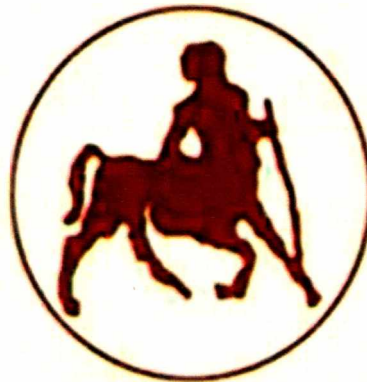


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Εντομολογίας & Γεωργικής Ζωολογίας



**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ CARIFEND ΣΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΕΝΤΟΜΑ
ΑΠΟΘΗΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΤΟΥ

Παλούκα Ι.

Επιμέλεια: Αθανασίου Χ., Αναπληρωτής Καθηγητής

Βόλος, Μαγνησία

Ιούνιος 2017





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

Αριθ. Εισ.: 17231/1
Ημερ. Εισ.: 13/02/2018
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιδετικός ΠΤ-ΦΠΑΠ
Κωδικός: 2017
ΠΑΛ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Εντομολογίας & Γεωργικής Ζωολογίας



**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ CARIFEND ΣΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΕΝΤΟΜΑ
ΑΠΟΘΗΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΤΟΥ

Παλούκα Ι.

Επιμέλεια: Αθανασίου Χ., Αναπληρωτής Καθηγητής

Βόλος, Μαγνησία

Ιούνιος 2017

«Σε αυτούς που προσιθών την κάθε στιγμή
να παραμερίσουν τους δισταγμούς,
σε αυτούς που επιμένουν ενάντια στο φόβο,
σε αυτούς που βάζουν υψηλούς στόχους,
σε εκείνους που τολμούν
να αγαπήσουν και να αγαπηθούν»

Πίνακας Περιεχομένων

	Σελίδα
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	3
ΕΙΚΟΝΕΣ	6
ΠΙΝΑΚΕΣ.....	8
ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ	11
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	13
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	14
ABSTRACT	16
ΈΝΤΟΜΑ ΑΠΟΘΗΚΩΝ	18
1.1 Εισαγωγή.....	18
1.1.1 Γενικά	18
1.1.2 Μέγεθος προσβολής	20
1.1.3 Πρόληψη εντομολογικών προσβολών.....	22
1.2 Παρακολούθηση Ύπαρξης Εντόμων	23
1.2.1 Παγίδες τύπου Δέλτα (Delta Traps).....	23
1.2.2 Παγίδες τύπου Χοάνης (Funnel Traps).....	24
1.2.3 Παγίδες τύπου κυματοειδούς χάρτου (Corrugated Paper Traps)....	25
1.2.4 Παγίδες τύπου Σόντας (Probe Traps).....	26
1.2.5 Φωτεινές παγίδες ως μέσο καταπολέμησης	26
1.3 Κυριότερα Έντομα Αποθηκών	27
1.3.1 <i>Lasioderma serricorne</i> (F) (Coleoptera, Anobiidae) (σκαθάρι του καπνού).....	27
1.3.2 <i>Stegobium paniceum</i> (L) (Coleoptera, Anobiidae) (σκαθάρι αλεύρων).....	28
1.3.3 <i>Rhyzopertha dominica</i> (L) (Coleoptera, Bostrychidae).....	29
1.3.4 <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn) (Coleoptera, Bostrychidae)	31
1.3.5 <i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say) (Coleoptera, Bruchidae)	31
1.3.6 <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) (Coleoptera, Cucujidae).....	32
1.3.7 <i>Sitophilus oryzae</i> (L) (Coleoptera, Curculionidae) (σκαθάρι του ρυζιού).....	33
1.3.8 <i>Sitophilus granarius</i> (L) (Coleoptera, Curculionidae) (καλάντρα του σιταριού)	34

1.3.9 <i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae) (καλάντρα του αραβόσιτου)	35
1.3.10 <i>Trogoderma granarium</i> Everts (Coleoptera Dermestidae).....	36
1.3.11 <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L) (Coleoptera, Sylvanidae).....	37
1.3.12 <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) (Coleoptera, Tenebrionidae).....	38
1.3.13 <i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val (Coleoptera, Tenebrionidae)	38
1.3.14 <i>Sitotroga cerealella</i> (Olivier) (Lepidoptera, Gelechiidae)	40
1.3.15 <i>Ephestia kuehniella</i> Zeller (Lepidoptera, Pyralididae)	40
1.3.16 <i>Ephestia elutella</i> (Hübner) (Lepidoptera, Pyralididae)	41
1.3.17 <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner) (Lepidoptera, Pyralididae)	42
1.3.18 <i>Acarus siro</i> L. (Astigmata: Acaridae)	43
1.3.19 <i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Schrank) (Astigmata: Acaridae)	44
1.4 Αντιμετώπιση των εντόμων αποθηκών	46
1.4.1 Μηχανικά μέσα	46
1.4.2 Φυσικά μέσα.....	47
1.4.3 Βιολογικά μέσα	50
1.4.4 Χημικά μέσα	50
1.4.5 Αποτελεσματικότητα Χημικών Μέσων	51
1.4.6 Οργανικές Ενώσεις.....	52
1.4.6.1 Οργανοφωσφορικά Προϊόντα	52
1.4.6.2 Σπιννοσίνες	54
1.4.6.3 Ρυθμιστές ανάπτυξης	55
1.4.6.4 Καπνιστικά αέρια	56
1.4.6.4.1 Φωσφίνη (PH ₃)	56
1.4.6.4.2 Βρωμιούχο μεθύλιο (CH ₃ Br).....	58
1.4.6.4.3 Υδροκυάνιο (HCN)	59
1.4.6.4.4 Καρβονυλικό σουλφίδιο (COS).....	59
1.4.6.5 Πυρεθροειδή.....	59
1.5 Σκοπός της παρούσας μελέτης	64
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	65
2.1 Είδη εντόμων.....	65
2.2 Δραστική ουσία.....	65
2.3 Πειραματικός σχεδιασμός.....	65
2.4 Στατιστική ανάλυση	68
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	70
3.1 Αποτελέσματα πρώτης σειράς βιοδοκιμών	70
3.1.1 <i>Sitophilus oryzae</i>	70
3.1.2 <i>Sitophilus granarius</i>	70
3.1.3 <i>Sitophilus zeamais</i>	75
3.1.4 <i>Tribolium confusum</i>	75
3.1.5 <i>Tribolium castaneum</i>	75
3.1.6 <i>Prostephanus truncatus</i>	82
3.1.7 <i>Rhyzopertha dominica</i>	82
3.1.8 <i>Oryzaephilus surinamensis</i>	87

3.1.9 <i>Cryptolestes ferrugineus</i>	87
3.2. Αποτελέσματα Δεύτερης Σειράς Βιοδοκιμών	92
3.2.1 <i>Tribolium confusum</i>	92
3.2.2 <i>Sitophilus oryzae</i>	92
3.2.3 <i>Oryzaephilus surinamensis</i>	93
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	98
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	102
Πηγές Εικόνων	110
ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΤΟΜΩΝ & ΑΚΑΡΕΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ	112

Εικόνες

	Σελίδα
ΕΙΚΟΝΑ 1. ΠΑΓΙΔΑ ΤΥΠΟΥ ΔΕΛΤΑ	24
ΕΙΚΟΝΑ 2. ΠΑΓΙΔΑ ΤΥΠΟΥ ΧΟΑΝΗΣ (FUNNEL TRAP).....	25
ΕΙΚΟΝΑ 3. ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΕΙΔΟΥΣ ΧΑΡΤΟΥ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ), ΚΥΜΑΤΟΕΙΔΕΣ ΠΑΓΙΔΑ (ΔΕΞΙΑ).....	25
ΕΙΚΟΝΑ 4. ΠΑΓΙΔΑ ΤΥΠΟΥ ΣΟΝΤΑΣ.	26
ΕΙΚΟΝΑ 5. ΑΚΜΑΙΟ <i>LASIODERMA SERRICORNE</i>	28
ΕΙΚΟΝΑ 6. ΑΚΜΑΙΟ <i>STEGOBIUM PANICEUM</i>	29
ΕΙΚΟΝΑ 7. ΑΚΜΑΙΟ ΑΤΟΜΟ <i>RHYZOPERTHA DOMINICA</i> (ΔΕΞΙΑ) ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΔΙΧΤΥΟΥ ΣΕ ΤΡΥΒΛΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΑ ΣΤΟΜΑΤΙΚΑ ΜΟΡΙΑ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ.....	30
ΕΙΚΟΝΑ 8. ΚΟΚΚΟΣ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ ΠΡΟΣΒΕΒΛΗΜΕΝΟΥ ΑΠΟ <i>RHYZOPERTHA DOMINICA</i>	30
ΕΙΚΟΝΑ 9. ΑΚΜΑΙΟ <i>PROSTEPHANUS TRUNCATUS</i>	31
ΕΙΚΟΝΑ 10. ΑΚΜΑΙΟ <i>ACANTHOSCELIDES OBTECTUS</i>	32
ΕΙΚΟΝΑ 11. ΑΚΜΑΙΟ <i>CRYPTOLESTES FERRUGINEUS</i>	33
ΕΙΚΟΝΑ 12. ΑΥΓΟ, ΠΡΟΝΥΜΦΗ, ΝΥΜΦΗ (ΕΛΕΥΘΕΡΗ) ΚΑΙ ΑΚΜΑΙΟ <i>SITOPHILUS ORYZAE</i>	34
ΕΙΚΟΝΑ 13. ΑΚΜΑΙΟ <i>SITOPHILUS GRANARIUS</i>	34
ΕΙΚΟΝΑ 14. <i>SITOPHILUS ZEAMAI</i> S.....	36
ΕΙΚΟΝΑ 15. ΑΚΜΑΙΟ <i>TROGODERMA GRANARIUM</i>	37
ΕΙΚΟΝΑ 16. ΑΚΜΑΙΟ <i>ORYZAEPHILUS SURINAMENSIS</i>	37
ΕΙΚΟΝΑ 17. <i>TRIBOLIUM CASTANEUM</i>	38

EIKONA 18. <i>TRIBOLIUM CASTANEUM</i> (A) ΚΑΙ <i>TRIBOLIUM CONFUSUM</i> (B)	39
EIKONA 19. ΑΚΜΑΙΑ <i>SITOTROGA CEREALELLA</i>	40
EIKONA 20. ΑΚΜΑΙΟ <i>EPHESTIA KUEHNIELLA</i>	41
EIKONA 21. ΑΚΜΑΙΟ <i>EPHESTIA ELUTELLA</i>	42
EIKONA 22. ΑΚΜΑΙΟ ΑΤΟΜΟ <i>PLODIA INTERPUNCTELLA</i>	43
EIKONA 23. ΑΚΜΑΙΟ <i>ACARUS SIRO</i>	44
EIKONA 24. <i>TYROPHAGUS PUTRESCENTIAE</i>	45
EIKONA 25. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΝΤΟΛΕΤΕΡ ΣΕ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΑΛΕΥΡΑ	47
EIKONA 26. ΜΟΡΙΟ ΔΡΑΣΤΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ PIRIMIPHOS METHYL	53
EIKONA 27. ΜΟΡΙΟ SPINOSAD	55
EIKONA 28. ΜΟΡΙΟ FENOXYCARB (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΟΡΙΟ DIFLUBENZURON (ΔΕΞΙΑ).	55
EIKONA 29. ΣΤΕΡΕΟΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ PH_3	57
EIKONA 30. ΣΤΕΡΕΟΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΜΟΡΙΟΥ ΤΟΥ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ (CH_3BR)	58
EIKONA 31. ΤΟ ΜΟΡΙΟ ΤΟΥ ΥΔΡΟΚΥΑΝΙΟΥ	59
EIKONA 32. ΜΟΡΙΟ ΔΡΑΣΤΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ALPHA CYPERMETHRIN	61
EIKONA 33. ΚΑΛΥΨΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΠΝΟΥ ΜΕ ΔΙΧΤΥΑ CARIFEND [®] . ΝΕΚΡΑ ΕΝΤΟΜΑ ΔΙΑΚΡΙΝΟΝΤΑΙ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	62
EIKONA 34. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΔΙΧΤΥΩΝ.	62

Πίνακες

Σελίδα

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΑ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΕΝΤΟΜΑ ΑΠΟΘΗΚΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΚΟΙΝΕΣ ΤΟΥΣ ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ.....	20
ΠΙΝΑΚΑΣ 2. ΤΙΜΕΣ Ι _p ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ (ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΑΠΟ ΣΙΝΗΑ, 1974).....	21
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. ΣΧΕΣΗ ΧΡΟΝΟΥ ΕΚΘΕΣΗΣ, ΣΤΑΔΙΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΧΑΜΗΛΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ (ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΑΠΟ GILESI, 1988).....	48
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. ΕΙΔΗ ΕΝΤΟΜΩΝ ΠΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΗ ΣΕΙΡΑ ΒΙΟΔΟΚΙΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΚΑΘΕ ΕΝΤΟΜΟΥ.....	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΠΟΣΟΣΤΟ KNOCKDOWN (± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>SITOPHILUS ORYZAE</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 6. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΠΟΣΟΣΤΟ KNOCKDOWN (± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>SITOPHILUS GRANARIUS</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	73
ΠΙΝΑΚΑΣ 7. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΠΟΣΟΣΤΟ KNOCKDOWN (± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>SITOPHILUS ZEAMAE</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	76
ΠΙΝΑΚΑΣ 8. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΠΟΣΟΣΤΟ KNOCKDOWN (± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>TRIBOLIUM CONFUSUM</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	78

ΠΙΝΑΚΑΣ 9. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΝΟΚΚΔΩΝ (± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>TRIBOLIUM CASTANEUM</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 10. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΝΟΚΚΔΩΝ (± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>PROSTEPHANUS TRUNCATUS</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	83
ΠΙΝΑΚΑΣ 11. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΝΟΚΚΔΩΝ (± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>RHYZOPERTHA DOMINICA</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 12. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΝΟΚΚΔΩΝ (± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>ORYZAEPHILUS SURINAMENSIS</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	88
ΠΙΝΑΚΑΣ 13. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΝΟΚΚΔΩΝ (± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>CRYPTOLESTES FERRUGINEUS</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΤΟ CARIFEND (N = 9).....	90
ΠΙΝΑΚΑΣ 14. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ (REPEATED MEASURES MANOVA) ΓΙΑ ΤΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΝΟΚΚΔΩΝ ΑΚΜΑΙΩΝ ΤΩΝ <i>TRIBOLIUM CONFUSUM</i> , <i>SITOPHILUS ORYZAE</i> ΚΑΙ <i>ORYZAEPHILUS SURINAMENSIS</i> , ΠΟΥ ΕΚΤΕΘΗΚΑΝ ΓΙΑ 2, 8 ΚΑΙ 24 ΩΡΕΣ (ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΕΚΘΕΣΗΣ) ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ, ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ) ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ ΚΑΙ 1, 3, 5 ΚΑΙ 7 ΗΜΕΡΕΣ (ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΚΘΕΣΗ) ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΚΘΕΣΗ (ERROR DF = 72).	94
ΠΙΝΑΚΑΣ 15. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΝΟΚΚΔΩΝ (± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>TRIBOLIUM CONFUSUM</i> ΠΟΥ ΕΚΤΕΘΗΚΑΝ ΓΙΑ 2, 8 ΚΑΙ 24 ΩΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ, ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND 1, 3, 5 ΚΑΙ 7 ΗΜΕΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΚΘΕΣΗ (ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ DF = 26).	95

ΠΙΝΑΚΑΣ 16. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΝΟΟΚΔΩΝ (\pm ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>SITOPHILUS</i> <i>ORYZAE</i> ΠΟΥ ΕΚΤΕΘΗΚΑΝ ΓΙΑ 2, 8 ΚΑΙ 24 ΩΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ, ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND 1, 3, 5 ΚΑΙ 7 ΗΜΕΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΚΘΕΣΗ (ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ DF = 26).....	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 17. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΝΟΟΚΔΩΝ (\pm ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>ORYZAEPHILUS</i> <i>SURINAMENSIS</i> ΠΟΥ ΕΚΤΕΘΗΚΑΝ ΓΙΑ 2, 8 ΚΑΙ 24 ΩΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ, ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND 1, 3, 5 ΚΑΙ 7 ΗΜΕΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΚΘΕΣΗ (ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ (DF) = 26).....	97
ΠΙΝΑΚΑΣ 18. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΤΟΜΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ	113

Γραφήματα

Σελίδα

ΓΡΑΦΗΜΑ 1. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ (% ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>SITOPHILUS ORYZAE</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	72
ΓΡΑΦΗΜΑ 2. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ (% ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>SITOPHILUS GRANARIUS</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	74
ΓΡΑΦΗΜΑ 3. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ (% ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>SITOPHILUS ZEAMAIIS</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	77
ΓΡΑΦΗΜΑ 4. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΝΟΟΚDOWN (± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>T. CONFUSUM</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	79
ΓΡΑΦΗΜΑ 5. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ (% ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>T. CASTANEUM</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	81
ΓΡΑΦΗΜΑ 6. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ (% ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>P. TRUNCATUS</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	84
ΓΡΑΦΗΜΑ 7. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ (% ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>RIZOPERTHA DOMINICA</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	86
ΓΡΑΦΗΜΑ 8. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ (% ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ <i>ORYZAEPHILUS SURINAMENSIS</i> ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5,	

7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).	89
ΓΡΑΦΗΜΑ 9. ΜΕΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ (% ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ) ΑΚΜΑΙΩΝ C. FERRUGINEUS ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ 1, 3, 5, 7 ΚΑΙ 14 ΗΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΤΡΥΒΛΙΟ (ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΧΤΥ), ΣΕ ΔΙΧΤΥ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟ CARIFEND (N=9).....	91

Πρόλογος

Με την ευκαιρία του «βήματος» που μου δίνεται συγγράφοντας την πτυχιακή διατριβή, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά το σύνολο των διδασκόντων όλων των βαθμίδων της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τις πολύτιμες γνώσεις, την μεθοδολογία, τον τρόπο σκέψης που μετέδωσαν σε μένα, αλλά και στους υπόλοιπους φοιτητές.

Τον Αναπληρωτή Καθηγητή Αθανασίου Χρήστο ευχαριστώ εκ καρδίας, καταρχάς που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με τον κλάδο των εντόμων αποθηκών, καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε, ώστε να περατωθεί η παρούσα διατριβή. Την τριμελή επιτροπή αποτελούμενη από τον Καθηγητή Παπαδόπουλο Νικόλαο, Καθηγητή Τσιρόπουλο Νικόλαο και Αναπληρωτή Καθηγητή Αθανασίου Χρήστο ευχαριστώ για τις πολύτιμες υποδείξεις- διορθώσεις. Τον μεταδιδακτορικό ερευνητή Ρούμπο Χρήστο, ειλικρινά ευχαριστώ για την ανεκτίμητη καθοδήγηση, συμπαράσταση, βοήθεια καθόλη την διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος και της συγγραφής της παρούσας διατριβής.

Μεγάλη παράλειψη θα ήταν αν δεν αναφερόμουν στον Διδάκτορα Ζάρπα Κωνσταντίνο, την Υποψήφια Διδάκτορα Αγραφιώτη Παρασκευή, την Υποψήφια Διδάκτορα Σακκά Μαρία για την αμέριστη συμπαράσταση, την επιστημονική γνώση και την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν καθόλη την διάρκεια εκπόνησης του πειράματος. Τον Dr Stefan Schaffert της BASF Germany για την άμεση του υπό μελέτη προϊόντος. Σας Ευχαριστώ!

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία αξιολογήθηκε σε εργαστηριακές δοκιμές η αποτελεσματικότητα του Carifend (BASF AG, Ludwigshafen, Γερμανία), ενός προστατευτικού δίχτυου εμποτισμένου με alpha-cypermethrin, εναντίον ενός μεγάλου αριθμού σημαντικών εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων. Το δίχτυ προσαρμόστηκε στη βάση πλαστικών τρυβλίων Petri, ενώ μια σειρά τρυβλίων με δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και μια σειρά τρυβλίων χωρίς δίχτυ χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Είκοσι ακμαία άτομα από κάθε είδος εντόμου, με διαφορετικά τρυβλία για κάθε είδος, εκτέθηκαν για διαφορετικά χρονικά διαστήματα στο Carifend και στη συνέχεια καταγράφηκε το ποσοστό θνησιμότητας και knockdown. Σε μια πρώτη σειρά βιοδοκιμών, η αποτελεσματικότητα μεγάλων χρονικά εκθέσεων (1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες) στο Carifend αξιολογήθηκε εναντίον σημαντικών εντόμων αποθηκών, δηλαδή των ειδών *Sitophilus oryzae*, *S. granarius*, *S. zeamais*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*, *T. confusum*, *Prostephanus truncatus*, *Rhyzopertha dominica* και *Cryptolestes ferrugineus*. Σε μια δεύτερη σειρά βιοδοκιμών, η αποτελεσματικότητα σύντομων εκθέσεων (2, 8 και 24 ώρες) στο Carifend αξιολογήθηκε εναντίον των ειδών *S. oryzae*, *O. surinamensis* και *T. confusum*. Μετά την ολοκλήρωση αυτών των διαστημάτων έκθεσης, όλα τα ζωντανά άτομα μεταφέρθηκαν σε καθαρά πλαστικά τρυβλία μαζί με μια μικρή ποσότητα τροφής. Στη συνέχεια, καταγράφηκε η καθυστερημένη θνησιμότητα 1, 3, 5 και 7 ημέρες μετά την έκθεση. Τα αποτελέσματα της πρώτης σειράς βιοδοκιμών έδειξαν ότι τα είδη *O. surinamensis*, *R. dominica* και *P. truncatus* ήταν ιδιαίτερα ευαίσθητα στο Carifend, καθώς και για τα τρία έντομα επιτεύχθηκε πλήρης έλεγχος (100% θνησιμότητα), ενώ το είδος *S. zeamais* ήταν το πιο ανθεκτικό, καθώς τα επίπεδα θνησιμότητας δεν ξεπέρασαν σε καμία περίπτωση το 50%, ακόμα και μετά από 14 ημέρες έκθεση. Τα αποτελέσματα της δεύτερης σειράς βιοδοκιμών φάνέρωσαν ότι όσο μεγαλύτερο ήταν το διάστημα έκθεσης στο Carifend, τόσο μεγαλύτερη ήταν και η θνησιμότητα,

τουλάχιστον για τα είδη *O. surinamensis* και *S.oryzae*. Για το είδος *T. confusum*, οι σύντομες εκθέσεις δεν ήταν αποτελεσματικές, καθώς σε όλες τις περιπτώσεις η θνησιμότητα ήταν μικρότερη από 5,5%. Αντίθετα, για το *S. oryzae*, ακόμα και μετά την έκθεση των 2 ωρών, η θνησιμότητα έφθασε το 80% 5 ημέρες μετά την έκθεση. Η σημασία των αποτελεσμάτων αυτής της εργασίας είναι μεγάλη, καθώς είναι η πρώτη φορά που το Carifend αξιολογείται εναντίον σημαντικών ειδών εντόμων αποθηκών, που προσβάλουν τα δημητριακά και συναφή αμυλούχα προϊόντα.

Abstract

Evaluation of Carifend for the control of major stored-product insects

In the present study, the effectiveness of Carifend (BASF AG, Ludwigshafen, Germany), an alpha-cypermethrin-impregnated net, was evaluated in laboratory studies against major stored-product insects. The insecticide-treated net was adjusted at the bottom of plastic Petri dishes, whereas an additional series of dishes with net material without insecticide was also prepared and served as positive control. Finally, another series of plastic dishes, without net material was used as negative control. Twenty adult beetles of mixed sex were placed in each dish and exposed for different exposure intervals, after which mortality and knockdown effect was measured. In a first series of bioassays, the effect of long exposures (1, 3, 5, 7 and 14 days) to Carifend was evaluated against a wide spectrum of storage insects, i.e. *Sitophilus oryzae*, *S. granarius*, *S. zeamais*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*, *T. confusum*, *Prostephanus truncatus*, *Rhyzopertha dominica* and *Cryptolestes ferrugineus*. In a second series of bioassays, the effect of short exposures (2, 8 and 24 h) to Carifend was evaluated against *S.oryzae*, *O. surinamensis* and *T. confusum*. After these exposure intervals, all alive individuals were removed and placed in untreated plastic dishes with a small amount of food. Then, delayed mortality of the remaining individuals was counted after 1, 3, 5 and 7 days. The results of the first series of bioassays showed that *O. surinamensis*, *R. dominica* and *P. truncatus* were highly susceptible to Carifend as complete control was achieved for all three insects, whereas *S. zeamais* was the most tolerant, as mortality levels did not exceed 50%, even after 14 days of exposure. In the second series of bioassays, the longer the exposure to Carifend, the higher the mortality, at least for *O. surinamensis* and *S.oryzae*. However, short exposures to Carifend did not control *T. confusum*, as mortality was in all cases lower than 5.5%. In contrast, even 2 hr exposure provided effective control against *S. oryzae*, as mortality was almost

80% 5 days after exposure. These results are of high significance, as it is the first time that Carifend is evaluated against important stored-product insects that infest cereals and relevant amylaceous commodities.

Κεφάλαιο 1

Έντομα Αποθηκών

1.1 Εισαγωγή

1.1.1 Γενικά

Έντομα αποθηκών (στην πλειοψηφία τους της τάξης Κολεόπτερα· ο Howard Everest Hinton έχει αναφέρει 600 είδη της τάξης Κολεόπτερα που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα) ονομάζουμε τα έντομα εκείνα, τα οποία έχουν την ικανότητα να αναπτυχθούν και να αναπαραχθούν σε χώρους αποθήκευσης εδώδιμων ή μη προϊόντων και να προκαλέσουν ζημιά σε αυτά. Η ζημιά που προκαλούν τα έντομα αποθηκών συνδέεται με την ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση των προϊόντων, αλλά και την «ψυχολογική» διαταραχή των ανθρώπων, που προκαλείται από την απώλεια της προσόδου και γενικότερα ύπαρξης θέσεων εργασίας στην αλυσίδα παραγωγής, τυποποίησης, διακίνησης και διάθεσης των αγροτικών προϊόντων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι απώλειες των δημητριακών κατά την διάρκεια της αποθήκευσης ανέρχονται σε 17% στις ανεπτυγμένες χώρες και σε ποσοστό μεγαλύτερο του 30% στις αναπτυσσόμενες (Food & Agricultural Organization, 2009), την στιγμή που περί το 842 εκατομμύρια άνθρωποι υποσιτίζονται σε παγκόσμιο επίπεδο (Food & Agricultural Organization, 2013). Την μερίδα του λέοντος στις ανωτέρω απώλειες καταλαμβάνουν τα έντομα αποθηκών με ποσοστό της τάξης του 59%. Έχει υπολογισθεί ότι, τα ακμαία και οι προνύμφες των Κολεοπτέρων και οι προνύμφες των Λεπιδοπτέρων μπορούν να καταναλώσουν σε μια εβδομάδα προϊόν βάρους πολλαπλάσιου του βάρους τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι κάθε είδος εντόμου μπορεί να προκαλέσει ζημιά και να καταστήσει τον εαυτό του επικίνδυνο για την αγροτική παραγωγή κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες, περιβάλλοντος και είδους και επάρκειας τροφής (Aitken, 1975).

Εκτός της ποιοτικής και ποσοτικής υποβάθμισης που προκαλούν στα γεωργικά προϊόντα, τα έντομα αποθηκών μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στην υγεία του προσωπικού που δραστηριοποιείται στα διάφορα στάδια επεξεργασίας αυτών, ενώ μπορεί να επιφέρουν και αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των καταναλωτών. Ενδεικτικά, αναφέρονται αλλεργικά φαινόμενα και δερματικές παθήσεις που συνδέονται με παρουσία τμημάτων του σώματος των εντόμων (πτερύγων, ποδιών κ.α.) εντός επεξεργασμένων προϊόντων (Bernton and Brown, 1967). Οι οικιακές μύγες και οι κατσαρίδες συγκαταλέγονται στα έντομα που μπορούν να προκαλέσουν αλλεργικές αντιδράσεις (Durden and Mullen, 2009).

Τα έντομα αποθηκών εισέρχονται στους αποθηκευτικούς χώρους με τα αγροτικά προϊόντα από τον αγρό σε άδεια αποθήκη (κύρια μόλυνση), με τοποθέτηση προσβεβλημένου προϊόντος σε αποθήκη που φέρει καθαρό προϊόν (δευτερεύουσα μόλυνση) και με είσοδο εντόμων εντός της αποθήκης (εισβολή) από μη σωστά προστατευόμενα σημεία (π.χ. θύρες εξαερισμού χωρίς κατάλληλο πλέγμα).

Γενικά, στοιχεία που χαρακτηρίζουν την πλειοψηφία των εντόμων αποθηκών είναι το πεπλατυσμένο σχήμα, το μικρό μέγεθος, η ικανότητα βάδισης αλλά και πτήσης αρκετών εκατοντάδων μέτρων, η μεταφορά μεταξύ περιοχών εντός της χώρας αλλά και μεταξύ χωρών μέσω του διεθνούς εμπορίου και τέλος η ικανότητα αποφυγής εχθρών και εντομοκτόνων με την χρήση οπών και άλλων κατασκευαστικών ατελειών των αποθηκών ως καταφυγίων (Μπουχέλος, 1985).

Έντομα αποθηκών που δύνανται να προσβάλλουν ακέραιο προϊόν ονομάζονται πρωτεύοντα είδη (primary pests), ενώ αυτά που προσβάλλουν ήδη προσβεβλημένο προϊόν ονομάζονται δευτερεύοντα είδη (secondary pests). Σύμφωνα με το εν λόγω κριτήριο διαχωρισμού, η κατάταξη των κυριοτέρων εντόμων αποθηκών φαίνεται στον κατωτέρω Πίνακα 1.

Πρωτεύοντα Είδη		
<i>Sitophilus oryzae</i>	Rice weevil	Σκαθάρι του Ρυζιού
<i>Sitophilus granarius</i>	Wheat weevil	Καλάντρα των Σιτηρών
<i>Sitophilus zeamais</i>	Maize weevil	Σκαθάρι του Αραβόσιτου
<i>Prostephanus truncatus</i>	Larger grain borer	Μεγάλο Σκαθάρι Σιταριού
<i>Rhyzopertha dominica</i>	Lesser grain borer	Σκαθάρι του Ρυζιού
Δευτερεύοντα Είδη		
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	saw-toothed grain beetle	Οδοντωτό Σκαθάρι Σπόρων
<i>Tribolium castaneum</i>	red flour beetle	Σκούρο Σκαθάρι Αλεύρων
<i>Tribolium confusum</i>	confused flour beetle	Ψείρα ή Σκαθάρι Αλεύρων
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	rusty grain beetle	Σιταρόψειρα

Πίνακας 1. Πρωτεύοντα και δευτερεύοντα έντομα αποθηκών και οι κοινές τους ονομασίες

1.1.2 Μέγεθος προσβολής

Το μέγεθος της προσβολής που τα έντομα αποθηκών μπορούν να προκαλέσουν εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, αλλά κυρίως από την θερμοκρασία και την σχετική υγρασία που επικρατούν στον χώρο αποθήκευσης των αγροτικών προϊόντων. Η ικανότητα ενός είδους εντόμου να εμφανίζει πληθυσμιακή έξαρση εκδηλώνεται με την ικανότητά του να πολλαπλασιάζεται με ραγδαίους ρυθμούς όταν επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, αλλά και να επιβιώνει χωρίς σημαντικές απώλειες όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι δυσμενείς για την διαβίωσή του (Σταμόπουλος, 2013). Με άλλα λόγια, το μέγεθος της προσβολής και κατ' επέκταση η οικονομική ζημιά που τα έντομα μπορούν να επιφέρουν εξαρτάται από την ικανότητα που έχουν αναπτύξει να προσαρμόζονται σε διαφορετικές συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.

Η ικανότητα αυτή των εντόμων εκφράζεται με τον «Δείκτη Κλιματολογικής Πλαστικότητας Ip», για τον υπολογισμό του οποίου λαμβάνονται υπόψη η ανώτερη και κατώτερη θερμοκρασία αναπαραγωγής του εντόμου, η ιδανική θερμοκρασία και το μέγιστο όριο αυτής, η ελάχιστη και η μέγιστη σχετική υγρασία αναπαραγωγής του εντόμου, καθώς και ο ρυθμός αύξησης του εντόμου σε ένα σεληνιακό μήνα (Sinha,

1974). Οι τιμές I_p ορισμένων εντόμων αποθηκών φαίνονται στον Πίνακα 2. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή I_p , τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα ενός εντόμου να προσαρμόζεται στις μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών και κατά συνέπεια τόσο μεγαλύτερη δυνάμει είναι η ικανότητά του να προκαλέσει μεγάλη οικονομική ζημιά.

Είδος Εντόμου	Τιμές I_p
<i>Tribolium castaneum</i>	700
<i>Tribolium confusum</i>	570
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	570
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	500
<i>Sitophilus oryzae</i>	275
<i>Sitophilus granarius</i>	172.5

Πίνακας 2. Τιμές I_p ορισμένων εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων (προσαρμογή από Sinha, 1974).

Άλλοι παράγοντες που επιδρούν στο μέγεθος της προσβολής αποτελούν η προσβολή ή μη του προϊόντος ήδη από τον αγρό (κίνδυνος για μόλυνση του προϋπάρχοντος μη προσβεβλημένου προϊόντος στους χώρους αποθήκευσης), η ικανότητα πτήσης [π.χ. το είδος *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera, Curculionidae) δεν φέρει πτέρυγες και συνήθως το «φέρνουμε» στην αποθήκη, ενώ το συγγενές είδος *S. oryzae* L. (Coleoptera, Curculionidae) εισβάλλει στην αποθήκη καθόσον πετά, διαφορά σημαντική που τροποποιεί τον σχεδιασμό αντιμετώπισης τους] η συμπεριφορά του κάθε είδους (αναλόγως της ποσότητας τροφής, της αλληλεπίδρασης με άλλα είδη εντόμων, κλπ), ο κατάλληλος σχεδιασμός και η κατασκευή των χώρων αποθήκευσης (εγκατάσταση σε περιοχές που δεν αποτελούν εστίες μόλυνσης, κατασκευή και υλικά που δεν επιτρέπουν την είσοδο ή δεν αποτελούν σημεία καταφυγίου εντόμων κ.α.). Εξοπλισμός που εξασφαλίζει την διατήρηση επιθυμητών συνθηκών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας επιδρά θετικά στην μείωση του μεγέθους της προσβολής, αρκεί να μην αποτελεί εμπόδιο στην εφαρμογή των κανόνων υγιεινής εντός των αποθηκών (Θωμαΐδης, 1992).

1.1.3 Πρόληψη εντομολογικών προσβολών

Η αποτελεσματικότητα των ενεργειών πρόληψης εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τον αρχικό σχεδιασμό των χώρων αποθήκευσης αγροτικών προϊόντων. Έτσι, η αποφυγή κατασκευής αποθηκών σε περιοχές που θα αποτελέσουν μελλοντικά εστίες μόλυνσης και η χρήση υλικών που δεν αποτελούν καταφύγια των εντόμων συμβάλλουν στην σε μεγάλο βαθμό προστασία του αποθηκευμένου προϊόντος. Τυχόν εσοχές ή ρωγμές που προκύπτουν πρέπει να εντοπίζονται, να κλείνουν και να λειαίνονται, ώστε να διευκολύνεται ο καθαρισμός και να αποτρέπεται η χρήση τους από τα έντομα ως καταφύγιο.

Ο συχνός καθαρισμός των χώρων όπου επεξεργάζονται ή αποθηκεύονται τα προϊόντα και η απομάκρυνση άχρηστων υπολειμμάτων επεξεργασίας συμβάλουν σημαντικά στην αποφυγή εγκατάστασης ανεπιθύμητων αρθροπόδων. Τα μέτρα υγιεινής θα πρέπει να ακολουθούνται και στον περιβάλλοντα χώρο των αποθηκών με απώτερο σκοπό την εξάλειψη εστιών διαχείμασης και ανάπτυξης του βιολογικού κύκλου των εντόμων αποθηκών (ξενιστές, στάσιμα νερά κ.α.). Προ της τοποθέτησης των προϊόντων πρέπει να ψεκάζονται όλες οι εσωτερικές επιφάνειες (τοίχοι, οροφή, δάπεδο) με εντομοκτόνα μεγάλης υπολειμματικής διάρκειας και φάσματος δράσης (Μπουχέλος και Αθανασίου, 1996).

Επίσης, ο λεπτομερής έλεγχος του προς αποθήκευση προϊόντος, με σκοπό την μακροσκοπική εξέταση για ύπαρξη εντόμων, αποτελεί κομβικό σημείο στη επιτυχή προστασία των αποθηκευμένων προϊόντων έναντι των εντόμων αποθηκών. Με σκοπό την επικοινωνία των εμπλεκόμενων με την αποθήκευση αγροτικών προϊόντων ανά την υφήλιο, έχει καθιερωθεί κοινή ορολογία (συντομογραφίες κατά Ashman) για την επιθεώρηση προϊόντων σε στοίβες, σε αποθηκευτικούς χώρους καθώς και την λήψη δείγματος (Semple et al., 1992).

Τέλος, η σύνταξη λεπτομερούς σχεδίου πρόληψης και αντιμετώπισης εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων, καθώς και η πιστή εφαρμογή του από όλους τους εμπλεκόμενους, συμβάλλει θετικά στον περιορισμό των απωλειών των αγροτικών προϊόντων κατά την αποθήκευση τους. Στο σχέδιο αντιμετώπισης, εκτός των ενεργειών δράσης πρόληψης, παρακολούθησης και καταπολέμησης των εντόμων, θα πρέπει να εμπεριέχονται οι κίνδυνοι που απορρέουν από την εφαρμογή των εντομοκτόνων καθώς

και οι ενέργειες σε περίπτωση δηλητηρίασης του προσωπικού που εφαρμόζει τα εν λόγω προϊόντα.

1.2 Παρακολούθηση Ύπαρξης Εντόμων

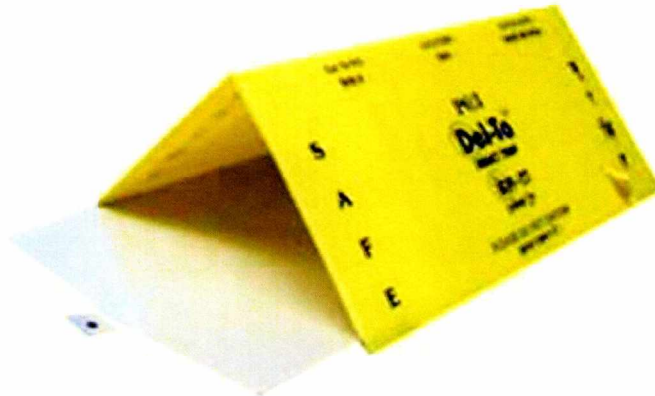
Σε αποθηκευτικούς χώρους γεωργικών προϊόντων κρίνεται απαραίτητη η παρακολούθηση τόσο των ειδών των εντόμων που υπάρχουν την δεδομένη χρονική στιγμή, όσο και η εκτίμηση του μεγέθους του πληθυσμού τους. Με τον έγκαιρο εντοπισμό του είδους και του πληθυσμού, οι εμπλεκόμενοι στην αποθήκευση είναι σε θέση αποτελεσματικής αντιμετώπισης και μείωσης της ποσότητας του προϊόντος που τελικά θα χαθεί. Για τον έγκαιρο εντοπισμό της παρουσίας εντόμων χρησιμοποιούνται ευρέως διαφόρων τύπων παγίδες παρακολούθησης. Οι εν λόγω παγίδες, που δεικνύουν την ύπαρξη εντόμων, σπανίως χρησιμοποιούνται με σκοπό την μαζική παγίδευση των εντόμων ως μέσο καταπολέμησης.

Οι παγίδες παρακολούθησης τοποθετούνται-αναρτώνται πάνω από τα προϊόντα για τη σύλληψη ιπτάμενων εντόμων ή τοποθετούνται στο έδαφος ανάμεσα σε προϊόντα που είναι διευθετημένα σε κιβώτια ή και μέσα ακόμη στους χύμα σπόρους. Ως μέσο παγίδευσης χρησιμοποιείται κυρίως κολλώδης ουσία που «εφαρμόζεται» σε μία συνήθως από τις επιφάνειες της παγίδας. Σπανιότερα χρησιμοποιείται ως μέσο παγίδευσης το νερό (παγίδες τύπου Mc Phail) ή κάποιο εντομοκτόνο (παγίδες κυματοειδούς χάρτου και funnel traps). Βέβαια, οι παγίδες με κολλώδη ουσία χάνουν πολύ εύκολα την ικανότητα να «συλλαμβάνουν» τα έντομα σε χώρους όπου υπάρχει πολύ σκόνη και γι' αυτό θα πρέπει να επιθεωρούνται και κατ' επέκταση να αντικαθίστανται συχνότερα ή να αποφεύγονται εάν υπάρχει εναλλακτική λύση (Σταμόπουλος, 1990).

1.2.1 Παγίδες τύπου Δέλτα (Delta Traps)

Είναι παγίδες κατασκευασμένες από χαρτόνι ή πλαστικό, στην βάση των οποίων έχει επαλειφθεί κολλητική ουσία και στο κέντρο της βάσης φέρει τον «εξατμιστήρα» της φερομόνης. Αυτές οι παγίδες είναι αποτελεσματικές για Λεπιδοπτερα καθώς και για άλλα έντομα που διαθέτουν ικανότητα πτήσης. Δεν ενδείκνυνται για χώρους όπου υπάρχει έντονο το πρόβλημα της σκόνης (χώροι αποθήκευσης αλεύρων, πιτυρούχων προϊόντων), αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς πρόβλημα σε αποθήκες, όπου

αποθηκεύονται συσκευασμένα προϊόντα ή σε χώρους που παρασκευάζονται και συσκευάζονται τρόφιμα (Σταμόπουλος, 1999).



Εικόνα 1. Παγίδα τύπου Δέλτα

1.2.2 Παγίδες τύπου Χοάνης (Funnel Traps)

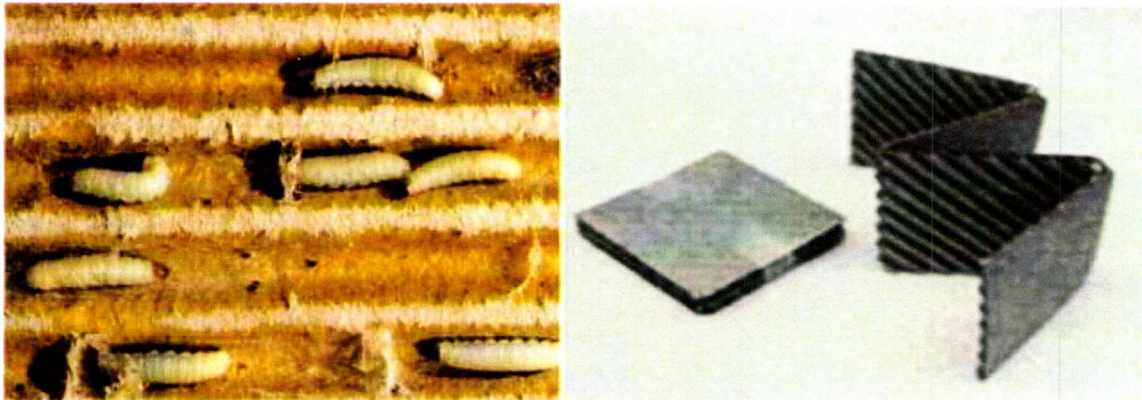
Η παγίδα του τύπου αυτού είναι κατασκευασμένη από ανθεκτικό πλαστικό και αποτελείται από δύο εύκολα αποσπώμενα μέρη. Στο κάτω τμήμα της διάταξης συλλέγονται τα έντομα, τα οποία όταν εισέρχονται στην παγίδα φονεύονται είτε από τους ατμούς κάποιου εντομοκτόνου που έχει τοποθετηθεί εκεί είτε από την επαφή τους με μια ισχυρά αφυγραντική ουσία. Η χρήση της αφυγραντικής ουσίας (π.χ. διοξείδιο του πυριτίου SiO_2) εφαρμόζεται σε χώρους όπου δεν επιτρέπεται η χρήση χημικών εντομοκτόνων. Η χρήση της εν λόγω παγίδας προτιμάται στις αποθήκες, όπου η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων είναι μεγάλη και κάνει δύσκολη την χρήση παγίδων, που χρησιμοποιούν κολλώδεις ουσίες για την παγίδευση των εντόμων.



Εικόνα 2. Παγίδα τύπου χοάνης (funnel trap).

1.2.3 Παγίδες τύπου κυματοειδούς χάρτου (Corrugated Paper Traps)

Οι παγίδες αυτού του τύπου χρησιμοποιούν ως ελκυστικά μέσα φερομόνες, έλαια από φύτρα σιταριού ή βρώμης ή συνδυασμό αυτών. Αποδείχθηκαν ιδιαίτερα αποτελεσματικές για τα είδη του γένους *Trogoderma* και τα είδη *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera, Sylvanidae) και *Prostephanus truncatus* Horn (Coleoptera, Bostrychidae).



Εικόνα 3. Προνύμφες εντός του κυματοειδούς χάρτου (αριστερά), κυματοειδές παγίδα (δεξιά)

Αποτελούνται από διπλωμένο κυματοειδές χαρτί, το οποίο είναι εμποτισμένο με ένα εντομοκτόνο. Γενικά, συνίσταται να τοποθετούνται σε απόσταση περίπου 15-16 m η μία από την άλλη (αναλόγως τις οδηγίες του κάθε προϊόντος), ώστε να σχηματισθεί μία διάταξη που να καλύπτει ολόκληρη την επιφάνεια της αποθήκης. Τοποθετούνται κυρίως στο πάτωμα ή ανάμεσα στο προϊόν, όταν αυτό είναι τοποθετημένο χύδην.

1.2.4 Παγίδες τύπου Σόντας (Probe Traps)

Αποτελούνται από ένα πλαστικό σωλήνα μήκους 35-40 cm (αναλόγως του σκευάσματος) και διαμέτρου μεταξύ 2,5 cm και 3 cm. Το επάνω μισό της παγίδας φέρει μικρές λοξές οπές, από τις οποίες εισέρχονται τα έντομα και επικοινωνεί με το κάτω μισό μέσω μια μικρής χοάνης. Εσωτερικά τα τοιχώματα του κάτω τμήματος είναι επενδυμένα με πολυτετραφθοροαιθυλένιο (PTFE) για να εμποδίζεται η επιστροφή των εντόμων που πέφτουν εκεί πίσω στο διάτρητο τμήμα. Η βάση της παγίδας κλείνει με ένα κωνικό πώμα στο δε άλλο άκρο υπάρχει κορδόνι με ειδική πλαστική διάταξη, με σκοπό την αναγραφή των παρατηρήσεων. Το όλο σύστημα βυθίζεται μέσα σε χύδην αποθηκευμένους σπόρους και ανασύρεται με την βοήθεια αρτάνης. Η εν λόγω παγίδα δεν είναι μιας χρήσης. Με την αφαίρεση των εντόμων από το κάτω αφαιρούμενο τμήμα της παγίδας, αυτή είναι έτοιμη να ξαναχρησιμοποιηθεί.



Εικόνα 4. Παγίδα τύπου σόντας.

Οι παγίδες τύπου αυτής σόντας προτείνεται να τοποθετούνται κοντά στην επιφάνεια του σωρού, διότι εκεί υπάρχουν και οι μεγαλύτεροι πληθυσμοί ακμαίων (Αθανασίου, 1999).

1.2.5 Φωτεινές παγίδες ως μέσο καταπολέμησης

Οι παγίδες αυτές είναι αποτελεσματικές φυσικά μόνο εναντίον εντόμων που δείχνουν θετικό φωτοτροπισμό και κυρίως αυτών των εντόμων που έχουν την ικανότητα προς πτήση. Όμως, η αποτελεσματικότητα των παγίδων για καταπολέμηση εντόμων αποθηκών σε μεγάλη κλίμακα δεν φαίνεται να είναι αξιόλογη. Συστήνεται η χρήση τους

σε χώρους υποδοχής των πρώτων υλών μιας μονάδας επεξεργασίας τροφίμων, όπως επίσης και στους αποθηκευτικούς χώρους του τελικού προϊόντος.

Τα κυριότερα έντομα αποθηκών που παρουσιάζουν αρνητικό φωτοτροπισμό και άρα δεν μπορούν να ελεγχθούν με την βοήθεια φωτεινών παγίδων είναι τα εξής: *O. surinamensis*, *Oryzaephilus mercator* L (Coleoptera, Sylvanidae), *S. granarius*, *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera, Tenebrionidae), *Tenebroides Mauritanicus* L. (Coleoptera trogostidae), *A fasciculatus*, *P. truncatus*, *T. molitor*, *Ptinus* sp. (Σταμόπουλος, 2013).

1.3 Κυριότερα Έντομα Αποθηκών

1.3.1 *Lasioderma serricorne* (F) (Coleoptera, Anobiidae) (σκαθάρι του καπνού)

Το ακμαίο έχει μήκος σώματος 2–3 mm, σχήμα ωσειδές, χρώμα ερυθρό προς καστανό. Σε πλάγια όψη το πρόσθιο μέρος του σώματος του είναι χαρακτηριστικά κυρτό και φαίνεται να σχηματίζει ορθή γωνία με το υπόλοιπο σώμα. Τα έλυτρά του είναι χωρίς γραμμώσεις καλυπτόμενα από λεπτό χνούδι. Το *L. serricorne* μαζί με το *Stegobium raniceum* L. (Coleoptera, Anobiidae) είναι τα μόνο έντομα της οικογένειας Anobiidae που μπορούν να προσβάλλουν αγροτικά αποθηκευμένα προϊόντα (Le Pesme, 1944). Τα υπόλοιπα είναι ξυλοφάγα έντομα.

Το συναντάμε σ' όλα σχεδόν τα μέρη της γης και ιδιαίτερα στα πιο ζεστά. Είναι αρκετά ανθεκτικό σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες, αλλά σε περιοχές όπου επικρατούν θερμοκρασίες κάτω των 5°C επί ένα συνεχώς μήνα ή κάτω από 10°C για πέντε συνεχώς μήνες, η επιβίωσή του μπορεί να εξασφαλιστεί εντός θερμαινόμενων κτιρίων.

Σε θερμοκρασία άνω των 20°C, οι προνύμφες εκκολάπτονται σε 7 ημέρες και ωριμάζουν μέσα σε 6–10 βδομάδες. Νυμφώνονται σε κουκούλι που κατασκευάζουν από κομμάτια τροφής. Η έξοδος του ακμαίου πραγματοποιείται μετά από 5–14 ημέρες. Η ανάπτυξη του συμπληρώνεται σε 8-13 εβδομάδες.

Το *L. serricorne* προσβάλλει κυρίως τα προϊόντα του καπνού και του κακάο. Επίσης προσβολές συναντάμε σε όσπρια, ζυμαρικά, ελαιώδεις σπόρους, αυτοφυή φυτά κ.α.



Εικόνα 5. Ακμαίο *Lasioderma serricorne*

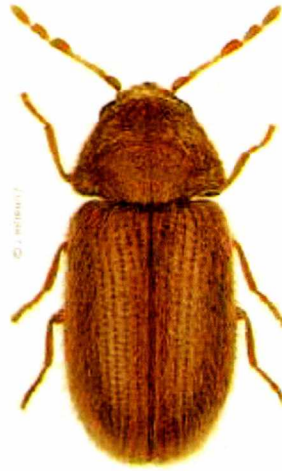
1.3.2 *Stegobium paniceum* (L) (Coleoptera, Anobiidae) (σκαθάρι αλεύρων)

Το ακμαίο έχει μεγάλη ομοιότητα με το *L. serricorne*, αλλά είναι πιο φαρδύ, με έλυτρα που φέρουν ραβδώσεις, ενώ το κεφάλι του δεν σχηματίζει ορθή γωνία με το υπόλοιπο σώμα. Έχει μήκος 3,5 mm και το σώμα του καλύπτεται από λεπτές τρίχες.

Το *S. paniceum* είναι είδος κοσμοπολίτικο, αλλά ενδημεί περισσότερο στις εύκρατες παρά στις τροπικές και υποτροπικές ζώνες (Lefkonitch, 1967).

Το θηλυκό αποθέτει 20–100 αυγά μέσα στην τροφή του, μεμονωμένα ή σε σωρό. Οι προνύμφες σχηματίζουν κουκούλι από κομμάτια τροφής και εκεί γίνεται η νύμφωση. Αναλόγως της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας και του είδους της τροφής η διάρκεια του βιολογικού του κύκλου παρουσιάζει διακυμάνσεις. Έτσι στους 30 °C και σχετική υγρασία 60-90% και σε τροφή που αποτελείται από σπόρους σιταριού, ο βιολογικός κύκλος του διαρκεί 40 ημέρες.

Η ζημιά στα αγροτικά προϊόντα οφείλεται στην προνύμφη, η οποία είναι πολυφάγος. Έτσι, προσβολές θα συναντήσουμε σε σπόρους, προϊόντα σπόρων, ελαιούχους πλακούντες, ξερά φρούτα, μπαχαρικά και κυρίως αρτοσκευάσματα ή ζυμαρικά. Τα ακμαία δεν προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα διότι δεν τρέφονται.

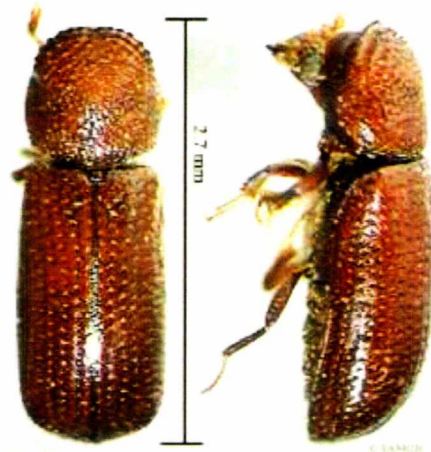


Εικόνα 6. Ακμαίο *Stegobium paniceum*

1.3.3 *Rhyzopertha dominica* (L) (Coleoptera, Bostrychidae)

Το ακμαίο έχει μήκος 3 mm, και σχήμα επίμηκες κυλινδρικό, καστανού χρώματος. Η κεφαλή καλύπτεται από τον θώρακα, ο οποίος φέρει χαρακτηριστικά εξογκώματα. Τα έλυτρα φέρουν ευκρινείς κατά μήκος γραμμές από μικρά κοιλώματα. Η προνύμφη έχει μήκος 4–6 mm, με σώμα κυρτό, διογκωμένο εμπρός, με χρώμα υπόλευκο. Το σώμα τους καλύπτεται από μικρές προεξοχές. Η *R. dominica* είναι είδος κοσμοπολίτικο, ιδιαίτερης σημασίας για τις υποτροπικές και τροπικές ζώνες (Munro, 1966; Mallis, 1982).

Τα ακμαία έχουν ισχυρά στοματικά μόρια, κάτι που παρατηρήθηκε κατά την διάρκεια του πειράματος (Πίνακας 3), όπου σε τέσσερα τρυβλία το εν λόγω είδος προκάλεσε οπές στο υπό εξέταση προϊόν.



Εικόνα 7. Ακμαίο άτομο *Rhyzopertha dominica* (δεξιά) και καταστροφή του διχτύου σε τρυβλίο πειράματος από τα στοματικά μέρη του εντόμου

Σε θερμοκρασίες 30 – 34°C και 70% σχετική υγρασία, οι προνύμφες μπορούν σε διάστημα 17–19 ημέρες να ολοκληρώσουν την ανάπτυξη τους και να μεταμορφωθούν σε νύμφες (Σταμόπουλος, 1990).

Η *R. dominica* ανήκει στα πρωτεύοντα είδη (δύνανται να προσβάλλει ακέραιους σπόρους) και ως εκ τούτου αποτελεί σημαντικό εχθρό των γεωργικών αποθηκευμένων προϊόντων (Howe, 1950; Thomson, 1966). Προκαλεί ζημιές σε αποθηκευμένα προϊόντα, όπως ρύζι και προϊόντα αυτού, καλαμπόκι, κριθάρι, ελαιούχους πλακούντες κα.



Εικόνα 8. Κόκκος αραβόσιτου προσβεβλημένου από *Rhyzopertha dominica*

1.3.4 *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera, Bostrychidae)

Το ακμαίο έχει μήκος 2,5 με 3 mm, σχήμα κυλινδρικό και χρώμα καστανό. Η κεφαλή καλύπτεται από τον θώρακα, ο οποίος φέρει χαρακτηριστικά εξογκώματα. Τα έλυτρα φέρουν ευκρινείς κατά μήκος γραμμές από μικρά κοιλώματα. Όπως και το συγγενές του είδος *R. dominica* το *P. truncatus* φέρει ισχυρά στοματικά μόρια μασητικού τύπου.

Το *P. truncatus* έχει τις ρίζες του στην Κεντρική και Νότια Αμερική (Lesne, 1897; Chittenden, 1911). Την δεκαετία του 1970 το έντομο παρατηρήθηκε σε πολλά μέρη ανά τον κόσμο, προκαλώντας σημαντικές οικονομικές ζημιές στο αποθηκευμένο καλαμπόκι ιδιαίτερα στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές (Shires, 1979; 1980; Howard, 1983).



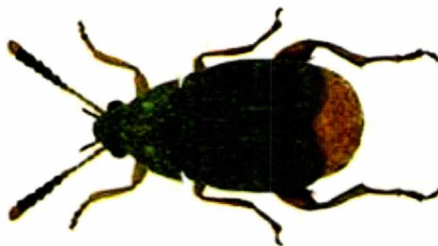
Εικόνα 9. Ακμαίο *Prostephanus truncatus*.

Τα θηλυκά άτομα, μετά την σύζευξη εναποθέτουν τα αυγά σε ομάδες των 20 εντός των σπερμάτων του αραβοσίτου (Hodges, 1982; Howard, 1983). Το έντομο μπορεί να ολοκληρώσει τον βιολογικό του κύκλο σε θερμοκρασίες μεταξύ 12°C και 40°C και σχετική υγρασία 30% με 90%. Η ιδανική θερμοκρασία για ανάπτυξη στον αραβόσιτο είναι οι 32°C, στην οποία ο βιολογικός του κύκλος διαρκεί 24-25 ημέρες (Bell and Watters, 1982). Το έντομο προκαλεί μεγάλες ζημιές στον αραβόσιτο (τόσο στην αποθήκη όσο και από τον αγρό) και στην ξηρή κασσάβα (Hodges et al., 1983a; 1985). Η προσβολή στον αγρό συμβαίνει πρώιμα όταν το σπέρμα έχει 40-50% υγρασία (Giles, 1975).

1.3.5 *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera, Bruchidae)

Το ακμαίο άτομο έχει μήκος 3–4 mm, σχήμα ωσειδές, χρώμα καστανόμαυρο, το οποίο καλύπτεται με λεπτό φαιό χνούδι. Η προνύμφη φτάνει σε μήκος τα 3 mm, είναι

σαρκώδης, κυρτή, λευκή με κίτρινη κεφαλή. Τα θηλυκά είναι ελαφρώς μεγαλύτερα από τα αρσενικά.



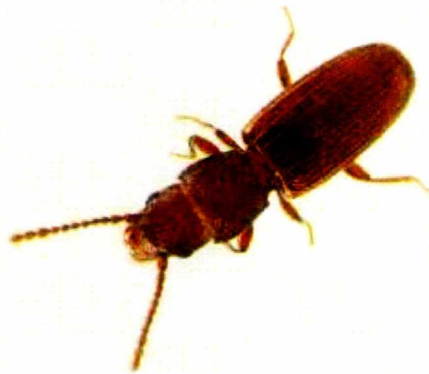
Εικόνα 10. Ακμαίο *Acanthoscelides obtectus*.

Έχει 3–4 γενεές το χρόνο. Κάθε θηλυκό εναποθέτει κατά μέσο όρο 40 – 50 αυγά, τα οποία κολλά με την χρήση κολλώδους ουσίας στην κάτω επιφάνεια των σπερμάτων των ψυχανθών. Πολλές φορές η προσβολή αρχίζει πάνω στο φυτό και συνεχίζεται στην αποθήκη. Μετά την ωτοκία μεταναστεύει στον αγρό για να συνεχίσει τον βιολογικό του κύκλο, κατά τη θερμή περίοδο. Πέρα από τα αποθηκευμένα φασόλια και τη σόγια το *A. obtectus* είναι δυνατόν να προσβάλλει ρεβίθια, το οποίο όμως δεν παρατηρείται συχνά.

1.3.6 *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera, Cucujidae)

Το ακμαίο άτομο είναι μικροσκοπικό, με το μήκος να μην ξεπερνά το 1,5 mm. Έχει σχήμα στενόμακρο, χρώμα καστανοκόκκινο με χαρακτηριστικά μακριές κεραίες, οι οποίες στα αρσενικά άτομα ξεπερνούν το μισό του μήκους του ενώ στα θηλυκά είναι λίγο μικρότερες.

Είναι είδος κοσμοπολίτικο και κυρίως προσβάλλει σπέρματα σπασμένα, ήδη προσβεβλημένα και κακής υγειονομικής κατάστασης (π.χ. προσβολή από μύκητες). Θεωρείται ότι πιο σημαντική είναι η ζημιά που προκαλούν με την παρουσία και τα αποχωρήματα τους και όχι τόσο με την προσβολή των σπερμάτων.



Εικόνα 11. Ακμαίο *Cryptolestes ferrugineus*

1.3.7 *Sitophilus oryzae* (L) (Coleoptera, Curculionidae) (σκαθάρι του ρυζιού)

Το ακμαίο *S. oryzae* έχει μήκος 2,5–4,5 mm. Τα έλυτρα φέρουν αυλακώσεις και 4 ανοιχτόχρωμες κηλίδες στις άκρες, το οποίο αποτελεί ένα χαρακτηριστικό που το διαφοροποιεί μορφολογικά από το συγγενές είδος *S. granarius*. Το *S. oryzae* έχει την ικανότητα να πετά, στοιχείο που τροποποιεί τον τρόπο αντιμετώπισής του σε σχέση με το *S. granarius*. Τα θηλυκά δύο εβδομάδες μετά την σύζευξη εναποθέτουν 200-300 αυγά εντός των σπερμάτων, με τον αριθμό να εξαρτάται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος και την σκληρότητα του σπόρου. Η προνύμφη είναι ευκέφαλη (ευδιάκριτη κεφαλή καστανού χρώματος), άποδη, λευκού χρώματος. Το αρσενικό *S. oryzae* μπορεί να διακριθεί εύκολα από το θηλυκό διότι έχει μεγαλύτερο και φαρδύτερο ρύγχος. Ο βιολογικός κύκλος του εντόμου μπορεί να συμπληρωθεί σε 40 ημέρες στους 22°C. Στην πράξη όμως, μέσα στις αποθήκες ακόμη και το καλοκαίρι πρέπει να υπολογίζεται σε 6–7 εβδομάδες. Δεν μπορεί να αναπτυχθεί κάτω από τους 12°C.

Προσβάλλει τους σπόρους των σιτηρών (σιτάρι, καλαμπόκι, κριθάρι, σίκαλη, σπανιότερα βρώμη) και σε σπάνιες περιπτώσεις καρπούς γιγαρτόκαρπων. Επίσης, μπορεί να τραφεί με αλεύρι, πίτουρα και πλιγούρι. Σε σπάνιες περιπτώσεις, χρησιμοποιεί φρέσκους καρπούς γιγαρτόκαρπων (μήλα, αχλάδια) ως χώρους

καταφυγίων. Τόσο το *S. oryzae*, όσο και το *S. granarius* μπορούν να τραφούν με αλεύρι και πιτυρούχες τροφές, αλλά δεν μπορούν να αναπαραχθούν (Lapesme, 1944).



Εικόνα 12. Αυγό, προνύμφη, νύμφη (ελεύθερη) και ακμαίο *Sitophilus oryzae*

1.3.8 *Sitophilus granarius* (L) (Coleoptera, Curculionidae) (καλάντρα του σιταριού)

Το ακμαίο *S. granarius* έχει μήκος 3–5 mm. Η κεφαλή καταλήγει σε ένα κυρτό ρύγχος, το οποίο αποτελεί τα $\frac{2}{3}$ του πρόνωτου. Ο θώρακας είναι διάστικτος και έχει μήκος σχεδόν ίσο με αυτό των ελύτρων, τα οποία έχουν κατά μήκος ραβδώσεις. Σε αντίθεση με το *S. oryzae*, το *S. granarius* δεν πετά, διότι δεν έχει αναπτυγμένες τις οπίσθιες μεμβρανοειδείς πτέρυγες.



Εικόνα 13. Ακμαίο *Sitophilus granarius*

Το *S. granarius* έχει 4–5 γενεές το έτος. Το θηλυκό εναποθέτει τα αυγά του στο ενδοσπέρμιο των σπόρων, όπου έχει ανοίξει μια οπή το θηλυκό με τα στοματικά του μόρια. Υπάρχει περίπτωση να αφήσει περισσότερα τους ενός αυγού σε ένα σπόρο, αλλά εξαιτίας της μετέπειτα καννιβαλιστικής συμπεριφοράς των προνυμφών τελικά μόνο ένα θηλυκό θα εξέλθει από κάθε σπόρο. Το κάθε θηλυκό γεννά μέχρι 400 αυγά, με τον αριθμό να παρουσιάζει διακύμανση αναλόγως της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της σκληρότητας των σπερμάτων. Ο βιολογικός του κύκλος διαρκεί 8 με 16 εβδομάδες και σε ευνοϊκές συνθήκες ακόμη και 6 εβδομάδες. Η ανάπτυξη του σταματά κάτω από τους 12°C, όπως και για το συγγενές *S. oryzae*.

Προσβάλλει τους σπόρους όλων των δημητριακών και σπανιότερα όσπρια και ξηρούς καρπούς. Σε περίπτωση μεγάλης προσβολής ο σπόρος γίνεται υγρός και ξερός, γεγονός που οδηγεί στην δημιουργία σημείων υψηλής θερμοκρασίας (hot spots), και στην ανάπτυξη μυκήτων στα ήδη προσβεβλημένα σπέρματα. Το *S. granarius* είναι το πιο κοινό και από τα πιο επικίνδυνα έντομα που προσβάλουν σπέρματα δημητριακών. Γι' αυτό και η εφαρμογή των κανόνων πρόληψης και προστασίας του προϊόντος εναντίον του συγκεκριμένου εντόμου επιβάλλεται να εφαρμόζονται επισταμένα πριν το συγκομισθέν προϊόν φθάσει στους χώρους αποθήκευσης.

1.3.9 *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae) (καλάντρα του αραβόσιτου)

Το *S. zeamais* έχει μεγάλη ομοιότητα με το *S. oryzae*. Σε αντίθεση με τα *S. granarius* και *S. oryzae*, το ακμαίο *S. zeamais* έχει διάρκεια βιολογικού κύκλου μόνο 30-35 ημέρες σε θερμοκρασία 27° C και σχετικής υγρασίας 69%. Όσον αναφορά στην αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες το *S. zeamais* είναι ανθεκτικότερο από το *S. oryzae* (συναντάται κυρίως σε θερμές περιοχές, στις οποίες μπορεί να προκαλέσει ζημιές από τον αγρό) και λιγότερο από το *S. granarius*.



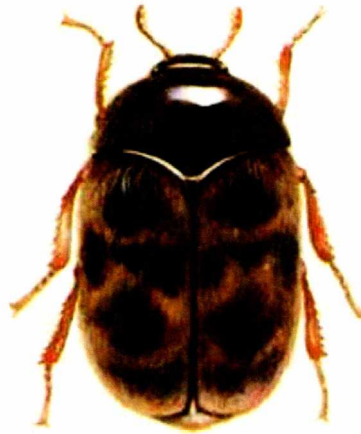
Εικόνα 14. *Sitophilus zeamais*

1.3.10 *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera Dermestidae)

Το ακμαίο άτομο έχει μήκος 3 mm, σώμα ωοειδές και χρώμα καστανό. Η προνύμφη του έχει μήκος 5 mm, χρώμα ανοιχτό καστανό, φέρει μακριές και λεπτές κοκκινωπές τρίχες, με εμφανή θύσσανο τριχών στο τελευταίο κοιλιακό τμήμα. Παρόλο που έχει αναφερθεί και σε ψυχρότερες ζώνες συναντάται κυρίως στις υποτροπικές και τροπικές ζώνες (Howe, 1958; 1963).

Το θηλυκό αναποθέτει μέχρι 125 αυγά, αραιά στην επιφάνεια των σπερμάτων. Σε ευνοϊκές συνθήκες ο βιολογικός κύκλος μπορεί να διαρκέσει μέχρι 30 ημέρες στους 30°C. Το ακμαίο δεν τρέφεται ενώ η προνύμφη μπορεί να έχει μακρά διάπαυση (έως και 8 έτη) και να δραστηριοποιηθεί όταν οι συνθήκες γίνουν ευνοϊκές (ξηροθερμικές) (Σταμόπουλος, 1990).

Το *T. granarium* είναι έντομο καραντίνας για πολλές χώρες ανά τον κόσμο. Προσβάλλει σιτηρά, ελαιώδεις σπόρους και πλακούντες.



Εικόνα 15. Ακμαίο *Trogoderma granarium*

1.3.11 *Oryzaephilus surinamensis* (L) (Coleoptera, Sylvanidae)

Το ακμαίο άτομο έχει μήκος 3- 3,5mm, σώμα λεπτό, πεπλατυσμένο (το καθιστά πολύ ευκίνητο) και χρώμα καφέ. Ο θώρακας φέρει χαρακτηριστικές δύο κατά μήκος αυλακώσεις, οι οποίες προεκτείνονται και στα έλυτρα. επίσης, στο θώρακα τα ακμαία άτομα φέρουν ακανθώδεις αποφύσεις, έξι τον αριθμό και από τις δύο πλευρές. Το θηλυκό άτομο εναποθέτει κατά μέσο όρο 150 αυγά εντός του προϊόντος που προσβάλλει.



Εικόνα 16. Ακμαίο *Oryzaephilus surinamensis*

Το *O. surinamensis* είναι είδος κοσμοπολίτικο και αναπτύσσει μεγάλους πληθυσμούς σε θερμές περιοχές, αλλά μπορεί να επιβιώσει και σε περιοχές με

ψυχρότερο κλίμα. Η διάρκεια του βιολογικού του κύκλου σε θερμοκρασία μεταξύ 20 και 37,5°C και σχετική υγρασία 70-90% κυμαίνεται από 3 έως 10 εβδομάδες.

Το *O. surinamensis* προτιμά προσβεβλημένους-σπασμένους σπόρους δημητριακών, ψωμί, ζυμαρικά, μπισκότα, σταφίδες, καθώς και καφέ και κακάο.

1.3.12 *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera, Tenebrionidae)

Το ακμαίο άτομο έχει μήκος σώματος 3,0-3,5 mm και χρώμα καστανό προς ερυθρό. Το μήκος των προνυμφών ανέρχεται στα 5 mm.



Εικόνα 17. *Tribolium castaneum*

Το θηλυκό δύναται να εναποθέσει μέχρι 400 αυγά το έτος εντός των σπερμάτων. Αναλόγως των συνθηκών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας ο βιολογικός τους κύκλος κυμαίνεται μεταξύ 7 και 12 εβδομάδες. Τα ακμαία μπορούν να ζήσουν μέχρι και πάνω από 3 χρόνια (Σταμόπουλος 2013). Το *T. castaneum* προτιμά κυρίως τις θερμές περιοχές, αλλά έχει παγκόσμια εξάπλωση (Halstead 1967, 1967c).

Το *T. castaneum* προτιμά σπασμένους σπόρους δημητριακών, άλευρα, πίτυρα, όσπρια, ελαιώδεις σπόρους καθώς και ξηρές φυτικές ίνες.

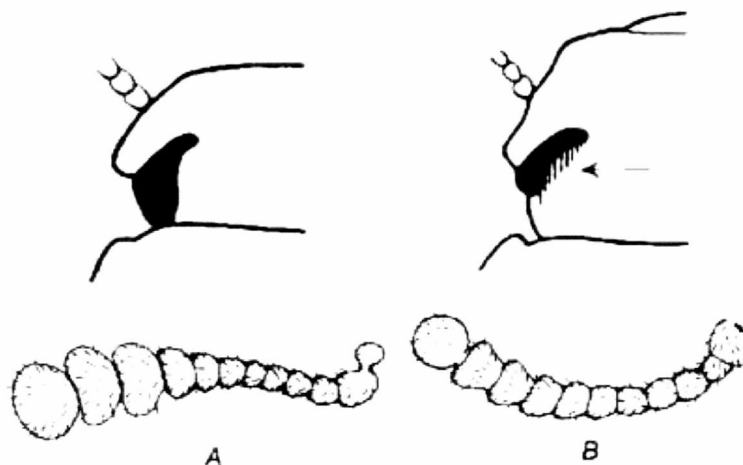
1.3.13 *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera, Tenebrionidae)

Το ακμαίο άτομο έχει μήκος σώματος ελαφρώς μεγαλύτερο από το συγγενές του είδος *T. castaneum*, μεταξύ 4 και 4,5 mm και χρώμα καστανό προς ερυθρό. Τα ακμαία ενώ φέρουν μεμβρανοειδείς πτέρυγες δεν πετούν (Trematerra and Suss, 2006).

Τα αυγά του είναι λευκού χρώματος και καλύπτονται από μία κολλητική ουσία, γεγονός που περιορίζει την αποτελεσματικότητα της ωοκτονίας, αφενός λόγω της

κολλώδους ουσίας, αφετέρου διότι πάνω της προσκολλώνται σωματίδια αλεύρων και σκόνης. Η προνύμφη σε πλήρη ανάπτυξη έχει μήκος 4–6 mm και χρώμα υπόλευκο. Είναι κυλινδρική και σκληρή ενώ μπορεί να διακριθεί από τις άλλες για το λόγο ότι έχει σκούρα κεφαλή (Σταμόπουλος, 1990). Το *T. confusum* δύναται να έχει μέχρι 3–5 γενεές ανά έτος στους μη θερμαινόμενους χώρους.

Τα *T. confusum* και *T. castaneum* εκτός της μικρής διαφοράς στο μήκος σώματος, διαφέρουν στη μορφολογία των κεραιών και του πηλιδίου. Έτσι το *T. castaneum* έχει εμφανές διογκωμένα τα τρία τελευταία άρθρα των κεραιών του (μορφή ροπάλου) και το πηλίδιο του *T. confusum* εξέχει πλευρικά στους οφθαλμούς.



Εικόνα 18. *Tribolium castaneum* (A) και *Tribolium confusum* (B)

Τα ακμαία και οι προνύμφες τρέφονται και διαχειμάζουν μέσα στο αλεύρι ή στους αποθηκευμένους σπόρους. Μπορούν να ζήσουν επί δύο χρόνια και να γεννήσουν 500 έως 800 αυγά το έτος. Οι προνύμφες εκκολάπτονται μεταξύ 15 °C και 40°C και η υγρασία στο στάδιο αυτό δεν φαίνεται να παίζει σπουδαίο ρόλο. Η προνυμφική ανάπτυξη διαρκεί 1 έως 3 μήνες ή και περισσότερο, ανάλογα με την καταλληλότητα και ποσότητα της τροφής, την υγρασία και την θερμοκρασία. Μπορούν να έχουν 3–5 γενεές ανά έτος στους μη θερμαινόμενους χώρους. Θερμοκρασία μεταξύ 28 °C και 30°C και σχετική υγρασία μεταξύ 70% και 90% αποτελούν τις ιδανικές συνθήκες για την ανάπτυξη του εντόμου, είτε στο στάδιο της προνύμφης είτε σ' αυτό του ακμαίου (Howe, 1960). Η ανάπτυξη του εντόμου ευνοείται σε σπασμένους παρά σε ολόκληρους

σπόρους, καθώς η παρουσία του περισπερμίου φαίνεται ότι αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για την είσοδό του στο εσωτερικό του σπόρου (Σταμόπουλος, 2013).

Το *T. confusum*, όπως και το *T. castaneum*, προτιμά σπασμένους σπόρους, άλευρα, πίτουρα, όσπρια, ελαιώδεις σπόρους καθώς και ξηρές φυτικές ίνες. Οι ζημιές αυξάνονται σε σπόρους με υψηλή σχετική υγρασία (Baldwin, 2010). Το *T. confusum* είναι ένας από τους σημαντικότερους εχθρούς των αποθηκευμένων προϊόντων και απαντάται σε οικίες, σε βιομηχανίες τροφίμων αλλά και σε μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους.

1.3.14 *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera, Gelechiidae)

Οι πτέρυγες του ακμαίου ατόμου είναι κροσσωτές μυτερές, με χρώμα κίτρινο-τεφρό οι πρόσθιες και τεφρό οι οπίσθιες. Το άνοιγμα των πτερύγων κυμαίνεται μεταξύ 12–16 mm. Η προνύμφη έχει μήκος έως 9 mm και χρώμα ανοιχτό καστανό ή υπόλευκο.

Το είδος *S. cerealella* έχει 3–5 γενεές το έτος. Το θηλυκό εναποθέτει τα αυγά πάνω στην επιφάνεια του περισπερμίου των σπερμάτων των σιτηρών. Οι προνύμφες ζουν και αναπτύσσονται αποκλειστικά μέσα στους σπόρους, ενώ δεν δημιουργούν νήματα.

Προσβάλλει τους σπόρους όλων των σιτηρών αλλά και καλλιεργούμενα αγρωστώδη. Προσβεβλημένο κριθάρι είναι ακατάλληλο για ζυθοποιία.



Εικόνα 19. Ακμαία *Sitotroga cerealella*

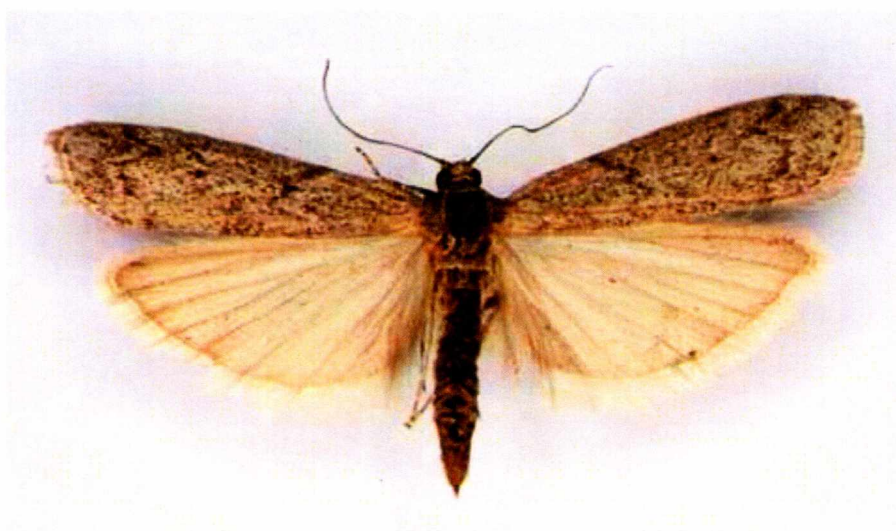
1.3.15 *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae)

Η κεφαλή του ακμαίου είναι μικρή και σφαιρική. Χαρακτηριστικές είναι οι μακριές προσακτρίδες της στοματικής κοιλότητας. Οι πτέρυγες έχουν άνοιγμα έως και 22 mm

και είναι γκριζου χρώματος, με μαύρες εγκάρσιες κυματοειδείς γραμμές. Η προνύμφη έχει μήκος σε πλήρη ανάπτυξη 15–20 mm, έχει υπορόδινο χρώμα, εκτός από την κεφαλή που ξεχωρίζει λόγω του καστανού χρώματος.

Τα θηλυκά, τα οποία δραστηριοποιούνται την νύχτα, γεννούν τα ωά τους (200–300) σε ομάδες των 10–30 αυγών στην επιφάνεια των αλεύρων και οι νεαρές προνύμφες που εξέρχονται από τα αυγά τους αρχίζουν να τρέφονται, ενώ αργότερα υφαίνουν φωλιά– καταφύγιο με μετάξινα νήματα που εκκρίνουν (Σταμόπουλος, 2013). Σε θερμοκρασία 26–28°C ο βιολογικός κύκλος του εντόμου συμπληρώνεται σε 83 ημέρες, όταν οι προνύμφες τρέφονται σε καλαμποκάλευρο, σε 123 ημέρες όταν τρέφονται σε άλευρο κριθαριού και σε 217 ημέρες όταν τρέφονται σε ρυζάλευρο (Balachowski, 1972).

Εκτός από τα άλευρα και τους σπόρους των δημητριακών προσβάλλει ακόμη όσπρια, πίτουρα, γύρη σε κυψέλες μελισσών κ.α.



Εικόνα 20. Ακμαίο *Ephestia kuehniella*

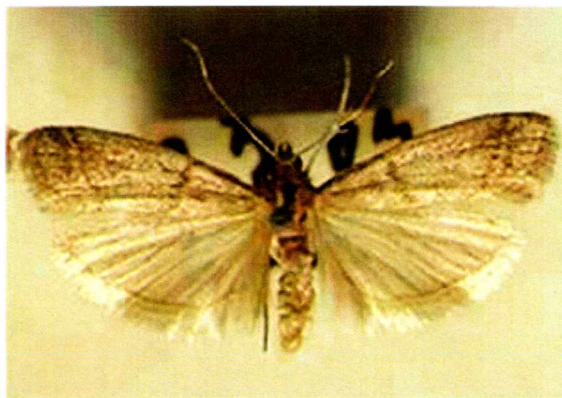
1.3.16 *Ephestia elutella* (Hübner) (Lepidoptera, Pyralidae)

Το άνοιγμα των πτερυγών ενός πλήρως ανεπτυγμένου ατόμου φτάνει μέχρι τα 17 mm. Οι πρόσθιες πτέρυγες έχουν χρώμα καστανότεφρο και φέρουν δύο εγκάρσιες κυματοειδείς γραμμές ενώ οι πίσω πτέρυγες είναι υπόλευκες. Η προνύμφη έχει μήκος γύρω στα 12 mm και ο χρωματισμός της μεταβάλλεται αναλόγως της τροφής της. Είναι

συνήθως υπόλευκη ή ελαφρά ρόδινη, με κεφαλή και θωρακική πλάκα καστανού χρώματος.

Συμπληρώνει 2–3 γενεές το έτος. Διαχειμάζει σε βομβύκιο. Τον Απρίλιο εμφανίζονται τα ακμαία και γεννούν πάνω σε δέματα καπνού. Ο βιολογικός κύκλος εξαρτάται από την τροφή και την θερμοκρασία και μπορεί να διαρκέσει 2–6 μήνες.

Η ζημιά προκαλείται από τις προνύμφες καθώς τρώνε το φύλλο από το μίσχο προς την κορυφή. Η προσβολή περιορίζεται στα επιφανειακά φύλλα. Προτιμούν καπνά με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα (>10%) και χαμηλή σε νικοτίνη (<2%) (Σταμόπουλος, 2013). Προσβάλλει ακόμη το κακάο, το αλεύρι, τη σοκολάτα κ.α.



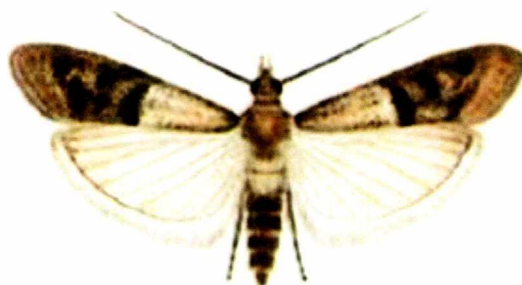
Εικόνα 21. Ακμαίο *Ephestia elutella*

1.3.17 *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera, Pyralidae)

Το ακμαίο έχει μήκος σώματος 8–10 mm. Το άνοιγμα των πτερυγών είναι μεταξύ 15–20 mm. Οι πρόσθιες πτέρυγες έχουν κατά το ήμισυ καστανέρυθρο χρώμα με δύο εγκάρσιες μαύρες γραμμώσεις, ενώ το υπόλοιπο ήμισυ είναι αργυρόλευκο. Οι οπίσθιες πτέρυγες έχουν αργυρόλευκο χρώμα και φέρουν κροσσούς. Η προνύμφη έχει μήκος 8–12 mm με χρώμα υπόλευκο έως υπορόδινο, ανάλογα με την τροφή, ενώ η κεφαλή της είναι καστανή.

Μπορεί να συμπληρώσει έως 8 γενεές το έτος. Είναι νυκτόβιο και γεννά περίπου 150 αυγά πάνω σε σπόρους ή άλλα προϊόντα. Η προνύμφη τρέφεται από αυτά υφαίνοντας μετάξινα νήματα. Νυμφώνεται σε βομβύκιο.

Είναι έντομο πολυφάγο και μπορεί να προσβάλλει γλυκίσματα, ξερά φρούτα, κακάο, σοκολάτες, προϊόντα αμύλου κ.α.



Εικόνα 22. Ακμαίο άτομο *Plodia interpunctella*

1.3.18 *Acarus siro* L. (Astigmata: Acaridae)

Είναι από τα πιο κοινά είδη ακάρεων που απαντώνται σε αποθηκευμένα προϊόντα και ιδιαίτερα στα άλευρα δημητριακών. Σημειώθηκε επίσης σε τυριά, εγκαταλειμμένες κυψέλες (Σταμόπουλος 2013).

Το εν λόγω άκαρι έχει μήκος ιδιοσώματος μεταξύ 320–460 μm, ενώ ο χρωματισμός του γναθοσώματος και των ποδιών ποικίλλει ανάλογα με την τροφή που παίρνει. Είναι πολύ ανθεκτικό σε υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ και χαμηλές O₂, στις οποίες τα έντομα δεν μπορούν να επιβιώσουν. Μπορούν να μεταφέρουν σπόρια μυκήτων τόσο στο πεπτικό τους σύστημα όσο και στο εξωτερικό του σώματός τους. Τα σπόρια αυτά αποβάλλονται με τα αποχωρήματά τους και μ' αυτό τον τρόπο μεταφέρονται και μολύνουν άλλα γειτονικά υγιή προϊόντα (Hughes, 1976). Μετακινούνται βαδίζοντας, είτε μεταφέρονται με τον αέρα καθώς και με την βοήθεια των ζώων.

Ο βιολογικός του κύκλος διαρκεί 9-12 ημέρες σε σχετική υγρασία 87% και θερμοκρασία 23°C. Η ανώτερη θερμοκρασία στην οποία μπορεί να επιζήσει είναι 31°C, ενώ η κατώτερη είναι 2,5°C. Οι ιδανικές συνθήκες αναπτύξεως είναι 25°C και 90% σχετική υγρασία (Hughes, 1976).



Εικόνα 23. Ακμαίο *Acarus siro*

1.3.19 *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Astigmata: Acaridae).

Το άκαρι *T. putrescentiae* αποτελεί σοβαρό εχθρό των αποθηκευμένων προϊόντων και προσβάλλει κυρίως προϊόντα με υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος και πρωτεΐνες, όπως ξηρούς καρπούς, τυριά, ζωοτροφές, αλλαντικά, άλευρα, δημητριακά κα. Είναι είδος έντονα μυκητοφάγο και μπορεί να μεταφέρει σπόρια μυκήτων τόσο μέσω του πεπτικού συστήματος όσο και στην εξωτερική επιφάνεια του σώματός του. Με αυτόν τον τρόπο τα σπόρια μεταφέρονται και μολύνουν άλλα γειτονικά υγιή προϊόντα. Επιπλέον, δρα επιλεκτικά ως προς τα είδη μυκήτων από τα οποία τρέφεται, καταναλώνοντας τα περισσότερο ελκυστικά σε αυτό. (Hubert et al., 2003). Προσελκύεται από μύκητες του γένους *Aspergillus*, *Penicillium* και *Eurotium*.

Έχει σώμα ημιδιαφανές και σχεδόν άχρωμα χηληκέρατα και άκρα. Στα αρσενικά εκατέρωθεν του εδρικού ανοίγματος υπάρχει ένα ζεύγος εδρικών μυζητήρων. Το σχήμα του ιδιοσώματος και το μέγεθος των σμηρίγγων των θηλυκών ατόμων μοιάζουν πολύ με τα αντίστοιχα των αρσενικών.



Εικόνα 24. *Tyrophagus putrescentiae*

1.4 Αντιμετώπιση των εντόμων αποθηκών

Η αντιμετώπιση των εντόμων αποθηκών πραγματοποιείται με την εφαρμογή μεμονωμένων μέτρων ή συνδυασμό τους και αποσκοπούν στην απεντόμωση των προσβληθέντων από τα έντομα γεωργικών προϊόντων. Με τον όρο απεντόμωση ονομάζουμε την, με οποιονδήποτε τεχνητό τρόπο ή μέσο, απαλλαγή των γεωργικών προϊόντων από τα επιβλαβή έντομα (Σταμόπουλος, 2008). Για τις απεντομώσεις χρησιμοποιούνται κυρίως μηχανικά, φυσικά, βιολογικά και χημικά μέσα.

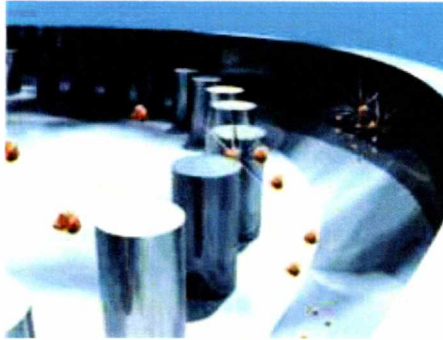
1.4.1 Μηχανικά μέσα

Η χρησιμοποίησή τους έχει περιοριστεί σήμερα μετά την επέκταση της απεντόμωσης των γεωργικών προϊόντων με χημικά εντομοκτόνα. Τα κυριότερα μηχανικά μέσα είναι:

1.4.1.1 Ξήρανση. Η ξήρανση των σπόρων σε υγρασία που είναι κατάλληλη για κάθε είδους σπέρμα (π.χ. σιτάρι 12-13%) πριν την αποθήκευσή τους, καθώς και η περιοδική αναστροφή αυτών ή των δεμάτων των αποξηραμένων προϊόντων (π.χ. καπνού) συντελούν στην καλύτερη διατήρησή τους και περιορίζουν τις εντομολογικές προσβολές.

1.4.1.2 Πίεση. Σε μερικά γεωργικά προϊόντα, τα οποία υπόκεινται σε δεματοποίηση, επιτυγχάνεται με την πίεση η σύνθλιψη και θανάτωση των εντόμων, κυρίως αυτών που βρίσκονται στο εσωτερικό των δεμάτων (Εμμανουήλ και Μπουχέλος, 1996). Η πίεση βέβαια που ασκείται στα έντομα των ανώτερων στρωμάτων των δεμάτων είναι μικρή. Ως αποτέλεσμα αυτού δεν αποτελεί η μέθοδος αυτή έναν τρόπο με ικανοποιητική αποτελεσματικότητα στην αντιμετώπιση των εντόμων αποθηκών.

1.4.1.3 Entoleter. Είναι μια εντομοκτόνος συσκευή η οποία αποτελείται από ζεύγη επιπέδων μεταλλικών δισκίων, περιστρεφόμενων γύρω από ένα κεντρικό άξονα. Με αυτή, τα τρόφιμα υποβάλλονται σε φυγοκεντρική περιστροφή, που έχει σαν αποτέλεσμα τη θανάτωση των εντόμων, ως συνέπεια της βίαιης πρόσκρουσής τους στην επιφάνεια των μεταλλικών δισκίων (Σταμόπουλος, 2008). Το entoleter σκοτώνει όλων των ειδών τα έντομα, σε όλα τα στάδια τους (αυγά, προνύμφες, ακμαία). Η ταχύτητα περιστροφής της συσκευής είναι της τάξης των 2900 rpm.



Εικόνα 25. Λειτουργία Entoleter σε αποθηκευμένα άλευρα

1.4.1.4 Κενό. Με τη μέθοδο αυτή επιδιώκεται η αφαίρεση του ατμοσφαιρικού αέρα από γεωργικά προϊόντα, τα οποία είναι αποθηκευμένα μέσα σε ειδικούς κλειστούς χώρους. Έτσι, με την ταυτόχρονη αύξηση του CO₂ που προέρχεται από την αναπνοή των σπόρων και των εντόμων, το περιβάλλον καθίσταται ασφυκτικό για τα έντομα. Η μέθοδος αυτή είναι αρκετά δαπανηρή και παρουσιάζει αρκετά μειονεκτήματα, αλλά χρησιμοποιείται στην πράξη σε πολλές περιπτώσεις.

1.4.2 Φυσικά μέσα

1.4.2.1 Χρήση των υψηλών θερμοκρασιών. Τα έντομα αποθηκευμένων προϊόντων αναπαράγονται και αναπτύσσονται εντός ορισμένων θερμοκρασιακών ορίων, τα οποία είναι χαρακτηριστικά του κάθε είδους. Πέρα απ' αυτά τα όρια το θερμικό σημείο θανάτου εξαρτάται από την διάρκεια που το έντομο θα εκτεθεί στην δεδομένη θερμοκρασία. Γενικά, τα έντομα πεθαίνουν όταν εκτεθούν σε θερμοκρασίες κατά 4-5°C πάνω από την ιδανική θερμοκρασία ανάπτυξής τους (Σταμόπουλος, 2013). Οι υψηλές θερμοκρασίες επιτυγχάνονται με την βοήθεια ειδικών γεννητριών θερμότητας, συσκευές υπεριώδους ακτινοβολίας, συσκευές μικροκυμάτων ή ραδιοκυμάτων (Σταμόπουλος, 1990).

Ως μέσο απεντόμωσης ορισμένων γεωργικών προϊόντων η θερμότητα δίνει πολύ καλά αποτελέσματα. Η ευαισθησία των εντόμων στις υψηλές θερμοκρασίες ποικίλλει, αλλά κανένα έντομο δεν μπορεί να επιζήσει για πολύ αν εκτεθεί σε θερμοκρασίες 60-65 °C. Στην πράξη χρησιμοποιούνται θερμοκρασίες 52-55°C για χρονικό διάστημα 3 έως 24 ωρών.

1.4.2.2 Χρήση των χαμηλών θερμοκρασιών. Η χρήση χαμηλών θερμοκρασιών για την αντιμετώπιση εντόμων αποθηκών είναι αποτελεσματική και εκτός της καθαυτής καταπολέμησης δεν επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα των προϊόντων και δεν επιδρά στην αύξηση των μετασυλλεκτικών απωλειών (αύξηση αναπνοής, ανάπτυξη μυκητολογικών προσβολών κ.α.).

Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη ότι:

- Τα έντομα παρουσιάζουν διαφορετική αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες σε κάθε στάδιο ανάπτυξής τους.
- Δύνανται να εγκλιματιστούν σε αυτές, με διαδικασία σταδιακής μείωσης της θερμοκρασίας.
- Υπάρχουν έντομα που μπορούν να επιβιώσουν σε θερμοκρασίες -15°C έως -20°C .
- Οι χρόνοι εφαρμογής των χαμηλών θερμοκρασιών είναι αντιστρόφως ανάλογοι της θερμοκρασίας που θα εφαρμόσουμε (Gilesi, 1988).

Στάδιο Ανάπτυξης Εντόμου	Θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$)	Χρόνος Έκθεσης (Hrs)
Ακμαία & Προνύμφες	-10	24-30
Ακμαία & Προνύμφες	-15	10-20
Ακμαία & Προνύμφες	-20	10-12
Πούπες, αυγά, Ανθεκτικά Είδη	-10	30-48
Πούπες, αυγά, Ανθεκτικά Είδη	-15	20-40
Πούπες, αυγά, Ανθεκτικά Είδη	-20	12-13

Πίνακας 3. Σχέση χρόνου έκθεσης, σταδίου ανάπτυξης και χαμηλών θερμοκρασιών (προσαρμογή από Gilesi, 1988)

1.4.2.3 Ελεγχόμενη ατμόσφαιρα. Με την ρύθμιση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας επιδιώκεται η δημιουργία δυσμενούς περιβάλλοντος για την επιβίωση των εντόμων, αλλά και των μυκήτων. Προς αυτή την κατεύθυνση πραγματοποιείται πρόσθεση CO_2 και N_2 , ή αφαίρεση O_2 ή συνδυασμούς αυτών. Επίσης, η επέμβαση στην σχετική υγρασία και η μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης έχει θετικά αποτελέσματα στην καταπολέμηση των εντόμων αποθηκών. Σε πειράματα με *T. confusum*, *T. castaneum* και *O. surinamensis* αυξήθηκε η θνησιμότητα των δύο πρώτων εντόμων από 3% σε

98% και σε 40% για το τρίτο, όταν μειώθηκε η σχετική υγρασία σε 9% από 68% και η συγκέντρωση N₂ αυξήθηκε στο 99% (Jay et al., 1971).

1.4.2.4 Χρήση ακτινοβολίας. Οι ιονίζουσες ακτινοβολίες μπορεί να χρησιμοποιηθούν εναντίον εντόμων που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα κατά δύο τρόπους: είτε εφαρμοζόμενες κατευθείαν στα προσβεβλημένα προϊόντα, είτε χρησιμοποιούμενες για να στείρωσουμε τα έντομα, με αντικειμενικό σκοπό τη βαθμιαία μείωση των πληθυσμών τους. Η δεύτερη περίπτωση δεν βρήκε αποτελέσματα στα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα διότι ακόμα και στείρωμένα να είναι τα έντομα εξακολουθούν να προκαλούν ιδιαίτερες ζημιές στα προϊόντα. Επίσης, ακόμα και η παρουσία των εντόμων αποτελεί προσβολή σε αυτά, ανεξάρτητα από τη δυνατότητα παραγωγής απογόνων.

Δύο τύποι ακτινοβολίας έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα για απεντόμωση προϊόντων. Η πρώτη αναφέρεται στην ακτινοβολία γ που παράγεται από ραδιενεργά ισότοπα (Co-60 και Cs-137) και η δεύτερη στα ηλεκτρόνια υψηλής ταχύτητας, εκπεμπόμενα από θερμαινόμενη κάθοδο και επιταχυνόμενα σε ένα ηλεκτρικό πεδίο. Η ακτινοβολία γ είναι πιο αποτελεσματική γιατί έχει πολύ μεγαλύτερη ικανότητα διείσδυσης ακόμα και για την αντιμετώπιση διαφόρων μικροβίων (Σταμόπουλος, 2013).

1.4.2.5 Γη διατόμων. Η γη διατόμων αποτελείται από κοιτάσματα απολιθωμένων διατόμων (μονοκύτταρα φύκη) που περιέχουν κυρίως διοξείδιο του πυριτίου (SiO₂). Ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος, απαιτούνται διαφορετικές δόσεις εφαρμογής ώστε να επιτευχθούν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Έτσι λιγότερη συγκέντρωση απαιτείται στο αποφλοιωμένο ρύζι από ότι στο μη αποφλοιωμένο και μικρότερη συγκέντρωση στο κριθάρι από ότι στο σκληρό σιτάρι. Υπάρχουν διαφορετικοί βαθμοί ευαισθησίας ανάλογα με το είδος του εντόμου. Ενδεικτικά, τα παρακάτω έντομα παρουσιάζουν την εξής ευαισθησία (από το λιγότερο στο περισσότερο ανθεκτικό): *Cryptolestes spp.* > *Oryzaephilus spp.* > *Sitophilus spp.* > *Tribolium spp.* > *R. dominica* (Σταμόπουλος, 2013).

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η μη τοξικότητα στα θηλαστικά και η σταθερότητα της ουσίας. Αντίθετα, τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι η αδυναμία καταπολέμησης των εντόμων που ήδη έχουν εισέλθει στους σπόρους, η μείωση του εκατολιτρικού βάρους των σπόρων, η παρουσία ανεπιθύμητης σκόνης στα προϊόντα, καθώς και ο διαφορετικός βαθμός εντομοτοξικότητας ανάλογα με τη γεωλογική προέλευση του ορυκτού (Σταμόπουλος, 2013).

1.4.3 Βιολογικά μέσα

Με τις βιολογικές μεθόδους καταπολέμησης ο έλεγχος των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων έχει εστιασθεί στην χρήση φυσικών εχθρών, βακτηρίων.

1.4.3.1 Φυσικοί Εχθροί. Οι φυσικοί εχθροί διακρίνονται στα αρπακτικά, τα παρασιτοειδή και τα παθογόνα. Αρπακτικό είναι κυρίως ένα έντομο ή ένας άλλος οργανισμός του ζωικού βασιλείου, το οποίο ζει ελεύθερα καθ' όλη την διάρκεια της ζωής του, είναι συνήθως μεγαλύτερο σε μέγεθος από την λεία του και για να συμπληρώσει την ανάπτυξη του απαιτούνται περισσότερα του ενός άτομα από την λεία του (Λυκουρέσης, 1995). Για παράδειγμα, εναντίον Λεπιδοπτέρων και Κολεοπτέρων αποθηκών χρησιμοποιήθηκαν αρπακτικά από την οικ. Anthocoridae, όπως το *Xylocoris flavipes*, τα οποία αποδείχτηκαν ικανά στο να ελέγξουν τους πληθυσμούς των βλαβερών ειδών.

Παρασιτοειδές θεωρείται ένα έντομο το οποίο έχει συνήθως, όχι πάντοτε, το ίδιο μέγεθος με τον ξενιστή του, και απαιτεί ένα μόνο ξενιστή για να συμπληρώσει την ανάπτυξή του, τον οποίο και θανατώνει (Λυκουρέσης, 1995). Η αδυναμία τους να εισέρχονται στην μάζα του αποθηκευμένου προϊόντος, αποτέλεσε ανασταλτικό παράγοντα για εφαρμογή ευρείας κλίμακας στις αποθήκες.

1.4.3.2 Παρεμπόδιση Σύζευξης Φύλλων. Οι Camilla et al. (2001) απέδειξαν ότι για πληθυσμούς του είδους *Plodia interpunctella* Hübner (Λεπιδόπτερα, Pyralidae) μεγέθους από 0,32 έως 0,96 άτομα/m², η επιτυχία της παρεμπόδισης ανέρχεται στο 93% με την χρήση συνθετικής φερομόνης.

1.4.4 Χημικά μέσα

Η χρήση των χημικών ουσιών αποτελεί τον κύριο τρόπο αντιμετώπισης των εντόμων αποθηκών, σε σχέση με τους προαναφερθέντες τρόπους (μηχανικά, φυσικά και βιολογικά μέσα). Επιπροσθέτως, τα χημικά μέσα είναι τα μόνα που μπορούν να αντιμετωπίσουν μεγάλο αριθμό επιβλαβών εντόμων αποθηκών.

Οι χημικές ενώσεις αναλόγως της δομής και της προέλευσής τους διακρίνονται σε ανόργανες (ενώσεις αρσενικού, βορίου και ψευδαργύρου, θειούχες και φωσφορούχες ενώσεις κα) και οργανικές ενώσεις (οργανοφωσφορικές ενώσεις, καρβαμιδικά, πυρεθρινοειδή, νεονικοτινοειδή κα).

Για την αντιμετώπιση των εντόμων αποθηκών χρησιμοποιούνται κυρίως οργανικές συνθετικές εντομοκτόνες ουσίες. Κάποιες ανόργανες ενώσεις που χρησιμοποιήθηκαν

κατά κόρον τα προηγούμενα χρόνια χρησιμοποιούνται και σήμερα σε ειδικές περιπτώσεις, όπως το $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (βόρακας) και το H_3BO_3 (βορικό οξύ). Από τα χημικά μέσα χρησιμοποιούνται κυρίως τα πυρεθροειδή, τα οργανοφωσφορικά και τα νεονικοτινοειδή.

Τα εντομοκτόνα για να είναι κατάλληλα για την προστασία των αποθηκευμένων σπόρων, πρέπει να πληρούν τις εξής κύριες προϋποθέσεις:

- Να έχουν μακρά υπολειμματική δράση και να προκαλούν άμεση κατάρριψη των ακμαίων.
- Να έχουν χαμηλή τοξικότητα σε θερμόαιμα ζώα.
- Να μην αφήνουν τοξικά υπολείμματα στα γεωργικά προϊόντα και τα υποπροϊόντα τους.
- Να μην προκαλούν αλλοιώσεις ποιοτικής φύσεως στα προϊόντα (Σταμόπουλος, 2013).

1.4.5 Αποτελεσματικότητα Χημικών Μέσων

Η αποτελεσματικότητα των δραστικών ουσιών που χρησιμοποιούνται εναντίον εντόμων που προσβάλλουν αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα και τρόφιμα μπορεί να επηρεαστεί από τους παρακάτω παράγοντες:

1.4.5.1 Θερμοκρασία. Γενικά, όσο σε ένα χώρο αυξάνει η θερμοκρασία τόσο η δραστικότητα του εντομοκτόνου ελαττώνεται λόγω χημικής διάσπασης της δραστικής ουσίας. Συνεπώς, η υπολειμματική δράση των εντομοκτόνων μειώνεται πολύ γρηγορότερα το καλοκαίρι που μέσα στις αποθήκες επικρατούν συνήθως σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Αποτελέσματα αυτού του γεγονότος είναι να γίνονται συχνότερες χημικές επεμβάσεις σε τέτοιους χώρους, ενώ αντίθετα σε χώρους που κλιματίζονται ο αριθμός των επεμβάσεων είναι μικρότερος.

1.4.5.2 Σχετική υγρασία. Υψηλά ποσοστά σχετικής υγρασίας επηρεάζουν αρνητικά τη δράση των σκευασμάτων που εφαρμόζονται με επίπαση. Όταν μάλιστα υπάρχει πολύ υψηλή σχετική υγρασία η δραστική ουσία αδρανοποιείται τελείως.

1.4.5.3 Εργασίες καθαρισμού των εγκαταστάσεων. Όταν σε εγκαταστάσεις που έχουν εφαρμοστεί εντομοκτόνες ουσίες για προστασία από έντομα γίνονται συχνά εργασίες καθαρισμού, τότε η απομάκρυνση των εφαρμοζόμενων εντομοκτόνων πρέπει

να θεωρείται βέβαιη και γι' αυτό στις περιπτώσεις αυτές η χρησιμοποίηση εντομοκτόνου με μεγάλη υπολειμματική διάρκεια και δράση δεν θα πρέπει να λαμβάνει χώρα.

1.4.5.4 Χημικές και φυσικές ιδιότητες των εντομοκτόνων. Κάθε εντομοκτόνο έχει το δικό του φάσμα δράσης, τη δική του τοξικότητα και το δικό του χρόνο υπολειμματικής δράσης. Άλλα πάλι εντομοκτόνα είναι σταθερά σε ορισμένα περιβάλλοντα και pH ενώ άλλα διασπώνται εύκολα. Οι πυρεθρίνες π.χ. έχουν σχετικά μικρή διάρκεια δράσης, ενώ το malathion μπορεί να παραμείνει ενεργό για πολλές εβδομάδες ή και μήνες.

1.4.5.5 Διαθεσιμότητα των εντομοκτόνων. Μέσα στους αποθηκευτικούς χώρους είναι δυνατόν πολλές φορές τα έντομα να μην μπορούν να έρθουν σε επαφή με τις εφαρμοζόμενες χημικές ουσίες γιατί αυτές καλύπτονται από σκόνη, φυτικά υπολείμματα κλπ. Στις περιπτώσεις αυτές είναι φυσικό η αποτελεσματικότητα μιας εντομοκτόνου επέμβασης να ελαττώνεται ή και να εκμηδενίζεται.

1.4.5.6 Επιφάνειες όπου εφαρμόζεται το εντομοκτόνο. Τα υλικά των επιφανειών πάνω στις οποίες εφαρμόζεται ένα εντομοκτόνο είναι συχνά υπεύθυνα για την γρήγορη διάσπαση του, ενώ αντίθετα υπάρχουν μερικές περιπτώσεις, όπου το υπόστρωμα απορροφά το εντομοκτόνο και το βοηθάει στην σταδιακή διάχυσή του στο χώρο.

1.4.5.7 Συχνή χρήση της ίδιας δραστικής ουσίας. Η επανειλημμένη χρήση του ίδιου εντομοκτόνου για μακρύ χρονικό διάστημα είναι πολύ πιθανό να προκαλέσει εθισμό στα έντομα κι έτσι ένα εντομοκτόνο που για ένα χρονικό διάστημα δίνει καλά αποτελέσματα να έχει μικρή αποτελεσματικότητα. Γι αυτό το λόγο, θα πρέπει τα εντομοκτόνα να εναλλάσσονται (Σταμόπουλος, 2013).

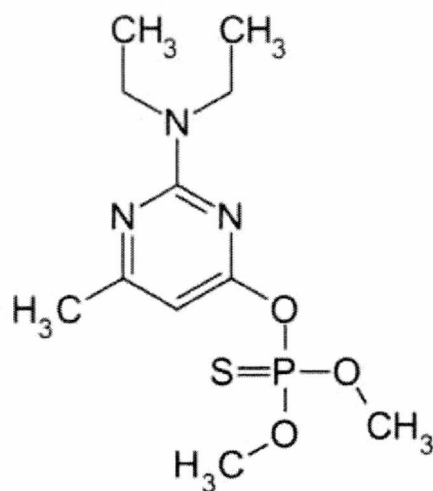
1.4.6 Οργανικές Ενώσεις

1.4.6.1 Οργανοφωσφορικά Προϊόντα

Οι οργανοφωσφορικές ενώσεις περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία οργανικών ενώσεων, παραγώγων του φωσφορικού οξέος και χρησιμοποιούνται συχνά και για την καταπολέμηση των εντόμων και ακάρεων. Τα οργανοφωσφορικά προϊόντα αντικατέστησαν πλήρως τα οργανοχλωριωμένα και χαρακτηρίζονται από υψηλή εντομοκτόνο δράση, ευρύ φάσμα δράσης, μικρή υπολειμματική διάρκεια και γρήγορη αποικοδόμηση σε δευτερογενείς μεταβολίτες μη τοξικούς για τον άνθρωπο (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010). Επιπροσθέτως η κίνηση στο περιβάλλον θεωρείται πρακτικά αμελητέα, αφού προσροφώνται από τα κολλοειδή του εδάφους.

Οι ενώσεις αυτές παρεμβαίνουν στη δράση του ενζύμου ακετυλοχολινεστεράση που βρίσκεται στις χολινεργικές συνάψεις του κεντρικού νευρικού συστήματος. Η ακετυλοχολινεστεράση καταλύει τη μετατροπή της ακετυλοχολίνης σε χολίνη προκαλώντας τον τερματισμό του νευρικού ερεθίσματος, μετά το πέρασμά του από το ένα νεύρο στο άλλο. Τα σκευάσματα που εμποδίζουν τη δράση της ακετυλοχολινεστεράσης προκαλούν συνεχή διέγερση των νεύρων με αποτέλεσμα σπασμούς, αδυναμία ελέγχου των κινήσεων και θάνατο (Γιαννοπολίτης, 2005). Μεταξύ πολλών δραστικών ουσιών στις οργανοφωσφορικές ενώσεις συγκαταλέγονται και τα pirimiphos- methyl και pirimiphos- ethyl.

1.4.6.1.1 Pirimiphos-methyl. Το Pirimiphos-methyl (εμπορικό όνομα Actellic) είναι ένα από τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα εντομοκτόνα σε παγκόσμιο επίπεδο. Είναι οργανοφωσφορική ένωση, με εντομοκτόνο δραστηριότητα ευρέους φάσματος (Redlinger et al., 1988). Εκτός της χρήσης του σε έντομα καλλιεργειών και εντόμων αποθηκών χρησιμοποιείται και εναντίον Διπτέρων και Ορθοπτέρων σε χώρους στάβλισης παραγωγικών ζώων. Το εν λόγω σκεύασμα είναι κατά 10 φορές λιγότερο τοξικό στα θηλαστικά από ότι το Pirimiphos-ethyl (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010).



Εικόνα 26. Μόριο δραστικής ουσίας pirimiphos methyl

Γενικά, αναμένεται ότι το pirimiphos-methyl θα πρέπει να είναι πιο τοξικό για τα θηλαστικά από τις νεότερες ενώσεις, όπως τα πυρεθροειδή ή τις σπινοσίνες. Πολλές από αυτές τις εναλλακτικές ενώσεις έχουν αξιολογηθεί ως προστατευτικά των σιτηρών. Ωστόσο, πρόσφατες μελέτες σαφώς δείχνουν ότι το pirimiphos-methyl είναι εξαιρετικά

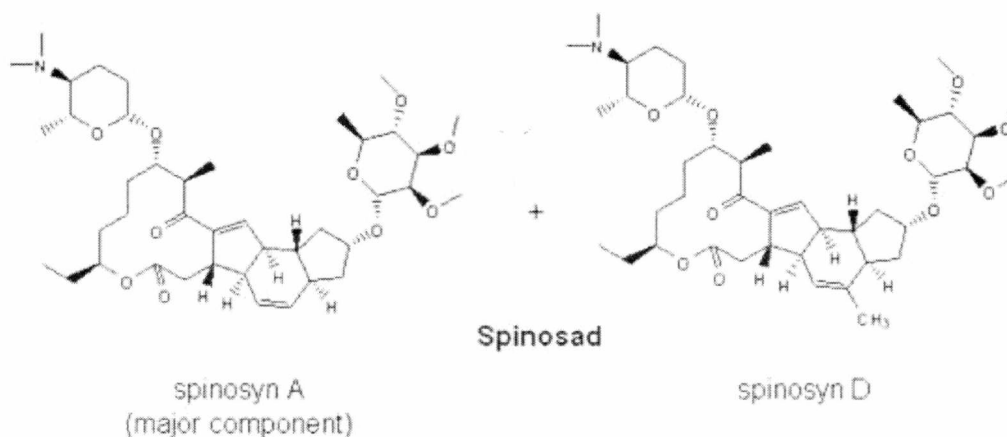
αποτελεσματικότερο από άλλες πρόσφατα ανακαλυφθείσες ενώσεις. Για παράδειγμα, οι Athanassiou et al. (2009b) διαπίστωσαν ότι για τον αραβόσιτο το pirimiphos-methyl ελέγχει πλήρως πέντε είδη Ψωκοπτέρων (Psocoptera), όταν άλλα εντομοκτόνα ήταν αναποτελεσματικά.

Επιπλέον, οι Fang et al. (2002) βρήκαν ότι το spinosad (δευτερογενείς μεταβολίτες του ακτινομύκητα *Saccharopolyspora spinosa*) δεν ήταν αποτελεσματικό εναντίον του *T. castaneum*, το οποίο μπορεί να ελεγχθεί αποτελεσματικά από το pirimiphos-methyl. Επίσης, το pirimiphos-methyl ήταν πιο αποτελεσματικό κατά του *S. granarius*, σε σύγκριση με άλλα οργανοφωσφορικά, όπως τα malathion ή το dichlorvos (Kljajic and Peric, 2007a).

Η επίδραση του pirimiphos-methyl αξιολογήθηκε εναντίον ακμαίων των *S. granarius*, *S. oryzae*, *R. dominica*, *T.confusum*, *O. surinamensis* και *P. truncatus*. Το pirimiphos-methyl εφαρμόστηκε σε πέντε δόσεις (0,5, 1, 2, 3 και 4 ppm) ενώ η θνησιμότητα των εντόμων αξιολογήθηκε μετά από 1, 2, 7, 14 και 21 μέρες (Rumbos et al., 2013). Τα είδη του γένους *Sitophilus* ήταν ιδιαίτερα ευαίσθητα καθώς καταγράφηκε θνησιμότητα 100 % στην δόση 1 ppm μετά από 7 μέρες έκθεσης (Rumbos et al., 2013).

1.4.6.2 Σπινোসίνες

1.4.6.2.1 Spinosad. Έχει βιολογική προέλευση και προκαλεί σε σύντομο χρονικό διάστημα μια έντονη και συνεχή υπερδιέγερση του νευρικού συστήματος των εντόμων που οδηγεί στην εξάντληση και τελικά στον θάνατο, ο οποίος λαμβάνει χώρα μέσα σε 1–7 ημέρες, ανάλογα με το είδος του εντόμου και τις συνθήκες έκθεσης (Hertlein et al. 2011). Το spinosad έχει δυο δραστικές, την spinosyn A και την spinosyn D, οι οποίες είναι προϊόντα μεταβολισμού ενός βακτηρίου του εδάφους που ανήκει στους ακτινομύκητες, του *Saccharopolyspora spinosa*. Δρα ως εντομοκτόνο στομάχου ενώ ως τώρα δεν έχουν αναφερθεί φαινόμενα ανθεκτικότητας, τουλάχιστον για τα έντομα αποθηκών.



Εικόνα 27. Μόριο spinosad

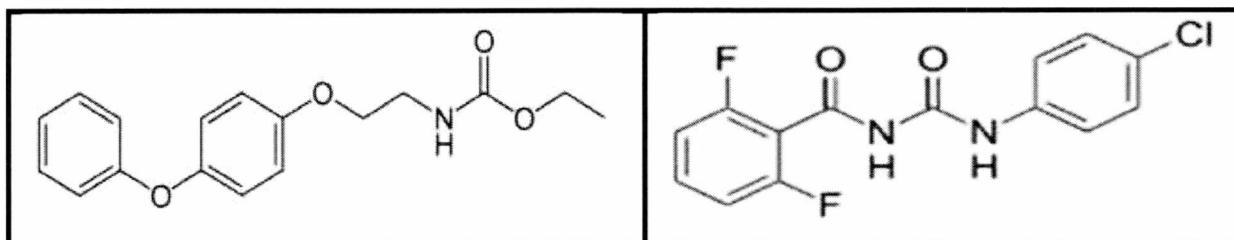
Το spinosad έχει εξαιρετική δραστικότητα έναντι εντόμων αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων, ιδίως στο τσιμέντο, και έχει δυνατότητες για εφαρμογή υπολειμματικών ψεκασμών σε επιφάνειες για τον έλεγχο εντόμων σε αποθήκες, εγκαταστάσεις επεξεργασίας τροφίμων, και καταστήματα λιανικής πώλησης (Michael et al., 2003).

1.4.6.3 Ρυθμιστές ανάπτυξης

Οι ρυθμιστές ανάπτυξης διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- του μιμητές νεανικής ορμόνης
- τους αναστολείς συνθέσεως της χιτίνης και
- τους «ανταγωνιστές της εκδυσόνης».

Στην πρώτη κατηγορία ανήκει το fenoxycarb, ενώ στην δεύτερη το diflubenzuron. Εντομοκτόνα με αυτή την δράση έχουν χρησιμοποιηθεί με πολύ καλά αποτελέσματα εναντίον Κολεοπτέρων όπως τα *T. confusum*, *T. castaneum*, *S. granarius*, *O. surinamensis* (Μπουχέλος, 1996).



Εικόνα 28. Μόριο fenoxycarb (αριστερά) όριο diflubenzuron (δεξιά).

1.4.6.4 Καπνιστικά αέρια

Μία μέθοδος ευρείας κλίμακας για την καταπολέμηση των εντόμων αποθηκών είναι η εφαρμογή εντομοκτόνων τα οποία σε κατάλληλες θερμοκρασίες μπορούν να υπάρχουν σε αέρια μορφή και σε τέτοιες συγκεντρώσεις που να είναι θανατηφόρες για τα έντομα (Σταμόπουλος, 2008). Αυτά είναι τα γνωστά ατμίζοντα ή καπνιστικά. Τα ατμίζοντα εντομοκτόνα βρίσκουν εφαρμογή στην αντιμετώπιση εντομολογικών προβλημάτων σε αποθηκευτικούς χώρους, καθώς και σε χώρους παρασκευής ή επεξεργασίας φυτικών και ζωικών προϊόντων.

Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι ότι εξαπλώνονται και διεισδύουν πολύ γρήγορα σε διάφορες θέσεις και χώρους. Η εφαρμογή τους είναι ένας τομέας δύσκολος και πολύ επικίνδυνος γι' αυτό χρειάζεται ειδικευμένο προσωπικό για την αποφυγή ατυχημάτων. Η εφαρμογή τους θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή και τηρώντας τις οδηγίες χρήσεως.

Με την εφαρμογή των καπνιστικών εντομοκτόνων επιτυγχάνεται η θανάτωση όλων των σταδίων (ακόμα και αυγών) και όλων των ειδών από τα έντομα αποθηκών, χωρίς επικίνδυνα υπολείμματα για την υγεία των καταναλωτών.

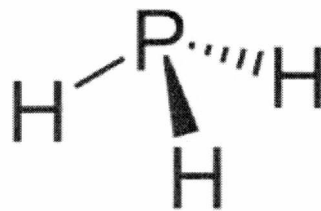
Το κύριο μειονέκτημά τους επικεντρώνεται στο ότι είναι πολύ επικίνδυνα για τον άνθρωπο. Ο κίνδυνος της ανάφλεξης (έκρηξης) είναι ένα άλλο πρόβλημα, το οποίο για να προκληθεί θα πρέπει η συγκέντρωση των ατμών του καπνογόνου να φτάσει μια οριακή τιμή (Σταμόπουλος, 2008). Η προϋπόθεση για μια επιτυχημένη εφαρμογή των καπνιστικών εντομοκτόνων είναι η στεγανότητα του χώρου, ο οποίος δεν θα πρέπει να έχει ανοίγματα και ρωγμές. Η διείσδυση των καπνιστικών εντομοκτόνων μέσα στο σώμα του εντόμου γίνεται κυρίως μέσω του αναπνευστικού συστήματος και μέσω διάχυσης του χιτινικού περιβλήματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προσβάλλουν το νευρικό και το αναπνευστικό σύστημα των εντόμων, προκαλώντας τελικά το θάνατο τους.

Η ευαισθησία των εντόμων απέναντι σε ένα καπνιστικό εντομοκτόνο εξαρτάται από το είδος του εντόμου και το στάδιο που βρίσκεται. Γενικά, οι νύμφες και τα αυγά είναι πιο ανθεκτικά στάδια ανάπτυξης σε σχέση με τα ακμαία και τις προνύμφες.

1.4.6.4.1 Φωσφίνη (PH₃)

Πρόκειται για ένα άχρωμο, πολύ τοξικό αέριο, με οσμή ασετιλίνης ή σκόρδου και σημείο ζέσεως -87.4°C. Είναι ένα δηλητήριο που δεν προκαλεί χρόνια δηλητηρίαση

αλλά μόνο οξεία, χωρίς να υπάρχει κάποιο αντίδοτο, γι' αυτό θα πρέπει να τηρούνται όλες οι προφυλάξεις κατά την εφαρμογή της.



Εικόνα 29. Στερεοχημική δομή PH₃

Ορισμένα είδη έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα στην φωσφίνη, για παράδειγμα, σε μία μελέτη που έγινε στην Βραζιλία οι πληθυσμοί του σκαθαριού του αραβοσίτου, *S. zeamais*, 20 από τους 22 πληθυσμούς που εξετάστηκαν ήταν ανθεκτικοί στην φωσφίνη (Pimentel et al., 2009). Οι διάφορες μορφές στις οποίες διατίθεται η φωσφίνη αναφέρονται στην συνέχεια.

1.4.6.4.1.1 Δισκία (tablets). Είναι σκευάσματα με την μορφή χαπιών διαμέτρου περίπου 2 cm που ζυγίζουν 3 g και αποδίδουν 1 g φωσφίνης μετά την πλήρη αντίδραση. Περιέχουν 57% καθαρό φωσφορούχο αργίλιο (AIP) ενώ το υπόλοιπο είναι διάφορα συστατικά που μετριάζουν την ευφλεκτότητά της. Χρησιμοποιούνται για την απεντόμωση άδειων αποθηκευτικών χώρων, αποθηκευμένων προϊόντων σε ντάνες ή σε χύμα σπόρους με την βοήθεια σόντας. Το μειονέκτημα τους στην τελευταία περίπτωση είναι ότι στο προϊόν παραμένει ένα μέρος του AIP που δεν αντιδρά συνήθως πλήρως (2%), όπως επίσης και τα προϊόντα αντίδρασης τα οποία βέβαια δεν είναι τοξικά αλλά δεν παύουν να θεωρούνται υπολείμματα. Το μειονέκτημα αυτό μπορεί να αποφευχθεί με τη χρησιμοποίηση φακέλων φωσφίνης ή κουβερτών (Σταμόπουλος, 2013).

1.4.6.4.1.2 Σφαιρίδια (pellets). Χρησιμοποιούνται κυρίως για απεντόμωση σε σιλό, όπως επίσης για αντιμετώπιση επιβλαβών τρωκτικών στους αγρούς. Χρησιμοποιούνται σε χώρους όπου θέλουμε οι εργασίες απεντόμωσης να γίνουν γρήγορα χωρίς να υπάρξουν καθυστερήσεις.

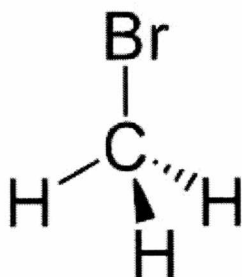
1.4.6.4.1.3 Σακίδια ή Φάκελοι (fumigants bags). Το περίβλημα είναι ορατό στους υδρατμούς και ρυθμίζει κατάλληλα την σταδιακή απελευθέρωση του αερίου. Τα πλεονεκτήματα των σακιδίων είναι ότι προσφέρουν ασφάλεια των χειρισμών και ότι δεν

παραμένουν υπολείμματα μέσα στα προϊόντα. Τέλος, μπορεί η απελευθέρωση του τοξικού αερίου αρχικά μεν να καθυστερεί, αλλά διατηρείται σε υψηλά επίπεδα επί αρκετό χρονικό διάστημα σε σχέση πάντα με τα άλλα δύο περιγραφέντα σκευάσματα.

1.4.6.4.1.4 Κουβέρτες (bag blanket). Πρόκειται για μια άλλη μορφή κυκλοφορίας των σακιδίων, τα οποία στην περίπτωση αυτή είναι κλεισμένα μεταξύ δύο στενόμακρων φύλλων ειδικής χάρτινης ταινίας μήκους 4,5 cm και πλάτους 20 cm. Σε κάθε κουβέρτα περιέχονται 100 σακίδια, δηλαδή 3,5 Kg σκευάσματος που αποδίδουν 1,2 κιλά περίπου τοξικού αερίου. Πλεονεκτούν στο ότι εφαρμόζονται σε σύντομο χρονικό διάστημα και επιτυγχάνουν οικονομία εργατικών. Οι χώροι στους οποίους εφαρμόζονται οι κουβέρτες πρέπει να κλείνονται ερμητικά (Σταμόπουλος, 2008).

1.4.6.4.2 Βρωμιούχο μεθύλιο (CH₃Br)

Είναι ένα καπνιστικό εντομοκτόνο με πολύ καλές ιδιότητες, καλή αποτελεσματικότητα, ζωτικής σημασίας για την προστασία της αγροτικής παραγωγής στο παρελθόν, με εφαρμογή σε πολλά γεωργικά προϊόντα χωρίς δυσμενείς παρενέργειες. Το βρωμιούχο μεθύλιο είναι πολύ αποτελεσματικό εναντίον όλων των σταδίων των αρθροπόδων των αποθηκευμένων προϊόντων. Το συγκεκριμένο μπορεί να δράσει και σε χαμηλές θερμοκρασίες, έως και -10°C.



Εικόνα 30. Στερεοχημική δομή του μορίου του Βρωμιούχου Μεθυλίου (CH₃Br)

Το βρωμιούχο μεθύλιο χαρακτηρίστηκε ως ουσία που καταστρέφει το όζον της ατμόσφαιρας, καταστρέφοντας το στρώμα που εμποδίζει την υπεριώδη ακτινοβολία να φτάσει στην επιφάνεια της γης. Το 1992 συμπεριλήφθηκε στην λίστα των υπό έλεγχο ουσιών του πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ και αποφασίστηκε η σταδιακή μείωση της παραγωγής του, ώστε το 2005 να πάψει να χρησιμοποιείται στις αναπτυγμένες χώρες

και το 2015 να σταματήσει η χρησιμοποίησή του στις αναπτυσσόμενες χώρες (Σταμόπουλος, 2013).

1.4.6.4.3 Υδροκυάνιο (HCN)

Είναι ένα ισχυρό δηλητήριο για τα έντομα αποθηκών, τα φυτά και τον άνθρωπο και γι' αυτό πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή και από πεπειραμένα άτομα τα οποία να τηρούν τους κανόνες ασφάλειας αφού είναι εξαιρετικά εύφλεκτο. Η εντομοτοξικότητα του ελαττώνεται ταχέως όταν τα προϊόντα είναι υγρά, λόγω της μεγάλης υδατοδιαλυτότητας του, οπότε δεν θεωρείται κατάλληλο για απεντόμωση σιτηρών, άλευρα και υδαρή προϊόντα. Σήμερα η χρήση του έχει περιοριστεί.



Εικόνα 31. Το μόριο του υδροκυανίου

1.4.6.4.4 Καρβονυλικό σουλφίδιο (COS)

Το COS χρησιμοποιείται κυρίως στην Αυστραλία και εφαρμόζεται σε σπόρους και σε ξύλο για τα ξυλοφάγα έντομα. Προκαλεί το θάνατο όλων των σταδίων που βρίσκονται εκτός των σπόρων σε συγκέντρωση 25 mg/l. Είναι αποτελεσματικό για τα έντομα και τα ακάρεα αποθηκευμένων προϊόντων, ενώ είναι τοξικό για τα θηλαστικά.

1.4.6.5 Πυρεθροειδή

Τα πυρεθρινοειδή ή συνθετικές πυρεθρίνες είναι παράγωγες ενώσεις της φυσικής χημικής ένωσης «Πυρεθρίνη Ι», η οποία παραλαμβάνεται από τις ταξιανθίες του *Chrysanthemum cinerariaefolium*, κοινώς χρυσάνθεμο. Το 1973 ο Elliot και οι συνεργάτες του στο Rothamsted Experimental Station, συνθέσανε τα πρώτα πυρεθρινοειδή. Τα χρόνια που μεσολάβησαν ανακαλύφθηκαν σημαντικά πυρεθρινοειδή, όπως τα cypermethrin, deltamethrin κα. Στα πλεονεκτήματα των πυρεθρινοειδών συγκαταλέγονται η διάσπαση στον ανθρώπινο οργανισμό σε μη τοξικά παράγωγα (πρακτικά ακίνδυνα), η μη εμφάνιση του προβλήματος της βιοσυσσώρευσης (παρόλο τον έντονο λιπόφιλο χαρακτήρα τους), η δυνατότητα εφαρμογής μικρών

δόσεων και η φωτοσταθερότητα και κατά συνέπεια μεγάλη υπολειμματική διάρκεια. Τα πυρεθροειδή εμπίπτουν στην κατηγορία των εντομοκτόνων με χαμηλή τοξικότητα στα θηλαστικά και φαίνεται να είναι μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση των οργανοφωσφορικών (Arthur, 1996).

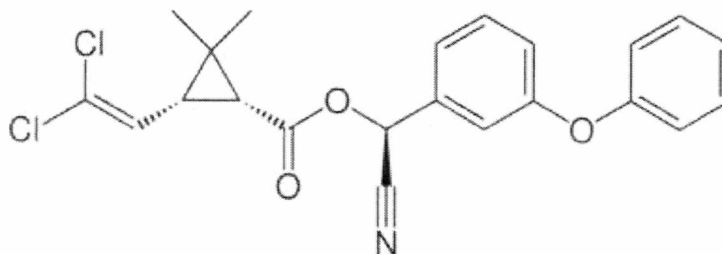
Τα πυρεθροειδή παρεμποδίζουν τις διαύλους νατρίου, πρωτεΐνες που βρίσκονται κατά μήκος των νευραξόνων. Με το άνοιγμα και κλείσιμο τους ρυθμίζεται η έναρξη και ο τερματισμός της μετάδοσης νευρικών ερεθισμάτων μέσω της ροής ιόντων νατρίου και καλίου. Οι πυρεθρίνες που δρουν στη θέση αυτή εμποδίζουν το κλείσιμο των διαύλων νατρίου προκαλώντας συνεχή μετάδοση ερεθισμάτων, υπερδιέγερση του νευρικού συστήματος, σπασμούς και θάνατο (Γιαννοπολίτης, 2005).

Αρκετά πυρεθροειδή έχουν δοκιμαστεί με επιτυχία σε διάφορα είδη εντόμων στα αποθηκευμένα προϊόντα, και μερικά από αυτά έχουν εγγραφεί για άμεση χρήση στα προϊόντα (White and Leesch, 1995; Arthur, 1996). Μεταξύ αυτών το alpha-cypermethrin, έχει αποδειχθεί ότι είναι αποτελεσματική κατά των εντόμων αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων σε σχετικά χαμηλή δόση (Athanassiou et al., 2004a,b). Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι το beta-cyfluthrin είναι αποτελεσματικό ενάντια σε δύο είδη που δοκιμάστηκαν. Οι Athanassiou et al. (2004a,b) σημείωσαν ότι 0,25 ppm του beta-cyfluthrin προκαλούν υψηλή θνησιμότητα στα ακμαία των *S. oryzae* και *T. confusum* σε μαλακό σιτάρι.

Επίσης το alpha-cypermethrin είναι αποτελεσματικότερο έναντι του νεονικοτινοειδούς thiamethoxam για την καταπολέμηση των *T. granarium* και *T. molitor* L (Coleoptera, Tenebrionidae), τόσο σε ακμαία άτομα όσο και στις προνύμφες τους (Athanassiou et al., 2014).

1.4.6.5.1 Alpha-cypermethrin. Η δραστική ουσία alpha-cypermethrin ανήκει στην ομάδα των πυρεθροειδών. Τα εντομοκτόνα που ανήκουν στην ομάδα αυτή χρησιμοποιούνται σε αρκετά μεγάλη κλίμακα για την καταπολέμηση εντόμων αποθηκών, γιατί παρουσιάζουν γρήγορη δράση και ικανότητα κατάρριψης (knockdown). Έχουν μεγάλο φάσμα δράσης εναντίον πολλών εντόμων και είναι σχετικά ακίνδυνα για τα θηλαστικά. Τα συνθετικά πυρεθροειδή (τέταρτη γενιά συνθετικών οργανικών εντομοκτόνων) έδωσαν καλά αποτελέσματα όπου χρησιμοποιήθηκαν εναντίον εντόμων αποθηκών ακόμη και με απευθείας ψεκασμό σε σπόρους σε συνδυασμό με την συνεργιστική ουσία πιπερονυλοβουτοξειδίο (piperonyl butoxide). Είναι εντομοκτόνα

επαφής και στομάχου, για την καταπολέμηση ιπτάμενων και ερπύων εντόμων καθώς και προνυμφικών σταδίων σε κατοικημένους χώρους.



Εικόνα 32. Μόριο δραστικής ουσίας alpha cypermethrin

Τα σκευάσματα με δραστική την alpha-cypermethrin, εφαρμόζονται με ψεκασμό στους χώρους αποθήκευσης. Καθώς δεν είναι διασυστηματικά εντομοκτόνα, θα πρέπει να γίνεται καλή διαβροχή των επιφανειών (τοιχώματα, δάπεδο, οροφή).

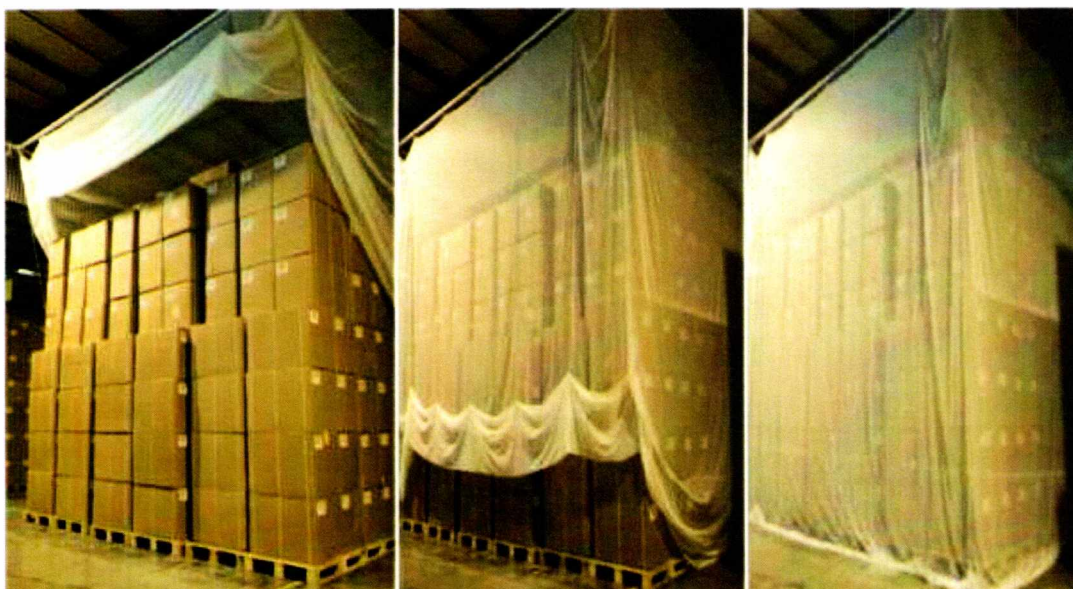
Αρκετοί ερευνητές έχουν μελετήσει την επίδραση του alpha-cypermethrin εναντίον των κυριότερων εντόμων αποθηκών (Athanassiou et al., 2004; 2015; Agrafioti et al., 2015). Χαρακτηριστικά, οι Athanassiou et al. (2015) μελέτησαν την επίδραση του alpha-cypermethrin σε ακμαία και προνύμφες των *T. granarium* και *T. molitor* και κατέδειξαν μεγάλη ευαισθησία στην εν λόγω δραστική των ακμαίων και των δύο εντόμων. Η Agrafioti et al. (2015) μελέτησε την επίδραση του alpha-cypermethrin σε ακμαία του εντόμου *O. surinamensis* σε δύο επιφάνειες, στο τσιμέντο και στο μέταλλο και ανέφερε ότι το σύνολο των εντόμων είχε θανατωθεί, μετά από έκθεση 5 ημερών στην δραστική ουσία και στις δύο επιφάνειες.

1.4.6.5.2 Εμβαπτισμένα δίχτυα. Εκτός της εφαρμογής με ψεκασμό στις επιφάνειες των χώρων αποθήκευσης της δραστικής alpha-cypermethrin, ενδιαφέρον παρουσιάζει και η χρήση δικτύων που είναι εμβαπτισμένα με τη δραστική alpha-cypermethrin (insect proof net). Τα δίχτυα έχουν διπλό τρόπο δράσης: μηχανικά, εμποδίζοντας τα έντομα να εισέλθουν στο προστατευόμενο προϊόν, και χημικά, ως μέσο θανάτωσης των εντόμων που έρχονται σε επαφή με αυτά (Biondi et al., 2015). Η χρήση των δικτύων αυτών συναντάται κυρίως σε αγροτικά προϊόντα μεγάλης αξίας, όπως είναι οι διάφορες ποικιλίες καπνού (Barley, Virginia).

Πριν την χρήση των δικτύων στα αποθηκευμένα προϊόντα, προηγείται η τοποθέτηση των παρελκόμενων συστημάτων (οδηγοί κίνησης δικτύων, ηλεκτρικά μοτέρ



Εικόνα 33. Κάλυψη προϊόντων καπνού με δίχτυα Carifend®. Νεκρά έντομα διακρίνονται αριστερά



Εικόνα 34. Τοποθέτηση δικτύων.

μετακίνησης κα) στην οροφή των χώρων αποθήκευσης. Η μετακίνηση των διχτυών μπορεί να είναι μηχανική ή ηλεκτρική.

Οι Msango and Longwe (2013) σε πειράματα στο Μαλάουι μελετήσανε την επίδραση εμποτισμένου με *a-cypermethrin* διχτυού (Carifend[®], BASF) εναντίον του κυριότερου εχθρού των καπνών, του *L. serricornis*, με απώτερο σκοπό την επιμήκυνση του χρόνου αποθήκευσης του καπνού. Το πείραμα διήρκησε 13 εβδομάδες και η παρακολούθηση του πληθυσμού των εντόμων πραγματοποιήθηκε με φερομονικές παγίδες (Serrico[®], Fuji Flavor Co., Tokyo, Japan). Τα αποτελέσματα στα οποία καταλήξανε ήταν ότι ήταν δυνατός ο έλεγχος του εντόμου σε ικανοποιητικό βαθμό (ολοκληρωμένη διαχείριση) και κατ' επέκταση η επιμήκυνση της αποθήκευσης του προϊόντος, ειδικά μετά από καπνισμό του χώρου αποθήκευσης με φωσφίνη.

Εκτός της προστασίας του καπνού, τα εμβαπτισμένα δίχτυα (impregnated nets) έχουν μελετηθεί εργαστηριακά και χρησιμοποιηθεί στην πράξη για την προστασία άλλων γεωργικών προϊόντων πέρα του καπνού, αλλά και ανθρώπων και οικόσιτων ζώων εναντίον εντόμων που μεταφέρουν επικίνδυνους ιούς, όσο και.

Η εφαρμογή εμποτισμένων διχτυών με πυρεθροειδή εναντίον ειδών κουνουπιών που μεταδίδουν την μαλάρια έδωσε ενθαρρυντικά αποτελέσματα, κυρίως σε περιοχές με μικρή ή μέση εξάπλωση της νόσου. Η τοποθέτηση των διχτυών πραγματοποιήθηκε γύρω και επάνω από τα κρεβάτια, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ένα φυσικό εμπόδιο μεταξύ των εντόμων και των ανθρώπων. Τα δίχτυα είχαν τόσο απωθητική όσο και εντομοκτόνο δράση, λόγω της ύπαρξης της δραστικής ουσίας (Bermejo and Veeken, 1992).

Επιπλέον, μελετήθηκε η επίδραση εμποτισμένων διχτυών με την δραστική ουσία *a-cypermethrin* στο μικρολεπιδόπτερο *Tuta absoluta* Mayrick (Lepidoptera, Gelechiidae) σε καλλιέργειες τομάτας, όπου τα αποτελέσματα έδειξαν την μείωση του αριθμού των αυγών που εναποθέτουν τα ακμαία, όταν εκτεθούν στην εμποτισμένη στο δραστική *alpha-cypermethrin* (Biond et al., 2015). Επίσης, χρήση εμποτισμένου διχτυού με τις δραστικές *lambda-cyhalothrin* και *permethrin* δοκιμάστηκε εναντίον του εντόμου *Lutzomyia longipalpis* Franca (Phycodidae, Phlebotominae) στους χώρους στέγασης παραγωγικών ζώων. Η συγκεκριμένη «μύγα της άμμου» μεταφέρει τον ιό της λείσμανίασης, καθώς απομυζά αίμα από τον ξενιστή, θέτοντας έτσι σε κίνδυνο περί τα 350 εκατομμύρια απασχολούμενους με τον τομέα της κτηνοτροφίας. Τα αποτελέσματα

έδειξαν ότι με την κάλυψη των επιφανειών με τα δίχτυα απώθησης εντόμων επετεύχθη καλύτερος έλεγχος για 12 μήνες, σε αντίθεση με τον ψεκάσμό των επιφανειών με τις ανωτέρω δραστικές ουσίες (Daniel and Hamilton, 2013). Ανάλογο πείραμα πραγματοποιήθηκε σε στάβλους μηρυκαστικών, με χρήση διχτυών ως «κουρτίνες», εμποτισμένων σε διάλυμα 1L cypermethrin (1%) εναντίον δύο μικρών εντόμων, των *Culicoides imicola* και *C. obsoletus* (Diptera, Ceratopogonidae), που προκαλούν κυρίως στα πρόβατα την ασθένεια γνωστή ως BT.

1.5 Σκοπός της παρούσας μελέτης

Σε αυτό το πλαίσιο, σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του εμποτισμένου με α -cypermethrin διχτυού Carifend[®] εναντίον των σημαντικότερων εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων. Σε μια πρώτη σειρά εργαστηριακών βιοδοκιμών αξιολογήθηκε η εντομοκτόνος δράση του Carifend[®] εναντίον εννέα ειδών εντόμων αποθηκών και συγκεκριμένα των *S. oryzae*, *S. granarius*, *S. zeamais*, *O. surinamensis*, *T. castaneum*, *T. confusum*, *P. truncatus*, *R. dominica* και *C. ferrugineus*. Επιπρόσθετα, σε μια δεύτερη σειρά βιοδοκιμών αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα σύντομων εκθέσεων στο Carifend[®] εναντίον των ειδών *S. oryzae*, *T. confusum* και *O. surinamensis*.

Κεφάλαιο 2

Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Είδη εντόμων

Τα είδη εντόμων που χρησιμοποιήθηκαν στις βιοδοκιμές, καθώς και τα υποστρώματα εκτροφής τους, παρατίθενται στον Πίνακα 4. Όλα τα έντομα που χρησιμοποιήθηκαν προήλθαν από τις εκτροφές του εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η εκτροφή των εντόμων πραγματοποιήθηκε σε συνεχές σκοτάδι και ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος, δηλαδή θερμοκρασία 25°C και 55% σχετική υγρασία.

2.2 Δραστική ουσία

Το εντομοπροστατευτικό δίχτυ Carifend[®] που αξιολογήθηκε είναι εμβαπτισμένο σε alpha-cypermethrin, κατά τέτοιο τρόπο ώστε η συγκέντρωση της δραστικής στο δίχτυ να είναι ίση με 163,2 mg/m². Η δραστική ουσία alpha-cypermethrin είναι ένα μη διασυστηματικό εντομοκτόνο επαφής και στομάχου, το οποίο επιπλέον παρουσιάζει και αντιτροφικές ιδιότητες. Η συγκεκριμένη δραστική ουσία χαρακτηρίζεται από μεγάλη υπολειμματική διάρκεια, ενώ η αποτελεσματικότητά της, τόσο σε εφαρμογή στις επιφάνειες των χώρων αποθήκευσης όσο και σε ψεκάσμο απευθείας σε σπόρους δημητριακών έχει δειχθεί εναντίον των σημαντικότερων ειδών εντόμων αποθηκών (1-2 αναφορές).

2.3 Πειραματικός σχεδιασμός

Πραγματοποιήθηκαν δύο σειρές βιοδοκιμών. Και στις δύο σειρές βιοδοκιμών χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά τρυβλία (petri dishes) διαμέτρου 90mm, ύψους 15mm και

Πρώτη σειρά βιοδοκιμών				
Επιστημονική Ονομασία	Τάξη, Οικογένεια	Κοινή Αγγλική Ονομασία	Κοινή Ελληνική Ονομασία	Υπόστρωμα Εκτροφής
<i>Sitophilus oryzae</i> (L)	Coleoptera, Curculionidae	Rice weevil	Σκαθάρι του Ρυζιού	Σπόροι σκληρού Σίτου
<i>Sitophilus granarius</i> (L)	Coleoptera, Curculionidae	Wheat weevil	Καλάντρα των Σιτηρών	Σπόροι σκληρού Σίτου
<i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulsky)	Coleoptera, Curculionidae	Maize weevil	Σκαθάρι του Αραβόσιτου	Αραβόσιτος
<i>Prostephanus truncatus</i> Horn	Coleoptera, Bostrychidae	Larger grain	Μεγάλο Σκαθάρι Σιταριού	Αραβόσιτος
<i>Rhyzopertha dominica</i> (F)	Coleoptera, Bostrychidae	Lesser grain borer	Σκαθάρι του Ρυζιού	Σπόροι σκληρού Σίτου
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L)	Coleoptera, Sylvanidae	saw-toothed grain beetle	Οδοντωτό Σκαθάρι Σπόρων	Νιφάδες Βρώμης
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	Coleoptera, Tenebrionidae	red flour beetle	Σκούρο Σκαθάρι Αλεύρων	Αλεύρι Σκληρού Σίτου
<i>Tribolium confusum</i> (Duval)	Coleoptera, Tenebrionidae	confused flour beetle	Ψείρα ή Σκαθάρι Αλεύρων	Αλεύρι Σκληρού Σίτου
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	Coleoptera, Cucujidae	rusty grain beetle	Σιταρόψειρα	Αλεύρι Σκληρού Σίτου
Δεύτερη σειρά βιοδοκιμών				
Επιστημονική Ονομασία	Τάξη, Οικογένεια	Κοινή Αγγλική	Κοινή Ελληνική	Υπόστρωμα Εκτροφής
<i>Tribolium confusum</i> (Duval)	Coleoptera, Tenebrionidae	confused flour beetle	Ψείρα ή Σκαθάρι Αλεύρων	Αλεύρι Σκληρού Σίτου
<i>Sitophilus oryzae</i> (L)	Coleoptera, Curculionidae	Rice weevil	Σκαθάρι του Ρυζιού	Σκληρό Σιτάρι
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L)	Coleoptera, Sylvanidae	saw-toothed grain beetle	Οδοντωτό Σκαθάρι Σπόρων	Σκληρό Σιτάρι

Πίνακας 4. Είδη εντόμων που αξιολογήθηκαν στην πρώτη και δεύτερη σειρά βιοδοκιμών και το υπόστρωμα εκτροφής του κάθε εντόμου.

εμβαδού βάσης 59,4 cm². Στην βάση των τρυβλίων τοποθετήθηκε το υπό μελέτη δίκτυο (Carifend[®] net) με τη βοήθεια ειδικής κόλλας (Bison Glue Gun Hobby, Bison International B.V., The Netherlands). Στη συνέχεια, τα τρυβλία αφέθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου να στεγνώσουν για 24 ώρες σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή της κόλλας. Σε μία άλλη ομάδα τρυβλίων τοποθετήθηκε στη βάση τους το ίδιο δίκτυο, το οποίο όμως δεν ήταν εμποτισμένο με εντομοκτόνο. Τέλος, μία ακόμη σειρά τρυβλίων χρησιμοποιήθηκε χωρίς να τοποθετηθεί στη βάση των τρυβλίων κάποιο υλικό. Οι δύο τελευταίες σειρές τρυβλίων χρησιμοποιήθηκαν σαν θετικός και αρνητικός μάρτυρας, αντίστοιχα. Τα τοιχώματα όλων των τρυβλίων καλύφθηκαν με fluon (polytetrafluoroethylene, Northern Products, Rhode Island, USA), προκειμένου να αποτραπεί η έξοδος των εντόμων από τα τρυβλία.

2.3.1 Πρώτη σειρά βιοδοκιμών. Μετά την προετοιμασία των τρυβλίων εισήχθησαν 20 έντομα σε κάθε τρυβλίο, χρησιμοποιώντας ξεχωριστά τρυβλία για κάθε είδος εντόμου. Για κάθε έντομο απαιτήθηκαν 27 τρυβλία και κατ' επέκταση τα συνολικά τρυβλία της πρώτης βιοδοκιμής ανήλθαν σε 243. Ο αριθμός των εντόμων ανά είδος και στο σύνολό τους ανήλθε σε 540 και 4.860, αντίστοιχα. Σε κάθε τρυβλίο τοποθετήθηκε μικρή ποσότητα τροφής (0.5 g) (Πίνακας 4), προκειμένου τα έντομα να μην πεθάνουν από ασιτία και τοποθετήθηκαν στους 25 °C, 55% σχετική υγρασία, και συνεχές σκοτάδι. Η θνησιμότητα και το knockdown των εντόμων καταγράφηκαν μετά από 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες έκθεσης τους στα τρυβλία. Για την αξιολόγηση της επίδρασης του εντομοκτόνου στα έντομα χρησιμοποιήθηκε στερεοσκόπιο Leica MZ12 (Meyer instruments, Huston). Για κάθε μεταχείριση υπήρχαν τρεις υποεπαναλήψεις (3 τρυβλία), ενώ η όλη διαδικασία πραγματοποιήθηκε τρεις φορές (3 τρυβλία x 3 επαναλήψεις πειράματος = 9 τρυβλία/μεταχείριση).

2.3.2 Δεύτερη σειρά βιοδοκιμών. Η διαδικασία της προετοιμασίας της δεύτερης βιοδοκιμής ήταν ίδια με αυτή της πρώτης βιοδοκιμής. Στη δεύτερη σειρά βιοδοκιμών αξιολογήθηκαν τα είδη *S. oryzae*, *T. confusum* και *O. surinamensis*. Η επιλογή των τριών εντόμων της δεύτερης βιοδοκιμής βασίστηκε στα αποτελέσματα της πρώτης βιοδοκιμής Έτσι, επιλέχθηκε το *T. confusum* ως ένα από το πιο ανθεκτικά είδη, το *S. oryzae* ως μέτρια ανθεκτικό και το *O. surinamensis* ως ένα από τα πιο ευαίσθητα στο δίκτυο Carifend[®].

Στην δεύτερη βιοδοκιμή μελετήθηκε η θνησιμότητα και το knockdown των εντόμων μετά την έκθεση τους στο υπό μελέτη υλικό (Carifend[®] net) για 2, 8 και 24 ώρες. Μετά την αξιολόγηση και καταγραφή της επίδρασης του Carifend[®] net, τα ζωντανά έντομα τοποθετήθηκαν σε καθαρά πλαστικά τρυβλία. Σε κάθε τρυβλίο τοποθετήθηκε μικρή ποσότητα (0,5 g) τροφής (Πίνακας 4), ενώ τα τρυβλία τοποθετήθηκαν στους 25°C, 55% σχετική υγρασία και συνεχές σκοτάδι. Η καθυστερημένη θνησιμότητα, το knock down και η ανάνηψη αξιολογήθηκαν με την χρήση στερεοσκοπίου μετά από 1, 3, 5 και 7 ημέρες. Τα έντομα που χρησιμοποιήθηκαν στην δεύτερη βιοδοκιμή ανά μεταχείριση και στο σύνολό τους ήταν 540 και 4.860 αντίστοιχα. Για κάθε μεταχείριση υπήρχαν τρεις υποεπαναλήψεις (3 τρυβλία), ενώ η όλη διαδικασία πραγματοποιήθηκε τρεις φορές (3 τρυβλία x 3 επαναλήψεις πειράματος = 9 τρυβλία/μεταχείριση).

2.4 Στατιστική ανάλυση

Στην πρώτη σειρά βιοδοκιμών, οι μέσοι όροι θνησιμότητας για κάθε είδος εντόμου και κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης (1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες έκθεσης) υποβλήθηκαν σε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA), προκειμένου να εντοπιστούν οι διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων (πλαστικό τρυβλίο, δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και Carifend). Αντίστοιχη διαδικασία ακολουθήθηκε και για τα ποσοστά knockdown. Στη δεύτερη σειρά βιοδοκιμών, και καθώς γινόταν επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της θνησιμότητας και των ποσοστών knockdown στα ίδια τρυβλία αμέσως μετά την έκθεση και 1, 3, 5 και 7 ημέρες μετά την έκθεση, οι μέσοι όροι αναλύθηκαν με τη μέθοδο της ανάλυσης διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Repeated measures MANOVA) με το χρόνο μετά την έκθεση σαν επαναλαμβανόμενο παράγοντα και τη μεταχείριση και το διάστημα έκθεσης σαν κύριους παράγοντες. Επιπρόσθετα, οι μέσοι όροι θνησιμότητας για κάθε είδος εντόμου και κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης (2, 8 και 24 ώρες) υποβλήθηκαν σε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA), προκειμένου να εντοπιστούν οι διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, ενώ για κάθε μεταχείριση και χρονικό διάστημα μετά την έκθεση οι μέσοι όροι θνησιμότητας για κάθε είδος εντόμου υποβλήθηκαν σε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA), προκειμένου να εντοπιστούν οι διαφορές μεταξύ των διαφορετικών χρόνων έκθεσης. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι πολλαπλές συγκρίσεις των μέσων όρων έγιναν σύμφωνα με το κριτήριο Tukey-Kramer HSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$).

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου JMP 8 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA).

Κεφάλαιο 3

Αποτελέσματα

3.1 Αποτελέσματα πρώτης σειράς βιοδοκιμών

3.1.1 *Sitophilus oryzae*

Τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown των ακμαίων *S. oryzae* μετά από έκθεση στο Carifend για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες παρουσιάζονται στον Πίνακα 5 και στο Γράφημα 1. Και στους δύο μάρτυρες τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown τις πρώτες 7 ημέρες της βιοδοκιμής ήταν χαμηλά και δεν ξεπέρασαν το 3,9%, ενώ την 14 ημέρα αυξήθηκαν αλλά δεν ξεπέρασαν το 14,4 και 21,7% για την θνησιμότητα και το knockdown, αντίστοιχα (Πίνακας 5). Μετά την 1^η ημέρα έκθεσης στο Carifend, τα περισσότερα *S. oryzae* ήταν ημιθανή (63,9%), ενώ σημαντικό ήταν και το ποσοστό της θνησιμότητας (28,3%) (Πίνακας 5). Μετά από 3 ημέρες έκθεσης στο Carifend η θνησιμότητα αυξήθηκε ραγδαία και ανήλθε σε 87,8%, ενώ πήρε τη μέγιστη τιμή της 14 ημέρες μετά την έναρξη της βιοδοκιμής (98,3%) (Πίνακας 5).

3.1.2 *Sitophilus granarius*

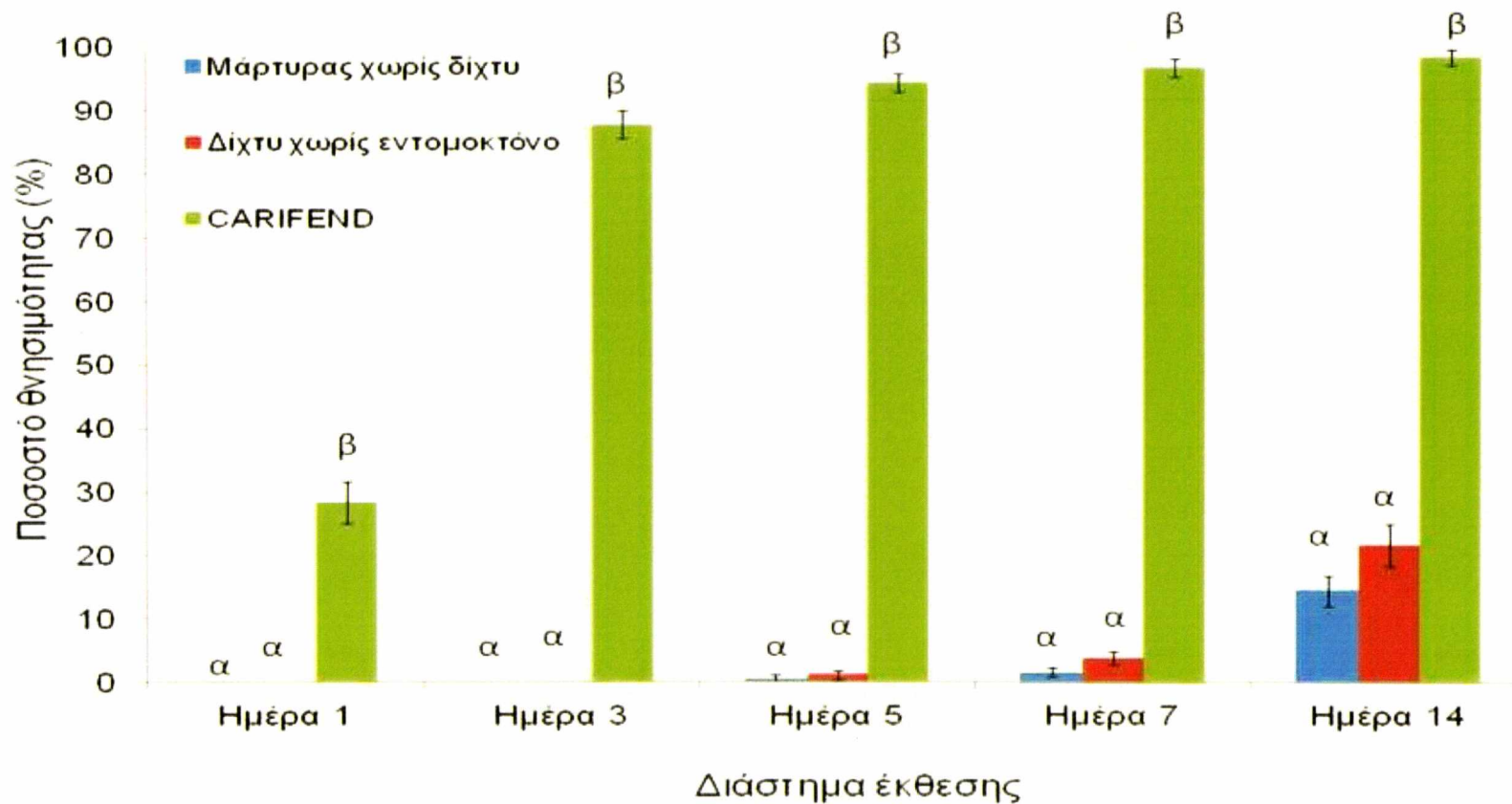
Τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown των ακμαίων *S. granarius* μετά από έκθεση στο Carifend για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες παρουσιάζονται στον Πίνακα 6 και στο Γράφημα 2. Τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown στους μάρτυρες τις πρώτες 7 ημέρες της βιοδοκιμής ήταν χαμηλά και δεν ξεπέρασαν το 7,2%, ενώ την 14 ημέρα αυξήθηκαν αλλά δεν ξεπέρασαν το 13,9% (Πίνακας 6). Μετά την 1^η ημέρα έκθεσης στο Carifend, το 18,3% των ακμαίων *S. granarius* ήταν ημιθανή, ενώ ένα σημαντικό ποσοστό των εντόμων (27,8%) ήταν νεκρά (Πίνακας 6). Μετά από 3 ημέρες έκθεσης στο

Πίνακας 5. Μέση θνησιμότητα και μέσο ποσοστό knockdown (\pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Sitophilus oryzae* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9).

Έκθεση	<i>Sitophilus oryzae</i>					
	Μάρτυρας (χωρίς δίχτυ)		Δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο		CARIFEND	
	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)
Ημέρα 1	0,0 \pm 0,0 α	0,0 \pm 0,0 B	0,0 \pm 0,0 α	0,0 \pm 0,0 B	28,3 \pm 3,3 β	63,9 \pm 4,7 A
Ημέρα 3	0,0 \pm 0,0 α	0,0 \pm 0,0 B	0,0 \pm 0,0 α	0,0 \pm 0,0 B	87,8 \pm 2,2 β	10,0 \pm 1,7 A
Ημέρα 5	0,6 \pm 0,6 α	0,6 \pm 0,6 B	1,1 \pm 0,7 α	0,0 \pm 0,0 B	94,4 \pm 1,5 β	3,9 \pm 1,1 A
Ημέρα 7	1,7 \pm 0,8 α	0,0 \pm 0,0 B	3,9 \pm 1,1 α	0,0 \pm 0,0 B	96,7 \pm 1,4 β	3,3 \pm 1,2 A
Ημέρα 14	14,4 \pm 2,4 α	0,6 \pm 0,6	21,7 \pm 3,4 α	0,6 \pm 0,6	98,3 \pm 1,2 β	0,0 \pm 0,0

Για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι θνησιμότητας που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Ομοίως, για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι knockdown που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσω όρων.

Γράφημα 1. Μέση θνησιμότητα (% \pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Sitophilus oryzae* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9)

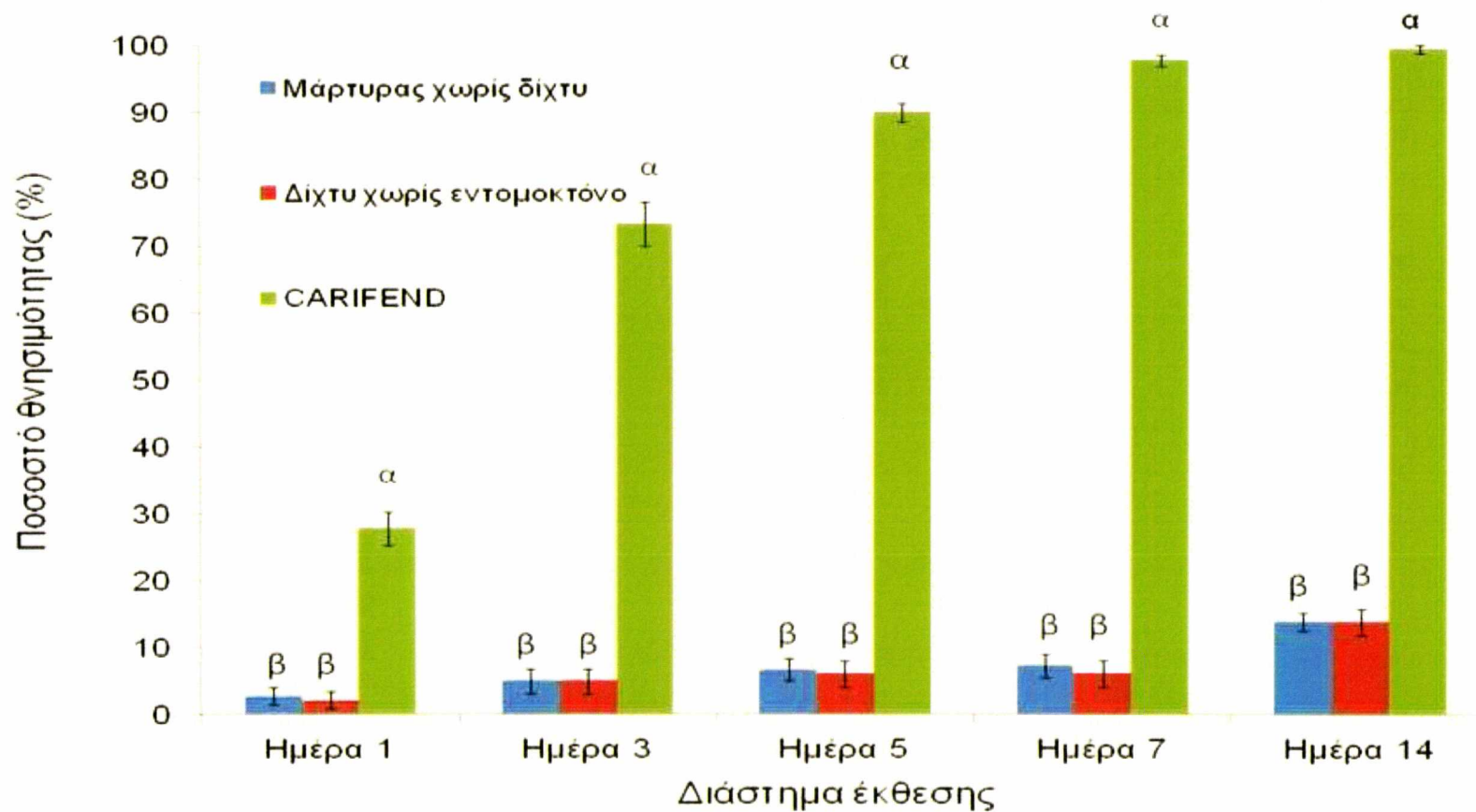


Πίνακας 6. Μέση θνησιμότητα και μέσο ποσοστό knockdown (\pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Sitophilus granarius* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9).

Έκθεση	<i>Sitophilus granarius</i>					
	Μάρτυρας (χωρίς δίχτυ)		Δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο		CARIFEND	
	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)
Ημέρα 1	2,8 \pm 1,2 β	1,1 \pm 0,7 B	2,2 \pm 1,2 β	0,0 \pm 0,0 B	27,8 \pm 2,6 α	18,3 \pm 2,4 A
Ημέρα 3	5,0 \pm 1,9 β	0,0 \pm 0,0 B	5,0 \pm 1,9 β	0,0 \pm 0,0 B	73,3 \pm 3,3 α	17,2 \pm 2,8 A
Ημέρα 5	6,7 \pm 1,7 β	0,6 \pm 0,6 B	6,1 \pm 2,0 β	0,0 \pm 0,0 B	90,0 \pm 1,4 α	8,9 \pm 1,4 A
Ημέρα 7	7,2 \pm 1,7 β	0,6 \pm 0,6	6,1 \pm 2,0 β	0,0 \pm 0,0	97,8 \pm 0,9 α	1,7 \pm 0,8
Ημέρα 14	13,9 \pm 1,4 β	5,0 \pm 1,7 B	13,9 \pm 2,0 β	1,7 \pm 0,8 A B	99,4 \pm 0,6 α	0,6 \pm 0,6 A

Για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι θνησιμότητας που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Ομοίως, για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι knockdown που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσω όρων.

Γράφημα 2. Μέση θνησιμότητα (% ± τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Sitophilus granarius* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9)



Carifend η θνησιμότητα αυξήθηκε ραγδαία και ανήλθε σε 73,3%, ενώ πήρε τη μέγιστη τιμή της 14 ημέρες μετά την έναρξη της βιοδοκιμής (99,4%) (Πίνακας 6).

3.1.3 *Sitophilus zeamais*

Τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown των ακμαίων *S. zeamais* μετά από έκθεση στο Carifend για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες παρουσιάζονται στον Πίνακα 7 και στο Γράφημα 3. Και στους δύο μάρτυρες τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown ήταν χαμηλά και την 14 ημέρα δεν ξεπέρασαν το 4,4 και 0,5% για την θνησιμότητα και το knockdown, αντίστοιχα (Πίνακας 7). Μετά την 1^η ημέρα έκθεσης στο Carifend, μόνο το 8,3% των εντόμων *S. zeamais* ήταν ημιθανή, ενώ πολύ μικρό ήταν το ποσοστό της θνησιμότητας (0,5%) (Πίνακας 7). Μετά από 3 ημέρες έκθεσης στο Carifend η θνησιμότητα αυξήθηκε και ανήλθε σε 3,9%, ενώ πήρε τη μέγιστη τιμή της 14 ημέρες μετά την έναρξη της βιοδοκιμής (45,5%) (Πίνακας 7).

3.1.4 *Tribolium confusum*

Τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown των ακμαίων *T. confusum* μετά από έκθεση στο Carifend για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες παρουσιάζονται στον Πίνακα 8 και στο Γράφημα 4. Τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown ήταν πολύ χαμηλά και δεν ξεπέρασαν το 1,1% 14 ημέρα της βιοδοκιμής (Πίνακας 8). Μετά την 1^η ημέρα έκθεσης στο Carifend, μόνο το 5% των εντόμων *T. confusum* ήταν ημιθανή, ενώ κανένα έντομο δεν ήταν νεκρό (Πίνακας 8). Μετά από 7 ημέρες έκθεσης στο Carifend η θνησιμότητα αυξήθηκε και ανήλθε σε 18,3%, ενώ πήρε τη μέγιστη τιμή της (83,3%) 14 ημέρες μετά την έναρξη της βιοδοκιμής (Πίνακας 8).

3.1.5 *Tribolium castaneum*

Τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown των ακμαίων *T. castaneum* μετά από έκθεση στο Carifend για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες παρουσιάζονται στον Πίνακα 9 και στο Γράφημα 5. Και στους δύο μάρτυρες τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown ήταν χαμηλά και δεν ξεπέρασαν το 6,1%, στο τέλος της βιοδοκιμής (Πίνακας 9). Μετά την 1^η ημέρα έκθεσης στο Carifend, το 20,5% των ακμαίων *T. castaneum* ήταν ημιθανή, ενώ

Πίνακας 7. Μέση θνησιμότητα και μέσο ποσοστό knockdown (\pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Sitophilus zeamais* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9).

Έκθεση	<i>Sitophilus zeamais</i>					
	Μάρτυρας (χωρίς δίχτυ)		Δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο		CARIFEND	
	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)
Ημέρα 1	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0 B	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0 B	0,5 \pm 0,5	8,9 \pm 3,4 A
Ημέρα 3	0,0 \pm 0,0 β	0,5 \pm 0,5 B	0,0 \pm 0,0 β	0,0 \pm 0,0 B	3,9 \pm 1,8 α	23,9 \pm 5,5 A
Ημέρα 5	1,1 \pm 0,7 β	0,0 \pm 0,0 B	0,0 \pm 0,0 β	0,0 \pm 0,0 B	13,9 \pm 2,5 α	20,6 \pm 3,9 A
Ημέρα 7	0,0 \pm 0,0 β	0,0 \pm 0,0 B	0,5 \pm 0,5 β	0,0 \pm 0,0 B	34,4 \pm 4,7 α	4,4 \pm 1,3 A
Ημέρα 14	3,3 \pm 1,6 β	0,0 \pm 0,0	4,4 \pm 1,3 β	0,5 \pm 0,5	45,5 \pm 7,1 α	0,0 \pm 0,0

Για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι θνησιμότητας που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Ομοίως, για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι knockdown που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές

Γράφημα 3. Μέση θνησιμότητα (% \pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Sitophilus zeamais* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9)

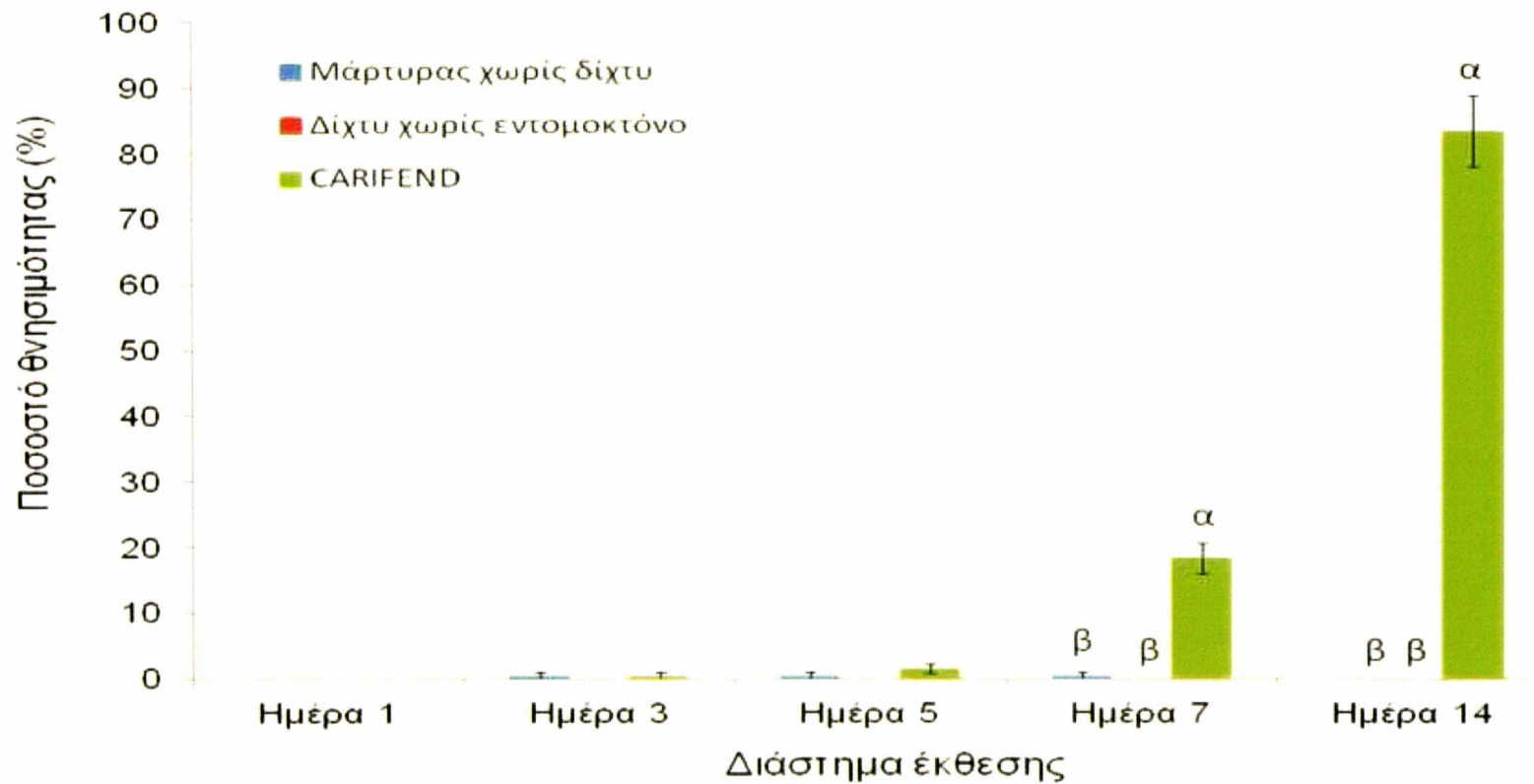


Πίνακας 8. Μέση θνησιμότητα και μέσο ποσοστό knockdown (\pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Tribolium confusum* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9).

Έκθεση	<i>Tribolium confusum</i>					
	Μάρτυρας (χωρίς δίχτυ)		Δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο		CARIFEND	
	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)
Ημέρα 1	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0 B	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0 B	0,0 \pm 0,0	5,0 \pm 2,0 A
Ημέρα 3	0,5 \pm 0,5	0,0 \pm 0,0 B	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0 B	0,5 \pm 0,5	20 \pm 2,0 A
Ημέρα 5	0,5 \pm 0,5	0,0 \pm 0,0 B	0,5 \pm 0,5	0,0 \pm 0,0 B	1,6 \pm 0,8	20,5 \pm 3,9 A
Ημέρα 7	0,5 \pm 0,5 β	0,0 \pm 0,0 B	1,1 \pm 0,7 β	0,0 \pm 0,0 B	18,3 \pm 2,3 α	4,4 \pm 1,3 A
Ημέρα 14	0,0 \pm 0,0 β	0,0 \pm 0,0	0,5 \pm 0,5 β	0,0 \pm 0,0	83,3 \pm 5,4 α	0,5 \pm 0,5

Για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι θνησιμότητας που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Ομοίως, για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι knockdown που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσω όρων.

Γράφημα 4. Μέση θνησιμότητα και μέσο ποσοστό knockdown (\pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *T. confusum* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9).

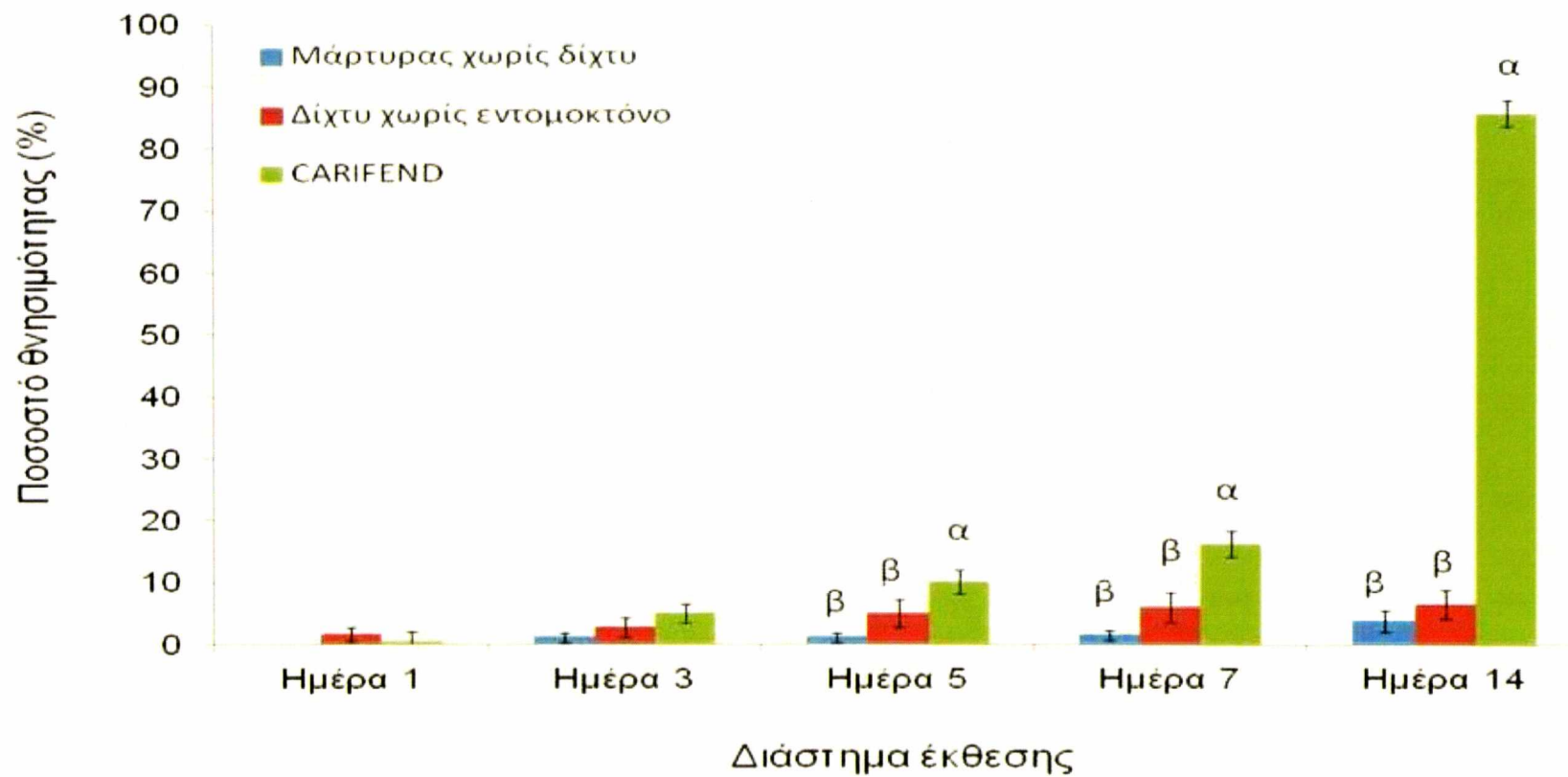


Πίνακας 9. Μέση θνησιμότητα και μέσο ποσοστό knockdown (\pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Tribolium castaneum* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9).

Έκθεση	<i>Tribolium castaneum</i>					
	Μάρτυρας (χωρίς δίχτυ)		Δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο		CARIFEND	
	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)
Ημέρα 1	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0 B	1,6 \pm 1,1	0,0 \pm 0,0 B	0,5 \pm 1,6	20,5 \pm 1,9 A
Ημέρα 3	1,1 \pm 0,7	0,0 \pm 0,0 B	2,7 \pm 1,6	0,5 \pm 0,5 B	5,0 \pm 1,6	55,5 \pm 4,8 A
Ημέρα 5	1,1 \pm 0,7 β	0,0 \pm 0,0 B	5,0 \pm 2,2 α β	0,0 \pm 0,0 B	10,0 \pm 2,0 α	20,5 \pm 3,9 A
Ημέρα 7	1,6 \pm 0,8 β	1,1 \pm 0,7 B	6,1 \pm 2,4 β	0,0 \pm 0,0 B	16,3 \pm 2,1 α	64,4 \pm 3,4 A
Ημέρα 14	3,9 \pm 1,8 β	0,5 \pm 0,5 B	6,6 \pm 2,3 β	0,0 \pm 0,0 B	85,5 \pm 2,1 α	10,5 \pm 2,5 A

Για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι θνησιμότητας που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Ομοίως, για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι θνησιμότητας ή knockdown που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσω όρων.

Γράφημα 5. Μέση θνησιμότητα (% \pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *T. castaneum* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9)



το ποσοστό της θνησιμότητας μηδενικό (0%) (Πίνακας 9). Μετά από 7 ημέρες έκθεσης στο Carifend η θνησιμότητα αυξήθηκε και ανήλθε σε 16,3%, ενώ πήρε τη μέγιστη τιμή της 14 ημέρες μετά την έναρξη της βιοδοκιμής (85,5%) (Πίνακας 9).

3.1.6 *Prostephanus truncatus*

Τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown των ακμαίων *P. truncatus* μετά από έκθεση στο Carifend για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες παρουσιάζονται στον Πίνακα 10 και στο Γράφημα 6. Και στους δύο μάρτυρες τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown τις πρώτες 7 ημέρες της βιοδοκιμής ήταν χαμηλά και δεν ξεπέρασαν το 10%, ενώ την 14 ημέρα αυξήθηκαν αλλά δεν ξεπέρασαν το 18,8 και 3,8% για την θνησιμότητα και το knockdown, αντίστοιχα (Πίνακας 10). Μετά την 1^η ημέρα έκθεσης στο Carifend, το 78,8% των εντόμων *P. truncatus* ήταν ημιθανή, ενώ σημαντικό ήταν και το ποσοστό θνησιμότητας (20,5%) (Πίνακας 10). Μετά από 3 ημέρες έκθεσης στο Carifend η θνησιμότητα αυξήθηκε και ανήλθε σε 85,5%, ενώ πήρε τη μέγιστη τιμή της 5 ημέρες μετά την έναρξη της βιοδοκιμής, οπότε και επιτεύχθηκε ο πλήρης έλεγχος των εντόμων (100% θνησιμότητα) (Πίνακας 10).

3.1.7 *Rhyzopertha dominica*

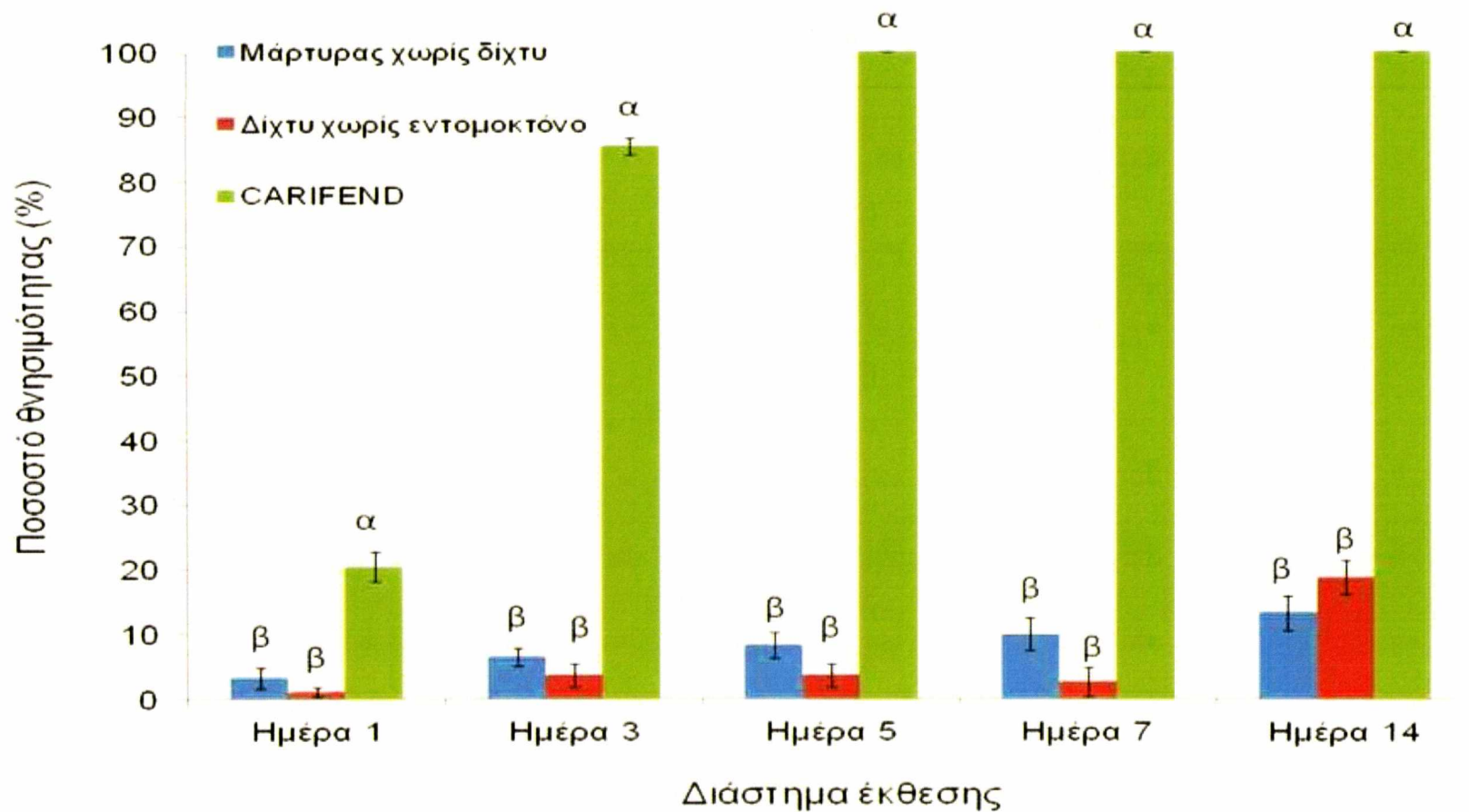
Τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown των ακμαίων *R. dominica* μετά από έκθεση στο Carifend για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες παρουσιάζονται στον Πίνακα 11 και στο Γράφημα 7. Και στους δύο μάρτυρες τα ποσοστά θνησιμότητας τις πρώτες 3 ημέρες της βιοδοκιμής ήταν χαμηλά και δεν ξεπέρασαν το 11,6%, ενώ την 14 ημέρα αυξήθηκαν αλλά έφθασαν το 41,7% (Πίνακας 11). Μετά την 1^η ημέρα έκθεσης στο Carifend, το 81,1% των εντόμων *R. dominica* ήταν ημιθανή, ενώ σημαντικό ήταν και το ποσοστό θνησιμότητας (18,8%) (Πίνακας 11). Μετά από 3 ημέρες έκθεσης στο Carifend η θνησιμότητα αυξήθηκε και ανήλθε σε 60%, ενώ πήρε τη μέγιστη τιμή της 14 ημέρες μετά την έναρξη της βιοδοκιμής (100%) (Πίνακας 11).

Πίνακας 10. Μέση θνησιμότητα και μέσο ποσοστό knockdown (\pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Prostephanus truncatus* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9).

Έκθεση	<i>Prostephanus truncatus</i>					
	Μάρτυρας (χωρίς δίχτυ)		Δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο		CARIFEND	
	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)
Ημέρα 1	3,3 \pm 1,7 β	0,0 \pm 0,0 B	1,1 \pm 0,7 β	1,1 \pm 1,1 B	20,5 \pm 2,4 α	78,8 \pm 2,5 A
Ημέρα 3	6,6 \pm 1,4 β	0,0 \pm 0,0 B	3,8 \pm 1,8 β	0,5 \pm 0,5 B	85,5 \pm 1,3 α	14,4 \pm 1,3 A
Ημέρα 5	8,3 \pm 2,0 β	0,0 \pm 0,0	3,8 \pm 1,8 β	0,5 \pm 0,5	100,0 \pm 0,0 α	0,0 \pm 0,0
Ημέρα 7	10,0 \pm 2,5 β	0,0 \pm 0,0	2,7 \pm 2,3 β	0,0 \pm 0,0	100,0 \pm 0,0 α	0,0 \pm 0,0
Ημέρα 14	13,3 \pm 2,7 β	1,1 \pm 1,1 B	18,8 \pm 2,7 β	3,8 \pm 1,3 A B	100,0 \pm 0,0 α	0,0 \pm 0,0 A

Για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι θνησιμότητας που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Ομοίως, για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι knockdown που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσω όρων.

Γράφημα 6. Μέση θνησιμότητα (% ± τυπικό σφάλμα) ακμαίων *P. truncatus* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9)

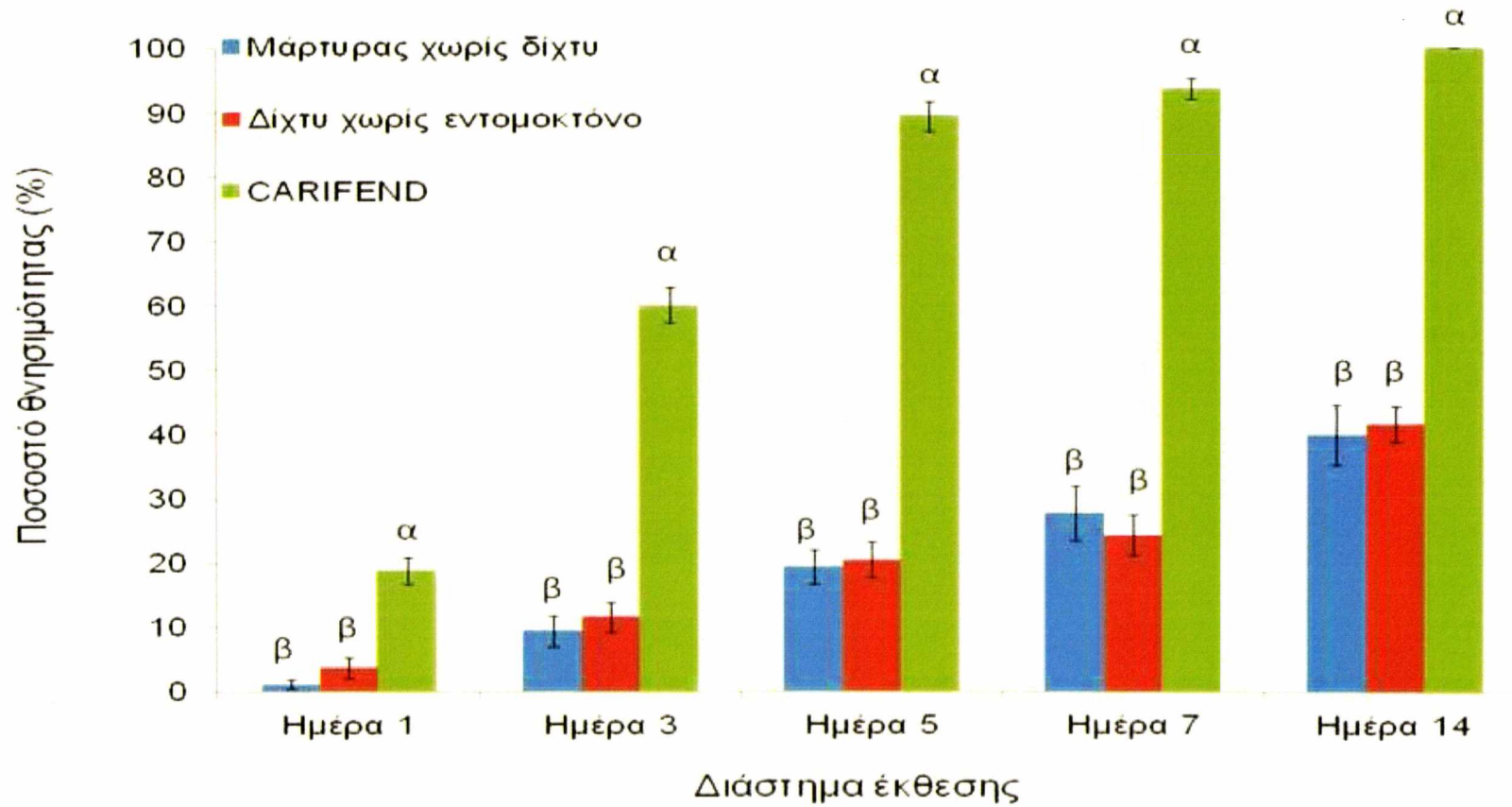


Πίνακας 11. Μέση θνησιμότητα και μέσο ποσοστό knockdown (\pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Rhyzopertha dominica* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9).

Έκθεση	<i>Rhyzopertha dominica</i>					
	Μάρτυρας (χωρίς δίχτυ)		Δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο		CARIFEND	
	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)
Ημέρα 1	1,1 \pm 0,7 β	1,6 \pm 1,2 B	3,8 \pm 1,6 β	0,0 \pm 0,0 B	18,8 \pm 2,1 α	81,1 \pm 2,1 A
Ημέρα 3	9,4 \pm 2,5 β	7,2 \pm 1,4 B	11,6 \pm 2,3 β	0,5 \pm 0,5 B	60,0 \pm 3,8 α	40,0 \pm 3,8 A
Ημέρα 5	19,4 \pm 2,7 β	3,3 \pm 1,7 B	20,5 \pm 2,8 β	1,6 \pm 0,8 B	89,4 \pm 2,4 α	10,5 \pm 2,4 A
Ημέρα 7	27,7 \pm 4,3 β	3,8 \pm 1,6 B	24,4 \pm 3,2 β	0,5 \pm 0,5 A B	93,8 \pm 1,6 α	6,1 \pm 1,6 A
Ημέρα 14	40 \pm 4,7 β	2,2 \pm 1,4	41,7 \pm 2,7 β	2,7 \pm 1,2	100,0 \pm 0,0 α	0,0 \pm 0,0

Για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι θνησιμότητας που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Ομοίως, για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι knockdown που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσω όρων.

Γράφημα 7. Μέση θνησιμότητα (% \pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Rizopertha dominica* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9)



3.1.8 *Oryzaephilus surinamensis*

Τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown των ακμαίων *O. surinamensis* μετά από έκθεση στο Carifend για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες παρουσιάζονται στον Πίνακα 12 και στο Γράφημα 8. Και στους δύο μάρτυρες τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown καθ' όλη τη διάρκεια της βιοδοκιμής ήταν χαμηλά και δεν ξεπέρασαν το 10% (Πίνακας 12). Μετά την 1^η ημέρα έκθεσης στο Carifend, το 22,2% των ακμαίων *O. surinamensis* ήταν ημιθανή, ενώ σημαντικό ήταν και το ποσοστό θνησιμότητας (67,7%) (Πίνακας 12). Μετά από 3 ημέρες έκθεσης στο Carifend η θνησιμότητα αυξήθηκε και ανήλθε σε 98,3%, ενώ πήρε τη μέγιστη τιμή της 7 ημέρες μετά την έναρξη της βιοδοκιμής (100%) (Πίνακας 12).

3.1.9 *Cryptolestes ferrugineus*

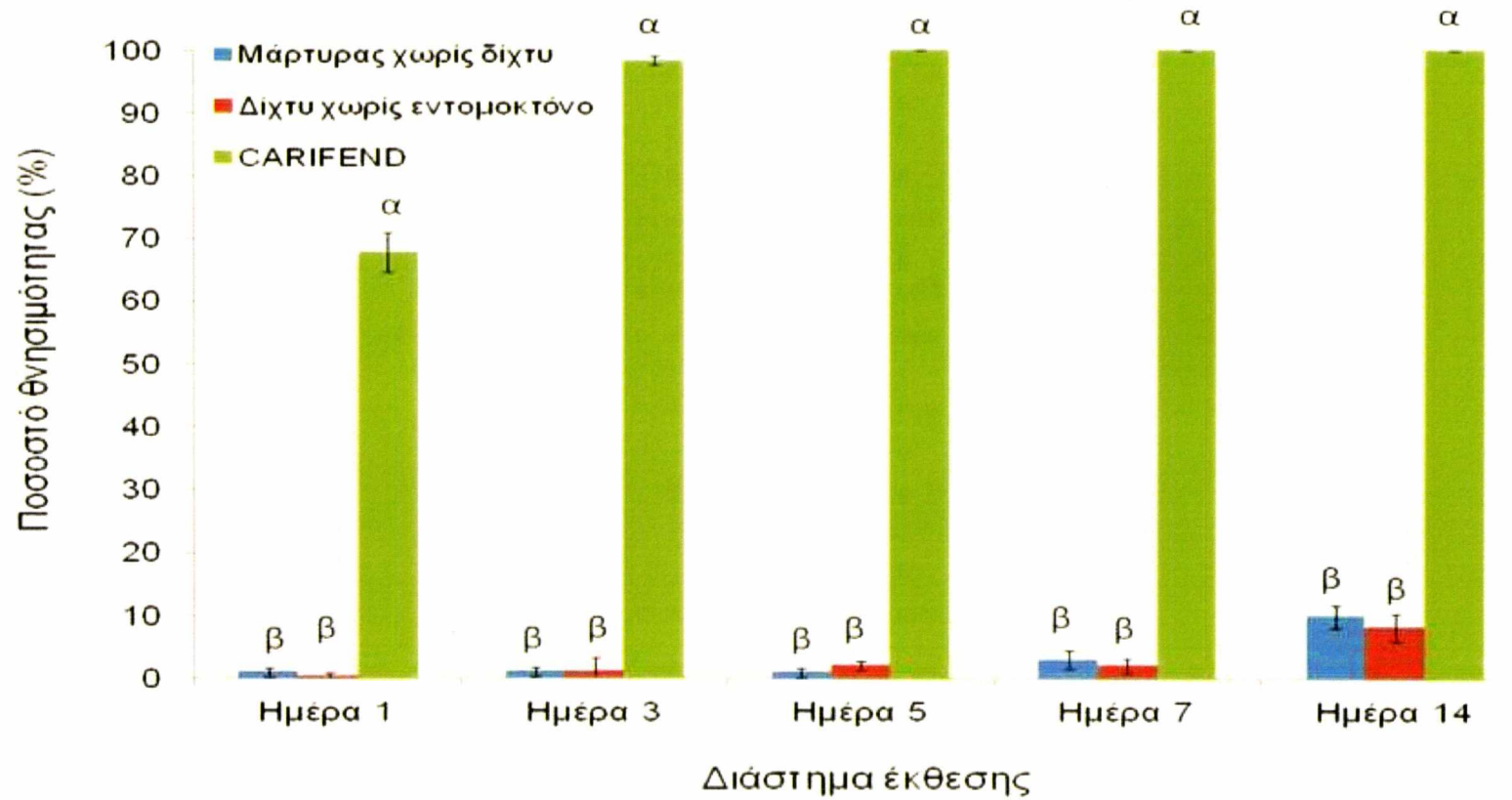
Τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown των ακμαίων *C. ferrugineus* μετά από έκθεση στο Carifend για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες παρουσιάζονται στον Πίνακα 13 και στο Γράφημα 9. Τα ποσοστά θνησιμότητας στους μάρτυρες τις πρώτες 7 ημέρες της βιοδοκιμής έφθασαν μέχρι 20,5%, ενώ την 14 ημέρα αυξήθηκαν αλλά δεν ξεπέρασαν το 30% (Πίνακας 13). Μετά την 1^η ημέρα έκθεσης στο Carifend, το 44,4% των ακμαίων *C. ferrugineus* ήταν ημιθανή, ενώ σημαντικό ήταν και το ποσοστό θνησιμότητας (43,8%) (Πίνακας 13). Μετά από 3 ημέρες έκθεσης στο Carifend η θνησιμότητα αυξήθηκε και ανήλθε σε 77,2%, ενώ πήρε τη μέγιστη τιμή της 14 ημέρες μετά την έναρξη της βιοδοκιμής (93,8%) (Πίνακας 13).

Πίνακας 12. Μέση θνησιμότητα και μέσο ποσοστό knockdown (\pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Oryzaephilus surinamensis* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9).

Έκθεση	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>					
	Μάρτυρας (χωρίς δίχτυ)		Δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο		CARIFEND	
	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)
Ημέρα 1	1,1 \pm 0,7 β	0,0 \pm 0,0 B	0,5 \pm 0,5 β	0,0 \pm 0,0 B	67,7 \pm 3,2 α	22,2 \pm 4,0 A
Ημέρα 3	1,1 \pm 0,7 β	0,0 \pm 0,0	1,1 \pm 2,2 β	0,0 \pm 0,0	98,3 \pm 0,8 α	1,1 \pm 0,7
Ημέρα 5	1,1 \pm 0,7 β	0,0 \pm 0,0	2,2 \pm 0,7 β	0,0 \pm 0,0	100,0 \pm 0,0 α	0,0 \pm 0,0
Ημέρα 7	3,3 \pm 1,4 β	0,0 \pm 0,0	2,2 \pm 1,2 β	0,0 \pm 0,0	100,0 \pm 0,0 α	0,0 \pm 0,0
Ημέρα 14	10,0 \pm 1,8 β	0,0 \pm 0,0	8,3 \pm 2,2 β	0,0 \pm 0,0	100,0 \pm 0,0 α	0,0 \pm 0,0

Για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι θνησιμότητας που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Ομοίως, για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι knockdown που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσω όρων.

Γράφημα 8. Μέση θνησιμότητα (% \pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Oryzaephilus surinamensis* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9).

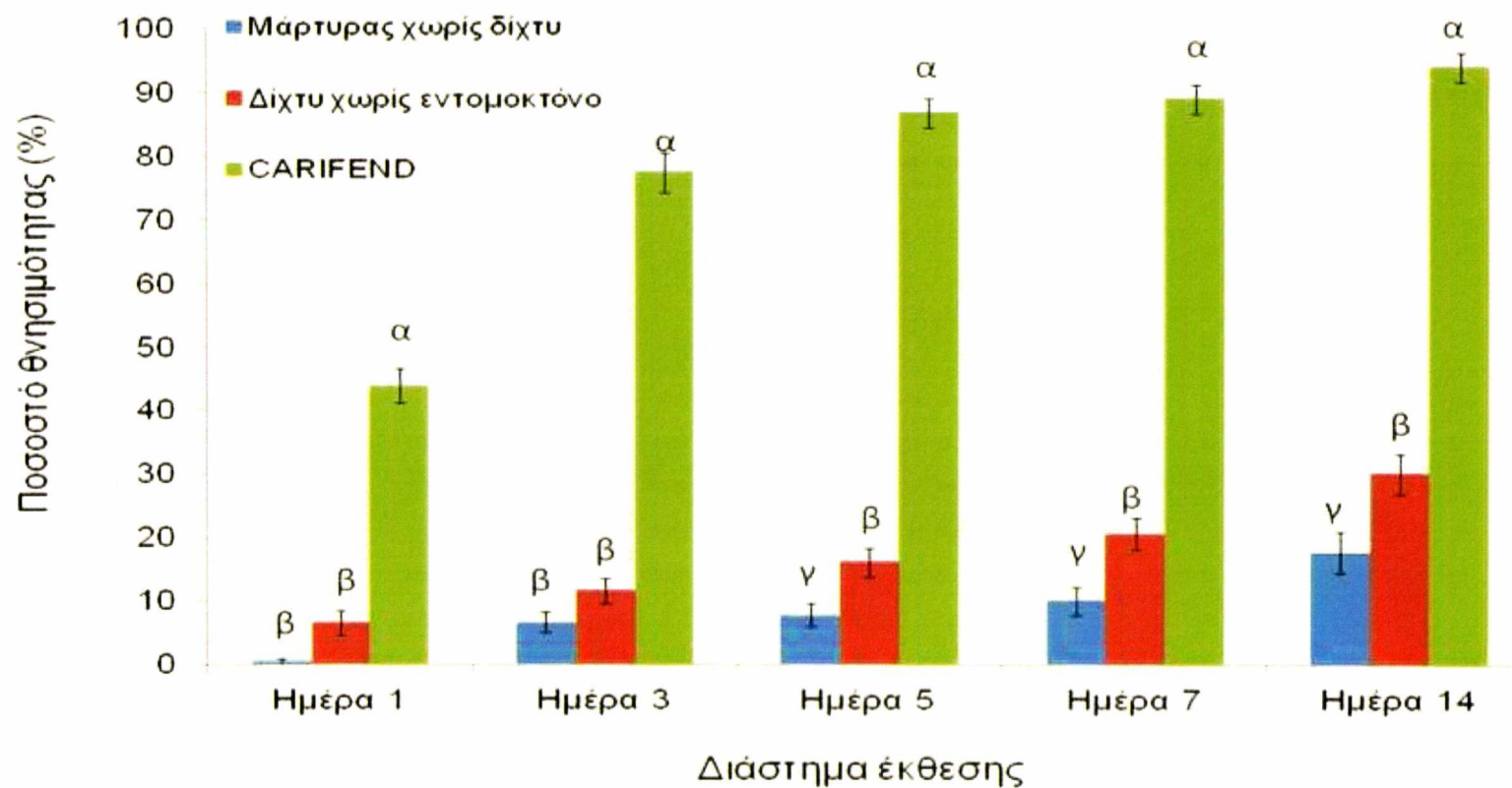


Πίνακας 13. Μέση θνησιμότητα και μέσο ποσοστό knockdown (\pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Cryptolestes ferrugineus* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες στο Carifend (n = 9).

Έκθεση	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>					
	Μάρτυρας (χωρίς δίχτυ)		Δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο		CARIFEND	
	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)	Θνησιμότητα (%)	Ποσοστό Knockdown (%)
Ημέρα 1	0,5 \pm 0,5 β	0,5 \pm 0,5 B	6,6 \pm 2,0 β	1,1 \pm 0,7 B	43,8 \pm 2,7 α	44,4 \pm 1,9 A
Ημέρα 3	6,6 \pm 1,6 β	0,0 \pm 0,0 B	11,6 \pm 2,0 β	0,0 \pm 0,0 B	77,2 \pm 3,1 α	15,5 \pm 3,4 A
Ημέρα 5	7,7 \pm 1,8 γ	0,0 \pm 0,0	16,1 \pm 2,3 β	0,5 \pm 0,5	86,6 \pm 2,3 α	2,2 \pm 1,2
Ημέρα 7	10,0 \pm 2,3 γ	0,0 \pm 0,0	20,5 \pm 2,5 β	0,0 \pm 0,0	88,8 \pm 2,3 α	1,1 \pm 0,7
Ημέρα 14	17,7 \pm 3,2 γ	0,0 \pm 0,0	30,0 \pm 3,2 β	0,0 \pm 0,0	93,8 \pm 2,3 α	0,0 \pm 0,0

Για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι θνησιμότητας που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Ομοίως, για κάθε χρονικό διάστημα έκθεσης, μέσοι όροι knockdown που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσω όρων.

Γράφημα 9. Μέση θνησιμότητα (% \pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *C. ferrugineus* μετά από έκθεση για 1, 3, 5, 7 και 14 ημέρες σε πλαστικό τρυβλίο (Μάρτυρας χωρίς δίχτυ), σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (n=9)



3.2. Αποτελέσματα Δεύτερης Σειράς Βιοδοκιμών

3.2.1 *Tribolium confusum*

Η επίδραση όλων των μεταβλητών (μεταχείριση, διάστημα έκθεσης και χρόνος μετά την έκθεσης), καθώς και όλων των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μεταβλητών στα ποσοστά knockdown των ακμαίων *T. confusum* που εκτέθηκαν για 2, 8 και 24 ώρες σε πλαστικό τρυβλίο, σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend αμέσως μετά και 1, 3, 5 και 7 ημέρες μετά την έκθεση ήταν σε όλες τις περιπτώσεις στατιστικώς σημαντική (Πίνακας 14). Και στους δύο μάρτυρες τα ποσοστά knockdown καθ' όλη τη διάρκεια της βιοδοκιμής ήταν μηδενικά (Πίνακας 15). Χαμηλά ήταν όμως τα ποσοστά knockdown για τα ακμαία *T. confusum* και μετά την έκθεση στο Carifend, αφού σε καμία περίπτωση δεν καταγράφηκε ποσοστό μεγαλύτερο από 15% (Πίνακας 15). Για τα ποσοστά θνησιμότητας των ακμαίων *T. confusum* η επίδραση της μεταχείρισης ήταν στατιστικώς σημαντική, όχι όμως και του διαστήματος έκθεσης (Πίνακας 15). Τόσο στους μάρτυρες όσο και στο Carifend η θνησιμότητα κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα και δεν ξεπέρασε σε καμία περίπτωση το 5,5% (Πίνακας 15).

3.2.2 *Sitophilus oryzae*

Στη δεύτερη σειρά βιοδοκιμών, η επίδραση όλων των μεταβλητών και των αλληλεπιδράσεων τους στα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown των ακμαίων *S. oryzae* ήταν σε όλες τις περιπτώσεις στατιστικώς σημαντική (Πίνακας 14). Και στους δύο μάρτυρες τα ποσοστά knockdown καθ' όλη τη διάρκεια της βιοδοκιμής ήταν σχεδόν μηδενικά (μέγιστη τιμή 1,1%) (Πίνακας 16). Όσον αφορά στα έντομα που εκτέθηκαν στο Carifend, Το ποσοστό των εντόμων που ήταν ημιθανή ήταν υψηλά αμέσως μετά την έκθεση και ιδιαίτερα μετά την έκθεση των 8 (89,4%) και 24 ωρών (79,4%), για να μειωθούν μετά από 1 (46,1, 72,8 και 21,1% μετά από έκθεση 2, 8 και 24 ωρών, αντίστοιχα) και 3 ημέρες (19,4, 22,2 και 0,0% μετά από έκθεση 2, 8 και 24 ωρών, αντίστοιχα) μετά την έκθεση. Αντίστοιχα, 5 και 7 ημέρες μετά την έκθεση στο Carifend τα ποσοστά ημιθανών ακμαίων *S. oryzae* ήταν σχεδόν μηδενικά. Αντιδιαμετρικά αντίθετη πορεία παρουσίασαν τα ποσοστά θνησιμότητας μετά την έκθεση στο Carifend, που ήταν χαμηλά αμέσως μετά την έκθεση (0,6, 0,0 και 16,7% μετά από έκθεση 2, 8 και 24 ωρών,

αντίστοιχα) και αυξάνονταν συνεχώς με το χρόνο για να πάρουν τη μέγιστη τιμή τους 7 ημέρες μετά την έκθεση (84,4, 93,3 και 98,9% μετά από έκθεση 2, 8 και 24 ωρών, αντίστοιχα).

3.2.3 *Oryzaephilus surinamensis*

Η επίδραση όλων των μεταβλητών (μεταχείριση, διάστημα έκθεσης και χρόνος μετά την έκθεσης), καθώς και όλων των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μεταβλητών στα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown των ακμαίων *O. surinamensis* που εκτέθηκαν για 2, 8 και 24 ώρες σε πλαστικό τρυβλίο, σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend αμέσως μετά και 1, 3, 5 και 7 ημέρες μετά την έκθεση ήταν σε όλες τις περιπτώσεις στατιστικώς σημαντική, με εξαίρεση της αλληλεπίδραση του χρόνου μετά την έκθεση με το διάστημα έκθεσης και του χρόνου μετά της έκθεση με τη μεταχείριση και το διάστημα έκθεσης (Πίνακας 14). Και στους δύο μάρτυρες τα ποσοστά knockdown καθ' όλη τη διάρκεια της βιοδοκιμής ήταν μηδενικά, ενώ τα ποσοστά θνησιμότητας ήταν εξίσου χαμηλά και δεν ξεπέρασαν το 8,3% σε όλη τη βιοδοκιμή (Πίνακας 17). Το ποσοστό των ημιθανών ατόμων ήταν υψηλό αμέσως μετά την έκθεση και ανεξάρτητα από τη διάρκεια της έκθεσης και έφτασε το 78,3, 82,2 και 47,2% μετά από έκθεση για 2, 8 και 24 ώρες, αντίστοιχα (Πίνακας 17). Μία ημέρα μετά την έκθεση τα ποσοστά knockdown μειώθηκαν (18,9, 31,7 και 17,8% μετά από έκθεση 2, 8 και 24 ωρών, αντίστοιχα), αφού ένα μέρος των ατόμων πέθαναν λόγω της έκθεσης, ενώ 7 ημέρες μετά την έκθεση τα ποσοστά ημιθανών ατόμων ήταν σχεδόν μηδενικά αφού τα ακμαία *O. surinamensis* είτε πέθαναν είτε ανάνηψαν της έκθεσης στο Carifend (Πίνακας 17). Τέλος, τα ποσοστά θνησιμότητας επηρεάστηκαν από το διάστημα της έκθεσης. Για παράδειγμα, το ποσοστό θνησιμότητας αμέσως μετά την έκθεση των 2 ωρών στο Carifend ανήλθε σε 22,2% των ατόμων πέθαναν αμέσως μετά την έκθεση, ενώ έφθασε το 49,4% 7 ημέρες μετά την έκθεση (Πίνακας 17). Μετά την έκθεση των 24 ωρών, το 46,1% των ατόμων ήταν νεκρά, ενώ το ποσοστό αυτό αυξήθηκε στο 92,2% στο τέλος της βιοδοκιμής (Πίνακας 7).

Πίνακας 14. Παράμετροι της πολλαπλής ανάλυσης διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Repeated measures MANOVA) για τα ποσοστά θνησιμότητας και knockdown ακμαίων των *Tribolium confusum*, *Sitophilus oryzae* και *Oryzaephilus surinamensis*, που εκτέθηκαν για 2, 8 και 24 ώρες (Διάστημα έκθεσης) σε πλαστικό τρυβλίο, σε δίχτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend (Μεταχείριση) αμέσως μετά και 1, 3, 5 και 7 ημέρες (Χρόνος μετά την έκθεση) μετά την έκθεση (error df = 72).

Πηγή παραλλακτικότητας	<i>T. confusum</i>				<i>S. oryzae</i>				<i>O. surinamensis</i>				
	Θνησιμότητα		Knockdown		Θνησιμότητα		Knockdown		Θνησιμότητα		Knockdown		
	df	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
<i>Μεταξύ μεταβλητών</i>	8	2,6	0,016	13,2	<0,001	103,0	<0,001	328,2	<0,001	202,4	<0,001	219,0	<0,001
Τιμή αποκοπής	1	18,6	<0,001	19,1	<0,001	1938,4	<0,001	1117,1	<0,001	906,9	<0,001	826,2	<0,001
Μεταχείριση	2	5,4	0,007	19,1	<0,001	335,6	<0,001	1057,2	<0,001	670,1	<0,001	826,2	<0,001
Διάστημα έκθεσης	2	1,7	0,195	11,2	<0,001	44,7	<0,001	82,5	<0,001	44,3	<0,001	16,6	<0,001
Μεταχείριση x Διάστημα έκθεσης	4	1,6	0,181	11,2	<0,001	15,8	<0,001	86,6	<0,001	47,5	<0,001	16,6	<0,001
<i>Μέσα στις μεταβλητές</i>	32	1,6*	0,033	3,7*	<0,001	14,1*	<0,001	45,4*	<0,001	7,4*	<0,001	17,9*	<0,001
Χρόνος μετά την έκθεση	4	5,2	0,001	5,7	<0,001	522,3	<0,001	429,7	<0,001	82,9	<0,001	344,0	<0,001
Χρόνος μετά την έκθεση x Μεταχείριση	8	2,5*	0,013	5,0*	<0,001	35,0*	<0,001	106,0*	<0,001	32,2*	<0,001	93,0*	<0,001
Χρόνος μετά την έκθεση x Διάστημα έκθεσης	8	1,7*	0,104	4,7*	<0,001	8,8*	<0,001	87,7*	<0,001	1,3*	0,271	9,5*	<0,001
Χρόνος μετά την έκθεση x Μεταχείριση x Διάστημα έκθεσης	16	1,1*	0,358	4,2*	<0,001	7,3*	<0,001	48,3*	<0,001	0,9*	0,591	7,7*	<0,001

* Wilks' Lamda approximate F value

Πίνακας 15. Μέση θνησιμότητα και μέσο ποσοστό knockdown (\pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Tribolium confusum* που εκτέθηκαν για 2, 8 και 24 ώρες σε πλαστικό τρυβλίο, σε δίκτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend 1, 3, 5 και 7 ημέρες μετά την έκθεση (σε όλες τις περιπτώσεις βαθμοί ελευθερίας $df = 26$).

Έκθεση / Μεταχείριση	Άμεση Επίδραση		Καθυστερημένη Επίδραση							
			Ημέρα 1		Ημέρα 3		Ημέρα 5		Ημέρα 7	
	Νεκρά (%)	KD (%)	Νεκρά (%)	KD (%)	Νεκρά (%)	KD (%)	Νεκρά (%)	KD (%)	Νεκρά (%)	KD (%)
<i>Μάρτυρας χωρίς δίκτυ</i>										
2 ώρες	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,6 \pm 0,6	0,0 \pm 0,0	0,6 \pm 0,6	0,0 \pm 0,0	0,6 \pm 0,6	0,0 \pm 0,0
8 ώρες	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,6 \pm 0,6	0,0 \pm 0,0	0,6 \pm 0,6	0,0 \pm 0,0	0,6 \pm 0,6	0,0 \pm 0,0	0,6 \pm 0,6	0,0 \pm 0,0
24 ώρες	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0 β	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0 β	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0β	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0β	0,0 \pm 0,0
<i>Δίκτυ χωρίς εντομοκτόνο</i>										
2 ώρες	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
8 ώρες	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,6 \pm 0,6	0,0 \pm 0,0	1,7 \pm 1,2	0,0 \pm 0,0	1,7 \pm 1,2	0,0 \pm 0,0	1,7 \pm 1,2	0,0 \pm 0,0
24 ώρες	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0 β	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0 β	0,6 \pm 0,6	0,0 \pm 0,0	0,6 \pm 0,6β	0,0 \pm 0,0	1,1 \pm 0,7β	0,0 \pm 0,0
<i>Carifend</i>										
2 ώρες	0,0 \pm 0,0	0,6 \pm 0,6B	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0B	1,1 \pm 0,7	0,0 \pm 0,0	1,1 \pm 0,7	0,0 \pm 0,0	1,1 \pm 0,7	0,0 \pm 0,0
8 ώρες	0,0 \pm 0,0	0,6 \pm 0,6B	1,1 \pm 0,7	1,7 \pm 1,2B	1,1 \pm 0,7	1,1 \pm 1,1	2,8 \pm 1,2	0,6 \pm 0,6	2,8 \pm 1,2	0,0 \pm 0,0
24 ώρες	0,0 \pm 0,0	5,0 \pm 1,9Aα	0,6 \pm 0,6	15,0 \pm 2,9Aα	3,3 \pm 1,7	1,1 \pm 1,1	5,0 \pm 1,9α	1,1 \pm 1,1	5,5 \pm 1,9α	0,0 \pm 0,0

Για κάθε διάστημα έκθεσης (2, 8 και 24 ώρες) μέσα σε κάθε στήλη, μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Για κάθε μεταχείριση (πλαστικό τρυβλίο, δίκτυ χωρίς εντομοκτόνο, Carifend) μέσα σε κάθε στήλη, μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$.

Πίνακας 16. Μέση θνησιμότητα και μέσο ποσοστό knockdown (\pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Sitophilus oryzae* που εκτέθηκαν για 2, 8 και 24 ώρες σε πλαστικό τρυβλίο, σε δίκτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend 1, 3, 5 και 7 ημέρες μετά την έκθεση (σε όλες τις περιπτώσεις βαθμοί ελευθερίας df = 26).

Έκθεση / Μεταχείριση	Άμεση Επίδραση		Καθυστερημένη Επίδραση							
			Ημέρα 1		Ημέρα 3		Ημέρα 5		Ημέρα 7	
	Νεκρά (%)	KD (%)	Νεκρά (%)	KD (%)	Νεκρά (%)	KD (%)	Νεκρά (%)	KD (%)	Νεκρά (%)	KD (%)
<i>Μάρτυρας χωρίς δίκτυ</i>										
2 ώρες	0,0 \pm 0,0 B	0,0 \pm 0,0β	3,9 \pm 1,8Bβ	0,0 \pm 0,0β	11,7 \pm 2,6Bβ	1,1 \pm 0,7β	23,3 \pm 3,0Bβ	1,1 \pm 1,1	31,7 \pm 2,9Bβ	0,0 \pm 0,0
8 ώρες	0,6 \pm 0,6 B	0,0 \pm 0,0β	4,4 \pm 2,3Bβ	0,0 \pm 0,0β	15,6 \pm 3,2Bβ	1,1 \pm 0,7β	30,0 \pm 4,9Bβ	0,0 \pm 0,0	35,0 \pm 4,9Bβ	0,0 \pm 0,0
24 ώρες	5,6 \pm 1,5Aβ	0,0 \pm 0,0β	12,8 \pm 2,4Aβ	0,0 \pm 0,0β	33,3 \pm 2,9Aβ	0,0 \pm 0,0	47,8 \pm 2,9Aβ	0,0 \pm 0,0	52,2 \pm 2,4Aβ	0,0 \pm 0,0
<i>Δίκτυ χωρίς εντομοκτόνο</i>										
2 ώρες	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0β	1,7 \pm 0,8β	0,0 \pm 0,0β	16,7 \pm 2,9β	1,1 \pm 1,1β	36,1 \pm 3,7Aβ	1,1 \pm 0,7	41,7 \pm 3,8β	0,0 \pm 0,0
8 ώρες	1,1 \pm 0,7	0,6 \pm 0,6β	3,3 \pm 2,2β	0,0 \pm 0,0β	10,6 \pm 2,8β	0,0 \pm 0,0β	20,0 \pm 3,6Bβ	0,0 \pm 0,0	32,2 \pm 3,6β	0,0 \pm 0,0
24 ώρες	1,1 \pm 1,1β	0,0 \pm 0,0β	3,9 \pm 1,4β	0,0 \pm 0,0β	19,4 \pm 3,9γ	0,6 \pm 0,6	26,7 \pm 5,1ABγ	0,0 \pm 0,0	34,4 \pm 3,9γ	0,0 \pm 0,0
<i>Carifend</i>										
2 ώρες	0,6 \pm 0,6B	5,6 \pm 2,1Γα	13,9 \pm 3,9Ba	46,1 \pm 5,0Ba	44,4 \pm 5,6Γα	19,4 \pm 1,0Aα	79,4 \pm 4,7Ba	1,7 \pm 0,8	84,4 \pm 4,3Ba	0,0 \pm 0,0
8 ώρες	0,0 \pm 0,0B	89,4 \pm 1,8Aα	17,2 \pm 2,8Ba	72,8 \pm 3,2Aα	65,6 \pm 4,2Ba	22,2 \pm 5,1Aα	90,0 \pm 2,4Aα	1,7 \pm 0,8	93,3 \pm 2,2Aα	0,0 \pm 0,0
24 ώρες	16,7 \pm 1,9Aα	79,4 \pm 2,8Ba	71,7 \pm 5,1Aα	21,1 \pm 3,1Γα	97,2 \pm 1,7Aα	0,0 \pm 0,0B	97,8 \pm 1,2Aα	1,1 \pm 0,7	98,9 \pm 0,7Aα	1,1 \pm 0,7

Για κάθε διάστημα έκθεσης (2, 8 και 24 ώρες) μέσα σε κάθε στήλη, μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Για κάθε μεταχείριση (πλαστικό τρυβλίο, δίκτυ χωρίς εντομοκτόνο, Carifend) μέσα σε κάθε στήλη, μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$.

Πίνακας 17. Μέση θνησιμότητα και μέσο ποσοστό knockdown (\pm τυπικό σφάλμα) ακμαίων *Oryzaephilus surinamensis* που εκτέθηκαν για 2, 8 και 24 ώρες σε πλαστικό τρυβλίο, σε δίκτυ χωρίς εντομοκτόνο και στο Carifend 1, 3, 5 και 7 ημέρες μετά την έκθεση (σε όλες τις περιπτώσεις βαθμοί ελευθερίας (df) = 26).

Έκθεση / Μεταχείριση	Άμεση Επίδραση		Καθυστερημένη Επίδραση							
			Ημέρα 1		Ημέρα 3		Ημέρα 5		Ημέρα 7	
	Νεκρά (%)	KD (%)	Νεκρά (%)	KD (%)	Νεκρά (%)	KD (%)	Νεκρά (%)	KD (%)	Νεκρά (%)	KD (%)
Μάρτυρας χωρίς δίκτυ										
2 ώρες	1,1 \pm 1,1β	0,0 \pm 0,0β	1,7 \pm 1,2β	0,0 \pm 0,0β	2,2 \pm 1,7β	0,0 \pm 0,0	2,2 \pm 1,7β	0,0 \pm 0,0	4,4 \pm 2,6β	0,0 \pm 0,0
8 ώρες	1,1 \pm 0,7β	0,0 \pm 0,0β	1,1 \pm 0,7β	0,0 \pm 0,0β	1,1 \pm 0,7β	0,0 \pm 0,0	2,2 \pm 1,2β	0,0 \pm 0,0	2,8 \pm 1,2β	0,0 \pm 0,0
24 ώρες	0,0 \pm 0,0β	0,0 \pm 0,0β	0,6 \pm 0,6β	0,0 \pm 0,0β	1,1 \pm 1,1β	0,0 \pm 0,0β	2,8 \pm 1,2β	0,0 \pm 0,0	3,9 \pm 1,4β	0,0 \pm 0,0
Δίκτυ χωρίς εντομοκτόνο										
2 ώρες	2,2 \pm 1,2β	0,0 \pm 0,0β	2,8 \pm 1,2β	0,0 \pm 0,0β	4,4 \pm 1,3β	0,0 \pm 0,0	4,4 \pm 1,3β	0,0 \pm 0,0	7,8 \pm 2,1β	0,0 \pm 0,0
8 ώρες	1,7 \pm 0,8β	0,0 \pm 0,0β	1,7 \pm 0,8β	0,0 \pm 0,0β	3,3 \pm 1,2β	0,0 \pm 0,0	5,6 \pm 1,5β	0,0 \pm 0,0	7,8 \pm 2,1β	0,0 \pm 0,0
24 ώρες	0,6 \pm 0,6β	0,0 \pm 0,0β	0,6 \pm 0,6β	0,0 \pm 0,0β	2,2 \pm 2,2β	0,0 \pm 0,0β	3,3 \pm 2,2	0,0 \pm 0,0	8,3 \pm 2,5β	0,0 \pm 0,0
Carifend										
2 ώρες	22,2 \pm 3,5Ba	78,3 \pm 2,0Aα	42,2 \pm 5,2Ba	18,9 \pm 4,3Ba	46,7 \pm 5,3Ba	1,1 \pm 0,7	46,7 \pm 5,3Ba	1,1 \pm 0,7	49,4 \pm 5,8Ba	1,1 \pm 0,7
8 ώρες	16,1 \pm 1,8Ba	82,8 \pm 2,1Aα	35,0 \pm 3,0Ba	31,7 \pm 2,5Aα	53,9 \pm 2,6Ba	1,7 \pm 1,2	58,3 \pm 2,8Ba	0,0 \pm 0,0	58,9 \pm 2,9Ba	0,0 \pm 0,0
24 ώρες	46,1 \pm 3,7Aα	47,2 \pm 4,6Ba	69,4 \pm 2,9Aα	17,8 \pm 3,0Ba	83,3 \pm 2,0Aα	3,9 \pm 1,4α	87,8 \pm 2,2A	0,6 \pm 0,6	92,2 \pm 1,5Aα	0,6 \pm 0,6

Για κάθε διάστημα έκθεσης (2, 8 και 24 ώρες) μέσα σε κάθε στήλη, μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Για κάθε μεταχείριση (πλαστικό τρυβλίο, δίκτυ χωρίς εντομοκτόνο, Carifend) μέσα σε κάθε στήλη, μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο κεφαλαίο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Tukey HSD test στο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$.

Κεφάλαιο 4

Συμπεράσματα

Μια καινοτόμος μέθοδος προστασίας των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων είναι η χρήση διχτυών εμποτισμένων με εντομοκτόνο (insecticide-impregnated nets), τα οποία καλύπτουν και προστατεύουν τα προϊόντα κατά την αποθήκευση. Η μέθοδος έχει προκαλέσει τελευταία έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον, κυρίως για την καταπολέμηση των κουνουπιών και άλλων παρόμοιων ειδών διπτέρων, τα οποία είναι υπεύθυνα, ως φορείς, για τη μετάδοση σημαντικών ασθενειών του ανθρώπου (Bermejo and Veeken, 1992; Courtenay et al., 2007; Vatandoost et al., 2012; Bray and Hamilton, 2013; Malima et al., 2013; Del Río et al., 2014; Wanjala et al., 2015). Για παράδειγμα, η χρήση διχτυού εμποτισμένου με 2% permethrin σε εργαστηριακές δοκιμές προσέφερε ικανοποιητικό έλεγχο του φλεβοτόμου *Lutzomyia longipalpis* (Lutz and Neiva) (Diptera: Psychodidae), φορέα του παρασίτου *Leishmania* (Bray and Hamilton, 2013). Ομοίως, κουνουπιέρες εμποτισμένες με εντομοκτόνο χρησιμοποιούνται με θετικά αποτελέσματα για τον έλεγχο ασθενειών, όπως η μαλάρια, μέσω της καταπολέμησης του φορέα, δηλαδή των κουνουπιών (Gimnig et al., 2003; Wanjala et al., 2015).

Ένα τέτοιο δίχτυ είναι το Carifend, το οποίο είναι εμποτισμένο με την εντομοκτόνο δραστική ουσία alpha-cypermethrin, ενώ η χρήση του έχει προταθεί για την προστασία αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων μεγάλης οικονομικής αξίας, όπως ο καπνός. Οι Msango and Longwe (2013) μελετήσανε την αποτελεσματικότητα του Carifend εναντίον του σκαθαριού του καπνού, *Lasioderma serricorne* Fabricius (Coleoptera: Anobiidae) και υποστήριξαν ότι η χρήση του προσέφερε ικανοποιητικό έλεγχο του εντόμου, ειδικά μετά από εφαρμογή φωσφίνης. Πρόσφατα, αξιολογήθηκε και στη χώρα μας η αποτελεσματικότητα του Carifend εναντίον των σημαντικότερων μετασυλλεκτικών εντομολογικών εχθρών του καπνού, δηλαδή του *L. serricorne* και του

μικρολεπιδοπτέρου *Ephestia elutella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae) σε βιοδοκιμές εργαστηρίου και πεδίου (Αθανασίου, προσωπική επικοινωνία, δημοσίευτα δεδομένα, 2017). Τα αποτελέσματα αυτών των βιοδοκιμών φανέρωσαν ότι το Carifend μπορεί να προσφέρει ένα ικανοποιητικό επίπεδο προστασίας του αποθηκευμένου καπνού εναντίον των δύο αυτών εντόμων αποθηκών.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία αξιολογήθηκε για πρώτη φορά η εντομοκτόνος δράση του Carifend εναντίον των κυριότερων εντόμων αποθηκών, που προσβάλλουν άλλα αποθηκευμένα προϊόντα πέρα από τον καπνό, κυρίως δημητριακά και ψυχανθή. Με βάση τα αποτελέσματα της πρώτης σειράς βιοδοκιμών, υπήρξε μεγάλη παραλλακτικότητα όσον αφορά στην ευπάθεια στο Carifend μεταξύ των εννέα ειδών εντόμων που αξιολογήθηκαν. Αντίστοιχη παραλλακτικότητα σε εντομοκτόνες ουσίες από διαφορετικά είδη εντόμων έχει καταγραφεί και σε άλλες μελέτες με διάφορες δραστικές ουσίες. Για παράδειγμα, οι Rumbos et al. (2013) ανέφεραν ότι τα είδη *S. granarius* και *S. oryzae* ήταν τα πιο ευαίσθητα στο pirimiphos-methyl μεταξύ των 7 ειδών που αξιολογήθηκαν, καθώς όλα τα έντομα ήταν νεκρά μετά από 7 ημέρες έκθεση σε 1 ppm, ενώ αντίθετα το είδος *R. dominica* ήταν το πιο ανθεκτικό στο pirimiphos-methyl, καθώς η θνησιμότητα δεν ξεπέρασε το 82%, ακόμα και στη μεγαλύτερη δόση (4 ppm) και στον μεγαλύτερο χρόνο έκθεσης (21 ημέρες). Στην παρούσα εργασία, τα υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας μετά από συνεχή έκθεση στο Carifend καταγράφηκαν για τα είδη *O. surinamensis* και *P. truncatus*, για τα οποία ο έλεγχος ήταν πλήρης (100% θνησιμότητα) μετά από έκθεση 5 ημερών. Πλήρης έλεγχος των εντόμων επιτεύχθηκε και για το είδος *R. dominica*, το οποίο επίσης παρουσίασε μεγάλη ευπάθεια, αλλά μετά από έκθεση 14 ημερών. Μεγάλη ευαισθησία εμφάνισαν και οι δύο από τους τρεις αντιπροσώπους της οικογένειας Curculionidae, δηλαδή τα είδη *S. oryzae* και *S. granarius*. Για τα δύο αυτά είδη, τα έντομα ήταν νεκρά σε ποσοστό πάνω από 90% ήδη από την 5^η ημέρα της βιοδοκιμής, ενώ στο τέλος της βιοδοκιμής η θνησιμότητα ήταν σχεδόν πλήρης (>98%) και για τα δύο είδη. Στον αντίποδα, το είδος *S. zeamais* που ανήκει στην ίδια οικογένεια, ήταν το πιο ανθεκτικό από όλα τα είδη εντόμων που εξετάστηκαν. Συγκεκριμένα, το ποσοστό θνησιμότητας δεν ξεπέρασε το 46% ακόμα και μετά από 14 ημέρες έκθεσης στο Carifend.

Καθώς είναι η πρώτη φορά που ένα δίκτυ εμποτισμένο με alpha-cypermethrin αξιολογείται εναντίον εντόμων αποθηκών που προσβάλουν κυρίως αμυλούχα προϊόντα, δεν υπάρχουν δεδομένα από άλλες προηγούμενες μελέτες για την αποτελεσματικότητα του Carifend εναντίον αυτών των ειδών. Σε αρκετές όμως προηγούμενες εργασίες έχει αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα της δραστικής ουσίας alpha-cypermethrin εναντίον διάφορων εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων, τόσο μετά από εφαρμογή του εντομοκτόνου πάνω στο προϊόν όσο και σαν εφαρμογή επιφάνειας (Athanassiou et al., 2004; 2015; Agrafioti et al., 2015). Για παράδειγμα, οι Athanassiou et al. (2015) μελέτησαν την αποτελεσματικότητας του α-cypermethrin εναντίον προνουμφών και ακμαίων του γνωστού ως khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) και του *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) σε επιφάνειες τσιμεντού και ανέφεραν υψηλή αποτελεσματικότητα εναντίον των ακμαίων και των δύο ειδών. Ομοίως, οι Agrafioti et al. (2015) ανέφεραν ότι σχεδόν όλα τα ακμαία *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) ήταν νεκρά μετά από έκθεση για 5 ημέρες σε τσιμεντένιες και μεταλλικές επιφάνειες στις οποίες είχε γίνει εφαρμογή alpha-cypermethrin.

Όσον αφορά στα αποτελέσματα της δεύτερης σειράς βιοδοκιμών, η αύξηση του χρόνου έκθεσης οδήγησε σε αύξηση της θνησιμότητας και των τριών ειδών εντόμων που αξιολογήθηκαν, τόσο σε επίπεδο άμεσης θνησιμότητας (αμέσως μετά της έκθεση) όσο και σε επίπεδο καθυστερημένης θνησιμότητας (1, 3, 5 και 7 ημέρες δηλαδή μετά την έκθεση). Στη δεύτερη σειρά βιοδοκιμών επιλέχθηκαν να αξιολογηθούν τρία είδη εντόμων, τα οποία στην πρώτη σειρά βιοδοκιμών είχαν δείξει διαφορετική ευαισθησία στην έκθεση στο Carifend, δηλαδή το *O. surinamensis*, το οποίο ήταν ένα από τα δύο πιο ευαίσθητα είδη μαζί με το *P. truncatus*, το *S. oryzae*, το οποίο έδειξε μέτρια ευαισθησία και το *T. confusum* το οποίο ήταν αρκετά ανθεκτικό. Τα αποτελέσματα της δεύτερης σειράς βιοδοκιμών ήταν προς την ίδια κατεύθυνση όσον αφορά στην σειρά ευαισθησίας των τριών αυτών εντόμων, καθώς και στις μικρότερης χρονικής διάρκειας εκθέσεις τα *S. oryzae* και *O. surinamensis* αποδείχτηκαν τα πιο ευαίσθητα, ενώ το *T. confusum* αποδείχτηκε το πιο ανθεκτικό, με χαρακτηριστικά μικρά ποσοστά θνησιμότητας. Για παράδειγμα, ακόμα και μετά την έκθεση των 24 ωρών το ποσοστό knockdown των ακμαίων *T. confusum* δεν ξεπέρασε το 15%, ενώ η θνησιμότητα στο ίδιο

διάστημα έκθεσης δεν ξεπέρασε το 5,5%, γεγονός που σημαίνει ότι ένα ποσοστό των ατόμων που ήταν knockdown ως αποτέλεσμα της έκθεσης στο Carifend ανάνηψε, και το αρχικό knockdown δεν εκφράστηκε ως θνησιμότητα. Η ικανότητα των εντόμων να ανανήφουν αφού απομακρυνθούν από την επίδραση του τοξικού παράγοντα και να συνεχίσουν τόσο την προσβολή όσο και την παραγωγή απογόνων στο χώρο και το προϊόν, αποτελεί χαρακτηριστικό για διάφορα εντομοκτόνα (Arthur, 2008).

Συμπερασματικά, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα και των δύο σειρών βιοδοκιμών, συμπεραίνουμε ότι το δίκτυο Carifend μπορεί να ελέγξει σε εξαιρετικά μεγάλο ποσοστό τα είδη των εντόμων αποθηκών που αξιολογήθηκαν, με εξαίρεση το *S. zeamais*, για το οποίο καταγράφηκαν υψηλά ποσοστά επιβίωσης της τάξης του 50-55% ακόμα και μετά από έκθεση 14 ημερών. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι ιδιαίτερα σημαντικά, καθώς είναι η πρώτη φορά που αξιολογείται η αποτελεσματικότητα του Carifend, εναντίον εντόμων αποθηκών που προσβάλουν αμυλούχα προϊόντα και ψυχανθή.

Βιβλιογραφία

- Agrafioti P., Athanassiou C.G., Vassilakos T.N., Vlontzos G., Arthur F.H. 2015. Using a lethality index to assess susceptibility of *Tribolium confusum* and *Oryzaephilus surinamensis* to insecticides. *PLOS One* 10:e0142044.
- Anonymous, 2012. Phosphine fumigation of stored products to control stored product insects in general. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 42: 498–500.
- Αθανασίου Χ., 2016. Έντομα Αποθηκευμένων Γεωργικών Προϊόντων και Τροφίμων. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Γεωπονική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Athanassiou, C.G., Papagregoriou, A.S., Buchelos, C.Th., 2004. Insecticidal and residual effect of three pyrethroids against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on stored wheat. *Journal of Stored Products Research* 40, 289–297.
- Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Boukouvala, M.C., Mavroforos, M.E., Kontodimas, D.C., 2015. Efficacy of alpha-cypermethrin and thiamethoxam against *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) and *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) on concrete. *Journal of Stored Products Research* 62, 101-107.
- Athanassiou C., Kavallieratos N., Vayias B., Dimizas C., Papagregoriou A., Buchelos C., (2004b). Residual toxicity of beta cyfluthrin, alpha cypermethrin and deltamethrin against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat. *Appl. Entomology. Zoology.* 39, 195–202.
- Athanassiou, C., Papagregoriou A., Buchelos C., (2004a). Insecticidal and residual effect of three pyrethroids against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on stored wheat. *Journal of Stored Products Research* 40, 289–297.
- Athanassiou C.G., Papagregoriou A.S., Buchelos C.Th. 2004. Insecticidal and residual effect of three pyrethroids against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on stored wheat. *Journal of Stored Products Research* 40: 289–297.

- Athanassiou C., Kavallieratos N., Vayias B., Dimizas C., Papagregoriou A., Buchelos C., (2004b). Residual toxicity of beta cyfluthrin, alpha cypermethrin and deltamethrin against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat. *Appl. Entomology. Zoology.* 39, 195–202.
- Athanassiou C., Arthur F., Throne J., (2009a). Efficacy of grain protectants against four psocid species on maize, rice and wheat. *Pest Management Science* 65, 1140-1146
- Athanassiou C., Kavallieratos N., Boukouvala M., Mavrofonos M., Kontodimas D., (2014). Efficacy of alpha-cypermethrin and thiamethoxam against *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) and *Tenebrio molitor* L (Coleoptera: Tenebrionidae) on concrete. *Journal of Stored Products Research* 62, 101–107.
- Αθανασίου Χ., Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Μαθημάτων «Προστασία Αποθηκευμένων Προϊόντων», 2016
- Aitken A. (1975). *Insect Travelers, I: Coleoptera*, Techn. Bull. 31, H.M.S.O. London.
- Arthur F., (1996). Grain protectants: current status and prospects for the future. *Journal of Stored Products Research* 32, 293–302.
- Arthur F., (2008) Efficacy of chlorfenapyr against *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults exposed on concrete, vinyl tile, and plywood surfaces. *Journal of Stored Products Research* 44, 145–151.
- Ashworth J.R. 1993a. The biology of *Ephestia elutella*. *Journal of Stored Products Research* 29: 199-205.
- Ashworth J.R. 1993b. The biology of *Lasioderma serricorne*. *Journal of Stored Products Research* 29: 291-303.
- Balachowski A. (1972). *Entomologie appliqué a l'agriculture*. Masson et Cie (eds), Paris, Tome I: Coleopteres.
- Bell R. J. and Watters F. L. (1982) Environmental factors influencing the development and rate of increase of *Prostephanus runcafus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) on stored maize. *J. stored Prod. Res.* 18, 131-142.
- Bermejo A., & Veeken H., 1992. Insecticide- impregnated bed nets for malaria control: a review of the field trials. *Bulletin of the Health Organization*, 70(3): 293- 296
- Bernton, H.S., Brown, H., 1964. Insect as potential sources of ingestant allergens.

- Blanc, M.P., Panighini C., Gadani F., Ross L. 2004. Activity of spinosad on stored-tobacco insects and persistence on cured tobacco strips. *Pest Management Science* 60: 1091–1098.
- Burton, G. J. 1963. Bed bugs in relation to transmission of human diseases. *Public Health Rep.* 78:513–524.
- Biondi A., Zappala L., Desneux A., Aparo A., Siscaro G., Rapisarda C., Martin T. and Tropea Grazia G., 2015. Potential Toxicity of α -Cypermethrin – Treated Nets on *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology Advance Access*. 1-7, DOI:10.1093
- Bray P., and Hamilton J., 2013. Insecticide- impregnated netting as a potential tool for long- lasting control of the leishmaniasis vector *Lutzomyia longipalpis* in animal shelters, *Parasites & Vector* 6:133
- Buchelos, C.Th., Trematerra, P. 1998. Monitoring of stored tobacco insect pests by means of pheromones: The case of *Ephestia elutella* (Hübner) and *Lasioderma serricorne* Fabricius in South Europe. *Anzeiger für Schadlingskunde* 71: 113-116.
- Collins, D.A., Conyers, S.T. 2010. The effect of sub-zero temperatures on different lifestages of *Lasioderma serricorne* (F.) and *Ephestia elutella* (Hübner). *Journal of Stored Products Research* 46: 234-241.
- CORESTA. 2013. Phosphine fumigation parameter for the control of the cigarette beetles and tobacco moth. CORESTA Guide no. 2. p. 4
- Coşkuncu, K.S., Kovanci, B. 2009. Seasonal fluctuations in populations of Lepidopteran species as influenced by conventional control in tobacco stores. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 7: 839-842.
- Camilla R., Glenn P. Svensson, Christer Lofstedt, 2001. Mating disruption of *Plodia interpunctella* in small- scale plots: Effects of pheromone blend, emission rates and population density. *Journal of Chemical Ecology*, 27:pp2109-2124
- Chittenden F. H. (1911) Papers on insects affecting stored products. The lesser grain borer. The larger grain borer. *Bull. Bur. Ent. U.S. Dep. Agric.* 96, 29-52.
- Γιαννοπολίτης Κ. (2005). Οδηγός γεωργικών φαρμάκων, 195-326

- Fang L., Subramanyam Bh, Arthur F., (2002). Effectiveness of spinosad on four classes of wheat against five stored-product insects. *Journal Economic Entomology* 95, 640-650.
- Giles P. H. (1975) Annual report 1974 on the activities of SEPRAL and the Grain Storage Extension Group. Rep. Section de Productos Almacenados (SEPRAL). Ministerio de Agricultura y Ganaderia, Nicaragua.
- Halstead D. (1967). Biological studies on species of *Palorus* and *Coeloparolus* with comparative notes on *Tribolium* and *Latheticus* (Col. Tenebrionidae). *Journal of stored products Research* 2, 273-313.
- Halstead D. (1967c). Notes on the systematic and distribution of some *Tribolium* species (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of stored products research* 3, 269-272.
- Hertlein, M., Thompson D., Subramanyan B. and Athanassiou C. (2011). Spinosad: A new natural product for stored grain protection. *Journal Stored Product Research* 47, 131-146.
- Howe R., (1950). The development of *Rhyzopertha dominica* (Col. Bostrychidae) under constant conditions. *Entomologist's Mon. Mag.* 86, 1-5
- Howard D. 6. (1483) The population biology of the greater grain borer *Prosteihanus truncatus* (Horn). Ph.D. thesis. University of Reading
- Hodges R. J. (1982) A review of the biology and control of the greater grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). *Trap. Stored Prod. Inf* 43, 3-9.
- Hodges R. J., Dunstan W. R., Magazini I. and Golob P. (1983a) An outbreak of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in East Africa. *Prot. Ecol.* 5, 183-194.
- Hodges R. J., Meik J. and Denton H. (1985) Infestation of dried cassava (*Munihot esculenta* Crantz) by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). *J. stored Prod. Res.* 21, 73-77.
- Hughes A., (1976). The mites of stored food and houses. Ministry of Agriculture, Fisheries and foos. *Techn. Bull.* 9. London.

- Hubert J., Stejskal V., Kubatova A., Munzbergova Z., Vanova M. and Zdarkova E. (2003). Mites as selective fungal carriers in stored grain habitats. *Exp. Appl. Acarology*, 29, 69-87.
- Jay, E.G., Arbocast, R.T., Pearman, G.C., 1971. Relative Humidity: Its importance in the control of stored- product insects with modified atmospheric gas concentrations. *J. Stored Prod. Res.* 7, 325-329
- Hori M., Kasaishi Y. 2005a. Estimation of the phosphine resistance level of the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae), by the knockdown time of adult. *Applied Entomology and Zoology* 40: 557–561.
- Hori M., Kasaishi Y. 2005b. Development of the new assay method for quickly evaluating phosphine resistance of the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae), based on the knockdown of the adult beetles. *Applied Entomology and Zoology* 40: 99–104.
- Imai, T., Fukazawa, N. 2012. Susceptibility of the cigarette beetle *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) to hypoxia. *Applied Entomology and Zoology* 47: 429-432.
- Imai, T. 2014. The additive effect of carbon dioxide on mortality of the cigarette beetle *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) in low-oxygen atmospheres. *Applied Entomology and Zoology* 50: 11-15.
- Ζάρπας Κ., 2016. Έντομα Αποθηκευμένων Γεωργικών Προϊόντων και Τροφίμων. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Εργαστηριακών Μαθημάτων, Γεωπονική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Ζιώγας Β., Μαρκόγλου Α. Γεωργική Φαρμακολογία, Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων, 2^η Έκδοση 2010.
- Kljajic P., Peric I., (2007a). Effectiveness of wheat-applied contact insecticides against *Sitophilus granarius* (L.) originating from different populations. *Journal. Stored Products. Research.* 43, 523-529.
- Lapesme, P., 1944. Les Coleopteres des denrees alimentaires et des produits industriels. P. Lechevalier (ed). Paris
- Lefkovitch L.(1967). A laboratory study of *Stegobium paniceum* (Coleoptera: Anobiidae). *Journal of stored Products Research* 3, 235-249.

- Lesne P. (1897) Revision des Coleopteres de la famille des Bostrichides. Ann. Sot. ent. Fr. LXVI, 319-350. (Auril 1898).
- Mahroof, R.M., Phillips, T.W. 2014. Mating disruption of *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) in stored product habitats using the synthetic pheromone serricornin. *Journal of Applied Entomology* 138: 378-386.
- Mallis A. 1982. *Handbook of pest control*. Frazak and foster Co, Cleveland, Ohio, Sixth Ed.
- Michael D. T. et al., (2003). Knockdown and Mortality of Adults of Eight Species of Stored-Product Beetles Exposed to Four Surfaces Treated with Spinosad Department of Grain. Science and Industry, Kansas State University. *Journal. Economic. Entomology*. 96 (6), 1967-1973.
- Mishra, P.R., Patra, R., Mohapatra, R.N. 2016. Influence of environmental factors on the growth and development of tobacco beetle, *Lasioderma serricorne* (Fab.) in storage. *Journal of Entomological Research* 40: 53-57.
- Murno J. (1966). *Pests of stored products*. Hutchinson and Co, London: 74-234.
- Μπουχέλος Κ., Αθανασίου Χ. (1996). Τροπικά κολεόπτερα έντομα: ο κίνδυνος εισόδου και εγκατάσταση τους στην Ελλάδα. Γεωργία – κτηνοτροφία 8, 62 – 64.
- Phillips T.W., Thoms E.M., DeMark J., Walse S. 2012. Fumigation. In: Hagstrum, D.W., Phillips, T.W., Cuperus, G. (Eds.), *Stored Product Protection*. S156. Kansas State University, Manhattan, KS, pp. 157-177.
- Pimentel M., Faroni L., Guedes R., Sousa A., Totola M., (2009). Phosphine resistance in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Journal. Stored Products. Research*. 45, 71-74.
- Rajendran S., Narasimhan K.S. 1994. Phosphine resistance in the cigarette beetle *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) and overcoming control failures during fumigation of stored tobacco. *International Journal of Pest Management* 40: 207–210.
- Redlinger L., Zettler J., Davis R., Simonaitis A., (1988). Evaluation of pirimiphos-methyl as a protectant for export grain. *Journal. Economic. Entomology*. 81, 718-721.

- Rumbos C. a, Dutton A b., Athanassiou C. c, (2013). Comparison of two pirimiphos-methyl formulations against major stored-product insect species *Journal of Stored Products Research* 55,106-115
- Ryan L. 1999. *Post-harvest tobacco infestation control*. Springer-Science and Business Media, Dordrecht, p. 156.
- Sağlam Ö., Edde P.A., Phillips T.W. 2015. Resistance of *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) to fumigation with phosphine. *Journal of Economic Entomology* 108: 2489-2495.
- Semple, R.L., Hicks, P.A., Lozare, J.V., Castermans A. (1992). *Towards integrated commodity and pest management in grain storage: A training manual for application in humid tropical storage systems. Proceedings and selected papers from the Regional Training Course on Integrated Pest Management Strategies in Grain Storage Systems, conducted by the National Post Harvest Institute for Research and Extension (NAPHIRE), Department of Agriculture, June 6-18, 1988, Philippines, A REGNET (RAS/86/189) Publication in Collaboration with NAPHIRE. Pp.526*
- Sinha, R.N., (1974) *Climate and the infestation of stored cereals by insects. Proc. 1st Int. Work. Conf. stored-prod. Entomol. Savanna* 117-141
- Sinha R. (1984). Effects of weevil (Coleoptera: Curculionidae) infestation on abiotic and biotic quality of stored products wheat. *Journal of Economic Entomology* 77: 1483-1488.
- Sinha R. and Watters F. (1985). *Insects pests of flour mills, grain elevators and feed mills and their control. Research station branch agriculture pub. 1776, Canadian government publishing center, Ottawa, Canada: 10-42.*
- Shires S. W. (1980) Life history of *Prosfephanus fruncafus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) at optimum conditions of temperature and humidity. *J. stored Prod. Res.* 16, 147-150.
- Shires S. W. and McCarthy S. (1976) A character for sexing live adults of *Prosfephanus fruncafus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). *J. sfored Prod. Res.* 12, 273-275. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 68, 16-22.

- Thomson V. (1966). *The biology of the lesser grain borer Rhyzopertha dominica (Fab)*. *Bull. Grain tech.* 4: 163-168.
- World Health Organization. *The use of impregnated bednets and other materials for vector-borne disease control. Unpublished document WHONBC/89.981, 1989.*
- World Health Organization (WHO) 2007. *Insecticide-treated mosquito nets: a position statement. Geneva, Switzerland.*
- Wu, Y., Zhang, W.-J., Wang, P.-J., Yang, K., Huang, D.-Y., Wei, J.-Y., Tian, Z.-F., Bai, J.-F., Du, S.-S. 2015. *Contact toxicity and repellency of the essential oil of Liriope muscari (Decn.) bailey against three insect tobacco storage pests. Molecules* 20:1 1676-1685.
- Wu, Y., Zhang, W., Li, Z., Zheng, L., Wang, P., Wei, J., Huang, D., Tian, Z., Li, X., Du, S. 2016. *Toxic activities of Platycladus orientalis against Lasioderma serricorne and Tribolium castaneum in stored tobacco. Tobacco Science and Technology* 48: 31-35.
- Zettler, J.L., Keever D.W. 1994. *Phosphine resistance in cigarette beetle (Coleoptera: Anobiidae) associated with tobacco storage in the southeastern United States. Journal of Economic Entomology* 87: 546–550.
- Ζάρπας Κ., Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Εργαστηριακών Μαθημάτων «Προστασία Αποθηκευμένων Προϊόντων», 2016
- Σταμόπουλος Δ. (1999). *Έντομα αποθηκών, μεγάλων καλλιέργειών και λαχανικών. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.*
- Σταμόπουλος, Δ. (2013). *Εχθροί αποθηκευμένων προϊόντων, μουσείων και κατοικιών. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος*
- Σουλιώτη Π. (2001). *Ορθολογική χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων για την αντιμετώπιση των ακάρεων των φυτών. Γεωργία – Κτηνοτροφία*, 5, 72-82.
- White N., Leesch J., (1995). *Chemical control. In: Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W. (Eds.), Integrated Management of Insects in Stored Products. Marcel Dekker Inc., New York, pp. 287–330.*
- <http://www.fao.org/home/en/>
- <http://www.fao.org/statistics/en/>

Πηγές Εικόνων

- Εικόνα 1 <https://www.pestcontrolindia.com/traps/>
- Εικόνα 2 <http://www.andermttbiocontrol.com/sites/products/diverseproducts/monitoring-systems/pheronorm.html>
- Εικόνα 3 <https://www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepose/monitor-prevent-eng.htm>
- Εικόνα 4 Προσωπικό Αρχείο Αθανασίου Χ., Πανεπιστημιακές Εργαστηριακές Παραδόσεις Μαθήματος «Προστασία Αποθηκευμένων Προϊόντων», 2016
- Εικόνα 5 <https://en.wikipedia.org/wiki/Pirimiphos-methyl#/media/File:Pirimiphos-methyl.svg>
- Εικόνα 6 <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alpha-cypermethrin.svg>
- Εικόνα 7 <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/perspective/2008/spinetoram>
- Εικόνα 8 <https://en.wikipedia.org/wiki/Fenoxycarb>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Diflubenzuron>
- Εικόνα 9 <https://en.wikipedia.org/wiki/Phosphine>
- Εικόνα 10 <https://en.wikipedia.org/wiki/Bromomethane>
- Εικόνα 11 <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%BA%CF%85%CE%AC%CE%BD%CE%B9%CE%BF>
- Εικόνα 12 https://sv.wikipedia.org/wiki/Lasioderma_serricorne
- Εικόνα 13 <http://entomologie-stuttgart.de/ask/node/5331?menu=ste>
- Εικόνα 14 <http://www.padil.gov.au/>
- Εικόνα 15 Προσωπικό Αρχείο Αθανασίου Χ., Πανεπιστημιακές Εργαστηριακές Παραδόσεις Μαθήματος «Προστασία Αποθηκευμένων Προϊόντων», 2016
- Εικόνα 16 https://en.wikipedia.org/wiki/Acanthoscelides_obtectus
- Εικόνα 17 <http://www.cropit.net/?q=content/insects/flat-grain-beetle-0>
- Εικόνα 18 Ζάρπας Κ. (2016), Πανεπιστημιακές Εργαστηριακές Παραδόσεις Μαθήματος «Προστασία Αποθηκευμένων Προϊόντων»

- Εικόνα 19 <http://brounandco.com.au/>
- Εικόνα 20 <https://www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepose/pip-irp/mw-cr-eng.htm>
- Εικόνα 21 https://en.wikipedia.org/wiki/Prostephanus_truncatus
- Εικόνα 22 https://en.wikipedia.org/wiki/Khapra_beetle
- Εικόνα 23 www.kerbtier.de
- Εικόνα 24 https://en.wikipedia.org/wiki/Red_flour_beetle#/media/File:Tribolium_castaneum.jpg
- Εικόνα 25 Ζάρπας Κ. (2016), Πανεπιστημιακές Εργαστηριακές Παραδόσεις Μαθήματος «Προστασία Αποθηκευμένων Προϊόντων»
- Εικόνα 26 (<http://zakhiresazigroup.blogfa.com/post/48>)
- Εικόνα 27 <http://www.hantsmoths.org.uk/species/1475.php>
- Εικόνα 28 https://en.wikipedia.org/wiki/Ephestia_elutella
- Εικόνα 29 https://en.wikipedia.org/wiki/Indian_mealmoth
- Εικόνα 30 <https://gr.pinterest.com/pin/28851253837668601/>
- Εικόνα 31 https://en.wikipedia.org/wiki/Tyrophagus_putrescentiae
- Εικόνα 32 <https://en.wikipedia.org/wiki/Cypermethrin>
- Εικόνα 33 <https://www.standort-ludwigshafen.basf.de/group/corporate/site-ludwigshafen/en/products-and-industries/index>
- & 34

Παράρτημα «Α»

Συνοπτική Παρουσίαση Εντόμων & Ακάρων Αποθηκών

Είδος	Διαστάσεις	Μορφολογικά Χαρακτηριστικά	Γεωγραφική Κατανομή	Ξενιστές
<i>Lasioderma serricorne</i>	2-3mm	Ωοειδές, ερυθροκάστανο	κοσμοπολίτικο	Προϊόντα καπνού & Κακάο
<i>Stegobium paniceum</i>	3.5mm	Ραβδώσεις στα έλυτρα	Εύκρατες Περιοχές	Σπέρματα, Ελαιούχους σπόρους, Ξερά φρούτα, Αρτοσκευάσματα
<i>Rhizopertha dominica</i>	3mm	Κυλινδρικό, καστανό	Τροπικές, Υποτροπικές ζώνες	Ρύζι, Καλαμπόκι, Κριθάρι, κα
<i>Prostephanus truncatus</i>	2.5-3mm	Κυλινδρικό, καστανό	Τροπικές, Υποτροπικές ζώνες	Αραβόσιτο, Κασσάβα
<i>Acanthoscelides obtectus</i>	3-4mm	Ωοειδές, Καστανόμαυρο	Κοσμοπολίτικο	Φασόλια, Σόγια, Ρεβίθια (σπάνια)
<i>Sitophilus granarius</i>	3-4mm	Αυλακώσεις στα έλυτρα	Κοσμοπολίτικο	Δημητριακά, Όσπρια, Ξηρούς καρπούς
<i>Sitophilus oryzae</i>	2.5-2.8mm	Αυλακώσεις στα έλυτρα, Ύπαρξη 4 κηλίδων	Κοσμοπολίτικο	Σιτηρά, Αραβόσιτος, Κριθάρι, Σίκαλη, Μήλα & Αχλάδια σπανιότερα

<i>Sitophilus zeamais</i>	2.5-3mm	Αυλακώσεις στα έλυτρα	Κοσμοπολίτικο	Αραβόσιτο, Σπέρματα Σιτηρών
<i>Trogoderma granarium</i>	3mm	Ωοειδές, Καστανό	Τροπικές, Υποτροπικές ζώνες	Σπόρους Σιτηρών, Ελαιώδης Σπόρους
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	3-3.5mm	Αυλακώσεις στα έλυτρα, πεπλατυσμένο	Κοσμοπολίτικο	Σπόροι σιτηρών, σταφίδες, καπνό, σοκολάτα, ζυμαρικά
<i>Tribolium castaneum</i>	3.5mm	Πεπλατυσμένο, καστανό, Ροπαλοειδής κεραία	Κοσμοπολίτικο, Θερμές ζώνες	Σπόροι, όσπρια, Ζωοτροφές, Μπαχαρικά
<i>Tribolium confusum</i>	4-6mm	Πεπλατυσμένο, καστανό	Κοσμοπολίτικο, μικρή εξάπλωση στην Τροπική ζώνη	Σιτηρά, Όσπρια, Αμύγδαλα, Κακάο
<i>Sitotroga cerealella</i>	12-16mm	Κίτρινο- τεφρό χρωματισμό	Κοσμοπολίτικο	Σπόροι Σιτηρών
<i>Ephestia kuehniella</i>	22mm	Γκριζο χρώμα με μαύρες εγκάρσιες γραμμώσεις	Κοσμοπολίτικο	Άλευρα, Σιτηρά, Όσπρια, Γύρη, Κυψέλες
<i>Ephestia elutella</i>	17mm	Καστανότεφρο χρωματισμό	Κοσμοπολίτικο	Καπνά, Αλεύρι, Σοκολάτα
<i>Plodia interpunctella</i>	15-20mm	Καστανέρυθρο χρωματισμό	Κοσμοπολίτικο	Ξερά φρούτα, Κακάο, Σοκολάτα
<i>Acarus siro</i>	320-460μm	Χρωματισμός ανάλογος της τροφής	Κοσμοπολίτικο	Άλευρα Δημητριακών, τυριά
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	280-350μm	Ημιδιάφανο	Κοσμοπολίτικο	Τυριά, Ζωοτροφές, Αλλαντικά, Άλευρα

Πίνακας 18. Παρουσίαση Εντόμων Αποθηκών

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000136959