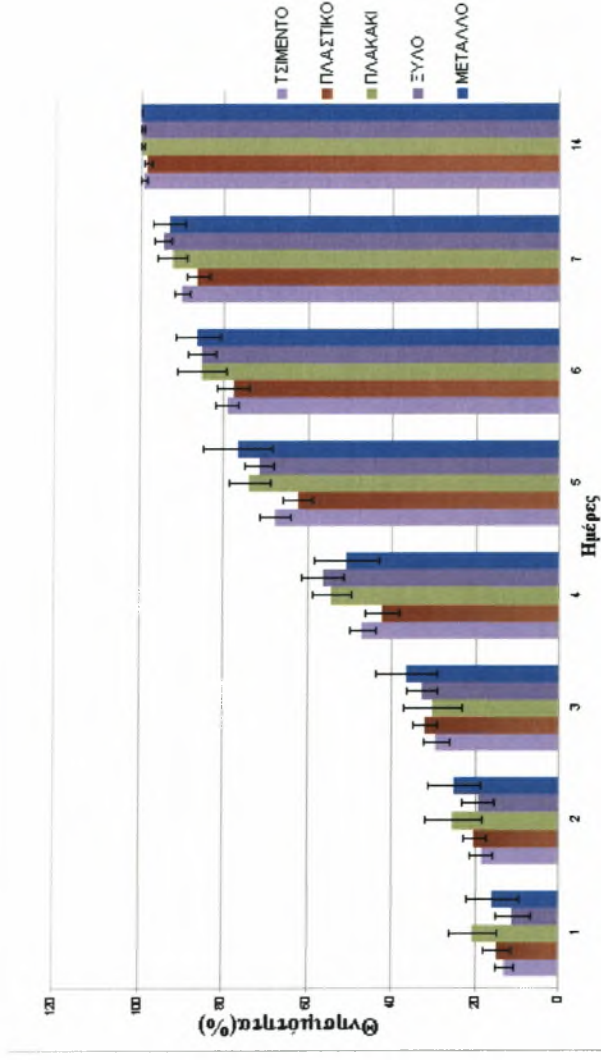
Διάγραμμα 1. Μέση θνησιμότητα (% ± τυλικό σφάλμα (ΤΣ)) των ακμιαίων *Tribolium confusum* μετά από έκθεση σε **0,01 ppm** του γαλακτωματοποιήσιμου συμποκνώματος (EC) του rigidiphrhos-methyl σε πέντε διαφορετικές επιφάνειες (τσιμέντο, πλαστικό, κεραμικό πλακάκι, ξύλο, μέταλλο). Για κάθε ημέρα έκθεσης, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



Διάγραμμα 2. Μέση θνησιμότητα (% \pm Τυπικό Σφάλμα (ΤΣ)) των ακμαίων *T. confusium* μετά από έκθεση σε 0,1 ppm του γαλακτωματοποιημένου συμπυκνώματος (EC) pirimiphos-methyl σε πέντε διαφορετικές επιφάνειες (τσιμέντο, πλαστικό, κεραμικό πλακάκι, ξύλο, μέταλλο). Για κάθε ημέρα έκθεσης, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



Διάγραμμα 3. Μέση θνησιμότητα ($\% \pm$ Τυπικό Σφάλμα (ΤΣ)) των ακμαίων *T. confusum* μετά από έκθεση σε **0,01 ppm** του εναιωρήματος καουλίων (CS) του *rigitiphos-methyl* σε πέντε διαφορετικές επιφάνειες (τσιμέντο, πλαστικό, κεραμικό πλακάκι, ξύλο, μέταλλο). Για κάθε ημέρα έκθεσης, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



Διάγραμμα 4. Μέση θνησιμότητα (% \pm Τυπικό Σφάλμα (ΤΣ)) των ακμιαίων *T. confusum* μετά από έκθεση σε **0,1 ppm** του εναιωρήματος καουτσού (CS) του rigidiphos-methyl σε πέντε διαφορετικές επιφάνειες (τσιμέντο, πλαστικό, κεραμικό πλακάκι, ξύλο, μέταλλο). Για κάθε ημέρα έκθεσης, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

3.2. Θνησιμότητα *R. dominica*

Στην περίπτωση του *R. dominica*, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της εντομοκτόνου δράσης του EC και CS σκευάσματος όταν εφαρμόστηκαν σε επιφάνεια κεραμικού πλακιδίου, στις περισσότερες δόσεις και διαστήματα έκθεσης (Πίνακας 2). Αντιθέτως, όταν τα σκευάσματα εφαρμόστηκαν στη χαμηλή δόση σε επιφάνεια πλαστικού το CS ήταν πιο αποτελεσματικό από το EC, με στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανεξαρτήτως του διαστήματος έκθεσης, με εξαίρεση τη θνησιμότητα που καταγράφηκε μετά από έκθεση 1, 2, 7 και 14 ημερών (Πίνακας 2). Η θνησιμότητα των ακμαίων του *R. dominica* ήταν μεγαλύτερη από 72% ήδη 4 ημέρες μετά την εφαρμογή, ενώ ήταν σε όλες τις περιπτώσεις μεγαλύτερη του 86% μετά από 7 ημέρες έκθεση (Πίνακας 2). Σε γενικές γραμμές, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στη θνησιμότητα του *R. dominica* μεταξύ των διαφορετικών επιφανειών που δοκιμάστηκαν (Πίνακας 2, Διαγράμματα 5, 6, 7 και 8).

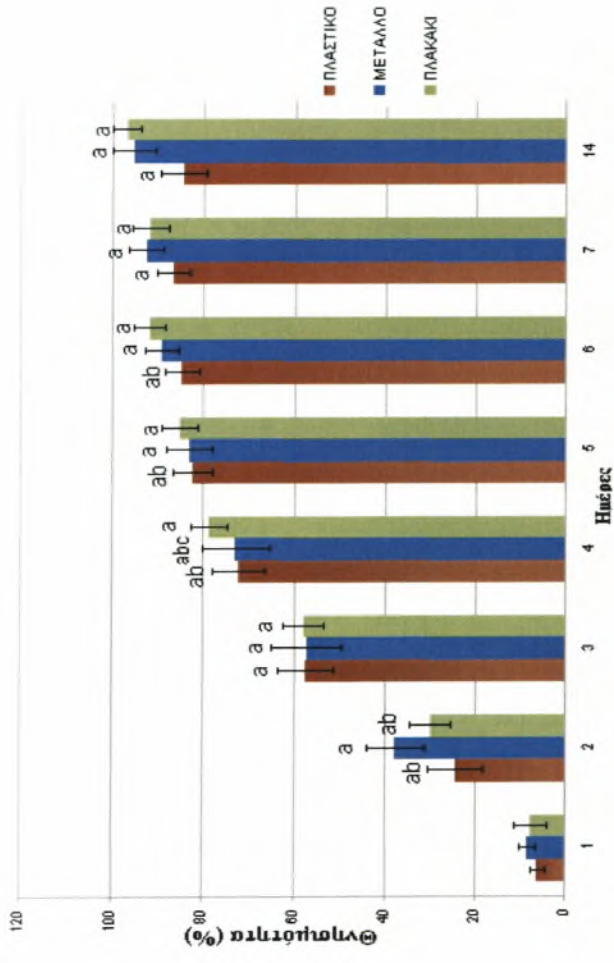
Πίνακας 2. Μέση θνησιμότητα (% \pm Τοπικό Σφάλμα (ΤΣ)) των ακμιαίων *Rhizorpertha dominica* μετά από έκθεση σε δύο δόσεις (0,01 και 0,1 ppm) δύο σκευασμάτων του pirimiphos-methyl (EC και CS) σε τρεις διαφορετικές επιφάνειες.

ΠΛΑΣΤΙΚΟ									
ΗΜΕΡΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ	1	2	3	4	5	6	7	14	
0,01 ppm 50 EC	6,0 \pm 1,7 AB	24,2 \pm 6,1 B	57,3 \pm 6,3 B	72,2 \pm 5,8 B	82,1 \pm 4,3 B	84,7 \pm 3,7 B	86,6 \pm 3,8 B	84,3 \pm 5,0 B	
0,1 ppm 50 EC	15,2 \pm 4,1 A	48,0 \pm 5,7 A	82,4 \pm 3,5 A	92,7 \pm 2,4 A	98,2 \pm 1,0 A	99,0 \pm 0,7 A	99,4 \pm 0,6 A	98,4 \pm 1,6 A	
0,01 ppm 300 CS	4,0 \pm 1,5 B	40,5 \pm 5,3 AB	79,3 \pm 2,7 A	90,0 \pm 2,4 A	92,8 \pm 1,9 A	93,3 \pm 1,8 A	93,5 \pm 2,3 AB	89,8 \pm 4,3 AB	
0,1 ppm 300 CS	4,0 \pm 1,7 B	44,1 \pm 6,8 AB	82,3 \pm 3,4 A	95,6 \pm 1,4 A	98,2 \pm 0,8 A	99,0 \pm 0,7 A	99,4 \pm 0,6 A	98,4 \pm 1,6 A	
ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟ ΜΕΤΑΛΛΟ									
ΗΜΕΡΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ	1	2	3	4	5	6	7	14	
0,01 ppm 50 EC	8,3 \pm 1,9	37,6 \pm 6,3	57,1 \pm 7,8	72,8 \pm 7,4	83,0 \pm 5,2 B	89,3 \pm 3,7 B	92,5 \pm 2,2 B	95,2 \pm 4,8	
0,1 ppm 50 EC	7,3 \pm 2,5	42,5 \pm 2,7	72,2 \pm 4,1	90,7 \pm 2,3	96,5 \pm 1,1 A	100,0 \pm 0,0 A	100,0 \pm 0,0 A	100,0 \pm 0,0	
0,01 ppm 300 CS	7,1 \pm 2,3	35,4 \pm 5,9	59,6 \pm 7,8	79,3 \pm 5,5	90,6 \pm 3,1 AB	96,5 \pm 1,7 AB	98,4 \pm 1,1 A	97,0 \pm 3,0	
0,1 ppm 300 CS	11,9 \pm 4,1	35,2 \pm 5,5	63,6 \pm 7,2	81,1 \pm 4,1	89,4 \pm 3,2 AB	96,9 \pm 1,3 AB	98,8 \pm 1,2 A	100,0 \pm 0,0	

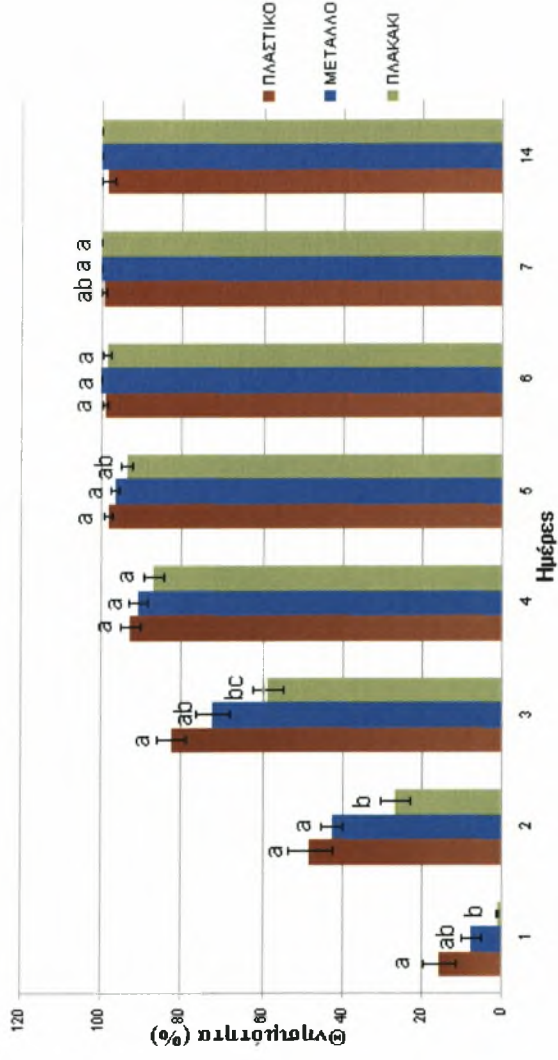
ΚΕΡΑΜΙΚΟ ΠΛΑΚΑΚΙ

ΗΜΕΡΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ	1	2	3	4	5	6	7	14
0,01 ppm 50 EC	7,6 ± 3,49	29,9 ± 4,4	57,8 ± 4,4	78,7 ± 4,0	85,3 ± 4,0 B	91,8 ± 3,4	91,7 ± 3,8 B	97,0 ± 3,0
0,1 ppm 50 EC	1,0 ± 0,3	26,4 ± 3,7	58,6 ± 3,8	86,7 ± 2,4	93,6 ± 1,6 AB	98,6 ± 1,0	100,0 ± 0,0 A	100,0 ± 0,0
0,01 ppm 300 CS	4,9 ± 2,4	30,6 ± 4,0	65,0 ± 5,7	88,4 ± 3,0	94,9 ± 2,9 AB	98,4 ± 1,1	100,0 ± 0,0 A	100,0 ± 0,0
0,1 ppm 300 CS	1,5 ± 0,8	29,1 ± 3,2	63,7 ± 2,0	84,1 ± 2,2	96,8 ± 1,2 A	97,9 ± 1,5	100,0 ± 0,0 A	100,0 ± 0,0

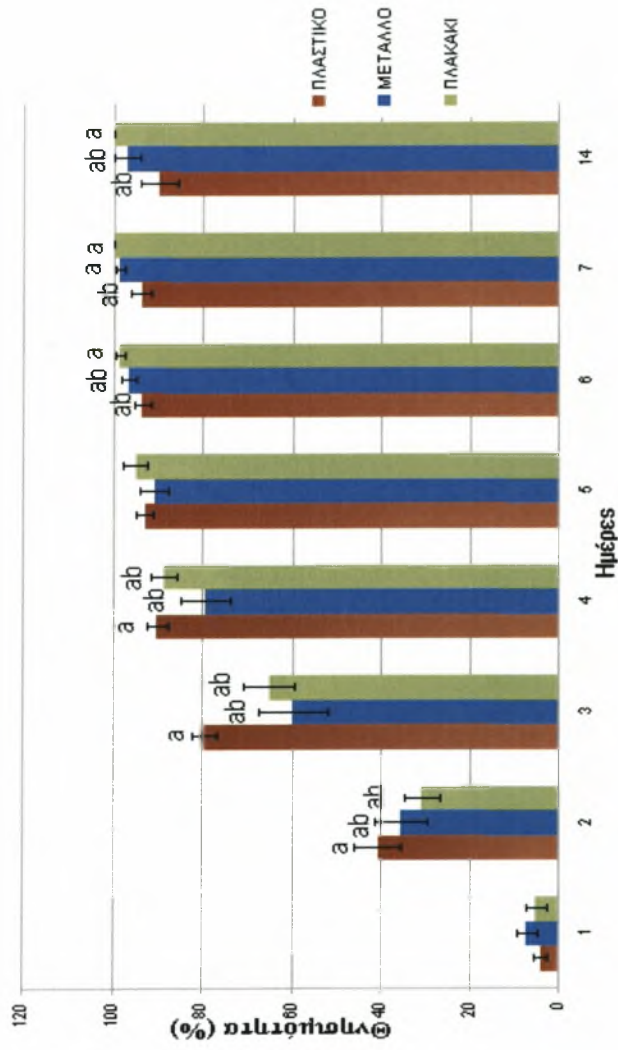
Για κάθε ημέρα έκθεσης και είδος επιφάνειας, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



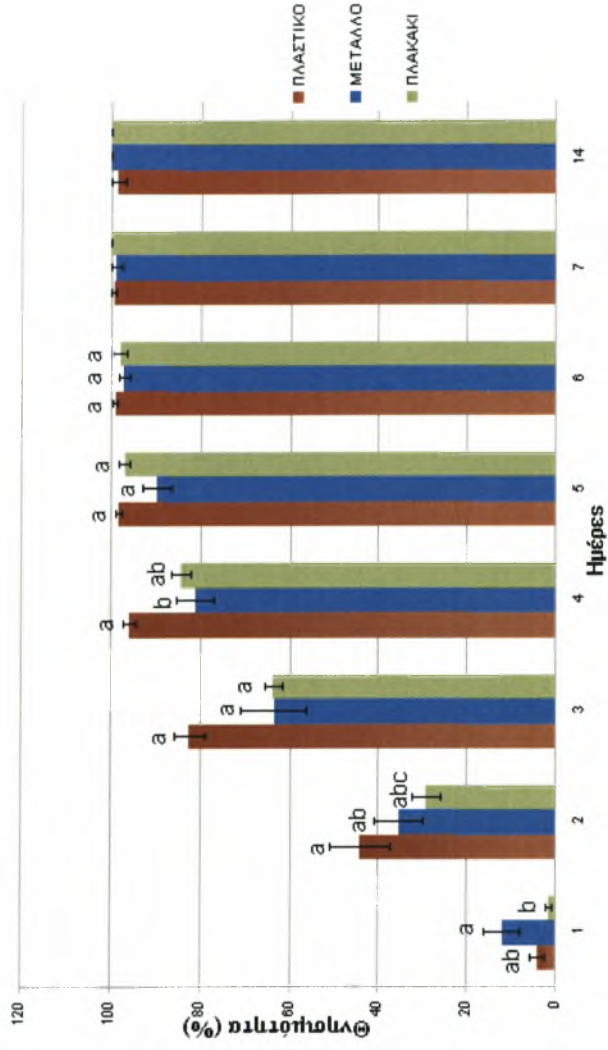
Διάγραμμα 5. Μέση θνησιμότητα (% \pm Τυπικό Σφάλμα (ΤΣ)) των ακμαίων *R. dominica* μετά από έκθεση σε **0,01 ppm** του γαλακτωματοποιημένου συμπυκνώματος (EC) του ririmiphos-methyl σε τρείς διαφορετικές επιφάνειες (πλαστικό, μέταλλο, κεραμικό πλακάκι). Για κάθε ημέρα έκθεσης, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



Διάγραμμα 6. Θνησιμότητα (% ± Τυπικό Σφάλμα (ΤΣ)) των ακμαίων *R. dominica* μετά από έκθεση σε 0,1 ppm του γαλακτωματοποιημένου συμπυκνώματος (EC) του piripiphos-methyl σε τρεις διαφορετικές επιφάνειες (πλαστικό, μέταλλο, κεραμικό πλακάκι). Για κάθε ημέρα έκθεσης, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



Διάγραμμα 7. Θνησιμότητα (% \pm Τυπικό Σφάλμα (ΤΣ)) των ακμαίων *R. dominica* μετά από έκθεση σε **0,01 ppm** του εναιωρήματος καψουλών (CS) του pirimiphos-methyl σε τρεις διαφορετικές επιφάνειες (πλαστικό, μέταλλο, κεραμικό πλακάκι). Για κάθε ημέρα έκθεσης, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



Διάγραμμα 8. θνησιμότητα (% ± Τυπικό Σφάλμα (ΤΣ)) των ακμιαίων *R. dominica* μετά από έκθεση σε 0,1 ppm του εναιωρήματος καψουλών (CS) του pirimiphos-methyl σε τρεις διαφορετικές επιφάνειες (πλαστικό, μέταλλο, κεραμικό πλακάκι). Για κάθε ημέρα έκθεσης, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

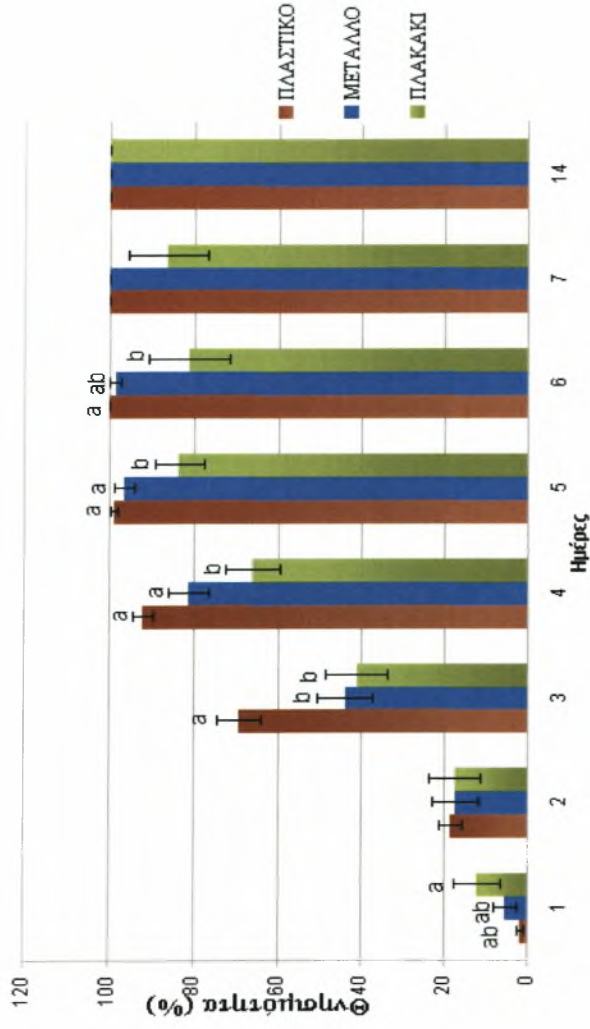
3.3. Θνησιμότητα *S. granarius*

Στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν εντοπίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα των δύο σκευασμάτων του pirimiphos-methyl για κάθε διάρκεια έκθεσης, δόση και είδος επιφάνειας (Πίνακας 3, Διαγράμματα 9, 10, 11 και 12). Η θνησιμότητα του *S. granarius* κυμαινόταν ήδη πάνω από 80% μετά από έκθεση των εντόμων στις ψεκασμένες επιφάνειες για 5 ημέρες, ενώ άγγιζε το 100% μετά από έκθεση επτά ημερών (Πίνακας 3). Σε γενικές γραμμές, δεν παρατηρήθηκε επίδραση του είδους της επιφάνειας στη θνησιμότητα των εντόμων, με μόνη εξαίρεση το κεραμικό πλακάκι, για το οποίο παρατηρήθηκαν, στις περισσότερες περιπτώσεις, σημαντικά μικρότερη θνησιμότητα σε σχέση με τις άλλες δύο επιφάνειες (Πίνακας 3, Διαγράμματα 9, 10, 11 και 12).

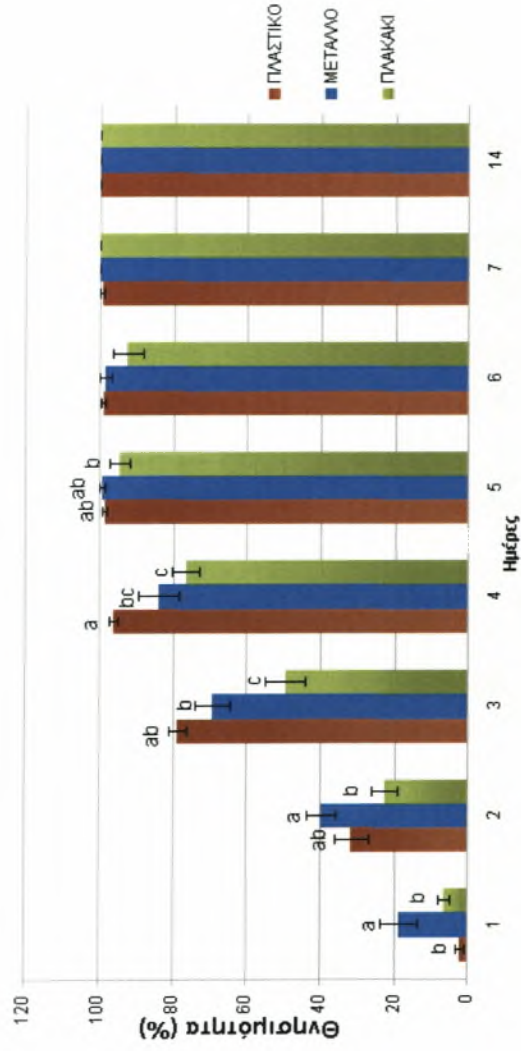
Πίνακας 3. Μέση θνησιμότητα (% ± τυπικό σφάλμα (ΤΣ)) των ακμιαίων *Sitorhilus granarius* μετά από έκθεση σε δύο δόσεις (0,01 και 0,1 ppm) δύο σκευασμάτων του pirimiphos-methyl (EC και CS) σε τρεις διαφορετικές επιφάνειες.

ΠΛΑΣΤΙΚΟ								
ΗΜΕΡΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ	1	2	3	4	5	6	7	14
0,01 ppm 50 EC	1,7 ± 0,7	18,6 ± 2,8	69,0 ± 5,3	91,9 ± 2,5	98,7 ± 0,9	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
0,1 ppm 50 EC	1,9 ± 1,3	31,6 ± 4,5	78,7 ± 2,2	96,1 ± 1,1	98,7 ± 0,7	99,1 ± 0,6	99,5 ± 0,5	100,0 ± 0,0
0,01 ppm 300 CS	1,0 ± 0,6	19,5 ± 2,9	74,9 ± 3,0	92,3 ± 1,7	97,8 ± 1,0	99,1 ± 0,6	99,5 ± 0,5	100,0 ± 0,0
0,1 ppm 300 CS	2,1 ± 0,9	25,0 ± 4,0	75,7 ± 4,4	91,9 ± 1,7	99,1 ± 0,6	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟ ΜΕΤΑΛΛΟ								
ΗΜΕΡΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ	1	2	3	4	5	6	7	14
0,01 ppm 50 EC	5,2 ± 2,8 B	17,2 ± 5,5 B	43,9 ± 6,7 B	81,1 ± 4,7	96,4 ± 2,3	98,5 ± 1,5	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
0,1 ppm 50 EC	18,7 ± 5,3 A	39,7 ± 3,9 A	69,2 ± 4,8 A	83,9 ± 5,7	99,3 ± 0,7	98,5 ± 1,5	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
0,01 ppm 300 CS	3,2 ± 2,1 B	20,4 ± 5,7 AB	52,7 ± 4,3 AB	81,8 ± 6,3	99,2 ± 0,8	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
0,1 ppm 300 CS	7,0 ± 2,9 AB	25,0 ± 6,5 AB	67,6 ± 6,8 A	84,7 ± 5,8	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
ΚΕΡΑΜΙΚΟ ΠΛΑΚΑΚΙ								
ΗΜΕΡΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ	1	2	3	4	5	6	7	14
0,01 ppm 50 EC	12,2 ± 5,5	17,4 ± 6,3	41,1 ± 7,6	65,9 ± 6,4	83,3 ± 5,98	81,0 ± 9,7	86,1 ± 9,6	100,0 ± 0,0
0,1 ppm 50 EC	6,5 ± 1,5	22,8 ± 3,6	49,4 ± 5,3	76,3 ± 3,8	94,6 ± 2,62	92,4 ± 4,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
0,01 ppm 300 CS	3,4 ± 1,2	12,3 ± 2,8	39,9 ± 6,5	72,4 ± 4,5	82,0 ± 5,5	93,9 ± 3,2	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
0,1 ppm 300 CS	7,5 ± 2,4	25,4 ± 6,0	55,4 ± 7,6	73,4 ± 6,9	81,1 ± 5,8	82,5 ± 8,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0

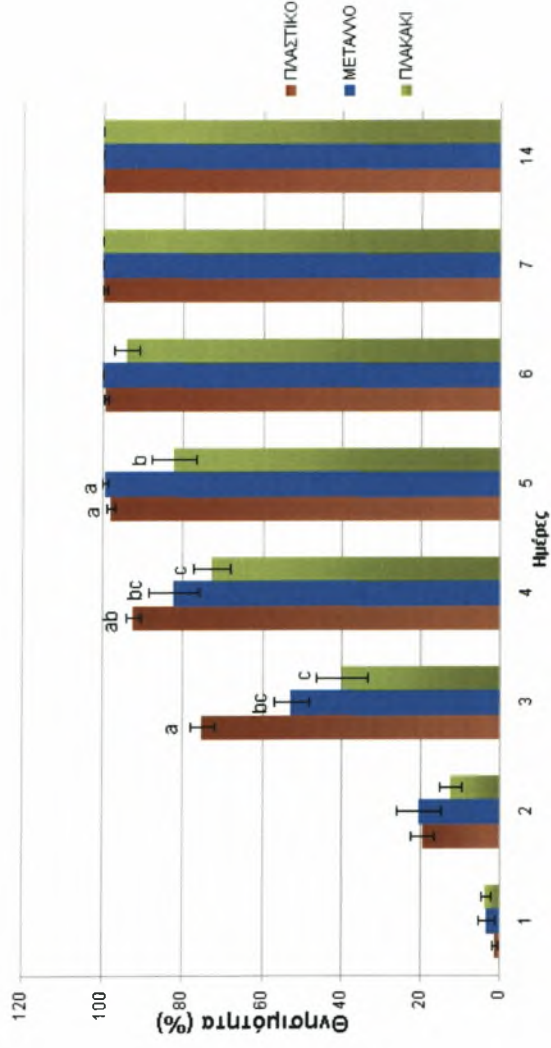
Για κάθε ημέρα έκθεσης και είδος επιφάνειας, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές σημαντικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



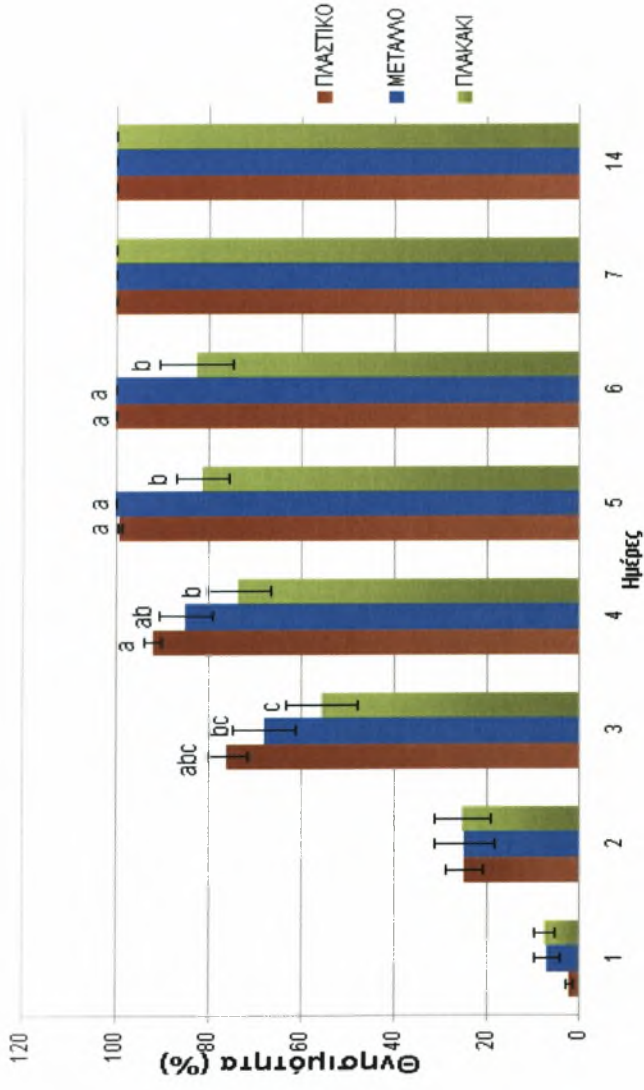
Διάγραμμα 9. Θνησιμότητα (% \pm τυπικό σφάλμα (ΤΣ)) των ακμιαίων *S. gramineus* μετά από έκθεση σε **0,01 ppm** του γαλακτωματοποιημένου συμπυκνώματος (EC) του rifimiphos-methyl σε τρεις διαφορετικές επιφάνειες (πλαστικό, μέταλλο, κεραμικό πλακάκι). Για κάθε ημέρα έκθεσης, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



Διάγραμμα 10. Θνησιμότητα (% \pm τυπικό σφάλμα (ΤΣ)) των ακμιαίων *S. graminis* μετά από έκθεση σε **0,1 ppm** του γαλακτωματοποιημένου συμπυκνώματος (EC) του pirimiphos-methyl σε τρεις διαφορετικές επιφάνειες (πλαστικό, μέταλλο, κεραμικό πλακάκι). Για κάθε ημέρα έκθεσης, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



Διάγραμμα 11. θνησιμότητα (% \pm Τυπικό Σφάλμα (ΤΣ)) των ακμιάων *S. gramineus* μετά από έκθεση σε 0,01 ppm του εναιωρήματος καψουλών (CS) του ritimipiros-methyl σε τρεις διαφορετικές επιφάνειες (πλαστικό, μέταλλο, κεραμικό πλακάκι). Για κάθε ημέρα έκθεσης, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



Διάγραμμα 12. Θνησιμότητα (% \pm Τυπικό Σφάλμα (ΤΣ)) των ακμιαίων *S. granarius* μετά από έκθεση σε **0,1 ppm** του εναιωρήματος καμουλών (CS) του ririiphrhos-methyl σε τρεις διαφορετικές επιφάνειες (πλαστικό, μέταλλο, κεραμικό πλακάκι). Για κάθε ημέρα έκθεσης, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σύμφωνα με το HSD Tukey-test στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά την κατάργηση του βρωμιούχου μεθυλίου και την απόσυρση άλλων δραστικών ουσιών, η αντιμετώπιση των εντόμων των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων έχει δυσκολέψει αρκετά. Το βρωμιούχο μεθύλιο ήταν αποτελεσματικό αλλά ταυτόχρονα είχε υψηλή τοξικότητα για τον άνθρωπο και τα θερμόαιμα ζώα (Σταμόπουλος 2008). Σήμερα προβάλλει πιο επίκαιρη από ποτέ η ανάγκη για αναζήτηση νέων δραστικών ουσιών, οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μόνες τους ή σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους. Σε διάφορες μελέτες έχουν αξιολογηθεί πολλές νέες δραστικές ουσίες, όπως οι σπινουσίνες, οι ρυθμιστές ανάπτυξης ή η γη διατόμων, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για απευθείας εφαρμογή στο χώρο και στο προϊόν (Athanasiou et al. 2008, 2009a, Hertein et al. 2011). Στην ίδια κατεύθυνση κινείται και η αξιολόγηση «παλιών» δραστικών ουσιών, όπως το pirimiphos-methyl, με τη μορφή νέων σκευασμάτων (Rumbos et al., 2013).

Οι υπολειμματικοί ψεκασμοί επιφανειών με εντομοκτόνα επαφής κερδίζουν τελευταία έδαφος σαν ένα αποτελεσματικό, προληπτικό μέτρο αντιμετώπισης των εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων (Arthur 2012). Σε πρόσφατες μελέτες έχει διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα των υπολειμματικών ψεκασμών επιφανειών διαφόρων δραστικών ουσιών εναντίον ενός ευρέος φάσματος εντόμων αποθηκών (Collins et al. 2000, Toews et al. 2003, Arthur 2008, 2009, Arthur et al. 2009, Guedes et al. 2008, Athanassiou et al. 2011, Arthur and Fontenot 2012). Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας δύο σκευασμάτων του pirimiphos-methyl, του γαλακτοποιήσιμου συμπυκνώματος (EC) και του εναιωρήματος καψουλών (CS), για ψεκασμό επιφανειών εναντίον τριών από τα κυριότερα έντομα αποθηκευμένων προϊόντων σε πέντε διαφορετικές επιφάνειες (τσιμέντο, πλαστικό, ξύλο, μέταλλο και κεραμικό πλακάκι).

Ο τύπος του σκευάσματος και της τυποποίησης της δραστικής ουσίας επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την αποτελεσματικότητα των υπολειμματικών ψεκασμών επιφανειών των εντομοκτόνων (Arthur 2012). Το cyfluthrin ήταν πιο αποτελεσματικό για ψεκασμούς επιφανειών ως γαλακτοματοποιήσιμο συμπύκνωμα (EC) παρά ως βρέξιμη σκόνη (WP) (Arthur 1994b). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα

των εργαστηριακών πειραμάτων της παρούσας εργασίας και τα δύο σκευάσματα του pirimiphos-methyl που δοκιμάστηκαν ήταν σε γενικές γραμμές εξίσου αποτελεσματικά στις περισσότερες από τις επιφάνειες εναντίον και των τριών εντόμων, κατά συνέπεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία για τον ψεκάσμο των επιφανειών μονάδων επεξεργασίας, μεταποίησης ή αποθήκευσης γεωργικών προϊόντων. Στη βιβλιογραφία, οι περισσότερες εργασίες αφορούν σε μελέτες με γαλακτοματοποιησίμα συμπυκνώματα (EC), ενώ πολύ λίγες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί με άλλους τύπους σκευασμάτων. Ακόμα πιο λίγα δεδομένα υπάρχουν για εντομοκτόνα σε μορφή κάψουλας, παρά το γεγονός ότι διαφέρουν σημαντικά στην αποτελεσματικότητά τους σε σχέση με παλαιότερους τύπους σκευασμάτων, όπως το EC (Arthur 1999b, Strong et al., 2000, Stejskal et al. 2007, Etang et al. 2011). Όσον αφορά στο pirimiphos-methyl, πρόσφατη μελέτη στην οποία έγινε σύγκριση της αποτελεσματικότητας του EC και CS σκευάσματος του pirimiphos-methyl μετά από ψεκάσμο απευθείας πάνω στο προϊόν κατέληξε σε παρόμοια με τα δικά μου αποτελέσματα, σύμφωνα με τα οποία τα δύο σκευάσματα έχουν εξίσου ικανοποιητική εντομοκτόνο δράση όταν εφαρμοστούν πάνω στο προϊόν, ανεξάρτητα από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία), τη δόση και το έντομο-στόχο (Rumbos et al. 2013).

Στα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν έγινε εφαρμογή των δύο σκευασμάτων σε μια μεγάλη ποικιλία επιφανειών. Τα υλικά που δοκιμάστηκαν χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην κατασκευή αποθηκών, μονάδων επεξεργασίας και μεταποίησης γεωργικών προϊόντων, σιλό κλπ. Στόχος των εργαστηριακών πειραμάτων ήταν να γίνει μια όσο το δυνατόν πιο πιστή προσομοίωση της εφαρμογής του εντομοκτόνου σε πραγματικές συνθήκες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, στις περισσότερες περιπτώσεις η θνησιμότητα των δύο σκευασμάτων δεν επηρεάστηκε σε στατιστικά σημαντικό βαθμό από το είδος της επιφάνειας. Εξάιρεση αποτέλεσε η περίπτωση του *T. confusum* για το οποίο καταγράφηκε στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη θνησιμότητα στο μέταλλο, σε σχέση με τις άλλες επιφάνειες, σε αρκετούς συνδυασμούς δόσεων και σκευασμάτων. Σε παρόμοια πειράματα, η αποτελεσματικότητα του chlorfenapyr εναντίον των *T. castaneum* και *T. confusum* μετά από ψεκάσμο σε τσιμέντο, κεραμικό πλακάκι και ξύλο επηρεάστηκε σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο της επιφάνειας (Arthur 2008). Οι Toews et al. (2003) εξέτασαν την εντομοκτόνο δράση του spinosad μετά από ψεκάσμο σε τέσσερις διαφορετικές

επιφάνειες εναντίον οκτώ ειδών εντόμων αποθηκών και ανέφεραν ότι πιο αποτελεσματικό ήταν το spinosad σε επιφάνειες τσιμέντου.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας φανερώουν την ισχυρή εντομοκτόνο δράση και υψηλή αποτελεσματικότητα των δύο σκευασμάτων του pirimiphos-methyl που δοκιμάστηκαν, του γαλακτοποιήσιμου συμπυκνώματος (EC) και του εναιωρήματος καψουλών (CS), για ψεκασμούς επιφανειών εναντίον του *T. confusum*, *S. granarius* και *R. dominica* σε πέντε διαφορετικές επιφάνειες (τσιμέντο, πλαστικό, ξύλο, μέταλλο και κεραμικό πλακάκι). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, είναι η πρώτη φορά που δοκιμάζεται το εναιώρημα καψουλών του pirimiphos-methyl για ψεκασμούς επιφανειών εναντίον εντόμων αποθηκών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18, 265e267.
2. Arthur, F.H., 1994a. Efficacy of unsynergised deltamethrin and deltamethrin plus chlorpyrifos-methyl combinations as protectants of stored wheat and stored corn (maize). J. Stored Prod. Res. 30, 87—94.
3. Arthur, F.H., 1994b. Residual efficacy of cyfluthrin emulsifiable concentrate and wettable powder formulations on porous concrete and on concrete sealed with commercial products prior to insecticide application. Journal of Stored Product Research 30, 79-86.
4. Arthur, F.H., 1999b. Evaluation of an encapsulated formulation of cyfluthrin to control *Sitophilus oryzae* (L.) on stored wheat. Journal of Stored Products Research 35, 159-166.
5. Arthur, F.H., 2008. Efficacy of chlorfenapyr against *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults exposed on concrete, vinyl tile, and plywood surfaces. Journal of Stored Product Research 44, 145–151.
6. 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 Science 16, 157-163.
7. Arthur, F.H., Liu, S., Zhao, B., Phillips, T.W., 2009. Residual efficacy of pyriproxyfen and hydroprene applied to wood, metal and concrete for control of stored-product insects. Pest Management Science 65, 791–797.
8. Arthur, F.H., 2012. Aerolols and contact insecticides as alternatives to methyl bromide in flour mills, food production facilities, and food warehouses. Journal of Pest Science 85, 323–329.
9. Arthur, F.H., Fontenot, E.A., 2012. Residual activity of methoprene and novaluron as surface treatments to manage the flour beetles, *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum*. Journal of Insect Science 12, 95.
10. Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Chitzoglou, G.J., Peteinatos, G.G., Boukouvala, M.C., Petrou, S.S., Panoussakis, E.C., 2008. Effect of temperature and commodity on insecticidal efficacy of spinosad dust against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bos- trychidae). J. Econ. Entomol. 101, 976—981.

11. Athanassiou, C.G., Arthur, F.H., Throne, J.E., 2009a. Efficacy of spinosad in layer- treated wheat against five stored-product insect species. *J. Stored Prod. Res.* 45, 236—240.
12. Athanassiou, C.G., Arthur, F.H., Throne, J.E., 2009b. Efficacy of grain protectants against four psocid species on maize, rice and wheat. *Pest Manag. Sci.* 65, 1140—1146.
13. Athanassiou, C.G., Arthur, F.H., Kavallieratos, N.G., Throne, J.E., 2011. Efficacy of pyriproxyfen for control of stored-product psocids (Psocoptera) on concrete surfaces. *Journal of Economic Entomology* 104, 1765-1769.
14. Barnes, J.H., Groove, A.J., 1916. The insects attacking stored wheat in the Punjab and the methods of combating them, including a chapter on the chemistry of respiration. Memo of the Department of Agriculture. India (Chemical Series) 4, 166-167. 169-172.
15. Benoit, H.P., Mccauley, E., Post, J.R., 1998. Testing the demographic consequences of cannibalism in *Tribolium confusum*. *Ecology* 79 (8), pp.2839-2851.
16. Birch, L.C., 1945a. The mortality of the immature stages of *Calandra oryzae* L. (small strain) and *Rhizopertha dominica* Fab. in wheat of different moisture contents. *Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science* 23,141-145.
17. Birch, L.C., 1945b. The influence of temperature on the development of the different stages of *Calandra oryzae* L. and *Rhizopertha dominica* Fab. (Coleoptera). *Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science* 23, 29-35.
18. Birch, L.C., 1945c. The influence of temperature, humidity and density on the oviposition of the small strain of *Calandra oryzae* L. and *Rhizopertha dominica* Fab (Coleoptera). *Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science* 23, 197-203.
19. Birch, L.C., 1953. Experimental background to the study of the distribution and abundance of insects-I: the influence of temperature, moisture and food on the innate capacity for increase of three grain-beetles. *Ecology* 34, 698-711.
20. Birch, L.C., Snowball, J.G., 1945. The development of the eggs of *Rhizopertha dominica* Fab. (Coleoptera) at constant temperatures. *Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science* 23, 37-40.

21. Breese, M.H., 1960. The infestibility of stored paddy by *Sitophilus sasakii* (Tak.) and *Rhyzopertha dominica* (F.). Bulletin of Entomological Research 51, 599-630.
22. Campbell, A., Sinha, R.N., 1976. Damage of wheat by feeding of some stored product beetles. Journal of Economic Entomology 69,11—13.
23. Chittenden, F.H., 1911. The lesser grain borer and the larger grain borer. Bulletin of United State Bureau of Entomology 96, 29—47.
24. Collins, P.J, Nayak, M.K., Kopittke, R. 2000. Residual efficacy of four organophosphate insecticides on concrete and galvanized steel against three liposcelid psocid species (Psocoptera: Liposcelidae) infesting stored products. Journal of Economic Entomology 93, 1357–1363.
25. Daglish, G.J., 1998. Efficacy of six grain protectants applied alone or in combination against three species of Coleoptera. J. Stored Prod. Res. 34, 263—268.
26. Daglish, G.J., 2006. Opportunities and barriers to the adoption of potential new grain protectants and fumigants. In: Lorini, I., Bacaltchuk, B., Beckel, H., Deckers, D., Sundfeld, E., dos Santos, J.P., Biagi, J.D., Celaro, J.C., Faroni, L.R.D.'A., Bortolini, L.de O.F., Sartori, M.R., Elias, M.C., Guedes, R.N.C., da Fonseca, R.G., Scussel, V.M. (Eds.), Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored-product Protection, 15—18 October 2006, Campinas, Sao Paulo, Brazil, pp. 209—216.
27. Daglish, G.J., 2008. Impact of resistance on the efficacy of binary combinations of spinosad, chlorpyrifos-methyl and s-methoprene against five stored-grain beetles. J. Stored Prod. Res. 44, 71—76.
28. Daglish, G.J., Nayak, M.K., 2012. Potential of the neonicotinoid imidacloprid and the oxadiazine indoxacarb for controlling five coleopteran pests of stored grain. Insect Sci. 19, 96—101.
29. Edde, P.A., Phillips, T.W., 2006. Longevity and pheromone output in stored-product Bostrichidae. Bulletin of Entomological Research 96, 547—554.
30. Etang, J., Nwane, P., Mbida, J.A., Pameu, M., Manga, B., Souop, D., Awono-Ambene, P., 2011. Variations of insecticide residual bio-efficacy on different types of walls: results from a community-based trial in south Cameroon. Malaria Journal 10, 333.

31. Fang, L., Subramanyam, B., Arthur, F.H., 2002. Effectiveness of spinosad on four classes of wheat against five stored-product insects. *J. Econ. Entomol.* 95, 640—650.
32. Fisher, W.S., 1950. A Revision of the North America Species of Beetles Belonging to the Family Bostrichidae. In: *Miscellaneous Publication*, vol. 698. USDA, Washington, DC.
33. Flinn, P.W., Hagstrum, D.W., Phillips, T.W., 2004. Stimulation model for *Rhyzopertha dominica* population dynamics in concrete grain bins. *Journal of Stored Products Research* 40, 39—45.
34. Guedes, R.N.C., Campbell, J. F., Arthur, F.H., Opit, G.P., Zhu, K.Y., Throne, J.E., 2008. Acute lethal and behavioral sublethal responses of two stored-product psocids to surface insecticides. *Pest Management Science* 64, 1314—1322.
35. Hertlein, M.B., Thompson, G.D., Subramanyam, B., Athanassiou, C.G., 2011. Spinosad: a new natural product for stored grain protection. *J. Stored Prod. Res.* 46, 151e166.
36. Howe, R.W., 1950. The development of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) under constant temperature. *Entomologist's Monthly Magazine* 86, 1-5.
37. Howe, R.W., 1965a. A summary of estimates of optimal and minimal conditions for population increase of some stored products insects. *Journal of Stored Products Research* 1, 177-184.
38. Huang, F. and Subramanyam, B., 2005. Management of five stored-product insects in wheat with pirimiphos-methyl and pirimiphos-methyl plus synergised pyrethrins. *Pest Management Science* 61, 356-362.
39. Hubert, J., Stejskal, V., Munzbergova, Z., Hajslova, J., Arthur, F.H., 2007. Toxicity and efficacy of selected pesticides and new acaricides to stored product mites (Acari: Acaridida). *Exp. Appl. Acarol.* 42, 283—290.
40. Ivie, M.A., 2002b. Keys to families of beetles in America north of Mexico. In: Arnett Jr., R.H., Thomas, M.C., Skelley, P.E., Frank, J.H. (Eds.), *American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*, vol. 2. CRC Press, Boca Raton, pp. 816—835.
41. Kenkel, P., Criswell, J.T., Cuperus, G., Noyes, R.T., Anderson, K., Fargo, W.S., Shelton, K., Morrison, W.P., Adams, B., 1993. *Current Management*

Practices and Impact of Pesticide Loss in the Hard Red Wheat Post-harvest System. Oklahoma Cooperative Extension Service, E-930, Oklahoma State University, Stillwater, OK, USA.

42. Khorramshahi, A., Burkholder, W.E., 1981. Behavior of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) male-produced aggregation pheromone attracts both sexes. *Journal of Chemical Ecology* 7, 33—38.
43. Kljajic, P., Peric, I., 2007a. Effectiveness of wheat-applied contact insecticides against *Sitophilus granarius* (L.) originating from different populations. *J. Stored Prod. Res.* 43, 523—529.
44. Kljajic, P., Peric, I., 2007b. Altered susceptibility of granary weevil *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) populations to insecticides after selection with pirimiphos-methyl and deltamethrin. *J. Stored Prod. Res.* 43, 134—141.
45. Kocak, E., Babaroglu, N., 2006. Evaluating insecticides for the control of overwintered adults of *Eurygaster integriceps* under field conditions in Turkey. *Phytoparasitica* 34, 510—515.
46. Kucerova, Z., Stejskal, V., 2008. Differences in egg morphology of the stored grain pests *Rhyzopertha dominica* and *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Stored Products Research* 44, 103—105.
47. LeCato, G.L., Flaherty, B.R., 1974. Description of eggs of selected species of stored-product insects (Coleoptera and Lepidoptera). *Journal of the Kansas Entomological Society* 47, 308—317.
48. Longstaff, B.B., 1999. An experimental and modeling study of the demographic performance of *Rhyzopertha dominica* (F.). I. development rate. *Journal of Stored Products Research* 35, 89—98.
49. Lucini, L. and Molinari, G.P., 2013. Residues of pirimiphos-methyl in cereals and processed fractions following post harvest spray application. *Journal of Environmental Science and Health, Part B* 46, 518-524.
50. Marske, K.A., Ivie, M.A., 2003. Beetle fauna of the United State and Canada. *The Coleopterist Bulletin* 57, 495—503.
51. Mathew, G., 1987. Insect borers of commercially important stored timber in state of Kerala, India. *Journal of Stored Products Research* 23, 185—190.

52. Nayak, M.K., Collins, P.J., Reid, S.R., 1998. Efficacy of grain protectants and phosphine against *Liposcelis bostrychophila*, *L. entomophila*, and *L. paeta* (Psocoptera: Liposcelidae). *J. Econ. Entomol.* 91, 1208—1212.
53. Nguyen, D.T., Hodges, R.J., Belmain, S.R., 2008. Do walking *Rhyzopertha dominica* (F.) locate cereal hosts by chance? *Journal of Stored Products Research* 44, 90—99.
54. Park, T., Mertz, D.B., Grodzinski, W. and Prus, T., 1965. Cannibalistic predation in populations of flour beetles. *Physiol. Zool.* 38: 289-321.
55. Park, S.-H., Arthur, F.H., Bean, S.R., Schober, T.J., 2008. Impact of differing population levels of *Rhyzopertha dominica* (F.) on milling and physicochemical properties of sorghum kernel and flour. *Journal of Stored Products Research* 44, 322—327.
56. Perrin, B., 2000. Improving insecticides through encapsulation. *Pestic. Outlook* 11, 68—71.
57. Potter, C., 1935. The biology and distribution of *Rhyzopertha dominica* (FAB.). *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 83, 449—482.
58. Redlinger, L.M., Zettler, J.L., Davis, R., Simonaitis, A.A., 1988. Evaluation of pirimiphos-methyl as a protectant for export grain. *J. Econ. Entomol.* 81, 718—721.
59. Rumbos, C.I., Dutton, A.C., Athanassiou, C.G., 2013. Comparison of two pirimiphos-methyl formulations against major stored-product insect species. *Journal of Stored Products Research* 55, 106-115.
60. Sahu, S.S., Vijayakumar, T., Kalyanasundaram, M., Subramanian, S., Jambulingam, P., 2008. Impact of lambda-cyhalothrin capsule suspension treated bed nets on malaria in tribal villages of Malkangiri district, Orissa, India. *Indian J. Med. Res.* 128, 262—270.
61. Sanchez-Marinez, R.I., Cortez-Rocha, M.O., Ortega-Dorame, F., Morales-Valdes, M., Silveira, M.I., 1997. End-use quality of flour from *Rhyzopertha dominica* infested wheat. *Cereal Chemistry* 74, 481—483.
62. Schwardt, H.H., 1933. Life history of the lesser grain borer. *Journal of the Kansas Entomological Society* 2, 61 —66.
63. Seitz, L.M., Ram, M.S., 2004. Metabolites of lesser grain borer in grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52, 898—908.

64. Szklarzewicz, T., Szlendak, E., Boczek, J., Bilinski, S., 1992. Oogenesis in the lesser grain borer, *Rhizopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology* 21, 63—76.
65. Stejskal, V., Aulicky, R. Pekar, S., 2007. Brief exposure of *Blattella germanica* (Blattodea) to insecticides formulated in various microcapsule sizes and applied on porous and non-porous surfaces. *Pest Management Science* 65, 93-98.
66. Strong, C.A., Koehler, P.G., Brenner, R.J., 2000. Residual efficacy of blatticides applied to surfaces contaminated with German cockroach (Dictyoptera : Blattellidae) feces. *Florida Entomologist* 83, 438-445.
67. Thompson, V., 1966. Biology of the lesser grain borer, *Rhizopertha dominica* (F. Bulletin of Grain Technology 4,163—168.
68. Toews, M.D., Subramanyam, Bh., Rowan, J., 2003. Knockdown and mortality of adults of eight species of stored-product beetles exposed to four surfaces treated with spinosad. *Journal of Economic Entomology* 96, 1967—1973.
69. Winterbottom, D.C., 1922. Weevil in Wheat and Storage of Grain in Bags. A Record of Australian Experience during the War Period (1915 to 1919). Government Printer, North Terrace, Adelaide, Australian.
70. Wirtz R.A., 1991. Food pests as disease agents. Chapter 36. In: Ecology and management of food industry pests, J.R. Gorham, Ed. FDA Technical Bulletin 4. Assoc. of Official Analytical Chemists, Arlington, Va. 595 pp.
71. Young, A.M., 1970. Predation and abundance in populations of flour beetles. *Ecology* 51: 602-619.
72. Zar, H.J., 1999. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, USA.
73. Σταμόπουλος, Δ., 1995. Έντομα αποθηκών, μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών. Δεύτερη Έκδοση. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
74. Σταμόπουλος, Δ., 2008. Εχθροί αποθηκευμένων προϊόντων, μουσείων και κατοικιών. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.
75. Τζανακάκης, Μ.Ε., 1995 Εντομολογία, Εκδόσεις Uninersity Studio Press, Θεσσαλονίκη.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000118525