

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

**Επίδραση των βιολογικών εντομοκτόνων
Neem-Azal & Oikos (δραστική ουσία: αζαντιρακτίνη)
εναντίων των *Sitophilus oryzae* & *Tribolium confusum*
εντόμων-εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων**

**ΡΟΥΣΣΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2007**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

**Επίδραση των βιολογικών εντομοκτόνων
Neem-Azal & Oikos (δραστική ουσία: αζαντιρακτίνη)
εναντίων των *Sitophilus oryzae* & *Tribolium confusum*
εντόμων-εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων**

**Επιβλέπων
Καθηγητής Δρ. Βελισσαρίου Δημήτρης**

**ΡΟΥΣΣΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2007**

**ΠΑΣΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗ
ΧΩΡΙΖΟΜΕΝΗ ΔΙΚΑΙΟΣΥΝΗΣ
ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΛΛΗΣ ΑΡΕΤΗΣ
ΠΑΝΟΥΡΓΙΑ, ΟΥ ΣΟΦΙΑ
ΦΑΙΝΕΤΑΙ
(Μενέξενος Πλάτωνος, 247-Α)**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Μικροβιολογίας και Παθολογίας Εντόμων του Μπενακειού Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου στα πλαίσια της πρακτικής μου άσκησης και αποτέλεσε για μένα τη βάση για την ορθότερη προσέγγιση και άλλων θεμάτων εντομολογίας που αποτελούν αντικείμενο του αναφερόμενου Ιδρύματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, τον επιβλέποντα της πτυχιακής αυτής μελέτης Δρ. Βελισσαρίου Δημήτρη Καθηγητή του Τμήματος Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Καλαμάτας για την σωστή καθοδήγηση του κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και την ανάθεση και επίβλεψη της εργασίας αυτής.

Ευχαριστίες απευθύνω στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής για την παρουσία τους.

Ευχαριστώ θερμά για την πολύτιμη βοήθεια κατά την διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης τον Ειδικό Τεχνικό Επιστήμονα του Εργαστηρίου Μικροβιολογίας και Παθολογίας Εντόμων κύριο Δρ Δημήτρη Χ. Κοντοδήμα .όπως και τον Δρ Νικόλαο Γ. Καβαλλιεράτο Δόκιμο Ερευνητή Δ,την Προϊσταμένη του Εργαστηρίου Μικροβιολογίας και Παθολογίας Εντόμων Δρα Μαρία Ανάγνου – Βερονίκη, Αναπληρώτρια Ερευνήτρια Β΄ για το προσωπικό ενδιαφέρον που επέδειξε κατά τη διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης και για τη διεξαγωγή και ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα την παρασκευάστρια του Εργαστηρίου Μικροβιολογίας και Παθολογίας Εντόμων Κυρία Σταυρούλα Παπανικολάου – Παναγοπούλου για την υπομονή την βοήθεια που μου παρείχε κατά την διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης αλλά και για τις πολύωρες συζητήσεις παντός θέματος όπως επίσης και τον Δρ Θωδωρή Μόσχο για τις συζητήσεις μας και για το γέλιο που μου χάρισε .

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Διεύθυνση του Μπενακειού Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου και όλο το προσωπικό για την διάθεση των χώρων, του εργαστηριακού εξοπλισμού κατά τον απαραίτητο χρόνο της πρακτικής μου άσκησης, καθώς και την ανθρώπινη και επιστημονική αντιμετώπιση με την οποία με περιέβαλαν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	IV
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	V
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ABSTRACT.....	2
Α' ΜΕΡΟΣ, ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.0 Γενικά.....	3
1.1 Ιστορική Καταγραφή.....	3
1.2 Εχθροί αποθηκευμένων προϊόντων.....	4
1.3 Έντομα και αποθηκευμένο προϊόν.....	4
1.4 Κυριότερα έντομα εχθροί αποθηκών.....	5
1.5 Μέτρα που λαμβάνονται για την αντιμετώπιση εντομολογικών προσβολών στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας η αποθηκεύσεως προϊόντων.....	8
1.6 Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος της προσβολής των αποθηκευμένων προϊόντων.....	9
Β' ΜΕΡΟΣ, ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΕΩΣ ΕΝΤΟΜΩΝ ΕΧΘΡΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ.....	13
2.0 Γενικά.....	11
2.1 Χημικές μέθοδοι.....	12
2.2 Βιοτεχνολογικές μέθοδοι.....	15
2.2.1.Χρήση παγίδων και φερομονών.....	15
2.2.2 Ρυθμιστές ανάπτυξης.....	19
2.2.3. Αιθέρια έλαια	19
2.3 Βιολογικές μέθοδοι	20
2.3.1 Τρόποι βιολογικής καταπολέμησης.....	20
2.3.1.1 Ιοί.....	22
2.3.1.2 Βακτήρια.....	22
2.3.1.3 Μύκητες.....	23
2.3.1.4 Νηματώδεις.....	23
2.3.1.5 Πρωτόζωα.....	23
2.4 Μηχανικές μέθοδοι	25
2.5 Φυσικές μέθοδοι.....	25
2.5.1 Μεταβολή της Θερμοκρασίας.....	25
2.5.2 Χρήση ιονιζουσών ακτινοβολιών.....	26
2.5.3 Χρήση γης διατόμων.....	27
Φυσικές – Χημικές ιδιότητες.....	29
Εντομοκτόνες ιδιότητες.....	31
Αποτελεσματικότητα επί των εντόμων.....	32
Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα της χρήσης.....	34

Γ' ΜΕΡΟΣ, ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ <i>Sitophilus oryzae</i>	36
3.0 Μελέτη του <i>Sitophilus oryzae</i>	36
3.1 Γεωγραφική κατανομή.....	36
3.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του εντόμου.....	36
3.3 Βιο-οικολογία του εντόμου.....	36
Δ' ΜΕΡΟΣ, ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ <i>Tribolium</i>	38
4.0 Μελέτη του <i>Tribolium</i>	38
4.1 Γεωγραφική κατανομή.....	38
4.2 Μορφολογικά Χαρακτηριστικά του εντόμου	38
4.3 Βιο-οικολογία του εντόμου.....	39
Έ ΜΕΡΟΣ, ΝΕΕΜ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΝΕΕΜ ΣΤΑ ΕΝΤΟΜΑ.....	40
5.0 Γενικά.....	40
5.1 Έντομα που επιδρά το Neem.....	42
ΣΤ' ΜΕΡΟΣ, ΠΕΙΡΑΜΑ.....	45
6.0 Εισαγωγή.....	45
6.1 Υλικά και Μέθοδος.....	47
6.1.1 Έντομα.....	47
6.1.2 Αγαθά.....	47
6.1.3 Εντομοκτόνο.....	47
6.1.4 Βιοδοκιμές.....	47
6.2 Αποτελέσματα-Πίνακες.....	50
6.2.1 Αποτελέσματα <i>Sitophilus oryzae</i>	50
6.2.2 Αποτελέσματα <i>Tribolium confusum</i>	62
6.2.3 Αποτελέσματα μετρήσεων απογόνων (45 μέρες)	74
6.3 Συμπεράσματα.....	80
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	84
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	86
ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	86
Τρόποι βιολογικής καταπολέμησης.....	86
ΙΟΙ.....	86
ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΙΩΝ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ	87
ΙΟΙ ΩΣ ΜΕΣΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ.....	87
ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ.....	88
ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ.....	90
ΕΙΔΗ ΜΥΚΗΤΩΝ ΩΣ ΜΕΣΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ.....	92
ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ.....	94

ΕΙΔΗ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ ΩΣ ΜΕΣΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ.....	94
ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΩΤΟΖΩΩΝ.....	95
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΠΡΩΤΟΖΩΩΝ.....	96
ΕΙΔΗ ΠΡΩΤΟΖΩΩΝ ΩΣ ΜΕΣΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ.....	96

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πιθανώς ο ποιο αποτελεσματικός φυτικός αποτρεπτικός ρυθμιστής ανάπτυξης και στερωτικός για τα έντομα είναι το τριτερπενοειδές αζαντιρακτίνη, ένα συστατικό το οποίο έχει απομονωθεί από από το σπόρο του Ινδικού δένδρου *Azadirachta indica* A. Juss. Αρκετές υποθέσεις υπάρχουν για το μηχανισμό δράσης της αζαντιρακτίνης. Η χημική δομή του βιομορίου azadirachtin, η οποία κάπως μοιάζει με αυτή της εκδυσόνης τελικά αποσαφηνίστηκε το 1985. Σε παρέμβαση με το νευροενδοκρινικό σύστημα που ελέγχει την εκδυσόνη και τη βιοσύνθεση της ορμόνης νεότητας έχει προταθεί. Λέγεται ότι η αζαντιρακτίνη προκαλεί σύγχυση στο φαινόμενο της έκδυσης με το να παρεμποδίζει τη βιοσύνθεση ή το μεταβολισμό της εκδυσόνης, την ορμόνη νεότητας, καταστέλοντας ή επιταχύνοντας τη μηχανισμό βιοσύνθεσης της εκδυσόνης. Επίσης παρεμπόδιση στην απελευθέρωση εκδυσόνης από τα παράγωγα γάγγλια της ορμόνης. Πέρα από αυτή την αντι-διατροφική δράση η αζαντιρακτίνη προκαλεί ανωμαλίες στη μεταμόρφωση σε πολλά είδη εντόμων πιθανώς επειδή παρεμβάνει στο ενδοκρινικό σύστημα. Η αζαντιρακτίνη επιφέρει ποικιλία επιδράσεων, τα οποία εξαρτώνται από τη δόση, όπως η παρεμπόδιση της έκδυσης και η παρεμπόδιση της ωρίμανσης ωών και της εκκόλαψης των προνυμφών.

Κατά την παρούσα εργασία εξετάστηκε η επίδραση της αζαντιρακτίνης σε δύο σοβαρούς εχθρούς των αποθηκευμένων προϊόντων [*Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) και *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae)] σε διάφορες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας.

Χρησιμοποιήθηκαν διάφορες δόσεις των εμπορικών σκευασμάτων αζαντιρακτίνης (Neem-Azal [azadirachtin A 1%] & Oikos [azadirachtin A+B 1%]) σε ενήλικα *S. oryzae* και *T. confusum* σε διάφορες θερμοκρασίες (20°C, 30°C, 25°C) και σε δύο σχετικές υγρασίες (55%, 75%). Η βιοδοκιμή έγινε σε δύο αποθηκευμένα τρόφιμα, στο καλαμπόκι και στο σιτάρι, σε τρεις δόσεις 500, 1000, 2000 ppm Neem-Azal αντίστοιχα και σε τρεις δόσεις Oikos. Η θνησιμότητα αποτιμήθηκε μετά από 24h, 48h, 7 μέρες, 14 μέρες (απομάκρυνση νεκρών και ζωντανών από τα δοχεία) έκθεσης και τελική μέτρηση απογόνων μετά από 45 μέρες. Παρατηρήθηκε γενικά υψηλότερη αποτελεσματικότητα του σκευάσματος Neem-Azal σε σύγκριση με το Oikos. Παρατηρήθηκε μεγαλύτερη θνησιμότητα/λιγότεροι απόγονοι και στα δύο έντομα που είχαν έρθει σε επαφή με τα τρόφιμα που είχαν ψεκάσθει με Neem-Azal. Επίσης παρατηρήθηκε ότι πάρα πολύ υψηλό ποσοστό σχετικής υγρασίας άνω του 75% ευνοεί αφάνταστα τα έντομα προάγοντας πάρα πολύ την πληθυσμιακή τους αύξηση και η αζαντιρακτίνη ήταν αναποτελεσματική.

.....

ABSTRACT

Probably the most effective plant deterrent, repellent, growth regulator and sterile to insect is the triterpenoid azadirachtin, a compound isolated from the seed of the Indian neem tree, *Azadirachta indica* A. Juss (Butterworth & Morgan, 1968; Nakanishi, 1975). Several hypotheses exist on the mode of action. Its structural (azadirachtin) formula, which resembles somewhat that of ecdysone was finally elucidated in 1985 (Kraus et al. 1985a, b; Bilton et al., 1985). An interference with the neuroendocrine system controlling ecdysone and juvenile hormone synthesis is suggested. One says that Azadirachtin disrupts molting by inhibiting biosynthesis or metabolism of ecdysone, the juvenile hormone, by suppression or acceleration the bio-construction mechanism of ecdysone. Also an inhibition of ecdysone release from the hormone-producing gland (*Calliphora*) (*J. Insect Physiol.* vol34, No.7 pp.713-719, 1988). Apart from its antifeedant effect, the compound causes metamorphic disturbances in many insect species probably because it interferes with endocrine function (Rembold et. al, 1982; Sieber & Rembold 1983). Azadirachtin induces a variety of effects, which are dose-dependent such as interference with pupal ecdysis, inhibition of egg maturation and induction of permanent larvae (Schulter et.al, 1985; Dorn et.al, 1986)

After the WWII there were extensive attempts with synthetic pesticides to reduce the insects numbers (main compositors of man for food). Insect pest are also still a serious threat to human health, primarily as vectors of tropical diseases. Owing to an indiscriminate use of pesticides various side effects have become observed in now and the environment, and many insect pest have become resistant to one or more pesticides. Consequently, the search for new preferably environmentally sound insecticides is an important and very interesting task

After of juvenile hormones study properties (Williams 1967) concluded that these compounds could be very suitable for pest control and that insects should not be able to develop resistant to these hormones, as they are their own products. He also expected negative influence on the environment than with broad-spectrum pesticides. During the 70's a considerable number of juvenile hormones analogues and mimics were developed which they expected stronger negative effects on the metamorphosis stages and on fecundity/fertility of insects than from the natural hormones.

Since azadirachtine has the potential for being a tool in the study of antifeeding deterrent / repellent to insects (Dorn et al. 1986), the present investigation was designed to study the effects of various doses of azadirachtin (Neem-Azal [azadirachtin A 1%] & Oiko [azadirachtin A+B 1%]) on adults of *Sitophilus oryzae* and *Tribolium confusum* in different temperatures (20°C, 30°C, 25°C) and in different relative humidities (55%, 75%). The bioassay done on two stored-products, on the corn and on the barley in three doses rates which were equivalent to 500, 1000, 2000 ppm Neem-Azal and three doses rates of Oiko. Mortality was assessed after 24h, 48h, 7d, 14d (remove dead and alive test insects from the vials) of exposure and finally progeny production after 45d. The azadirachtin was largely responsible for both repellent (behavioral) and toxic (physiological) actions of neem on stored-product insects with Neem-Azal more effective than Oiko.

Α΄ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.0 ΓΕΝΙΚΑ

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

Με τον όρο **αποθήκευση** εννοούμε τους «μετασυγκομιστικούς χειρισμούς που αφορούν στην επεξεργασία στην βιομηχανοποίηση αλλά και στην συσκευασία και μεταφορά των γεωργικών προϊόντων και τροφίμων. Η αποθήκευση γίνεται μέσα σε διάφορους χώρους, στους οποίους λαμβάνουν χώρα όλα τα μετασυγκομιστικά στάδια, δηλαδή τα στάδια μετά την συγκομιδή έως και την τελική διάθεση του προϊόντος στην αγορά» (Μπουχέλος 1996).

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ

Μέχρι πριν ορισμένες δεκαετίες, ακόμη και σε κράτη που θεωρούνταν προηγμένα όπως η Αγγλία, πίστευαν ότι τα ίδια τα αποθηκευμένα προϊόντα προκαλούσαν τις αλλοιώσεις τους και το φαινόμενο καλυπτόταν νομικά ως «εγγενής ανωμαλία». Σήμερα είναι πλέον γνωστό ότι τις αλλοιώσεις τις προκαλούν διάφοροι μικροοργανισμοί, αρθρόποδα και τρωκτικά τα οποία δρουν είτε σε συνεργεία, είτε μεμονωμένα με αποτέλεσμα την τόσο ποιοτική όσο και ποσοτική υποβάθμιση των προϊόντων. Κάτι τέτοιο βέβαια, έχει δυσμενείς επιπτώσεις τόσο στην οικονομία όσο και στην ανθρώπινη υγεία.

Ενώ δεν υπάρχουν δεδομένα για τα έντομα που συνδέονται με τον πρωτόγονο άνθρωπο και την τροφή του, τα πλέον πρόσφατα είναι εκείνα του *Tribolium* sp. που βρέθηκε σε αιγυπτιακό τάφο της έκτης δυναστείας του 2500 π.Χ. και των *Stegobium raniceum*, *Ptinus* sp. και *Lasioderma serricorne* που βρέθηκε στον τάφο του Τουταγχαμών (1390 - 1380 π.Χ). τα είδη αυτά, σήμερα, είναι ευρύτατα διαδεδομένα σε αποθηκευτικούς και άλλους συναφείς χώρους.

Σύμφωνα με υπολογισμούς του F.A.O. (Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών), οι απώλειες σε έτοιμο προϊόν κατά την αποθήκευση ανέρχονται στο 17% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής (10% από έντομα και 7% από ακάρεα, τρωκτικά και ασθένειες). Οι ποσότητες που καταναλίσκονται από τα έντομα στις αποθήκες και τις καλλιέργειες μόνο των σιτηρών θα μπορούσαν να αποτρέψουν λιμούς που σχεδόν μόνιμα απειλούν τις περισσότερες χώρες της Αφρικής και της Ασίας. Είναι γνωστό ότι τα τέλεια των Κολεοπτέρων και οι προνύμφες των Λεπιδοπτέρων καταναλώνουν σε μια εβδομάδα προϊόν ανώτερο ή πολλαπλάσιο του βάρους τους. Για παράδειγμα, μια προνύμφη *Ephestia* sp. κατατρώγει φύτρα 50 περίπου σπόρων μέχρι την νύμφωση της (Μπουχέλος, 1996).

1.2 ΕΧΘΡΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Μέχρι πριν ορισμένες δεκαετίες, ακόμη και σε κράτη που θεωρούνταν προηγμένα όπως η Αγγλία, πίστευαν ότι τα ίδια τα αποθηκευμένα προϊόντα προκαλούσαν τις αλλοιώσεις τους και το φαινόμενο καλυπτόταν νομικά ως «εγγενής ανωμαλία». Σήμερα είναι πλέον γνωστό ότι τις αλλοιώσεις τις προκαλούν διάφοροι μικροοργανισμοί, αρθρόποδα και τρωκτικά τα οποία δρουν είτε σε συνέργεια, είτε μεμονωμένα με αποτέλεσμα την τόσο ποιοτική όσο και ποσοτική υποβάθμιση των προϊόντων. Κάτι τέτοιο βέβαια, έχει δυσμενείς επιπτώσεις τόσο στην οικονομία όσο και στην ανθρώπινη υγεία.

Ενώ δεν υπάρχουν δεδομένα για τα έντομα που συνδέονται με τον πρωτόγονο άνθρωπο και την τροφή του, τα πλέον πρόσφατα είναι εκείνα του *Tribolium sp.* που βρέθηκε σε αιγυπτιακό τάφο της έκτης δυναστείας του 2500 π.Χ. και των *Stegobium paniceum*, *Ptinus sp.* και *Lasioderma serricorne* που βρέθηκε στον τάφο του Τουταγχαμών (1930- 1380 π.Χ). τα είδη αυτά, σήμερα, είναι ευρύτατα διαδεδομένα σε αποθηκευτικούς και άλλους συναφείς χώρους.

Σύμφωνα με υπολογισμούς του F.A.O (Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών), οι απώλειες σε έτοιμο προϊόν κατά την αποθήκευση ανέρχονται στο 17% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής (10% από έντομα και 7% από ακάρεα τρωκτικά και ασθένειες). Οι ποσότητες που καταναλίσκονται από τα έντομα στις αποθήκες και τις καλλιέργειες μόνο των σιτηρών θα μπορούσαν να αποτρέψουν λιμούς που σχεδόν μόνιμα απειλούν τις περισσότερες χώρες της Αφρικής και της Ασίας. Είναι γνωστό ότι τα τέλεια των Κολεοπτέρων και οι προνύμφες των Λεπιδοπτέρων καταβροχθίζουν σε μια εβδομάδα προϊόν ανώτερο ή πολλαπλάσιο του βάρους τους. Για παράδειγμα, μια προνύμφη *Erphestia sp.* κατατρώγει φυτό 50 περίπου σπόρων μέχρι την νύμφωση της (Μπουχέλος, 1996).

1.3 ΈΝΤΟΜΑ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΟ ΠΡΟΪΟΝ

Έντομο αποθηκών θεωρείται κάθε είδος εντόμου που προσβάλει και ζημιώνει αμέσως ένα προϊόν και μπορεί να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί σε μία αποθήκη ή χώρο που φιλοξενεί για αρκετό χρονικό διάστημα γεωργικά προϊόντα ή τρόφιμα. Βέβαια στους αποθηκευτικούς χώρους συναντούμε και άλλα έντομα τα οποία δεν τρέφονται με τα αποθηκευμένα προϊόντα αλλά με μύκητες ή και με άλλα έντομα ή αρθρόποδα (αρπακτικά ή παράσιτα). Τέτοια έντομα μπορούν να θεωρηθούν χρήσιμοι δείκτες για προϊόντα που είναι προσβεβλημένα ή βρίσκονται σε κακή κατάσταση αλλά η παρουσία τους και μόνο είναι ικανή να υποβαθμίσει την ποιότητα των αποθηκευμένων προϊόντων. Στις Η.Π.Α. το σιτάρι θεωρείται προσβεβλημένο όταν πληθυσμός δυο ή περισσότερων εντόμων εχθρών, βρεθεί σε 1 χιλιόγραμμο βάρους, αντιπροσωπευτικού δείγματος αποθηκευμένου προϊόντος (Anonymous 1994).

Τα περισσότερα είδη εντόμων αποθηκών ανήκουν στην τάξη Κολεόπτερα με επόμενη την τάξη Λεπιδόπτερα. Από την τάξη Υμενόπτερα τα περισσότερα έντομα που απαντώνται στους αποθηκευτικούς χώρους ανήκουν στις οικογένειες Ichneumonidae, Braconidae, Pteromalidae και παρασιτούν πληθυσμούς εντόμων αποθηκών. Ελάχιστα είναι τα Ημίπτερα (κυρίως οικ. Reduviidae και Anthocoridae) που είναι αρπακτικά διαφόρων ειδών που ζουν στους αποθηκευτικούς χώρους ενώ

ύπαρξη ειδών άλλων τάξεων κρίνεται μάλλον συμπτωματική και σπάνια. Υπάρχουν επίσης και είδη εντόμων όπως τα Κολεόπτερα της οικογένειας Bruchidae, που ενώ είναι εχθροί των καλλιεργειών εντούτοις είναι ικανά να διαχειμάσουν στο ξηρό αποθηκευμένο προϊόν, χρησιμοποιώντας την αποθήκη για να περάσουν στην επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Αρκετά από τα έντομα αυτά, με μικρές αλλαγές στις συνήθειες τους, έχουν γίνει γνήσια έντομα αποθηκών.

Τα περισσότερα έντομα που προσβάλλουν αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα και τρόφιμα έχουν ευρεία γεωγραφική εξάπλωση. Η εξάπλωση αυτή παρατηρείται τόσο σε έντομα που έχουν ικανότητα πτήσεως όσο και σε έντομα τα οποία δεν εμφανίζουν την ικανότητα αυτή. Η «μείωση» των αποστάσεων που έχει πραγματοποιηθεί με τα μέσα μαζικής μεταφοράς, καθώς και το διεθνές εμπόριο με την ολοένα αυξανόμενη διακίνηση των προϊόντων επιτρέπουν στα έντομα αποθηκών να μεταφέρονται και να αναπτύσσονται σε περιοχές οι οποίες απέχουν μεγάλες γεωγραφικές αποστάσεις.

Το μέγεθος αλλά και το σχήμα του σώματος των εντόμων αποθηκών είναι τέτοια ώστε να τα ευνοούν στην είσοδο αλλά την εγκατάσταση τους στους αποθηκευτικούς χώρους. Το μήκος του σώματος των τελείων ποικίλει από 1mm μέχρι 12 mm περίπου ενώ η πλειονότητά τους δεν ξεπερνά τα 5 mm. Έτσι, μια στενή ρωγμή ή σχισμή στην εσωτερική κατασκευή του αποθηκευτικού χώρου γίνεται πολλές φορές καταφύγιο πληθυσμών εντόμων, ικανών να ξεκινήσουν σοβαρές προσβολές στα φιλοξενούμενα προϊόντα. Το μικρό τους μέγεθος, παρέχει σε αυτά τη δυνατότητα να αποφεύγουν εύκολα τους φυσικούς τους εχθρούς και πολλές φορές και την επίδραση των εντομοκτόνων. Παράδειγμα, τα μικροκαμωμένα και πεπλατυσμένα *Oryzaephilus* sp. που χάρη στα «προσόντα» τους αυτά, έχουν σήμερα μεγάλη εξάπλωση και προσβάλουν μεγάλο αριθμό προϊόντων.

1.4 ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΕΝΤΟΜΑ ΕΧΘΡΟΙ ΑΠΟΘΗΚΩΝ

ΤΑΞΗ ΛΕΠΙΔΟΠΤΕΡΑ

- **Οικογένεια Pyralidae**

Ephestia kuhniella. «Μεσογειακό σκουλήκι των αλεύρων»

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

Ephestia cautella. «σκουλήκι των σύκων, σταφίδας»

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

Ephestia elutella. «σκουλήκι του καπνού ή του κακάο»

Εκτός από τα καπνόφυλλα προσβάλλει και κακάο, σοκολάτα, αλεύρι, ζυμαρικά, σπόρους σιτηρών και οπώρες, αφυδατωμένα λαχανικά, πλακούντες κ.α

Plodia interpunctella «Κοινό σκουλήκι αποθηκών»

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

Pyralis farinalis «σκουλήκι των αλεύρων»

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

Corcyra cephalonica «σκουλήκι του ρυζιού»

Στην Ελλάδα έχει προκαλέσει σοβαρές ζημιές σε μαύρη κορινθιακή σταφίδα και σουλτανίνα αχρηστεύοντας το αποθηκευμένο προϊόν ενώ διεθνώς αναφέρεται ως εχθρός των σπόρων και αλεύρων του ρυζιού καθώς και αλεύρων άλλων σιτηρών (σίτου, αραβοσίτου).

- **Οικογένεια Tineidae**

Tinea granella «Τίνεα των σπόρων»

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

- **Οικογένεια Gelechidae**

Sitotroga cerealella «Σιτοτρώγα»

Είναι σοβαρός εχθρός των σπόρων όλων των καλλιεργούμενων σιτηρών αλλά και μερικών αυτοφυών αγρωστωδών. Δεν δημιουργούνται νήματα στην επιφάνεια των προϊόντων αλλά εκτός από τις απώλειες σε βάρος και βλαστικότητα οι σπόροι αποκτούν δυσάρεστη οσμή και γεύση ενώ το κριθάρι γίνεται και ακατάλληλο για ζυθοποίηση.

ΤΑΞΗ ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΑ

- **Οικογένεια Curculionidae**

Sitophilus granarius «σκαθάρι του σιταριού»

Προσβάλλει κυρίως ξηρούς σπόρους δημητριακών (σιτάρι, ρύζι, βρώμη, κριθάρι, σόργο, σίκαλη, αραβόσιτο). Σπανιότερα προσβάλλει και όσπρια (ρεβίθια).

Sitophilus oryzae «σκαθάρι του ρυζιού»

Προσβάλλει ρύζι και σπόρους δημητριακών. Μπορεί επίσης να προσβάλλει, αλλά σε μικρότερο βαθμό, αλευρώδη προϊόντα, βαμβακόσπορο, όσπρια, ξηρούς καρπούς, ζωοτροφές, κ.α.

- **Οικογένεια Tenebrionidae**

Tribolium confusum «σκαθάρι ή ψείρα των αλεύρων»

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

Tribolium castaneum «σκούρο σκαθάρι των αλεύρων»

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

Tenebrio molitor «μεγάλο σκαθάρι των αλεύρων»

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

- **Οικογένεια Ostomidae (=Trogositidae)**

Tenebroides mauritanicus «σκαθάρι των σπόρων»

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

- **Οικογένεια Cucujidae**

Oryzaephilus surinamensis «οδοντωτό σκαθάρι των σπόρων»

Προσβάλλει σπόρους σιτηρών, σταφίδα, είδη διατροφής (ψωμί, ζυμαρικά, μπισκότα, ξηροί καρποί), ελαιούχοι σπόροι, ξηρά όσπρια, κακάο, καφέ, αποξηραμένα φυτά, πάντοτε σε συνεργασία με άλλα επιζήμια σε αυτά έντομα.

Cryptolestes ferrugineus «σιταρόψειρα»

Προσβάλλει σπόρους σιτηρών. Σε αποθήκες υπερέρχει σε πληθυσμό ενώ σε αλευρόμυλους υπερέρχει το συγγενές *C. turcicus*.

- **Οικογένεια Bostrychidae**

Rhyzopertha dominica «σκαθάρι του ρυζιού»

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

- **Οικογένεια Anobiidae**

Lasioderma serricorne «σκαθάρι ή ψείρα του ξηρού καπνού»

Είναι ο κύριος εχθρός του αποθηκευμένου καπνού (μαζί με το *E. elutella*). Έχει τεράστια ποικιλία τροφικών προτιμήσεων όπως τσιγάρα, πούρα, κακάο, σοκολάτα, μπαχαρικά, ζυμαρικά, αρωματικά φυτά, έντομα και φυτά σε συλλογές, ξηρές σπόρες, ελαιώδεις σπόρους και πλακούντες, χαρούπια, όσπρια, αυτοφυή φυτά στην ύπαιθρο κ.α.

- **Οικογένεια Nitidulidae**

Carpophilus hemipterus «σκαθάρι των ξηρών φρούτων»

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

- **Οικογένεια Bruchidae**

Acanthoscelides obtectus «Βρούχος των φασολιών»

Προσβάλλει κυρίως φασόλια όλων των ποικιλιών αλλά και σόγια.

Ανάλογες προσβολές σε όσπρια προκαλούν τα συγγενή είδη:

Bruchus pisorum κοινώς Βρούχος των μπιζελιών

B. rufimanus κοινώς Βρούχος των κουκιών

B. lentis κοινώς Βρούχος της φακής

Οικογένεια Dermestidae

Anthrenus museorum και *A. verbasci* «σκαθάρια των μουσείων»

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

Trogoderma granarium «Τρωγόδερμα των σπόρων»

Αντίθετα με τα υπόλοιπα Dermestidae, τρέφεται αποκλειστικά με φυτικές ύλες και είναι καταστρεπτικό στα αποθηκευμένα σιτηρά. Επίσης προσβάλλει ελαιώδεις σπόρους και πλακούντες. Αποτελεί «Έντομο καραντίνας» σε πολλές χώρες.

1.5 ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΡΟΣΒΟΛΩΝ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ Η ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΕΩΣ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ.

- **Αποφυγή εισόδου εντόμων στις εγκαταστάσεις.**

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

- **Σχολαστική καθαριότητα των χώρων.**

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

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

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

Ύπαρξη καταλόγου «ευαίσθητων» περιοχών ή σημείων της εγκαταστάσεως που πιθανολογείται ότι μπορούν να αποτελέσουν εστίες ή καταφύγια εντόμων.

Χρησιμοποίηση διαφόρων τύπων παγίδων κατάλληλων για κάθε περίπτωση, για έγκαιρη διαπίστωση τυχόν υπέρξεως εντόμων.

1.6 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ.

- **Συμπεριφορά και δραστηριότητα των εντόμων.**

Το μέγεθος της προσβολής ενός αποθηκευμένου προϊόντος επηρεάζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την δραστηριότητα και συμπεριφορά των εντόμων που τρέφονται και αναπαράγονται στην αποθήκη. Υπάρχουν έντομα που προσβάλλουν αποκλειστικά κακής ποιότητας σπόρους πιθανότατα προσβεβλημένους από άλλα έντομα ή μικροοργανισμούς. Τα έντομα αυτά είναι επιζήμια μόνο όταν πληρούνται οι παραπάνω προϋποθέσεις. Αρκετά έντομα επίσης, κατά την διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου, προσβάλλουν περισσότερους από έναν καρπούς ενώ άλλα συμπληρώνουν την ανάπτυξη τους μόνο σε έναν καρπό. Στην πρώτη περίπτωση οι ζημιές που αναμένονται λογικά είναι μεγαλύτερες αν και κάθε φορά θα πρέπει να συνυπολογίζουμε την γονιμότητα του εντόμου, τον αριθμό των γενεών που μπορεί να έχει, την ύπαρξη ή μη διαπαύσεως κ.τ.λ.

- **Καταλληλότητα και μέτρα προστασίας των αποθηκευτικών χώρων.**

Οι αποθηκευτικοί χώροι θα πρέπει να είναι σωστά σχεδιασμένοι ώστε να μην επιτρέπουν την εύκολη είσοδο και εγκατάσταση εντομολογικών ή άλλων εχθρών. Στα παράθυρα πρέπει να τοποθετείται ψιλή σήτα που θα παρεμποδίζει την είσοδο των εντόμων στο εσωτερικό της αποθήκης, οι πόρτες θα πρέπει να κλείνουν πολύ καλά χωρίς να αφήνουν ανοίγματα και δεν θα πρέπει να υπάρχουν ρωγμές στους τοίχους και στις οροφές. Επίσης στα δάπεδα θα πρέπει να είναι εφικτός ο εύκολος καθαρισμός τους και δεν θα πρέπει να υπάρχουν μέρη που θα προσφέρουν καταφύγιο στα έντομα. Τέλος θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να επιτρέπεται η εύκολη προσπέλαση για καθαρισμό και εφαρμογή εντομοκτόνων ουσιών στις εγκαταστάσεις κλιματισμού, κεντρικής θερμάνσεως και αποχετεύσεως.

- **Μικροκλίμα των αποθηκευτικών χώρων.**

Η θερμοκρασία που επικρατεί στον αποθηκευτικό χώρο αλλά και η υγρασία τόσο του περιβάλλοντος χώρου όσο και του αποθηκευμένου προϊόντος, επιδρούν στο μέγεθος των εντομολογικών προσβολών. Ο ρόλος των δύο αυτών παραγόντων είναι καθοριστικός, καθώς επιδρά:

1. Στη διάπαυση των εντόμων.
2. Στη γονιμότητά τους.
3. Στην δραστηριότητά τους.
4. Στη διάρκεια του βιολογικού κύκλου τους, προκαλώντας αύξηση ή μείωση του αριθμού των γενεών τους.

- **Χωροταξική μελέτη της αποθήκης.**

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

- **Υγειονομική κατάσταση του προϊόντος πριν την αποθήκευση.**

Εάν τα προϊόντα είναι ήδη προσβεβλημένα από τον αγρό, ή προσβλήθηκαν κατά την μεταφορά τους στην αποθήκη τότε λογικά το μέγεθος της προσβολής μέσα στην αποθήκη θα αυξηθεί και τα προϊόντα αυτά θα αποτελέσουν εστίες «μολύνσεως» για τα άλλα προϊόντα που θα εισαχθούν αργότερα.

- **Ικανότητα πτήσεως των εντόμων.**

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

Β' ΜΕΡΟΣ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΕΝΤΟΜΩΝ ΕΧΘΡΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

2.0 ΓΕΝΙΚΑ

Είναι γεγονός ότι ενώ μια καλλιέργεια είναι δυνατόν να αντισταθμίσει μόνη της ή με κατάλληλες επεμβάσεις του ανθρώπου, ζημιές από δεδομένη προσβολή, οι απώλειες που προκαλούνται κατά την αποθήκευση του συγκομισμένου και πολλές φορές έτοιμου για κατανάλωση προϊόντος είναι κυριολεκτικά ανεπανόρθωτες. Εάν έχουν ληφθεί όλα τα προληπτικά μέτρα, και παρόλα τα μέτρα αυτά στο αποθηκευμένο προϊόν ανιχνευθούν προσβολές τότε θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την άμεση καταπολέμηση των εχθρών. Ακόμη και σήμερα η πιο αποτελεσματική μέθοδος αντιμετώπισης των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι η χημική. Παρά το γεγονός ότι με τις χημικές μεθόδους αντιμετώπισης επιτυγχάνεται πλήρης έλεγχος των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων, οι συνέπειες της χρήσεως τέτοιων μεθόδων είναι αρνητικές για την δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Αν στους παραπάνω παράγοντες προστεθεί και το φαινόμενο της ανθεκτικότητας των εντόμων εχθρών στα χημικά σκευάσματα τότε είναι επιτακτική η ανάγκη εύρεσης αλλά και χρησιμοποίησης διαφορετικών μεθόδων, προκειμένου να ελεγχθούν οι πληθυσμοί των εντόμων που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα. Οι μέθοδοι αυτές μπορεί να ενεργούν μεμονωμένα ή και σε συνδυασμό τόσο μεταξύ τους όσο και με τις χημικές μεθόδους, και βέβαια θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές, με τις όσο δυνατόν λιγότερες συνέπειες για το περιβάλλον. (Μπουχέλος, 1996)

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

- Μηχανικές
- Φυσικές
- Βιοτεχνολογικές
- Βιολογικές

2.1 ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

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

- **Απεντομώσεις χώρων με τη χρήση χημικών εντομοκτόνων.**

Τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται κυρίως στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι οργανοφωσφωρικά, πυρεθροειδή και καρβαμιδικά. Από τα οργανοφωσφωρικά χρησιμοποιούνται κυρίως τα Acephate, Chlorpyrifos, Dichlorvos, Fenthion, Malathion και Pyrimiphos methyl. Από τα πυρεθροειδή τα deltamethrin, cyfluthrin, beta-cyfluthrin και από τα καρβαμιδικά το carbaryl και το proroxur. Όλα τα παραπάνω σκευάσματα χρησιμοποιούνται για απεντομώσεις χώρων κυρίως με ψεκασμό και λιγότερο με επίπαση. Το ψεκαστικό υγρό μπορεί να εφαρμοσθεί με ψεκαστήρες πλάτης, όταν πρόκειται για μικρούς χώρους ή με ψεκαστήρες υψηλής πίεσεως και υψηλού όγκου (HV) όταν πρόκειται για μεγάλης έκτασης χώρους. Οι σταγόνες μεγέθους 300-400 μ. που παράγονται από τους ψεκαστήρες HV, μπορεί μεν να δημιουργούν ένα καλό νέφος, κατακάθονται όμως γρήγορα και δημιουργούν πολλές φορές ελαιώδεις ανεπιθύμητους λεκέδες για τον λόγο αυτό οι ψεκασμοί επιδιώκεται να γίνονται με ψεκαστήρες υπερμικρού όγκου (ULV) όπου το μέγεθος των σταγονιδίων κυμαίνεται από 1-30 μ. Ομιχλώδη νεφελώματα από σταγονίδια εντομοκτόνου μπορούν να παραχθούν και με ειδικές φορητές συσκευές (chemical fog applicators). Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι επιτυγχάνεται κατεύθυνση του ψεκαστικού υγρού σε δύσκολα μέρη, όπως για παράδειγμα στο εσωτερικό των μηχανημάτων. Οι ίδιες συσκευές χρησιμοποιούνται επίσης για μυοκτονίες ή ακόμη για την καταπολέμηση εντόμων θερμοκηπίου (αλευρώδεις, λυριόμυζες, θρίπες). Επίσης τοπική και περιορισμένη χρήση εντομοκτόνων σε σημεία που αποτελούν καταφύγια εντόμων ή σημεία που παρατηρούνται υψηλοί πληθυσμοί, επιτυγχάνεται με φορητά ψεκαστικά μηχανήματα (spot fumigation ή spot treatment).

Για την επιλογή του κατάλληλου εντομοκτόνου θα πρέπει να ληφθούν υπόψη πολλές παράμετροι, όπως: το είδος του εντόμου που πρόκειται να καταπολεμηθεί, η διάρκεια προστασίας, η δόση και τα υπολείμματα που αφήνει το εντομοκτόνο στα προϊόντα, το είδος του προϊόντος που είναι αποθηκευμένο ή που πρόκειται να αποθηκευθεί, ο χρόνος επαναχρησιμοποίησεως του χώρου από τους εργαζόμενους, τα τυχόν παρασκευαζόμενα στον χώρο προϊόντα

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

- **Καπνογόνα**

Τα καπνογόνα είναι χημικές ενώσεις οι οποίες επενεργούν τοξικά με τους ατμούς τους στα παράσιτα που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα, διάφορα υλικά ή και τις καλλιέργειες. Η μεταχείριση και χρήση των καπνογόνων θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, τηρώντας αυστηρά τις οδηγίες χρήσεως και από εξειδικευμένο προσωπικό στο οποίο θα διατίθενται όλα τα απαραίτητα μέσα για την ασφάλεια του. Το μεγάλο πλεονέκτημα τους είναι ότι εξαπλώνονται πολύ γρήγορα και διεισδύουν σε θέσεις και χώρους όπου άλλοι τρόποι αντιμετώπισης είναι πρακτικά αδύνατον να εφαρμοστούν.

Τα κυριότερα καπνογόνα που χρησιμοποιούνται σήμερα στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι το βρωμιούχο μεθύλιο (CH_3Br) και η φωσφίνη (PH_3). Και τα δύο καπνογόνα είναι πολύ ισχυρά δηλητήρια τόσο για τα έντομα όσο και για τα θηλαστικά, για αυτό η εφαρμογή τους πρέπει να γίνεται προληπτικά, πριν την εισαγωγή του προϊόντος στην αποθήκη, μάλιστα έχει χαρακτηριστεί και ως καρκινογόνο, ενώ παράλληλα συμβάλλει στην καταστροφή του όζοντος της στρατόσφαιρας. Για αυτούς τους δύο παραπάνω λόγους το CH_3Br μέχρι και το έτος 2006 θα έχει αποσυρθεί εντελώς.

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

Σημείο ζέσεως

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

Πτητικότητα-Τάση ατμών

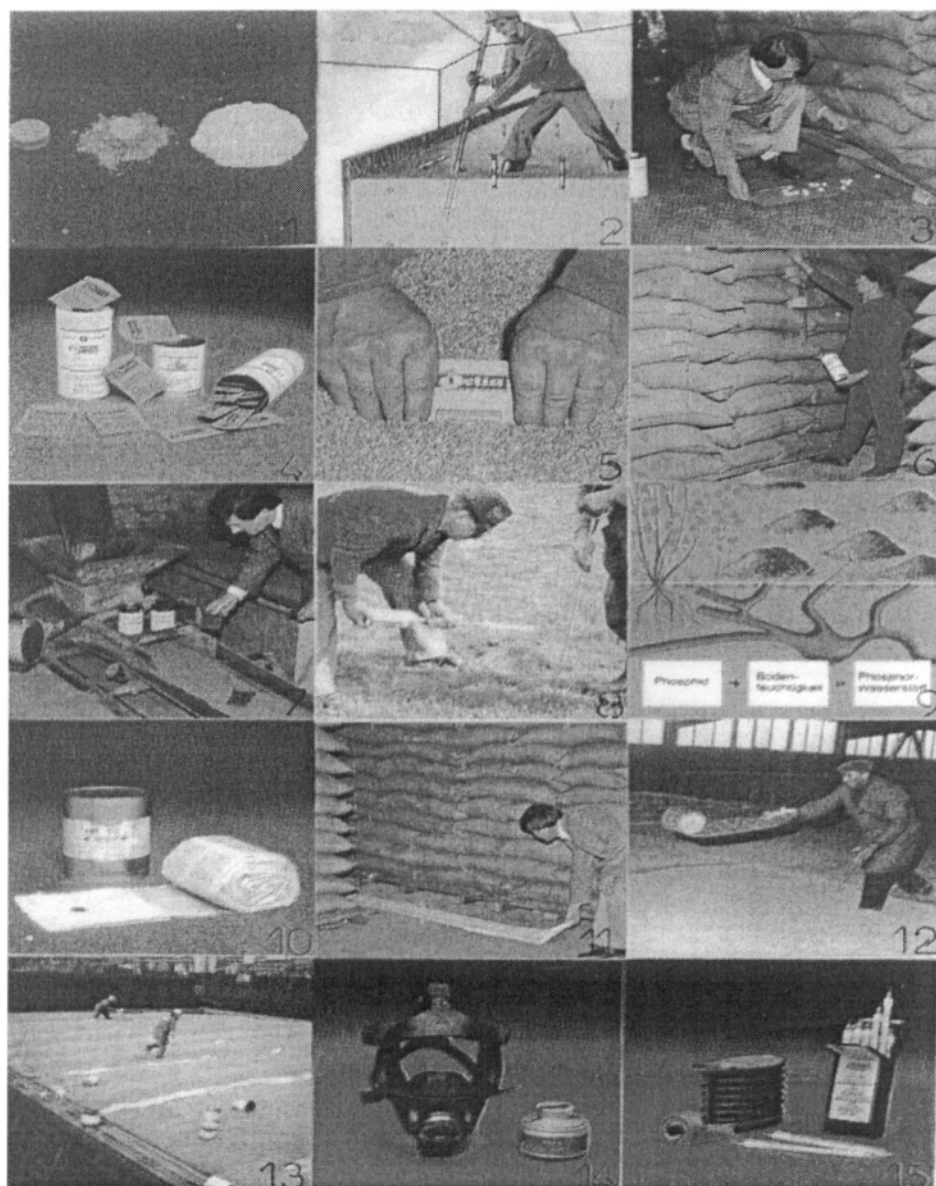
Η τάση ατμών ενός καπνογόνου στις συνήθεις συνθήκες θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, καθορίζει τον τρόπο συσκευασίας αλλά και εφαρμογής του στην απεντόμωση. Καπνογόνες ουσίες που χαρακτηρίζονται από υψηλή τάση ατμών και βρίσκονται σε αέρια κατάσταση στις συνήθεις συνθήκες θερμοκρασίας με αυτές των καπνισμών, εισάγονται απευθείας με τα ειδικά δοχεία συσκευασίας τους (οβίδες) ή μέσω συστήματος σωληνώσεων. Αντίθετα καπνογόνες ουσίες με χαμηλή τάση ατμών, οι οποίες βρίσκονται σε υγρή κατάσταση στις συνήθεις θερμοκρασίες, συσκευάζονται σε αεροστεγή δοχεία (Ορφανίδης 1965)

Ειδικό βάρος

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

Αναφλεξιμότητα-Εκρηκτικότητα

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



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

Προσροφητικότητα ατμών

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

Διαλυτότητα

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

Εντομοτοξική ενέργεια

Η διείσδυση των καπνογόνων ατμών μέσα στο σώμα των εντόμων γίνεται κυρίως μέσω της αναπνοής. Συνεπώς οποιοσδήποτε παράγοντας που επιδρά στο άνοιγμα ή στο κλείσιμο των αναπνευστικών πόρων, όπως και των αναπνευστικών κινήσεων, θεωρητικά επιδρά και στην αποτελεσματικότητα του καπνογόνου.

2.2 ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

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

2.2.1 Χρήση παγίδων και φερομονών.

Παγίδες

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

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

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

έντομα. Οι μη κολλητικές παγίδες είναι γενικά επαναχρησιμοποιήσιμες σε σχέση με τις κολλητικές, κάτι που αποτελεί και το κυριότερο πλεονέκτημα τους.

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

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

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

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

- *Oryzaephilus surinamensis*
- *Oryzaephilus mercator*
- *Sitophilus granarius*
- *Tribolium confusum*
- *Prostephanus truncatus*
- *Tenebrio molitor*
- *Ptinus sp.*
- *Tenebroides mauritanicus*
- *Araecerus fasciculatus*

Φερομόνες

Οι **φερομόνες** είναι πτητικές, χαμηλού μοριακού βάρους, οργανικές ενώσεις και ανήκουν σε διάφορες ομάδες. Είναι ορμόνες φύλου που παράγονται συνήθως το θηλυκά άτομα και ελκύουν τα αρσενικά άτομα για σύζευξη. Υπάρχει και μια άλλη κατηγορία φερομονών, οι φερομόνες συναθροίσεως οι οποίες παράγονται από το ένα φύλο, συνήθως το αρσενικό και ελκύουν μέλη από τα δύο φύλα είτε για σύζευξη είτε για συναθροίση στη πηγή τροφής . Με τη χρήση φερομονικών παγίδων μπορούμε να ανιχνεύσουμε και να προσδιορίσουμε ταυτόχρονα τα έντομα εχθρούς των αποθηκευμένων προϊόντων, ενώ κατευθείαν έλεγχος των πληθυσμών με φερομόνες μπορεί να επιτευχθεί με σκευάσματα που περιέχουν ελκυστικό, που ελκύει και ταυτόχρονα θανατώνει ή αποτρέπει τη σύζευξη των εντόμων.



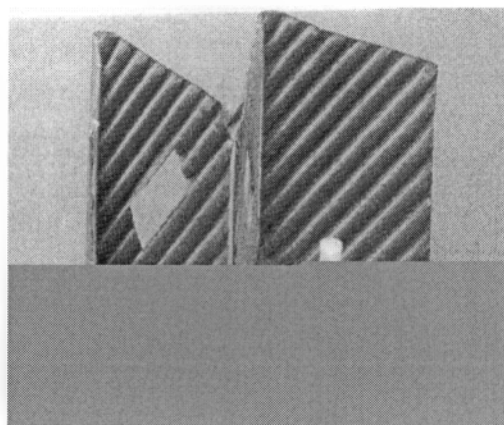
Εικ2. Παγίδα χοάνης



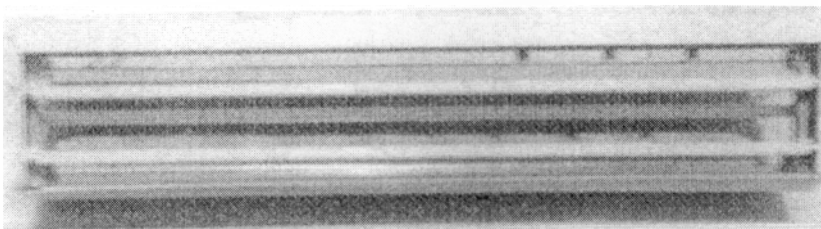
Παγίδα τύπου Δέλτα



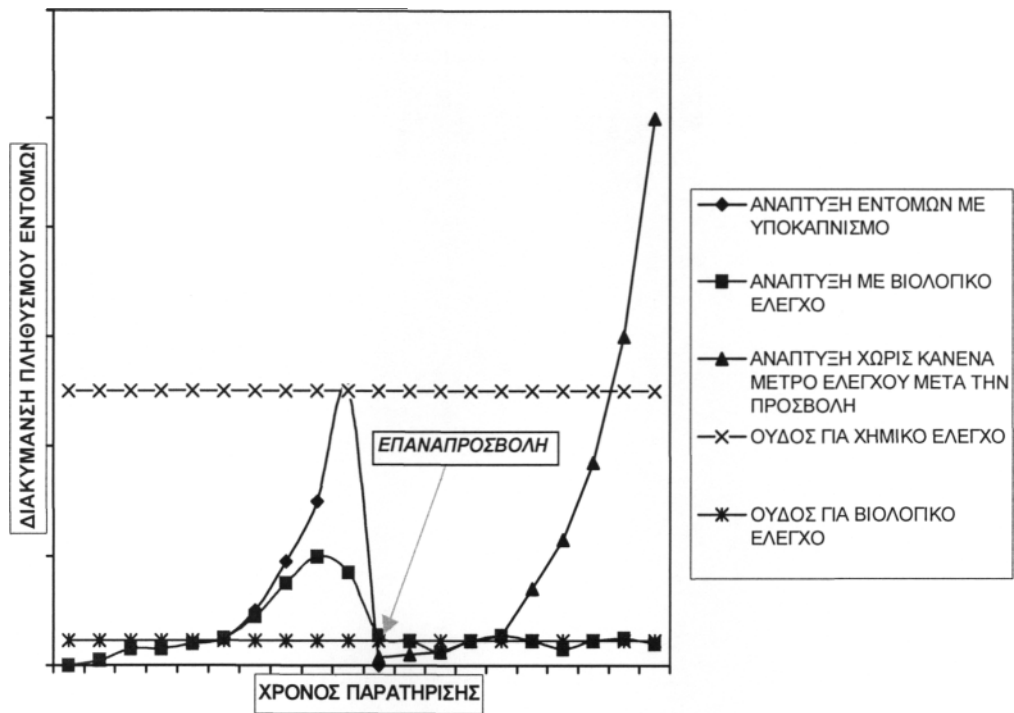
Εικ 3. Παγίδα τύπου σόντας



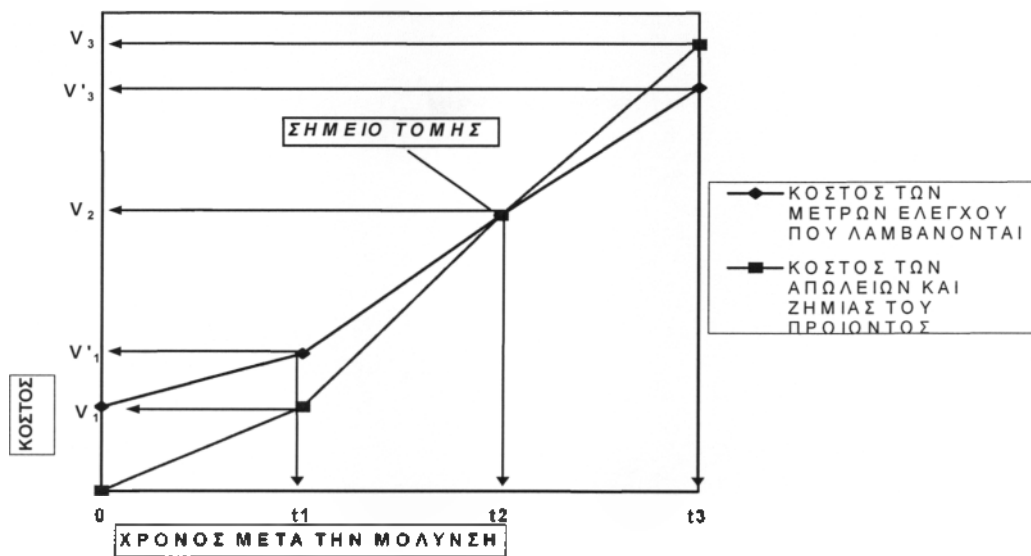
Παγίδα κόλας



Εικ 4. Φωτεινή παγίδα



Εικ 5. Απλοποιημένο μοντέλο για αρχική και ακόλουθη μόλυνση μιας αποθήκης από έναν πληθυσμό εχθρού, συμπεριλαμβανόμενης και επαναπροσβολής, με και χωρίς μέτρα ελέγχου



Εικ.6. Μοντέλο που περιγράφει την σχέση μεταξύ τιμής της ζημιάς των αποθηκευμένων προϊόντων από εχθρούς και του κόστους των μέτρων ελέγχου. Στο σημείο τομής (t_2) και οι δύο τιμές είναι ίδιες. Τα t_1, t_2, t_3 είναι διαφορετικοί χρόνοι μετά την προσβολή. Με V_1, V_2, V_3 περιγράφουμε την οικονομική τιμή της ζημιάς ενώ με V'_1, V'_2, V'_3 το κόστος των μέτρων ελέγχου

2.2.2. Ρυθμιστές αναπτύξεως

Η χρήση των ρυθμιστών ανάπτυξης στηρίχθηκε στην ιδέα της αντιμετώπισης των εντόμων εχθρών με ορμόνες νεότητας που παράγουν τα ίδια τα έντομα. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης ρυθμιστών ανάπτυξης στην αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι η εκλεκτική επί των εντόμων δράση τους και η μικρή πιθανότητα αναπτύξεως ανθεκτικότητας, αν και έχουν αναφερθεί ορισμένες περιπτώσεις αναπτύξεως ανθεκτικότητας των εντόμων έναντι των ρυθμιστών ανάπτυξης (Staal 1975). Σήμερα στη λίστα των διαθέσιμων ρυθμιστών ανάπτυξης εκτός από τις ορμόνες νεότητας έχουν προστεθεί οι παρεμποδιστές σύνθεσης χιτίνης καθώς και οι ανταγωνιστές εκδύσεως.

Από τις ορμόνες νεότητας το methoprene είναι πιο αποτελεσματικό επί εντόμων που τρέφονται εξωτερικά των σπόρων (Mian and Mulla 1982,

Smet και συνεργάτες 1989) και έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως ως μια εναλλακτική μέθοδος ελέγχου των εχθρών *Oryzaephilus surinamensis* και *Ryzopertha dominica* λόγω ανθεκτικότητας που παρουσίασαν το μεν πρώτο στα οργανοφωσφορικά το δε δεύτερο στα πυρεθρινοειδή εντομοκτόνα. Σύμφωνα με τους Oberlander και συνεργάτες, 1997 το methoprene μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με ένα ακμαιοκτόνο σκεύασμα για μια πιο αποτελεσματική και μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. Άλλοι αντιπρόσωποι των ορμονών νεότητας είναι το fenoxy carb και το pyriprooxyphen που χρησιμοποιούνται ως εντομοκτόνα επαφής.

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

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

2.2.3. Αιθέρια έλαια

Τα κυριότερα συστατικά των αιθέριων ελαίων είναι τα μονοτερπενοειδή τα οποία είναι δευτερεύουσες χημικές ουσίες των φυτών και θεωρείται ότι έχουν μικρή μεταβολική σημασία.

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

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

2.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.3.1 Βιολογικής αντιμετώπιση

♦ Με ΑΡΠΑΚΤΙΚΑ & ΠΑΡΑΣΙΤΟΕΙΔΗ

Αρπακτικό είναι «κυρίως ένα έντομο ή και άλλος οργανισμός του ζωικού βασιλείου, το οποίο ζει ελεύθερα καθόλη τη διάρκεια της ζωής του, είναι συνήθως μεγαλύτερο σε μέγεθος από τη λεία του και για να συμπληρώσει την ανάπτυξή του απαιτούνται περισσότερα του ενός άτομα από τη λεία του (πολλές φορές εκατοντάδες ή χιλιάδες)» (Λυκουρέσης 1995). **Παρασιτοειδές** θεωρείται «ένα έντομο το οποίο έχει συνήθως, όχι πάντοτε, το ίδιο μέγεθος περίπου με τον ξενιστή του, απαιτεί δε ένα μόνο ξενιστή για τη συμπλήρωση της αναπτύξεώς του τον οποίον και τελικά θανατώνει» (Λυκουρέσης 1995). Για τη σωστή αλλά και έγκαιρη χρήση των φυσικών εχθρών χρειάζεται καλή γνώση α) της βιολογίας των φυτών από τα οποία θα συγκομιστεί το αποθηκευμένο προϊόν, β) διαφόρων παραμέτρων που συντελούν στην διάρκεια αποθήκευσης του συγκομισμένου προϊόντος (π.χ συντηρισιμότητα, υγρασία προϊόντος και χώρου, θερμοκρασία χώρου κ.α.) γ) του βιολογικού κύκλου των εχθρών και δ) των ανταγωνιστών των εχθρών (βιολογία, που και πως διαχειμάζουν, κ.α.). Με τις γνώσεις αυτές μπορεί να καταρτιστεί ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αντιμετώπισεως των πιθανών εχθρών που ενδέχεται να προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα.

Οι κατηγορίες των φυσικών εχθρών διαφέρουν σημαντικά στην βιολογία και συμπεριφορά τους και ως εκ τούτου στην ικανότητα να ελέγξουν τον πληθυσμό των εχθρών σε κάθε αποθηκευμένο περιβάλλον. Εξαρτώμενα από την φυσική τους οικολογία, παρασιτοειδή και αρπακτικά είναι άλλοτε γενικά ή ειδικά. Τα γενικά παρασιτούν ή «αρπάζουν» μια ποικιλία κατηγοριών οι οποίες δεν είναι συγγενείς βιοσυστηματικά. Τα αρπακτικά, επειδή σκοτώνουν την λεία τους αμέσως, τα περισσότερα από αυτά είναι γενικά. Δύο καλώς μελετημένα αρπακτικά είναι το *Xylocoris flavipes* (οικ. Anthocoridae τάξη Ημίπτερα), το οποίο είναι αρπακτικό ωών και προνυμφών στις περισσότερες κατηγορίες εχθρών αποθηκευμένων προϊόντων και το *Teretriosoma nigrescens* (Coleoptera: Histeridae) το οποίο είναι αρπακτικό διαφόρων οικογενειών Κολεοπτέρων που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα. Τα γενικά παρασιτοειδή προτιμούν ένα συγκεκριμένο στάδιο αναπτύξεως των ειδών που θα παρασιτήσουν. Σπουδαία γενικά παρασιτοειδή τα οποία έχουν μελετηθεί ευρέως στον αγρό αλλά χρησιμοποιούνται και στην προστασία των αποθηκευμένων προϊόντων είναι τα παρασιτοειδή ωών του γένους *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) όπως και το παρασιτοειδές Υμενόπτερα *Habrobracon* (= *Bracon*) *hebetor* (Braconidae). Το τελευταίο παρασιτεί τα ατελή στάδια σχεδόν όλων των Λεπιδοπτέρων εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων.

Για περισσότερο αποτελεσματικό έλεγχο των εχθρών, θα πρέπει η εφαρμογή του βιολογικού τρόπου αντιμετώπισεως να είναι απλή και με όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος τόσο στην χρήση της όσο και στον εξοπλισμό που θα απαιτηθεί. Ένας απλός τρόπος χρησιμοποίησης φυσικών εχθρών τόσο σε αποθήκες εμπορίου λιανικής πώλησης όσο και σε νοικοκυριά έχει εφαρμοστεί από τους Prozel και συνεργάτες, 1995 στο Βερολίνο. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή αναρτώνται εντός του αποθηκευτικού χώρου κάρτες που περιέχουν παρασιτισμένα από Υμενόπτερα της οικογένειας *Trichogrammatidae*, ωά Λεπιδοπτέρων εχθρών αποθηκευμένων προϊόντων. Η μέθοδος αυτή έδειξε πολύ καλά αποτελέσματα όσον αφορά στην αντιμετώπιση των Λεπιδοπτέρων εχθρών στους αποθηκευτικούς χώρους που

εφαρμόστηκε, καθώς και στον έλεγχο του πληθυσμού του *Dermestes maculatus* (Coleoptera: Dermestidae) (Sá-Fisher και Schöller 1994).

Οι ειδικοί «φυσικοί εχθροί» των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι παρασιτοειδή που παρασιτούν λίγες και στενά συνδεδεμένες κατηγορίες εχθρών. Το *Laelius pedatus* (οικ. Bethyilidae Τάξη Υμενόπτερα) είναι ένας ειδικός φυσικός εχθρός που παρασιτεί τις προνύμφες κυρίως των Κολεοπτέρων εντόμων της οικογένειας Dermestidae. Το Υμενόπτερα αυτό κατέχει ορισμένα επιθυμητά χαρακτηριστικά για δυναμικό έλεγχο του *Trogoderma granarium* όπως υψηλό αναπαραγωγικό δυναμικό, ευκολία εκτροφής αλλά και εξαπόλυσεως κάτω από τεχνητές συνθήκες (Al-Kirshi και συνεργάτες 1996).

Ενώ στον αγρό η αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των καλλιεργειών είναι μια πρακτική που είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό με άλλες πρακτικές, έχει δείξει ενθαρρυντικά αποτελέσματα, στις αποθήκες δεν έχει εφαρμοστεί ακόμη παρά μόνο σε πειραματικά στάδια με όχι πάντα ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Είναι πολλοί οι λόγοι που συνηγορούν σε κάτι τέτοιο. Πρώτα από όλα ο βιολογικός έλεγχος απαιτεί μακρύτερες περιόδους για να γίνει αποτελεσματικός. Έτσι το κατώτερο όριο πληθυσμού εχθρών στην αποθήκη, από το οποίο θα πρέπει να αρχίσει η εφαρμογή του βιολογικού ελέγχου, πρέπει να είναι κατά πολύ χαμηλότερο σε σχέση με αυτό που απαιτείται για χημικό έλεγχο (Εικόνα 9¹ σελ. 24). Για παράδειγμα, αν και πολλά ωά ή προνύμφες θανατώνονται από ένα ωοπαράσιτο ή παράσιτο προνυμφών αντίστοιχα, τα υπόλοιπα στάδια των εχθρών, θα συνεχίσουν να υπάρχουν, με αποτέλεσμα να καθυστερεί η μείωση του πληθυσμού, και να χρειάζεται επαναλαμβανόμενη εξαπόλυση φυσικών εχθρών. Επίσης ο βιολογικός έλεγχος θα προτιμηθεί ως κύριο μέτρο αντιμετώπισης, μόνον όταν είναι αποδεδειγμένα αποτελεσματικός για τους συγκεκριμένους εχθρούς που θέλουμε να αντιμετωπίσουμε και στην περίπτωση όπου το κόστος της ζημιάς ή των απωλειών του προϊόντος υπερβαίνει το κόστος των μέτρων που απαιτούνται για βιολογικό έλεγχο (Εικόνα 9 σελ. 24). Οι φυσικοί εχθροί επίσης δεν είναι πάντα εύκολα διαθέσιμοι στην αγορά ενώ ταυτόχρονα θεωρείται πολυδάπανη τόσο η εκτροφή τους όσο και η εξαπόλυσή τους. Οι αυξημένες απαιτήσεις σε χρόνο αλλά και σε κόστος (όπου υπάρχουν), σε συνδυασμό με την όχι πάντα μεγάλη αξιοπιστία των εφαρμογών αυτών θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά την κατάσχεση ενός σχεδίου αντιμετώπισης των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη είναι οι απαιτήσεις του καταναλωτικού κοινού και ο βαθμός αποδοχής από τους καταναλωτές ενός προϊόντος το οποίο θα έχει απεντομωθεί με βιολογικές μεθόδους και θα υστερεί έστω και λίγο, σε εμφάνιση, με το αντίστοιχο προϊόν που θα έχει απεντομωθεί με χημικές μεθόδους. Οι παραπάνω λόγοι σε συνδυασμό με τις ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις για πιο μικρές συγκεντρώσεις υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα αποθηκευμένα προϊόντα, μας ωθεί στο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός βιολογικών, βιοτεχνολογικών και χημικών μεθόδων είναι ο καλλίτερος τρόπος για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων.

◆ Με **ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΑ**:

- **ΙΟΥΣ**
- **ΒΑΚΤΗΡΙΑ**
- **ΜΥΚΗΤΕΣ**
- **ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ**
- **ΠΡΩΤΟΖΩΑ**

Ακολούθως περιγράφονται συνοπτικά ορισμένα στοιχεία σχετικά με τα εντομοπαθογόνα. Στο Παράρτημα παρουσιάζονται περισσότερα στοιχεία.

2.3.1.1 Ιοί

Μέχρι σήμερα έχουν προσδιορισθεί περισσότερες από 1200 περιπτώσεις ασθενειών των εντόμων που οφείλονται σε ιούς, συμπεριλαμβάνοντας και τα έντομα αποθηκών . Οι ιοί απαντώνται σε όλους τους ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς και προκαλούν μολυσματικές ασθένειες , επιφέροντας το θάνατο με φυσικό τρόπο .

Είναι μικρότατα σωματίδια,υποχρεωτικά ενδοκυτταρικού τύπου που το μέγεθος τους συνήθως κυμαίνεται από 15-400nm. Αποτελούνται από τμήμα που περιέχει μία ή και περισσότερες έλικες μόνο D.N.A ή μόνο R.N.A και από ένα περίβλημα πρωτεϊνικής φύσεως. Δεν είναι μικροοργανισμοί κυτταρικού τύπου , αλλά χαρακτηρίζονται ως έμβρυα όντα, αφού μπορούν να αναπαράγονται και να φέρουν μια γενετική πληροφορία, το μηχανισμό αναπαραγωγής του νουκλεϊνικού οξέος .

Πολλές αναφορές παρέχουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την ιολογία των εντόμων , το ενδεχόμενο ανάπτυξης των ιών ως μέσα μικροβιακού ελέγχου και τους περιορισμούς ή τις προφυλάξεις πάνω στη χρήση των οργανισμών αυτών (Cantwell 1974 a, 1974 b, Summers et al 1975, Kurstak 1982, Granados & federici 1986a, Fuxa & Tanada 1987) .

2.3.1.2 Βακτήρια

Τα βακτήρια, αυτοί οι μικροσκοπικοί μονοκύτταροι οργανισμοί που αναπαράγονται με τη διχοτόμηση ή διαίρεση, είναι οι κυριότεροι εντομοπαθογόνοι οργανισμοί που απομονώθηκαν από πολλά είδη εντόμων και πλέον περισσότερο χρησιμοποιούμενοι ως βιοεντομοκτόνα.

Οι πρώτες μελέτες πάνω στις μικροβιακές ασθένειες των εντόμων έγιναν από το Metchnikoff το 1879 στο Κολεόπτερο *Anisoplia austriaca* το προσβλήθηκε από το *Bacillus salutaris*. Την ίδια περίοδο, οι μελέτες στο μεταξοσκώληκα έκαναν προφανή τη σημασία των βακτηριακών ασθενειών και ήδη επιχειρήθηκε η χρήση των μικροοργανισμών για την καταπολέμηση των εντόμων-εχθρών. Το 1911, ο d'Herelle, απομόνωσε ένα βακτήριο από το *Schistocerca pallens* Thumb, που το ονόμασε *Coccobacillus acridiorum* και χρησιμοποίησε καλλιέργειες αυτού του βακτηρίου για την καταπολέμηση στην Αργεντινή και στην Τυνησία.

Μετά από αυτές τις αναφορές , πλήθυναν οι μελέτες για τα εντομοπαθογόνα βακτήρια και παρουσιάστηκαν ορισμένα χαρακτηριστικά τους, όπως η ανθεκτικότητα, η μικροβιότητα, η διάπauση, η ικανότητά τους να μολύνουν έντομα σε ξηρές συνθήκες και η μαζική παραγωγή τους ,δηλώνοντας έτσι τη μεγάλη σημασία τους ως μέσα για την αντιμετώπιση των εντόμων στις συνθήκες της αποθήκης (Burges 1964).

2.3.1.3 Μύκητες

Οι μύκητες, αυτές οι μικρές μικροβιακές μονάδες φυτικού χαρακτήρα που δεν περιέχουν χλωροφύλλη, υπόσχονται ευρεία χρησιμοποίηση στις βιολογικές καταπολεμήσεις. Περισσότερα 400 είδη παθογόνων μυκήτων από έντομα, αλλά μέχρι σήμερα μικρός αριθμός έχει αξιοποιηθεί ως βιοεντομοκτόνα, εξαιτίας της εξάρτησής τους από υψηλή σχετική υγρασία στο περιβάλλον και της έλλειψης της εξάρτησής τους από υψηλή και της έλλειψης γνώσεων σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν της τοξικότητά τους.

Στη μειωμένη αξιοποίησή τους, συμβάλλουν και οι τοξίνες που παράγουν αυτά τα παθογόνα και που μπορεί να είναι επιβλαβείς για το άνθρωπο και τα ζώα. Επιπλέον, μερικοί μύκητες είναι πολύ απαιτητικοί ως προς την καλλιέργειά τους και να παρουσιάζουν δυσκολίες για τη μαζική παραγωγή τους, ενώ όσοι είναι εύκολο να καλλιεργηθούν, εμφανίζουν εξασθένηση ύστερα από μακροχρόνια παραγωγή σε τεχνητά μέσα.

2.3.1.4 Νηματώδεις

Οι νηματώδεις είναι μια μεγάλη κατηγορία οργανισμών που μοιάζουν με σκουλήκια, μήκους 1mm και ζουν στο έδαφος σε διάφορες θέσεις. Ορισμένα είδη είναι καταστροφικά παράσιτα των φυτών και επιβλαβή για τα ζώα ή τους ανθρώπους. Υπάρχει, όμως ένας σημαντικός αριθμός «ωφέλιμων νηματωδών» που καταπολεμούν αποκλειστικά τις προνύμφες και τις νύμφες των επιβλαβών εντόμων του εδάφους και των αποθηκευμένων προϊόντων χωρίς να επιδρούν σημαντικά στο περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Οι εντομοπαθογόνοι νηματώδεις, δυστυχώς, έχουν πολλή μικρή δυνατότητα χρήσης για τον έλεγχο των εντόμων αποθηκών, γιατί απαιτούν συνήθως, νερό, αν όχι υγρό περιβάλλον για μόλυνση των ξενιστών τους. Είδη εντόμων, όπως τα *Tenebrio molitor* και *Aphitobius diaperinus* που μπορούν να αναπτυχθούν σε υγρές κατοικίες, θα μπορούσαν να μολυνθούν από νηματώδεις στο περιβάλλον τους. (Geden *et al.* 1985)

Από τη δράση των εντομοπαθογόνων νηματωδών, οι οποίοι παράγονται μαζικά στις προνύμφες των λεπιδοπτέρων όταν πέφτουν στην περιοχή όπου υπάρχουν έντομα αποθηκευμένων προϊόντων, δε μπορεί να ξεφύγει ο σημαντικός εχθρός των αποθηκών, ο κηρόσκωρος *Galleria mellonella* καθώς και τα είδη *Homoesoma electellum* (Hulst) και *Amyeloides transitella*. Ο μεσογειακός σκώρος των αλεύρων, *Ephestia kuehniella*, είναι και αυτός εξαιρετικά ευαίσθητος σε τουλάχιστον δυο είδη νηματωδών, ενώ ανάμεσα στα έντομα που είναι ευαίσθητα στους παρασιτικούς νηματώδεις είναι τρία είδη του γένους *Tribolium* και το είδος *Acanthoscelides obtectus* (Luca 1976). Οι τεχνικές εφαρμογής τους είναι σχεδόν χρησιμοποιήσιμες (Morris 1985).

2.3.1.5 Πρωτόζωα

Περισσότερο απ' οποιαδήποτε άλλη ομάδα παθογόνων, τα πρωτόζωα, έχουν απομονωθεί από έντομα-εχθρούς των αποθηκευμένων προϊόντων. Αρκετά είδη εντόμων, από πολλές τάξεις αντιμετωπίζονται σε μεγάλο ή μικρό βαθμό απ' αυτούς τους οργανισμούς σε φυσικές συνθήκες. Όμως, αν και πολλά πρωτόζωα έχουν μελετηθεί, λίγα είναι εκείνα που έχουν ερευνηθεί ως πιθανά μέσα μικροβιακού ελέγχου. Αυτό ίσως οφείλεται γενικότερα, στον αργό ρυθμό δράσης τους και το χρόνιο τύπο μόλυνσης που προκαλούν.

Ο Brooks 1971 ήταν ο πρώτος που μελέτησε την σημασία των πρωτοζωικών μολύνσεων στον έλεγχο των πληθυσμών των εντόμων αποθηκών και παρατήρησε ότι σε αντίθεση με εξαιρετικώς τοξικά παθογόνα βακτήρια και ιούς, τα πρωτόζωα προκαλούν συχνά πιο έντονες και χρόνιες μολύνσεις. Επίσης, πολλοί απ'αυτούς τους μικροοργανισμούς έχουν απομονωθεί από τα Κολεόπτερα, σε σχέση με τα παθογόνα βακτήρια και τους ιούς, ενώ από τις πρωτοζωικές μολύνσεις εξαιρούνται τα είδη: *Cadra cautella*, *C. figulilella*, *Ephestia elutella*, *Tribolium castaneum* και το *Carpophilus hemipterus*.

Οι μελέτες συνεχίστηκαν και από άλλους ερευνητές ,οι οποίοι αναφέρθηκαν στην ευαισθησία των κολεοπτέρων σε συνδυασμό με άλλα μέσα ελέγχου των εντόμων αποθηκών όπως των Kellen και Lindegren 1971 και άλλων. Από τις περιγραφικές και βασικές αναφορές που υπάρχουν από εκτεταμένες πειραματικές δοκιμές, λίγες είναι εκείνες που έχουν διεξαχθεί για τη χρησιμοποίηση των παθογόνων αυτών ως μέσα βιολογικής αντιμετώπισης των εντόμων αποθηκών με συνέπεια να μη κυκλοφορούν ακόμη σαν εμπορικά σκευάσματα.

2.4 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

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

Με την εφαρμογή υψηλών πιέσεων στους αποθηκευτικούς χώρους προκαλείται θανάτωση κυρίως των τέλειων ατόμων. Επίσης είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί πεπιεσμένος ξηρός αέρας για την απαλλαγή των μηχανών, σκευών, δαπέδων, τοίχων από έντομα που αναζητούν καταφύγιο σε αυτούς τους χώρους. Παράλληλα, πλήρες ή υψηλό και παρατεταμένο κενό θανατώνει πολλά είδη εντόμων. Η έλλειψη ατμοσφαιρικού αέρα προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στον ατμοσφαιρικό αέρα (αναπνοή προϊόντων και εντόμων) με αποτέλεσμα ο χώρος να γίνεται ασφυκτικός. Η μέθοδος όμως της χρήσης του κενού, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή διότι κατά την εφαρμογή της ευνοείται ανάπτυξη αναερόβιων μικροοργανισμών ώστε να προκαλούνται από αυτούς καταστρεπτικές ζυμώσεις στα αποθηκευμένα προϊόντα. Ασφυκτικές συνθήκες στα έντομα μπορούν επίσης να δημιουργηθούν, όταν οι προσβεβλημένοι σπόροι αναμιχθούν με καθαρά γαλακτώματα ορυκτελαίων ή λευκά έλαια (παραφίνη κ.α). Καθώς το λεπτό υπόστρωμα ελαίου καλύπτει τους προσβεβλημένους σπόρους εμποδίζεται με τον τρόπο αυτό η αναπνοή των εντόμων τα οποία θανατώνονται με ασφυξία.

Κατά την απαλλαγή των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων από την πλεονάζουσα υγρασία, αυξάνεται η συντηρητικότητα τους και εμποδίζεται με τον τρόπο αυτό η φυσιολογική βιολογική εξέλιξη των επιβλαβών εντόμων. Επίσης, άφθονο νερό υπό ισχυρή πίεση, εφόσον δεν ζημιώνει τα προϊόντα, τα απαλλάσσει από τα έντομα. Οι μέθοδοι αυτές μπορούν να συνδυαστούν ή να συμβούν ταυτόχρονα με άλλες μεθόδους απεντομώσεως, πριν ή κατά την επεξεργασία των προϊόντων.

2.5 ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

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

2.5.1 Μεταβολή της Θερμοκρασίας

Η μέθοδος της χρήσης υψηλών θερμοκρασιών υπό τον όρο ότι δεν προκαλεί σοβαρές αλλοιώσεις στα αποθηκευμένα προϊόντα, δίνει ασφαλή αποτελέσματα στην αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών τους. Πιο συγκεκριμένα, θερμοκρασίες 52-55 °C επί 3 περίπου ώρες ή υψηλότερες θερμοκρασίες με χρονικές εκθέσεις αντιστρόφως ανάλογες προκαλούν πήξη των λευκωμάτων των εντόμων που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα καταστρέφοντας όλα τα στάδια τους. Η μέθοδος αυτή χρειάζεται πολύ προσοχή κατά την εφαρμογή της καθώς είναι πιθανή η δημιουργία πολύ υψηλών θερμοκρασιών οι

οποίες μπορούν να αποβούν καταστρεπτικές για τα αποθηκευμένα προϊόντα. Για τον λόγο αυτό, καλό είναι να χρησιμοποιείται θερμό ρεύμα αέρος για την απεντόμωση αποθηκευμένων προϊόντων και θερμό νερό ή ατμός για την απεντόμωση μέσων μεταφοράς, εργαλείων και μηχανημάτων. Μία καλή μέθοδος με την οποία επιτυγχάνεται αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών του εντόμου μέχρι σημείου νεκρώσεως είναι η χρήση ηλεκτροστατικού πεδίου. Με την μέθοδο αυτή, διοχετεύεται ρεύμα υψηλής συχνότητας και μεγάλης ισχύος με αποτέλεσμα να αυξάνεται μέσα σε χρονικό διάστημα ελάχιστων δευτερολέπτων, η θερμοκρασία των ζωικών παρασίτων μέχρι σημείου θανατώσεως τους χωρίς όμως να αυξάνεται στον ίδιο βαθμό η θερμοκρασία του απεντομούμενου προϊόντος.

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

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

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

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

3. Τα διάφορα στάδια ενός εντόμου παρουσιάζουν και διαφορετική αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Έτσι π.χ. τα τέλεια του *Acanthoscelides obiectus* είναι πολύ πιο ευαίσθητα από τις προνύμφες του. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι σε συνδυασμό με τις συσκευές ψύξεως, μπορεί να χρησιμοποιηθούν και ρεύματα ψυχρού αέρα που βοηθούν στην ταχεία πτώση της θερμοκρασίας και στη γρήγορη ψύξη ολόκληρης της μάζας των προϊόντων.

2.5.2 Εφαρμογή ιονιζουσών ακτινοβολιών.

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

Η εφαρμογή ιονιζουσών ακτινοβολιών εναντίον των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων είναι μια μέθοδος που δεν αφήνει υπολείμματα στα προϊόντα και σε αρκετές περιπτώσεις έχει αποδειχθεί ότι είναι κατάλληλη σαν μέθοδος προστασίας τους. Το κυριότερο μειονέκτημα της είναι το υψηλό κόστος των εγκαταστάσεων που απαιτεί η εφαρμογή της. Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής για την αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων μπορεί να

επιτευχθεί με δύο τρόπους. Με τον πρώτο τρόπο οι ακτινοβολίες εφαρμόζονται κατευθείαν στα προσβεβλημένα προϊόντα, ενώ με τον δεύτερο τρόπο αποσκοπούμε στην απευθείας εφαρμογή τους στα έντομα με απώτερο σκοπό την στέρωση και τη σταδιακή ελάττωση των πληθυσμών τους. Η εφαρμογή των ακτινοβολιών για στέρωση των εντόμων δε βρήκε έδαφος στην περίπτωση των εντόμων αποθηκών γιατί τα στείρα έντομα εξακολουθούν να τρέφονται και να προκαλούν ζημιές στα προϊόντα.

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

2.5.3 Η χρήση της σκόνης γης διατόμων

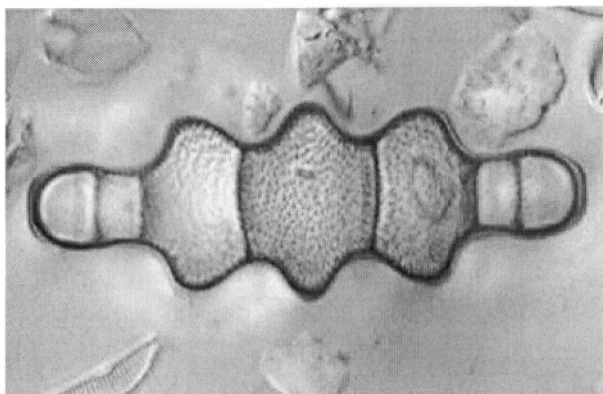
Προέλευση - Φύση της γης διατόμων

Η γη διατόμων (diatomaceous earth ή DE) είναι ένα σχεδόν καθαρό προϊόν που αποτελείται από διοξειδίο του πυριτίου (SiO_2) και έχει προέλθει από απολιθωμένα διάτομα. Τα διάτομα είναι μονοκύτταρα φύκη και πιθανότατα αποτελούν το πιο διαδεδομένο είδος φυτών στο πλανήτη. Υπάρχουν περισσότερα από 25000 είδη διατόμων που βρίσκονται σε αφθονία σε όλα τα υδατικά οικοσυστήματα, αν και ορισμένα απαντώνται και σε χερσαία περιβάλλοντα (Round *et al.*, 1992).

Η παρουσία της σκόνης γης διατόμων στο υπέδαφος, χρονολογείται από την Ηώκαινο και Μειόκαινο περίοδο του Καινοζωικού αιώνα δηλαδή περίπου 20 με 80 εκατομμύρια χρόνια.. Καθώς τα διάτομα απορροφούσαν πυρίτιο από το νερό, με το πέρασμα του βιολογικού κύκλου τους (περίπου 6 ημέρες) βυθίζονταν και δημιουργούσαν, στο πέρασμα των αιώνων, υπόγεια και βαθιά στρώματα με ένυδρη πυριτική δομή. Στη συνέχεια τα υπόγεια στρώματα απολιθώνονταν και συμπιέζονταν (από λίγα εκατοστά έως και μερικές εκατοντάδες μέτρα) σε ένα μαλακό και λευκό πέτρωμα που σήμερα καλείται γη διατόμων. Η προέλευση της γης διατόμων μπορεί να είναι θαλάσσια (από θαλάσσια διάτομα) ή χερσαία (από χερσαία διάτομα) .

Η περιεκτικότητα της γης διατόμων σε υγρασία (H_2O) είναι υψηλότερη του 50%, το 86 – 94% της στερεής μορφής της αποτελεί το πυρίτιο ενώ το υπόλοιπο είναι άργιλος και πηλός (Korunic, 1997a). Πριν την οποιαδήποτε χρήση της, η γη διατόμων, υφίσταται επεξεργασία που αφορά στη μείωση της υγρασίας της με ξήρανση και στη μείωση του μέσου συνολικού μεγέθους των κόκκων (σωματίδια) της, με άλεση. Μετά την επεξεργασία η περιεκτικότητα της σε υγρασία είναι 2 – 6 % ενώ το μέγεθος των κόκκων (ή σωματιδίων) λαμβάνει τιμές μεταξύ 1 και 150 μm , με την πλειονότητα τους να κυμαίνεται μεταξύ 2,5 και 30 μm . Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η παραγωγή μίας λεπτόκοκκης σκόνης που θεωρείται ότι δεν έχει καμία τοξική επίδραση στα θηλαστικά (Quarles, 1992). Η γη διατόμων είναι εξαιρετικά σταθερή καθώς δεν αντιδρά με διάφορα υποστρώματα του περιβάλλοντος και δεν παράγει τοξικά χημικά παράγωγα. Σύμφωνα με την Εταιρεία Προστασίας Περιβάλλοντος (Environmental Protection Agency) των Η.Π.Α., η φυσική γη

διατόμων περιγράφεται ως «το άμορφο διοξείδιο του πυριτίου και χαρακτηρίζεται ως ασφαλές, για προσθετικό τροφίμων» (Anonymous, 1991).

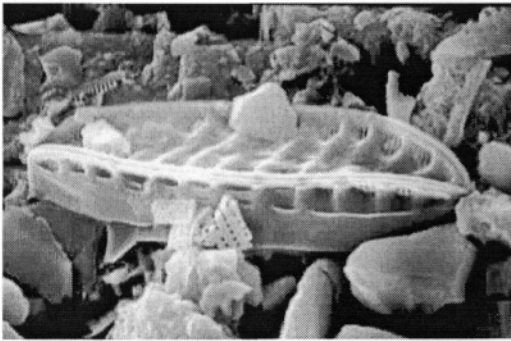


Εικ.7 Διάτομο όπως φαίνεται από κοινό μικροσκόπιο

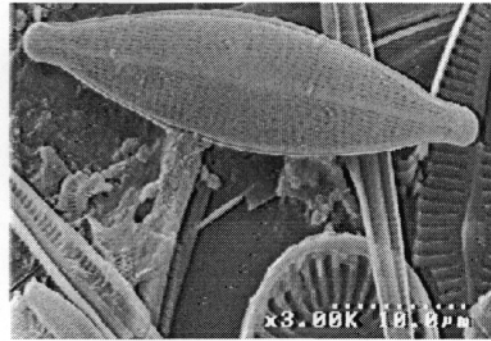
Πίνακας I

Είδη διατόμων, σε διάφορες τυποποιήσεις γης διατόμων διαφόρων προελεύσεων

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



Εικ.8 Διάτομο όπως φαίνεται από το Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο



Εικ.9 Διάτομο του γένους *Navicula* sp. (Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο)

Φυσικές – Χημικές ιδιότητες

Το χρώμα της σκόνης της γης διατόμων εξαρτάται από την σύσταση της και ποικίλει από λευκό σε γκρί και από κίτρινο σε κόκκινο. Το σχήμα και το μέγεθος των σωματιδίων της εξαρτώνται για μεν το πρώτο από το είδος του νεκρού διατόμου από όπου προήλθε, για δε το δεύτερο από την επεξεργασία που δέχθηκε. Το δρον συστατικό ή κύριο περιεχόμενο της είναι το άμορφο διοξείδιο του πυριτίου. Εκτός από το άμορφο κρυσταλλικό πυρίτιο, το αμέσως επόμενο σε περιεκτικότητα στοιχείο είναι το ασβέστιο (Ca), ενώ περιέχονται επίσης και άλλα στοιχεία όπως αργίλιο (Al), μαγνήσιο (Mg), νάτριο (Na), σίδηρος (Fe), φώσφορος (P), θείο (S), νικέλιο (Ni), ψευδάργυρος (Zn) και μαγγάνιο (Mn) (Subramanyam, 1993, Quarles and Winn, 1996). Έως τώρα δεν υπάρχουν κάποιες αναφορές που να σχετίζουν την εντομοκτόνο ιδιότητα της γης διατόμων με κάποια από τα παραπάνω στοιχεία (Kogunic, 1997a). Η περιεκτικότητα σε κρυσταλλικό πυρίτιο της θαλάσσιας γης διατόμων είναι 2 – 7% κατά βάρος, ενώ η αντίστοιχη περιεκτικότητα της χερσαίας είναι χαμηλότερη του 1%. Το ειδικό βάρος της ποικίλει από 220 – 230 μέχρι 600gr/lit περίπου και εξαρτάται από την πηγή της καθώς και από το είδος των διατόμων από τα οποία προήλθε. Το pH της κυμαίνεται από 4,4 έως 9,2. Είναι άοσμη, το ποσοστό υγρασίας (μετά την κατεργασία) είναι 2 – 6%. Επίσης είναι αδιάλυτη στο νερό, μη εύφλεκτη και μη εκρηκτική. Τέλος, όλα τα σωματίδια της γης διατόμων φέρουν πολύ μικρούς πόρους στο εσωτερικό τους και έχουν την ιδιότητα να απορροφούν μόρια λιπιδίων με μεγάλη ευκολία (Ebeling 1971).

Πίνακας ΠΟρισμένες από τις φυσικές ιδιότητες σκονών γης διατόμων που προέρχονται από διαφορετικές τοποθεσίες

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

Πίνακας III

Παγκόσμια παραγωγή σε γη διατόμων το έτος 1981 σύμφωνα με το Ινστιτούτο Γεωλογικών Επιστημών του Λονδίνου

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

Εντομοκτόνες ιδιότητες

Η σκόνη της γης διατόμων είναι πιθανότατα η πιο αποτελεσματική φυσική σκόνη που χρησιμοποιείται σήμερα ως εντομοκτόνο (Korunic, 1997a). Τα σωματίδια της προσκολλώνται στο σώμα των εντόμων καθώς τα τελευταία ή βαδίζουν επάνω σε αυτή ή έρχονται σε επαφή μαζί της. Οι εντομοκτόνες ιδιότητες της σκόνης γης διατόμων εξαρτώνται από την ικανότητα της να απορροφά και να δεσμεύει τα λιπίδια από τον προστατευτικό κηρώδη χιτώνα που καλύπτει την επιδερμίδα των εντόμων. Ο κηρώδης χιτώνας είναι λιπιδιακής φύσεως και έχει ως ρόλο να προστατεύει την ισορροπία του νερού στο εσωτερικό των εντόμων. Όταν τα λιπίδια αυτά δεσμεύονται από τα σωματίδια της γης διατόμων, τότε τα έντομα χάνουν υγρασία από τα σημεία εκείνα της επιδερμίδας τους που βρίσκονται σε επαφή με την σκόνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εξάντληση του εντόμου και τελικά τον θάνατο του. (Ebeling 1971). Το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο θα παρέλθει ο θάνατος διαφέρει ανάλογα τις συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον του αποθηκευτικού χώρου και το είδος του εντόμου. Ένας άλλος τρόπος δράσης της σκόνης γης διατόμων επί των εντόμων, είναι ο τραυματισμός τους από τα σωματίδια της σκόνης και η δημιουργία αμυχών στο σώμα τους. Με τον τρόπο αυτό, τα έντομα χάνουν υγρασία από τα σημεία στα οποία έχουν δημιουργηθεί αμυχές και εμφανίζουν τα ίδια συμπτώματα όπως και στην προηγούμενη περίπτωση. Υπάρχουν αναφορές σύμφωνα με τις οποίες οι σκόνες αυτές εισέρχονται στο εσωτερικό του εντόμου διαμέσου της πεπτικής οδού δρώντας με τρόπο όμοιο με εκείνον που αναφέρθηκε στις προηγούμενες περιπτώσεις (Carlson και Ball, 1965, Korunic, 1997b). Έχει αναφερθεί επίσης πρόκληση

ασφυξίας στα έντομα μετά από επίδραση της σκόνης γης διατόμων σε αυτά. (Korunic, 1997b). Τα παραπάνω φαινόμενα συμβαίνουν είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό μεταξύ τους. Τέλος, αναφέρεται (Korunic, 1997b) ότι οι αδρανείς σκόνες δρουν αποθητικά επί των εντόμων, οπότε αυτή η αποθητική τους ικανότητα μπορεί να προσδώσει κάποια επιπλέον προστασία επί των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων.



Εικ.10 Σωματία σκόνης γης διατόμων σε *Cryptolestes* sp.
(Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο)

Αποτελεσματικότητα επί των εντόμων

Η αποτελεσματικότητα της γης διατόμων επί των εντόμων διαφέρει ανάλογα με την πηγή και την προέλευση της. Σκόνες γης διατόμων από διαφορετικές περιοχές της υφελίου θα διαφέρουν όσον αφορά την αποτελεσματικότητά τους επί των εντόμων, λόγω ακριβώς των διαφορετικών φυσικών και μορφολογικών ιδιοτήτων που παρουσιάζουν τα διάτομα από τα οποία προήλθαν. Σύμφωνα με τον Korunic, 1997a αν και η σκόνη της γης των θαλάσσιων διατόμων είναι λιγότερο αποτελεσματική σε σχέση με εκείνη που προέρχεται από μη θαλάσσια διάτομα, οι πιο ουσιώδεις διαφορές στην αποτελεσματικότητα των σκονών της γης διατόμων έναντι των εντόμων, οφείλονται κυρίως στις διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των φυσικών και μορφολογικών ιδιοτήτων των διατόμων, και λιγότερο στο περιβάλλον από το οποίο προήλθαν (θαλάσσιο ή μη).

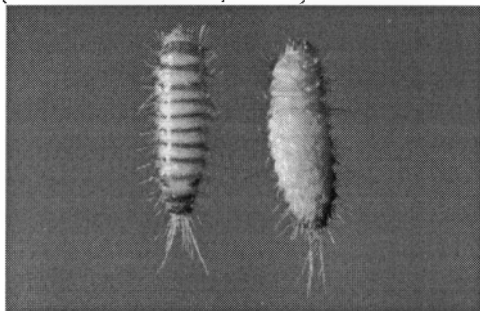
Άλλοι παράγοντες που επιδρούν επί της αποτελεσματικότητας της σκόνης γης διατόμων στα έντομα, είναι οι συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας που επικρατούν στον αποθηκευτικό χώρο, η ύπαρξη επαρκούς τροφής για τα έντομα καθώς και το είδος του εντόμου που δέχεται την επίδραση της σκόνης γης διατόμων.

Η αύξηση της σχετικής υγρασίας της αποθήκης και η αύξηση της υγρασίας του αποθηκευμένου σπόρου μειώνουν την αποτελεσματικότητα της σκόνης γης διατόμων έναντι των εντόμων. Οι κρίσιμες τιμές υγρασίας πάνω από τις οποίες εκμηδενίζεται η εντομοκτόνος ιδιότητα των σκονών της γης διατόμων είναι για την σχετική υγρασία του αποθηκευτικού χώρου 70%, ενώ την υγρασία του σπόρου 14%. Φαίνεται ότι τα έντομα είναι σε θέση να αναπληρώσουν τις απώλειες τους σε νερό λόγω επιδράσεως της σκόνης, εκμεταλλευόμενα την αυξημένη υγρασία που επικρατεί εκτός του σώματος τους (σχετική υγρασία αέρα ή σπόρου). Επίσης, σύμφωνα με τους Le Patourel, 1986 και Quarles, 1992, η αύξηση της υγρασίας του σπόρου βοηθά και στην παραγωγή περισσότερου μεταβολικού νερού από τα έντομα και μάλιστα σε ποσότητες ικανές να αντισταθμίσουν τις απώλειες λόγω απορρόφησης που προκαλούν οι σκόνες της γης διατόμων. Το φαινόμενο αυτό δεν παρατηρείται πάντα, όπως στην περίπτωση του εντόμου *Cryptolestes pusillus*, στο οποίο ο μηχανισμός αναπλήρωσης του νερού που χάνεται λόγω απορρόφησης από τις σκόνες γης διατόμων, παραμένει άγνωστος (Le Patourel, 1986).

Ενώ η αύξηση της υγρασίας, κατά κανόνα, επιδρά ανασταλτικά επί της εντομοκτόνου ικανότητας των σκονών γης διατόμων, η επίδραση της αύξησης ή μείωσης της θερμοκρασίας δεν είναι πάντα προβλέψιμη και εξαρτάται από το είδος του εντόμου (Arthur, 2000). Πάντως η μεταβολή της θερμοκρασίας επιδρά στην αποτελεσματικότητα των σκονών της γης διατόμων έναντι των εντόμων, άλλοτε αρνητικά και άλλοτε θετικά. Με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται η κινητικότητα των εντόμων. Έτσι τα έντομα έρχονται όλο και περισσότερο σε επαφή με την σκόνη η οποία με την σειρά της προκαλεί περισσότερη μηχανική βλάβη στην επιδερμίδα τους. Επίσης, η αυξημένη κίνηση των εντόμων σε συνδυασμό με την αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε εντονότερο ρυθμό αναπνοής με αποτέλεσμα μεγαλύτερη ποσότητα νερού να χάνεται δια μέσου των αναπνευστικών τριμάτων. Οποσδήποτε όμως, η αύξηση της θερμοκρασίας ενισχύει την τροφική δραστηριότητα των εντόμων, γεγονός που οδηγεί στην αυξημένη παραγωγή μεταβολικού νερού, που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να αντισταθμίσει τις απώλειες των εντόμων σε νερό λόγω επίδρασης της σκόνης γης διατόμων (Fields και Korunic, 2000). Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι σε αντίθεση με τα χημικά εντομοκτόνα, η θερμοκρασία δεν επιδρά άμεσα στην σκόνη γης διατόμων ώστε να την αποικοδομεί ή να τροποποιεί τις εντομοκτόνες ιδιότητες της. Οποιαδήποτε θετική ή αρνητική επίδραση της θερμοκρασίας στην αποτελεσματικότητα της σκόνης γης διατόμων στα έντομα, οφείλεται αποκλειστικά σε μηχανισμούς που σχετίζονται με την φυσιολογία των ίδιων των εντόμων.

Εκτός από την θερμοκρασία και η επάρκεια τροφής εντός του αποθηκευτικού χώρου μπορεί να αυξήσει την παραγωγή μεταβολικού νερού ώστε να επηρεάσει αρνητικά την εντομοκτόνο ιδιότητα της σκόνης γης διατόμων (Arthur, 2001).

Τα έντομα δεν αντιδρούν όλα το ίδιο στην γη διατόμων. Υπάρχουν ανατομικές και μορφολογικές διαφορές τόσο μεταξύ των τελείων σταδίων όσο και μεταξύ των ατελών που συνηγορούν σε αυτήν τη διαπίστωση. Η σειρά ανθεκτικότητας (από το λιγότερο στο περισσότερο ανθεκτικό) ορισμένων εντόμων στην γη διατόμων είναι η εξής: *Cryptolestes* spp., *Oryzaephilus* spp., *Sitophilus* spp., *Rhizopertha dominica* και *Tribolium* spp. (Korunic, 1997a). Έντομα με μεγάλη σχέση επιφάνειας προς όγκο δηλαδή πλατιά και μικρά είναι πιο ευπαθή στην σκόνη γης διατόμων (π.χ *Cryptolestes* spp.). Επίσης έντομα με κοντές επιφανειακές τρίχες όπως το *Oryzaephilus mercator*, συγκρατούν περισσότερη ποσότητα σκόνης ώστε να είναι πιο ευαίσθητα (Quarles, 1992), ενώ έντομα με μακριές επιφανειακές τρίχες που εμποδίζουν την επαφή της σκόνης με την επιδερμίδα, χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη ανθεκτικότητα έναντι της σκόνης γης διατόμων, όπως για παράδειγμα συμβαίνει με τις προνύμφες των εντόμων της οικογένειας Dermestidae (Carlson και Ball, 1962).



Εικ.11 Προνύμφες της οικογένειας Dermestidae (διακρίνονται οι μακριές τρίχες στο σώμα τους)

Διαφοροποίηση στην αποτελεσματικότητα της σκόνης γης διατόμων παρατηρείται και μεταξύ τέλειων και ατελών σταδίων για συγκεκριμένο είδος ή και γένος εντόμου. Οι διαφορές αυτές μπορεί να οφείλονται στην διαφορά που παρατηρείται στην σύνθεση των λιπιδίων του κηρώδους χιτώνα, μεταξύ του τέλειου και των ατελών σταδίων ενός εντόμου. Επίσης μεταξύ των ατελών σταδίων και του τέλειου εντόμου υπάρχουν ανατομικές και μορφολογικές διαφορές που επιδρούν και αυτές με την σειρά τους στην διαφορική επίδραση της σκόνης γης διατόμων. Ως παράδειγμα αναφέρεται η περίπτωση του *Tenebrio molitor*. Οι προνύμφες του *T. molitor* φέρουν κάποιες περιοχές στον πρωκτό, διαμέσου των οποίων είναι ικανές να απορροφούν υγρασία από τον περιβάλλοντα χώρο. Οι περιοχές αυτές παρατηρούνται μέχρι την προνύμφη τελευταίου σταδίου. Οι προνύμφη τελευταίου σταδίου, η νύμφη και το ακμαίο δεν φέρουν τέτοιες περιοχές, οπότε τα στάδια αυτά είναι πιο ευαίσθητα στην επίδραση της γης διατόμων (Mewis και Ulrichs, 2001).

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

Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα της χρήσης σκόνης γης διατόμων ως προστατευτικό αποθηκευμένων προϊόντων

Το κυριότερο πλεονέκτημα της χρήσης σκόνης γης διατόμων σε αποθηκευμένα προϊόντα, είναι η πλήρης έλλειψη τοξικότητας στα θηλαστικά σε συνδυασμό με την μεγάλη υπολειμματική δράση της εναντίον των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. Επιπλέον είναι εύκολος ο μερικός διαχωρισμός της σκόνης από τους αποθηκευμένους σπόρους με ένα απλό πλύσιμο. Η σκόνη γης διατόμων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό και με άλλες μεθόδους αντιμετώπισης όπως χημικές (σε συνδυασμό με πυρεθροειδή εντομοκτόνα), θερμότητα (Dowdy και Fields, 2000) ή ακόμη σε συνδυασμό με κολλητικές παγίδες (Losehiano, 1988). Τέλος ως πλεονέκτημα μπορεί να αναφερθεί και η απωθητική δράση της επί των εντόμων.

Από τα μειονεκτήματα της χρήσης σκόνης γης διατόμων το κυριότερο είναι η μείωση του ειδικού βάρους του σπόρου του σιταριού. Λόγω του ότι η τιμή του ειδικού βάρους αποτελεί δείκτη της εμπορικής αξίας του σιταριού, μία μείωση του ειδικού βάρους θα οδηγούσε αυτομάτως και σε υποβάθμιση της αξίας του. Πολλές φορές όμως, η μείωση της εμπορικής αξίας δεν είναι ανάλογη της υποβάθμισης του προϊόντος, ειδικότερα εάν το προϊόν δεν έχει δεχθεί την παραμικρή χημική επέμβαση, ώστε να μπορεί να χαρακτηριστεί ως βιολογικό. Η μείωση του ειδικού βάρους του σπόρου οφείλεται στα υπολείμματα σκόνης που δεν θα απομακρυνθούν με το πλύσιμο. Επίσης ως μειονεκτήματα αναφέρεται η επίδραση της σκόνης στα αρπακτικά, παρασιτοειδή και παράσιτα των εντόμων εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων και η αδρανοποίηση της σε υψηλά ποσοστά υγρασίας.

Έως τώρα δεν έχει αναφερθεί κάποια περίπτωση όπου η φυσική γη διατόμων να προκαλεί καρκινογένεση ή μορφές χρόνιας ή και οξείας τοξικότητας στα θερμόαιμα, όταν τα τελευταία καταναλώσουν κάποιες ποσότητες από αυτή (Korunic, 1997a, Anonymous, 1986). Η μόνη γνωστή αρνητική επίδραση της σκόνης γης διατόμων στα θηλαστικά, είναι ότι, παρατεταμένη και για μεγάλα χρονικά διαστήματα εισπνοή της, μπορεί να προκαλέσει Σιλίκωση (silicosis) (Zaidi, 1969). Η Σιλίκωση ανήκει στην ομάδα των Πνευμονοκονιάσεων (black-lung diseases) και είναι μια χρόνια πνευμονοπάθεια που οφείλεται σε εισπνοή για μεγάλα χρονικά διαστήματα σκόνης που περιέχει πυρίτιο. Τα άτομα που κινδυνεύουν από σιλίκωση είναι κυρίως εκείνα που εργάζονται στα λατομεία ή στους χώρους εξόρυξης της γης διατόμων, διότι έρχονται σε επαφή για πολλά χρόνια και με πολύ μεγάλες ποσότητες σκόνης, όταν βέβαια δεν τηρούνται οι κανόνες ασφαλείας. Οι επιδράσεις για τον χρήστη ασφαλώς θα είναι πιο ήπιες έως και μηδαμινές, ειδικότερα εάν ληφθούν όλα τα απαιτούμενα μέτρα ασφαλείας από το προσωπικό (ειδικευμένο προσωπικό, κατάλληλη ενδυμασία, χρήση μάσκας) (McDonald, 1989, Miles, 1990). Για τον καταναλωτή δεν υπάρχουν αρνητικές επιδράσεις, εφόσον τα προϊόντα μετά την αποθήκευσή τους υφίστανται περαιτέρω επεξεργασία, μέχρι να διατεθούν στο εμπόριο.

Παρά τα μειονεκτήματα που αναφέρθηκαν, η χρήση της σκόνης γης διατόμων αποτελεί μια σχετικά νέα και πολλά υποσχόμενη μέθοδο για την αντιμετώπιση των εντόμων εχθρών των αποθηκών, ειδικότερα στην σύγχρονη εποχή όπου το πρόβλημα της μόλυνσης του περιβάλλοντος αλλά και το φαινόμενο ανάπτυξης ανθεκτικότητας των εντόμων στα χημικά εντομοκτόνα επιτάσσουν εναλλακτικές μεθόδους αντιμετώπισης των εντομολογικών προβλημάτων τόσο στις αποθήκες όπως και στον αγρό. Σύμφωνα με τον Ebeling το 1971 αλλά και αργότερα Korunic 1997 φαινόμενα ανθεκτικότητας των εντόμων στην γη διατόμων θεωρούνται μάλλον απίθανα καθώς η τελευταία θανατώνει τα έντομα μέσω φυσικών διεργασιών. Η γη διατόμων σήμερα έχει εγκριθεί και χρησιμοποιείται ως προστατευτικό αποθηκευμένων προϊόντων στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, Καναδά, Αυστραλία, Ιαπωνία, Ινδονησία, Σαουδική Αραβία και Κροατία. Στην Ελλάδα η σκόνη γης διατόμων δεν έχει λάβει ακόμη έγκριση κυκλοφορίας ως εντομοκτόνων

Γ' ΜΕΡΟΣ

Το έντομο *Sitophilus oryzae*

3.0 Συστηματική κατάταξη

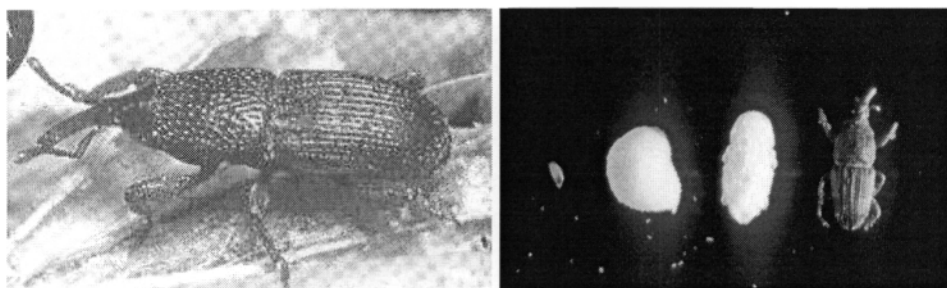
Γένος - Είδος: *Sitophilus oryzae*

κοινή ονομασία: Σκαθάρι του ρυζιού (rice weevil)

τάξη: Coleoptera

υπόταξη : Polyphaga

οικογένεια: Curculionidae



Εικόνα 3.1 : Ακμαίο του *Sitophilus oryzae* (Διαδίκτυο)

3.1 Γεωγραφική Κατανομή

Περιοχή καταγωγής του θεωρείται η Ινδία. Συναντάται σε πάρα πολλές περιοχές ανά τον κόσμο. Η ανάπτυξή του ευνοείται στις τροπικές, υποτροπικές και εύκρατες περιοχές και προκαλεί αξιόλογες ζημιές. Είναι ανθεκτικό στα θερμά κλίματα.

3.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του εντόμου

Τέλειο: Το μήκος του σώματός του κυμαίνεται μεταξύ 2,5 και 4,5mm. Έχει χρώμα καστανό έως βαθυκάστανο με τέσσερις ανοιχτόχρωμες κηλίδες (κοκκινωπές ή κιτρινωπές) από δύο σε κάθε έλυτρο. Στον προθώρακα έχει βοθρία τα οποία είναι περίπου κυκλικά και πολύ πυκνά. Οι γραμμές κατά μήκος των ελύτρων αποτελούνται από σχετικά μεγάλα στίγματα - βοθρία ενώ οι μεταξύ τους ζώνες έχουν μεγάλα στίγματα. Οι γραμμές αυτές έχουν μήκος 2,5 - 3,5mm. Το έντομο διαθέτει μεμβρανώδεις πτέρυγες και μπορεί να πετά.(Εικόνα 1)

Προνύμφη: Έχει μήκος 3 - 4mm, είναι άποδη, κοντόχονδρη και κεκαμένη. Το χρώμα της είναι αχυρόλευκο (κιτρινωπό) και υφίσταται τρεις αποδερματώσεις.

3.3 Βιο-οικολογία του εντόμου

Ο αριθμός των γενεών, η συνολική ανάπτυξη και η δραστηριότητα του εντόμου επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία και την υγρασία. Θερμοκρασίες γύρω στους 27-30°C θεωρούνται ευνοϊκές, ενώ αντίστοιχες συνθήκες για τη σχετική υγρασία θεωρούνται αυτές που κυμαίνονται μεταξύ 75 και 90%. Αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα αλλά η ανάπτυξή του και ο

πολλαπλασιασμός του δεν ευνοείται. Συνήθως δίνει τέσσερις γενεές ανά έτος, αλλά σε θερμά κλίματα μπορεί να δώσει αρκετά περισσότερες. Η ικανότητά του να πετά, το καθιστά ικανό να προσβάλλει τους σπόρους από τον αγρό και να καταλήγει στις αποθήκες με το προϊόν. Γεννά μέχρι 400 ωά , τα οποία είναι λευκά, απιοειδή , και λαμπερά. Τόσο το ακμαίο, όσο και η προνύμφη προσβάλλουν το ρύζι και τους σπόρους δημητριακών (σιτάρι, σίκαλη, κριθάρι, αραβόσιτο και σπανιότερα βρώμη) , στις αποθήκες, όπως επίσης και διάφορα αμυλούχα προϊόντα (ζυμαρικά, φρυγανιές κλπ) . Τρέφονται και με αλευρώδη προϊόντα, πίτυρα, όσπρια, καπνό, (π.χ. *Tribolium* sp). Τέλος, είναι δυνατή η ανάπτυξη μυκήτων, οι οποίοι πέρα από το ότι υποβαθμίζουν το προϊόν, το καθιστούν και τοξικολογικά επικίνδυνο, παράγοντας μυκοτοξίνες.

Οι στοές που ανοίγονται με τη δράση των ακμαίων και των προνυμφών , έχουν σαν αποτέλεσμα τη μείωση του αμύλου του ενδοσπερμίου , με άμεση συνέπεια την ποσοτική αλλά και την ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος. Οι τρύπιοι ή σπασμένοι σπόροι διευκολύνουν με τη σειρά τους τις προσβολές δευτερογενών εντόμων εχθρών. Μεγάλη συγκέντρωση ακμαίων του εντόμου στο εσωτερικό των σωρών των σπόρων, όπου η υγρασία είναι υψηλότερη και σε συνδυασμό με την έντονη μεταβολική δραστηριότητα που παρατηρείται εκεί, προκαλεί μια ανύψωση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του σωρού, με αποτέλεσμα τη δημιουργία των θερμών κηλίδων (hot spots). Τέτοιες συνθήκες ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων στους ήδη προσβεβλημένους σπόρους που βρίσκονται στο εσωτερικό του σωρού και το φύτρωμα των επιφανειακών σπόρων.



Εικόνα 3.2: Προσβολές από *Sitophilus oryzae* σε αποθηκευμένα δημητριακά (Διαδίκτυο).

Δ' ΜΕΡΟΣ

4. Το έντομο *Tribolium confusum*

4.0 Συστηματική κατάταξη

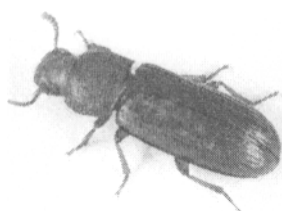
Γένος - Είδος: *Tribolium confusum*

κοινή ονομασία: Σκαθάρι ή ψείρα των αλεύρων (confused flour beetle)

τάξη: Coleoptera

υπόταξη : Polyphaga

οικογένεια: Tenebrionidae



Εικόνα 4.1: Ακμαίο του *Tribolium confusum* (Διαδίκτυο)

4.1 Γεωγραφική κατανομή

Συναντάται σε πολλές περιοχές ανά τον κόσμο. Η ανάπτυξή του ευνοείται στις υποτροπικές και εύκρατες κυρίως περιοχές όπου και προκαλεί σημαντικές ζημιές. Είναι πιο ανθεκτικό στα θερμά κλίματα σε σχέση με άλλα έντομα αποθηκών. Είδος πολυφάγο, πολύ διαδεδομένο στις κατοικίες και τις αποθήκες, κοσμοπολιτικό. Προσβάλλει όλα τα είδη σπόρων, τα αλευρα, πίτυρα, σπέρματα ψυχανθών, ξηρές ρίζες, ξηρά φρούτα και ξηρούς καρπούς. Επίσης προσβάλλει τις εντομολογικές συλλογές, τη σοκολάτα, φάρμακα, καπνό και πολλά άλλα προϊόντα.

4.2 Μορφολογικά Χαρακτηριστικά του εντόμου

Ακμαίο: Σώμα επίμηκες, πιασμένο, λείο(χωρίς τρίχωμα), σώμα πεπλατυσμένο, μήκους 4 - 4,5mm. Το χρώμα του είναι ερυθροκάστανο γυαλιστερό, κεφαλή και επιθωράκιο με πολλά μικρά στίγματα, κεραίες με τα άρθρα βαθμιαίως μεγεθυνόμενα προς το άκρο τους(χαρακτηριστικό που τα ξεχωρίζει από τα *T. castaneum*).

Προνύμφη : Ευκέφαλη-ολιγόπους, σώμα επιμήκες, ωχροκίτρινη, μήκους 4-5mm., κεφαλή σκοτεινού χρώματος και χαρακτηριστικό δίκρανο στο τελευταίο της κοιλιακό τμήμα. Επίσης έχει τρίχες στα πλάγια των σωματικών τμημάτων και το κοιλιακό τμήμα με χιτινισμένη δικρανοειδή απόφυση.

4.3 Βιο-οικολογία του εντόμου

Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στον αποθηκευτικό χώρο, μπορεί να έχει μέχρι 5 γενεές ανά έτος. Ταχύτερη ανάπτυξη επιτυγχάνεται στους 32,50C και 70% σχετική υγρασία. Υπο συνθήκες υψηλής υγρασίας, η ανάπτυξη είναι δυνατή σε θερμοκρασία από 20 έως 37,50C. Το έντομο αυτό είναι πολύ ανθεκτικό σε συνθήκες ξηρασίας και μπορεί να αναπτυχθεί και υπο συνθήκες πολύ χαμηλής σχετικής υγρασίας (10%). Διαχειμάζει ως ακμαίο μέσα στα προϊόντα που προσβάλλει ή μέσα σε διάφορα καταφύγια του αποθηκευτικού χώρου. Όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές, αναστέλλεται η δραστηριότητά του. Τα θηλυκά μπορούν να ζήσουν μέχρι και 2 έτη. Κάθε θηλυκό εναποθέτει μέχρι και 600ωά , συνήθως πάνω στα προϊόντα.

Προσβάλλουν όλα τα είδη σπόρων (σιτηρά και όσπρια) , άλευρα, επεξεργασμένα προϊόντα, ξηρούς καρπούς, κόκκους καφέ, καρκεύματα, ξηρά φρούτα και πλακούντες από ελαιούχους σπόρους (Εικόνα 4). Μπορούν επίσης να προσβάλλουν και ακέραια φύτρα σιταριού. Σε βαριά προσβολή, τα άλευρα αποκτούν χρώμα καφέ, χαρακτηριστική οσμή και γίνονται ακατάλληλα για αρτοποιία.



Εικόνα 4.2: Προσβολή από *Tribolium confusum* σε σπόρους δημητριακών (Διαδίκτυο)

Γενικά, δεν προσβάλλουν ολόκληρους σπόρους αλλά κυρίως άλευρα και σπασμένους ή ήδη προσβεβλημένους σπόρους. Έτσι η παρουσία *Tribolium confusum* σε μια αποθήκη με σπόρους μαρτυρά προηγούμενη πρωτογενή προσβολή από άλλα έντομα αποθηκών όπως *Sitophilus* Spp ή προνύμφες του *Sitroga cerealella*.

Ε΄ ΜΕΡΟΣ

Η φυσική ουσία azadirachtin

5.0 Γενικά

- Τα εντομοκτόνα που περιέχουν αζαντιρακτίνη δρουν πρώτα σαν στοματικό δηλητήριο .Επίσης ο θάνατος των εντόμων στόχων εξαρτάται από την δόση του φαρμάκου και συνήθως συμβαίνει μερικές μέρες μετά την εφαρμογή του Neem εντομοκτόνου.Ακόμα η αζαντιρακτίνη και τα εκχυλίσματα απο σπόρους Neem σύμφωνα με όλες τις δοκιμές δεν έχουν παρουσιάσει δερμική τοξικότητα στο δέρμα των θηλαστικών.Ενώ λουλούδια και φύλλα Neem τρώγονται σαν λαχανικά στην Ασία (J. Insect Physiol.Vol.34, No.7, pp.713-719, 1988)
- Οι επιδράσεις της αζαντιρακτίνης στα επιβλαβή έντομα αποθηκών δεν είναι ακόμα καλά γνωστές, πάρ'αυτά τα εκχυλίσματα από σπόρους Neem έχει αναφερθεί ότι προστατεύουν τα αποθηκευμένα σιτηρά (Ambika & Mohandas 1982; Jilani and Helen 1983)
- Οι πρώτες επιστημονικές της αποθητικής δράσης του Neem ενάντια σε επιβλαβή έντομα αποθηκών χρονολογούνται το 1930 (Anonymous 1932; Pruthi 1937). Η αντι-διατροφική δράση του Neem ενάντια στα έντομα προέρχεται από το Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας της Ινδίας (1960) και συνεπώς επιβεβαιώθηκε υπό συνθήκες αγρού (Pradhan et al.1962). Στις μέρες μας πολλές έρευνες είναι διαθέσιμες που περιγράφουν την αντι-διατροφική δράση ,εντομοκτόνο δράση , παρεμποδισμό στην ανάπτυξη του εντόμου,αποτροπή στην απόθεση αυγών, αντιορμονική δράση σε μεγάλη ομάδα εντόμων.Επίσης έχουν αναφερθεί και η μυκητοκτόνα και η αντιική δράση του Neem.
- Άλλη μια παρατήρηση είναι αυτή του Simons (1981) ο οποίος έδωσε έμφαση για τη χρήση ελαίου neem για τον έλεγχο ιών που μεταδίδουν τα έντομα στα φυτά
- Η αντι-διατροφική δράση του Neem στα αποθηκευμένα τρόφιμα έχει ευρέως ερευνηθεί (Saxena et al. 1988)
- Επίδραση της αζαντιρακτίνης στις ορμόνες νεότητας: Η εφαρμογή αζαντιρακτίνης προκαλεί γρήγορη μείωση στην ποσότητα ορμονών νεότητας η οποία μείωση όμως μειώνεται με το πέρασμα των ημερών (Malczewska et al, 1988)
- Επίδραση της αζαντιρακτίνης στα εκδυστεροειδή διαλύματα: Η εφαρμογή αζαντιρακτίνης είχε επίδραση στα εκδυστεροειδή διαλύματα της αιμολέμφου. Σε ελέγχους/διαγράμματα παρατηρήσαμε δύο κορυφές εκδυστεροειδών σε χημική ανάλυση. Μετά από την εφαρμογή αζαντιρακτίνης παρατήρησαν μία κορυφή εκδυστεροειδών η οποία εμφανίστηκε 6-12 ώρες μετά. Είναι άξιο να αναφερθεί ότι η ποσότητα εκδυστεροειδών μετά την εφαρμογή αζαντιρακτίνης ήταν πολύ πιο μεγάλη (Malczewska et al, 1988). Υψηλές ποσότητες εκδυστεροειδών μετά από την εφαρμογή αζαντιρακτίνης οδηγεί σε διαταραχές στην έκδυση (Schulter et al.1985)
- Η παρεμποδιστική επίδραση της αζαντιρακτίνης στην διαδικασία έκδυσης εξαρτάται από τη δόση αζαντιρακτίνης (Malczewska et al, 1988)
- Η δράσης αζαντιρακτίνης έχει επίδραση στο σύστημα που ρυθμίζει τις ποσότητες ορμονών νεότητας . Αυτά τα συμπεράσματα συμφωνούν με τα

- ευρήματα του Rembold (1984) για τα θηλυκά ακμαία *Locusta migratoria*. Η εφαρμογή αζαντιρακτίνης προκάλεσε γρήγορη μείωση στις ορμόνες νεότητας (Malczewska et al, 1988).
- Είναι επίσης πιθανό ότι η αζαντιρακτίνη επηρεάζει τα προθορακικά κύτταρα του εγκεφάλου των εντόμων (Rembold 1984) ή ασκεί την δράση της στα κύτταρα στόχους ,ανταγωνίζοντας για τις θέσεις πρόσληψης στους στόχους,τα εκδυστεροειδή (Kausser and Koolman ,1984)

Η αναπτυσσόμενη αύξηση εμπειρίας επιδεικνύει ότι τα προϊόντα Neem λειτουργούν με επέμβαση σε πολλαπλά στάδια της ζωής των εντόμων. Τα συστατικά από αυτό το δένδρο πλησιάζουν το σχήμα και τη χημική δομή των ορμονών ζωτικών για τη ζωή των εντόμων (για να μην αναφέρουμε μερικά άλλα ασπόνδυλα και ακόμα μερικά μικρόβια). Το σώμα αυτών των εντόμων απορροφά τα μίγματα Neem σαν να ήταν οι πραγματικές ορμόνες, αλλά αυτό μπλοκάρει μόνο τα ενδοκρινικά συστήματα . Οι βαθιές αποτελεσματικές παρεκκλίσεις στη συμπεριφορά και στη φυσιολογία αφήνουν τα έντομα τόσο μπερδεμένα εγκεφαλικά και σωματικά ώστε δεν μπορούν να αναπαραχθούν και ο πληθυσμός τους μειώνεται .

Όλο και περισσότερο οι προσεγγίσεις αυτού του είδους βλέπονται σαν επιθυμητές μέθοδοι ελέγχου εντόμων: τα έντομα δεν χρειάζεται να σκοτωθούν ακαριαία αν οι πληθυσμοί μπορούν να αχρηστευτούν με τρόπους αβλαβείς για τον άνθρωπο και ολόκληρο τον πλανήτη. Το 1990 είναι έτος ιδιαίτερα σημαντικό: Πολλά συνθετικά εντομοκτόνα αποσύρθηκαν ενώ λίγα εντομοκτόνα αντικαταστάτες έχουν καταγραφεί, και τα συνεχώς αυξητικά νούμερα εντόμων αναπτύσσουν ανθεκτικότητα στον μειούμενο αριθμό των χημικών ελεγκτών που παραμένουν σε χρήση.

Οι ακριβείς επιδράσεις των ποικίλων εκχυλισμάτων από το Neem tree σε ένα δεδομένο είδος εντόμου είναι συχνά δύσκολο να επισημανθούν. Του Neem η πολυπλοκότητα όσο αφορά τα συστατικά του και η πολλαπλή δράση απέραντα περιπλέκει τη διευκρίνιση. Επιπρόσθετα, οι μελέτες μέχρι σήμερα είναι δύσκολο να συγκριθούν επειδή έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικά έντομα , δόσεις και συνδυασμοί . Επιπλέον τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν σε διάφορα πειράματα έχουν συχνά χειριστεί και αποθηκευτεί διαφορετικά, παρμένα από διαφορετικά μέρη του δένδρου, ή παράγονται υπό διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες .

Τα ποικίλα εκχυλίσματα Neem είναι γνωστά για τη δράση τους σε ποικιλία εντόμων με τους εξής τρόπους:

- Διακόπτουν ή παρεμποδίζουν την ανάπτυξη αυγών, της λάρβας ή της πούπας .
- Μπλοκάρουν την έκδυση της λάρβας ή των νυμφών .
- Διακόπτουν ή παρεμποδίζουν το ζευγάρισμα και τη σεξουαλική επικοινωνία .
- Απωθούν τις λάρβες και τα ακμαία .
- Αποτρέπουν τα θηλυκά να εναποθέτουν αυγά .
- Στεριώνουν τα ακμαία .
- Δηλητηριάζουν τις λάρβες και τα ακμαία .
- Αποτρέπουν τα έντομα από τη διατροφή τους .
- Παρεμποδίζουν το σχηματισμό της χιτίνης .
- Κατευθύνει τη διαδικασία της μεταμόρφωσης προς λανθασμένα στάδια .

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, εκχυλίσματα neem έχουν αποδειχτεί ισχυρά δραστικά όπως πολλά εμπορικά διαθέσιμα συνθετικά εντομοκτόνα. Είναι αποτελεσματικά ενάντια σε πολλά είδη εντόμων σε συγκεντρώσεις p.p.m . Στο παρόν μπορεί να ειπωθεί ότι η απωθητικότητα είναι πιθανώς η πιο αδύναμη επίδραση, εκτός μερικών ειδών ακριδών. Η αντιδιατροφική δραστηριότητα (μολονότι είναι ενδιαφέρουσα πάρα πολύ σημαντική) είναι πιθανώς περιορισμένης σημασίας. Η επίδραση είναι μικρή διάρκεια ζωής και υψηλής αστάθειας. Μπλοκάροντας τη λάρβα από την έκδυση είναι πιθανώς να είναι του Neem η πιο σημαντική ιδιότητα / ικανότητα. Τελικώς αυτή η δραστηριότητα θα χρησιμοποιηθεί για να σκοτώσει πολλά είδη εντόμων (Διαδίκτυο: Info@commonsensecare.com).

5.1 Έντομα στα οποία επιδρά το Neem

Μέχρι το 1990, οι ερευνητές είχαν δείξει ότι εκχυλίσματα Neem μπορούν να επηρεάσουν σχεδόν 200 είδη εντόμων . Αυτό περιλαμβάνει πολλά που είναι ανθεκτικά, ή έμφυτη δυσκολία να ελεγχθούν , με συμβατικά εντομοκτόνα:

Γενικά μπορεί να ειπωθεί ότι τα προϊόντα Neem είναι μέσος-ευρέως-φάσματος δράσης εντομοκτόνα φυτοφάγων εντόμων. Αυτό επηρεάζει μέλη των περισσότερων αν όχι όλων, τάξεις εντόμων, συμπεριλαμβανομένων των Ορθόπτερων, Ομόπτερων Θυσανόπτερων, Κολεόπτερων, Λεπιδόπτερων , Δίπτερων , Υμενοπτέρων κ.α .

Εδώ δεν αναφέρονται όλα τα έντομα στα οποία επιδρά το Neem.

Ορθόπτερα: Στα Ορθόπτερα (όπως στις ακρίδες, στους γρύλους), η αντιδιατροφική επίδραση φαίνεται ιδιαίτερα σημαντική. Αριθμός ειδών εντόμων αρνούνται να φάνε από φυτά που έχουν ψεκαστεί με Neem για αρκετές μέρες, και μερικές φορές για αρκετές εβδομάδες. Πρόσφατα μια νέα επίδραση έχει ανακαλυφθεί η οποία μετατρέπει την ακρίδα από τον κοινωνικό τύπο μαζικής κίνησης σε μοναχικό τύπο που δεν πραγματοποιούν επιδρομές .

Ομόπτερα: Αφίδες, αλευρώδεις κοκκοειδή, τζιτζικάκια (leafhoppers) και άλλα ομόπτερα επιβλαβή έντομα είναι ευαίσθητα στα προϊόντα Neem σε ποικίλο βαθμό. Για παράδειγμα στις νύμφες των leafhoppers και των αλευρωδών παρατηρείται αξιόλογη αποτελεσματική αντιδιατροφική και αναπτυξιακή δράση. Ωστόσο στα κοκκοειδή [ιδιαίτερα τα μαλακά κοκκοειδή (Coccidae)] επηρεάζονται λίγο. Έντομα που τρέφονται από φλοιούς, όπως οι αφίδες, δεν είναι γενικά καλοί υποψήφιοι για συστηματική καταπολέμηση με χρήση του Neem oil. Σε μερικές περιπτώσεις, το φυτό ξενιστής ίσως επηρεάσει το βαθμό ελέγχου. Τα παράγωγα από Neem oil ίσως επίσης επηρεάσουν την ικανότητα των ομόπτερων εντόμων να μεταφέρουν και να μεταδώσουν καθορισμένους ιούς. Ο λόγος δεν είναι σίγουρος αλλά φαίνεται ότι μόνο μέρος του λόγου οφείλεται στη θνησιμότητα του Neem ή στην τροποποίηση που προκαλεί στην διατροφική του συμπεριφορά .

Θυσανόπτερα: Το Neem oil είναι πολύ αποτελεσματικό στις λάρβες/προνύμφη της θρίπας η οποία εμφανίζεται στο έδαφος. Ωστόσο, από τη στιγμή που οι ακμαίες θρίπες και τα συγγενή επιβλαβή έντομα έχουν περιοριστεί στα φυτά είναι λιγότερα ευαίσθητα στα εκχυλίσματα Neem. Οι ελαιούχοι χημικοί σχηματισμοί έχουν επιδείξει μερική επιτυχία σε δοκιμαστικές προσπάθειες (ίσως επειδή η ελαιώδη επίστρωση έπνιξε αυτά τα μικροσκοπικά πλάσματα) .

Κολεόπτερα: Οι προνύμφες όλων των ειδών των κολεόπτερων, τα οποία υπάρχουν στο έδαφος ειδικά αυτά coccinelids (το Μεξικάνικο σκαθάρι φασολιού και η cucumber beetle, για παράδειγμα) και η chrysomelids (σκαθάρι πατάτας Κολοράντο και άλλα) είναι επίσης ευαίσθητα στα προϊόντα Neem. Αρνούνται να τραφούν με φυτά που έχουν χειριστεί με προϊόντα Neem, αναπτύσσονται αργά, και μερικά (όπως η προνύμφη του σκαθαριού της πατάτας Κολοράντο) σκοτώνονται με την επαφή .

Λεπιδόπτερα: Από πολλά χωράφια στα οποία γίνονται δοκιμές (αξιοσημείωτα σε ποικιλία σκώρων), φαίνεται ότι η προνύμφη των περισσότερων επιβλαβών λεπιδοπτερών είναι πάρα πολύ ευαίσθητα στο Neem. Το Neem τα μπλοκάρει από το να τραφούν, αν και αυτή η επίδραση είναι συνήθως μικρότερης σημασίας από αυτή της αναστάτωσης που προκαλεί στην ανάπτυξη του εντόμου.

Δίπτερα : Όπως αναφέρθηκε, η επίδραση Neem ποικίλει ανάλογα με το είδος του εντόμου. Μερικές επιδράσεις στα αποθηκευμένα προϊόντα περιλαμβάνονται παρακάτω: Το Neem δείχνει σημαντική ικανότητα για έλεγχο των εντόμων στα αποθηκευμένα προϊόντα.

Υμενόπτερα: Σε αυτή την ομάδα εντόμων το neem απωθεί τα έντομα από την πηγή τροφής αλλά και σαν ρυθμιστής ανάπτυξης.

Ετερόπτερα: Έντομα όπως το έντομο ρυζιού, το πράσινο έντομο των λαχανικών και το Ανατολικό Αφρικάνικο έντομο του καφέ το οποίο ρουφά τους χυμούς από τις σοδείες και τα δένδρα επηρεάζονται από τα προϊόντα neem. Τα συστατικά του neem επιδρούν στην διατροφική συμπεριφορά και προκαλούν δυσλειτουργίες στην αύξηση και στην ανάπτυξή τους .

Κατσαρίδες: Το neem σκοτώνει τις νέες κατσαρίδες και παρεμποδίζει τα ακμαία στην εναποθέτηση αυγών . Δολώματα με εκχύλισμα neem από το σπόρο του φυτού αποδείχτηκε ότι καθυστέρησε την ανάπτυξη της καφέ ανατολικής ομάδας κατσαρίδων όπως και των Γερμανικών καρσαρίδων. Πρώτου σταδίου νύμφες και των τριών ειδών κατσαρίδας απότυχαν να αναπτυχθούν, και όλες πέθαναν εντός 10 εβδομάδων. Τελευταίου σταδίου νύμφες παρουσίασαν καθυστερημένη ανάπτυξη, και οι μισές πέθαναν εντός 9 εβδομάδων. Μετά από 24 εβδομάδες, μόνο 2 από τις 10 νύμφες Γερμανικές κατσαρίδες που είχαν επιβιώσει ενηλικιώθηκαν. Σε μια δοκιμή γεύσης, ακμαία Αμερικάνικων κατσαρίδων προτίμησαν δισκία που περιείχαν neem σε σχέση με δισκία που δεν περιείχαν, αλλά κιβώτια που περιείχαν μπουκάλια γάλα και που είχαν χειρισθεί με neem ήταν απωθητικά για τις κατσαρίδες .

Λεπιδόπτερα Noctuide (Armyworms): Η αζαντιρακτίνη έχει αποδειχτεί ένα αποτελεσματικό προφυλακτικό ενάντια στα Λεπιδόπτερα της οικογενείας Noctuide (armyworms) σε εξαιρετικά χαμηλές συγκεντρώσεις –10mg ανά εκτάριο. Για παράδειγμα, παρεμποδίζει το *Sprodoptera frugiperda*, ένα από τα πιο καταστροφικά επιβλαβή έντομα στις καλλιέργειες στο δυτικό ημισφαίριο. Έχει βρεθεί παρα'αυτά απαραίτητη η προληπτική εφαρμογή neem πριν την άφιξη των εντόμων στις καλλιέργειες. Εάν αυτό γίνει τότε τα έντομα απλά θα περάσουν από τις καλλιέργειες, αλλά εάν θα έχουν ήδη κατοικήσει/αναπτυχθεί στις καλλιέργειες τότε θα είναι πολύ δύσκολο να τις απομακρύνουμε από τα χωριάφια .

Κουνούπια: Η λάρβες μερικών ειδών κουνουπιών (συμπεριλαμβανομένων των *Aedes & Anopheles*) είναι ευαίσθητες στο neem. Σταματάνε να τρώνε και πεθαίνουν εντός 24 ωρών. Αν τα παράγωγα neem χρησιμοποιούνται μόνο τους τότε απαιτούνται μεγάλες συγκεντρώσεις για να επιτευχθεί υψηλή θνησιμότητα. Η χρήση απλών και φθηνών προϊόντων neem φαίνεται πολλά υποσχόμενη για την χρήση τους σε στάσιμα νερά (πισίνες κ.α)όπου και είναι μέρος όπου πρέπει απαραίτητα να περάσει το κουνούπι για να φτάσει στο στάδιο του ακμαίου. Σε μια δοκιμή σπασμένοι σπόροι από neem που ρίχτηκαν σε πισίνες αποδείχτηκε αποτελεσματικοί στην πρόληψη/εμπόδιση των κουνουπιών να αναπτυχθούν. Να πούμε πως το neem είχε το ίδιο αποτέλεσμα που έχει και το methoprene στην καταπολέμηση κουνουπιών, με τη διαφορά ότι το methoprene είναι πολύ πιο ακριβό!

Όπως αναφέρθηκε, η επίδραση του Neem ποικίλει/διαφέρει από έντομα σε έντομα. Το Neem επιδεικνύει αξιόλογη δυνατότητα στον έλεγχο επιβλαβών εντόμων για τα αποθηκευμένα προϊόντα. Αυτό είναι μια από τις παλαιότερες χρήσης στην Ασία, και η βιβλιογραφία περιέχει πολλές αναφορές για τα οφέλη του Neem. Στην παραδοσιακή πρακτική, φύλλα neem αναμιγνύονται με τα δημητριακά που κρατούνται σε αποθήκευση για 3-6 μήνες. Τα συστατικά που είναι υπεύθυνα που κρατούν τα επιβλαβή έντομα μακριά από τα αποθηκευμένα δημητριακά δεν είναι ακόμα γνωστοποιημένα αλλά λειτουργούν καλά στο να κρατούν μακριά τα επιβλαβή έντομα. Σε αυτό το σημείο η αποθηκικότητα φαίνεται να είναι πρωταρχικής σημασίας. Για παράδειγμα ο χειρισμός σάκων από γιούτα με εκχύλισμα ελαίου neem εμποδίζει τα επιβλαβή έντομα (και ιδιαίτερα τα είδη *Sitophilus* και *Tribolium*) από την διείσδυσή τους στα αποθηκευμένα για αρκετούς μήνες. Για αυτή τη χρήση, το πρόβλημα τη μείωσης της δραστηριότητας του Neem που προκαλείται από το ηλιακό φως δεν μας απασχολεί ιδιαίτερα αφού τα προϊόντα αποθηκεύονται σε χώρους σκοτεινούς, όπως σε πιθάκια ή σε άλλες συσκευασίες οι οποίες δεν επιτρέπουν την διείσδυση του ηλιακού φωτός .

Το έλαιο Neem είναι πάρα πολύ αποτελεσματικό και φθινό προστατευτικό για τα αποθηκευμένα π.χ φασόλια, λαχανικά κ.α.. Τα κρατάει καλά προστατευμένα από τις προσβολές βρούχων τουλάχιστον για 6 μήνες άσχετα να τα προϊόντα ήταν ή όχι μολυσμένα πριν από την εφαρμογή ελαίου Neem. Αυτή η εφαρμογή ίσως είναι μη πρακτική για χρήση σε μεγάλους χώρους αποθήκευσης, αλλά είναι πολύτιμη για οικιακή χρήση και για προστασία σπόρων. Αυτός ο χειρισμός με κανένα τρόπο μέχρι τώρα εμποδίζει την βλαστικότητα των σπόρων .

Το Neem έχει επίσης χρησιμοποιηθεί στη Ινδία για να προστατευθούν ρίζες όπως επίσης και κόνδυλοι ενάντια στο σκόρο της πατάτας. Μικρές ποσότητες σκόνης neem λέγεται ότι επιμηκύνει τη διάρκεια αποθήκευσης των πατατών για 3 μήνες (για περισσότερες πληροφορίες: Info@commonsensecare.com)

ΣΤ' ΜΕΡΟΣ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

Επίδραση των βιολογικών εντομοκτόνων Neem-Azal & Oikos (δραστική ουσία: αζαντιρακτίνη) εναντίων των *Sitophilus oryzae* & *Tribolium confusum* εντόμων-εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων

6.0 Εισαγωγή

Οι ετήσιες μετασυλλεκτικές απώλειες που προκαλούνται από τα έντομα αλλά και από άλλους παράγοντες εκτιμάται ότι φτάνουν το 10-25% παγκοσμίως (Mathews 1993). Τα συνθετικά εντομοκτόνα είναι τώρα η επιλεγμένη μέθοδος προστασίας τις σοδειάς από την ζημιά που προκαλούν τα έντομα, παρόλα αυτά η διαδεδομένη τους χρήση έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας από τα έντομα (Champ and Dyte 1976, Zettler and Cuperus 1990, White 1995) Επίσης υπάρχει απαίτηση για ασφαλέστερα εντομοκτόνα λόγω των ανησυχιών περί υπολλειμάτων εντομοκτόνων στις καλλιέργειες και βλαβερότητας αυτών στους καλλιεργητές. Εναλλακτικές λύσεις για προστασία των αποθηκευμένων ώστε να αντικατασταθούν τα συνθετικά χημικά εντομοκτόνα είναι ιδιαίτερα επιθυμητές.

Τα φυτά είναι μια πλούσια πηγή συστατικών που έχουν εντομοκτόνο δράση (Armason et al. 1989). Η αποτελεσματικότητα πολλών φυτικών παραγώγων ενάντια στα έντομα αποθηκών έχει ήδη επιδειχθεί (Su 1977, 1990; Malik and Naqvi 1984; De lobel and Malogna 1987; Weaver et al. 1991; Khatire et al. 1992; Hu 1993; Xie et al. 1995). Πολλά παράγωγα έχουν επιτυχώς αξιολογηθεί ενάντια στα έντομα αποθηκών (Prakash and Rao 1997, Weaver and Subramanyam 2000). Μέσα από πολλά παράγωγα το εκχύλισμα από δένδρο Neem έχει δεχθεί την μεγαλύτερη προσοχή (Jacobson 1983, Saxena et al. 1988). Δεδομένα είναι διατεθειμένα που περιγράφουν την βιοδραστηριότητα του neem ενάντια σε μεγάλο φάσμα εντόμων συμπεριλαμβανομένου και των εντόμων

αποθήκης (Saxena et al. 1988, Koul et al. 1990, Schmutterer 1990, Mordue[Luntz] and Blackwell 1993).

Το κύριο δραστικό συστατικό του Neem είναι το τριτερπένειο αζαντιρακτίνη (Butterworth and Morgan 1968). Η αζαντιρακτίνη έχει ένα μοναδικό σύμπλεγμα φυσιολογικού και συμπεροφορικού μηχανισμού δράσης ο οποίος όμως δεν είναι καλά γνωστός. Έχει αντιδιατροφική, τοξική και ρυθμιστική δράση ανάπτυξης στα έντομα (Schmutterer 1988, Mordue[Luntz] and Blackwell 1993). Η αζαντιρακτίνη αποικομοδεύει υπό την επίδραση UV φωτισμού (Schmutterer 1988, Mordue[Luntz] and Blackwell 1993).

Η εργασία εξετάζει την αποδοτικότητα, και αναπαραγωγική δράση, του εντομοκτόνου Neem-Azal & Οίκος σε καλαμπόκι και σιτάρι. Η επίδραση εκτιμήθηκε σε δύο έντομα αποθηκών στο *Sitophilus oryzae* (rice weevil) και στο *Tribolium confusum* (confused flour beetle). Η παρούσα έρευνα έγινε για να εξετάσει τις επιδράσεις διαφορετικών δόσεων αζαντιρακτίνης σε ακμαία *Sitophilus oryzae* και *Tribolium confusum* σε θερμοκρασίες (20°C, 30°C, 25°C,) και σε διαφορετικές σχετικές υγρασίες (55%, 75%,). Η βιοδοκιμή έγινε σε τρεις δόσεις των 500, 1000, 2000 ppm Neem-Azal και τρεις δόσεις Οίκου. Η θνησιμότητα μετρήθηκε μετά από 24h, 48h, 7d, 14d (απομάκρυνση νεκρών ζωντανών εντόμων) και 45d(μέτρηση απογόνων) έκθεσης στο εντομοκτόνο.

6.1 Υλικά και Μέθοδοι

6.1.1 Έντομα

Δύο είδη εντόμων χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα τα *Sitophilus oryzae* (rice weevil) και *Tribolium confusum* (confused flour beetle). Όλα τα ακμαία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν από τις εκτροφές του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου. Τα *Sitophilus oryzae* και *Tribolium confusum* εκτρέφονται στα εντομοτροφεία του ΜΦΙ επί σίτου και αλεύρου αντίστοιχα σε σταθερές συνθήκες: θερμοκρασία 25°C, σχετική υγρασία 60%, σε απόλυτο σκοτάδι.

6.1.2 Προϊόν

Η εφαρμογή του εντομοκτόνου έγινε σε Ελληνικό σιτάρι και καλαμπόκι σοδειάς 2005.

6.1.3 Εντομοκτόνο

Τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

Neem-Azal: 1% δραστική ουσία αζαντιρακτίνη A και

Οίκος: 3,2 % δραστική ουσία (αζαντιρακτίνη A + αζαντιρακτίνη B, 3:1).

6.1.4 Βιοδοκιμές

Όλες οι δοκιμές διεξήχθησαν σε θερμοκρασίες 20°C, 25°C και 30°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) και σε σχετικές υγρασίες 55% και 75%, και σε απόλυτο σκοτάδι.

Τρία διαλύματα χρησιμοποιήθηκαν του Neem-Azal που περιείχαν 500, 1000 και 2000 ppm azadirachtin A και τρία διαλύματα Οίκου που περιείχαν 500, 1000 και 2000 ppm azadirachtin A+B. Τα διαλύματα παρασκευάστηκαν σύμφωνα με την διαδικασία που περιγράφεται από τον Ulrich & Mewis (2000). Δηλαδή 200ml azadirachtin A σε 1000ml H₂O (2000ppm) και 50ml azadirachtin A+B σε 750ml H₂O (2000ppm)

Σε κάθε μία συνθήκη π.χ 30°C & 75%R.H. έγιναν εφαρμογές και των δύο εντομοκτόνων στις τρεις δόσεις για τα δύο έντομα και στα δύο προϊόντα (σιτάρι και καλαμπόκι). Δηλαδή 30 έντομα (*Sitophilus-Tribolium*) και 30gr προϊόντος (Καλαμπόκι-Σιτάρι) σε κάθε μπουκαλάκι, επί 4 φορές (επαναλήψεις), επί 3 διαφορετικές δόσεις (2000ppm, 1000ppm, 500ppm), και για τα δύο εντομοκτόνα.

Οι δοκιμές/συνδυασμοί που έγιναν είναι οι εξής:

Έντομο	Προϊόν	Εντομοκτόνο	Συνθήκες
<i>Tribolium confusum</i>	Σιτάρι	Neem-Azal	20°C-55%RH
>>	>>	>>	30°C-75%RH
>>	>>	>>	25°C-75%RH
>>	>>	Oikos	20°C-55%RH
>>	>>	>>	30°C-75%RH
>>	>>	>>	25°C-75%RH
>>	Καλαμπόκι	Neem-Azal	20°C-55%RH
>>	>>	>>	30°C-75%RH
>>	>>	>>	25°C-75%RH
>>	>>	Oikos	20°C-55%RH
>>	>>	>>	30°C-75%RH
>>	>>	>>	25°C-75%RH

Έντομο	Προϊόν	Εντομοκτόνο	Συνθήκες
<i>Sitophilus oryzae</i>	Σιτάρι	Neem-Azal	20°C-55%RH
>>	>>	>>	30°C-75%RH
>>	>>	>>	25°C-75%RH
>>	>>	Oikos	20°C-55%RH
>>	>>	>>	30°C-75%RH
>>	>>	>>	25°C-75%RH
>>	Καλαμπόκι	Neem-Azal	20°C-55%RH
>>	>>	>>	30°C-75%RH
>>	>>	>>	25°C-75%RH
>>	>>	Oikos	20°C-55%RH
>>	>>	>>	30°C-75%RH
>>	>>	>>	25°C-75%RH

Σε κάθε ένα συνδυασμό χρησιμοποιήσαμε τέσσερα μπουκαλάκια όπου σε όλα υπήρχαν 30 ακμαία από ένα μόνο είδος και στα τρία από τα τέσσερα είχαμε ψεκάσει με το εντομοκτόνο. Σε κάθε μπουκαλάκι βάζαμε 30gr προϊόντος (καλαμπόκι ή σιτάρι). Οι μετρήσεις ήταν 24ωρη, 48ωρη, 7ήμερη, 14ήμερη, και 30 μέρες μετά την 14ήμερη. Στις 24ωρή, 48ωρη, 7ήμερη μετρήσαμε τα νεκρά έντομα και τα αφαιρούσαμε από τα μπουκαλάκια. Στη 14ήμερη μετρήσαμε τα νεκρά έντομα και αφαιρέσαμε νεκρά και ζωντανά, και 30 μέρες μετά από την 14ήμερη μετρήσαμε για τυχόν απογόνους.

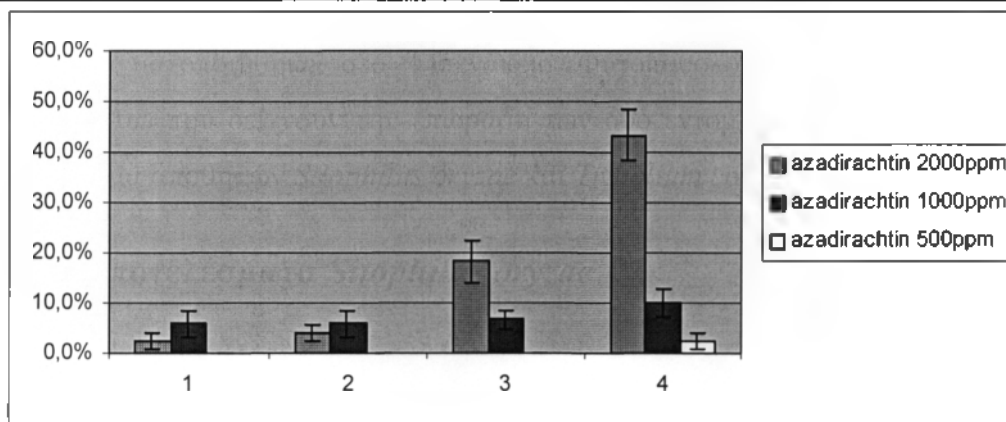
6.2 Αποτελέσματα

Παρακάτω γίνεται η αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων του πειράματος που πραγματοποιήθηκε στο Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο (πίνακες και γραφήματα) που δείχνουν την επίδραση των δύο εντομοκτόνων Neem-Adal και Oikos στα έντομα αποθηκών *Sitophilus oryzae* και *Tribolium confusum*.

6.2.1 Αποτελέσματα *Sitophilus oryzae*

Πίνακας1. Σ-Σ-N-20 °C -55 %RH

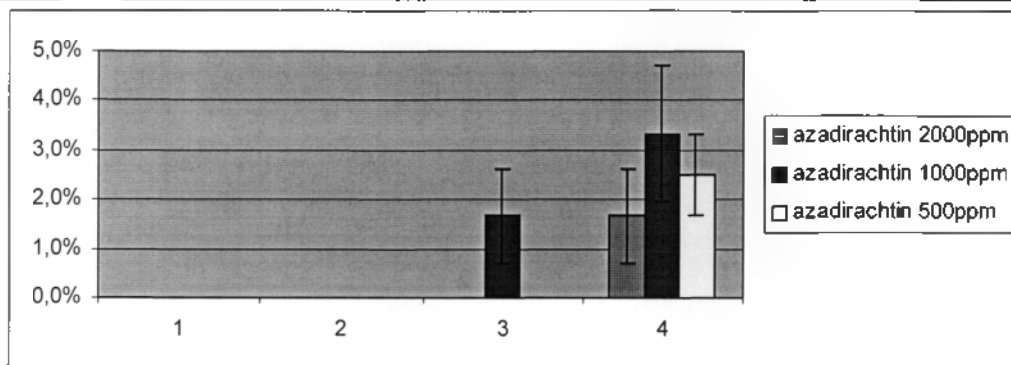
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	Se	se	Σ-Σ-N-20- 55 Se
	24h	2,5%	5,8%	0,0%	1,6%	2,5%	0,0%
	48h	4,2%	5,8%	0,0%	1,6%	2,5%	0,0%
	7d	18,3%	6,7%	0,0%	4,2%	1,9%	0,0%
	14d	43,3%	10,0%	2,5%	4,9%	2,7%	1,6%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων στις 24 ώρες δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Sitophilus oryzae*, στα 1000ppm είναι σχεδόν διπλάσια(2.5% επί των 30 ακμαίων) από αυτήν των 2000ppm ενώ στα 500ppm είναι μηδενική έως και την 7^η μέρα των μετρήσεων. Στη μέτρηση των 48 ωρών η θνησιμότητα αυξήθηκε στη δόση των 2000ppm ενώ δεν μεταβλήθηκε στα 1000ppm. Μία βδομάδα έκθεσης στα 2000ppm η θνησιμότητα αυξήθηκε και έφτασε στο 18.3% ενώ στα 1000ppm αυξήθηκε ελάχιστα από 5.7% σε 6.7%. Η αποτελεσματικότητα του Neem-Azal αυξήθηκε κατά πολύ 14 μέρες μετά στη δόση των 2000ppm(43.3%) και πολύ λιγότερο στη δόση των 1000ppm (10%) ενώ πολύ μικρή αποτελεσματικότητα παρουσιάστηκε και στη δόση των 500ppm μόλις 2.5%.

Πίνακας 2. Σ-Σ-N-30 °C -75 %RH

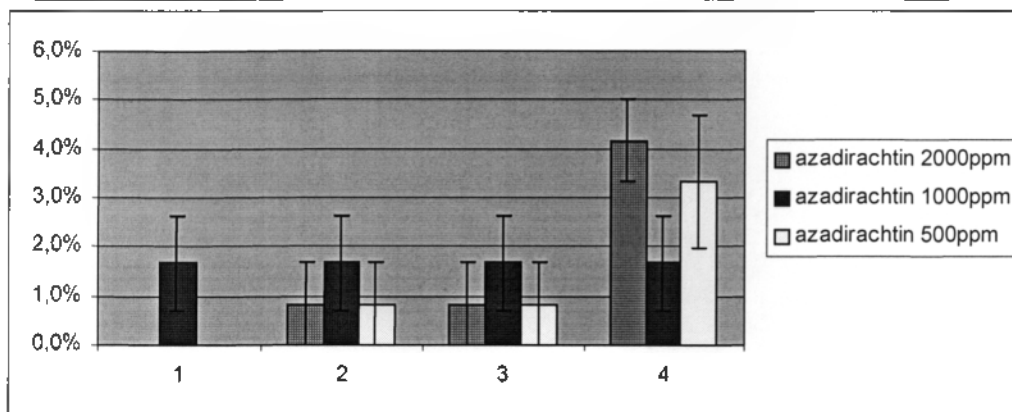
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	Se	se	se
	24h	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	48h	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	7d	0,0%	1,7%	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%
	14d	1,7%	3,3%	2,5%	1,0%	1,4%	0,8%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων στις 24 ώρες δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Sitophilus oryzae*, στα 1000ppm, 2000ppm και 500ppm είναι μηδενική έως και την 2^η μέρα των μετρήσεων. Μία βδομάδα έκθεσης στα 2000ppm και 500ppm η θνησιμότητα παρέμεινε στο 0% ενώ στα 1000ppm αυξήθηκε πολύ ελάχιστα 1.7%. Η αποτελεσματικότητα του Neem-Azal ήταν ελάχιστη σε όλες τις δόσεις 14 μέρες μετά: 2000ppm(1.7%) και στη δόση των 1000ppm (η πιο αποτελεσματική 3.3%) ενώ πολύ μικρή αποτελεσματικότητα παρουσιάστηκε και στη δόση των 500ppm μόλις 2.5%.

Πίνακας 3. Σ-Σ-Ο-20 °C -55 %RH

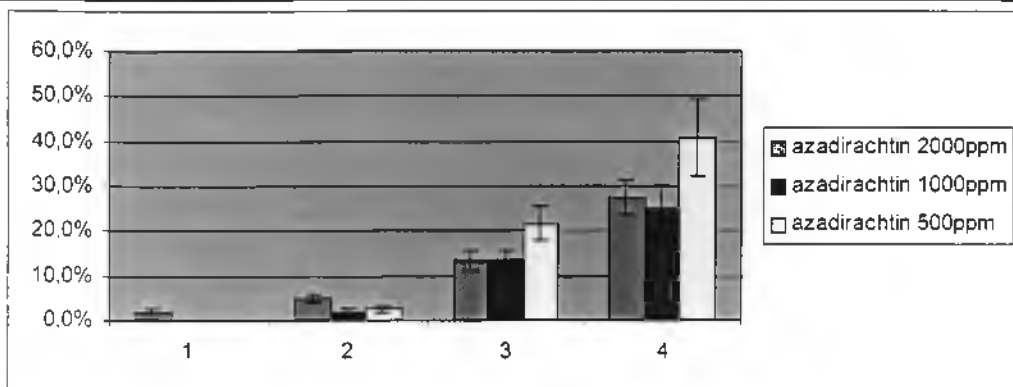
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	Se	se	se
	24h	0,0%	1,7%	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%
	48h	0,8%	1,7%	0,8%	0,8%	1,0%	0,8%
	7d	0,8%	1,7%	0,8%	0,8%	1,0%	0,8%
	14d	4,2%	1,7%	3,3%	0,8%	1,0%	1,4%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων στις **24 ώρες** δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Sitophilus oryzae*, στα 1000ppm είναι πάρα πολύ μικρή(1.7% επί των 30 ακμαίων), μέχρι και την 14^η μέρα, ενώ σε αυτήν των 2000ppm και των 500ppm είναι μηδενική. Στη μέτρηση των **48 ωρών** η θνησιμότητα αυξήθηκε ελάχιστα(0.8%) στη δόση των 2000ppm και των 500ppm. Μία **βδομάδα** έκθεσης στα 2000ppm 1000ppm και 500ppm η θνησιμότητα δεν μεταβλήθηκε. Η αποτελεσματικότητα του Neem-Azal αυξήθηκε πολύ λίγο **14 μέρες** μετά, στη δόση των 2000ppm(4.2%) και λιγότερο στη δόση των 500ppm (3,3%).

Πίνακας 4. Σ-Σ-O-30 °C -75 %RH

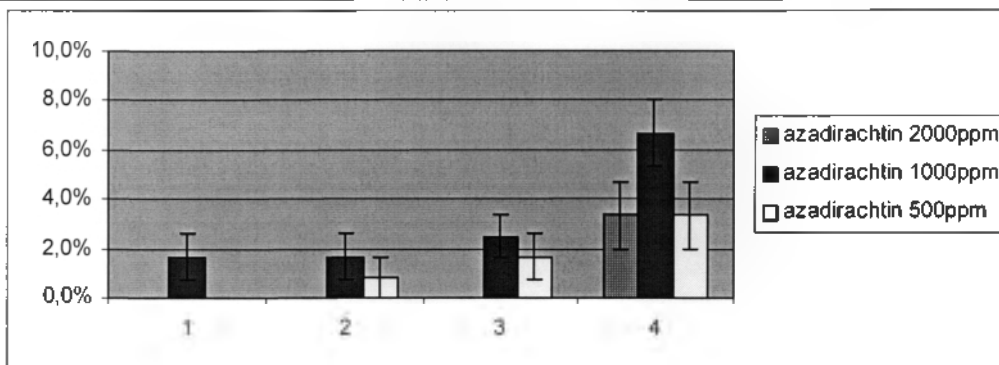
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	1,7%	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%
	48h	5,0%	1,7%	2,5%	1,0%	1,0%	0,8%
	7d	13,3%	13,3%	21,7%	2,4%	2,4%	4,0%
	14d	27,5%	25,0%	40,8%	3,7%	5,2%	8,5%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων στις **24 ώρες** δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Sitophilus oryzae*, στα 1000ppm είναι 0%, στα 2000ppm 1.7% ενώ στα 500ppm είναι μηδενική. Στη μέτρηση των **48 ωρών** η θνησιμότητα αυξήθηκε στη δόση των 2000ppm(5%) ενώ πολύ μικρή αποτελεσματικότητα είχαμε στα 1000ppm(1,7) και 2.5% στη δόση των 500ppm. Μία **βδομάδα** έκθεσης στα 2000ppm η θνησιμότητα αυξήθηκε και έφτασε στο 18.3% ενώ στα 1000ppm αυξήθηκε ελάχιστα από 5.7% σε 6.7%. Η αποτελεσματικότητα του Neem-Azal αυξήθηκε **14 μέρες** μετά, στη δόση των 2000ppm και 1000ppm(13.3%)και πολύ περισσότερο στη δόση των 500ppm (40.8%).

Πίνακας 5. Σ-K-N-20 °C -55 %RH

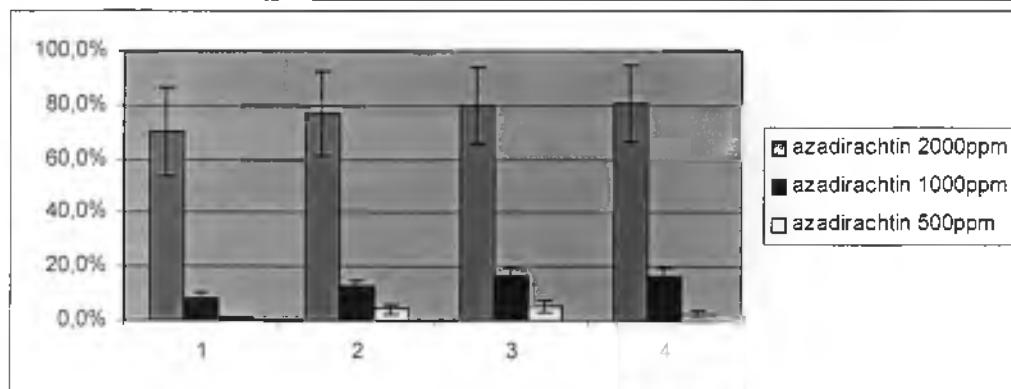
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	Se	se	se
	24h	0,0%	1,7%	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%
	48h	0,0%	1,7%	0,8%	0,0%	1,0%	0,8%
	7d	0,0%	2,5%	1,7%	0,0%	0,8%	1,0%
	14d	3,3%	6,7%	3,3%	1,4%	1,4%	1,4%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων στις 24 ώρες δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Sitophilus oryzae*, στα 2000ppm είναι 0% στην 24ωρη, 48ωρη και εβδομαδιαία είναι μηδενική ενώ πολύ μικρή θνησιμότητα παρατηρήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση μόλις (3.3%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 & 48 ώρες παρουσιάστηκε πολύ μικρή αποτελεσματικότητα (1.7%) ενώ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στις 7 μέρες(2.5%) και νέα αύξηση, η πιο αποτελεσματική, στη 14ήμερη μέτρηση(6.7%). Στα 500ppm η θνησιμότητα είναι 0% και γενικώς πολύ μικρή στις 7 μέρες(1.7%) και στην 14ήμερη αυξήθηκε λίγο(3.3%).

Πίνακας 6. Σ-K-N-30 °C -75 %RH

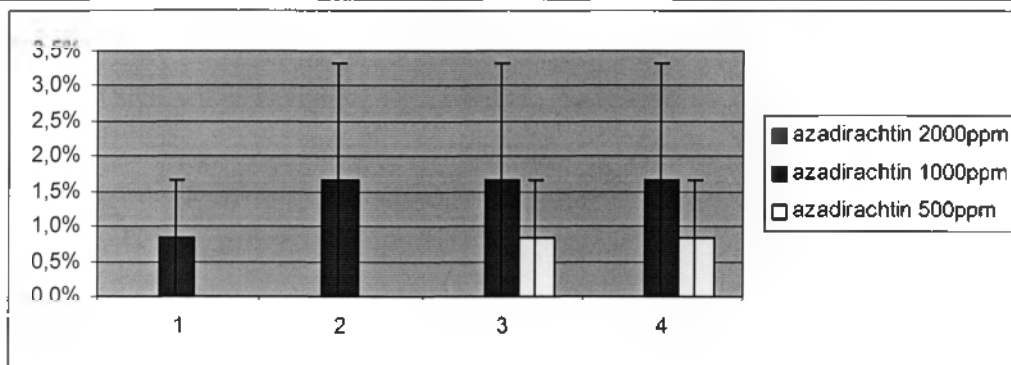
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	70,0%	8,3%	0,8%	16,4%	2,2%	0,8%
	48h	76,7%	12,5%	4,2%	15,8%	2,5%	1,6%
	7d	80,0%	16,7%	5,0%	14,1%	2,7%	2,2%
	14d	80,8%	16,7%	2,5%	14,2%	2,7%	1,6%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Sitophilus oryzae*, στα 2000ppm αυξανόταν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου. Στην 24ωρη μέτρηση η θνησιμότητα ήταν υψηλή(70%), στην 48ωρη αυξήθηκε(76.7%), στην εβδομαδιαία έφτασε το 80% και η υψηλότερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση (80.8%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 ώρες παρουσιάστηκε μικρή θνησιμότητα (8.3%) ενώ αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην 48ωρη μέτρηση(12.5%) και νέα αύξηση, η πιο αποτελεσματική, στην 7ήμερη μέτρηση(16.7%) και στην 14ήμερη μέτρηση παρέμεινε στο ίδιο ποσοστό(16.7%). Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν συγκριτικά με τις υπόλοιπες δόσεις πολύ μικρή όλες τις μέρες των μετήσεων(0.8%, 4.2%, 5% και 2.5%).

Πίνακας 7. Σ-K-O-20 °C -55 %RH

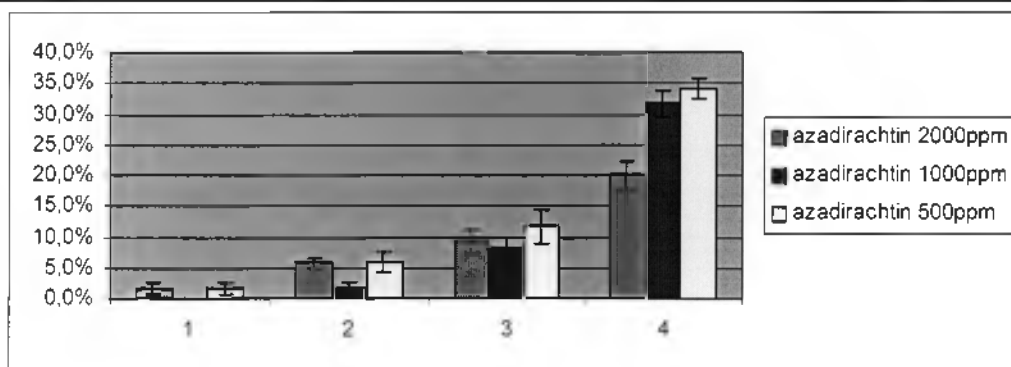
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,8%	0,0%
	48h	0,0%	1,7%	0,0%	0,0%	1,7%	0,0%
	7d	0,0%	1,7%	0,8%	0,0%	1,7%	0,8%
	14d	0,0%	1,7%	0,8%	0,0%	1,7%	0,8%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Sitophilus oryzae*, στα 1000ppm, 2000ppm και 500ppm είναι σχεδόν μηδενική με μια ελάχιστη εξαίρεση τη θνησιμότητα που παρουσιάστηκε στη δόση των 1000ppm η οποία στην 24ωρη μέτρηση παρουσίασε θνησιμότητα μόλις 0.8% και στην 48ωρη παρουσιάστηκε μικρή αύξηση μόλις 0.9% η οποία και παρέμεινε αμετάβλητη μέχρι την 14ήμερη μέτρηση. Η θνησιμότητα της δόσης των 2000ppm ήταν μηδενική όπως και στη δόση των 500ppm μέχρι και την 48ωρη μέτρηση ενώ στην εβδομαδιαία μέτρηση παρουσιάστηκε ελάχιστη θνησιμότητα (0.8%) η οποία παρέμεινε σταθερή και στην 14ήμερη μέτρηση.

Πίνακας 8. Σ-K-O-30°C -75 %RH

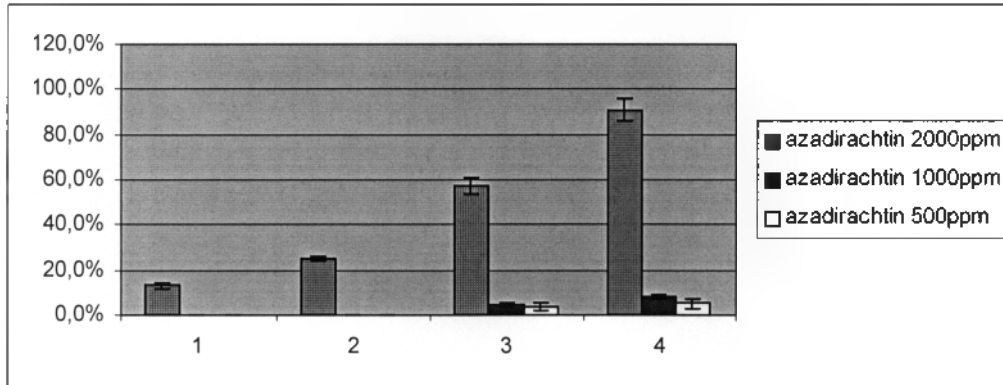
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	1,7%	0,0%	1,7%	1,0%	0,0%	1,0%
	48h	5,8%	1,7%	5,8%	0,8%	1,0%	1,6%
	7d	9,2%	8,3%	11,7%	2,1%	1,7%	2,9%
	14d	20,0%	31,7%	34,2%	2,4%	2,2%	1,6%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Sitophilus oryzae*, στα 2000ppm αυξανόταν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου. Στην 24ωρη μέτρηση η θνησιμότητα ήταν χαμηλή(1.7%), στην 48ωρη αυξήθηκε λίγο(5.8%), στην εβδομαδιαία έφτασε το 9.2% και η υψηλότερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση (20%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 ώρες δεν παρουσιάστηκε θνησιμότητα ενώ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην 48ωρη μέτρηση(1.7%) και νέα αύξηση στην 7ήμερη μέτρηση(8.3%) και στην 14ήμερη μέτρηση, η πιο αποτελεσματική της δόσης, έφτασε σε ποσοστό(31.7%). Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν συγκριτικά με τις υπόλοιπες δόσεις η πιο μεγάλη όλες τις μέρες των μετρήσεων(1.7%, 5.8%, 11.7% και 34.2%).

Πίνακας 9. ΣΣΝ-25 °C -75 %RH

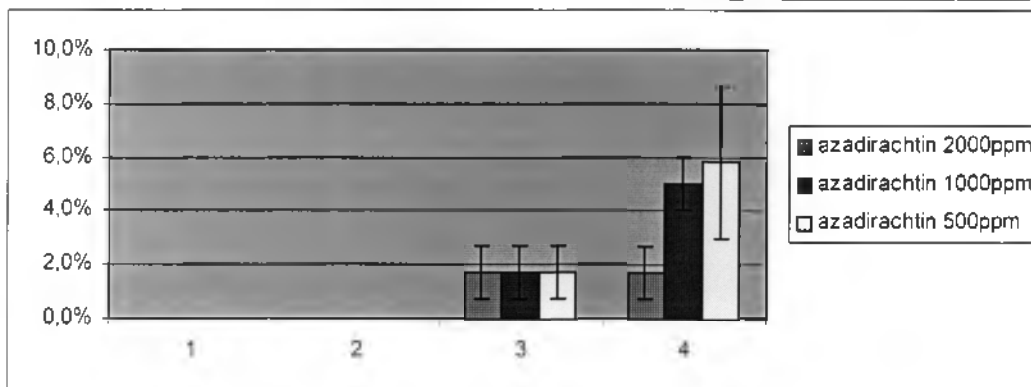
Πείν- Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	13,3%	0,0%	0,0%	1,4%	0,0%	0,0%
	48h	25,0%	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%
	7d	57,5%	4,2%	3,3%	3,4%	0,8%	1,7%
	14d	90,8%	8,3%	5,0%	5,2%	1,0%	2,5%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Sitophilus oryzae*, στα 2000ppm αυξανόταν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου. Στην 24ωρη μέτρηση η θνησιμότητα ήταν (13.3%), στην 48ωρη αυξήθηκε (25%), στην εβδομαδιαία έφτασε το 57.5% και η υψηλότερη θνησιμότητα του συνδυασμού παρατηρήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση (90%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 και 48 ώρες δεν παρουσιάστηκε θνησιμότητα ενώ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση(4.2%) και νέα μικρή αύξηση στην 14ήμερη μέτρηση(8.3%). Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν μηδενική στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών, ενώ παρουσιάστηκε μικρή θνησιμότητα στην εβδομαδιαία μέτρηση (3.3%) και 5% θνησιμότητα στην 14ήμερη.

Πίνακας 10. ΣΣΟ-25 °C -75 %RH

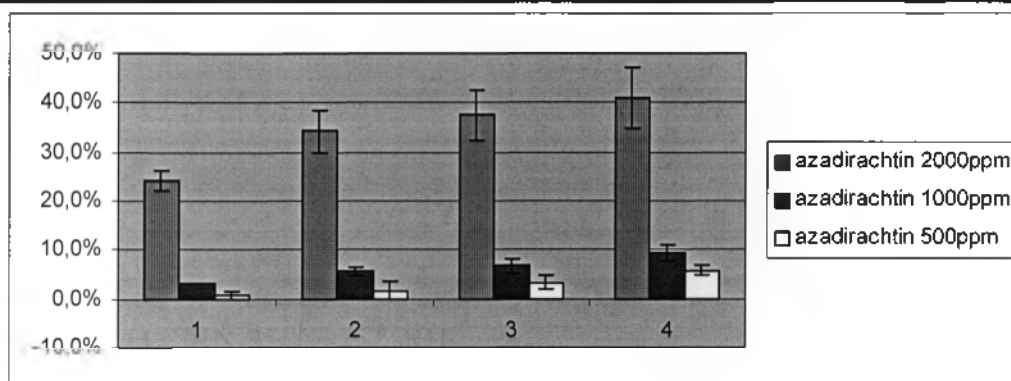
Πείρ- Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	48h	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	7d	1,7%	1,7%	1,7%	1,0%	1,0%	1,0%
	14d	1,7%	5,0%	5,8%	1,0%	1,0%	2,9%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Sitophilus oryzae*, στα 1000ppm, 2000ppm και 500ppm είναι γενικά μικρή. Η θνησιμότητα που παρουσιάστηκε στη δόση των 2000ppm ήταν μηδενική στην 24ωρη και στην 48ωρη μέτρηση η οποία και παρουσίασε κάποια μικρή αποτελεσματικότητα στην εβδομαδιαία(1.7%) η οποία όμως δεν αυξήθηκε μέχρι την 14ήμερη μέτρηση. Η θνησιμότητα της δόσης των 1000ppm και 500ppm ήταν μέχρι και την 48ωρη μέτρηση μηδενική ενώ στην εβδομαδιαία μέτρηση παρουσιάστηκε μικρή θνησιμότητα (1.7%) η οποία αυξήθηκε λίγο 5% στην δόση των 1000ppm και 5.8% στη δόση των 500ppm.

Πίνακας 11. ΣΚΝ-25 °C -75 %RH

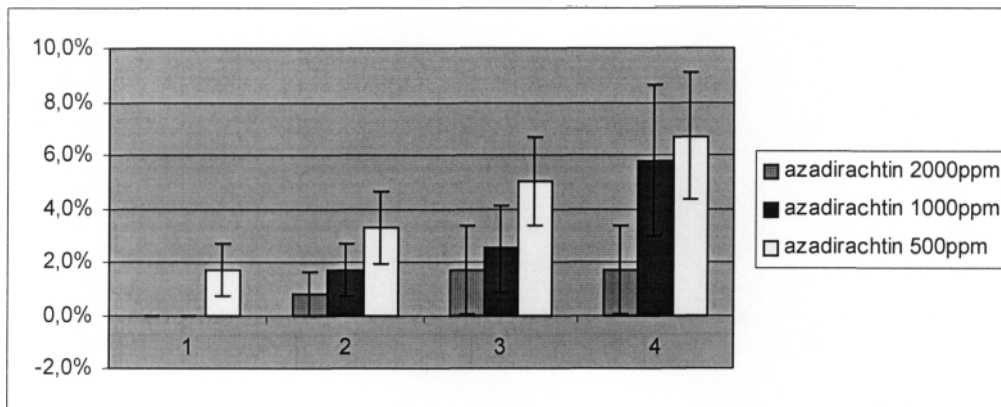
Πείν- Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	24,2%	3,3%	0,8%	1,0%	0,0%	0,4%
	48h	34,2%	5,8%	1,7%	2,2%	0,4%	0,8%
	7d	37,5%	6,7%	3,3%	2,5%	0,7%	0,7%
	14d	40,8%	9,2%	5,7%	3,1%	0,8%	0,5%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Sitophilus oryzae*, στα 2000ppm αυξανόταν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου. Στην 24ωρη μέτρηση η θνησιμότητα ήταν (24.2%), στην 48ωρη αυξήθηκε (34.2%), στην εβδομαδιαία έφτασε το 37.5% και η υψηλότερη θνησιμότητα του συνδυασμού παρατηρήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση (40.8%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 και 48 ώρες παρουσιάστηκε μικρή θνησιμότητα (3.3% και 5.8% αντίστοιχα) ενώ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση(6.7%) και νέα μικρή αύξηση στην 14ήμερη μέτρηση(9.3%). Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν γενικά η μικρότερη. Συγκεκριμένα στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών έφτασε στο 0.8% και 1.7%, ενώ παρουσιάστηκε μικρή αύξηση θνησιμότητας στην εβδομαδιαία μέτρηση (3.3%) και 5.7% θνησιμότητα στην 14ήμερη.

Πίνακας 12. ΣΚΟ-25 °C -75 %RH

Πείρ- Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
3	24h	0,0%	0,0%	1,7%	0,0%	0,0%	0,5%
	48h	0,8%	1,7%	3,3%	0,4%	0,5%	0,7%
1h	7d	1,7%	2,5%	5,0%	0,8%	0,8%	0,8%
	14d	1,7%	5,8%	6,7%	0,8%	1,4%	1,2%

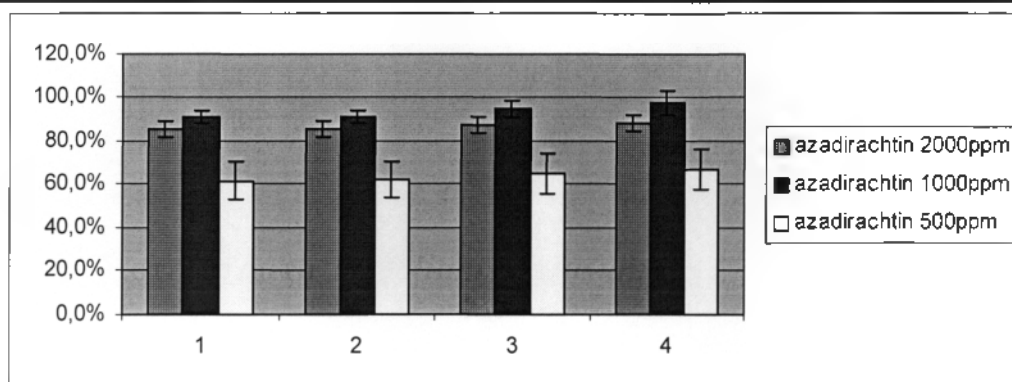


Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Sitophilus oryzae*, στα 2000ppm ήταν μηδενική στην 24ωρη μέτρηση, μικρή θνησιμότητα παρουσιάστηκε στην 48ωρη (0.8%) και στις μετρήσεις των 7 και 14 ημερών ήταν σταθερή (1.7%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 ώρες δεν παρουσιάστηκε θνησιμότητα, ενώ στην 48ωρη εμφανίστηκε μικρή θνησιμότητα (1.7%) ενώ πολύ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση (2.5%) και νέα μικρή αύξηση στην 14ήμερη μέτρηση (5.8%). Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν η μεγαλύτερη. Συγκεκριμένα στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών έφτασε στο 1.7% και 3.3%, ενώ παρουσιάστηκε μικρή αύξηση θνησιμότητας στην εβδομαδιαία μέτρηση (5%) και 6.7% θνησιμότητα στην 14ήμερη

6.2.2 Αποτελέσματα *Tribolium confusum*

Πίνακας 13. T-Σ-N-20 °C -55 %RH

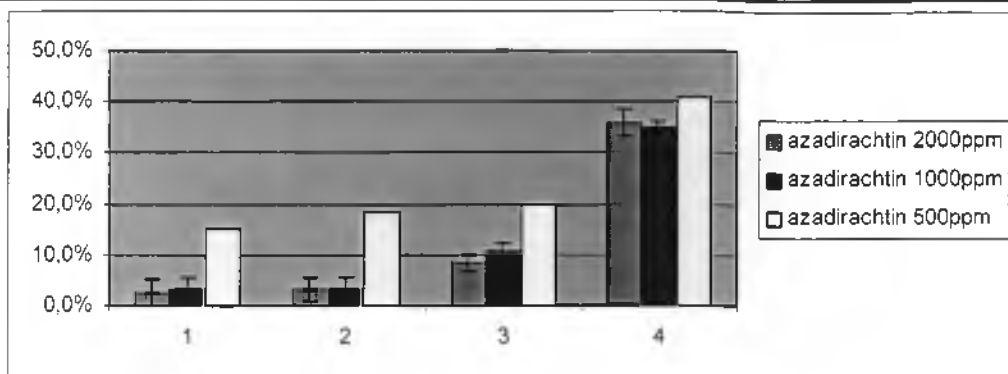
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	85,8%	90,8%	61,7%	3,7%	2,8%	9,1%
	48h	85,8%	90,8%	62,5%	3,7%	2,8%	8,6%
	7d	87,5%	95,0%	65,0%	3,7%	4,0%	9,2%
	14d	88,3%	97,5%	66,7%	4,0%	5,5%	9,3%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Tribolium confusum*, στα 2000ppm αυξανόταν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου. Στην 24ωρη και στην 48ωρη μέτρηση η θνησιμότητα ήταν (85.8%), στην εβδομαδιαία έφτασε το 87.5% και η υψηλότερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση (88.3%). Στη δόση των 1000ppm παρατηρήθηκε η υψηλότερη θνησιμότητα. Στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών παρουσιάστηκε πολύ υψηλή θνησιμότητα (90.8%) και μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση(95%) και νέα μικρή αύξηση στην 14ήμερη μέτρηση(97.5%). Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν συγκριτικά η μικρότερη αλλά και αυτή υψηλή. Συγκεκριμένα στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών έφτασε στο 61.7% και 62.5%, ενώ παρουσιάστηκε μικρή αύξηση θνησιμότητας στην εβδομαδιαία μέτρηση (65%) και (66.7%) θνησιμότητα στην 14ήμερη.

Πίνακας 14. T-Σ-N-30°C -75 %RH

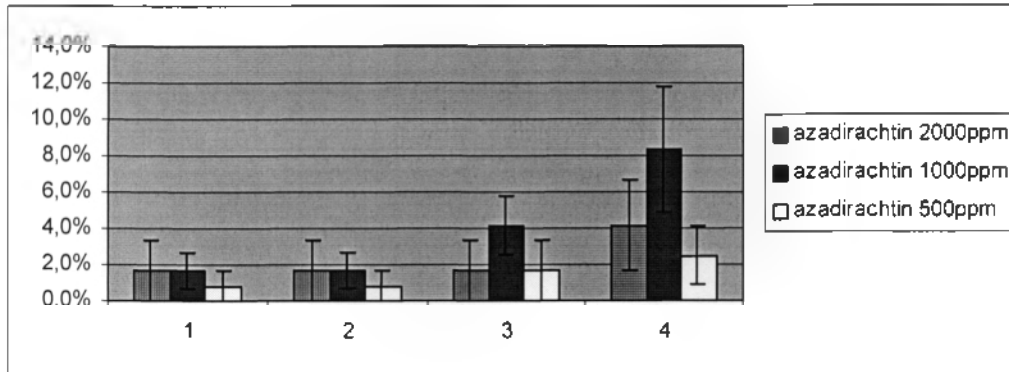
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	2,5%	3,3%	15,0%	2,5%	2,4%	1,7%
	48h	3,3%	3,3%	18,3%	2,4%	2,4%	1,7%
	7d	8,3%	10,8%	20,0%	1,7%	1,6%	2,4%
	14d	35,8%	35,0%	40,8%	2,5%	1,0%	2,5%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Tribolium confusum*, στα 2000ppm ήταν μικρή στην 24ωρη μέτρηση (2.5%), μικρή αλλά αυξημένη, θνησιμότητα παρουσιάστηκε στην 48ωρη (3.3%) και στις μετρήσεις των 7 ημερών (8.3%) και των 14 ημερών ήταν αρκετά αυξημένη (35.8%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 ώρες παρουσιάστηκε μικρή θνησιμότητα (3.3%), ενώ στην 48ωρη εμφανίστηκε η ίδια μικρή θνησιμότητα (3.3%) ενώ αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση(10.8%) και νέα αύξηση στην 14ήμερη μέτρηση(35%). Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν η μεγαλύτερη σε όλες τις μετρήσεις και συνεπώς η πιο αποτελεσματική. Συγκεκριμένα στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών έφτασε στο 15% και 18.3% αντίστοιχα, ενώ παρουσιάστηκε μικρή αύξηση θνησιμότητας στην εβδομαδιαία μέτρηση (20%) και σχεδόν διπλάσια θνησιμότητα στην 14ήμερη (40.8%)

Πίνακας 15. T-Σ-O-20 °C -55 %RH

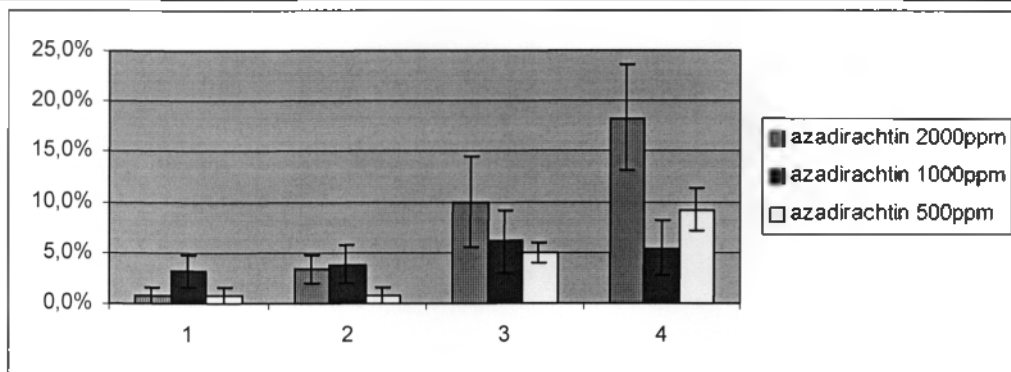
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	1,7%	1,7%	0,8%	1,7%	1,0%	0,8%
	48h	1,7%	1,7%	0,8%	1,7%	1,0%	0,8%
	7d	1,7%	4,2%	1,7%	1,7%	1,6%	1,7%
	14d	4,2%	8,3%	2,5%	2,5%	3,5%	1,6%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων στις 24 ώρες δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Tribolium confusum*, στα 2000ppm είναι 1.7% στην 24ωρη, 48ωρη και εβδομαδιαία, ενώ πολύ μικρή θνησιμότητα παρατηρήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση (4.2%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 & 48 ώρες παρουσιάστηκε ίδια αποτελεσματικότητα με αυτήν των 2000ppm(1.7%) ενώ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στις 7 μέρες(4.2%) και νέα αύξηση, η πιο αποτελεσματική, στη 14ήμερη μέτρηση(8.3%). Στα 500ppm η θνησιμότητα είναι 0.8% στις μετρήσεις 24ώρου και 48ώρου και γενικώς πολύ μικρή στις 7 μέρες(1.7%) και στην 14ήμερη αυξήθηκε λίγο(2.5%).

Πίνακας 16. T-Σ-O-30°C -75 %RH

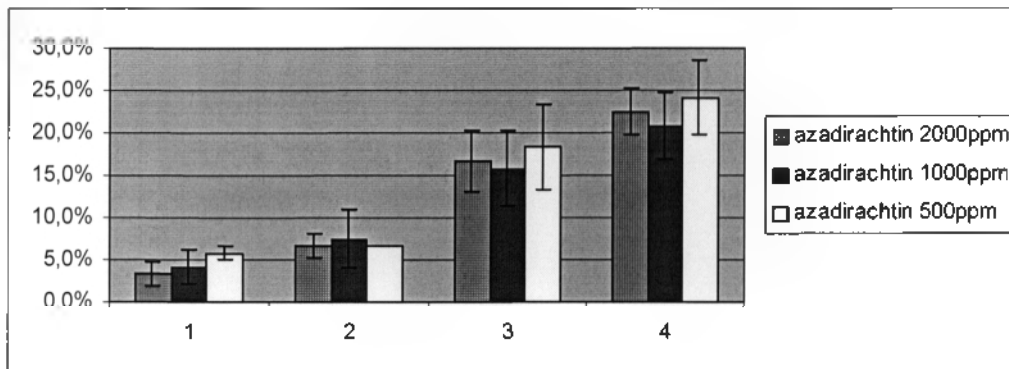
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	0,8%	3,2%	0,8%	0,8%	1,6%	0,8%
	48h	3,3%	3,8%	0,8%	1,4%	1,9%	0,8%
	7d	10,0%	6,1%	5,0%	4,5%	3,0%	1,0%
	14d	18,3%	5,4%	9,2%	5,2%	2,7%	2,1%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Tribolium confusum*, στα 2000ppm και 500ppm αυξανόταν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου. Στην 24ωρη μέτρηση των 2000ppm η θνησιμότητα ήταν (0.8%), στην 48ωρη αυξήθηκε (3.3%), στην εβδομαδιαία αυξήθηκε στο 10% και η υψηλότερη θνησιμότητα του συνδυασμού παρατηρήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση (18.3%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 και 48 ώρες παρουσιάστηκε μικρή θνησιμότητα (3.3% και 3.8% αντίστοιχα) ενώ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση(6.1%) και μικρή μείωση στην 14ήμερη μέτρηση(5.4%). Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν γενικά η μικρότερη. Συγκεκριμένα στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών έφτασε στο 0.8%, ενώ παρουσιάστηκε αύξηση θνησιμότητας στην εβδομαδιαία μέτρηση (5%) και 9.2% θνησιμότητα στην 14ήμερη.

Πίνακας 17. T-K-N-20 °C -55 %RH

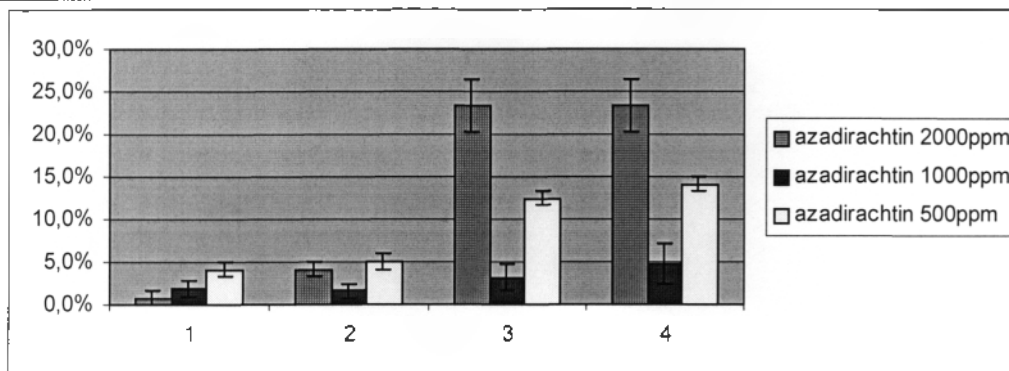
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	3,3%	4,2%	5,8%	1,4%	2,1%	0,8%
	48h	6,7%	7,5%	6,7%	1,4%	3,4%	0,0%
	7d	16,7%	15,8%	18,3%	3,6%	4,4%	5,0%
	14d	22,5%	20,8%	24,2%	2,8%	3,9%	4,4%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Tribolium confusum*, στα 2000ppm ήταν μικρή στην 24ωρη μέτρηση (3.3%), μικρή αλλά αυξημένη, θνησιμότητα παρουσιάστηκε στην 48ωρη (6.7%) και στις μετρήσεις των 7 ημερών (16.7%) και των 14 ημερών ήταν αρκετά αυξημένη (22.5%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 ώρες παρουσιάστηκε μικρή θνησιμότητα (4.2%), ενώ στην 48ωρη εμφανίστηκε μικρή θνησιμότητα (7.5%) ενώ αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση(15.8%) και νέα αύξηση στην 14ήμερη μέτρηση(20.8%). Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν η μεγαλύτερη σε όλες τις μετρήσεις και συνεπώς η πιο αποτελεσματική. Συγκεκριμένα στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών έφτασε στο 5.8% και 6.7% αντίστοιχα, ενώ παρουσιάστηκε αύξηση θνησιμότητας στην εβδομαδιαία μέτρηση (18.3%) και η πιο μεγάλη θνησιμότητα στην 14ήμερη (24.2%).

Πίνακας 18. T-K-N-30 °C -75 %RH

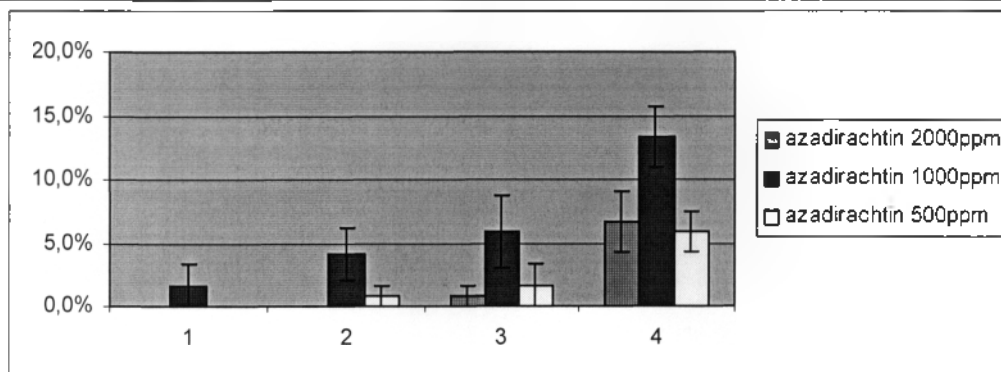
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	0,8%	1,9%	4,2%	0,8%	1,0%	0,8%
	48h	4,2%	1,7%	5,0%	0,8%	0,8%	1,0%
	7d	23,3%	3,2%	12,5%	3,0%	1,6%	0,8%
	14d	23,3%	4,7%	14,2%	3,0%	2,4%	0,8%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Tribolium confusum*, στα 2000ppm, 1000ppm και 500ppm αυξανόταν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου με την δόση των 2000ppm να είναι η πιο αποτελεσματική. Στην 24ωρη μέτρηση των 2000ppm η θνησιμότητα ήταν η μικρότερη (0.8%), στην 48ωρη αυξήθηκε (4.2%), στην εβδομαδιαία αυξήθηκε στο 23% και παρέμεινε. Στη δόση των 1000ppm στις 24 και 48 ώρες παρουσιάστηκε μικρή θνησιμότητα (1.9% και 1.7% αντίστοιχα) ενώ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση(3.2%) και μικρή αύξηση στην 14ήμερη μέτρηση(5.4%). Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν η μεγαλύτερη μόνο στις δύο πρώτες μέρες της δοκιμής. Συγκεκριμένα στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών έφτασε στο 4.2% και 5%, ενώ παρουσιάστηκε αύξηση θνησιμότητας στην εβδομαδιαία μέτρηση (12.5%) και 14.2% θνησιμότητα στην 14ήμερη.

Πίνακας 19. T-K-O-20 °C -55 %RH

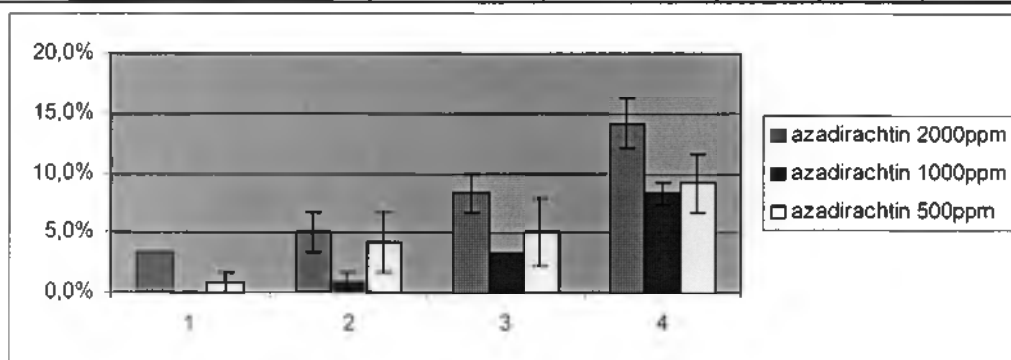
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	0,0%	1,7%	0,0%	0,0%	1,7%	0,0%
	48h	0,0%	4,2%	0,8%	0,0%	2,1%	0,8%
	7d	0,8%	5,8%	1,7%	0,8%	2,8%	1,7%
	14d	6,7%	13,3%	5,8%	2,4%	2,4%	1,6%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων στις 24 ώρες δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Tribolium confusum*, στα 2000ppm είναι μηδενική στις δύο πρώτες μέρες και πολύ μικρή θνησιμότητα παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση (0.8%), ενώ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση (6.7%). Στη δόση των 1000ppm παρατηρήσαμε την μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα όσο ο χρόνος περνούσε. Στις 24 & 48 ώρες παρουσιάστηκε αποτελεσματικότητα 1.7% και 4.2%, ενώ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στις 7 μέρες(5.8%) και νέα αύξηση, η πιο αποτελεσματική, στη 14ήμερη μέτρηση(13.3%).Στα 500ppm η θνησιμότητα είναι 0% στις μετρήσεις 24ώρου και 0.8% του 48ώρου και μικρή στις 7 μέρες(1.7%) και στην 14ήμερη αυξήθηκε (5.8%).

Πίνακας 20. T-K-O-30 °C -75 %RH

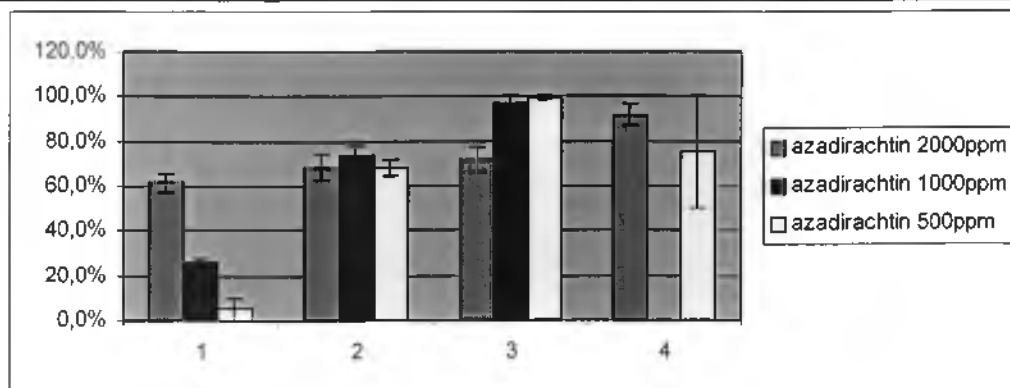
Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	3,3%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,8%
	48h	5,0%	0,8%	4,2%	1,7%	0,8%	2,5%
	7d	8,3%	3,3%	5,0%	1,7%	0,0%	2,9%
	14d	14,2%	8,3%	9,2%	2,1%	1,0%	2,5%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Tribolium confusum*, στα 2000ppm αυξανόταν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου. Στην 24ωρη μέτρηση η θνησιμότητα ήταν (3.3%), στην 48ωρη αυξήθηκε (5%), στην εβδομαδιαία έφτασε το 8.3% και η υψηλότερη θνησιμότητα του συνδυασμού παρατηρήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση (14.2%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 ώρες δεν παρατηρήθηκε θνησιμότητα, και στις 48 ώρες παρουσιάστηκε μικρή θνησιμότητα (0.8%) ενώ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση (3.3%) και νέα μικρή αύξηση στην 14ήμερη μέτρηση (8.3%). Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν σχεδόν όμοια με αυτή των υπολοίπων δόσεων στις τρεις πρώτες μετρήσεις. Συγκεκριμένα στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών έφτασε στο 0.8% και 4.2%, ενώ παρουσιάστηκε μικρή αύξηση θνησιμότητας στην εβδομαδιαία μέτρηση (5%) και 9.2% θνησιμότητα στην 14ήμερη.

Πίνακας 21. ΤΣΝ-25 °C -75 %RH

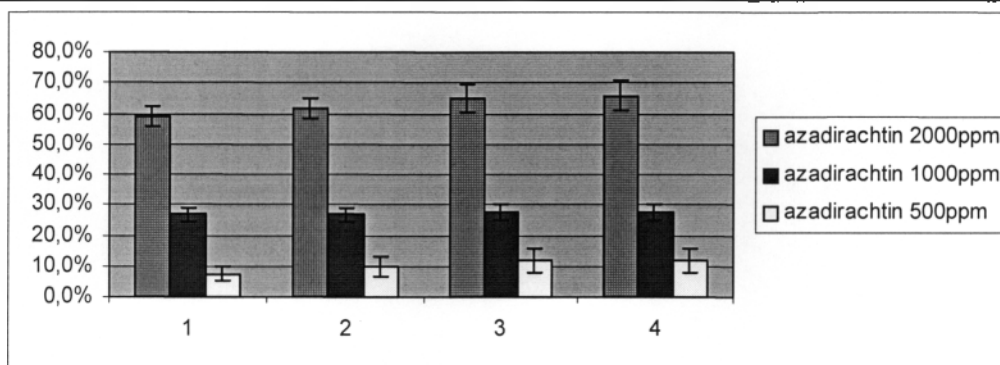
Πείν- Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	61,7%	25,8%	5,0%	4,0%	1,6%	5,0%
	48h	68,3%	73,3%	68,3%	5,9%	4,7%	3,5%
	7d	71,7%	96,7%	99,2%	5,7%	3,3%	0,8%
	14d	91,7%	0,0%	75,0%	5,2%	0,0%	25,0%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Tribolium confusum*, στα 2000ppm αυξανόταν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου. Στην 24ωρη και στην 48ωρη μέτρηση η θνησιμότητα ήταν 61.7% και 68.3%, στην εβδομαδιαία έφτασε το 71.7% και η θνησιμότητα αυξήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση (91.7%). Στη δόση των 1000ppm παρατηρήθηκε υψηλή θνησιμότητα. Στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών παρουσιάστηκε θνησιμότητα 25.8% και 73.3% αντίστοιχα. Αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση(96.7%) και μηδενική θνησιμότητα στην 14ήμερη μέτρηση. Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν συγκριτικά η μικρότερη, με εξαίρεση την εβδομαδιαία που ήταν και η αποτελεσματικότερη(99.2%). Συγκεκριμένα στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών έφτασε στο 5% και 68.3%, ενώ παρουσιάστηκε υψηλή θνησιμότητα (75%) θνησιμότητα στην 14ήμερη.

Πίνακας 22. TKN-25 °C -75 %RH

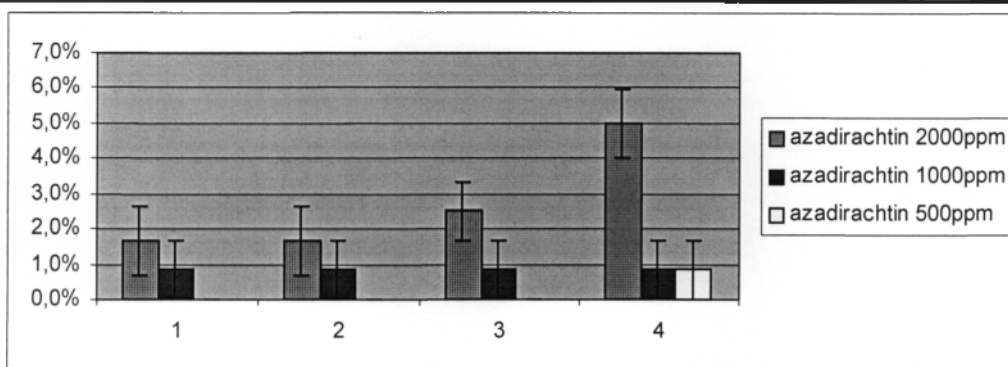
Πείν - Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	59,2%	26,7%	7,5%	3,4%	2,4%	2,1%
	48h	61,7%	26,7%	10,0%	3,5%	2,4%	3,3%
	7d	65,0%	27,5%	11,7%	4,4%	2,5%	4,0%
	14d	65,8%	27,5%	11,7%	5,0%	2,5%	4,0%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Tribolium confusum*, στα 2000ppm αυξανόταν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου και ήταν η πιο αποτελεσματική. Στην 24ωρη μέτρηση η θνησιμότητα ήταν (59.2%), στην 48ωρη αυξήθηκε (61.7%), στην εβδομαδιαία έφτασε το 65% και η υψηλότερη θνησιμότητα του συνδυασμού παρατηρήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση (65.8%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 και 48 ώρες παρουσιάστηκε η ίδια θνησιμότητα (26.7%) ενώ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση(27.5%) και καμία μεταβολή στην 14ήμερη μέτρηση. Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν γενικά η μικρότερη. Συγκεκριμένα στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών έφτασε στο 7.5% και 10%, ενώ παρουσιάστηκε μικρή αύξηση θνησιμότητας στην εβδομαδιαία μέτρηση (11.7%) Στη δεκατετραήμερη μέτρηση το ποσοστό δεν μεταβλήθηκε.

Πίνακας 23. ΤΚΟ-25 °C -75 %RH

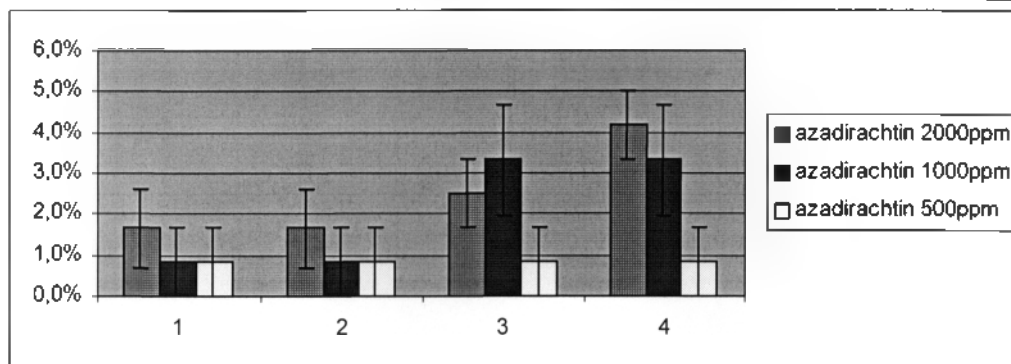
Πείν- Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	1,7%	0,8%	0,0%	1,0%	0,8%	0,0%
	48h	1,7%	0,8%	0,0%	1,0%	0,8%	0,0%
	7d	2,5%	0,8%	0,0%	0,8%	0,8%	0,0%
	14d	5,0%	0,8%	0,8%	1,0%	0,8%	0,8%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Tribolium confusum*, στα 2000ppm αυξανόταν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου και ήταν η πιο αποτελεσματική. Στην 24ωρη μέτρηση η θνησιμότητα ήταν (59.2%), στην 48ωρη αυξήθηκε (61.7%), στην εβδομαδιαία έφτασε το 65% και η υψηλότερη θνησιμότητα του συνδυασμού παρατηρήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση (65.8%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 και 48 ώρες παρουσιάστηκε η ίδια θνησιμότητα (26.7%) ενώ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση(27.5%) και καμία μεταβολή στην 14ήμερη μέτρηση. Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν γενικά η μικρότερη. Συγκεκριμένα στις μετρήσεις των 24 και 48 ωρών έφτασε στο 7.5% και 10%, ενώ παρουσιάστηκε μικρή αύξηση θνησιμότητας στην εβδομαδιαία μέτρηση (11.7%) Στη δεκατετραήμερη μέτρηση το ποσοστό δεν μεταβλήθηκε

Πίνακας 24. ΤΣΟ-25°C-75%RH

Πείν-Εκθ	d	azadirachtin 2000ppm	azadirachtin 1000ppm	azadirachtin 500ppm	se	se	se
	24h	1,7%	0,8%	0,8%	1,0%	0,8%	0,8%
	48h	1,7%	0,8%	0,8%	1,0%	0,8%	0,8%
	7d	2,5%	2,5%	0,8%	0,8%	1,6%	0,8%
	14d	4,2%	2,5%	0,8%	0,8%	1,6%	0,8%



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η θνησιμότητα, των εκτεθειμένων *Tribolium confusum*, στα 2000ppm αυξανόταν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου και ήταν η πιο αποτελεσματική. Στην 24ωρη και 48ωρη μέτρηση η θνησιμότητα ήταν (1.7%), στην εβδομαδιαία έφτασε το 2.5% και η υψηλότερη θνησιμότητα του συνδυασμού παρατηρήθηκε στην 14ήμερη μέτρηση (4.2%). Στη δόση των 1000ppm στις 24 και 48 ώρες παρουσιάστηκε η ίδια θνησιμότητα (0.8%) ενώ μικρή αύξηση θνησιμότητας παρατηρήθηκε στην εβδομαδιαία μέτρηση(2.5%) και καμία μεταβολή στην 14ήμερη μέτρηση. Στη δόση των 500ppm η θνησιμότητα ήταν γενικά η μικρότερη. Συγκεκριμένα στις μετρήσεις των 24, 48 ωρών, 7 και 14ημερών το ποσοστό θνησιμότητας δεν μεταβλήθηκε και παρέμεινε στο 0.8%.

6.2.3 Αποτελέσματα Μετρήσεων επί των Απογόνων των *Sitophilus oryzae* και *Tribolium confusum*.

Πίνακες αποτελεσμάτων απογόνων μετά από 45 μέρες, ώστε να παρατηρήσουμε την επίδραση των εντομοκτόνων στην ανάπτυξη εντόμων.

- Πίνακες απογόνων *Sitophilus oryzae* στις συνθήκες 20^oC-55%RH
 ΣΚΟ: *Sitophilus*-Καλαμπόκι-Οίκος
 ΣΚΝ: *Sitophilus* -Καλαμπόκι-Neem
 ΣΣΟ: *Sitophilus* -Σιτάρι-Οίκος
 ΣΣΝ: *Sitophilus* - Σιτάρι- Neem
 -N: Νεκρά
 -Z: Ζωντανά

Πίνακας 25.

45 ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΣΚΟ	0	0	0	1	1	1
ΣΚΟ	0	0	0	0	0	0
ΣΚΟ	0	0	0	0	0	0
ΣΚΟ	0	0	0	0	0	1

Πίνακας 26.

45 ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΣΚΝ	0	0	1	1	1	0
ΣΚΝ	0	0	0	1	0	0
ΣΚΝ	0	0	0	1	0	0
ΣΚΝ	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 27.

45 ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΣΣΟ	0	0	0	1	1	0
ΣΣΟ	0	0	0	0	0	0
ΣΣΟ	0	0	0	2	0	0
ΣΣΟ	0	0	0	3	0	0

Πίνακας 28.

45 ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΣΣΝ	0	0	0	0	0	0
ΣΣΝ	0	0	0	0	0	0
ΣΣΝ	0	0	0	0	0	0
ΣΣΝ	0	0	0	0	0	0

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η παραγωγή απογόνων *Sitophilus oryzae*, ήταν συνολικά πολύ περιορισμένη με την μεγαλύτερη παραγωγή να γίνεται στην μικρότερη δόση και των δύο εντομοκτόνων.

- Πίνακες απογόνων *Tribolium confusum* στις συνθήκες 20⁰C-55%RH

TKO: *Tribolium*-Καλαμπόκι-Οίκος

TKN: *Tribolium*-Καλαμπόκι-Neem

ΤΣΟ: *Tribolium*-Σιτάρι-Οίκος

ΤΣΝ: *Tribolium*- Σιτάρι- Neem

-N: Νεκρά

-Z: Ζωντανά

Πίνακας 29.

45 ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
TKO	0	0	0	0	0	0
TKO	0	0	0	0	1	0
TKO	0	0	0	0	1	0
TKO	0	0	0	0	1	0

Πίνακας 30.

45 ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
TKN	0	0	1	3	0	1
TKN	0	0	0	0	1	0
TKN	0	0	0	1	0	0
TKN	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 31.

45 ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΤΣΟ	0	0	0	0	0	0
ΤΣΟ	0	0	0	0	0	0
ΤΣΟ	0	1	1	0	0	0
ΤΣΟ	2	0	0	0	0	0

Πίνακας 32.

45 ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΤΣΝ	0	0	0	0	0	0
ΤΣΝ	1	0	0	0	0	0
ΤΣΝ	1	0	0	0	0	0
ΤΣΝ	0	0	0	0	0	0

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η παραγωγή απογόνων *Tribolium confusum*, ήταν συνολικά πολύ περιορισμένη με την μεγαλύτερη παραγωγή να γίνεται στην μικρότερη δόση και των δύο εντομοκτόνων. Πίσης η επίδραση/μείωση στην αναπαραγωγή ήταν μεγαλύτερη στα *Tribolium confusum* σε σχέση με αυτή των *Sitophilus oryzae* στις ίδιες συνθήκες.

- Πίνακες απογόνων *Sitophilus oryzae* στις συνθήκες 30°C-75%RH

ΣΚΟ: *Sitophilus*-Καλαμπόκι-Οίκος

ΣΚΝ: *Sitophilus* -Καλαμπόκι-Neem

ΣΣΟ: *Sitophilus* -Σιτάρι-Οίκος

ΣΣΝ: *Sitophilus* - Σιτάρι- Neem

-N: Νεκρά

-Z: Ζωντανά

Πίνακας 33.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΣΚΟ	0	0	0	37	45	35
ΣΚΟ	0	0	0	41	98	24
ΣΚΟ	0	0	0	32	29	76
ΣΚΟ	0	0	0	22	59	59

Πίνακας 34.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΣΚΝ	1	1	0	0	2	0
ΣΚΝ	0	0	0	2	2	0
ΣΚΝ	0	0	0	4	1	0
ΣΚΝ	0	0	0	4	1	0

Πίνακας 35.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΣΣΟ	0	0	0	177	171	84
ΣΣΟ	0	0	0	257	244	64
ΣΣΟ	0	0	0	256	236	57
ΣΣΟ	0	0	0	205	227	93

Πίνακας 36.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΣΣΝ	0	0	0	62	365	144
ΣΣΝ	0	0	0	216	323	145
ΣΣΝ	0	0	0	224	293	77
ΣΣΝ	0	0	0	253	313	157

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η παραγωγή απογόνων *Sitophilus oryzae*, είναι εξαιρετικά μεγάλη αν τα αποθηκευμένα προϊόντα έρθουν σε απευθείας επαφή με νερό. Αυτό συνέβη εξαιτίας τυχαίας διαβροχής των φιαλιδίων με νερό. Μετά από αυτο το τυχαίο γεγονός οι περισσότεροι ζωντανοί απόγονοι βρέθηκαν στη δόση των 1000ppm στο σιτάρι.

- Πίνακες απογόνων *Tribolium confusum* στις συνθήκες 30°C-75%RH

TKO: *Tribolium*-Καλαμπόκι-Οίκος

TKN: *Tribolium*-Καλαμπόκι-Neem

ΤΣΟ: *Tribolium*-Σιτάρι-Οίκος

ΤΣΝ: *Tribolium*- Σιτάρι- Neem

-N: Νεκρά

-Z: Ζωντανά

Πίνακας 37.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
TKO	1	1	1	0	2	0
TKO	1	0	2	2	0	0
TKO	0	3	0	0	0	0
TKO	1	1	3	0	0	0

Πίνακας 38.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
TKN	0	5	2	3	4	0
TKN	1	1	1	1	1	0
TKN	1	1	3	2	1	1
TKN	2	0	0	0	0	0

Πίνακας 39.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΤΣΟ	0	0	0	0	17	12
ΤΣΟ	0	12	0	20	15	6
ΤΣΟ	12	0	0	15	15	15
ΤΣΟ	0	0	0	21	12	5

Πίνακας 40.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΤΣΝ	0	0	1	0	0	0
ΤΣΝ	0	0	0	0	1	2
ΤΣΝ	0	0	0	1	0	5
ΤΣΝ	0	0	0	0	0	0

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η παραγωγή απογόνων *Tribolium confusum*, ήταν συνολικά περιορισμένη με την μεγαλύτερη παραγωγή ζωντανών να γίνεται στην μικρότερη δόση, αλλά και στις άλλες δύο, και των δύο εντομοκτόνων στο σιτάρι. Αν δεν είχαν βραχεί τα *Sitophilus oryzae* θα γνωρίζαμε την επίδραση στην αναπαραγωγή αν ήταν μεγαλύτερη στα *Tribolium confusum* ή στα *Sitophilus oryzae* στις ίδιες συνθήκες.

Πίνακες απογόνων *Sitophilus oryzae* στις συνθήκες 25⁰C-75%RH

ΣΚΟ: *Sitophilus*-Καλαμπόκι-Οίκος

ΣΚΝ: *Sitophilus* -Καλαμπόκι-Neem

ΣΣΟ: *Sitophilus* -Σιτάρι-Οίκος

ΣΣΝ: *Sitophilus* - Σιτάρι- Neem

-N: Νεκρά

-Z: Ζωντανά

Πίνακας 41.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΣΚΟ	1	0	0	0	0	0
ΣΚΟ	0	0	0	0	0	0
ΣΚΟ	0	0	0	0	0	0
ΣΚΟ	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 42.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΣΚΝ	1	2	0	3	0	0
ΣΚΝ	0	1	0	0	0	0
ΣΚΝ	1	4	0	0	0	0
ΣΚΝ	0	1	0	0	2	0

Πίνακας 43.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΣΣΟ	0	0	0	0	0	0
ΣΣΟ	0	0	2	0	0	0
ΣΣΟ	0	0	0	0	0	0
ΣΣΟ	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 44.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΣΣΝ	10	0	0	0	0	0
ΣΣΝ	9	0	0	0	0	0
ΣΣΝ	7	0	0	0	0	0
ΣΣΝ	2	0	0	0	0	0

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η παραγωγή απογόνων *Sitophilus oryzae*, ήταν συνολικά πολύ περιορισμένη.Στις συνθήκες αυτές μετρήθηκαν τα πιο πολλά νεκρά ακμαία στην μικρότερη δόση (500ppm) στο σιτάρι που είχε ψεκαστεί με Neem-Azal.

Πίνακες απογόνων *Tribolium confusum* στις συνθήκες 25⁰C-75%RH

TKO: *Tribolium*-Καλαμπόκι-Οίκος

TKN: *Tribolium*-Καλαμπόκι-Neem

ΤΣΟ: *Tribolium*-Σιτάρι-Οίκος

ΤΣΝ: *Tribolium*- Σιτάρι- Neem

-N: Νεκρά

-Z: Ζωντανά

Πίνακας 45.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
TKO	2	0	2	0	0	0
TKO	0	2	0	0	0	0
TKO	1	0	1	0	0	0
TKO	1	0	0	0	0	0

Πίνακας 46.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
TKN	0	0	18	0	0	0
TKN	0	0	0	0	0	0
TKN	0	1	0	0	0	0
TKN	0	0	1	0	0	0

Πίνακας 47.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΤΣΟ	0	0	0	0	0	0
ΤΣΟ	0	0	0	0	0	0
ΤΣΟ	0	0	0	0	0	0
ΤΣΟ	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 48.

45ημέρες	500ppm -N	1000ppm -N	2000ppm -N	500ppm -Z	1000ppm -Z	2000ppm -Z
ΤΣΝ	0	0	0	0	0	0
ΤΣΝ	0	0	0	0	0	0
ΤΣΝ	0	0	0	0	0	0
ΤΣΝ	0	0	0	0	0	0

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η παραγωγή απογόνων *Tribolium confusum* ήταν σχεδόν μηδενική με εξαίρεση τα 18 νεκρά ακμαία στο καλαμπόκι που είχε ψεκαστεί με Neem-Azal. Συγκριτικά με τα *Sitophilus* και την παραγωγή απογόνων τα *Tribolium* είχαν πολύ πιο μικρή παραγωγικότητα στις ίδιες συνθήκες και υποστρώματα. Τα *Sitophilus* είχαν τα πιο πολλά νεκρά και ζωντανά ακμαία.

6.3. Συζήτηση – Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δείχνουν ότι η αζαντιρακτίνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν προστατευτικό σιτηρών ενάντια στα *Sitophilus oryzae* και *Tribolium confusum*, αλλά πολλοί παράγοντες επηρεάζουν τη δραστηριότητά της, όπως η δομή της, ο ρυθμός δόσης, ο τύπος του αγαθού, το έντομο και από τα επίπεδα της θερμοκρασίας που επικρατούν. Σε μια πρόσφατη εργασία (Athanasassiou et al., 2005) (1) βρέθηκε ότι NeemAzal - T/S, στις ίδιες δόσεις όπως στην παρούσα εργασία, δεν ήταν εξίσου αποδοτική μεταξύ σίκαλης και βρώμης ενάντια στα ακμαία των *S. oryzae*, *T. confusum* και *Rhyzopertha dominica*. Επιπρόσθετα οι συγγραφείς ανέφεραν ότι η επιβίωση των ενηλίκων ήταν υψηλότερη στη μη αποφλοιωμένη βρώμη, γεγονός που δείχνει ότι η αποδοτικότητα NeemAzal - T/S είναι πιθανό να σχετίζεται με την επαφή του εντομοκτόνου στο εξωτερικό μέρος του σπόρου. Σε παρόμοιες σχετικές εργασίες (Xie et al.) (2) παρατηρήθηκε ότι η χρήση αζαντιρακτίνης επέφερε θνησιμότητα στα ακμαία των *S. oryzae*, *Tribolium castaneum*. Αυτό είναι πιθανό να οφείλεται στην αντιδιατροφική δράση, παρά σε τοξική δράση. Προφανώς αυτά τα ανόμοια αποτελέσματα οφείλονται μερικώς στα διαφορετικά παράγωγα και στους διαφορετικούς στερεοχημικούς τύπους.

Συγκρίνοντας το NeemAzal - T/S με το Οίκος 32 EC, παρατηρήσαμε ότι το πρώτο σκεύασμα ήταν πιά αποτελεσματικό σε όλους τους συνδυασμούς που δοκιμάστηκε, υποδεικνύοντας ότι διαφορετικοί τύποι αζαντιρακτίνης παρέχουν διαφορετικά επίπεδα αποτελεσματικότητας. Επίσης παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της δόσης αύξησε τη θνησιμότητα και στα δύο είδη εντόμων που δοκιμάστηκαν. Η επιβίωση ήταν υψηλή και σε μεγάλη δόση, σε κάποιους συνδυασμούς θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας. Για παράδειγμα στο καλαμπόκι που είχε ψεκαστεί με NeemAzal - T/S σε 200 mg/kg, όλα τα ακμαία *S. oryzae* πέθαναν στους 20°C και σε σχετική υγρασία 75%, καθώς το αντίστοιχο γράφημα για 55%RH έδειξε μόνο 45%. Συνεπώς περαιτέρω αύξηση της δόσης και μεγαλύτερη έκθεση κατά διαστήματα απαιτείται για να επιτύχουμε 100% θνησιμότητα ακμαίων σε όλους τους συνδυασμούς που δοκιμάστηκαν.

Παρ' αυτά από πρακτικής πλευράς, η ενδεχόμενη χρήση υψηλότερων δόσεων αζαντιρακτίνης (>200 mg/kg στα σιτηρά) είναι μάλλον απίθανη και για λόγους κόστους. Γενικώς οι απαιτούμενες δόσεις φυτικών εντομοκτόνων που χρησιμοποιούνται στα αποθηκευμένα προϊόντα, συμπεριλαμβανομένης και της αζαντιρακτίνης θεωρούνται πολύ υψηλές και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλης κλίμακας εφαρμογών (4) (π.χ σε μεγάλες αποθήκες σιτηρών, πλοία). Συνεπώς, προς το παρόν, η χρήση αυτών των ουσιών δεν είναι δυνατή με τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται παραδοσιακά για τα σιτηρά (3). Η ενσωμάτωση προϊόντων που περιέχουν αζαντιρακτίνη με άλλες μεθόδους, όπως μικρές δόσεις μικρής τοξικότητας εντομοκτόνων θα μπορούσε να είναι η λύση σε αυτόν τον περιορισμό (4).

Πολύ λίγα δεδομένα είναι διαθέσιμα για την επίδραση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας στην αποδοτικότητα της αζαντιρακτίνης σαν προστατευτικό σιτηρών. Γενικά, σε μερικούς συνδυασμούς που δοκιμάστηκαν, η επίδραση της θερμοκρασίας διέφερε σύμφωνα με το επίπεδο σχετικής υγρασίας. Πράγματι, σε πολλούς συνδυασμούς δόσεων / σκευασμάτων (formulations), η θνησιμότητα αυξήθηκε σε σχετική υγρασία 55%, καθώς το αντίθετο παρατηρήθηκε σε σχετική υγρασία 75%. Είναι ευρέως γνωστό ότι η αζαντιρακτίνη χάνει τη δράση της σε υψηλές θερμοκρασίες όπως και σε ακτινοβολία UV (5, 3). Τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι αυτό εκδηλώθηκε μόνο σε υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας, και αυτή είναι γενική τάση για τα δύο είδη που δοκιμάστηκαν. Ο Jenkins et al. (5) ανέφερε ότι εκχυλίσματα σπόρων neem μπορούν να αποθηκευτούν για 5 τουλάχιστον μήνες χωρίς την απώλεια της αποδοτικότητάς τους

ενάντια στην ψείρα σιτηρών *Callosobruchus maculatus*. Βασιζόμενοι στα αποτελέσματά μας το NeemAzal- T/S ήταν πιά αποτελεσματικό σε υψηλές σχετικές υγρασίες, ενώ η αποδοτικότητα του Οίκος 32 EC δεν φάνηκε να επηρεάζεται πολύ από τη σχετική υγρασία. Γενικώς, στις υψηλές θερμοκρασίες τα έντομα είναι ποιό δραστήρια, έτσι η πιθανότητα επαφής με την τοξική ουσία αυξάνεται. Υποθέτουμε ότι χαμηλή σχετική υγρασία ίσως αποκρύπτει την επίδραση της θερμοκρασίας στην αποδοτικότητα της αζαντιρακτίνης. Επιπρόσθετες δοκιμές χρειάζονται για να διαπιστώσουμε τη βάση αυτής της υπόθεσης.

Η συνολική παραγωγή απογόνων των *S. oryzae* στα σιτηρά που ψεκάσαμε ήταν σημαντικά υψηλότερη από αυτή των *T. confusum*, και για τα δύο προϊόντα. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα θήλεα ακμαία *S. oryzae* εναποθέτουν τα ωά τους μέσα στην ψύχα των σιτηρών και η ανάπτυξη της προνύμφης γίνεται ολοκληρωτικά στο εσωτερικό μέρος των σιτηρών (6). Συνεπώς, οι προνύμφες των *S. oryzae* δεν επηρεάζονται πολύ από τη δράση της αζαντιρακτίνης. Από την άλλη μεριά, είναι αναμενόμενο, ότι ως προνύμφη που τρέφονται από το εξωτερικό μέρος των σιτηρών το *T. confusum* είναι περισσότερο εκτεθειμένο στο ψεκασμένο με αζαντιρακτίνη υπόστρωμα, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα υψηλότερα επίπεδα θνησιμότητας. Η υψηλότερη παραγωγή απογόνων στα σιτηρά με Οίκος 32 EC σε σύγκριση με NeemAzal - T/S είναι άμεση συνέπεια της μειωμένης γονικής θνησιμότητας που καταγράφηκε σε αυτό το σχηματισμό. Αυτά τα νούμερα γόνων θεωρούνται πάρα πολύ υψηλά σε μερικές περιπτώσεις και μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές στα ψεκασμένα σιτηρά. Και τα δύο είδη ευνοούνται σε υψηλές θερμοκρασίες και υγρασίες (6), και για αυτό η γονιμότητα ήταν υψηλότερη σε αυτές τις συνθήκες. Σαν ρυθμιστής ανάπτυξης, η αζαντιρακτίνη αναμένεται να δράσει καλύτερα σαν καταστολέας γονιμότητας απ' ότι θανατηφόρος παράγοντας ακμαίων γονέων (7). Ο Rahim (8) βρήκε ότι παρόλο που η γονική θνησιμότητα του *R. dominica* ήταν χαμηλή, η καταστολή απογόνων σε υπόστρωμα ψεκασμένο με neem ήταν ικανοποιητικά υψηλή. Οι Pereira and Wohlgemuth (9) βρήκαν σημαντική καταστολή απογόνων στα *S. oryzae* σε καλάμποκι ψεκασμένο με neem. Πάλι, η έλλειψη προτυποποίησης των προϊόντων αζαντιρακτίνης ίσως εξηγεί αυτά τα ανόμοια αποτελέσματα.

Αν και τα εντομοκτόνα με βάση την αζαντιρακτίνη μπορούν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία για προστασία αποθηκευμένων σιτηρών, η μελέτη δείχνει ότι υπό ορισμένες συνθήκες/περιστάσεις, όπως εφαρμογή ίσως να μην είναι αποτελεσματική. Από τους παράγοντες που δοκιμάστηκαν, είναι προφανές ότι οι αβιοτικοί (δομή, θερμοκρασία, σχετική υγρασία) είχαν ποιό σοβαρό αντίκτυπο από τους βιοτικούς παράγοντες (στόχος είδος εντόμου, πληθυσμός). Πάρ' αυτά η φυτολογική αποτίμηση / αξιολόγηση, συμπεριλαμβανομένης της αζαντιρακτίνης, θα έπρεπε να συνεχιστεί σε ευρύτερη κλίμακα μεταβλητών, από τη στιγμή που τα φυτικής προέλευσης εντομοκτόνα, έχουν βέβαιη δυναμική σε στρατηγική ολοκληρωμένου πρόγραμματος ελέγχου και είναι ολοκληρωτικά συμβατά με οργανική την παραγωγή.

The results of the present study indicate that azadirachtin can be used as grain protectant against *S. oryzae* and *T. confusum*, but several factors affect its efficacy, such as the type of formulation, the dose rate, the type of commodity, the target species and the temperature/rh levels prevailing. In a recent work, Athanassiou et al. (1) found that NeemAzal[®] - T/S, at the same dose rates as in the present study, was not equally effective between rye and oats against adults of *S. oryzae*, *T. confusum* and *Rhyzopertha dominica*. In addition, the authors reported that adult survival was higher in azadirachtin-treated whole oats than in peeled oats, which indicate that NeemAzal[®] - T/S efficacy is likely to be related to the insecticide attachment to the external kernel part. Comparing the two formulations, NeemAzal[®] - T/S was more effective than Oikos[®] 32 EC in all the combinations tested, suggesting that different types of azadirachtin provide different efficacy levels. Furthermore, Xie et al. (20), by using azadirachtin and neem extracts, noted that adult mortality of *S. oryzae*, *Tribolium castaneum* and *Cryptolestes ferrugineus*, is likely to be a consequence of antifeedant effect, rather than a toxic action. Apparently, these dissimilar results are partially attributed to different derivatives and formulations.

Although the increase of dose increased adult mortality of both species tested, survival was high even in the case of the higher dose rate, in some of the temperature/rh combinations. For instance, on maize treated with NeemAzal[®] - T/S at 200 mg/kg, all *S. oryzae* adults were dead at 20 °C and 75 % rh, while the respective figure for 55 % rh was only 45 %. Thus, further dose increase and longer exposure intervals are needed to obtain a complete (100 %) adult mortality in all combinations tested. However, from a practical point of view, the feasibility of using higher azadirachtin doses (>200 mg/kg of grain) is questionable, for cost reasons. Generally, the required dose rates of most botanicals used in stored-product protection, including azadirachtin, are considered too high and cannot be integrated easily in large scale applications (4). Consequently, for the time being, the use of these substances is not comparable to the use of traditional grain protectants, which are usually used at doses <5 mg/kg of grain (3). The integration of azadirachtin-based products with other methods, such as low doses of low toxicity insecticides could be a solution to this limitation (4).

Very few data is available on the influence of temperature and rh on azadirachtin efficacy as a grain protectant. Generally, in some of the combinations tested, the efficacy of temperature differed according to the rh level. In fact, in many dose/formulation combinations, mortality increased with temperature at 55 % rh, while the reverse was observed at 75 % rh. It is well known that azadirachtin breaks down rapidly at high temperatures (5, 3). Nevertheless our results show that this is manifested only at high rh levels, and this trend was rather consistent for both species tested. Jenkins et al. (5) reported that neem kernel extract can be stored for at least 5 months without loss in efficacy against the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. Based on our results, NeemAzal[®] - T/S was more effective at high rh levels, while the efficacy of Oikos[®] 32 EC was not much affected by rh. Generally, at high temperatures insects are more active, so the possibility of contact with the toxic substance increases. We assume that, a low rh may conceal the effect of temperature on azadirachtin efficacy. Additional tests are needed to clarify the basis of these hypotheses.

The overall progeny production of *S. oryzae* in the treated grains was considerably higher than that of *T. confusum*, for both commodities. This could be attributed to the fact that adult females of *S. oryzae* lay their eggs inside the grain kernels and larvae develop entirely in the internal kernel part (6). Consequently, *S. oryzae* larvae are not much affected by the activity of azadirachtin. On the other hand, it is expected

that, as external feeders, *T. confusum* larvae are more exposed to the treated substrate, which result in higher mortality levels. The higher progeny production in Oikos[®] 32 EC in comparison with NeemAzal[®] - T/S is a direct consequence of the reduced parental mortality recorded in this formulation. These offspring numbers are considered extremely high in some cases and can seriously damage the treated grain. Both species are favoured by high temperatures and humidities (6), and this is why progeny was higher at these conditions. As a growth regulator, azadirachtin is expected to act on progeny suppression better than on adult parental mortality (7). Rahim (8) found that although parental mortality of *R. dominica* was low, progeny suppression in neem-treated substrate was satisfactorily high. Pereira and Wohlgemuth (9) found considerable progeny suppression of *S. oryzae* in neem-treated maize. Again, lack of standardization of azadirachtin products may account for these dissimilar results.

Although azadirachtin-based insecticides can be used with success in stored-grain protection, our study demonstrates that, under certain circumstances, such an application may not be effective. From the factors tested here, it is evident that the abiotic (formulation, temperature, RH) had a more serious impact than the biotic ones (target species, commodity). Nevertheless, the evaluation of botanicals, including azadirachtin, should be continued in a wider range of variables, since natural-resource-based insecticides, have a certain potential in an IPM-based control strategy and they are totally compatible with organic production.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κωνσταντίνος Ε.Δ. Πελεκάσης καθηγητής ΑΓΣΑ Μαθήματα Γενικής Ζωολογίας Αθίνα 1986
- LG Copping The Biopesticide Manual 1st edition The British Crop Protection Council 1998
- Μ.Ε Τζανακάκης καθηγητής Εφαρμοσμένης ζωολογίας και παρασιτολογίας Α.Π.Θ Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εντομολογίας ειδ. μέρος 2 Θεσσαλονίκη 1980
- John E. Casida Pesticides and Alternatives innovative chemical and biological approaches to pest control California, Berkley 1990
- R.F. Chapman The Insects Structure and Function. Zoology Department Birkbeck College, London 1969
- G. Della Beffa . Γεωργική Εντομολογία I & II . Διεύθυνση Φυτοπαθολογικού σταθμού Τορίνου Ιταλίας . Αθήνα 1962
- Κ.Ε.Δ. Πελεκάση Καθηγητή Α.Γ.Σ.Α Μαθήματα Γεωργικής Εντομολογίας Α & Β τόμος . Αθήνα 1981
- Στέργιος Παλούκης – Χρήστος Παπαδόπουλος . Γεωργικά Φάρμακα που κυκλοφορούν στην Ελληνική αγορά . γ' έκδοση . Θεσσαλονίκη 1989
- Φάνης Α. Τσαπικούνης . Παθολογία των Εντόμων . Εκδόσεις Α. Σταμούλης . Αθήνα 1999
- Πυλάδη Σ. Ορφανίδη διεύθυνση Φυτοφαρμακευτικής και Βιολογικού Εργαστηρίου του ΜΦΙ . Γεωργικά Φαρμακολογία τόμος Α . Αθήνα 1968
- William Etkin Albert Einstein College of Medicine, New York, Lawrence I. Gilbert Northwestern University, Evanston Illinois. Metamorphosis a problem in developmental biology. North Holland publishing company-Amsterdam. Appleton-Century-Crofts- NY.1986
- V.J.A. Novak . Insect Hormones: The physiology, morphology and phylogeny of the insect endocrines department of insect physiology of insect Entomological Institute of the Czechoslovak Academy of Science. Prague 1966
- G.A. Kerkut- L.I. Gilbert Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology vol. 7 endocrinology, vol.12 insect control, vol.8 endocrinology
- Κωνσταντίνος Θ.Μπουχέλος Καθηγητής Γεωργ.Εντομολογίας Γ.Π.Α Οδηγός Προσδιορισμού Κυριώτερων Εντόμων Αποθηκών και Τροφίμων. Γ.Π.Α 2003
- Koul, O., M. B., Isman, and C. M. Kethar. 1990. Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. *Can.J.Bot.*68: 1-11
- Jilani, C., R. C. Saxana, and B. P. Rueda. 1988: Repellent and growth-inhibiting effects of turmeric oil, sweetflag oil, neem oil and 'Margosan-O' on red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae). *J.Econ. Entomol.* 81: 1226-1230
- Mankanjuola, W. A. 1989. Evaluation of extracts of neem (*Azadirachta indica* Adr.Juss.) for the control of some stored-product pests. *J. Stored Prod. Res.* 25: 231-238
- Mordue (Luntz), A. J., and A. Blackwell. 1993. Azadirachtin: an update. *J Insect Physiol.* 39: 903-924

- Pereira, J., and R. Wohlgemuth, R. 1982: Neem (*Azadirachta indica* Adr.Juss.) of West African origin as a protectant of stored maize. *Z. Anz. Entomol.* 94: 208-214
- Schmutterer, H. 1988. Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. *J. Insect Physiol.* 34: 713-719
- Ulrichs, C., and I. Mewis. 2000. Controlling the stored product pests *Sitophilus oryzae* and *Tribolium castaneum* by contaminating rice with neem and diatomaceous earth. *Anz. Schaedlingskd.* 73: 37-40
- Xie, Y. S., P. G. Fields, and M. B. Isman. 1995. Repellency and toxicity of azadirachtin and neem concentrates to three stored-product beetles. *J. Econ. Entomolog.* 88: 1024-1031
- (1) Athanassiou, C. G., D. C. Kontodimas, N. G. Kavallieratos, and M. Anagnou-Veroniki. 2005. Insecticidal effect of NeemAzal against three stored-product beetle species on rye and oats. *J. Econ. Entomol.* 98:1499-1505.
- (2) Xie, Y. S., P. G. Fields, and M. B. Isman. 1995. Repellency and toxicity of azadirachtin and neem concentrates to three stored-product beetles. *J. Econ. Entomol.* 88:1024-1031.
- (3) Weaver, D. K., and Bh. Subramanyam. 2000. Botanicals, p. 303-320. *In* Bh. Subramanyam, and D. W. Hagstrum (eds.), *Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- (4) Arthur, F. H. 1996. Grain protectants: current status and prospects for the future. *J. Stored Prod. Res.* 32:293-302
- (5) Jenkins, D. A., F. V. Dunkel, and K. T. Gamby. 2003. Storage temperature of neem kernel extract: differential effects on oviposition deterrence and larval toxicity of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Environ. Entomol.* 32:1283-1289
- (6) Aitken, A. D. 1975. *Insect Travelers, I: Coleoptera*, Technical Bulletin 31, HMSO, London, UK
- (7) Schmutterer, H. 1988. Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialised countries. *J. Ins. Physiol.* 34:713-719.
- (8) Rahim, M. 1998. Biological activity of azadirachtin-enriched neem kernel extracts against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) in stored-wheat. *J. Stored Prod. Res.* 34:123-128.
- (9) Pereira, J., and R. Wohlgemuth, R. 1982. Neem (*Azadirachta indica* Adr. Juss.) of West African origin as a protectant of stored maize. *Z. Anz. Entomol.* 94:208-214.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥΣ

Ιοί

Μέχρι σήμερα έχουν προσδιορισθεί περισσότερες από 1200 περιπτώσεις ασθενειών των εντόμων που οφείλονται σε ιούς, συμπεριλαμβάνοντας και τα έντομα αποθηκών. Οι ιοί απαντώνται σε όλους τους ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς και προκαλούν μολυσματικές ασθένειες, επιφέροντας το θάνατο με φυσικό τρόπο.

Είναι μικρότατα σωματίδια, υποχρεωτικά ενδοκυτταρικού τύπου που το μέγεθος τους συνήθως κυμαίνεται από 15-400nm. Αποτελούνται από τμήμα που περιέχει μία ή και περισσότερες έλικες μόνο D.N.A ή μόνο R.N.A και από ένα περίβλημα πρωτεϊνικής φύσεως. Δεν είναι μικροοργανισμοί κυτταρικού τύπου, αλλά χαρακτηρίζονται ως έμβρυα όντα, αφού μπορούν να αναπαράγονται και να φέρουν μια γενετική πληροφορία, το μηχανισμό αναπαραγωγής του νουκλεϊνικού οξέος.

Πολλές αναφορές παρέχουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την ιολογία των εντόμων, το ενδεχόμενο ανάπτυξης των ιών ως μέσα μικροβιακού ελέγχου και τους περιορισμούς ή τις προφυλάξεις πάνω στη χρήση των οργανισμών αυτών (Cantwell 1974 a, 1974 b, Summers et al 1975, Kurstak 1982, Granados & federici 1986a, Fuxa & Tanada 1987).

ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΙΩΝ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ

Οι ιοί εξαρτώνται από τα κύτταρα του ξενιστή για να αναπαραχθούν. Διακρίνονται σε δυο κατηγορίες ή αθροίσματα:

- ◇ Σε αυτούς που σχηματίζουν μέσα στα κύτταρα του ξενιστή τους σωματίδια εγκλεισμού πρωτεϊνικής σύστασης που περικλείουν τους ιούς.
- ◇ Στους ιούς χωρίς προστατευτικά εγκλειστικά σωματίδια δηλαδή τους «ελεύθερους ιούς»

Ανάλογα με τη μορφή των προστατευτικών σωματίων διακρίνονται **ΠΟΛΥΕΔΡΩΣΕΙΣ** και ανάλογα με το αν προσβάλλουν το πρωτόπλασμα του κυττάρου ή του πυρήνα ονομάζονται

I. ΠΡΩΤΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΕΣ

II. ΠΥΡΗΝΙΚΕΣ

Στις πρωτοπλασματικές πολυεδρώσεις οι ιοί είναι σφαιρικοί και προσβάλλουν τα κύτταρα του εντέρου των προνυμφών των Λεπιδοπτέρων. Στις πυρηνικές πολυεδρώσεις οι ιοί που περικλείονται στα κρυσταλλικά σωματίδια έχουν σχήμα επίμηκες βακτηρίου και προσβάλλουν τα κύτταρα της αιμολέμφου, του λιπώδους ιστού και του υποδόριου. Ακόμη μπορούν να προσβάλλουν τον πυρήνα των κυττάρων του πεπτικού σωλήνα.

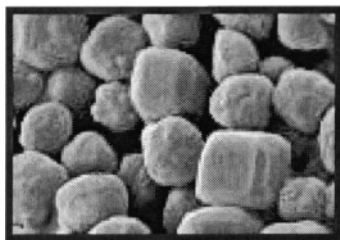
Εκτός από τα Λεπιδόπτερα μπορούν να προσβληθούν από ιούς πυρηνικών πολυεδρώσεων και είδη των Υμενοπτέρων όπου η προσβολή εμφανίζεται στο επιθήλιο του μεσεντέρου. Τέλος, στην Οικογένεια Baculoviridae έχουμε τις ιώσεις με τα προστατευτικά εγκλειστικά σωματίδια που έχουν σχήμα κοκκίου και περικλείουν ένα ή σπανιότερα δύο ιούς σε σχήμα επίμηκες βακτηρίου. Οι ιώσεις αυτές ονομάζονται κοκκώσεις (Granulosis) και η παθογένεση παρατηρείται στο τμήμα των κυττάρων της αιμολέμφου ή του λιπώδη ιστού των Λεπιδοπτέρων και των Κολεοπτέρων μεταξύ πρωτοπλάσματος και πυρήνα.

Τα κρυσταλλικά σωμάτια των πολυεδρώσεων διακρίνονται εύκολα στο μικροσκόπιο διότι έχουν διάμετρο που κυμαίνεται μεταξύ 0,5μ και 15μ, ενώ εκείνα των κοκκιώσεων μόλις που διακρίνονται, αφού έχουν μέγεθος 0,2-0,5μ. Οι ιοί των πυρηνικών πολυεδρώσεων (NPV) και των κοκκιώσεων (GV) έχουν πυρηνικό οξύ DNA, ενώ αυτοί των κυτταραπλασματικών πολυεδρώσεων RNA.

Οι ιοί έχουν την ιδιότητα να μεταδίδονται μέσω τέλειων μορφών των εντόμων στους απογόνους τους, αν και μερικοί έχουν αναφερθεί ότι μεταδίδονται και μέσω των ωών. Για να εμφανισθούν τα συμπτώματα της ίωσης απαιτείται ένα χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 4 ημέρες, ενώ εκτός από τις προνύμφες είναι δυνατόν να προσβληθούν από ιούς και τα τέλεια έντομα.

ΙΟΙ ΩΣ ΜΕΣΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ

Ανάλογα με τη φύση του νουκλεϊνικού οξέος τις φυσικές και βιοχημικές τους ιδιότητες, ταξινομούνται οι ιοί, σε διάφορα γένη ή ομάδες. Οι ιοί που έχουν βρέθει σε έντομα κυρίως της Τάξης των Λεπιδοπτέρων και αρκετοί από αυτούς έχουν απομονωθεί από τα Κολεόπτερα, ανήκουν στα γένη: Entomopoxvirus, Baculovirus, Iridovirus, Densovirus που περιέχουν DNA και Reovirus, Rhabdovirus και Picornavirus που περιέχουν RNA.



Εικ.5 Baculovirus



Εικ.6 Rhabdovirus

Από τα παθογόνα αυτά, οι ιοί των πυρηνικών πολυεδρώσεων (NPV) και των κοκκιώσεων (GV) έχουν μελετηθεί πιο εντατικά και θεωρούνται, γενικά, οι αποτελεσματικότεροι για μικροβιακό έλεγχο των εντόμων αποθηκών, εξαιτίας της υψηλής τοξικότητάς τους, του άμεσου τρόπου μόλυνσής και της σταθερότητάς τους. Το 1968, οι Arnott και Smith, περιέγραψαν ένα μεταδοτικό ιό των κοκκιώσεων (GV), παθογόνο για το έντομο *Plodia interpunctella*, από το οποίο απομονώθηκε εργαστηριακά στο Cambridge, της Μ.Βρετανίας. Αρκετοί ιοί παρατηρήθηκαν στο εσωτερικό του *Tenebrio molitor* L. από ορισμένους ερευνητές (Zeikus and Steinhus 1969, Deauchelle 1970) αντιπροσωπεύοντας και τις μοναδικές ανακαλύψεις των πιθανών ιών σε Κολεόπτερα των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων.

Βασικές έρευνες, επίσης, περιγράφουν ιούς των πυρηνικών πολυεδρώσεων και των κοκκιώσεων που μολύνουν ιστούς του εντόμου *Cadra cautella* (Adams & Wilcox 1968, Thompson & Redlinger 1970, Hunter & Dixel 1970) καθώς και άλλων Λεπιδοπτέρων.

Το πλέον, όμως, ενδιαφέρον γένος ιών είναι των Baculovirus που διακρίνεται σε τρεις υποομάδες:

- ◇ Τους Baculovirus της πυρηνικής πολυεδρώσης ή NPV
- ◇ Των κοκκιώσεων ή GV
- ◇ Τους μη εγκλεισμένους Baculovirus

Οι ιοί αυτοί δεν έχουν βρεθεί σε σπονδυλωτά και έχουν μακρά περίοδο αντοχής λόγω του κρυσταλλικού τους. Γι' αυτό και είναι οι κυρίως χρησιμοποιούμενοι ως βιοεντομοκτόνα.

ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ

Τα βακτήρια διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

- ◆ Σε εκείνα που είναι παθογόνα για ορισμένα έντομα και κάτω υπό ορισμένες συνθήκες.
- ◆ Σε εκείνα που είναι υποχρεωτικά παθογόνα.

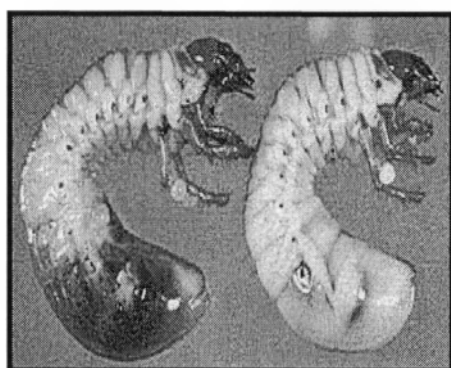
Στα πρώτα υπάγονται ορισμένα είδη του γένους *Pseudomonas*, που όταν εισέλθουν δια της στοματικής οδού στον εντερικό σωλήνα του εντόμου, διαπερνούν στην συνέχεια τα εντερικά τοιχώματα, εισέρχονται στην αιμόλεμφο και προκαλούν σηψαιμία. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν επίσης και τα βακτήρια του γένους *Aerobacter* και *Enterococcus*, τα οποία απαντώνται στο περιεχόμενο του εντερικού σωλήνα των εντόμων και είναι δυνατόν αν προκαλέσουν τοπικές λύσεις του επιθηλίου του εντέρου.

Στην δεύτερη κατηγορία υπάγονται τα βακτήρια εκείνα που σχηματίζουν κατά το στάδιο της σπορογονίας κρυστάλλους τοξίνης, οι οποίοι διασπώμενοι ενζυματικά στον εντερικό σωλήνα του εντόμου δρουν τοξικά γι' αυτό. Οι κρύσταλλοι αυτοί δεν είναι βλαβεροί για άλλες μορφές ζωής, γεγονός που καθιστά τα κρυσταλλογόνα αυτά βακτήρια πολύ ενδιαφέροντα και σημαντικά. Τουλάχιστον 120 είδη εντόμων είναι ευαίσθητα στα κρυσταλλογόνα βακτήρια, αν και παρατηρούνται διαφορές όσον αφορά τις αντιδράσεις στην τοξίνη ανάλογα με το είδος του εντόμου. Ο προσδιορισμός της δράσης του βακτηρίου για κάθε είδος απαιτεί εκτεταμένες έρευνες.

ΕΙΔΗ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ


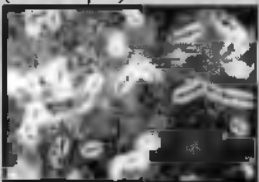

Για τα Κολεόπτερα που είναι η πολυπληθέστερη τάξη εντόμων αποθηκών, λίγες αναφορές σχετικά με το μικροβιακό έλεγχο τους από τα βακτήρια σε συνθήκες αποθήκης είναι διαθέσιμες, ακόμα και εργαστηριακές μελέτες τους. Οι Kumari & Neelgund 1985, διερεύνησαν αρκετές απομονώσεις μέσω του εντόμου *Tribolium castaneum*, ενώ κατά τους Fletcher & Long 1971, το βακτήριο *Bacillus cereus* που απομονώθηκε από τις προνύμφες του εντόμου *Lasioderma cerricorne* Fabricius, αποδεικνύεται ικανό για την αντιμετώπιση του κολεόπτερου αυτού.

Τα σημαντικότερα είδη σπορογόνων βακτηρίων που είναι τα εντομοπαθογόνα και περιέχονται στα χρησιμοποιημένα, σήμερα, βιολογικά σκευάσματα σε εμπορική κλίμακα είναι το *Bacillus thuringiensis* και πολλοί ορροτύποι αυτού όπως το *B.thuringiensis* subsp *kursaki*, *B.thuringiensis* subsp *israelensis*, *B.thuringiensis* subsp *aizawai*, *B.thuringiensis* subsp *tenebrionis*, *Bacillus sphaericus* και το *Bacillus popilliae*. Το βακτήριο *Bacillus popilliae* προκαλεί την «γαλακτώμενη» ασθένεια σε μερικές προνύμφες της Οικογένειας Scarabaeidae των κολεόπτερων, π.χ όπως των *Popillia japonica* και *Melolontha melolontha* και δεν καλλιεργείται σε θρεπτικά υλικά, αλλά πολλαπλασιάζεται σε προνύμφες που εκτρέφονται σε εντομοτροφεία και μολύνονται τεχνητά.



Εικ.7. Το βακτήριο *Bacillus popilliae* σε προνύμφες Scarabaeidae

Τα τελευταία χρόνια ,απομονώθηκε και η ποικιλία *Bacillus thuringiensis* var. *San diego*, ομοιάζουσα του *B.t.* sub *terebriionis*, που είναι παθογόνος για προνύμφες κολεοπτέρων της Οικογένειας *Chrysomelidae* και ειδικότερα χρησιμοποιείται για τη καταπολέμηση του δορυφόρου της πατάτας (*Leptinotarsa decemlineata*) πολύ καλά αποτελέσματα . Στο πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζεται ο δραστικός παράγοντας παθογένειας οι κατηγορίες των εντόμων που εμφανίζουν ευαισθησία, η μέθοδος. η μέθοδος παραγωγής και τα περισσότερα εμπορικά και γνωστά σκευάσματα διεθνώς.

ΕΙΔΟΣ ΒΑΚΤΗΡΙΟΥ	ΕΝΕΡΓΟ ΜΕΡΟΣ	ΕΝΤΟΜΑ ΕΥΑΙΣΘΗΤΑ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ
<i>Bacillus thuringiensis</i> sub <i>kurtsaki</i> Πολλοί ορρότυποι	Κρυσταλλική δενδοτοξίνη (και σπόρια) 	Προνύμφες λεπιδοπτέρων	IN VITRO	DIPEL BACTOSPEINE THURIDAE BIOBIT CERTAN BACTURIDAE
<i>Bacillus thuringiensis</i> sub <i>israelensis</i>	Κρυσταλλική δενδοτοξίνη (και σπόρια) 	Κολεόπτερα	IN VITRO	VECTOBAC SKEETAL BACTIMOS TEKNAR
<i>Bacillus thuringiensis</i> sub <i>terebriionis</i>	Κρυσταλλική δενδοτοξίνη (και σπόρια)	Κολεόπτερα	IN VITRO	NOVODOR
<i>Bacillus sphaericus</i>	Σπόρια 	Κολεόπτερα	IN VITRO	USA
<i>Bacillus popilliae</i>	Σπόρια	<i>Popillia japonica</i>	IN VITRO	DOOM JAPIDEMIC

ΠΗΓΗ:Οι εντομοπαθογόνοι οργανισμοί στην βιολογική γεωργία-Εναλλακτικές μορφές, Ανάγνου Βερονίκη Μαρία 1997

ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ

Οι τάξεις των μυκήτων που προκαλούν ασθένεια στα έντομα ,περιλαμβάνονται στον πίνακα που ακολουθεί. Στους εντομοπαθογόνους αυτούς μύκητες, χαρακτηριστικό είναι ότι τα έντομα προσβάλλονται, όχι μόνο στο στάδιο της προνύμφης ή της νύμφης, αλλά και στο στάδιο του ακμαίου.

Η εισχώρηση του μύκητα στα έντομα δεν γίνεται μόνο δια της στοματικής οδού, αλλά πραγματοποιείται και από την επιδερμίδα σε οποιοδήποτε μέρος του σώματος, αρκεί το σπόριο του μύκητα να βρεί την κατάλληλη υγρασία για να βλαστήσει. Συχνά οι μύκητες εξαρτώνται πολύ από το περιβάλλον, κυρίως όσον αφορά τα αρχικά στάδια μόλυνσης. Έτσι οι πιο σημαντικοί παράγοντες που παίζουν ρόλο στην εκδήλωση ασθένειας από τα παθογόνα αυτά είναι η θερμοκρασία και η υγρασία. Η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος στις περισσότερες περιπτώσεις θα πρέπει να είναι πολύ αυξημένη, δηλαδή, μεγαλύτερη από 85% – 90% ώστε αν επιτυγχάνεται αποτελεσματική δράση των εντομοπαθογόνων μυκήτων.

Από τα διάφορα είδη εντόμων, τα πιο ευπαθή σε μυκητολογικές μολύνσεις είναι τα Λεπιδόπτερα (προνύμφες), από τα Ημίπτερα (Homoptera), οι αφίδες, είδη που ανήκουν στις Οικογένειες Cicadidae και Coccidae, από τα Υμενόπτερα τα Vespoidea, από τα Κολεόπτερα είδη της Οικογένειας Scarabaeidae και από τα Δίπτερα είδη τους γένους Hylemyia και τα κουνούπια.

Όταν ένα έντομο προσβληθεί από ένα μύκητα παθογόνο, ο μύκητας αυτός διαπερνά την επιδερμίδα και αναπτύσσει σιγά-σιγά στο εσωτερικό του εντόμου το μικύλιο του, κατακλύζοντας όλους τους ιστούς και που με τις τοξίνες που παράγει έχει ως αποτέλεσμα τη θανάτωση του ξενιστού του. Στην συνέχεια ο μύκητας εμφανίζεται εξωτερικά με μικκύλιο και επανθίσεις, καθώς παρατηρούνται στην επιδερμίδα του εντόμου κονιδιοφόροι από τους οποίους γίνεται η διασπορά του παθογόνου. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι μύκητες εντοπίζονται σε συγκεκριμένα όργανα του ξενιστή τους, όπως για παράδειγμα οι μύκητες *Massospora cicadina* και *Strongwellsea canstrans* που απαντώνται μόνο στην κοιλιακή χώρα των ενήλικων εντόμων (Poinar Jr & Thomas 1977).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Οι τάξεις των μυκήτων που προκαλούν ασθένεια στα έντομα

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΥΚΗΤΩΝ	ΤΑΞΕΙΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΜΥΚΗΤΩΝ
Α.ΦΥΚΟΜΥΚΗΤΕΣ	Entomophthorales <ul style="list-style-type: none"> ◆ <i>Entomophthora</i> (<i>E.thaxteriana</i>) (παθογόνο αψίδων) ◆ <i>Massaspora</i> (<i>M.cicadina</i>)
	Blastocladales <ul style="list-style-type: none"> ◆ <i>Coelomomyces</i> (<i>C.stegomyiae</i>, <i>C.tasmaniensis</i>)
	B.ΑΣΚΟΜΥΚΗΤΕΣ
B.ΑΣΚΟΜΥΚΗΤΕΣ	Ascosphaerales <ul style="list-style-type: none"> ◆ <i>Bettsia</i> ◆ <i>Ascospaera</i> (παθογόνο μέλισσών) (<i>A. apis</i>)
	Myriangiales <ul style="list-style-type: none"> ◆ <i>Myriangium</i> (παθογόνο Coccoidea)
	Sphaeriales <ul style="list-style-type: none"> ◆ <i>Cordyceps</i> ◆ <i>Torrubiella</i> (Δεν έχει μελετηθεί επαρκώς) ◆ <i>Hypocrella</i> (Δεν έχει μελετηθεί επαρκώς)
	Γ.ΑΤΕΛΕΙΣ ΜΥΚΗΤΕΣ
Γ.ΑΤΕΛΕΙΣ ΜΥΚΗΤΕΣ	Moniliales <ul style="list-style-type: none"> ◆ <i>Beauveria</i> (<i>B. bassiana</i>) (πολλών ειδών εντόμων), (<i>B. tenella</i>) (παθογόνο του <i>Melolontha melontha</i>) ◆ <i>Metarhizium</i> (<i>M. anisopliae</i>) (παθογόνο του <i>Anisopliae austriaca</i>) (Scarabaeidae) ◆ <i>Nomuraea</i> (<i>Spicaria</i>) (<i>N.rileyi</i>) (παθογόνο του <i>Trichoplusia ni</i>)
	Paecilomyces <ul style="list-style-type: none"> ◆ <i>Hirsutella</i> (<i>H.thompositi</i>) (παθογόνο του ακάρεως <i>Phyllocoptruta oleivora</i>)
	Sphaeropsidales <ul style="list-style-type: none"> ◆ <i>Aschersonia</i> (<i>A.aleurodis</i>) (παθογόνο των Aleurodidae)

ΠΗΓΗ: ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑ, Χ.ΓΙΑΜΒΡΙΑΣ 1991

ΕΙΔΗ ΜΥΚΗΤΩΝ ΩΣ ΜΕΣΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ

Ο πιο μελετημένος μύκητας είναι ο *Beauveria bassiana*, ένα παθογόνο πολλών γεωργικών εντόμων. Όμως, ένας μικρός αριθμός ερευνών έχει διεξαχθεί μέχρι σήμερα, σχετικά με τους εντομοπαθογόνους μύκητες που καταπολεμούν διαφορά έντομα αποθηκών.

Συγκεκριμένα, οι Ferron & Robert 1975, απέδειξαν την ευαισθησία του εντόμου *Acanthoscelides obtectus* (Say) σε αρκετούς μύκητες ,συμπεριλαμβανομένου και τους *Beauveria bassiana*, *Beauveria tenella*, *Metarhizium anisopliae* και *Raecilomyces fumosoroseus*. Εντούτοις, η δυνατότητα αυτών των οργανισμών ως μέσα μικροβιακού ελέγχου δεν προσδιορίστηκε. Οι Davis & Smith 1977, αντίθετα ασχολήθηκαν με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες μπορούν να καλλιεργηθούν ορισμένοι μύκητες ,ώστε η παραγωγή των διαφορετικών τοξικών μεταβολιτών τους να συμβάλλει στην ανάπτυξη και το θάνατο ,ιδιαίτερα ,του εντόμου *Tenebrio molitor*.

Υστερα από αυτές τις μελέτες, ένα πλήθος ακόμη, μυκήτων έχει απομονωθεί και δοκιμάζονται στα εργαστήρια. Εκτός από το *Beauveria bassiana*, τα παθογόνα εκείνα που έχουν κριθεί ως κατάλληλα για βιολογική καταπολέμηση μέχρι τώρα είναι τα *Verticillium lecanii* και *Metarhizium anisopliae*.

Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μύκητες που έχουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα να χρησιμοποιηθούν στις βιολογικές καταπολεμήσεις και οι ζωϊκοί εχθροί των καλλιεργειών και τα αποθηκευμένα προϊόντων για τους οποίους προορίζονται.

Εκτός όμως των μυκήτων, τα ερευνητικά εργαστήρια έχουν απομονώσει τις μυκοτοξίνες, ουσίες που παράγονται από τους μύκητες και είναι ανθεκτικές στη φύση και κατά την αποθήκευση και ανεξάρτητες της υγρασίας του περιβάλλοντος.

Πίνακας 3: Μύκητες υποψήφιοι για βιολογική καταπολέμηση φυτοφάγων αρθροπόδων.

ΟΜΑΔΑ ΜΥΚΗΤΩΝ	ΕΝΤΟΜΟΦΑΓΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ
DEUTEROMYCETES	
• <i>Aschersonia aleyrodis</i> →	ΑΛΕΥΡΩΔΕΙΣ
• <i>Beauveria bassiana</i> →	ΔΟΥΦΟΡΟΣ ΠΑΤΑΤΑΣ
• <i>Beauveria brongiaritii</i> →	ΜΗΛΟΛΟΝΘΗ
• <i>Culicomyces clavosporus</i> →	ΚΟΥΝΟΥΠΙΑ
• <i>Hirsutiella thompsosii</i> →	ΑΚΑΡΕΑ
• <i>Metarhizium anisopliae</i> →	ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΑ
• <i>Nomuraea rileyi</i> →	ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ ΛΕΠΙΔΟΠΤΕΡΩΝ
• <i>Tolyrocladium cylindrosporum</i> →	ΚΟΥΝΟΥΠΙΑ
• <i>Verticillium lecanii</i> →	ΑΦΙΔΕΣ, ΑΛΕΥΡΩΔΕΙΣ
ZYGOMYCETES	
• <i>CONIDIOBOLUS</i>	ΑΦΙΔΕΣ
• <i>ENTOMOPHTHORA</i>	ΑΚΑΡΕΑ
• <i>ERYNIA</i>	ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ ΛΕΠΙΔΟΠΤΕΡΩΝ
• <i>ZOOPTHORA</i> sp	
OOMYCETES	ΚΟΥΝΟΥΠΙΑ
• <i>Lagenidium gigadteum</i>	
CHYTRIIDIOMYCETES	ΚΟΥΝΟΥΠΙΑ
• <i>Cosziomyces</i> sp	

ΠΗΓΗ: ΟΙ ΕΝΤΟΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ-ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, ΑΝΑΓΝΟΥ-ΒΕΡΟΝΙΚΗ ΜΑΡΙΑ 1997

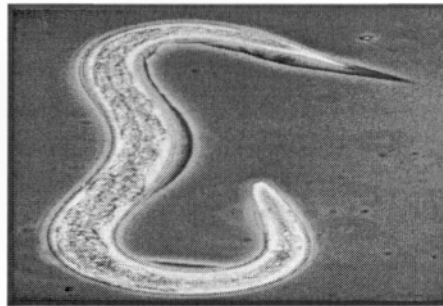
ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ

Η παθογένεια στα έντομα δημιουργείται εμμέσως από ορισμένα είδη ειδικών παθογόνων βακτηριών που έχουν συμβιωτική σχέση με τους Νηματώδεις . Τα βακτήρια αυτά μεταφέρονται διαμέσου του νηματώδους στον οργανισμό του εντόμου και προκαλούν λύση του εντερικού σωλήνα. Με την αποικοδόμηση αυτή προκαλείται σηψαιμία και επέρχεται ο θάνατος μέσα σε 48 ώρες.

Η διασπορά των νηματώδων δημιουργεί την προϋπόθεση αναζήτησης κατάλληλου ξενιστή-εντόμου που ανάλογα με τη θερμοκρασία και την υγρασία εισέρχονται σε αυτό δια του σωματικού περιβλήματος. Μετά τη θανάτωση του εντόμου ,ο νηματώδης αναζητά νέο ξενιστή. Σε βιολογικά επίπεδα, οι νηματώδεις αποτελούν ένα κλειστό σύστημα. Ούτε οι νηματώδεις, ούτε τα βακτήρια που «συνοδεύουν» δεν μπορούν να ζήσουν στις συνθήκες θερμοκρασίας των θηλαστικών, όπως για παράδειγμα το βακτήριο *Xenorhabdus* που δεν μπορεί να ζήσει ελεύθερο στην φύση χωρίς των αντίστοιχο νηματώδη. (Biosys 1991)



Εικ.8 Φυτοпараσιτικός Νηματώδης



Εικ.9 Εντομοπαθογόνος νηματώδης
Steinernema juvenile

ΕΙΔΗ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ ΩΣ ΜΕΣΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ

Τα σημαντικότερα είδη νηματώδων ανήκουν στις οικογένειες Steinernematidae και Heterohabditidae.

Οι παρασιτικοί αυτοί νηματώδεις χρησιμοποιούνται ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης κυρίως για έντομα εδάφους ενώ η έρευνα τους έχει εντατικοποιηθεί κι ένα μεγάλο πλήθος φυλών εξετάζεται για την καταλληλότητα της χρήσης τους ως βιολογικά σκευάσματα.

Αν και χρήση των νηματώδων στους αποθηκευμένους σπόρους είναι περιορισμένη, η δυνατότητα τους σε εξειδικευμένες περιπτώσεις δεν πρέπει να παραβλεφθεί. Για παράδειγμα, το έντομο-εχθρός των αποθηκευμένων αμυγδάλων, *Amyelois tranitella* είναι δυνατόν να αντιμετωπισθεί με εφαρμογή του νηματώδη *Neosaplectana carpocapsae* Weiser στα αμύγδαλα που βρίσκονται ακόμα στο δένδρο (Agudelo – Silva et al 1987). Έτσι, αξίζει να μελετηθεί η μείωση των υπαίθριων μολύνσεων των προϊόντων από έντομα αποθηκών πριν αυτά εισαχθούν στην αποθήκη με τη χρήση των νηματώδων στις καλλιέργειες σπόρων στον αγρό.

ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΩΤΟΖΩΩΝ

Οι μικροοργανισμοί αυτοί έχουν ένα πολύπλοκο βιολογικό κύκλο. Δημιουργούν ασθένειες, όπως η Νοζεμίαση και έχουν μεγάλη διάρκεια εξέλιξης μέσα στο έντομο. Συνήθως τα πρώτα που αναπαράγονται στα κύτταρα του εντόμου. Πάντως ως αποκλειστικά παράσιτα, τα πρωτόζωα απαιτούν ζωντανούς ξενιστές (έντομα ή κύτταρα) για να αναπαραχθούν.

Μεταδίδονται δια στόματος, αλλά τις περισσότερες φορές μεταφέρονται από γενιά σε γενιά μέσω των ωών ή ανάμεσα στα θηλυκά και αρσενικά ενήλικα σε φυσικές συνθήκες. Συγκεκριμένα, το πρωτόζωο *Nosema plodiae* μπορεί να μεταδοθεί, εκτός από την φυσική πορεία μόλυνσης και μέσω των ωών και μέσω θηλυκού-αρσενικού εντόμου (Kellen and Lindegren 1971).

Τα συμπτώματα και τα παθολογικά αποτελέσματα που εμφανίζουν οι μολύνσεις των πρωτόζωων σε έντομα, ποικίλλουν σημαντικά. Οι Kellen και Lindegren 1973a, για παράδειγμα, απέδειξαν μία φλεγμονή που παρουσίαζαν τα Λεπιδόπτερα ύστερα από την επίδραση του *Nosema invaders* προνύμφες τους. Η σοβαρή αυτή αντίδραση ως φλεγμονή, περιλάμβανε έναν εγκλεισμό σε κάψα των αιμοκυττάρων των μολυσμένων περιοχών με αποτέλεσμα τη διόγκωση του σώματος των προνυμφών.

Οι Schwalbe *et al* 1974 και οι Burkholder και Dicke 1964, επιπλέον παρατήρησαν ένα κιτρινοπράσινο φθορίζον υλικό του εντόμου *Trogoderma glabrum* (Herbst) το οποίο είχε μολυνθεί από το πρωτόζωο *Mattesia trogodermae*. Το παθογόνο αυτό φάνηκε κάτω από το υπεριώδες φως. Τέλος, πολλές εργαστηριακές καλλιέργειες πρωτόζωων αποδεικνύουν μεγάλη επιβίωση και αναπαραγωγή τους σε πολλά είδη εντόμων.

Εκτός από το γεγονός ότι προκαλούν θνησιμότητα σε διάφορα στάδια των μολυσμένων εντόμων, η μόλυνση από το πρωτόζωο μπορεί να επιμηκύνει το χρόνο ανάπτυξης των εντόμων, να μειώνει την επιβίωση τους στο στάδιο του ενηλίκου, να αυξάνει τις παραμορφώσεις των ακμαίων και να καταστρέφει την αναπαραγωγή.

Η δράση των πρωτόζωων μπορεί να παίζει και ρόλο συνεργιστικό, καθώς πολλές εργαστηριακές μελέτες αποδεικνύουν το γεγονός ότι οι αντιδράσεις των εντόμων αποθηκών σε ποικίλους φυσικούς και τεχνικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες επηρεάζονται από αυτούς τους μικροοργανισμούς. Κατά Jafri (1961, 1964), τα ακμαία του εντόμου *Tribolium castaneum* όταν μολύνθηκαν από ένα πρωτόζωο, ήταν παράλληλα υπερευαίσθητα στην ακτινοβολία. Το ίδιο βρέθηκε να προκαλεί αυξημένη ευαισθησία του εντόμου αυτού στο DDT (Weiser 1963), ενώ οι Rabinda *et al* 1988 έδειξαν ότι το *T. castaneum* που μολύνθηκε με το *Farinocystis tribolii* ήταν σημαντικά πιο ευαίσθητο και σε αρκετά άλλα εντομοκτόνα.

Η επιβίωση των προνυμφών του *Tribolium castaneum* φάνηκε να επηρεάζεται από ένα άλλο είδος πρωτόζωου, το *Nosema whitei*, όταν από τη διατροφή των προνυμφών έλλειπαν οι βιταμίνες (Armstrong 1978). Επίσης, οι Nara *et al* 1981, παρατήρησαν ότι η μόλυνση του πρωτόζωου αυτού προκάλεσε μειωμένη ανάπτυξη του διογκωμένου σώματος των προνυμφών του ίδιου είδους εντόμου, πιο αργούς ρυθμούς ανάπτυξης γενικότερα και μεγάλη ποικιλομορφία στο μέγεθος τους. Το 75% των ακμαίων που προήλθαν από τις προσβλημένες προνύμφες είχαν φυσική διάρκεια ζωής και γονιμότητα, αλλά τα υπόλοιπα ενήλικα ήταν σχεδόν στείρα και πέθαναν μέσα σε 30 ημέρες από την έξοδο τους.

Εκτός λοιπόν από τα άμεσα αποτελέσματα της δράσης των πρωτόζωων στα έντομα των αποθηκευμένων προϊόντων, ένας σημαντικός αριθμός περισσότερο έντονων αλληλεπιδράσεων μπορεί να συμβεί παρέχοντας το ενδεχόμενο χρήσης τους στην ολοκλήρωση νέων μεθόδων τεχνολογίας μικροβιακού ελέγχου που να παρέχει γενικά, μείωση του πληθυσμού των εντόμων αποθηκών και της ανάγκης ή της συχνότητας εφαρμογής συγκεκριμένων μέτρων αντιμετώπισης τους.

Αρκετές έρευνες έχουν διεξαχθεί σχετικά με την διάρκεια ζωής των εντομοπαθογόνων πρωτόζωων μέσα στις αποθήκες. Ο Ashford 1970 απέδειξε ότι τα σπόρια των πρωτόζωων ήταν σταθερά για τρεις μήνες σε θερμοκρασία 15° C ή ακόμα και 30° C ενώ από τον τρίτο μήνα μέχρι τον ένατο παρατηρήθηκε μια μείωση στην μολυσματικότητα τους, ιδιαίτερα στην υψηλή θερμοκρασία.

Δύο χρόνια αργότερα, ο Milner ανέφερε ότι τα σπόρια του *Nosema whitei* δεν παρουσίασαν καμία αξιοπρόσεκτη απώλεια στην ζωτικότητα τους ακόμα και ύστερα από δεκαπέντε μήνες στην αποθήκη σε θερμοκρασία 4° C. Η θερμοκρασία κατά την αποθήκευση μελετήθηκε, τέλος και από τους Nara *et al* 1981, όπου διαπιστώθηκε επιβίωση ακόμα και στους -19° C.

ΕΙΔΗ ΠΡΩΤΟΖΩΩΝ ΩΣ ΜΕΣΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ.

Τα σημαντικότερα είδη πρωτόζωων που έχουν μελετηθεί ότι έχουν μεγάλη ποικιλία ξενιστών τόσο λεπιδοπτέρων αλλά περισσότερο κολεοπτέρων ανήκουν στο γένος *Nosema* όπως τα *N.whitei*, *N.invadens*, *N.plodiae*, καθώς και το πρωτόζωο *N.oryzaephili* το οποίο απομονώθηκε από ένα γρήγορα φθίνοντα πληθυσμό του εντόμου *O.surinamensis*. Το έντομο αυτό θεωρήθηκε εξαιρετικά ευαίσθητο σε αυτό το παθογόνο πρωτόζωο. (Burges and Hussey 1971).

Ιδιαίτερης σημασίας αποτελεί η αναφορά των Kellen and Lindegren (1973 b) η οποία παρέχει πληροφορίες για την δυνατότητα του πρωτόζωου *Nosema parasiticum* σε μικροβιακή αντιμετώπιση μεγάλης ποικιλίας εντόμων αποθηκών με αντιπροσωπευτικά είδη των τάξεων των κολεοπτέρων, λεπιδοπτέρων, δίπτερων αλλά και των Ακάρων.

Τέλος ένα άλλο πρωτόζωο που προσβάλλει ικανοποιητικά το έντομο *Tribolium castaneum* παίζοντας και ρόλο συνεργιστικό, θεωρείται το *Farinocystis tribolii*, ενώ το *Mattesia trogodermae* μπορεί να επιφέρει υψηλά επίπεδα θνησιμότητας στα είδη των εντόμων *Trogodermae sternale*, *T.simplex*, *T.glambrum* και *T.inclusum*. Έτσι σύμφωνα με τους ερευνητές, Schwalbe *et al.* 1974 και οι Burgholder και Boush 1974, τα σπόρια του πρωτόζωου αυτού μεταφέρονται στις επόμενες γενεές κυρίως από την τροφή των προνυμφών που μπορεί να είναι νεκρά μολυσμένα ακμαία ή η ίδια η τροφή τους να έχει μολυνθεί από άλλα ακμαία μέσω της επαφής.

Παρά τις τόσες πειραματικές, εργαστηριακές ή και πρακτικές δοκιμές ακόμα δεν έχει εξακριβωθεί αν τα πρωτόζωα αποτελούν αξιόπιστα μέσα μικροβιακής καταπολέμησης εντόμων - εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων.