

Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**«ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ
ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ
ΜΙΚΡΟΛΕΠΙΔΟΠΤΕΡΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ ΑΠΟΘΗΚΩΝ *Ephestia*
(*Anagasta*)*kuehniella* Zeller»**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της Σπουδάστριας : ΧΑΛΕΠΛΙΔΗ ΣΤΑΜΑΤΙΝΑΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2000

Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



«ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ
ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ
ΜΙΚΡΟΛΕΠΙΔΟΠΤΕΡΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ ΑΠΟΘΗΚΩΝ *Ephestia*
***(Anagasta)kuehniella Zeller*»**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της Σπουδάστριάς : ΧΑΛΕΠΛΙΔΗ ΣΤΑΜΑΤΙΝΑΣ

Εισηγητής : ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2000

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδες
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	I
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	III

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

(ΓΕΝΙΚΟ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΝΤΟΜΑ-ΕΧΘΡΟΙ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

ΓΕΝΙΚΑ	1
1.1 ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΣΒΑΛΛΟΥΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ	1
1.2 ΤΟ ΜΙΚΡΟΛΕΠΙΔΟΠΤΕΡΟ <i>Ephestia kuehniella</i> Zeller ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ	6
1.2.1 Προέλευση-Γεωγραφική εξάπλωση	6
1.2.2 Συστηματική κατάταξη	6
1.2.3 Μορφολογία	7
1.2.3.1 Ακμαίο	7
1.2.3.2 Αυγό (ωό)	7
1.2.3.3 Προνύμφη-Νύμφη	7
1.2.4 Βιοοικολογία-Ζημιές	12
1.2.4.1 Βιολογικός κύκλος-Διάρκεια κάθε σταδίου	12
1.2.4.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου	13
1.2.4.3 Γενεές κατά τη διάρκεια του έτους-Προσβολές, τύποι ζημιών και συμπτώματα	14
1.2.4.4 Φυσικοί ανταγωνιστές	15
1.2.4.5 Καταπολέμηση	16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΙΟΙ ΩΣ ΜΕΣΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΕΝΤΟΜΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ

ΓΕΝΙΚΑ	19
2.1 ΒΑΚΤΗΡΙΑ	22

	Σελίδες
2.1.1 Τρόπος δράσης των βακτηρίων	22
2.1.2 Είδη βακτηρίων ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης εντόμων αποθηκών	23
2.1.2.1 Το εντομοπαθογόνο βακτήριο <i>Bacillus thuringiensis</i>	24
2.1.2.1.1 Χαρακτηριστικά του <i>Bacillus thuringiensis</i>	27
2.1.2.1.2 Τρόπος δράσης του <i>Bacillus thuringiensis</i> στα έντομα	27
2.1.3 Εμπορικά μικροβιακά σκευάσματα του <i>Bacillus thuringiensis</i>	29
2.1.3.1 Χαρακτηριστικά των σκευασμάτων του <i>Bacillus thuringiensis</i>	30
2.1.3.2 Προοπτικές των βακτηριακών παρασκευασμάτων	32
2.2 ΜΥΚΗΤΕΣ	32
2.2.1 Τρόπος δράσης των μυκήτων	33
2.2.2 Είδη μυκήτων ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης εντόμων αποθηκών	34
2.2.3 Εμπορικά μικροβιακά σκευάσματα με βάση μύκητες	36
2.3 ΙΟΙ	37
2.3.1 Ιώσεις των εντόμων-Τρόπος δράσης των ιών	37
2.3.2 Είδη ιών ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης εντόμων αποθηκών	38
2.3.3 Εμπορικά μικροβιακά σκευάσματα με βάση ιούς	39
2.4 ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ	41
2.4.1 Τρόπος δράσης των νηματωδών	41
2.4.2 Είδη νηματωδών ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης εντόμων αποθηκών	42
2.4.3 Εμπορικά μικροβιακά σκευάσματα με βάση νηματώδεις	42
2.5 ΠΡΩΤΟΖΩΑ	43
2.5.1 Τρόπος δράσης των πρωτόζωων	44
2.5.2 Διάρκεια ζωής των πρωτόζωων	45
2.5.3 Είδη πρωτόζωων ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης εντόμων αποθηκών	46
2.6 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΙΩΝ	47
2.7 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΙΩΝ ΣΤΙΣ ΑΠΟΘΗΚΕΣ	49

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ
(ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ)

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ
ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΛΕΠΙΔΟΠΤΕΡΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ ΑΠΟΘΗΚΩΝ**

Ephestia (Anagasta) kuehniella Zeller

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	51
SUMMARY	52
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	53
I. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	54
Α) Τεχνητή εκτροφή του <i>Ephestia kuehniella</i> Zeller	54
Β) Μολύσματα	55
Γ) Τρόπος μολύνσεως των προνυμφών του <i>Ephestia kuehniella</i> Zeller με τα βακτηριακά σκευάσματα-Διαδικασία βιοδοκιμών	57
Δ) Τρόπος μολύνσεως των προνυμφών του <i>Ephestia kuehniella</i> Zeller με μικροβιακά σκευάσματα μυκήτων και ιών	58
II. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ	63
Α) Σύγκριση βιοδοκιμών	93
III. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	95
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	97

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αντικειμενικός σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να επισημάνει την ανάγκη πρόληψης των ζημιών των αποθηκευμένων προϊόντων από ζωϊκούς εχθρούς και να συμβάλλει στη φιλοσοφία της χρήσης μικροβιακών σκευασμάτων για τον έλεγχό τους, καθώς εξετάζει τη δυνατότητα αντιμετώπισης ενός σοβαρού εντομολογικού εχθρού των αποθηκευμένων αλεύρων, του *Ephestia (Anagasta) kuehniella* Zeller με την εφαρμογή ορισμένων βιοεντομοκτόνων.

Στο πρώτο μέρος (Κεφάλαια Πρώτο και Δεύτερο), παρέχονται βασικές πληροφορίες για τους σημαντικότερους εχθρούς των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων, ενώ ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο μικρολεπιδόπτερο *E. kuehniella*, περιγράφοντας τη μορφολογία, τη βιοοικολογία, τις ζημιές που επιφέρει και τους τρόπους αντιμετώπισής του μέσα στους αποθηκευτικούς χώρους.

Τα είδη των εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών και ιών που απομονώθηκαν από έντομα αποθηκών, αλλά και που ενδεχομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βιολογικά μέσα αντιμετώπισης, περιλαμβάνονται στο γενικό αυτό κομμάτι της πειραματικής εργασίας. Συγκεκριμένα, γίνεται ενημέρωση για τον τρόπο και το φάσμα δράσης τους, τα εμπορικά σκευάσματα υπό τη μορφή των οποίων κυκλοφορούν, ενώ εκτενέστερα δίνονται στοιχεία και για άλλες εργαστηριακές και πρακτικές αναφορές από σημαντικούς ερευνητές.

Η μελέτη της αποτελεσματικότητας των εντομοπαθογόνων αυτών μικροοργανισμών και ιών ερευνάται στο δεύτερο μέρος, όπου αναλύονται τα υλικά και οι μέθοδοι εφαρμογής των μικροβιακών (βακτηριακών, μυκητολογικών, ιολογικών) μολύσματος που χρησιμοποιήθηκαν. Από τις βιοδοκιμές προκύπτουν τα ανάλογα αποτελέσματα και συμπεράσματα, παρέχοντας σημαντικές πληροφορίες για την πρακτική εφαρμογή τους.

Για τη διεκπεραίωση του πειραματικού μέρους της εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην Δρα Ανάγνου-Βερονίκη Μ., Αναπληρώτρια Ερευνήτρια, Προϊσταμένη του Εργαστηρίου Μικροβιολογίας και Παθολογίας Εντόμων του Μ.Φ.Ι. για τις πολύτιμες γνώσεις και τη πρόθυμη παροχή βοήθειας, καθώς και στο προσωπικό του Εργαστηρίου αυτού για την απεριόριστη κατανόηση του. Για τη συγκέντρωση πληροφοριών, ευχαριστώ ιδιαίτερα και τον Τακτικό Καθηγητή του Γ.Π.Α κ. Μπουχέλο, καθώς και το προσωπικό του Εργαστηρίου Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας του Γ.Π.Α

Τέλος, θα ήθελα να αναφερθώ με ιδιαίτερο σεβασμό και εκτίμηση στον Καθηγητή Φυτοπροστασίας του Τ.Ε.Ι Καλαμάτας κ. Ηλιόπουλο Αναστάσιο για τη συνεχή και υπομονετική καθοδήγηση και επίβλεψη της πτυχιακής μου μελέτης και όσους με βοήθησαν με οποιονδήποτε τρόπο στην πραγματοποίησή της, χωρίς να παραλείψω την οικογένειά μου που με την αγάπη και την υποστήριξή της με βοήθησε σε κάθε μου βήμα.

Αθήνα, Ιούνιος 2000

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Καθώς ο άνθρωπος αγωνίζεται για την επιβίωσή του και την απόκτηση περισσότερης και καλύτερης τροφής, έρχεται αντιμέτωπος με τους φυσικούς εχθρούς του που μειώνουν τη γεωργική παραγωγή του. Οι εντομολογικοί εχθροί αποτελούν έναν από τους σοβαρότερους κινδύνους των γεωργικών προϊόντων, όχι μόνο κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας και της συγκομιδής, αλλά και κατά τα μετασυγκομιστικά στάδια (μεταφορά, αποθήκευση, κατεργασία, συσκευασία).

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 και διακίνηση του συγκομισμένου και πολλές φορές έτοιμου για κατανάλωση προϊόντος, είναι κυριολεκτικά ανεπανόρθωτες. Κατά καιρούς, αρκετοί συγγραφείς έχουν ασχοληθεί με τα θέματα αυτά και κυρίως οι Cotton, (1954); Murmo, (1966); Djerassi *et al.* (1974); Fuxa and Tanada, (1987), ενώ στην Ελλάδα για τα έντομα-εχθρούς των αποθηκών και τη σημασία της προστασίας των γεωργικών προϊόντων, αναφορές έχουν οι Πελεκάσης, (1986); Σταμόπουλος, (1995); Μπουχέλος, (1996).

Οι συνθήκες που επικρατούν κατά την αποθηκευτική διαδικασία, αλλά και μέσα στους χώρους όπου γίνεται η επεξεργασία, βιομηχανοποίηση και συσκευασία των γεωργικών και κτηνοτροφικών προϊόντων και τροφίμων, επιτρέπουν στα έντομα να αναπτύσσονται σε στεγασμένα σημεία και να επιζούν για μακρές περιόδους. Η ύπαρξή τους επιφέρει την ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση των προϊόντων, αλλά και την ανάπτυξη δευτερογενών μολύνσεων και προσβολών. Έτσι, ο άνθρωπος αναγκάζεται να προστατεύει τα απαραίτητα για τη διατροφή του φυτικά και ζωικά προϊόντα, με κάθε τρόπο, βελτιώνοντας και αυξάνοντας ταυτόχρονα τη γεωργική παραγωγή του.

Αρχικά, βασίστηκε στα χημικά προϊόντα φυτοπροστασίας, η πρόοδος των οποίων μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο συνέβαλε σημαντικά στη προστασία των καλλιεργειών και των γεωργικών προϊόντων από εντομολογικούς εχθρούς και ασθένειες. Με την πάροδο, όμως, του χρόνου, η βραδεία, αλλά συνεχώς αυξανόμενη δυσμενής επίδραση των συνθετικών φυτοφαρμάκων στα οικοσυστήματα και έμμεσα στον καταναλωτή, κατέστησε επιτακτική την ανάγκη θεμελίωσης και χρησιμοποίησης άλλων μεθόδων καταπολέμησης (βιολογικών, βιοτεχνολογικών, γενετικών), εναλλακτικών προς τη χημική που κερδίζουν, σήμερα, έδαφος στη φυτική παραγωγή και στην εμπιστοσύνη των ανθρώπων.

Μέσα, λοιπόν, στα πλαίσια των σύγχρονων αυτών τάσεων, ξεπροβάλλει η μεγάλη σημασία της προστασίας των παραγόμενων τροφίμων κατά τη διακίνηση και αποθήκευσή τους, αφού είναι αμέσου κατανάλωσης και δεν επιδέχονται να περιέχουν τοξικά υπολείμματα επιβλαβή για την υγεία του καταναλωτή. Γι' αυτό η ευρύτερη εφαρμογή αποτελεσματικών και συγχρόνως ηπιότερων και ακίνδυνων μέσων για τη μείωση και πρόληψη των ζημιών από έντομα-εχθρούς των αποθηκών είναι αναγκαία, για την ασφάλεια του ανθρώπου και τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσής του.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ
(ΓΕΝΙΚΟ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΝΤΟΜΑ-ΕΧΘΡΟΙ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

ΓΕΝΙΚΑ

“Έντομο αποθηκών” θεωρείται κάθε είδος εντόμου που προσβάλλει και ζημιώνει αμέσως ένα προϊόν και μπορεί να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί σε μια αποθήκη ή έναν χώρο που φιλοξενεί για αρκετό χρονικό διάστημα γεωργικά προϊόντα ή τρόφιμα. Άλλα έντομα δεν τρέφονται απ’ ευθείας με τα προϊόντα αυτά, όπως τα τρεφόμενα με μύκητες, τα αρπακτικά και τα παράσιτα εντόμων κι άλλων αρθροπόδων στους ίδιους χώρους. Τέτοια έντομα είναι χρήσιμοι δείκτες για προσβεβλημένα ή σε κακή αποθηκευτική κατάσταση ευρισκόμενα προϊόντα, αλλά και μόνη η παρουσία τους εκεί, υποβαθμίζει την ποιότητα των τροφίμων. Είναι άλλωστε γνωστό ότι “κάθε έντομο μπορεί να γίνει επικίνδυνο εφόσον το ευνοήσουν ορισμένες συνθήκες”.

Άλλα είδη εντόμων (π.χ. τα Bruchidae) που είναι βασικά εχθροί των καλλιεργειών, αναπτύσσονται στους αγρούς και τους ωριμάζοντες σπόρους, αλλά είναι ικανά να διαχειμάσουν στο ξηρό αποθηκευμένο προϊόν, χρησιμοποιώντας την αποθήκη για να περάσουν στην επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Αρκετά από αυτά, με μικρές αλλαγές στις συνθήκες έχουν γίνει γνήσια έντομα αποθηκών. Τέλος, άλλα έντομα (π.χ. τα Ptinidae) που ζουν στις κατασκευές των κτιρίων και τρέφονται με διάφορα υλικά και υπολείμματα (residues), είναι δυνατόν να αναμιχθούν με το αποθηκευμένο προϊόν και να θεωρηθούν κι αυτά έντομα αποθηκών.

1.1 ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΣΒΑΛΛΟΥΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών εντόμων που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα ανήκει στα Κολεόπτερα και έπονται τα Λεπιδόπτερα. Τα πολύ λιγότερα σε αριθμό ειδών κι ατόμων Υμενόπτερα, ανήκουν σε οικογένειες εντόμων (Ichneumonidae, Braconidae, Pteromalidae) που παρασιτούν πληθυσμούς εντόμων αποθηκών. Ελάχιστα είναι τα Ημίπτερα (κυρίως Reduviidae και Anthocoridae) αρπακτικά διαφόρων ειδών που ζουν στους αποθηκευτικούς χώρους. Η ύπαρξη ειδών άλλων Τάξεων κρίνεται μάλλον συμπτωματική.

Το μέγεθος, αλλά και το σχήμα του σώματος των εντόμων αποθηκών είναι κύριοι παράγοντες της επιτυχίας τους ως ζωϊκοί εχθροί. Το μήκος του σώματος των τελείων ποικίλλει από 1mm έως 12mm, ενώ η πλειονότητά τους δε ξεπερνά τα 5mm. 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 μέγεθος, τους παρέχει τη δυνατότητα να αποφεύγουν εύκολα τους φυσικούς τους εχθρούς, αλλά πολλές φορές και τον κίνδυνο των εντομοκτόνων, όπως τα μικροκαμωμένα και πεπλατυσμένα *Oryzaephilus sp.* που χάρη στα “προσόντα” τους αυτά, έχουν σήμερα μεγάλη εξάπλωση σαν εχθροί μεγάλου αριθμού ειδών προϊόντων.

Τα είδη και τα κοινά ονόματα των σημαντικότερων εντόμων-εχθρών αποθηκευμένων προϊόντων που ανήκουν στις Τάξεις Λεπιδοπτέρων και Κολεοπτέρων αντίστοιχα, αναφέρονται στους Πίνακες 1.1 και 1.2. Επιπλέον, επιλέχτηκαν και παρουσιάζονται ορισμένα από τα βιοοικολογικά στοιχεία τους.

Πίνακας 1.1. Βιοοικολογικά στοιχεία των σημαντικότερων μικρολεπιδοπτέρων που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα.

ΕΙΔΟΣ ΕΝΤΟΜΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΣΒΑΛΛΟΥΝ ΣΥΝΗΘΩΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1. <i>Ephestia (Anagasta) kuehniella</i> (Pyralidae) Εφέστια των αλεύρων, μεσογειακό σκουλήκι αλεύρων.	Άνοιγμα πτερύγων 25mm, σώμα χρώματος τεφρού.	Άλευρα και σπόρους σιτηρών, όσπρια, ξηρούς καρπούς, πίτυρα, γύρη στις κυψέλες μελισσών, καρυδόψυχα, σοκολάτες διάφορα άλλα τρόφιμα.	Νυκτόβιες πεταλούδες. Εχθροί αλευρόμυλων. Διαχειμάζει ως προνύμφη.
2. <i>Ephestia (Cadra) cautella</i> (Pyralidae) Σκουλήκι των σύκων, της σταφίδας.	Άνοιγμα πτερύγων 22mm, σώμα χρώματος τεφροκαστανού.	Ξηραϊνόμενα και ξηρά σύκα, αποξηραμένα φρούτα και καρπούς (σταφίδες, δαμάσκηνα, βερίκοκκα, χουρμάδες, φυστίκια, αμύγδαλα).	3-4 γενεές το χρόνο. Διαχειμάζει ως ανεπτυγμένη προνύμφη. Δεν προσβάλλει νεπά σύκα.
3. <i>Ephestia elutella</i> (Pyralidae) Σκουλήκι του καπνού ή του κακάο.	Άνοιγμα πτερύγων 20mm, γενικός χρωματισμός τεφροκαστανός.	Καπνόφυλλα, κακάο, σοκολάτα, αλεύρι, ζυμαρικά, σπόρους σιτηρών, ξηρούς καρπούς και οπώρες, αφυδατωμένα λαχανικά, πλακούντες κ.α.	Διαχειμάζει ως ανεπτυγμένη προνύμφη. Εχθρός καπνών πλούσιων σε σάκχαρα και πτωχών σε νικοτίνη και αζώματων καπνών.
4. <i>Plodia interpunctella</i> (Pyralidae) Σκουλήκι αποθηκών.	Άνοιγμα πτερύγων 20mm, βασικό τμήμα των προσθίων ανοιχτόχρωμο και το υπόλοιπο (2/3) χρώματος σκουριάς.	Διάφορα είδη σπόρων, ξηρούς καρπούς, σταφίδες και οπώρες, κηρύθρες, αποξηραμένες φυτικές και ζωϊκές ουσίες κ.α.	Νυκτόβιες, πολυφάγες πεταλούδες. Μπορούν να σκεπάσουν τα προϊόντα με μετάξινα νήματα. Διαχειμάζουν ως προνύμφες.
5. <i>Pyralis (Asopia) farinalis</i> (Pyralidae) Σκουλήκι των αλεύρων.	Άνοιγμα πτερύγων άνω των 25mm, χρώματος ανοικτού καστανού.	Άλευρα και σπόρους σιτηρών, διάφορα ξηρά φυτικά υλικά και αλλοιωμένα προϊόντα.	Υπάρχουν μετάξινα νήματα που εκκρίνουν οι προνύμφες στα τρόφιμα.
6. <i>Corcyra cephalonica</i> (Pyralidae) Σκουλήκι του ρυζιού (διεθνώς)	Άνοιγμα πτερύγων 22mm, χρώματος ανοιχτοκάστανου.	Μαύρη κορινθιακή σταφίδα και σουλτανίνα, σπόρους άλευρα ρυζιού, σίτου και αραβόσιτου.	Διαχειμάζει ως προνύμφη. Κατασκευάζει τροφικά καταφύγια με μετάξινα νήματα.
7. <i>Tinea granella</i> (Tineidae) Τίνεα των σπόρων.	Άνοιγμα πτερύγων 15mm, χρώματος αργυρόλευκου.	Σπόρους σιτηρών, ψυχανθών, άλευρα, ξηρές οπώρες, ξηρούς καρπούς, τρόφιμα και ζωοτροφές.	Καλύπτει την επιφάνεια των σωρών των σπόρων με ιστούς μετάξινων νημάτων επιφέροντας δυσάρεστη οσμή και γεύση.
8. <i>Sitotroga cerealella</i> (Gelechiidae) Σιτοτρώγα.	Άνοιγμα πτερύγων 16mm, στενές και μυτερές στα άκρα με κροσσούς.	Σπόρους των καλλιεργούμενων σιτηρών και μερικών αυτοφυών αγροσταδών.	Νυκτόβιες πεταλούδες. Οι προνύμφες τρέφονται με το εσωτερικό των σπόρων.

Πηγή : Έντομα Αποθηκών Μεγάλων Καλλιεργειών και Λαχανικών, Σταμόπουλος, 1995
ΖΩΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ, Μπουχέλος, 1996

Πίνακας 1.2. Βιοοικολογικά στοιχεία των σημαντικότερων Κολεοπτέρων που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα.

ΕΙΔΟΣ ΕΝΤΟΜΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΣΒΑΛΛΟΥΝ ΣΥΝΗΘΩΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1. <i>Sitophilus granarius</i> ή <i>Calandra granaria</i> (Curculionidae) Ψείρα του σταριού, καλάντρα του σταριού.	Σώμα μήκους 3-5mm, χρώματος βαθυκάστανου μέχρι μαύρου. Πρόνωτο με κοιλώματα και έλυτρα με αυλακώσεις. Δεν πετά.	Ξηρούς σπόρους δημητριακών (σιτάρι, ρύζι, βρώμη, κριθάρι, σόργο, σίκαλη, αραβόσιτο. Σπάνια όσπρια (ρεβύθια).	4-5 γενεές το χρόνο. Εάν οι σπόροι είναι υγροί συντελούν στο "άναμά" τους και στην εμφάνιση δευτερογενών προσβολών (μούχλες, ακάρεα). Τα τέλεια μπορούν να ζήσουν 2-3 εβδ. χωρίς τροφή.
2. <i>Sitophilus oryzae</i> ή <i>Calandra oryzae</i> (Curculionidae) Σκαθάρι του ρυζιού.	Σώμα μήκους 2,5-4,5mm, χρώματος καστανού με 2 υπέρυθρες κηλίδες σε κάθε έλυτρο. Έχει μεμβρανώδεις πτέρυγες και πετά.	Ρύζι και σπόρους δημητριακών. Λιγότερο αλευρώδη προϊόντα, βαμβακόσπορο, όσπρια, ξηρούς καρπούς, ζωοτροφές κ.α.	Αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Προσβάλλει σπόρους από τον αγρό και καταλήγει στις αποθήκες.
3. <i>Tribolium confusum</i> (Tenebrionidae) Σκαθάρι ή ψείρα των αλεύρων.	Σώμα μακρόστενο, μήκους 4-4,5mm, χρώματος ερυθροκάστανου γυαλιστερού.	Όλα τα είδη σπόρων (σιτηρά, όσπρια), άλευρα, πίτυρα, ελαιώδεις σπόρους και πλακούντες (ζωοτροφές), μπαχαρικά και μεγάλη ποικιλία ξηρών φυτικών υλών (ρίζες, φρούτα, καρπούς).	Μέχρι 5 γενεές το χρόνο. Διαχειμάζει ως τέλειο. Ο σημαντικότερος εχθρός των αποθηκευμένων προϊόντων.
4. <i>Tribolium castaneum</i> (Tenebrionidae) Σκούρο σκαθάρι των αλεύρων.	Μοιάζει με το <i>Tribolium confusum</i> .	Αποθηκευμένους σπόρους, προϊόντα και βαμβακόσπορο.	Απαντάται συχνά σε ανυψωτήρες με τους οποίους μεταφέρονται σπόροι.
5. <i>Tenebrio molitor</i> (Tenebrionidae) Μεγάλο σκαθάρι των αλεύρων.	Σώμα μήκους 15-20mm, χρώματος καστανόμαυρου, ελαφρά γυαλιστερό. Έλυτρα με 5 κατά μήκος γραμμώσεις.	Σπόροι (φύτρο), άλευρα, πίτυρα, ρύζι, σιτηρά, καρυδόφυλλα, φρούτα, νεκρά έντομα και άλλες ζωϊκές και φυτικές ύλες.	Το τέλειο γεννά τα ωά του μέσα στο αλεύρι, όπου αναπτύσσονται οι προνύμφες, ενώ η νύμφωση γίνεται στα επιφανειακά στρώματα.
6. <i>Tenebroides mauritanicus</i> (Ostomidae) Σκαθάρι των σπόρων.	Σώμα μήκους 8-11mm, χρώματος καστανόμαυρου μέχρι μαύρου. Η βάση του προθώρακα χωρίζεται ευκρινώς από αυτή των ελύτρων.	Σπόρους σιτηρών ήδη προσβεβλημένους από <i>Sitophilus</i> ή <i>Sitotroga</i> , άλευρα, πίτυρα, παξιμάδια, βαμβακόσπορο κ.α. Το τέλειο τρέφεται από άλλα έντομα αποθηκών.	Έντομο μακρόβιο. Η προνύμφη του είναι πολύ ανθεκτική στο ψύχος.
7. <i>Carophilus hemipterus</i> (Nitidulidae) Σκαθάρι των ξηρών φρούτων.	Σώμα μήκους 2-4mm, έλυτρα σκούρα καστανά που καλύπτουν τα κοιλιακά τμήματα.	Σύκα, αποξηραμένα βερικόκα, χουρμάδες, σταφίδες, μπανάνες, ξηρούς καρπούς, άλευρα κ.α.	Συμβάλλει στην ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών και επιταχύνει τη σήψη των καρπών.

Πηγή : Έντομα Αποθηκών Μεγάλων Καλλιεργειών και Λαχανικών, Σταμόπουλος, 1995
ΖΩΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ, Μπουχέλος, 1996

Πίνακας 1.2. Συνέχεια

ΕΙΔΟΣ ΕΝΤΟΜΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΣΒΑΛΛΟΥΝ ΣΥΝΗΘΩΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
8. <i>Oryzaephilus Surinamensis</i> (Cucujidae) Οδοντωτό σκαθάρι των σπόρων.	Σώμα λεπτό, πεπλατυσμένο και ευκίνητο μήκους 3mm. Θώρακας με 2 κατά μήκος αυλακώσεις και 6 οδοντοειδείς προεξοχές σε κάθε πλευρά.	Σπόροι σιτηρών, είδη διατροφής (ψωμί, ζυμαρικά, μπισκότα, σοκολάτες, ξηροί καρποί), ελαιούχοι σπόροι, ξηρά όσπρια, κακάο, καφέ, αποξηραμένα φυτά, πάντοτε με άλλα επιζήμια έντομα.	2-3 γενεές το χρόνο, αλλά σε θερμές αποθήκες φτάνει τις 6-8. Είναι μακρόβιο και τρέφεται με προϊόντα πλούσια σε λιπαρές ουσίες συνήθως υπολείμματα διατροφής των προνυμφών.
9. <i>Laemophloeus (Cryptolestes) ferrugineus</i> (Cucujidae) Σιταρόψειρα.	Μικρού μεγέθους μέχρι 2mm, πεπλατυσμένο, καστανοκίτρινο γυαλιστερό με κεραίες ίσες.	Σπόρους σιτηρών κυρίως φλοιούς, υπολείμματα ή φύτρα σπόρων.	2-3 γενεές το έτος. Ευνοείται από υψηλή σχετική υγρασία. Αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες. Σε αποθήκες υπερέχει σε πληθυσμό, ενώ σε αλευρόμυλους το συγγενές <i>L. turcicus</i>
10. <i>Rhyssopertha dominica</i> (Bostrychidae) Σκαθάρι του ρυζιού.	Σώμα μήκους 2,5-3mm, χρώματος καστανού. Η κεφαλή δε φαίνεται, ο θώρακας φέρει εξογκώματα και τα έλυτρα γραμμές με μικρά κοιλώματα.	Το πολυπληθέστερο έντομο αποθηκών σε ρύζι και σιτάρι. Προσβάλλει επίσης κριθάρι, καλαμπόκι, μπισκότα και άλλα προϊόντα αλεύρου.	Διαχειμάζει σε όλα τα στάδια. Έχει 4-6 γενεές το χρόνο και η νύμφωση γίνεται στο εσωτερικό των σπόρων.
11. <i>Lasioderma serricorne</i> (Anobiidae) Σκαθάρι (ψείρα) του ξηρού καπνού.	Σώμα μήκους 2-3mm, σχήματος ωοειδούς, χρώματος υποκάστανου. Έλυτρα με ξανθό χνούδι.	Τεράστια ποικιλία τροφικών προτιμήσεων όπως καπνός και προϊόντα καπνού, κακάο, ξερά φυτικής προέλευσης προϊόντα, καρυδόψυχα και άλλα.	Διαχειμάζει ως προνύμφη η οποία κατατρώγει τον καπνό στο βάθος των δεμάτων. Μπορεί να τρέφεται και το ακμαίο.
12. <i>Acanthoscelides obtectus</i> (Bruchidae) Βρούχος των φασολιών.	Σώμα μήκους 3-4mm, σχήματος ωοειδούς, χρώματος καστανόμαυρου με φαιό χνούδι. Κεραίες πριονωτές. Προθώρακας κωνικός.	Φασόλια όλων των ποικιλιών, αλλά και σόγια.	Πρωτογενής προσβολή στους πολύ ώριμους λαβούς στον αγρό. Μεταναστεύουν από την αποθήκη, τη θερμή περίοδο πάλι στον αγρό.
13. <i>Anthrenus museorum</i> και <i>A. verbasci</i> (Dermestidae) Σκαθάρια των Μουσείων.	Σώμα μήκους 2-4mm, κυρτό. Τα πόδια αναπτύσσονται στην κοιλιακή επιφάνεια και τα ρόπαλα των κεραίων στο στέρνο του προθώρακα.	Συνήθως ζωικές ύλες, νεκρά έντομα και ζώα σε συλλογές και μουσεία, σε μάλλινα, τάπητες, βαμβακερά, δέρμα και γουναρικά.	Έντομα κατοικημένων χώρων. Η ανάπτυξη των προνυμφών μπορεί να διαρκέσει 2-3 χρόνια στα είδη που προσβάλλουν.
14. <i>Trogoderma granarium</i> (Dermestidae) Τρωγόδερμα των σπόρων.	Σώμα μήκους 2-3mm, σχήματος ωοειδούς, χρώματος ανοικτοκάστανου. Έλυτρα μονόχρωμα.	Αποκλειστικά φυτικές ύλες και αποθηκευμένα σιτηρά. Επίσης ελαιώδεις σπόρους και πλακούντες.	Έντομο καραντίνας. Το ακμαίο δεν τρέφεται. Αναπτύσσεται σε θερμοκρασία 21-44 °C, ενώ η προσβολή δε φαίνεται.

Πηγή : Έντομα Αποθηκών Μεγάλων Καλλιεργειών και Λαχανικών, Σταμόπουλος, 1995
 ΖΩΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ, Μπουχέλας, 1996

1.2 ΤΟ ΜΙΚΡΟΛΕΠΙΔΟΠΤΕΡΟ *Eprhestia (Anagasta) kuehniella* Zeller ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ

1.2.1 Προέλευση - Γεωγραφική εξάπλωση

Το έντομο *Eprhestia (Anagasta) kuehniella* Zeller κοινά γνωστό διεθνώς ως “ο Μεσογειακός σκώρος ή σκουλήκι των αλεύρων” ή “Πυραλίδα ή Εφέστια των αλεύρων” (Mediterranean flour moth), αποτελεί από παλιά ένα σοβαρό κοσμοπολίτικο επιβλαβές έντομο αποθηκευμένων σιτηρών και κυρίως των αλεύρων. Όταν ο Zeller πρώτος περιέγραψε αυτό το είδος το 1879, ήταν ήδη ένα πρόβλημα στη Γερμανία και μέσα στα επόμενα χρόνια αναφερόταν σε πολλά μέρη της Ευρώπης (Richards J. Cotton, 1954).

Η εισαγωγή του αλευρόμυλου κατά τη διάρκεια του τελευταίου τετάρτου του 19^{ου} αιώνα, σύντομα ανέβασε τη θέση του *E. kuehniella* σε αυτή του μέγιστου επιβλαβούς εντόμου, που στα 1930 μαζί με το μικρολεπιδόπτερο *Plodia interpunctella* αποτελούσαν τα έντομα-εχθρούς με τις καταστροφικές προσβολές σε αποθηκευμένα τρόφιμα και προϊόντα στις Η.Π.Α. Από το 1980, το είδος αυτό ήταν διαδεδομένο και σε Β. Αμερική και Βρετανία, ενώ σύντομα εμφανίστηκε και στην Αυστραλία. Αν και σπάνια συναντάται στην Άπω Ανατολή, τα τελευταία χρόνια αναφέρεται και στους γιαπωνέζικους αλευρόμυλους, ενώ εντοπίζεται σε όλα τα υπόλοιπα μέρη του κόσμου.

Το “Μεσογειακό σκουλήκι των αλεύρων” είναι ευρύτατα διαδεδομένο σ’ όλες τις εύκρατες χώρες, όπως και στην Ελλάδα, προκαλώντας κατά καιρούς σημαντικές ζημιές στα άλευρα των αποθηκών και στους αλευρόμυλους. Πρόκειται για ένα έντομο που αναπτύσσεται ιδιαίτερα εύκολα στις ευνοϊκές γι’ αυτό συνθήκες θερμοκρασίας. Στην Β. Ευρώπη συναντώνται ακμαία από αρχές Απριλίου έως τέλη Οκτωβρίου, ενώ στη χώρα μας μπορεί να βρεθεί συνεχώς όλο το χρόνο στα ζεστά σημεία των κτιρίων, αλλά σε μη θερμαινόμενους, χώρους δεν επιζεί το χειμώνα. Γενικότερα όμως, η ευρεία γεωγραφική εξάπλωση, αποτελεί χαρακτηριστικό των περισσότερων εντόμων-εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων (Μπουχέλος, 1996).

1.2.2 Συστηματική κατάταξη

Το έντομο *E. kuehniella* Zell. ανήκει στην οικογένεια Pyrali(di)dae, της υπεροικογένειας Pyralidoidea, της σειράς Heterocera, της υποτάξεως Heteroneura, της τάξεως των Λεπιδοπτέρων (Lepidoptera). Το γένος *Eprhestia*, περιλαμβάνει άλλα πέντε είδη, τα :

(*Cadra*) *E. cautella*, *E. elutella*, *E. carulitella* και *E. figuliella* όλα επιβλαβή για τα αποθηκευμένα προϊόντα.

1.2.3 Μορφολογία

1.2.3.1 Ακμαίο

Το ακμαίο (Εικόνα 1), έχει σώμα μήκους 10-14 mm και άνοιγμα πτερύγων 20-25 mm. Το σώμα του είναι χρώματος τεφρού, ενώ οι πρόσθιες πτέρυγές του είναι κυανότεφρες, τεφρές ή υπότεφρες με διάσπαρτα πολλά μικρά μαύρα στίγματα. Σε ορισμένες φυλές του εντόμου αυτού, υπάρχουν στις πρόσθιες πτέρυγες τρεις ευδιάκριτες μαύρες ή σχεδόν μαύρες εγκάρσιες κυματοειδείς ή τεθλασμένες γραμμές και μία ή δύο σειρές σκοτεινών κηλίδων κατά μήκος της εξωτερικής παρυφής των πτερύγων αυτών. Οι οπίσθιες πτέρυγες είναι ομοιόμορφα υπόλευκες ή ανοιχτότεφρες με τα νεύρα και την περιφέρεια καστανά.

Σε κατάσταση ηρεμίας (Εικόνα 2), οι πτέρυγες διπλώνονται πλησίον η μία της άλλης, σε σχήμα σκεπής και οι νηματοειδείς κεραίες του κείτονται επίπεδες πάνω στις πρόσθιες πτέρυγες μέχρι το μέσο αυτών. Η μυζητική προβοσκίδα είναι αρκετά ανεπτυγμένη, ενώ οι χειλικές προσακτιρίδες είναι ογκώδεις κι ευδιάκριτες. Τα μάτια του ενήλικου είναι μαύρα και προεξέχουν.

Τα αρρενα τέλεια έντομα διακρίνονται από τα θήλεα σχετικά εύκολα, γιατί το υπογάστριό τους είναι λίγο πιο στενό. Διαφέρουν, επίσης, και στις βαλβίδες του γεννητικού οπλισμού. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του θήλεος εντόμου είναι η στάση που εμφανίζει κατά την αναζήτηση του αρρενος για σύζευξη, όπου ανασηκώνει το υπογάστριο ανάμεσα από τις πτέρυγες κι αφήνει να βγει ο ωοθέτης.

1.2.3.2 Αυγό (ωό)

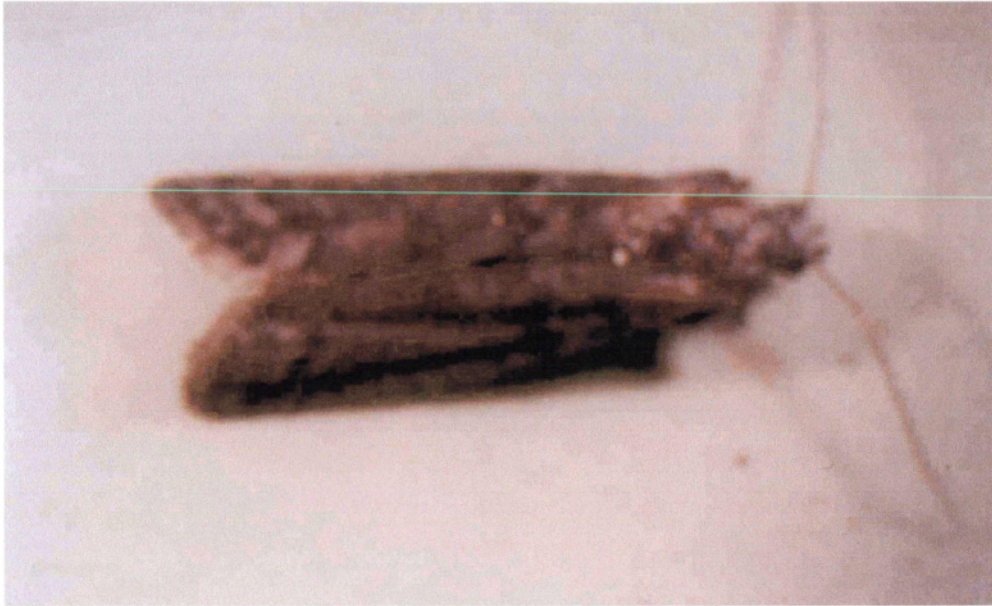
Το αυγό (Εικόνα 3), έχει σχήμα ελλειψοειδές, με οξύτερο τον ένα πόλο και χρώμα λευκό, το οποίο γίνεται κίτρινο πριν την εκκόλαψη. Η επιφάνειά του είναι κάπως αδρή.

1.2.3.3 Προνύμφη - Νύμφη

Η νεαρή προνύμφη (κάμπη) είναι υπόλευκη (Εικόνα 4), υπορόδινη (Εικόνα 5), ή υποπράσινη (ανάλογα με την τροφή που καταναλώνει) με την κεφαλή και την προθωρακική πλάκα καστανές και το ουραίο κοιλιακό τμήμα χιτινισμένο. Κάθε κοιλιακό τμήμα φέρει

αρκετά τριχοφόρα φυμάτια. Το σώμα της είναι επίμηκες και κυλινδρικό και στην πλήρη ανάπτυξή της φτάνει μέχρι μήκους 15-20 mm.

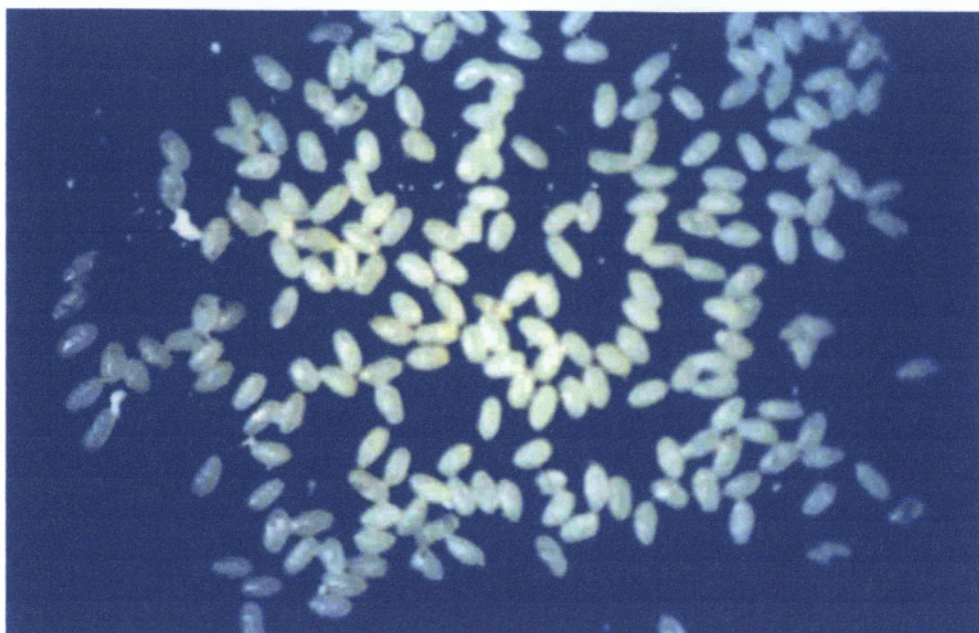
Η ώριμη νόμφη (πλαγγόνα), (Εικόνα 6), έχει μήκος 9 mm χρώμα καφέ και σχήμα ατρακτοειδές. Η πλαγγόνα (pupa) ή χρυσαλίδα, αποτελεί το στάδιο ακινησίας και βρίσκεται εγκλεισμένη στο μετάξινο κουκούλι (βομβύκιο) που υφαίνει η προνόμφη ανάμεσα στα προσβεβλημένα προϊόντα, στα υλικά συσκευασίας ή σε προφυλαγμένες θέσεις στην αποθήκη. Απ' αυτήν εξέρχεται το τέλειο.



Εικόνα 1. Ακμαίο του *Ephestia (Anagasta) kuehniella*



Εικόνα 2. Ακμαία του *E. kuehniella* σε κατάσταση ηρεμίας



Εικόνα 3. Αυγά (Ωά) του *E. kuehniella*



Εικόνα 4. Προνύμφη του *E. kuehniella* χρώματος υπόλευκου



Εικόνα 5. Προνύμφες του *E. kuehniella* χρώματος υπορόδινου



Εικόνα 6. Ωριμη νύμφη (πλαγγόνα) του *E. kuehniella*

1.2.4 Βιοοικολογία - Ζημιές

1.2.4.1 Βιολογικός κύκλος - Διάρκεια κάθε σταδίου

Το μικρολεπιδόπτερο *E. kuehniella* διαχειμάζει ως ανεπτυγμένη προνύμφη. Τα ενήλικα της γενεάς που διαχείμασε εμφανίζονται την Άνοιξη και ωοτοκούν στα κατάλληλα για τις προνύμφες υλικά. Την ημέρα τα τέλεια αδρανούν, συνήθως στα τοιχώματα, την οροφή, ή στους στύλους, ή ακόμα σε κατάλληλες θέσεις του προσβεβλημένου αλευριού ή άλλου προϊόντος. Είναι δραστήρια τη νύχτα, όπου ύστερα από σύζευξη που διαρκεί πολλές ώρες και είναι δυνατόν να επαναληφθεί πολλές φορές από τα αρσενικά ακμαία, τα θηλυκά γεννούν 200-300 ωά το καθένα, μεμονωμένα ή σε ομάδες των 10-30 αυγών, κατά προτίμηση πάνω στους σωρούς των αλεύρων ή στα υπολείμματα των αλεύρων που παραμένουν στα μηχανικά εξαρτήματα των αλευρόμυλων ή και σε άλλα προϊόντα.

Η περίοδος της ωοτοκίας κυμαίνεται από 1 έως 8 ημέρες, ενώ η πλειονότητα των ωών εναποτίθεται κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων ημερών μετά τη σύζευξη. Ο αριθμός των ωών ανά θήλυ, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι η θερμοκρασία της εκτροφής, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος κατά την ωοτοκία, όπου στις υψηλές θερμοκρασίες, αν και το τέλειο έντομο επιβιώνει κανονικά, η ωοτοκία σταματά, καθώς και η διατροφή του θήλεος κατά τη διάρκεια των προνυμφικών σταδίων. Έτσι, η γονιμότητα ελαττώνεται κατά πολύ όταν οι προνύμφες τρέφονται μόνο με άσπρο αλεύρι που έχει κοσκινιστεί εντατικά, ενώ η βιωσιμότητα των διασωθέντων ωών παραμένει άθικτη (Chauvin, 1956). Υπάρχουν βέβαια κι άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την ωοτοκία όπως το φως και η δομή του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο τα θήλεα εναποθέτουν τα ωά τους.

Η επώαση των αυγών διαρκεί 4-5 ημέρες σε θερμοκρασία 25 °C, αλλά ποικίλει ανάλογα με τις συνθήκες από 3 έως 37 ημέρες (Ozer, 1953). Η θερμοκρασία, αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα για την εκκόλαψη και κατά τον Πελεκάση (1986), όπου σε ευνοϊκές συνθήκες οι νεαρές κάμπιες εμφανίζονται και ύστερα από 3 έως 6 ημέρες.

Οι νεαρές προνύμφες που εκκολάπτονται από τα ωά αναζητούν την τροφή τους. Μέσα σε λίγες ώρες, εξαπλώνονται στο θρεπτικό υπόστρωμα κι αρχίζουν να τρέφονται με τις θρεπτικές ουσίες και να ορύσσουν στοές μέσα σ' αυτές. Ταυτόχρονα, υφαίνουν με μετάξινα νημάτια που εκκρίνουν, μικρούς κολεούς (θήκες) μέσα στους οποίους παραμένουν και συνεχίζουν να τρέφονται. Μετά από κάθε έκδυση υφαίνουν και νέες φωλιές-καταφύγια. Η ύπαρξη άφθονων νημάτων είναι κατά κανόνα ένδειξη δραστηριότητας προνυμφών της Τάξεως Λεπιδόπτερα.

Η αδηφαγία των προνυμφών αυξάνεται με τη θερμοκρασία, ενώ κατά την ψυχρή περίοδο μπορούν να μείνουν νηστικές για πολύ καιρό. Η προνυμφική περίοδος ποικίλλει σε διάρκεια, ανάλογα με τις συνθήκες της αποθήκης και τα εδώδιμα είδη που φιλοξενεί. Έτσι, η νεαρή κάμπη συμπληρώνει την ανάπτυξή της σε διάστημα 6-7 εβδομάδων μέχρι 4 μηνών.

Ο αριθμός των προνυμφικών σταδίων ποικίλλει αρκετά. Για μερικούς συγγραφείς υπάρχουν 4 προνυμφικά στάδια, ενώ σύμφωνα με τον Ozer (1953), ο αριθμός τους είναι δυνατόν να φτάσει και τα 10 στάδια. Κατά τον Yamvriias (1962), αναφέρεται ότι απαριθμήθηκαν μέχρι 9 προνυμφικά στάδια και μερικές φορές και 10 στις εκτροφές που είχε το *E. kuehniella*. Τα διάφορα αυτά στάδια ξεχωρίζουν μεταξύ τους από τις διαστάσεις των κεφαλικών καψών.

Οι περισσότερες προνύμφες, καθώς ωριμάζουν, είτε παραμένουν μέσα ή στην επιφάνεια των προσβεβλημένων προϊόντων και νυμφώνονται στα βομβύκια που κατασκευάζουν, είτε εγκαταλείπουν το θρεπτικό μέσο κι αναζητούν κατάλληλο μέρος (κάποιο προστατευμένο σημείο της αποθήκης, κατά προτίμηση σκοτεινό) για να προσκολληθούν και να φτιάξουν, ανάλογα με τις συνθήκες στις οποίες αναπτύσσεται η δραστηριότητά τους, χαλαρό ή πυκνό κουκούλι, όπως φαίνεται στην Εικόνα 7. Μερικές φορές η νύμφη μένει γυμνή χωρίς καταφύγιο. Η πλαγγόνα (pupa) αρχικά είναι κίτρινη και σιγά-σιγά γίνεται καφέ, έως σκούρα καφέ πριν την έξοδο του ακμαίου. Η νυμφική περίοδος διαρκεί 10 έως 15 ημέρες και στο τέλος αυτής εμφανίζεται το τέλειο.

Η διάρκεια ζωής των ακμαίων εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την υγρασία, την επανάληψη της σύζευξης και την κινητικότητα (Ozer, 1953). Ζουν μία ή δυο εβδομάδες σε κανονικές συνθήκες εργαστηρίου, αλλά μπορούν να ξεπεράσουν τον ένα μήνα υπό ορισμένες συνθήκες.

1.2.4.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την διάρκεια του βιολογικού κύκλου

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου και το ρυθμό αναπαραγωγής της Πυραλίδας των αλεύρων είναι οι συνθήκες του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο ζουν οι προνύμφες και το είδος της τροφής που επιδρά πάνω στη φυσιολογία της προνύμφης και προφανώς όλων των σταδίων του εντόμου.

Σύμφωνα με πειραματικές και βιβλιογραφικές παρατηρήσεις (Τζανακάκης, 1980) σε 32°C ο βιολογικός κύκλος του “μεσογειακού σκώρου των αλεύρων” συμπληρώνεται σε 1-2 μήνες και σε (26-28)°C σε 3-4 μήνες. Η εξέλιξη του εντόμου και η διαδοχή γενεών

συνεχίζεται, όταν οι συνθήκες του περιβάλλοντος δεν προκαλέσουν διάπαυση και η θερμοκρασία επιτρέπει τη βρώση και την ανάπτυξη του εντόμου.

Η τροφή του *E. kuehniella* πρέπει να περιέχει ουσίες που η παρουσία τους σε πολύ μικρές ποσότητες είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση της καλύτερης δυνατής προνυμφικής και νυμφικής αύξησης και τη δυνατότητα κανονικού σχηματισμού του ακμαίου. Όπως έχουν αποδείξει οι Frankel and Blewett (1946), η μαγιά είναι αυτή που εξασφαλίζει αυτά τα αποτελέσματα. Επιπλέον, έχουν επισημάνει ότι σημαντικοί παράγοντες για την αύξηση του εντόμου είναι το φολικό οξύ, η κρυσταλλική βιταμίνη Β και το συνθετικό φολικό οξύ. Το λινολεϊκό οξύ είναι απαραίτητο για το σωστό σχηματισμό των φτερών, ενώ η βιταμίνη Ε, σαν αντιοξειδωτικός παράγοντας, συμμετέχει στην ταχεία αύξηση. Τα λινολεϊκά και αραχιδονικά οξέα ευνοούν εξίσου αποτελεσματικά την ανάπτυξη των προνυμφών. Σε μία εκτροφή με άσπρο αλεύρι με μικρή ποσότητα μαγιάς (2%), η διάρκεια εξέλιξης από ωό σε ακμαίο ήταν 40 ημέρες (Yamvriasis, 1962).

Κατά τον Busnel (1937), η διάρκεια του βιολογικού κύκλου σε μια μέση θερμοκρασία 18°C είναι 72 μέρες, όταν οι προνύμφες τράφηκαν σε σιτάλευρο, 73 μέρες, όταν τράφηκαν σε αλεύρι αραβοσίτου και 74 ημέρες όταν τράφηκαν σε αλεύρι σίκαλης. Σύμφωνα και με τον Σταμόπουλο (1995), από παρατηρήσεις που έκανε ο Candura (από Balachowsky, 1972) βρέθηκε ότι σε θερμοκρασία 26-28°C ο βιολογικός κύκλος του εντόμου συμπληρώνεται σε 83 ημέρες σε καλαμποκάλευρο, σε 123 ημέρες σε άλευρο κριθαριού και 217 ημέρες σε ρυζάλευρο. Τέλος, όταν οι προνύμφες είναι υποσιτισμένες, η διάρκεια των προνυμφικών σταδίων παρατείνεται πολλούς μήνες μέχρι και 5 (Yamvriasis, 1962).

Η θερμοκρασία φαίνεται πως επηρεάζει αρκετά και την εμβρυακή θνησιμότητα που παρατηρείται στο βιολογικό κύκλο της εφέστιας των αλεύρων. Κατά τη διάρκεια μιας εκτροφής από ωό έως το τέλειο, σε θερμοκρασία 27°C η θνησιμότητα ήταν 29%, ενώ για τις προνύμφες και τις νύμφες στην ίδια θερμοκρασία, από 13 εκτροφές με 100 άτομα η κάθε μία, παρατηρήθηκε θνησιμότητα μόνο 15%. Ανάλογα αποτελέσματα προέκυψαν κι από άλλη σχετική μελέτη (Yamvriasis, 1962).

1.2.4.3 Γενεές κατά τη διάρκεια του έτους - Προσβολές, τύποι ζημιών και συμπτώματα

Το μικρολεπιδόπτερο *E. kuehniella* έχει περισσότερες από μία γενεές το έτος. Ο αριθμός τους εξαρτάται από το είδος της τροφής και κυρίως τις κλιματικές συνθήκες της

περιοχής. Έτσι, σε θερμούς χώρους έχει μέχρι 5 γενεές το χρόνο, ενώ σε πιο ψυχρούς αποθηκευτικούς χώρους μπορεί να συμπληρώσει 2, 3 ή 4 γενεές κατ' έτος.

Το *E. kuehniella* είναι δύσκολος και καταστροφικός εχθρός πολυάριθμων ειδών τροφίμων, κυρίως όμως των αλεύρων των σιτηρών. Επιπλέον, προσβάλλει φυτικά προϊόντα πλούσια σε άμυλο όπως πίτυρα, μπισκότα, κατεργασμένους σπόρους σιτηρών και αραβοσίτου, ενώ προκαλεί σοβαρές ζημιές στη γύρη στις κυψέλες των μελισσών, στα όσπρια, στους ξηρούς καρπούς, τα κάστανα, το σουσάμι, τα ζυμαρικά, τη σοκολάτα, καθώς και σε σπόρους ρυζιού και κριθαριού.

Η ζημιά είναι έντονη, όπως φαίνεται στην Εικόνα 8, εξαιτίας των μετάξινων νηματίων που υφαίνουν οι προνύμφες, κατασκευάζοντας τροφικά καταφύγια. Οι μετάξινοι ιστοί τους αφθονούν στα επιφανειακά στρώματα των αποθηκευμένων αλεύρων και μαζί με τα ακάθαρτα εκκρίματα που αφήνουν στο πέρασμά τους, ρυπαίνουν και υποβαθμίζουν την ποιότητά τους. Έτσι, όταν οι προνύμφες είναι πολυάριθμες, οι τροφές καταστρέφονται, μεταβαλλόμενες σε άμορφους σωρούς υπολειμμάτων (βομβυκίων, εκδυμάτων), περιττωμάτων και αραχνοειδών υφών (Εικόνα 9). Τα προϊόντα δεν αργούν να μουχλιάσουν και να προσδίδουν δυσάρεστες οσμές, καθώς στα άλευρα κυρίως, προκαλούνται ζυμώσεις. Είναι εχθρός αποξηραμένων οπωρών και λαχανικών, αποξηραμένων μανιταριών και φαρμακευτικών φυτών. Εκτός από την ποσότητα του προϊόντος που καταναλίσκουν οι προνύμφες του *E. kuehniella*, στη ζημιά που προκαλούν πρέπει να προστεθεί και το γεγονός ότι φράσσουν τα κόσκινα και τα υπόλοιπα μηχανήματα των αλευροβιομηχανιών με τα μετάξινα νηματία, παρεμποδίζοντας έτσι την λειτουργία των εργασιών της αλευροποιίας.

1.2.4.4 Φυσικοί ανταγωνιστές

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται ορισμένοι φυσικοί ανταγωνιστές του *E. kuehniella*, οι οποίοι είναι χρήσιμοι όσον αφορά τη μελέτη της βιολογικής του καταπολέμησης.

Το έντομο παρασιτείται συχνά από το *Nemeritis canescens* Grav. της οικογένειας Ichneumonidae της Τάξεως των Υμενοπτέρων, το οποίο γεννά τα ωά του μέσα στο σώμα του *E. kuehniella*. Ένας άλλος φυσικός ανταγωνιστής του είναι και το άκαρι *Pediculoides ventricosus* Newp., το οποίο μυζά τα ωά, τις προνύμφες και τις χρυσαλλίδες. Επιπλέον, έχει ως ανταγωνιστές και το εκτοπαράσιτο *Bracon hebetor* Say της οικογένειας Braconidae της Τάξεως των Υμενοπτέρων που παρουσιάζει αυξημένο ρυθμό φυσικής ανάπτυξης και μπορεί

να ελέγχει πληθυσμούς του εντόμου, παραλύοντας πρώτα όλα τα άτομα του ξενιστή με το δηλητήριο που εκχύει και εν συνεχεία ν' αφήνει πάνω τους τα ωά του.

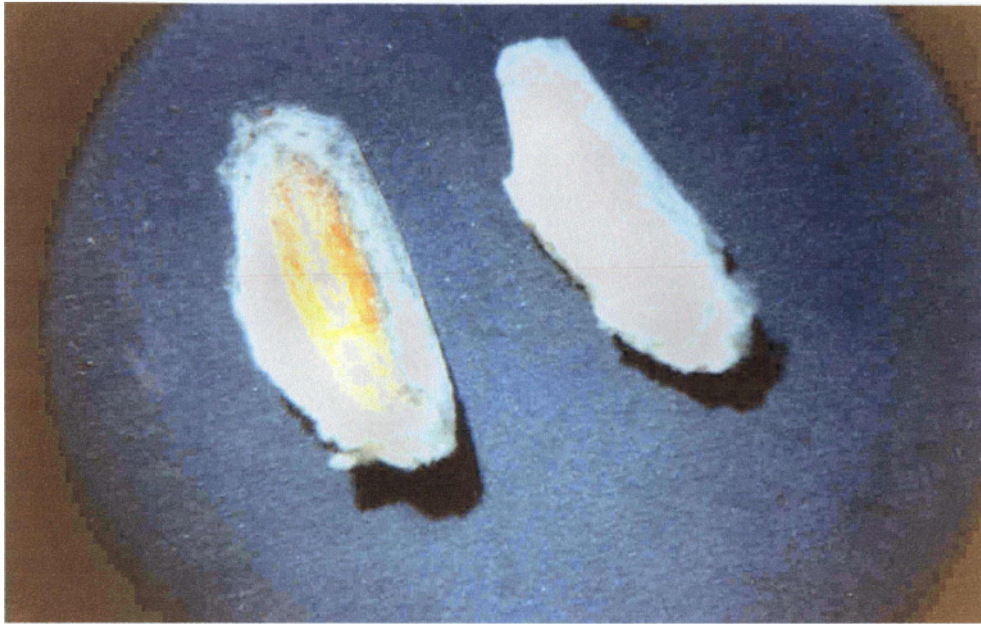
Επίσης, ως ανταγωνιστής αναφέρεται και το άκαρι *Tyroglyphus farinae* του οποίου τα ωά διακρίνονται απ' αυτά του *E. kuehniella* λόγω της λείας τους επιφάνειας και του μικρού τους μεγέθους. Ακμαία του *E. kuehniella* είναι δυνατόν να μεταφέρουν στις πτέρυγές τους νύμφες και ακμαία του ακάρεος αυτού (Υαμνγίας, 1962).

Τέλος, υπάρχει δυνατότητα ελέγχου του εντόμου με εντομοπαθογόνους μικροοργανισμούς και ιούς και κυρίως με το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* Berliner, όπως θα διαπιστωθεί στο δεύτερο μέρος.

1.2.4.5 Καταπολέμηση

Το πρόβλημα σήμερα στις μοντέρνες εγκαταστάσεις των αλευροβιομηχανιών, όπου παίρνονται όλα τα απαραίτητα προληπτικά μέτρα (π.χ. παρεμπόδιση εισόδου του εντόμου), έχει κατά πολύ περιοριστεί, ενώ αντίθετα γίνεται σοβαρό σε εγκαταστάσεις (αποθήκες, σιλό), όταν λαμβάνονται πλημμελή μέτρα καθαριότητας και προστασίας των προϊόντων. Γενικά εφαρμόζονται εντομοκτόνα στα τοιχώματα της αποθήκης και απεντόμωση των προϊόντων ή ολόκληρης της αποθήκης με χημικές ουσίες (ασφυκτικά εντομοκτόνα), ενώ η χρήση υψηλών θερμοκρασιών είναι δυνατή μόνο σε σύγχρονες εγκαταστάσεις κατάλληλα εφοδιασμένες με τέτοιου είδους εξοπλισμό.

Η αντιμετώπιση των προσβολών του *E. kuehniella* είναι γενικά δύσκολη, επειδή τα προϊόντα που ζημιώνει είναι εδώδιμα και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν τοξικά φάρμακα. Γι' αυτό έχουν γίνει εκτεταμένες μελέτες για να βρεθούν ακίνδυνες μέθοδοι αντιμετώπισης.



Εικόνα 7. Πλαγγόνες του *E. kuehniella* εγκλεισμένες σε
αραιό (αριστερά) και πυκνό (δεξιά) μετάξινο κουκούλι (βομβύκιο)



Εικόνα 8. Χαρακτηριστική προσβολή σε σιμιγδάλι από τις προνύμφες του
εντόμου



Εικόνα 9. Προσβολή ποσότητας σιμιγδαλιού από τις
προνύμφες του *Ephestia (Anagasta) kuehniella*.
Διακρίνονται υπολείμματα (βομβυκίων, εκδυμάτων),
περιττώματα και αραχνοειδείς υφές

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΙΟΙ ΩΣ ΜΕΣΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΕΝΤΟΜΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ

ΓΕΝΙΚΑ

Η Βιολογική Φυτοπροστασία ή Βιολογική καταπολέμηση αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους συντελεστές της ολοκληρωμένης ή συνδυασμένης καταπολέμησης με την ελάχιστη δυνατή επιβάρυνση των προϊόντων και του περιβάλλοντος. Με τον όρο “βιολογική καταπολέμηση” εννοούμε την άμεση ή έμμεση χρησιμοποίηση βιολογικών παραγόντων από τον άνθρωπο, για την πρόληψη, τη μείωση ή τη θεραπεία ζημιών που προξενήθηκαν στην παραγωγή του ή στα υπάρχοντά του από ζώντες οργανισμούς.

Οι βιολογικές μέθοδοι προστασίας των καλλιεργειών, στις οποίες συμμετέχουν τα βιολογικά εντομοκτόνα, παρουσιάζουν μεγάλη εξειδίκευση, δεν έχουν καμμία υπολειμματική δράση και δρουν με πολλούς τρόπους. Εξάλλου, πολλά από τα βιολογικά μέσα μετά την πρώτη εφαρμογή τους υπεισέρχονται αυτόματα στο φυτικό περιβάλλον. Οι μέθοδοι αυτές είναι πολλές και άλλες αναφέρονται στη χρησιμοποίηση ωφέλιμων εντόμων ή ακάρεων που έχουν την ικανότητα να παρασιτούν ή να τρώγουν τα επιβλαβή έντομα ή ακάρεα, ενώ άλλες αναφέρονται στη χρησιμοποίηση παθογόνων μικροοργανισμών και ιών που προκαλούν ασθένειες στα έντομα.

Η ιστορία της μελέτης των εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών και ιών ξεκινά από πολύ παλιά. Η πρώτη αναφορά έγινε από τον Αριστοτέλη που παρατήρησε ότι οι μέλισσες υπέφεραν από ασθένειες, ενώ αξιόλογες εργασίες για τις ασθένειες του μεταξοσκώληκα παρουσιάστηκαν λίγα χρόνια αργότερα. Συγκεκριμένα, για την πειραματική μετάδοση μιας ασθένειας του μεταξοσκώληκα από τη μια προνύμφη στην άλλη, χρησιμοποιήθηκε ο μύκητας *Beauveria bassiana*, ενώ με την παθολογία εντόμων ασχολήθηκαν και άλλοι ερευνητές, απομονώνοντας το *Nosema bombycis*, ένα παθογόνο πρωτόζωο που προκαλούσε την ασθένεια πιπερίτιδα στους μεταξοσκώληκες (Γιαμβριάς, 1991).

Οι αναφορές για την καταπολέμηση των εντόμων με τη χρήση μικροβιακών παρασκευασμάτων συνεχίστηκαν κι από τους Μέταλνικον *et al.* 1928. Η εξάπλωση, όμως, των μικροβιακών σκευασμάτων για τον έλεγχο των εντόμων, επιβλήθηκε στα τέλη της δεκαετίας

του '20, αρχές του '30, όταν παρήχθησαν μεγάλες ποσότητες σπορογόνων βακτηρίων για δοκιμές κατά του *Pyrausta nubilalis*, Hübner (European corn borer) (Heimpel, 1959). Στα 1930 και 1940, το U.S. Department of Agriculture παρήγαγε το *Bacillus popilliae* ως μικροβιακό εντομοκτόνο για την αντιμετώπιση του *Popillia japonica* (Harper, 1987).

Η πρώτη προσπάθεια για την ανάπτυξη ενός παθογόνου μικροοργανισμού για τον έλεγχο εντόμων αποθηκών έγινε από τον Berliner, το 1915, ο οποίος απομόνωσε το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* από το μικρολεπιδόπτερο *Ephestia (Anagasta) kuehniella* Zeller (mediterranean flour moth). Σύμφωνα με τις μελέτες του Berliner και άλλων ερευνητών, η δυνατότητα του μικροοργανισμού αυτού αναγνωρίστηκε στην Ευρώπη και ερευνήθηκε η χρήση του ως μέσο μικροβιακού ελέγχου των εντόμων αποθηκών. Έτσι, από το 1927 μέχρι το 1939, η εμπορική παραγωγή και οι δοκιμές στον αγρό του *B. thuringiensis* εφαρμόζονταν στη Γαλλία (Métalnikov and Métalnikov, 1935) για την αντιμετώπιση του *E. kuehniella* (Zeller). Όμως ο δεύτερος Παγκόσμιος πόλεμος εμπόδισε την ολοκλήρωση των εργασιών αυτών.

Το ενδιαφέρον των ερευνητών για τα θέματα των ασθενειών των εντόμων αποθηκών έγινε εντονότερο μετά τον δεύτερο Παγκόσμιο πόλεμο, όταν από την έρευνα που αναπτύχθηκε, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση των πληθυσμών των εντόμων - εχθρών καλλιεργειών, δασικών δένδρων και αποθηκευμένων προϊόντων από την παθογόνο δράση που έδειχναν ορισμένοι μικροοργανισμοί, ενώ συγχρόνως αυξανόντουσαν τα προβλήματα από τη χρήση των χημικών εντομοκτόνων. Μετά από εκδήλωση επιζωοτιών, η έρευνα στράφηκε, λοιπόν, στους μολυσματικούς οργανισμούς που απομονώθηκαν από πληθυσμούς εντόμων αποθηκών. Αυτοί οι οργανισμοί ανήκουν στα βακτήρια, στους μύκητες, στους ιούς, στα μυκοπλάσματα, στα χλαμύδια, στις ρικέτσιες, στα πρωτόζωα και τους νηματώδεις.

Οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν από τον Jacobs (1951) με τη χρήση του *B. thuringiensis* ως βιοεντομοκτόνου με το όνομα SPOREINE, απέδειξαν το ενδεχόμενο χρήσης του για τον έλεγχο του *E. kuehniella*. Τα πειράματα συνεχίστηκαν και από τους Steinhaus and Bell (1953), οι οποίοι χρησιμοποίησαν μικροοργανισμούς και ιούς για να προσδιορίσουν τη δυνατότητά τους ως μέσα βιολογικού ελέγχου των εντόμων αποθηκών και ν' αποδείξουν την αποτελεσματικότητα αυτών των παθογόνων σε ορισμένα είδη ενδοκύτταρων οργανισμών. Η ανταπόκριση όμως των εντόμων της Τάξεως Κολεόπτερα δεν ήταν ενθαρρυντική, κυρίως με μολύνσεις από τους ιούς, ενώ το βακτήριο *B. thuringiensis* βρέθηκε να είναι αρκετά παθογόνο για ορισμένα είδη Λεπιδοπτέρων.

Οι Steinhaus and Bell (1953) επικέντρωσαν το ενδιαφέρον τους στο γεγονός ότι για τα είδη εντόμων που κατοικούν στο εσωτερικό του σπόρου ή του προϊόντος, ο μικροβιακός έλεγχος θα ήταν πιο δύσκολος, από εκείνο των ειδών που τρέφονται στην επιφάνεια των αποθηκευμένων προϊόντων. Επιπλέον, σημείωσαν ότι η μακροχρόνια προστασία των τροφίμων θα ήταν ιδανική, ενώ μελέτησαν τη δυνατότητα ανθεκτικότητας του *B. thuringiensis* στο έντομο *Sitophilus oryzae* (L) και συνέστησαν περαιτέρω μελέτες για μερικά από τα παθογόνα και κυρίως του *B. thuringiensis*.

Μέχρι το 1960, πολλές μελέτες ήταν περιγραφικές, αλλά παρείχαν σημαντικές πληροφορίες για την επιλογή και ανάπτυξη των εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών και ιών. Από το 1970 οι μελέτες εντατικοποιήθηκαν πάνω στη χρήση των παθογόνων ως μέσα μικροβιακού ελέγχου, είτε ως εργαλεία διαχείρισης των πληθυσμών των εντόμων αποθηκών, είτε ως προστατευτικά μέσα μεγάλης ποικιλίας αποθηκευμένων προϊόντων. Οι Djerassi *et al.*(1974) και οι Aizawa *et al.* (1976) ασχολήθηκαν με τις μεθόδους εφαρμογής των παθογόνων, τα προβλήματα χρήσης τους και δήλωσαν ότι είναι μάλλον απίθανο να αντικαταστήσουν τα χημικά εντομοκτόνα και πιθανότερο να εφαρμοστούν σε συστήματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των εντόμων-εχθρών των αποθηκών.

Σημαντικές έρευνες παρουσιάστηκαν τα μετέπειτα έτη σχετικά με το ενδεχόμενο χρήσης των πρωτόζωων από τους Kellen (1978) and Henry (1981), οι οποίοι ανέφεραν ορισμένες στρατηγικές για την ένταξή τους στην ολοκληρωμένη καταπολέμηση των εντόμων αποθηκών, μελετώντας τα αποτελέσματά τους, συγκρίνοντας την αργή δράση τους σε σχέση με αυτή των βακτηρίων, των ιών και ορισμένων μυκήτων και επισήμαναν τη σημασία τους ως ρυθμιστές ποικίλων εντόμων αποθηκών σε φυσικές συνθήκες. Λίγα χρόνια αργότερα ο Arbogast και ο Hodges, το 1984, ερεύνησαν τη συμβατότητα των πρωτόζωων, του *B. thuringiensis* και ιών του γένους *Baculovirus* με ποικίλους τρόπους απολύμανσης των αποθηκών, κυρίως όμως με τη μέθοδο του καπνισμού.

Μέσα από τη σύγκριση των διαθέσιμων αυτών στοιχείων, καθώς και από άλλες μελέτες (Maramorosch, 1968; Burges *et al.*, 1971; Burges *et al.*, 1977; Burges, 1981; Kurstak, 1982; Tanada and Kaya, 1993), φαίνεται καθαρά η πρόοδος που έχει επιτευχθεί στον τομέα της μικροβιολογίας και παθολογίας των εντόμων αποθηκών με τη δημιουργία εξειδικευμένων κέντρων και με στόχο τη χρησιμοποίηση βιοεντομοκτόνων που περιέχουν μικροοργανισμούς και ιούς ή παράγωγά τους ή μεταβολίτες τους και την ένταξή τους σε συστήματα

ολοκληρωμένης καταπολέμησης των ζωϊκών εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων.

2.1 ΒΑΚΤΗΡΙΑ

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

Οι πρώτες μελέτες πάνω στις μικροβιακές ασθένειες των εντόμων έγιναν από το Metchnikoff (1879) στο Κολεόπτερο *Anisoplia austriaca* το οποίο 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 εντόμων στην Αργεντινή και την Τυνησία.

Μετά από αυτές τις αναφορές, πλήθυναν οι μελέτες για τα εντομοπαθογόνα βακτήρια και παρουσιάστηκαν ορισμένα από τα χαρακτηριστικά τους, όπως η ανθεκτικότητα, η μακροβιότητα, 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 (Burgess, 1964).

2.1.1 Τρόπος δράσης των βακτηρίων

Τα βακτήρια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες :

- α) σε εκείνα που είναι παθογόνα για ορισμένα έντομα και κάτω υπό ορισμένες συνθήκες και
- β) σ' αυτά που είναι υποχρεωτικά παθογόνα.

Στα πρώτα υπάγονται ορισμένα είδη του γένους *Pseudomonas*, που αφού εισέλθουν δια της στοματικής οδού στον εντερικό σωλήνα του εντόμου, διαπερνούν στη 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 να 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.

2.1.2 Είδη βακτηρίων ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης εντόμων αποθηκών

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 για τις εργαστηριακές μελέτες τους. Οι Kumari and Neelgund (1985), διερεύνησαν αρκετές απομονώσεις μέσω του εντόμου *Tribolium castaneum*, ενώ κατά τους Fletcher and Long (1971), το βακτήριο *Bacillus cereus* που απομονώθηκε από τις προνύμφες του εντόμου *Lasioderma serricorne* (Fabricius), αποδεικνύεται ικανό για την αντιμετώπιση του Κολεοπτέρου αυτού.

Τα σημαντικότερα είδη σπορογόνων βακτηρίων που είναι εντομοπαθογόνα και περιέχονται στα χρησιμοποιούμενα, σήμερα, βιολογικά σκευάσματα σε εμπορική κλίμακα είναι το *Bacillus thuringiensis* και πολλοί ορρότυποι αυτού, όπως το *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*, *B. thuringiensis* subsp. *israelensis*, *B. thuringiensis* subsp. *aizawai*, *B. thuringiensis* subsp. *tenebrionis*, το *Bacillus sphaericus* και το *Bacillus popilliae*. Το βακτήριο *Bacillus popilliae* προκαλεί τη “γαλακτώδη” ασθένεια σε μερικές προνύμφες της Οικογένειας Scarabaeidae των Κολεοπτέρων, όπως π.χ. των *Popillia japonica* και *Melolontha melolontha* και δεν καλλιεργείται σε θρεπτικά υλικά, αλλά πολλαπλασιάζεται σε προνύμφες που εκτρέφονται σε εντομοτροφεία και μολύνονται τεχνητά.

Τα τελευταία χρόνια, απομονώθηκε και η ποικιλία *Bacillus thuringiensis* var. *San Diego*, ομοιόζουσα του *B. t.* subsp. *tenebrionis*, που είναι παθογόνος για προνύμφες Κολεοπτέρων της Οικογένειας Chrysomelidae και ειδικότερα χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση του δορυφόρου της πατάτας (*Leptinotarsa decemlineata*) με πολύ καλά αποτελέσματα. Στον Πίνακα 2.1 φαίνονται τα είδη των βακτηρίων, ο δραστικός παράγων που

προκαλεί παθογένεση, οι κατηγορίες εντόμων που εμφανίζουν ευαισθησία, η μέθοδος παραγωγής του βακτηρίου και τα περισσότερα γνωστά εμπορικά σκευάσματα διεθνώς.

Πίνακας 2.1. Είδη βακτηρίων και ορισμένα βασικά στοιχεία τους

ΕΙΔΟΣ ΒΑΚΤΗΡΙΟΥ	ΕΝΕΡΓΟ ΜΕΡΟΣ	ΕΝΤΟΜΑ ΕΥΑΙΣΘΗΤΑ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> πολλοί ορρότυποι	Κρυσταλλική δ-ενδοτοξίνη (και σπόρια)	Προνύμφες Λεπιδοπτερών	In vitro	Dipel Bactospeine Thuricide Biobit Certan Bactucide
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>israelensis</i>	Κρυσταλλική δ-ενδοτοξίνη (και σπόρια)	Κουνούπια και είδη Simuliidae	In vitro	Vectobac Skeetal Bactimos Teknar
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>tenebrionis</i>	Κρυσταλλική δ-ενδοτοξίνη (και σπόρια)	Κολεόπτερα	In vitro	Novodor
<i>Bacillus sphaericus</i>	Σπόρια	Κουνούπια	In vitro	USA (Κωδ. αριθμοί)
<i>Bacillus popilliae</i>	Σπόρια	<i>Popillia japonica</i>	In vivo	Doom Japidemic

Πηγή : Οι εντομοπαθογόνοι οργανισμοί στη βιολογική γεωργία. - Εναλλακτικές μορφές γεωργίας, Ανάγνου-Βερονίκη Μ. 1997

Είναι γεγονός ότι η ανάπτυξη του τομέα με τη βοήθεια της μοριακής βιολογίας και της γενετικής μηχανικής, οδήγησε σε συζεύξεις φυλών βακτηρίων και ενσωμάτωση ιδιοτήτων, σε εγκλεισμό της κρυσταλλικής τοξίνης σε βακτήρια που είναι ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία και στη δημιουργία γενετικά τροποποιημένων φυτών που περιέχουν γονίδια του *B. thuringiensis*.

2.1.2.1 Το εντομοπαθογόνο βακτήριο *Bacillus thuringiensis*

Το *B. thuringiensis* ανήκει στο γένος *Bacillus* της Οικογένειας Bacillaceae, της Τάξης Eurobacteriales, της Κλάσης Schizomycetes. Στο γένος *Bacillus* υπάγεται μεγάλος αριθμός φυλών που απαντώνται στη φύση και ποικίλλουν ως προς την ικανότητά τους να προσβάλλουν ή όχι διάφορα έντομα-εχθρούς.

Αρκετές σύγχρονες μελέτες (Kinsinger and McGaughey, 1976; Nwanze *et al.*, 1975), απέδειξαν υψηλά επίπεδα ευαισθησίας των προνυμφών των εντόμων *Plodia interpunctella* και *Cadra cautella* στο βάκιλλο, ενώ αποκάλυψαν, συγχρόνως, τη σχετική θερμική

σταθερότητα και ανθεκτικότητά του, καθώς εφαρμοζόταν σε αποθηκευμένους σπόρους. Με αυτό τον τρόπο, παρουσιάστηκε το ενδεχόμενο χρήσης του ως προστατευτικό μέσο για τη μακροχρόνια αποθήκευση των σπόρων και πιθανόν κι άλλων προϊόντων. Επιπλέον, ο Schesser, το 1976, ανακάλυψε τέσσερις εμπορικούς τύπους του *B. thuringiensis* και ερεύνησε τις δυνατότητές τους σε αποθηκευμένα προϊόντα.

Ένας κατάλογος των ποικιλιών του *B. thuringiensis* και των αντίστοιχων οροτύπων φαίνεται στον Πίνακα 2.2, ενώ στον Πίνακα 2.3 παρουσιάζονται μερικά από τα επιβλαβή Λεπιδόπτερα που καταπολεμούνται από το βακτήριο *B. thuringiensis* var. *kurstaki*.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών αναπτύχθηκαν διάφορες φυλές του *B. t.* var. *kurstaki*, με τη μεταφορά πλασμιδίων από τη μια φυλή στην άλλη και με σκοπό είτε την ενίσχυση της δράσης τους εναντίον διαφόρων ειδών εντόμων, είτε τη βελτίωση του χρόνου αποθήκευσης του τελικού προϊόντος.

Πίνακας 2.2. Ποικιλίες και οροτύποι του *Bacillus thuringiensis*

ΟΡΟΤΥΠΟΣ (Η-ΑΝΤΙΓΟΝΑ)	ΠΟΙΚΙΛΙΑ-ΒΙΟΤΥΠΟΣ
1	thuringiensis
2	finitimus
3α	alesti
3α-3b	kurstaki
4α-4b	sotto
4α-4b	dendrolimus
4α-4c	kenyae
5α-5c	galleriae
5α-5c	canadensis
6	entomocidus
6	subtoxicus
7	aizawai
8	morrisoni
9	tolworthi
10	darmastadtensis
11α-11b	toumanooffi
11α-11c	kyushuensis
12	tompsoni
13	pakistani
14	israelensis
15	dakota
16	indiana

Πηγή : Σημειώσεις Γεωργικής Εντομολογίας, Χ. Γιαμβριάς, 1991

Πίνακας 2.3. Μερικά από τα επιβλαβή Λεπιδόπτερα που καταπολεμούνται από το *B. thuringiensis* var. *kurstaki*

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ENTOMA
ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ - ΛΑΧΑΝΙΚΑ - ΤΟΜΑΤΕΣ	<i>Pierris rapae</i> <i>Pierris brassicae</i> <i>Plutella xylostella</i> <i>Mamestra brassicae</i> <i>Spodoptera exigua</i> <i>Trichoplusia ni</i> <i>Heliothis armigera</i> <i>Spodoptera exigua</i>
ΒΑΜΒΑΚΙ	<i>Heliothis armigera</i> <i>Spodoptera littoralis</i> <i>Earias spp.</i>
ΜΗΔΙΚΗ	<i>Spodoptera exigua</i>
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	<i>Ostrinia nubilalis</i> <i>Sesamia nonagriodes</i> <i>Helicoverpa zea</i>
ΚΑΠΝΟΣ	<i>Helicoverpa virescens</i> <i>Heliothis armigera</i>
ΠΑΤΑΤΑ	<i>Phthorimaea operculella</i>
ΣΟΓΙΑ	<i>Pseudoplusia includens</i> <i>Anticarsia gemmatilis</i>
ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΑ	<i>Mamestra brassicae</i>
ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ	<i>Prays citri</i> <i>Ectomyelois ceratoniae</i>
ΑΜΠΕΛΙ	<i>Lobesia botrana</i> <i>Clysia ambiguella</i> <i>Sparganothis pilleriana</i>
ΕΛΙΑ	<i>Prays oleae</i>
ΜΠΑΝΑΝΑ	<i>Colego spp.</i> <i>Ceramidia spp.</i>
ΟΠΩΡΟΔΕΝΔΡΑ - ΜΗΛΙΕΣ - ΑΧΛΑΔΙΕΣ - ΠΥΡΗΝΟΚΑΡΠΑ	<i>Oporophtera brumata</i> <i>Hyponomeuta spp.</i> <i>Adoxophyes orana</i> <i>Archips podana</i> <i>Zeuzera spp.</i> <i>Euproctis spp.</i> <i>Orgyia spp.</i> <i>Malacosoma spp.</i> <i>Hyphantria cunea</i> <i>Cydia molesta</i> <i>Anarsia lineatella</i>
ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ	<i>Ephestia (Anagasta) kuehniella</i> <i>Ephestia cautella</i> <i>Plodia interpunctella</i>
ΔΑΣΗ - ΦΥΛΛΟΒΟΛΑ - ΚΩΝΟΦΟΡΑ	<i>Lymantria dispar</i> <i>Totrix viridana</i> <i>Hyponomeuta spp.</i> <i>Thaumetopoea pityocampa</i> <i>Lymantria monacha</i>

Πηγή : Σημειώσεις Γεωργικής Εντομολογίας, Χ. Γιαμβριάς, 1991

2.1.2.1.1 Χαρακτηριστικά του *Bacillus thuringiensis*

Το *B. thuringiensis* είναι ένα αερόβιο, σπορογόνο, κρυσταλλογόνο βακτήριο, θετικό κατά Gram. Είναι πολύ συγγενές είδος με το *Bacillus cereus* σε μορφολογία και μεταβολισμό, αλλά διαφέρει από αυτό στο ότι παράγει κατά το στάδιο της σπορογονίας, δίπλα από το σπόριο, ένα ρομβοεδρικό κρύσταλλο πρωτεϊνικής σύστασης μεγάλου μοριακού βάρους. Ο κρύσταλλος αυτός είναι μια τοξίνη του τύπου δ-ενδοτοξίνη.

Το βακτήριο καλλιεργείται σε κοινά θρεπτικά υλικά και μετά από 24 ώρες παρουσιάζεται στο μικροσκόπιο σε μορφή αλυσίδων με 4-8 βακτήρια ή κατά ζεύγη ή και μόνα. Οι διαστάσεις του βακίλλου είναι 1,2-1,5μ πλάτος και 4,5-7,5μ μήκος. Μετά από 36 ώρες διακρίνονται στο μικροσκόπιο τα σποράγγεια που περιέχουν, στη μία άκρη το σπόριο και στην άλλη τον κρύσταλλο της τοξίνης με μορφή ρομβοεδρική. Στη συνέχεια, με τη λύση του σποραγγείου ελευθερώνεται το σπόριο και ο κρύσταλλος. Σε αυτή τη μορφή ο βάκιλλος μπορεί να διατηρηθεί και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή σκευάσματος για πρακτικές εφαρμογές.

2.1.2.1.2 Τρόπος δράσης του *Bacillus thuringiensis* στα έντομα

Η τοξικότητα του κρυστάλλου για ορισμένα έντομα και κυρίως Λεπιδόπτερα έχει σαφώς αποδειχθεί. Εντούτοις, υπάρχουν κάποιες διαφωνίες όσον αφορά το ρόλο του βακίλλου στις προσβολές.

Το *B. thuringiensis* στο τέλος της βλαστικής αύξησης σχηματίζει ένα σπόριο το οποίο είναι ικανό να επιβιώνει για μεγάλα χρονικά διαστήματα ακόμα και κάτω από τις πιο δυσχερείς συνθήκες του περιβάλλοντος, όπως είναι η θερμότητα, τα χημικά, η ξήρανση και η ακτινοβολία (Luthy *et al.*, 1981).

Για να ενεργοποιηθεί ο βάκιλλος θα πρέπει να καταποθεί από την προνύμφη του εντόμου. Έτσι, μέσα στον εντερικό σωλήνα αρχίζει η δραστική ενέργεια του βακτηρίου. Ο ρομβοεδρική μορφής κρύσταλλος που αποτελείται από την δ-ενδοτοξίνη, διασπάται μέσα στο πεπτικό σύστημα του εντόμου από την ενζυματική ενέργεια πρωτεασών του περιεχομένου του εντερικού σωλήνα. Ο κρύσταλλος αυτός είναι διαλυτός σε αλκαλικό διάλυμα και υπάρχει ένδειξη σχέσης μεταξύ του pH του εντέρου του εντόμου και της ευαισθησίας του στην κρυσταλλική τοξίνη. Από τη διάσπαση του κρυστάλλου, ελευθερώνονται τοξικά παράγωγα που η δράση τους εκδηλώνεται στο επιθήλιο των τοιχωμάτων του εντέρου. Από την τοξική αυτή ενέργεια, προκαλείται παράλυση του εντέρου με αποτέλεσμα την παύση της διατροφής

της προνύμφης. Ακολουθεί η καταστροφή του εντερικού σωλήνα και η είσοδος τοξικών ουσιών στην αιμόλεμφο, οπότε επέρχεται και ο θάνατος του εντόμου.

Αυτή είναι σε γενικές γραμμές η τοξική δράση του βακίλλου. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις, όπου δεν αρκεί μόνο η κρυσταλλική τοξίνη για την παθογονική δράση του βακτηρίου. Μπορεί να είναι απαραίτητη και η παρουσία των σπορίων του βακίλλου, που όταν βλαστήσουν μέσα στον εντερικό σωλήνα, παράγονται ένζυμα (Λεκιθινάση) που παίζουν κάποιο ρόλο συνεργιστικό στην τοξική δράση της κρυσταλλικής δ-ενδοτοξίνης (Yamvngias, 1962 και Γιαμβριάς, 1991).

Αρκετές μελέτες απέδειξαν ότι για διάφορα είδη εντόμων, η δράση του *B. thuringiensis* είναι διαφορετική και οι διαφορές άλλοτε είναι μικρές ή ασήμαντες κι άλλοτε μεγάλες. Συγκεκριμένα, το 1959, ο Heimpeil, παρατήρησε ότι όπου η τοξική πρωτεΐνη του κρυσταλλογόνου αυτού βακτηρίου προκάλεσε παράλυση μετά την πέψη, δεν είχε το ίδιο αποτέλεσμα για όλα τα είδη εντόμων, όταν εκχύθηκε στη σωματική τους κοιλότητα. Σε ορισμένα έντομα, όπως τα *Bombyx*, παρατηρείται γενική παράλυση μέσα σε 1-7 ώρες από την κατάποση του βακίλλου, η οποία συνοδεύεται και με αύξηση του pH στο αίμα λόγω της διαρροής αλκαλικών περιεχομένων του εντέρου σε αυτό. Σε άλλα είδη, όπως τα *Malacosoma neustria*, *Pieris brassicae* και άλλα, δεν παρατηρείται αύξηση του pH του αίματος, παρά μόνο παράλυση του εντέρου που επιφέρει το θάνατο στα έντομα σε 1-4 ημέρες, ενώ χωρίς κανένα σύμπτωμα γενικής παράλυσης πεθαίνει σε 2-4 ημέρες το έντομο *Ephestia (Anagasta) kuehniella* Zeller.

Στον διαφορετικό αυτό τρόπο δράσης του *B. thuringiensis*, συμβάλλουν ορισμένοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητά του κατά την εφαρμογή του σε αποθηκευμένα προϊόντα. Για παράδειγμα, οι διατροφικές συνήθειες του εντόμου *Sitotroga cerealella* μπορούν να μειώσουν την έκθεσή του στο παθογόνο αυτό βακτήριο και να του επιτρέψουν έτσι, μεγαλύτερη επιβίωση, ενώ μειωμένη ευπάθεια στο βάκιλλο, εμφάνισαν οι προνύμφες των εντόμων *Plodia interpunctella* και *Cadra cautella* όσο ήταν σε προχωρημένη ηλικία (McGaughey and Kinsinger, 1978).

Λίγα χρόνια αργότερα, το 1982, ο McGaughey πιστοποίησε ότι και η κάλυψη των προϊόντων με βιοεντομοκτόνα υπό μορφή σκόνης σε αναλογία 500mg/kg, αυξάνει την αποτελεσματικότητά τους, παρέχοντας πλήρη έλεγχο και καλύτερη προστασία από τις ζημιές. Έτσι, ως αποτέλεσμα του διαφορετικού τρόπου δράσης, παράγονται από τις βιομηχανίες παρασκευάσματα του *B. thuringiensis* που περιέχουν σπόρια και κρυστάλλους κι επιλέγονται

οι καλύτερες φυλές ή ποικιλίες του βακίλλου με ευρύ φάσμα δράσης για όσο το δυνατόν περισσότερα είδη εντόμων.

2.1.3 Εμπορικά μικροβιακά σκευάσματα του *Bacillus thuringiensis*

Παρασκευάσματα με βάση το βακτήριο *B. thuringiensis* παράγονται σε βιομηχανικό επίπεδο σε διάφορες χώρες, αλλά σε περιορισμένη ακόμη κλίμακα, λόγω των δυσκολιών που παρουσιάζει η παραγωγή και διάθεση ενός τέτοιου βιολογικού εντομοκτόνου, που διαφέρει κατά πολύ από τα συνηθισμένα χημικά εντομοκτόνα (Γιαμβριάς, 1991).

Το πρώτο εμπορικό παρασκεύασμα με *B. thuringiensis* εμφανίζεται στη Γαλλία λίγο πριν από το δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο με το όνομα SPOREINE. Στις Η.Π.Α τον Ιούλιο του 1957, παράγεται για πρώτη φορά το παρασκεύασμα με την εμπορική ονομασία THURICIDE και μετά από αυτό, το 1959, το BIOTROL-BTB, ενώ αργότερα, το 1970, το DIPEL. Στη Γαλλία προσφέρεται στο εμπόριο το παρασκεύασμα με την ονομασία BACTOSPEINE στις αρχές της δεκαετίας του '60. Τα παρασκευάσματα αυτά είχαν αρχικά ως ενεργό παράγοντα τον ορρότυπο 1, δηλαδή την ποικιλία *thuringiensis*. Σήμερα, τα παραπάνω βιολογικά εντομοκτόνα συνεχίζουν να προσφέρονται στο εμπόριο και να έχουν ενεργό παράγοντα τον ορρότυπο 3a-3b του *B. thuringiensis*, δηλαδή την ποικιλία *kurstaki* που έχει αποδειχθεί δραστικότερη για ένα μεγάλο φάσμα εντόμων αποθηκών από τις άλλες ποικιλίες του βακίλλου.

Παράλληλα με αυτά τα παρασκευάσματα, παράγονται κι άλλα παρόμοια, από τα οποία ορισμένα ήδη κυκλοφορούν και άλλα είναι υπό έγκριση. Η εμπορική κυκλοφορία των άλλων ποικιλιών βασίζεται στην καταπολέμηση άλλων κατηγοριών εντόμων, όπως η ποικιλία *tenebrionis* για τα Κολεόπτερα, η *israelensis* για τα Δίπτερα κ.λ.π.

Στην Ελλάδα τα μικροβιακά σκευάσματα που κυκλοφορούν τα τελευταία χρόνια, η μορφή με την οποία κυκλοφορούν, ο παρασκευαστής τους, καθώς και τα έντομα-εχθροί που καταπολεμούν, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.4. Τα κυριότερα είδη εντόμων για τα οποία χρησιμοποιούνται είναι : η Κάμπια της Πεύκης, ο Πυρηνοτρήτης της ελιάς, η Ευδεμίδα του αμπελιού, οι Φυλλοφάγες προνύμφες Λεπιδοπτέρων σε θερμοκήπια, η Φθοριμαία της πατάτας, ο Δορυφόρος της πατάτας, ο Φυλλοδέτης των εσπεριδοειδών, ο Ανθοτρήτης της λεμονιάς, το Πράσινο σκουλήκι του βαμβακιού, η Σεζάμια του καλαμποκιού, τα οποία αντιμετωπίζονται με επιτυχία με την εφαρμογή αυτών των βακτηριακών σκευασμάτων.

Πίνακας 2.4. Μικροβιακά σκευάσματα που κυκλοφορούν στην Ελλάδα μέχρι 26.03.1999

ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΜΟΡΦΗ	ΣΥΝΘΕΣΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	ΦΑΣΜΑ ΔΡΑΣΗΣ
Bactospreine WP	WP	<i>B. t. kurstaki</i> /16.000 IU/mg	Novo Nordisk Δανία	Λεπιδόπτερα
DIPEL	WP	<i>B. t. kurstaki</i> /16.000 IU/mg	Abbott Η.Π.Α	Λεπιδόπτερα
FORAY 48 SU	SU	<i>B. t. kurstaki</i> /10.600 IU/mg	Novo Nordisk Δανία	Λεπιδόπτερα Δασών
AGREE	WP	<i>B. t. strain</i> GC-91/25.000 IU/mg	CIBA-GEIGY Ελβετίας	Λεπιδόπτερα
BACTECIN D	D	<i>B. t. kurstaki</i> /1.000 IU/mg	Novo Nordisk Δανία	Λεπιδόπτερα
BMP 123 WP	WP	<i>B. t. kurstaki</i> /32.000 IU/mg	BECKER Η.Π.Α	Λεπιδόπτερα
DIPEL 32000 WP	WP	<i>B. t. kurstaki</i> /32.000 IU/mg	Abbott Η.Π.Α	Λεπιδόπτερα
BACTUCIDE WP	WP	<i>B. t. kurstaki</i> /16.000 IU/mg	Gaffaro Ιταλία	Λεπιδόπτερα
NOVODOR SC	SC	<i>B. t. tenebrionis</i> /3% β/ο	Abbott Η.Π.Α	Κολεόπτερα
DIPEL 8L	EC	<i>B. t. kurstaki</i> /17.600 IU/mg	Abbott Η.Π.Α	Λεπιδόπτερα Δασών
XENTARI	WG	<i>B. t. aizawai</i> /15.000 IU/mg	Abbott Η.Π.Α	Λεπιδόπτερα

Πηγή : Οι εντομοπαθογόνοι οργανισμοί στη βιολογική γεωργία. - Εναλλακτικές μορφές γεωργίας, Ανάγνου-Βερονίκη Μ.

1997

2.1.3.1 Χαρακτηριστικά των σκευασμάτων του *Bacillus thuringiensis*

Τα παραγόμενα βιομηχανικά, βακτηριακά εντομοκτόνα περιέχουν ακόμη και ειδικές προσθετικές και προσκολλητικές ουσίες που δεν επηρεάζουν βέβαια τη ζωτικότητα των σπορίων του βακίλλου και ούτε αλλοιώνουν τη σύσταση των κρυσταλλικών τοξινών. Εμφανίζουν ορισμένα χαρακτηριστικά των οποίων η γνώση είναι πολύ χρήσιμη, τόσο για τους ερευνητές, όσο και για τους παραγωγούς. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα ακόλουθα :

α) Ασφάλεια. Τα βιολογικά εντομοκτόνα με βάση το *B. thuringiensis* δε διαθέτουν

τοξικότητα για τα θηλαστικά, τα ψάρια, τις μέλισσες κι οποιοδήποτε άλλο παρασιτικό ή αρπακτικό έντομο που δεν έχει εντοπιστεί ως έντομο-στόχος. Έμμεσα αποτελέσματα μπορεί να συμβούν, καθώς όλοι οι οργανισμοί συναγωνίζονται για τον ίδιο ξενιστή. Τα προϊόντα αυτά απαλλάσσονται από καθορισμό “ορίου υπολειμμάτων”, αφού δεν αποτελούν κίνδυνο για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Έτσι, δεν υπάρχει χρονικό όριο τελευταίου ψεκασμού πριν τη συγκομιδή ή την αποθήκευση και οι εργαζόμενοι μπορούν να εισέλθουν σε ψεκασμένο αγρό ή αποθηκευτικό χώρο χωρίς προστατευτικά ενδύματα.

- β) Συνδυαστικότητα. Τα βιοενομοκτόνα αυτά είναι δυνατόν να ψεκαστούν σε μείγμα με χημικά εντομοκτόνα ή ρυθμιστές ανάπτυξης, χωρίς να δημιουργηθεί κανένα πρόβλημα, μειώνοντας, ταυτόχρονα και τον όγκο των χημικών προϊόντων κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και της αποθήκευσης. Έτσι δεν επιδρούν δυσμενώς στα ύδατα, στο περιβάλλον και τις ευαίσθητες νωπές ή ξηρές τροφές του ανθρώπου.
- γ) Αποτελεσματικότητα. Είναι εξαιρετικά αποτελεσματικά εναντίον πολλών Λεπιδοπτέρων, μερικών Διπτέρων και ορισμένων Κολεοπτέρων, ενώ συνεχώς ανακαλύπτονται νέες χρήσεις τους επί νέων εχθρών. Προκαλούν άμεσα και ταχύτατα τη διακοπή της διατροφής των εντόμων, προφυλάσσοντας έτσι τις καλλιέργειες ή τα προϊόντα από τις ζημιές χωρίς να δείξουν σημεία δημιουργίας ανθεκτικότητας. Αντίθετα, αποτελούν ίσως, το σημαντικότερο όπλο για την αποφυγή δημιουργίας ανθεκτικότητας των εντόμων-εχθρών σε διάφορα άλλα εντομοκτόνα. Τέλος, από οικονομική άποψη είναι συγκρίσιμα με κλασικά εντομοκτόνα σε πολλές καλλιέργειες και προϊόντα.
- δ) Απαραίτητες συνθήκες καλής χρήσης. Όσον αφορά τη χρήση τέτοιων παρασκευασμάτων είναι απαραίτητη η εφαρμογή ορισμένων κανόνων προκειμένου αυτά να αξιοποιηθούν στο μεγαλύτερο βαθμό. Έτσι :
- Δεν πρέπει να θεωρηθεί ότι η εφαρμογή τους είναι τόσο εύκολη όσο πολλών κλασικών εντομοκτόνων, αφού η κακή εφαρμογή δεν αφήνει περιθώρια, έστω και για μερική δράση. Εξάλλου, η δράση τους εμφανίζεται μόνο μετά από κατάποση.
 - Είναι απαραίτητη η πολύ καλή κάλυψη της φυλλικής επιφάνειας και των αποθηκευμένων προϊόντων.
 - Πρέπει ν' αποφεύγεται η απορροή του ψεκαστικού υγρού γιατί έτσι μπορεί να χαθεί έως και το 60% αυτού.
 - Η απόδοση βελτιώνεται με ακριβείς δόσεις και όγκους ψεκαστικού υγρού.

- Στις περισσότερες περιπτώσεις οι ψεκασμοί πρέπει να γίνονται κατά την εκκόλαψη των προνυμφών κι οπωσδήποτε όχι αργότερα από το στάδιο της νεαρής προνύμφης και πριν η προσβολή φθάσει σε οικονομικώς μη ανεκτά όρια.
 - Είναι απαραίτητη η καλή παρακολούθηση των πληθυσμών των εντόμων και με φερομονικές παγίδες για την επανάληψη του ψεκασμού, όταν αυτό είναι απαραίτητο (συμβαίνει συχνά σε συνθήκες συνεχούς εκκόλαψης προνυμφών, επάλληλων γενεών και ταχείας ανάπτυξης της φυτείας).
 - Η χρήση ενός προσκολλητικού είναι απαραίτητη σε καλλιέργειες ή αποθηκευμένα προϊόντα που δύσκολα διαβρέχονται και φαίνεται ότι η προσθήκη ζάχαρης, φρουκτόζης ή ειδικών πρωτεϊνούχων σκευασμάτων βελτιώνει την αποτελεσματικότητα των εντομοκτόνων, παρόλο που δεν είναι αποδεδειγμένο (Λεγάκης, 1993).
- ε) Μορφές εμπορικών συνθέσεων. Τα ενομοκτόνα με βάση το *B. thuringiensis* διακρίνονται στο εμπόριο με διάφορες μορφές και δραστηριότητες, όπως βρέξιμες σκόνες, σταθερά αιωρήματα, κοκκώδη, γαλακτοποιήσιμα υγρά και βρέξιμα κοκκώδη.

2.1.3.2 Προοπτικές των βακτηριακών παρασκευασμάτων

Οι προοπτικές για αύξηση της καταναλώσεως των παρασκευασμάτων αυτών σε διεθνή επίπεδα είναι ευνοϊκές. Η σημερινή παραγωγή από τις δύο κυριότερες βιομηχανίες των Η.Π.Α (Abbott και Sandoz) υπολογίζεται σε 680 τόνους κατ' έτος, ενώ η γαλλική παραγωγή του BACTOSPEINE σε 50 περίπου τόνους το χρόνο. Όσο για τη Σοβιετική Ένωση, υπολογίζεται ότι αυτή ανέρχεται σε 1.500-2.000 τόνους το χρόνο (Γιαμβριάς, 1991).

Εμπορικά σκευάσματα που χρησιμοποιούνται για προστασία κηπευτικών, καπνού, δασικών ειδών και αποθηκευμένων προϊόντων μπορούν να χρησιμοποιηθούν και κατά εχθρών δημόσιας υγείας (κουνούπια και μαύρες μύγες).

2.2 ΜΥΚΗΤΕΣ

Οι μύκητες, αυτές οι μικρές μικροβιακές μονάδες φυτικού χαρακτήρα που δεν περιέχουν χλωροφύλλη, υπόσχονται ευρεία χρησιμοποίηση στις βιολογικές καταπολεμήσεις. Περισσότερα από 400 είδη παθογόνων μυκήτων έχουν απομονωθεί από έντομα, αλλά μέχρι σήμερα μικρός αριθμός έχει αξιοποιηθεί ως βιοεντομοκτόνα, εξαιτίας της εξάρτησής τους από υψηλή σχετική υγρασία στο περιβάλλον και της έλλειψης γνώσεων σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την 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 παρουσιάζουν δυσκολίες για τη μαζική παραγωγή τους, ενώ όσοι είναι εύκολο να καλλιεργηθούν, εμφανίζουν εξασθένηση ύστερα από μακροχρόνια παραγωγή σε τεχνητά μέσα.

2.2.1 Τρόπος δράσης των μυκήτων

Οι τάξεις των μυκήτων που προκαλούν ασθένεια στα έντομα, περιλαμβάνονται στον Πίνακα 2.5. 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 βρει 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 να 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 του 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 μυκήλιό του, κατακλύζοντας όλους τους ιστούς και που με τις τοξίνες που παράγει, έχει σαν αποτέλεσμα τη θανάτωση του ξενιστού του. Στη συνέχεια ο μύκητας εμφανίζεται εξωτερικά με μυκήλιο και επανθήσεις, 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 castrans* που απαντώνται μόνο στην κοιλιακή χώρα των ενήλικων εντόμων (Poinar Jr. and Thomas, 1977).

Πίνακας 2.5. Οι τάξεις των μυκήτων που προκαλούν ασθένεια στα έντομα

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΥΚΗΤΩΝ	ΤΑΞΕΙΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΜΥΚΗΤΩΝ
A. ΦΥΚΟΜΥΚΗΤΕΣ	Entomophthorales <ul style="list-style-type: none"> - Entomophthora (<i>E. thaxteriana</i>) (παθογόνο αφίδων) - Massospora (<i>M. cicadina</i>) Blastocladales <ul style="list-style-type: none"> - Coelomomyces (<i>C. stegomyiae</i>, <i>C. tasmaniensis</i>)
B. ΑΣΚΟΜΥΚΗΤΕΣ	Ascosphaerales <ul style="list-style-type: none"> - Bettisia - Ascosphaera (παθογόνα μελισσών) (<i>A. apis</i>) Myriangiales <ul style="list-style-type: none"> - Myriangiium (παθογόνα Coccoidea) Sphaeriales <ul style="list-style-type: none"> - Cordyceps - Tortubiella (Δεν έχει μελετηθεί επαρκώς) - Hyrocrella (Δεν έχει μελετηθεί επαρκώς)
Γ. ΑΤΕΛΕΙΣ ΜΥΚΗΤΕΣ	Moniliales <ul style="list-style-type: none"> - Beauveria (<i>B. bassiana</i>) (παθογόνο πολλών ειδών εντόμων), (<i>B. tenella</i>) (παθογόνο του <i>Melolontha melolontha</i>) - Metarrhizium (<i>M. anisopliae</i>) (παθογόνο του <i>Anisopliae austriaca</i> Scarabaeidae) - Nomuraea (=Spicaria) (<i>N. rileyi</i>) (παθογόνο του <i>Trichoplusia ni</i>) Paecilomyces <ul style="list-style-type: none"> - Hirsutella (<i>H. thompsonii</i>) (παθογόνο του ακάρεως <i>Phyllocoptruta oleivora</i>) Sphaeropsidales <ul style="list-style-type: none"> - Aschersonia (<i>A. aleurodis</i>) (παθογόνο των Aleurodidae)

Πηγή : Σημειώσεις Γεωργικής Εντομολογίας, Χ. Γιαμβριάς, 1991

2.2.2 Είδη μυκήτων ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης εντόμων αποθηκών

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 διάφορα έντομα αποθηκών.

Συγκεκριμένα, οι Ferron and Robert (1975), απέδειξαν την ευαισθησία του εντόμου *Acanthoscelides obtectus* (Say) σε αρκετούς μύκητες, συμπεριλαμβάνοντας και τους *Beauveria bassiana*, *Beauveria tenella*, *Metarrhizium anisopliae* και *Paecilomyces fumosoroseus*. Εντούτοις, η δυνατότητα αυτών των οργανισμών ως μέσα μικροβιακού ελέγχου δεν

προσδιορίστηκε. Οι Davis and 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*.

Ύστερα 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*. Στον Πίνακα 2.6 παρουσιάζονται οι μύκητες που έχουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα να χρησιμοποιηθούν στις βιολογικές καταπολεμήσεις και οι ζωικοί εχθροί των καλλιεργειών και αποθηκευτικών 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 2.6. Μύκητες υποψήφιοι για βιολογική καταπολέμηση φυτοφάγων αρθροπόδων.

ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΕΙΔΗ	ΦΥΤΟΦΑΓΟΙ ΕΧΘΡΟΙ
Deuteromycetes <i>Aschersonia aleyrodis</i> <i>Beauveria bassiana</i> <i>Beauveria brongiarthii</i> <i>Culicomycetes clavosporus</i> <i>Hirsutella thompsonii</i> <i>Metarhizium anisopliae</i> <i>Nomuraea rileyi</i> <i>Tolyposcladium cylindrosporium</i> <i>Verticillium lecanii</i>	Αλευρώδεις Δορυφόρος πατάτας Μηλολόνη Κουνούπια Ακάρεα Κολεόπτερα Προνύμφες Λεπιδοπτέρων Κουνούπια Αφίδες, αλευρώδεις
Zygomycetes <i>Conidiobolus</i> , <i>Entomophthora</i> , <i>Erynia</i> , <i>Zoophthora</i> spp. κλπ. είδη, <i>Entomophthorales</i>	Αφίδες, ακάρεα Προνύμφες Λεπιδοπτέρων κλπ.
Oomycetes <i>Lagenidium gigadteum</i>	Κουνούπια
Chytridiomycetes <i>Coelomomycetes</i> spp.	Κουνούπια

Πηγή : Οι εντομοπαθογόνοι οργανισμοί στη βιολογική γεωργία. - Εναλλακτικές μορφές γεωργίας, Ανάγνου-Βερονίκη Μ.

2.2.3 Εμπορικά μικροβιακά σκευάσματα με βάση μύκητες

Κατά τον Γιαμβριά (1991) κυκλοφορούν λίγα παρασκευάσματα που έχουν ως βάση εντομοπαθογόνους μύκητες. Ένα από αυτά έχει το μύκητα *Beauveria bassiana* ως δραστικό παράγοντα. Ο πολλαπλασιασμός του γίνεται με τη μορφή των βλαστοσπορίων. Παλαιότερα είχε κυκλοφορήσει ένα τέτοιο παρασκεύασμα στις Η.Π.Α από την εταιρεία Nutrilite και στη Ρωσία παράγεται με το όνομα BOVERIN.

Το 1976 η Abbott Laboratories ανέπτυξε μέθοδο για την παραγωγή βρέξιμης σκόνης με βάση το μύκητα *Hirsutella thompsoni* με μεγάλη περιεκτικότητα σε κονίδια. Την ίδια περίπου εποχή στις Η.Π.Α εφάρμοσαν διάφορες μεθόδους για παραγωγή σε μεγάλη κλίμακα παρασκευασμάτων με βάση το *Nomuraea rileyi*, το *Entomophthora thaxteri* και στη Ρωσία το *Aschersonia aleyrodis*. Τελευταία έχει κυκλοφορήσει στο εμπόριο από τη Ολλανδική εταιρεία Korpret ένα μυκητολογικό παρασκεύασμα με το όνομα MYCOTAL σε μορφή βρέξιμης σκόνης που έχει ως βάση κονιδιοσπόρια του μύκητα *Verticillium lecanii* και έχει δραστική ικανότητα μεγάλη, εναντίον του εντόμου *Trialeurodes vaporariorum* του γνωστού αλευρώδη των θερμοκηπίων.

Πολλά απ' αυτά τα παρασκευάσματα που περιέχουν μύκητες, όπως αυτοί που παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 2.6, έχουν χρησιμοποιηθεί στην πράξη με πολύ καλά αποτελέσματα σε διάφορες καλλιέργειες, ακόμη και για καταπολέμηση εντόμων υγειονομικής σημασίας. Έτσι, εκτός από το MYCOTAL αποτελεσματικό εναντίον πολλών αφίδων είναι το VERTALEC με βάση το *V. lecanii*, ενώ για την καταπολέμηση του βοτρυτή στο φυτοπαθολογικό τομέα υπάρχει το βιολογικό σκεύασμα TRICHODEX που περιέχει σπόρια του μύκητα *Trichoderma harzianum* (φυλή T39). Τα τρία αυτά βιολογικά προϊόντα κυκλοφορούν σήμερα με ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Αν και η βιομηχανική παραγωγή σκευασμάτων με εντομοπαθογόνους μύκητες είναι φτωχή, η παραγωγή από κρατικούς φορείς και Ερευνητικά Ιδρύματα, διάφορων μυκητολογικών παρασκευασμάτων για χρήση σε περιορισμένη έκταση, είναι αρκετά πιο σημαντική, καθώς οι μύκητες είναι ικανότατα παθογόνα για τη μείωση των πληθυσμών των επιβλαβών εντόμων καλλιεργειών και αποθηκευμένων προϊόντων και η χρησιμοποίησή τους στην πράξη έχει προχωρήσει σε ικανοποιητικό στάδιο.

2.3 ΙΟΙ

Μέχρι σήμερα έχουν προσδιορισθεί περισσότερες από 200 περιπτώσεις ασθενειών εντόμων που οφείλονται σε ιούς, συμπεριλαμβάνοντας και τα έντομα αποθηκών. Οι ιοί απαντώνται σε όλους τους ζωϊκούς 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 ένα τμήμα που περιέχει μία ή και περισσότερες έλικες μόνο DNA ή μόνο RNA και από ένα περίβλημα πρωτεϊνικής φύσεως. Δεν είναι μικροοργανισμοί κυτταρικού τύπου, αλλά χαρακτηρίζονται ως έμβια 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, 1974a, b; Summers *et al.*, 1975; Kurstak, 1982; Granados and Federici, 1986a; Fuxa and Tanada, 1987).

2.3.1 Ιώσεις των εντόμων-Τρόπος δράσης των ιών

Οι ιοί εξαρτώνται από τα κύτταρα του ξενιστή για ν' αναπαραχθούν. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες ή αθροίσματα :

- α) Σε αυτούς που σχηματίζουν μέσα στα κύτταρα του ξενιστή τους σωματίδια εγκλεισμού πρωτεϊνικής σύστασης που περικλείουν τους ιούς.
- β) Στους ιούς χωρίς προστατευτικά εγκλειστικά σωματίδια, δηλαδή, στους ελεύθερους ιούς.

Ανάλογα με τη μορφή των προστατευτικών σωματίων διακρίνονται οι ιώσεις, στις πολυεδρώσεις (polyedrosis) και ανάλογα με το αν προσβάλλουν το πρωτόπλασμα του κυττάρου ή τον πυρήνα, ονομάζονται πρωτοπλασματικές ή πυρηνικές πολυεδρώσεις. Στις πρωτοπλασματικές πολυεδρώσεις οι ιοί είναι σφαιρικοί και προσβάλλουν τα κύτταρα του εντέρου σε προνύμφες 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, δηλαδή, του εντέρου.

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

Τα κρυσταλλικά σωματίδια 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 ως πυρηνικό οξύ DNA, ενώ αυτοί των κυτταροπλασματικών πολυεδρώσεων RNA.

Οι ιοί έχουν την ιδιότητα να μεταδίδονται μέσω των τέλειων μορφών των εντόμων στους απογόνους τους, αν και μερικοί έχουν αναφερθεί ότι μεταδίδονται και μέσω των ωών. Η δράση τους στα έντομα αρχίζει μετά την κατάποση τροφής μολυσμένης με αυτούς. 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 τους ιούς και τα τέλεια έντομα.

2.3.2 Είδη ιών ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης εντόμων αποθηκών

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 βρεθεί 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.

Από τα παθογόνα αυτά, οι ιοί των πυρηνικών πολυεδρώσεων (NPV) και των κοκκιώσεων (GV) έχουν μελετηθεί πιο εντατικά και θεωρούνται, γενικά, οι αποτελεσματικότεροι για το μικροβιακό έλεγχο των εντόμων αποθηκών, εξαιτίας της υψηλής τοξικότητάς τους, του άμεσου τρόπου μόλυνσεως και της σταθερότητάς τους. Το 1968, οι Arnott and 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 εντόμου *Tenebrio molitor* L.

από ορισμένους ερευνητές (Zeikus and Steinhaus, 1969; Devauchelle, 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 and Wilcox, 1968; Thompson and Redlinger, 1968; Hunter and Hoffmann, 1970; Hunter and Dixel, 1970), καθώς και άλλων Δεπιδοπτέρων.

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

2.3.3 Εμπορικά μικροβιακά σκευάσματα με βάση ιούς

Η παραγωγή ιολογικών σκευασμάτων παρουσιάζει αρκετή δυσκολία και γίνεται με τεχνητές μολύνσεις εντόμων εκτροφής. Επειδή έχουν συνήθως εξειδικευμένη δράση και προσβάλλουν ένα είδος εντόμου ή σε μερικές περιπτώσεις ορισμένα είδη του ίδιου γένους, είναι αναγκαίο να εκτρέφονται διάφορα είδη εντόμων, σε ειδικά εντομοτροφεία με εξειδικευμένο προσωπικό, ώστε να επιτυγχάνεται ο “πολλαπλασιασμός” των ιών που αποτελούν το δραστικό παράγοντα τέτοιων σκευασμάτων. Εξαιτίας αυτής της διαδικασίας, το κόστος παραγωγής ανεβαίνει και είναι μάλλον ασύμφορη για τη βιομηχανία.

Κατά καιρούς, όμως, κυκλοφόρησαν στο εμπόριο, ιολογικά σκευάσματα, όπως το VIRION και το ELCAR στις Η.Π.Α. Αυτά είχαν ως βάση τον ιό NPV (Nuclear Polyedrosis Virus) για το έντομο *Heliothis zea* στο βαμβάκι και το *Heliothis armigera*. Ένα άλλο σκεύασμα που είχε κυκλοφορήσει η Sandoz στις Η.Π.Α με βάση τον ιό GV (Granulosis Virus) των κοκκιώσεων χρησιμοποιήθηκε για την καρπόκαψα της μηλιάς *Laspeyresia pomonella*. Αν και τα σκευάσματα αυτά έδιναν πολύ καλά αποτελέσματα σε εφαρμογές καταπολέμησης των εντόμων για τα οποία είχαν παρασκευασθεί, λόγοι οικονομικοί δεν επέτρεψαν στις βιομηχανίες να συνεχίσουν.

Περισσότεροι από 1200 ιοί έχουν βρεθεί να προσβάλλουν άνω των 800 εντόμων και ακάρεων εχθρών διαφόρων καλλιεργειών, δασικών δένδρων ή αποθηκευμένων προϊόντων. Απ' όλο αυτό το πλήθος ένας μικρός αριθμός έχει χρησιμοποιηθεί σε πειραματικές δοκιμές

και ακόμη μικρότερος έχει πάρει έγκριση εμπορικής κυκλοφορίας στην Ευρώπη. Στον Πίνακα 2.7 εμφανίζονται τα σκευάσματα που περιέχουν παθογόνους ιούς και είχαν λάβει άδεια κυκλοφορίας στην Ευρώπη μέχρι το 1991. Επίσης, φαίνεται το έντομο-εχθρός για το οποίο προορίζονται, το εμπορικό του όνομα και χώρα και η χρονολογία που πήρε άδεια εμπορικής κυκλοφορίας.

Τα ιολογικά παρασκευάσματα πρέπει να είναι σταθερά ως προς τις βιολογικές και φυσικές τους ιδιότητες, κατά το χρόνο διατήρησής τους από την παραγωγή μέχρι την εποχή που θα χρησιμοποιηθούν, κατά την εφαρμογή των επεμβάσεων και μετά από αυτές. Επειδή οι ιοί αδρανοποιούνται από τις υπεριώδεις ακτίνες και έχουν χαμηλή αντοχή στη θερμότητα, χάνοντας τις ιδιότητές τους, έχουν δοκιμασθεί διάφορες προσθετικές προστατευτικές ουσίες για τη μικροβιακή χρήση τους σε συστήματα παραγωγής. Όμως κανένας απ' αυτούς τους παράγοντες δεν είναι ανησυχητικός για τις συνθήκες στην αποθήκη, αφού το υπεριώδες φως είναι χαμηλό και τα προϊόντα σπάνια διατηρούνται σε υψηλές θερμοκρασίες.

Τα παραγόμενα βιολογικά σκευάσματα με βάση τους ιούς είναι συνήθως σε μορφή βρέξιμης σκόνης, αλλά τα τελευταία χρόνια εμφανίζονται και σε μικροκάψουλες που είναι πιο ανθεκτικές στην επίδραση του ηλιακού φωτός.

Πίνακας 2.7. Ιολογικά σκευάσματα

ΕΝΤΟΜΟ-ΕΧΘΡΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΙΟΥ	ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΟΝΟΜΑ	ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ	
			ΧΩΡΑ	ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ
<i>Agrotis segetum</i>	GV	AGROVIR	Δανία	1990
<i>Cydia pomonella</i>	GV	MADEX	Ελβετία	1987
			Γερμανία	1983
<i>Neodiprion sertifer</i>	NPV	Monisarmovirus	Σουηδία	1983
		VIROX	Φιλανδία Μεγάλη Βρετανία	1984
<i>Adoxophyes orana</i>	GV	CAPEX	Ελβετία	1989
<i>Mamestra brassicae</i>	NPV	MAMESTRIN	Γαλλία	1988

Πηγή : Οι εντομοπαθογόνοι οργανισμοί στη βιολογική γεωργία.- Εναλλακτικές μορφές γεωργίας, Ανάγνου-Βερονίκη Μ.

2.4 ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ

Οι νηματώδεις είναι μια μεγάλη κατηγορία οργανισμών που μοιάζουν με σκουλήκια, μήκους 1mm και ζούν 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 αρνητικά στο περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Οι εντομοπαθογόνοι νηματώδεις, δυστυχώς, έχουν πολλή μικρή δυνατότητα χρήσης για τον έλεγχο των εντόμων αποθηκών, γιατί απαιτούν συνήθως, ναπό, αν όχι υγρό περιβάλλον για τη μόλυνση των ξενιστών τους. Είδη εντόμων, όπως τα *Tenebrio molitor* και *Alphitobius diaperinus* που μπορούν ν’ 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 σημαντικότερος εχθρός των αποθηκών, ο κηρόσκωρος *Galleria mellonella*, καθώς και τα είδη *Homoesoma electellum* (Hulst) και *Amyelois transitella*. Ο μεσογειακός σκώρος των αλεύρων, *Ephestia kuehniella*, είναι κι αυτός εξαιρετικά ευαίσθητος σε τουλάχιστον δύο 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 (Mortis, 1985).

2.4.1 Τρόπος δράσης των νηματωδών

Οι νηματώδεις μπορούν ν’ αναπτυχθούν στα έντομα-ξενιστές τους και σε αρκετές περιπτώσεις τεχνητά σε σχετικά απλά μέσα. Η παθογένεια στα έντομα δημιουργείται εμμέσως από ορισμένα είδη που έχουν συμβιωτική σχέση με ειδικά παθογόνα βακτήρια. 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 νηματωδών 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 στη φύση χωρίς τον αντίστοιχο νηματώδη (BIOSYS, 1991).

2.4.2 Είδη νηματωδών ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης εντόμων αποθηκών

Τα σημαντικότερα είδη νηματωδών ανήκουν στις Οικογένειες Steinernematidae και Heterorhabditidae. Οι παρασιτικοί αυτοί νηματώδεις χρησιμοποιούνται ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης κυρίως για έντομα εδάφους, ενώ η έρευνά τους έχει εντατικοποιηθεί κι ένα μεγάλο πλήθος φυλών εξετάζεται για την καταλληλότητα της χρήσης τους ως βιολογικά σκευάσματα. Οι πλέον γνωστές φυλές παρασιτικών νηματωδών, ο οίκος που τα παράγει και τα έντομα που μπορούν να καταπολεμήσουν, φαίνονται στον Πίνακα 2.8.

Αν και η χρήση των νηματωδών στους αποθηκευμένους σπόρους είναι περιορισμένη, η δυνατότητά τους σε εξειδικευμένες περιπτώσεις δε πρέπει να παραβλεφθεί. Για παράδειγμα, το έντομο-εχθρός των αποθηκευμένων αμυγδάλων, *Amyelois transitella* είναι δυνατόν να αντιμετωπισθεί με εφαρμογή του νηματώδη *Neoaplectana carposcapsae* 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 νηματωδών στις καλλιέργειες σπόρων στον αγρό.

2.4.3 Εμπορικά μικροβιακά σκευάσματα με βάση νηματώδεις

Την τελευταία δεκαετία κυκλοφορούν αρκετά εμπορικά σκευάσματα και συνεχώς επεκτείνεται η χρήση τους. Τα περισσότερα παρασκευάζονται από την Εταιρεία Biosys στις Η.Π.Α, η οποία εμπορεύεται στην Ευρώπη και σε συνεργασία με ένα μεγάλο αριθμό εταιρειών δοκιμάζονται ενάντια μεγάλης ποικιλίας εντόμων-εχθρών στην Ιταλία, τη Γαλλία, τη Γερμανία και τη Μ. Βρετανία.

Ιδιαίτερα για την αντιμετώπιση των εντόμων εδάφους στα σπορεία κυκλοφορεί το LARVANEM που περιέχει τους νηματώδεις *Heterorhabditis* spp. για την καταπολέμηση του οτιόρυγχου και το ENTONEM που περιέχει το νηματώδη *Steinernema feltiae* για τον έλεγχο των προνυμφών των μυγών Sciaridae. Ακόμα, όμως δεν κυκλοφορούν μικροβιακά

σκευάσματα κατά των εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων, εξαιτίας των απαιτήσεων τους σε υγρές συνθήκες για την εφαρμογή τους.

Πίνακας 2.8. Φυλές εντομοπαρασιτικών νηματωδών.

ΕΙΔΟΣ ΝΗΜΑΤΩΔΟΥΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΟΣ ΟΙΚΟΣ	ΕΝΤΟΜΑ-ΕΧΘΟΡΟΙ
<i>Heterorhabditis dacteriorhora</i> (<i>H. Heliolithidis</i>)	Bioenterise (AUS) Ecogen (USA) Andermatt (CH)	Δίπτερα - προνύμφες Λεπιδοπτέρων, Κολεοπτέρων και άλλα έντομα εδάφους
<i>Steinernema (Neoplectan)</i> <i>carpocapsae</i>	Biosys (USA)	Προνύμφες Λεπιδοπτέρων, Κολεοπτέρων και άλλα έντομα εδάφους
<i>Steinernema feltiae</i> (<i>Neoplectana bibionis</i>)	Biosys (USA)	Δίπτερα και άλλα έντομα εδάφους
<i>Steinernema (Neoplectana)</i> <i>glaseri</i>	Biosys (USA)	Διάφορα σκουλήκια εδάφους
Διάφορα άλλα είδη		

Πηγή : Οι εντομοπαθογόνοι οργανισμοί στη βιολογική γεωργία.- Εναλλακτικές μορφές γεωργίας, Ανάγνου-Βερονίκη Μ.
1997

2.5 ΠΡΩΤΟΖΩΑ

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 να οφείλεται γενικότερα, στον αργό ρυθμό δράσης τους και το χρόνιο τύπο μόλυνσης που προκαλούν.

Ο Brooks (1971) ήταν ο πρώτος που μελέτησε τη σημασία των πρωτοζωϊκών μολύνσεων στον έλεγχο των πληθυσμών των εντόμων αποθηκών και παρατήρησε ότι σε αντίθεση με τα 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 πρωτοζωϊκές μολύνσεις εξαιρούνται τα είδη : *Cadra cautella*, *Cadra figulilella*, *Ephestia elutella*, *Tribolium confusum* 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 Marzke and Dicke (1958), Kellen and Lindegren (1969) 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 μην κυκλοφορούν ακόμη σαν εμπορικά σκευάσματα.

2.5.1 Τρόπος δράσης των πρωτόζωων

Οι μικροοργανισμοί αυτοί έχουν ένα πολύπλοκο βιολογικό κύκλο. Δημιουργούν ασθένειες, όπως η Νοζεμίαση και έχουν μεγάλη διάρκεια εξέλιξης μέσα στο έντομο. Συνήθως τα πρώτα σημάδια της μόλυνσης στα έντομα εμφανίζονται στο επιθήλιο του εντέρου, ενώ λίγα είναι τα πρωτόζωα 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 τη 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 πρωτόζωων σε έντομα, ποικίλλουν σημαντικά. Οι Kellen and Lindegren (1973a), για παράδειγμα, απέδειξαν μία φλεγμονή που παρουσίαζαν τα Λεπιδόπτερα ύστερα από την επίδραση του *Nosema invadens* στις 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 and Dicke (1964), επιπλέον, παρατήρησαν ένα κιτρινοπράσινο φθορίζων υλικό στις προνύμφες 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 αποθηκών.

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 επιβίωσή τους στο στάδιο του ενήλικου, 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 τεχνητούς (π.χ. εντομοκτόνα) περιβαλλοντικούς παράγοντες επηρεάζονται από αυτούς τους μικροοργανισμούς. Κατά τον Jafri (1961, 1964), τα ακμαία του εντόμου *Tribolium castaneum* όταν μολύνθηκαν από ένα πρωτόζωο, ήταν παράλληλα υπερευαίσθητα στην ακτινοβολία. Το ίδιο παράσιτο βρέθηκε να προκαλεί αυξημένη ευαισθησία του εντόμου αυτού στο DDT (Weiser, 1963), ενώ οι Rabindra *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 προσβεβλημένες προνύμφες είχαν φυσική διάρκεια ζωής και γονιμότητα, αλλά τα υπόλοιπα ενήλικα ήταν σχεδόν στείρα και πέθαναν μέσα σε 30 ημέρες από την έξοδό τους.

Εκτός, λοιπόν, από τα άμεσα αποτελέσματα της δράσης των πρωτόζωων στα έντομα των αποθηκευμένων προϊόντων, ένας σημαντικός αριθμός περισσότερο έντομων 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 αντιμετώπισής τους.

2.5.2 Διάρκεια ζωής των πρωτόζωων

Αρκετές έρευνες έχουν διεξαχθεί σχετικά με τη διάρκεια ζωής των εντομοπαθογόνων πρωτόζωων μέσα στις αποθήκες. Ο Ashford (1970) απέδειξε ότι τα σπώρια των πρωτόζωων ήταν σταθερά για τρεις μήνες σε θερμοκρασία 15 °C ή ακόμα και 30 °C,

ενώ από τον 3^ο μέχρι τον 9^ο μήνα παρατηρήθηκε μια μείωση στη μολυσματικότητά τους, ιδιαίτερα στην υψηλότερη θερμοκρασία.

Δύο χρόνια αργότερα, ο Milner, ανέφερε ότι τα σπόρια του *Nosema whitei* δεν παρουσίαζαν καμμία αξιοπρόσεκτη απώλεια της ζωτικότητάς τους ακόμα και ύστερα από 15 μήνες στην αποθήκη σε θερμοκρασία 4 °C. Η θερμοκρασία κατά την αποθήκευση μελετήθηκε, τέλος και από τους Naga *et al.* (1981), όπου διαπιστώθηκε επιβίωση ακόμα και στους -19 °C.

2.5.3 Είδη πρωτόζωων ως μέσα βιολογικής καταπολέμησης εντόμων αποθηκών

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* (που αναφέρθηκαν παραπάνω), καθώς και το πρωτόζωο *N. oryzaephili* το οποίο απομονώθηκε από έναν γρήγορα φθίνοντα πληθυσμό του εντόμου *Oryzaephilus surinamensis*. Το έντομο αυτό θεωρήθηκε εξαιρετικά ευαίσθητο σ' αυτό το παθογόνο πρωτόζωο (Burges *et al.*, 1971).

Ιδιαίτερης σημασίας αποτελεί η αναφορά των Kellen and Lindegren (1973b), η οποία παρέχει πληροφορίες για τη δυνατότητα του πρωτόζωου *Nosema parasiticum* στη μικροβιακή αντιμετώπιση μεγάλης ποικιλίας εντόμων αποθηκών με αντιπροσωπευτικά είδη των Τάξεων Κολεόπτερα, Λεπιδόπτερα, Δίπτερα, αλλά και των Ακάρεων.

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 *Trogoderma sternale*, *T. simplex*, *T. glabrum* και *T. inclusum*. Έτσι, σύμφωνα με τους ερευνητές Schwalbe *et al.* (1974) και Burkholder and 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 η αξία τους ως μέσα μικροβιακής καταπολέμησης εντόμων-εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων.

2.6 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΙΩΝ

Προκειμένου να γίνει παραγωγή μικροβιακών προϊόντων για ευρεία χρήση, πρέπει βασικά να διασφαλισθεί ότι δεν αποτελούν απειλή για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Το 1982 δημοσιεύθηκαν από το EPA (Environmental Protection Agency) οδηγίες για τον έλεγχο της ασφάλειας των εντομοπαθογόνων παρασκευασμάτων. Γενικά, σύμφωνα με τον Γιαμβριά (1991), οι εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί που θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν πρακτικά σε προγράμματα βιολογικής ή ολοκληρωμένης καταπολέμησης, θα πρέπει να έχουν ορισμένες βασικές ιδιότητες, όπως :

- Μεγάλη και ισχυρή παθογένεια για τα είδη εντόμων που εφαρμόζεται η καταπολέμηση, ώστε να είναι αποτελεσματικοί.
- Αυστηρά εξειδικευμένη δράση για τα είδη που προορίζονται, ώστε να προστατεύονται οι ωφέλιμοι ζωικοί οργανισμοί. Έτσι, θα πρέπει να αναπτυχθεί, είτε για το κάθε είδος εντόμου ένα παθογόνο, είτε ένα παθογόνο με μεγάλη ποικιλία ξενιστών ικανό να μολύνει ένα συγκεκριμένο αριθμό ειδών.
- Σημαντική αντοχή στις συνθήκες και τη διάρκεια αποθήκευσης, καθώς και αντοχή στην ύπαιθρο ή τους αποθηκευτικούς χώρους μετά τη διασπορά τους.
- Μηδενική μολυσματικότητα για τον άνθρωπο και τους άλλους ζωικούς οργανισμούς.
- Παραγωγή του μικροοργανισμού σχετικά εύκολη και με μικρό κόστος.

Με τις προϋποθέσεις αυτές, πολλοί μικροοργανισμοί που προκαλούν ασθένειες δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μόνο ορισμένος αριθμός από αυτούς έχει περάσει τη διαδικασία ελέγχου και εφαρμογής στη γεωργική πράξη, αφού οι περισσότεροι αναπτύσσονται φυσικά με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αρκετά εμπόδια στην εμπορευματοποίησή τους. Εξαιρέση αποτελούν ορισμένα βακτήρια, μύκητες και νηματώδεις που έχουν αποδειχθεί ότι παράγονται άμεσα, είτε μέσω της ενζυματικής διαδικασίας, είτε με απλά τεχνητά μέσα.

Με βάση τις ιδιότητες αυτές των μικροοργανισμών, λαμβάνοντας ένα είδος εντόμου ως παράδειγμα για κάθε κατηγορία, επιχειρήθηκε μια κατάταξη που φαίνεται στον Πίνακα 2.9. Εκεί δίνεται το φάσμα δράσης τους στους ζωικούς εχθρούς, ο τρόπος που διεισδύουν στα έντομα, ο χρόνος εξέλιξης της ασθένειας, η σταθερότητα που παρουσιάζουν, οι δυνατότητες διασποράς στο περιβάλλον, η απαίτηση σε υγρασία για να δράσουν, η μέθοδος αναπαραγωγής και τα οικοσυστήματα στα οποία μπορεί να γίνει επέμβαση.

Πίνακας 2.9. Συγκριτικές ιδιότητες των εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΒΑΚΤΗΡΙΑ (όπως <i>Bacillus thuringiensis</i>)	ΜΥΚΗΤΕΣ (όπως Deuteromycetes)	ΙΟΙ (όπως Baculovirus)	ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ (όπως Heterorhabditis)	ΠΡΩΤΟΖΩΑ (όπως Microsporidia)
ΦΑΣΜΑ ΔΡΑΣΗΣ ΣΕ ΑΡΘΡΟΠΟΔΑ	Κυρίως Λεπιδόπτερα και Δίπτερα.	Σε πολυάριθμα είδη, αλλά με εξειδικευμένη δράση.	Κυρίως Λεπιδόπτερα και Υμενόπτερα. Διαφορετικός βαθμός εξειδικευμένης δράσης.	Πολυάριθμα είδη διαφόρων Οικογενειών, αλλά όχι εντόμων αποθηκών.	Ευρύ φάσμα σε ορισμένες Οικογένειες και πολλές απομονώσεις από έντομα αποθηκών.
ΤΡΟΠΟΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ	Στοματική οδός.	Κυρίως από σωματικό περιβλήμα.	Στοματική οδός.	Από πολλές εισόδους και δια του σωματικού περιβλήματος.	Στοματική οδός.
ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΣ ΓΙΑ ΘΑΝΑΤΩΣΗ	½ της ώρας- 2 ημέρες.	2 ημέρες.	3 ημέρες.	1-2 ημέρες.	Ασθένεια χρονιάια >4 ημέρες.
ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	Σπόρια ευαίσθητα στο UV. Κρύσταλλοι μεγάλης αντοχής. Καλή αντοχή στο έδαφος και κατά την προστασία των σπόρων.	Ευαίσθητοι στο UV. Καλή βιωσιμότητα στο έδαφος, αλλά μικρή διάρκεια στην αποθήκη.	Ευαίσθητοι στο UV. Μακρά αντοχή των εγκλειστικών σωματιών στο έδαφος και κατά την προστασία των σπόρων.	Ευαίσθητοι στο UV και στην ξηρασία. Μέτρια αντοχή στο έδαφος, ενώ δεν έχουν δοκιμασθεί ως μέσο μικροβιακού ελέγχου εντόμων αποθηκών.	Ευαίσθητοι στο UV.
ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	Δεν έχουν τέτοιες δυνατότητες.	Τα σπόρια διαχέονται με τον αέρα ή με την κίνηση του ξενιστή.	Μεταφορά δια της απεκκριτικής οδού ή με παθητικούς φορείς.	Διαχέονται τοπικά στο έδαφος. Αναζητούν ξενιστή.	Μεταφέρονται κατευθείαν μέσω των ωών.
ΥΓΡΑΣΙΑ	Μη περιοριστικός παράγοντας.	Η υψηλή υγρασία είναι απαραίτητη για τη βλάστηση των σπορίων.	Μη περιοριστικός παράγοντας.	Απαραίτητη η παρουσία ύδατος για τη διασπορά τους.	Μη περιοριστικός παράγοντας.
ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	In vitro	In vitro	In vivo	In vitro	In vivo
ΕΠΕΜΒΑΣΗ-ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	Γεωργικές καλλιέργειες, αποθήκες και έλη.	Έδαφος και καλλιέργειες υπό κάλυψη.	Δάση, λειμώνες, αποθήκες και άλλα σταθερά οικοσυστήματα.	Έδαφος και υποστρώματα σήψης, ίσως και αποθήκες.	Δάση, λιβάδια και αποθήκες.

Πηγή : Οι εντομοπαθογόνοι οργανισμοί στη βιολογική γεωργία.- Εναλλακτικές μορφές γεωργίας, Ανάγνου-Βερνίκη Μ.

2.7 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΙΩΝ ΣΤΙΣ ΑΠΟΘΗΚΕΣ

Σε σύγκριση με τα συστήματα παραγωγής, οι χειρισμοί μετά τη συγκομιδή έχουν συμπληρωματικές αποδόσεις στη χρήση των εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών και ιών για τον έλεγχο των εντόμων. Αν και η εφαρμογή των παθογόνων αυτών για την καταστολή των πληθυσμών των εντόμων και τη μείωση της ζημιάς των αποθηκευμένων προϊόντων είναι η ίδια με αυτή των προστατευτικών χημικών εντομοκτόνων, όπου παρέχεται άμεσος και πιθανός μακροχρόνιος έλεγχος, υπάρχουν πολλοί άλλοι τρόποι χρήσης τους.

Πιο συγκεκριμένα, το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* και οι ιοί έχουν χρησιμοποιηθεί ως προστατευτικά μικροβιακά μέσα αρκετών ειδών εντόμων αποθηκών, ενώ η έρευνα συνεχίζει να κατευθύνεται στην ανακάλυψη νέων φυλών μεγάλης παθογένειας, υψηλής εκλεκτικότητας και σταθερότητας. Επιπλέον, ο εμβολιαστικός τρόπος εισχώρησης των παθογόνων μπορεί να εφαρμοστεί είτε με άμεσο εμβολιασμό των μολύνσεων, είτε με τη χρήση αρρωστημένων ή μολυσμένων ατόμων του ίδιου είδους.

Η λεπτομερέστερη γνώση των γεωτεχνικών είναι απαραίτητη για τη χρήση των παθογόνων αυτών σε όλες τις βαθμίδες διαδικασίας, δηλαδή τον τρόπο δράσης τους και την εφαρμογή τους στην κατάλληλη περίπτωση. Σημαντικά εμπόδια στη χρήση των μικροοργανισμών και ιών στην γεωργική παραγωγή δεν υπάρχουν, γεγονός που παρέχει τη δυνατότητα να προβλέψουμε την εφαρμογή τους και στις αποθήκες, καθώς αυτές προσφέρουν ένα ιδανικό περιβάλλον για τον εντοπισμό των εντόμων-εχθρών των τροφίμων και την εξακρίβωση των θέσεων των μολύνσεων.

Η έλλειψη υπεριώδους αδρανοποίησης των εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών και ιών, ένας σημαντικός παράγων για τις εφαρμογές τους στον αγρό, δεν υφίσταται στην αποθήκη, ενώ παρατεταμένες περίοδοι υψηλής θερμοκρασίας κατά τον ίδιο τρόπο, σπανίως επικρατούν. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά τείνουν να απλοποιήσουν τη χρήση των παθογόνων και να τα επιτρέψουν να προστατεύουν τα προϊόντα μέσα στις αποθήκες για μακρές περιόδους.

Τέλος, όσον αφορά το πρακτικό μέρος, η εισαγωγή των μικροβιολογικών παρασκευασμάτων σε συστήματα Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης, καθώς και προστασίας αποθηκευμένων προϊόντων από ζωϊκούς εχθρούς, είναι πλέον γεγονός, με αποτέλεσμα τη μείωση της υψηλής τοξικότητας χημικών ουσιών με παράλληλη προστασία του περιβάλλοντος.

**ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ
(ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ)**

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ
ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ
ΜΙΚΡΟΔΕΠΙΔΟΠΤΕΡΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ ΑΠΟΘΗΚΩΝ *Ephestia*
(Anagasta) kuehniella Zeller**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη αφορά στην αξιολόγηση των δυνατοτήτων ορισμένων μικροβιακών σκευασμάτων για αποτελεσματική αντιμετώπιση του μικρολεπιδοπτέρου εντόμου αποθηκών *Ephestia (Anagasta) kuehniella* Zeller.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε, στηρίχθηκε αρχικά στη λεπτομερή μελέτη και γνώση των βιοοικολογικών χαρακτηριστικών του εντόμου μέσω της εργαστηριακής τεχνητής εκτροφής του. Κατόπιν, η μελέτη της επίδρασης των εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών και ιών έγινε με βιοδοκιμές, χρησιμοποιώντας μολύσματα από διάφορα εμπορικά βακτηριακά σκευάσματα, τα περισσότερα από τα οποία ήταν υπό μορφή βρέξιμης σκόνης σε διάφορες περιεκτικότητες και περιείχαν την ενεργό τοξική πρωτεΐνη του βακτηρίου *Bacillus thuringiensis*.

Ο πειραματισμός επεκτάθηκε και στην εφαρμογή μυκητολογικών σκευασμάτων που είχαν ως συστατικό το μύκητα *Beauveria bassiana*, ενώ ως ιολογικό σκεύασμα χρησιμοποιήθηκε το SPOD-X που περιείχε τον ιό *Spodoptera exigua* nucleopolyedrosis virus, όλα υπό μορφή γαλακτωδών διαλυμάτων.

Ο τρόπος μόλυνσεως των προνυμφών του *E. kuehniella* ήταν ανάλογος με τις οδηγίες του κάθε μικροβιακού παρασκευάσματος, ενώ η δραστηκότητά τους ενάντια στο έντομο-εχθρό αυτόν ερευνήθηκε μέσα από την καθημερινή καταγραφή του αριθμού των νεκρών προνυμφών σε αναλυτικούς πίνακες και τη συγκρότηση αντίστοιχων διαγραμμάτων. Με τη διαδικασία αυτή προέκυψαν σημαντικά πορίσματα για την αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων, δίνοντας τη συγκριτική εικόνα τους.

Αν και η δράση του κάθε βιοεντομοκτόνου υπήρξε διαφορετική στις προνύμφες του *E. kuehniella* ήταν σαφώς ανώτερη η αποτελεσματικότητα των βακτηριακών σκευασμάτων, χωρίς να αποκλείεται η σπουδαιότητα και των υπολοίπων για την εύρεση νέων μεθόδων εφαρμογής τους. Η προσπάθεια εντοπισμού νέων σχέσεων παθογόνων-εντόμων αποθηκών, αλλά και η επισήμανση νέων παθογόνων φάνηκε να είναι αναγκαία και απαραίτητη για την εφαρμογή μεθόδων καταπολέμησης που παρέχουν ασφάλεια στον άνθρωπο, στα ζώα και το περιβάλλον.

SUMMARY

This study relates to the determination of the potentialities of certain microbial insecticides for the effective fight against the lepidopterous stored-product pest *Ephestia (Anagasta) kuehniella* Zeller.

The procedure followed was firstly based on the detailed study and knowledge of the biological and ecological characteristics of *E. kuehniella* by means of its artificial development in the laboratory. Secondly, the study of the effect of the entomopathogenic organisms, including viruses as microbial control agents, was conducted by using infectious germs, most of which were in the form of wettable powder in different proportions, and contained the active endotoxin (protein) of *Bacillus thuringiensis*. The experimentation was also based on the use of some microbial pesticides which contained the pathogenic fungus *Beauveria bassiana*, while a product called SPOD-X, that contained the nucleopolyedrosis virus *Spodoptera exigua* was used as virus preparation. All these biological products were in the form of emulsion.

The infection mode of the *E. kuehniella* larvae depended on the instructions of each microbial preparation, while their efficacy on this enemy-insect was investigated by daily writing down the number of the dead larvae in detailed lists, and forming the corresponding diagrams. As a result of this procedure, there were drawn important conclusions on the effectiveness of the microbial pesticides, providing, furthermore, their comparative "picture".

Although the action of each biological product on the *E. kuehniella* larvae was different, the efficacy of the bacterial insecticides was obviously higher, but without excluding the importance of the rest, regarding the opportunity to find out new methods of their application. The effort to find out new relation between pathogens and stored-product pests, and also the detection of new pathogens was proved to be necessary and indispensable for their use to protect people, animals and environment.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην ολοκληρωμένη καταπολέμηση των ζωϊκών εχθρών των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων, τα βιοεντομοκτόνα που περιέχουν εντομοπαθογόνους μικροοργανισμούς και ιούς έχουν σημαντική συνεισφορά και κάθε μελέτη για τον προσδιορισμό των δυνατοτήτων τους και την εξεύρεσή τους αποτελεί συμβολή για την επιστήμη.

Μέσα από τις πολυάριθμες έρευνες που έχουν διεξαχθεί εργαστηριακά και στην πράξη για την αποτελεσματικότητα των μολυσματικών αυτών οργανισμών, είτε ως μέσα ελέγχου, είτε ως προληπτικά ή και προστατευτικά μέσα, λίγες είναι εκείνες που ασχολούνται με τη μικροβιακή αντιμετώπιση του μικρολεπιδοπτέρου *Ephestia (Anagasta) kuehniella* Zeller, που προσβάλλει και ζημιώνει τη βασική τροφή του ανθρώπου, τα άλευρα.

Οι ελάχιστες, αλλά σημαντικές μελέτες σχετικά με το σοβαρό αυτό κίνδυνο των αποθηκών, αναφέρονται, είτε στα παθογόνα που έχουν απομονωθεί από το *E. kuehniella*, όπως του Berliner το 1915, είτε σε πειραματικές δοκιμές που έχουν πραγματοποιηθεί, έως σήμερα, για τον έλεγχό του, όπως π.χ. Métalnikov and Métalnikov, 1935; Jacobs, 1951; Heimpele, 1959; Yamvriasis, 1962; Luca, 1976. Οι περισσότερες εργαστηριακές και πρακτικές αναφορές περιγράφουν το μικροβιακό έλεγχο άλλων συγγενών ειδών της Τάξεως Λεπιδόπτερα, όπως του *Plodia interpunctella*, *Cadra cautella*, *C. figulilella*, *Ephestia elutella* (Adams and Wilcox, 1968; Hunter and Hoffmann, 1970; Brooks, 1971; Nwanze *et al.*, 1975; Kinsinger and McGaughey, 1976 και 1978).

Η παρούσα πειραματική έρευνα αποσκοπεί στο να αποτελέσει ένα συμπληρωματικό κομμάτι όλων των προηγούμενων ερευνών και να συμβάλλει με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη διεξαγωγή τους, στη διερεύνηση της παθογόνου δράσης ορισμένων γνωστών εμπορικών μικροβιακών σκευασμάτων, στο Μεσογειακό σκώρο των αλεύρων. Από τα συμπεράσματα διαπιστώνεται η σημασία των βιολογικών αυτών “όπλων”, που περνούν πλέον στην υπηρεσία του ανθρώπου και υπόσχονται να συμβάλλουν σε μια σωστή διαχείριση προς όφελος του ίδιου και του περιβάλλοντος.

I. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

A) Τεχνητή εκτροφή του *Ephestia kuehniella* Zeller

Η εκτροφή του μικρολεπιδοπτέρου εντόμου αποθηκών *Ephestia kuehniella* Zell. στο Εργαστήριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες δυσκολίες, αφού πρόκειται για ένα έντομο χωρίς διάπαυση και συνεπώς η εκτροφή του μπορεί να διαρκεί όλο το χρόνο.

Η διαδικασία της εκτροφής πραγματοποιείται σε ειδικό εντομοτροφείο και κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας. Πιο συγκεκριμένα, η θερμοκρασία κυμαίνεται στους $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$, ενώ η σχετική υγρασία είναι $65 \pm 5\%$. Έτσι, τα έντομα συμπληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο χωρίς κανένα πρόβλημα από την ωοτοκία μέχρι την έξοδο του πρώτου ακμαίου σε 50 έως 60 ημέρες. Ακολουθεί κλιμακωτή έξοδος των τέλειων για 20 ημέρες ακόμα.

Η συλλογή των ενήλικων πραγματοποιείται 2 με 3 ημέρες το πολύ, μετά την έξοδό τους και τοποθετούνται σε διαφανή πλαστικά κουτιά, διαστάσεων $11\text{cm} \times 22\text{cm} \times 7\text{cm}$, ειδικά απολυμασμένα, με περιοχή σήτας στην επάνω επιφάνειά τους για τον καλύτερο αερισμό τους. Εκεί παραμένουν τα τέλεια 2 με 3 ημέρες για τη σύζευξη και την ωοτοκία, ενώ στη συνέχεια απομακρύνονται για τη λήψη των ωών και θανατώνονται σε διάλυμα αιθυλικής αλκοόλης και νερού, αποφεύγοντας έτσι παραπέρα τυχόν μολύνσεις.

Με ένα μικρό πινέλο αφαιρούνται με προσοχή από την περιοχή της σήτας και το εσωτερικό των κουτιών τα αυγά, τα οποία ρίχνονται σε τρυβλίο που περιέχει διάλυμα αιθυλικής αλκοόλης και νερού (2:1), ώστε να απολυμανθούν. Αφού συγκεντρωθούν όλα τα ωά, αδειάζεται το διάλυμα προσεκτικά και γίνονται 3-4 πλύσεις με νερό, ώστε να απομακρυνθεί κάθε είδους ξένη ουσία. Στη συνέχεια, τοποθετούνται σε διαφανές πλαστικό κουτί με περιοχή σήτας στην επάνω επιφάνεια, απολυμασμένο και με αρκετή ποσότητα αποστειρωμένου σιμιγδαλιού (Εικόνα 10). Στο σιμιγδάλι προστίθεται, σε αναλογία 2‰ , το περιεχόμενο από δύο κάψουλες αντιβιοτικού Pentrexyl (ampicillin) προς αποφυγή μολύνσεων από μικροοργανισμούς.

Μέσα στο σιμιγδάλι εξελίσσονται τα ωά, ενώ οι προνύμφες αμέσως μετά την εμφάνισή τους αρχίζουν να διατρέφονται από αυτό (Εικόνα 11), επιφέροντας και δυσάρεστες οσμές. Στην επιφάνεια της τροφής, αλλά και στις γωνίες του κουτιού είναι χαρακτηριστικό το λευκό μετάξινο νήμα που δημιουργούν για την νύμφωσή τους, αλλού πυκνότερο κι αλλού

αραιότερο, δημιουργώντας έτσι, κατά τη νύμφωση λευκά προνυμφικά περιβλήματα, τα κουκούλια.

Μόλις συμπληρωθεί ο βιολογικός κύκλος του εντόμου στα κουτιά κι εξέλθουν τα ακμαία από τα κουκούλια, όπως φαίνονται στην Εικόνα 12, ακολουθεί πάλι η ίδια διαδικασία για τη διατήρηση και συνέχιση της εκτροφής με σκοπό την εφαρμογή πειραματικών μελετών.

B) Μολύσματα

Η μελέτη της αποτελεσματικότητας των εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών και ιών στις προνύμφες του *Ephesia kuehniella* στηρίχθηκε στη χρησιμοποίηση των παρακάτω παρασκευασμάτων που ήταν διαθέσιμα στο Εργαστήριο Μικροβιολογίας και Παθολογίας Εντόμων του Μ.Φ.Ι :

- **BACTOSPEINE WP**

Παρασκευαστής Οίκος : Novo Nordisk

Αντιπρόσωπος Εταιρεία : Χελλαφάρμ Α.Ε.

Το BACTOSPEINE WP είναι βρέξιμη σκόνη που περιέχει ενεργό πρωτεΐνη υπό μορφή κρυστάλλων τοξίνης του *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* 3,2% ή 16.000 Διεθνείς Τοξικές Μονάδες ανά χιλιοστόγραμμα (I.U./mg).

- **AGREE WP**

Παρασκευαστής Οίκος : Thermo Trilogy Corporation

Αντιπρόσωπος Εταιρεία : Novartis A.B.E.E.

Το AGREE WP είναι βρέξιμη σκόνη που αποτελείται από ενεργό πρωτεΐνη υπό μορφή κρυστάλλων του *Bacillus thuringiensis* strain GE 91 (var. *kurstaki/aizawai*) 3,8% ή 25.000 I.U./mg.

- **XENTARI WG**

Παρασκευαστής Οίκος : Abbott Η.Π.Α

Αντιπρόσωπος Εταιρεία : Bayer Hellas

Το XENTARI WG είναι βιολογικό προϊόν (βρέξιμη σκόνη) που περιέχει ενεργούς κρυστάλλους του *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* 15.000 I.U./mg.

- **DIPEL WP**

Παρασκευαστής Οίκος : Abbott Η.Π.Α

Αντιπρόσωπος Εταιρεία : Κ. & Ν. Ευθυμιάδης Α.Β.Ε.Ε.

Το DIPEL WP είναι μικροβιακό εντομοκτόνο σε μορφή βρέξιμης σκόνης που περιέχει σπόρια και κρυστάλλους του *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* 16.000 I.U./mg.

- **DIPEL 32.000 WP**

Παρασκευαστής Οίκος : Abbott Η.Π.Α

Αντιπρόσωπος Εταιρεία : Κ. & Ν. Ευθυμιάδης Α.Β.Ε.Ε.

Είναι μικροβιακό εντομοκτόνο υπό μορφή βρέξιμης σκόνης με σπόρια και ενεργούς κρυστάλλους του βακτηρίου *B. thuringiensis* var. *kurstaki* 16.000 I.U./mg.

- **BMP 123 WP**

Παρασκευαστής Οίκος : Becker Η.Π.Α

Αντιπρόσωπος Εταιρεία : Intrachem ΕΛΛΑΣ Ε.Π.Ε.

Το BMP είναι βιολογικό εντομοκτόνο σε μορφή βρέξιμης σκόνης που περιέχει την δ-ενδοτοξίνη (ενεργό πρωτεΐνη υπό μορφή κρυστάλλων) του *B. thuringiensis* var. *kurstaki* 6,4% ή 32.000 I.U./mg.

Το πειραματικό μέρος της μελέτης συνεχίστηκε με αντικείμενο το μύκητα *Beauveria bassiana*, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε μέσω των εξής μικροβιακών σκευασμάτων :

- **BOTANIGARD ES (Emulsifiable Suspension)**

Παρασκευαστής Οίκος : Mycotech Corporation

Αντιπρόσωπος Εταιρεία : Χελλαφάρμ Α.Ε.

Το μυκητολογικό αυτό σκεύασμα είναι ένα γαλακτοποιήσιμο διάλυμα που περιέχει από το μύκητα *Beauveria bassiana* strain GHA 11,3%, 2×10^3 ορατά σπόρια ανά τέταρτο του λίτρου.

- **NATURALIS**

Παρασκευαστής Οίκος : Troy Biosciences WC.

Αντιπρόσωπος Εταιρεία : Intrachem ΕΛΛΑΣ Ε.Π.Ε.

Το μικροβιακό παρασκεύασμα NATURALIS αποτελείται από $2,3 \times 10^7$ κονίδια του μύκητα *Beauveria bassiana* strain JW-1, 11,3% ανά ml του προϊόντος.

- **SPOD-X**

Ως τελευταίο βιοεντομοκτόνο για τη μελέτη του στις προνύμφες του *Ephesia kuehniella* με βάση τους ιούς, εφαρμόστηκε το εργαστηριακό σκεύασμα **SPOD-X**, το οποίο περιέχει *Spodoptera exigua* nucleopolyedrosis virus (SeMNPV). Το ιολογικό αυτό προϊόν χρησιμοποιείται στην Ολλανδία, τις Η.Π.Α και την Ταϊλάνδη, ενώ πρόκειται να

πάρει έγκριση και στο Μεξικό. Παρασκευάζεται από την Εταιρεία Hellen Chemical Company.

Γ) Τρόπος μολύνσεως των προνυμφών του *Ephestia kuehniella* Zeller με τα βακτηριακά σκευάσματα-Διαδικασία βιοδοκιμών

Σύμφωνα με τις οδηγίες των βιοεντομοκτόνων, για εκείνα που περιείχαν το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* που ως γνωστό δρα δια του στομάχου, έπρεπε να εφαρμοστεί η μέθοδος της ελεύθερης κατάποσης, κατά την οποία προσφέρεται στις προνύμφες ορισμένη ποσότητα σιμιγδαλιού ανανεμειγμένη με γνωστή δόση του προϊόντος. Η προτεινόμενη δόση ήταν 1gr μολύσματος/1000gr τροφής με την οποία τρέφονταν οι προνύμφες κατά βούληση. Πιο συγκεκριμένα, οι δόσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι εξής :

- 0,25gr/1000gr (υποτετραπλάσια της προτεινόμενης) (Επέμβαση Γ)
- 0,5gr/1000gr (υποδιπλάσια της προτεινόμενης) (Επέμβαση Β)
- 1gr/1000gr (η προτεινόμενη δοσολογία) (Επέμβαση Α)

Ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε αντίστοιχος αριθμός προνυμφών σε ποσότητα σιμιγδαλιού, όπου δεν περιείχε μικροβιακό σκεύασμα. Σε κάθε επέμβαση, καθώς και το μάρτυρα χρησιμοποιήθηκαν 60 προνύμφες του εντόμου *E. kuehniella* των οποίων το στάδιο επιλέγει βάσει του μεγέθους. Ως το καταλληλότερο στάδιο για τις εφαρμογές των βιολογικών προϊόντων επιλεγόταν το β' στάδιο με μικρές αποκλίσεις. Επιπλέον, για το κάθε σκεύασμα έγιναν δύο βιοδοκιμές σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα, ενώ η συνολική διάρκεια των δοκιμών ήταν 6 μήνες.

Για το μάρτυρα και την κάθε επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν 3 τρυβλία στα οποία τοποθετούνταν οι προνύμφες του εντόμου (20 προνύμφες ανά τρυβλίο). Κατόπιν, ζυγίζονταν οι απαιτούμενες ποσότητες σιμιγδαλιού και σκευάσματος ξεχωριστά, εν συνεχεία ανακατεύονταν προσεκτικά, ώστε να είναι το μίγμα όσο το δυνατόν ομογενές και αραιώνονταν κατάλληλα, ώστε να προκύψουν οι επιθυμητές περιεκτικότητες για τις επεμβάσεις Α, Β και Γ σε κάθε τρυβλίο. Αναλυτικότερα, το κάθε τρυβλίο περιείχε :

- για την επέμβαση (Α), 20 προνύμφες σε υπόστρωμα 0,01gr σκευάσματος/10gr τροφής
- για την επέμβαση (Β), 20 προνύμφες σε υπόστρωμα 0,005gr σκευάσματος/10gr τροφής και
- για την επέμβαση (Γ), 20 προνύμφες σε υπόστρωμα 0,0025gr σκευάσματος/10gr τροφής.

Όσον αφορά το μάρτυρα, κάθε τρυβλίο περιείχε 10gr καθαρού σιμιγδαλιού.

Μετά τη διαδικασία αυτή, τα τρυβλία κλείνονταν αεροστεγώς και τοποθετούνταν σε εντομοτροφείο με ελεγχόμενη θερμοκρασία $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία $65\pm 5\%$, ίδιες συνθήκες με αυτές που απαιτούνται για την κανονική ανάπτυξη του *Ephestia kuehniella*. Δεν παραλείπονταν η καταγραφή της ημερομηνίας έναρξης κάθε βιοδοκιμής, το αντίστοιχο μικροβιακό προϊόν που εφαρμοζόταν, καθώς και η ποσότητα αυτού (επέμβαση) στο πάνω μέρος κάθε τρυβλίου (Εικόνα 13).

Η παρατήρηση της συμπεριφοράς των προνυμφών γινόταν καθημερινά σε κάθε επέμβαση και σε κάθε επανάληψη του κάθε βιοεντομοκτόνου.

Δ) Τρόπος μολύνσεως των προνυμφών του *Ephestia kuehniella* Zeller με μικροβιακά σκευάσματα μυκήτων και ιών

Η διαδικασία των βιοδοκιμών που έγιναν με μικροβιακά σκευάσματα μυκήτων και ιών δε διέφερε καθόλου απ' αυτή που ακολουθήθηκε με τα βακτηριακά προϊόντα, όσον αφορά την ποσότητα του σιμιγδαλιού, τον αριθμό των τρυβλίων και των προνυμφών του εντόμου, το στάδιο ανάπτυξης των προνυμφών που επιλεγόταν κάθε φορά, τον τόπο και τις συνθήκες διεξαγωγής των δοκιμών και όλες γενικότερα τις απαραίτητες ενέργειες για την όσο το δυνατόν, επιτυχή έκβαση των εφαρμογών.

Η μόνη, όμως, διαφορά ήταν ότι τα μικροβιακά σκευάσματα με βάση το μύκητα *Beauveria bassiana* και το εργαστηριακό ιολογικό παρασκεύασμα SPOD-X απαιτούσαν, σύμφωνα με τις οδηγίες τους, να γίνει διάλυμα με το οποίο έπρεπε να ψεκαστεί η επιφάνεια της τροφής και η προτεινόμενη δόση ήταν 1ml σκευάσματος/100ml αποσταγμένου νερού. Έτσι, οι επεμβάσεις που εφαρμόστηκαν ήταν οι εξής :

- 0,25ml/100ml (υποτετραπλάσια της προτεινόμενης) (Επέμβαση Γ)
- 0,5ml/100ml (υποδιπλάσια της προτεινόμενης) (Επέμβαση Β)
- 1ml/100ml (η προτεινόμενη δοσολογία) (Επέμβαση Α)

Αφού ογκομετρήθηκε η απαιτούμενη ποσότητα των υγρών μικροβιακών σκευασμάτων και αραιώθηκε κατάλληλα, προέκυψαν οι επιθυμητές περιεκτικότητες των διαλυμάτων, με τις οποίες ψεκάστηκαν, με ομοιόμορφη διασπορά του διαλύματος, τα τρυβλία κάθε επέμβασης (Εικόνες 14 και 15).

Ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε ποσότητα σιμιγδαλιού (10gr) που δεν περιείχε μικροβιακό σκεύασμα, ενώ και σ' αυτή την περίπτωση οι παρατηρήσεις συνίσταντο στην καθημερινή παρακολούθηση της συμπεριφοράς των προνυμφών του *E. kuehniella*.



Εικόνα 10. Διαφανή πλαστικά κουτιά με περιοχή σίτας κατάλληλα για την τεχνητή εκτροφή του *Eprhestia (Anagasta) kuehniella*



Εικόνα 11. Προνύμφες του εντόμου που εξελίσσονται μέσα στο σμιγδάλι κατά την τεχνητή εκτροφή τους



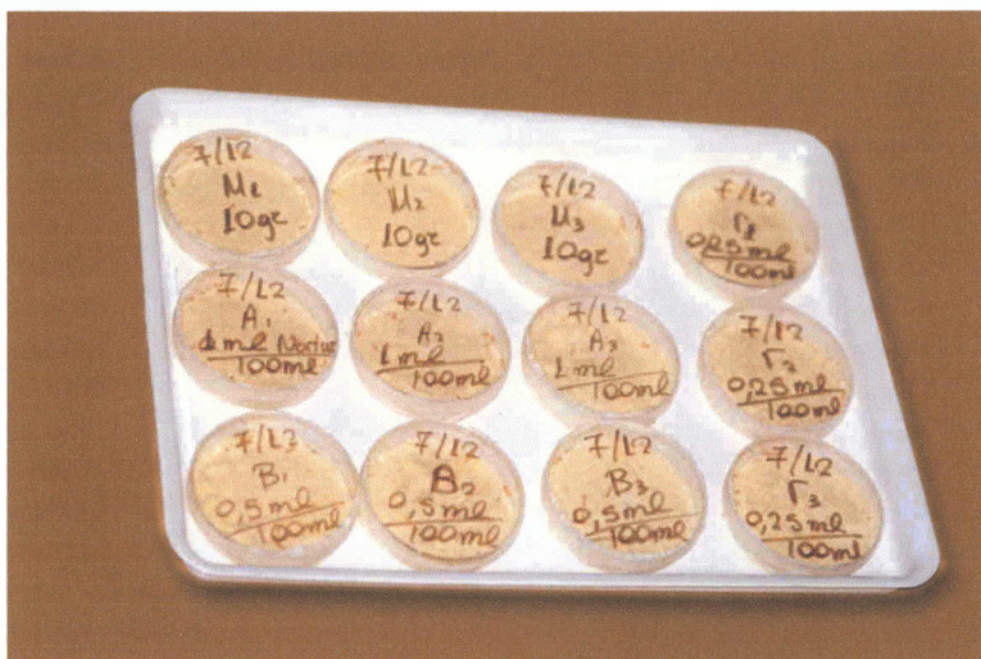
Εικόνα 12. Ακμαία του *Eperhestia (Anagasta) kuehniella* που έχουν εξέλθει από τα κουκούλια τους



Εικόνα 13. Τα τρυβλία των βιοδοκιμών με τα βακτηριακά σκευάσματα σε προνύμφες του *Ephestia (Anagasta) kuehniella*. Καταγράφεται η ημερομηνία έναρξης και η ποσότητα κάθε σκευάσματος



Εικόνα 14. Ψεκασμός των τρυβλίων με τα μικροβιακά σκευάσματα
μυκήτων και ιών



Εικόνα 15. Τα τρυβλία των βιοδοκιμών μετά τη διασπορά των σκευασμάτων
μυκήτων και ιών

II. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Μετά την εφαρμογή του κάθε σκευάσματος και κυρίως τις δύο πρώτες ημέρες, όσο οι προνύμφες του *Ephestia kuehniella* ήταν ζωντανές, παρουσίαζαν έντονη κινητικότητα και μια τάση αποφυγής της τροφής. Με την πάροδο του χρόνου, όμως, καταναλώνοντας ποσότητες σιμιγδαλιού με την ανάλογη δόση του μικροβιακού παρασκευάσματος, γίνονταν αντιληπτές οι προσβεβλημένες ή νεκρές προνύμφες με εμφανή τα συμπτώματα της προσβολής, σε διάφορα χρονικά διαστήματα. Συνήθως διακρίνονταν, τόσο λόγω της ακινησίας τους, όσο και λόγω του σαφώς διαφορετικού χρωματισμού τους από τα υγιή άτομα.

Οι νεκρές προνύμφες του εντόμου που εμφανίζονταν κάθε φορά μετά την κατάποση του βιολογικού προϊόντος που χρησιμοποιήθηκε με βάση το βακτήριο *Bacillus thuringiensis*, ήταν καφετιές έως μαύρες και σκληρές, διαφέροντας έτσι από τις υπόλοιπες (Εικόνες 16 και 17). Χαρακτηριστικό χρωματισμό παρουσίαζαν οι νεκρές, από τα σκευάσματα με βάση το μύκητα *Beauveria bassiana* προνύμφες, οι οποίες όχι μόνο παρουσιάζονταν διογκωμένες, αλλά εμφάνιζαν χρώμα βαθύ μωβ (φούξια), όπως μπορούμε να διακρίνουμε και στις Εικόνες 18 και 19. Τα συμπτώματα ήταν διαφορετικά, ύστερα από την επίδραση του ιολογικού σκευάσματος SPOD-X, όπου ένα τμήμα του σώματος των προσβεβλημένων προνυμφών είχε σκουρότερο (συνήθως μαύρο) χρωματισμό σε σχέση με το υπόλοιπο τμήμα, όπως φαίνεται στις Εικόνες 20 και 21.

Κατά τη διάρκεια των βιοδοκιμών με τα βακτηριακά παρασκευάσματα, προκειμένου να πιστοποιηθεί η επίδραση του *B. thuringiensis*, απομακρύνθηκε ένας αριθμός νεκρών προνυμφών του *E. kuehniella* που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία παρασκευάσματος με την εξής διαδικασία : Γινόταν πολτοποίηση του εντερικού περιεχομένου και της αιμολέμφου των προνυμφών πάνω σε μία αντικειμενοφόρο πλάκα και απομακρυνόταν η κεφαλή και το περίβλημα (ο διαχωρισμός ήταν εύκολος, καθώς τα τμήματα αυτά δε πολτοποιούνται με απλή πίεση, όπως τα υπόλοιπα). Στη συνέχεια γινόταν η εφαρμογή μεθυλικής αλκοόλης για 10', προκειμένου να γίνει προσήλωση του περιεχομένου. Κατόπιν, η αντικειμενοφόρος ξεπλενόταν με νερό κι αφού στέγνωσε γινόταν εφαρμογή της χρωστικής Giemsa για 5', με σκοπό να βαφούν τα βλαστικά κύτταρα του βακτηρίου. Ακολουθούσε νέο ξέπλυμα. Στο τέλος του πειράματος, οι αντιμειμενοφόροι πλάκες παρατηρήθηκαν στο μικροσκόπιο, όπου ήταν εμφανή τα χρωσμένα βακτηριακά κύτταρα σε μορφή αλυσίδας, κατά ζεύγη ή και μόνα (Εικόνα 22).

Με τη διαδικασία αυτή παρατηρείται η βλάστηση των σπορίων του βακίλλου στο μεσέντερο των προνυμφών στο μικροσκόπιο.

Η πειραματική μελέτη της αποτελεσματικότητας των μικροβιακών σκευασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στις προνύμφες του μικρολεπιδοπτέρου εντόμου αποθηκών *E. kuehniella*, στηρίχθηκε στην καθημερινή καταμέτρηση και καταγραφή του αριθμού των νεκρών προνυμφών του εντόμου μετά την έναρξη κάθε βιοδοκιμής από το μάρτυρα και την κάθε επέμβαση.

Σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά, συγκροτήθηκαν αναλυτικοί Πίνακες θνησιμότητας προνυμφών για το κάθε σκεύασμα χωριστά (1α-18α), ενώ η επίδραση των σκευασμάτων στο *E. kuehniella* εκφράστηκε με ποσοστό θνησιμότητας των προνυμφών κατά τη διάρκεια των επόμενων ημερών από την εφαρμογή, στους Πίνακες (1β-18β). Στους Πίνακες αυτούς με Α, Β, Γ συμβολίζονται οι αντίστοιχες αναφερόμενες δόσεις. Τέλος, με βάση τα στοιχεία τους, παρουσιάζεται η σχηματική απεικόνιση των αποτελεσμάτων, προκειμένου να εκτιμηθούν καλύτερα και να εξαχθούν ουσιαστικά συμπεράσματα.



Εικόνες 16 και 17. Οι νεκρές προνύμφες του *Ephestia (Anagasta) kuehniella* ύστερα από την επέμβαση με τα μικροβιακά σκευάσματα του *Bacillus thuringiensis*

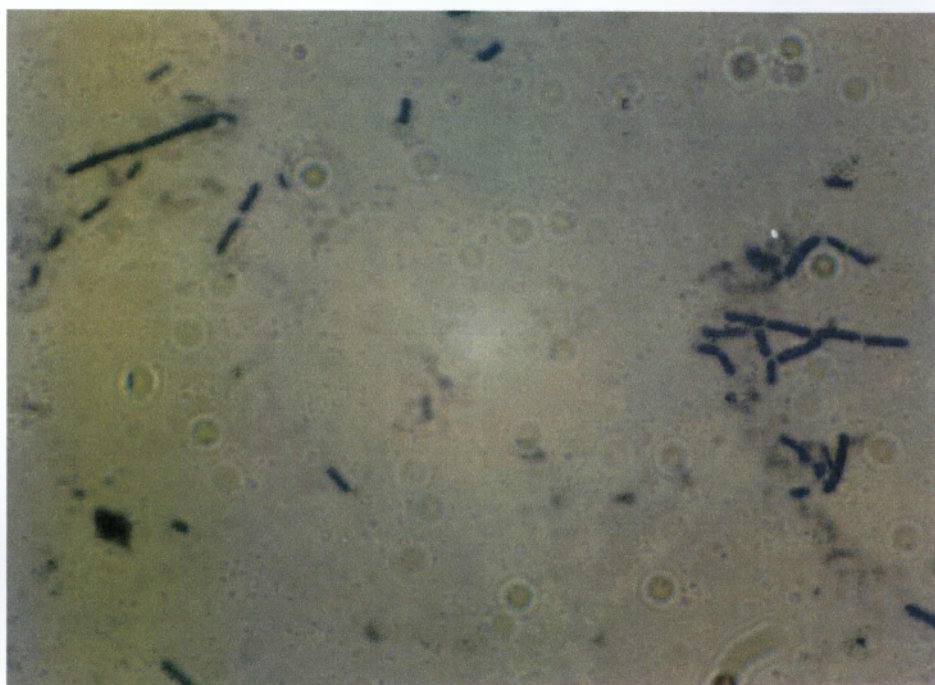


Εικόνες 18 και 19. Οι νεκρές προνύμφες του *Ephestia (Anagasta)*

kuehniella με χαρακτηριστικό “φούξια” χρωματισμό, ύστερα από την επέμβαση με τα σκευάσματα του μύκητα *Beauveria bassiana*



Εικόνες 20 και 21. Οι νεκρές προνύμφες του *Ephestia (Anagasta) kuehniella* με σκουρότερο χρωματισμό στο ένα τμήμα του σώματός τους, ύστερα από την επίδραση του ιολογικού σκεύασματος SPOD-X



Εικόνα 22. Τα βακτηριακά κύτταρα όπως εμφανίζονται στο εσωτερικό της νεκρής προνύμφης του *Ephesia (Anagasta) kuehniella* στο μικροσκόπιο, από το εργαστηριακό παρασκεύασμα

• BACTOSPEINE WP

Με το βακτηριακό αυτό σκεύασμα πραγματοποιήθηκαν δύο βιοδοκιμές από τις οποίες, η πρώτη ξεκίνησε στις 28/9/1999 και η δεύτερη στις 12/10/1999.

Στην πρώτη βιοδοκιμή (Διάγραμμα 1) παρατηρείται ότι κατά τις τρεις πρώτες ημέρες από την κατάποση του βακίλλου από τις προνύμφες, η θνησιμότητά τους για την υψηλότερη δόση προσέγγισε το 20%, ενώ για τις υπόλοιπες παρέμεινε χαμηλή. Το 50% της θνησιμότητας υπερέβηκε την 7^η ημέρα, με την προτεινόμενη, από τον παραγωγό οίκο, δόση, ενώ με την επέμβαση (B) την 8^η ημέρα. Αν και την τελευταία ημέρα της βιοδοκιμής, η θνησιμότητα, τόσο για την ενδεδειγμένη, όσο και για την υποδιπλάσια αυτής δόση προσέγγισε το 85%, για τη χαμηλότερη επέμβαση, η θνησιμότητα των προνυμφών παρέμεινε κάτω από το 40%.

Κατά τη διάρκεια της δεύτερης βιοδοκιμής (Διάγραμμα 2), αν και η θνησιμότητα τις τρεις πρώτες ημέρες δεν υπερέβηκε το 10% και για τις τρεις δόσεις, την 7^η ημέρα ξεπέρασε το 60% για την υψηλότερη δόση, προσεγγίζοντας το 100% την τελευταία ημέρα της εφαρμογής. Δε συνέβη όμως το ίδιο για τις υπόλοιπες επεμβάσεις, όπου για τη μεν (B) η θνησιμότητα προσέγγισε το 60% μετά από δύο εβδομάδες από την εφαρμογή της και με τη (Γ) ο αριθμός των νεκρών προνυμφών παρέμεινε χαμηλός όλες τις ημέρες.

Σε όλες τις περιπτώσεις η θνησιμότητα του μάρτυρα κυμάνθηκε από 0% έως 12%.

Είναι σαφής και στις δύο εφαρμογές του βιολογικού αυτού προϊόντος, η αποτελεσματικότητα της δόσης 1gr/kg, έναντι των άλλων δύο, γεγονός που επικυρώνει την άποψη του παραγωγού οίκου του σκευάσματος. Εφόσον εφαρμοστεί σε προνύμφες του *Ephestia kuehniella* η επέμβαση αυτή, είναι δυνατόν να δώσει σταθερά, αλλά ικανοποιητικά αποτελέσματα μία εβδομάδα μετά, χωρίς, όμως, να είναι σίγουρη η πρόληψη της ζημιάς.

• AGREE WP

Το βακτηριακό αυτό σκεύασμα χρησιμοποιήθηκε δίνοντας σημαντικής σημασίας πορίσματα για την εφαρμογή του στην πράξη σε προνύμφες του *E. kuehniella*, καθώς η θνησιμότητα τους ήταν αυξημένη από την 4^η κιόλας ημέρα και των δύο βιοδοκιμών.

Η πρώτη βιοδοκιμή που ξεκίνησε στις 7/10/1999, σύμφωνα με το Διάγραμμα 3, δείχνει ότι τέσσερις ημέρες μετά την έναρξη η θνησιμότητα των προνυμφών με την υψηλότερη δόση προσέγγισε το 70%, ενώ με την αμέσως επόμενη μικρότερη επέμβαση το 60%. Την 8^η ημέρα από την κατάποση του βακίλλου μέσω του βιοεντομοκτόνου αυτού, με

την επέμβαση (Α), η θνησιμότητα έφτασε το 100%, ενώ με την (Β) το 97%. Την ίδια ημέρα ακόμα και για τη χαμηλότερη δόση το ποσοστό θνησιμότητας υπερέβηκε το 75%.

Ανάλογα συμπεράσματα προκύπτουν και από το Διάγραμμα 4 της δεύτερης βιοδοκιμής που ξεκίνησε στις 11/10/1999. Σύμφωνα με αυτά, η θνησιμότητα τόσο για την προτεινόμενη δόση, όσο και για την (Β) επέμβαση την 4^η ημέρα προσέγγισε το 60%, ενώ την 7^η ημέρα ξεπέρασε το 90%. Η χαμηλότερη δόση την έβδομη ημέρα εμφάνιζε θνησιμότητα 75%, ενώ σε 9 ημέρες από την εφαρμογή του σκευάσματος και για τις τρεις επεμβάσεις η θνησιμότητα των προνυμφών προσέγγισε το 100%.

Το ποσοστό θνησιμότητας των προνυμφών στην περίπτωση του μάρτυρα και για τις δύο βιοδοκιμές κυμάνθηκε από 1,7% έως 12%, παραμένοντας σε χαμηλά επίπεδα.

Το μικροβιακό αυτό σκεύασμα με την πειραματική εφαρμογή του στις προνύμφες του εντόμου αποθηκών *Ephestia kuehniella*, παρουσιάζει αποτελεσματικές και τις τρεις επεμβάσεις, προσφέροντας το ενδεχόμενο πρακτικής εφαρμογής ακόμα και των χαμηλότερων δόσεων για οικονομικότερους λόγους και περισσότερες χρήσεις του προϊόντος.

• XENTARI WG

Είναι ένα βιολογικό προϊόν που, αν και έχει παρουσιάσει άριστα αποτελέσματα σε πειραματικό και σε πρακτικό επίπεδο σε προνύμφες Λεπιδοπτέρων εντόμων αποθηκών, έδειξε ότι δεν προσφέρει τα ανάλογα ικανοποιητικά αποτελέσματα όταν εφαρμόστηκε στις προνύμφες του *E. kuehniella*.

Η πρώτη βιοδοκιμή στις προνύμφες του εντόμου αυτού, ξεκίνησε στις 18/10/1999, ενώ η δεύτερη στις 25/10/1999, απεικονίζοντας τα πορίσματα της επίδρασής του στα Διαγράμματα (5) και (6) αντίστοιχα.

Τόσο κατά τη διάρκεια της πρώτης εφαρμογής, όσο και κατά τη δεύτερη με μικρές αποκλίσεις, η θνησιμότητα παρέμενε χαμηλή για όλες τις δόσεις, ακόμα και για την προτεινόμενη δοσολογία 1gr/kg, χωρίς να προσεγγίζει το 50% ούτε την τελευταία μέρα, δηλαδή μία ημέρα πριν την εμφάνιση των ακμαίων του εντόμου. Συγκεκριμένα, δύο εβδομάδες μετά την έναρξη της βιοδοκιμής για την υψηλότερη δόση η θνησιμότητα βρισκόταν στο 20%.

Σε χαμηλά ποσοστά 1,7%-5% κυμάνθηκε η θνησιμότητα των προνυμφών του μάρτυρα και στα δύο πειράματα.

- **DIPEL WP (16.000 I.U./mg)**

Η επίδραση του μικροβιακού αυτού σκευάσματος στο *E. kuehniella* ελέγχθηκε κατά τη διάρκεια δύο βιοδοκιμών, όπου η μία ξεκίνησε στις 26/10/1999 και η άλλη στις 9/11/1999.

Στην πρώτη εφαρμογή (Διάγραμμα 7) παρατηρείται ότι κατά τις δύο πρώτες ημέρες, η θνησιμότητα και για τις τρεις δόσεις προσέγγισε το 20%. Το 50% της θνησιμότητας σημειώθηκε την 3^η ημέρα με την υψηλότερη δόση, ενώ για τις χαμηλότερες την 4^η. Μία εβδομάδα μετά την κατάποση του βακίλλου, η θνησιμότητα έφτασε στο 98,3% με την υψηλή επέμβαση και στο 90% με τις υπόλοιπες επεμβάσεις.

Παρόμοια αποτελέσματα ελήφθησαν από τη δεύτερη βιοδοκιμή (Διάγραμμα 8), όπου τις δύο πρώτες ημέρες εμφανίστηκε θνησιμότητα κάτω του 20%, την 3^η ημέρα για την υψηλότερη δόση σημειώθηκε θνησιμότητα 50%, ενώ την 7^η μέρα για τις επεμβάσεις 1gr και 0,5gr ανά kg έφτασε το 98,3%.

Σε όλες τις περιπτώσεις ο μάρτυρας για την 7^η ημέρα δε ξεπέρασε το 10%.

Η αύξηση της θνησιμότητας ήταν εντυπωσιακή κατά τις πρώτες ημέρες, μετά την εφαρμογή του DIPEL (16.000 I.U./mg) στις προνύμφες του *E. kuehniella*, γεγονός που αυξάνει την αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων και τη δυνατότητα εφαρμογής του στην πράξη, αφού αυτό που μας ενδιαφέρει είναι να έχουμε γρήγορα αποτελέσματα, ώστε να προληφθεί η ζημιά που γίνεται από τις προνύμφες του εντόμου.

- **DIPEL WP (32.000 I.U./mg)**

Ένα άλλο βακτηριακό παρασκεύασμα που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα ήταν το DIPEL 32.000 Διεθνών Τοξικών Μονάδων (I.U./mg), εμφανίζοντας υψηλή αποτελεσματικότητα, αφού η θνησιμότητα μετά την εφαρμογή του ήταν άμεση και αυξημένη.

Από την πρώτη βιοδοκιμή (Διάγραμμα 9) που ξεκίνησε στις 24/11/1999, φαίνεται ότι η θνησιμότητα για την υψηλότερη δόση υπερέβηκε το 50% την 3^η ημέρα από το ξεκίνημα της εφαρμογής, ενώ με την επέμβαση (B) και (Γ) ξεπέρασε το ίδιο ποσοστό την 4^η και 5^η ημέρα αντίστοιχα. Μία εβδομάδα μετά την έναρξη της δοκιμής, για την (A) επέμβαση η θνησιμότητα προσέγγισε το 95% και για τις επεμβάσεις 0,5gr και 0,25gr ανά kg το 93,3% και 86,7% αντίστοιχα.

Σημαντικά πορίσματα για την εφαρμογή του σκευάσματος στην πράξη για την αντιμετώπιση του μικρολεπιδοπτέρου εντόμου αποθηκών *Ephestia kuehniella*, προκύπτουν και από τη δεύτερη βιοδοκιμή (Διάγραμμα 10) που ξεκίνησε στις 29/11/1999. Σύμφωνα με τα

δεδομένα αυτά, η θνησιμότητα ήταν στο 60% την 3^η ημέρα για την υψηλότερη επέμβαση, φτάνοντας το 100% δύο μέρες μετά. Εφτά ημέρες από την έναρξη χρήσης του μικροβιακού αυτού σκευάσματος, η θνησιμότητα για την επέμβαση (B) έφτασε το 100% και για τη χαμηλότερη απ' όλες δοσολογία το 91,7%.

Όλες οι επεμβάσεις και με το μάρτυρα να παραμένει με ποσοστό θνησιμότητας κάτω του 10%, όπως και στην περίπτωση εφαρμογής του DIPEL 16.000 I.U./mg σε προνύμφες του εντόμου αυτού ήταν αποτελεσματικές, δίνοντας κίνητρα για την πρακτική χρησιμοποίησή τους αντιμετωπίζοντας τον επικίνδυνο εχθρό *E. kuehniella* των αποθηκευμένων προϊόντων.

• **BMP 123 WG**

Το τελευταίο από τα βακτηριακά σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη της αποτελεσματικότητάς του σε προνύμφες του *E. kuehniella* ήταν το BMP, για το οποίο έγιναν δύο βιοδοκιμές παρέχοντας παρόμοια αποτελέσματα με το XENTARI. Η πρώτη εφαρμογή του σκευάσματος πραγματοποιήθηκε στις 25/11/1999 και η δεύτερη στις 30/11 του ίδιου έτους.

Όπως παρατηρείται και από τα δύο Διαγράμματα (11 και 12) είναι κι αυτό ένα σκεύασμα μικρής αποτελεσματικότητας για το συγκεκριμένο μικρολεπιδόπτερο αποθηκών, γεγονός που μας ωθεί στη μη χρησιμοποίησή του για την πρακτική αντιμετώπιση του εντόμου αυτού. Συγκεκριμένα, τόσο κατά τη διάρκεια της πρώτης, όσο και κατά τη δεύτερη βιοδοκιμή με μικρές αποκλίσεις, ο αριθμός των νεκρών προνυμφών παρέμεινε χαμηλός για τις χαμηλότερες επεμβάσεις. Η υψηλότερη δόση, δύο εβδομάδες μετά την εφαρμογή του σκευάσματος, εμφάνισε θνησιμότητα άνω του 50% προσεγγίζοντας το 60% την τελευταία ημέρα. Αυτό όμως, δεν ενισχύει το ενδεχόμενο πρακτικής χρήσης του, καθώς λόγω της αργής δράσης του δεν είναι σίγουρη η πρόληψη της ζημιάς.

Σε όλες τις περιπτώσεις η θνησιμότητα των προνυμφών για το μάρτυρα δεν υπερέβηκε το 10%.

• **BOTANIGARD**

Το πειραματικό μέρος της μελέτης αποτελεσματικότητας για την καταπολέμηση του *Ephestia kuehniella* περιέλαβε και βιολογικά σκευάσματα με βάση το μύκητα *Beauveria bassiana*.

Η πρώτη εφαρμογή με το βιολογικό αυτό προϊόν πραγματοποιήθηκε στις 6/12/1999. Σύμφωνα με την καταμέτρηση και καταγραφή των νεκρών προνυμφών του *E. kuehniella*, έγινε η σχηματική απεικόνιση (Διάγραμμα 13) της θνησιμότητας, η οποία έφτασε το 20% κατά τις τέσσερις πρώτες ημέρες για την υψηλότερη δόση, παραμένοντας σε χαμηλά ποσοστά για τις υπόλοιπες δοσολογίες. Το 60% η θνησιμότητα για την υψηλή δόση το προσέγγισε την 6^η ημέρα, ενώ την 10^η και 11^η ημέρα αντίστοιχα το προσέγγισαν οι δόσεις 0,5ml και 0,25ml. Με την επέμβαση (Α), 15 ημέρες μετά την εφαρμογή του σκευάσματος η θνησιμότητα έφτασε το 81,7%, ενώ το ίδιο ποσοστό για τη μεσαία επέμβαση σημειώθηκε την τελευταία ημέρα. Όσο για τη μικρότερη δόση, η θνησιμότητα παρέμεινε στο 66,7%.

Η δεύτερη, όμως βιοδοκιμή (Διάγραμμα 14), που ξεκίνησε στις 14/12/1999, έδωσε άμεσα ικανοποιητικά αποτελέσματα, παρουσιάζοντας γρήγορη δράση τόσο της υψηλής δόσης, όσο και της υποδιπλάσιας αυτής εφαρμογής, καθώς μία εβδομάδα μετά την έναρξη της δοκιμής η θνησιμότητα ξεπέρασε το 95%. Αλλά και για τη χαμηλότερη επέμβαση η θνησιμότητα προσέγγισε το 85%.

Η θνησιμότητα των προνυμφών στα τρυβλία του μάρτυρα παρέμεινε στο 3,3%, σε όλες τις περιπτώσεις.

• NATURALIS

Η εφαρμογή του σκευάσματος Naturalis που είχε ως βάση μια άλλη φυλή του μύκητα *B. bassiana*, την πρώτη φορά δεν είχε ικανοποιητικά αποτελέσματα, εξαιτίας της εμφάνισης “μούχλας” στην τροφή των προνυμφών του *E. kuehniella* από την 9^η ημέρα, δυσχερώνοντας την καταμέτρηση των νεκρών προνυμφών.

Η βιοδοκιμή αυτή (Διάγραμμα 15) που ξεκίνησε στις 7/12/1999, δείχνει το μικρό ποσοστό θνησιμότητας για όλες τις επεμβάσεις δίχως να προσεγγίζει ούτε το 40%, ενώ αυξημένη παρουσιάστηκε η θνησιμότητα στην περίπτωση του μάρτυρα (15%).

Για τους λόγους αυτούς, πραγματοποιήθηκε και δεύτερη βιοδοκιμή (Διάγραμμα 16) που ξεκίνησε στις 20/12/1999. Με βάση τα δεδομένα αυτού του πειράματος, η θνησιμότητα προσέγγισε το 30% και για τις τρεις επεμβάσεις κατά τις πέντε πρώτες ημέρες. Το 50% η θνησιμότητα για την υψηλότερη δόση το υπερέβηκε την 10^η ημέρα και οι δόσεις (Β) και (Γ) την 15^η και 17^η ημέρα αντίστοιχα. Την τελευταία ημέρα, τόσο η θνησιμότητα της (Α) επέμβασης, όσο και της υποδιπλάσιας αυτής προσέγγισε το 66%, ενώ της μικρότερης δοσολογίας το 60%.

Η θνησιμότητα των προνυμφών του μάρτυρα έφτασε το 15% κυρίως στη πρώτη εφαρμογή, αλλά σε χαμηλά επίπεδα παρέμεινε την επόμενη φορά (5%).

• SPOD-X

Η μελέτη της αποτελεσματικότητας μικροβιακών σκευασμάτων σε πειραματικό επίπεδο ολοκληρώθηκε με την εφαρμογή του ιολογικού αυτού σκευάσματος που περιέχει *Spodoptera exigua nucleopolyedrosis virus*, όπου και σ' αυτή την περίπτωση έγιναν δύο βιοδοκιμές. Η έναρξη της πρώτης ήταν στις 13/12/1999 και της δεύτερης στις 21/12/1999.

Κατά τη διάρκεια της πρώτης εφαρμογής (Διάγραμμα 17), η θνησιμότητα των προνυμφών κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα την πρώτη εβδομάδα. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται πιο αποτελεσματικές οι επεμβάσεις (B) και (Γ) έναντι της υψηλής, στην οποία η θνησιμότητα παρέμεινε κάτω του 20% για τις τέσσερις πρώτες ημέρες. Το 50% η θνησιμότητα με τη δόση 1ml/100ml δεν το προσέγγισε ούτε την τελευταία ημέρα, ενώ με τις υπόλοιπες δοσολογίες την ίδια ημέρα έφτασε το 56,7%.

Η διαφορά θνησιμότητας που παρατηρείται μεταξύ των δόσεων ίσως να οφείλεται στην τυχόν ανομοιόμορφη διασπορά του σκευάσματος λόγω του τρόπου εφαρμογής του. Αυτή η διαφορά όμως, δε δικαιολογεί τη μη αποτελεσματικότητα του σε προνύμφες του μικρολεπιδοπτέρου εντόμου αποθηκών, *E. kuehniella*.

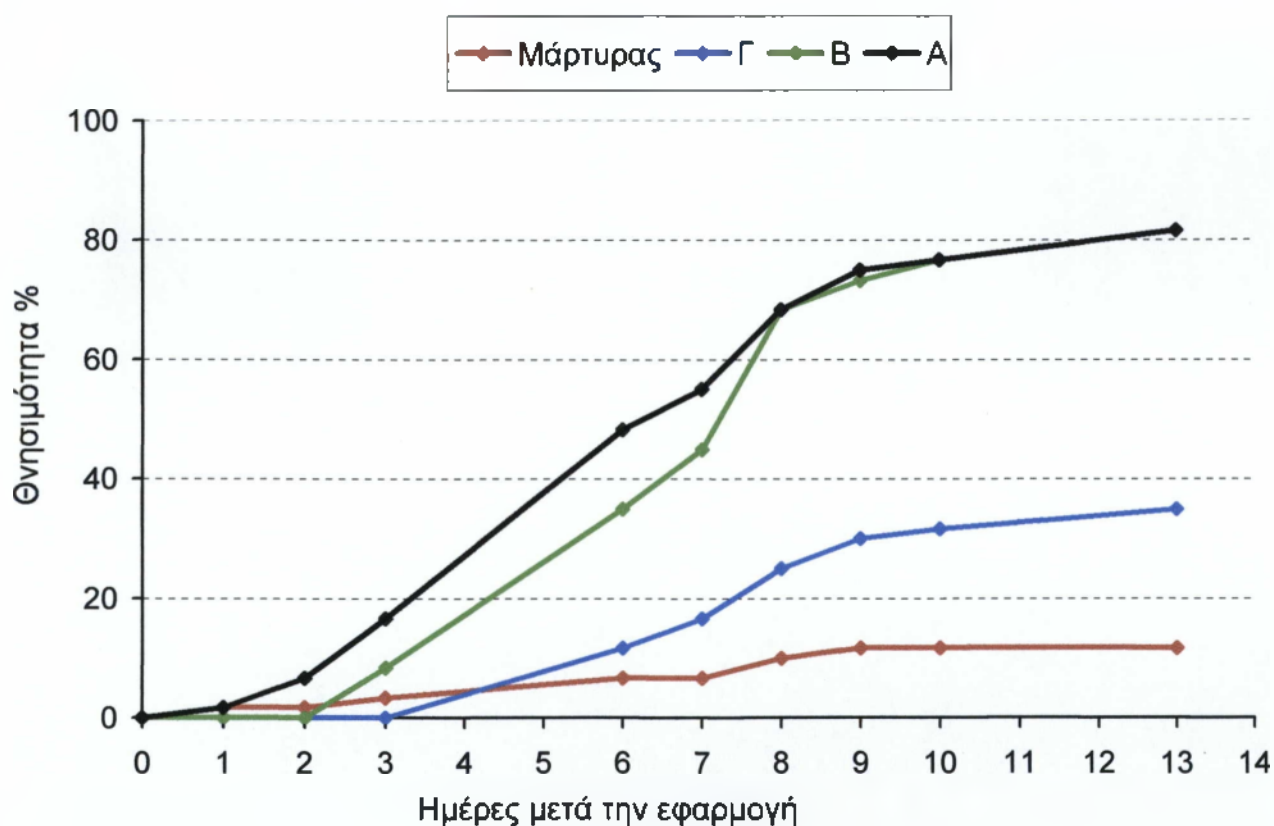
Η δεύτερη βιοδοκιμή (Διάγραμμα 18) διήρκησε λιγότερες ημέρες εξαιτίας της εμφάνισης “μούχλας” στο εσωτερικό των τρυβλίων. Έτσι, η θνησιμότητα παρέμεινε σε χαμηλό ποσοστό κατά την πρώτη εβδομάδα και για τις τρεις επεμβάσεις, υπερβαίνοντας το 20% την 3^η ημέρα και το 40% την 9^η και τελευταία ημέρα της εφαρμογής του βιολογικού αυτού προϊόντος. Αυτή τη μέρα και η πρώτη βιοδοκιμή εμφάνισε το ίδιο ποσοστό θνησιμότητας.

Το ποσοστό των νεκρών προνυμφών στο μάρτυρα δε ξεπέρασε το 15% κατά τη διάρκεια των δύο βιοδοκιμών.

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ (BACTOSPEINE- 1η βιοδοκιμή)

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	1	1	0	0
2	1	4	0	0
3	2	10	5	0
6	4	29	21	7
7	4	33	27	10
8	6	41	41	15
9	7	45	44	18
10	7	46	46	19
13	7	49	49	21

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	1,7	1,7	0,0	0,0
2	1,7	6,7	0,0	0,0
3	3,3	16,7	8,3	0,0
6	6,7	48,3	35,0	11,7
7	6,7	55,0	45,0	16,7
8	10,0	68,3	68,3	25,0
9	11,7	75,0	73,3	30,0
10	11,7	76,7	76,7	31,7
13	11,7	81,7	81,7	35,0

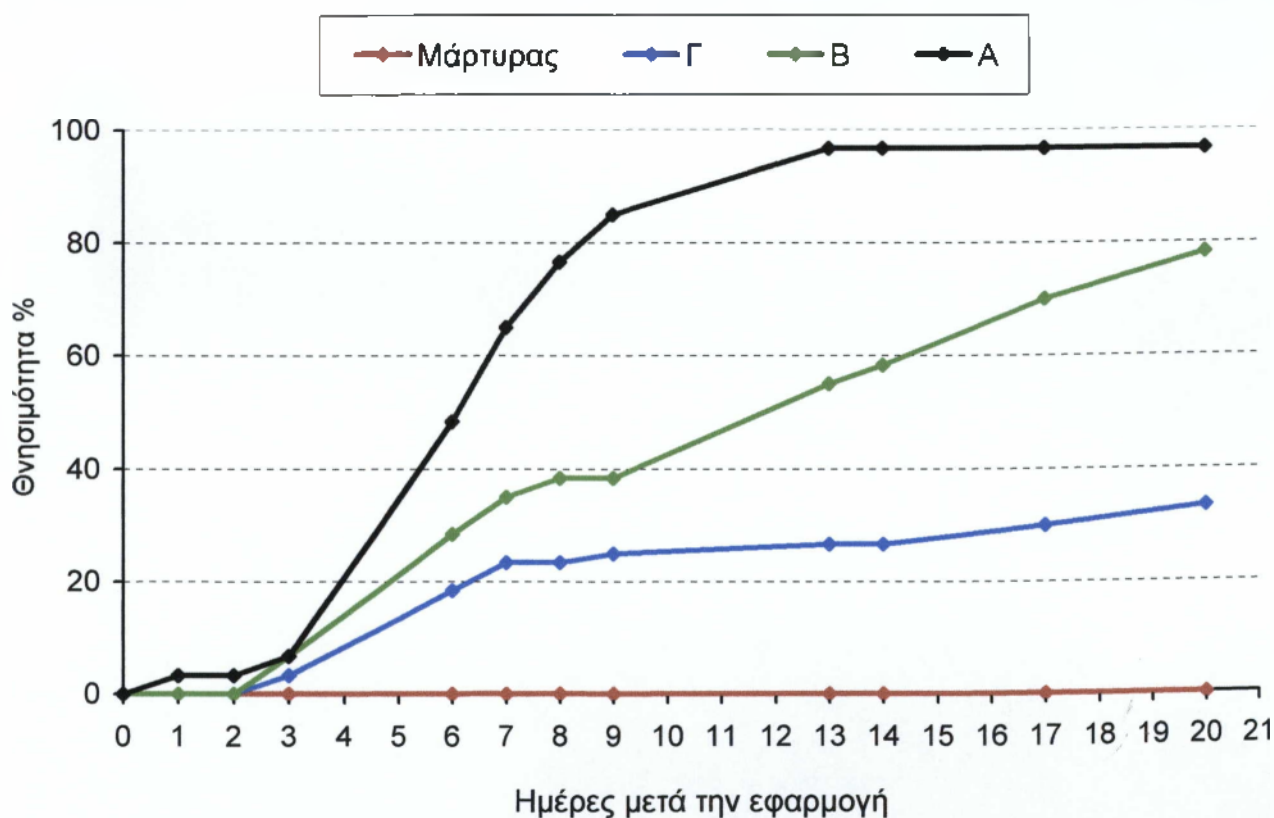


Διάγραμμα 1: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτέρου *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα BACTOSPEINE (1η βιοδοκιμή). Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

ΘΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(BACTOSPEINE - 2η βιοδοκιμή)

Πίνακας 2α: Αριθμός νεκρών προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	0	2	0	0
2	0	2	0	0
3	0	4	4	2
6	0	29	17	11
7	0	39	21	14
8	0	46	23	14
9	0	51	23	15
13	0	58	33	16
14	0	58	35	16
17	0	58	42	18
20	0	58	47	20

Πίνακας 2β: Θνησιμότητα (%) προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	3,3	0,0	0,0
2	0,0	3,3	0,0	0,0
3	0,0	6,7	6,7	3,3
6	0,0	48,3	28,3	18,3
7	0,0	65,0	35,0	23,3
8	0,0	76,7	38,3	23,3
9	0,0	85,0	38,3	25,0
13	0,0	96,7	55,0	26,7
14	0,0	96,7	58,3	26,7
17	0,0	96,7	70,0	30,0
20	0,0	96,7	78,3	33,3

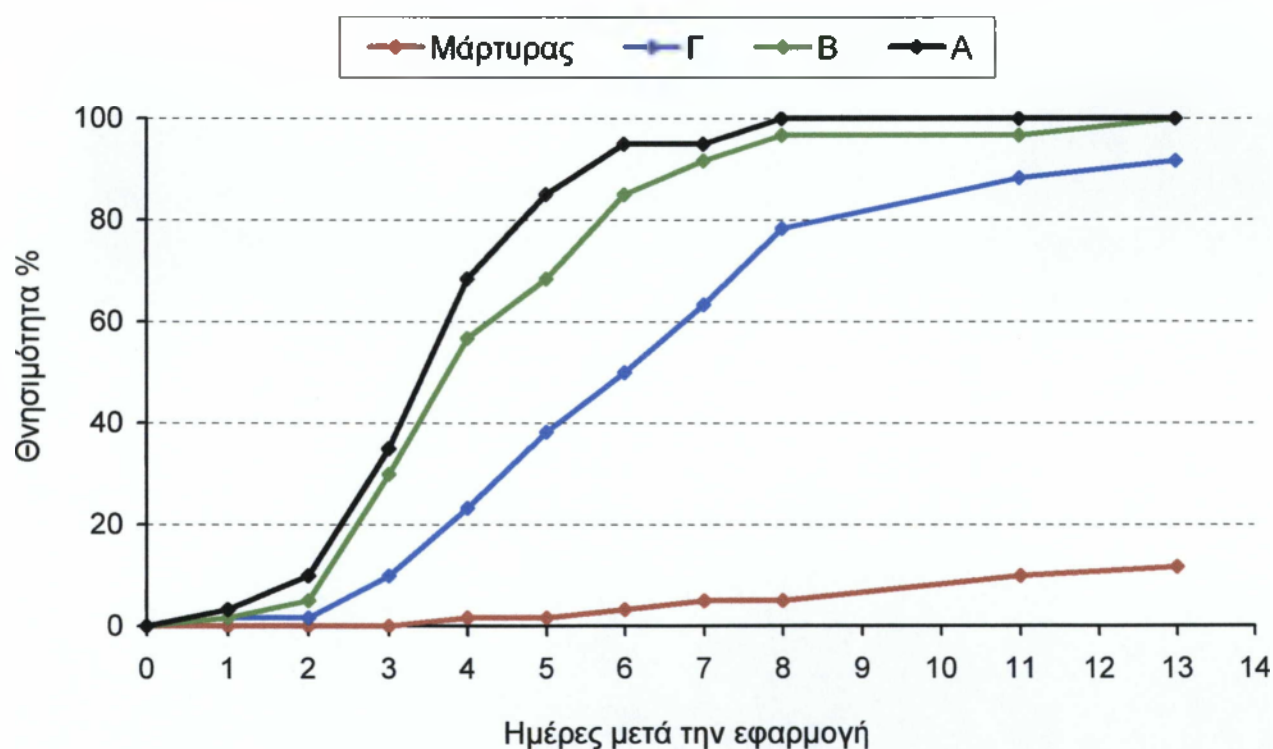


Διάγραμμα 2: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτέρου *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα BACTOSPEINE (2η βιοδοκιμή). Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ (AGREE - 1η βιοδοκιμή)

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	0	2	1	1
2	0	6	3	1
3	0	21	18	6
4	1	41	34	14
5	1	51	41	23
6	2	57	51	30
7	3	57	55	38
8	3	60	58	47
11	6	60	58	53
13	7	60	60	55

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	3,3	1,7	1,7
2	0,0	10,0	5,0	1,7
3	0,0	35,0	30,0	10,0
4	1,7	68,3	56,7	23,3
5	1,7	85,0	68,3	38,3
6	3,3	95,0	85,0	50,0
7	5,0	95,0	91,7	63,3
8	5,0	100,0	96,7	78,3
11	10,0	100,0	96,7	88,3
13	11,7	100,0	100,0	91,7



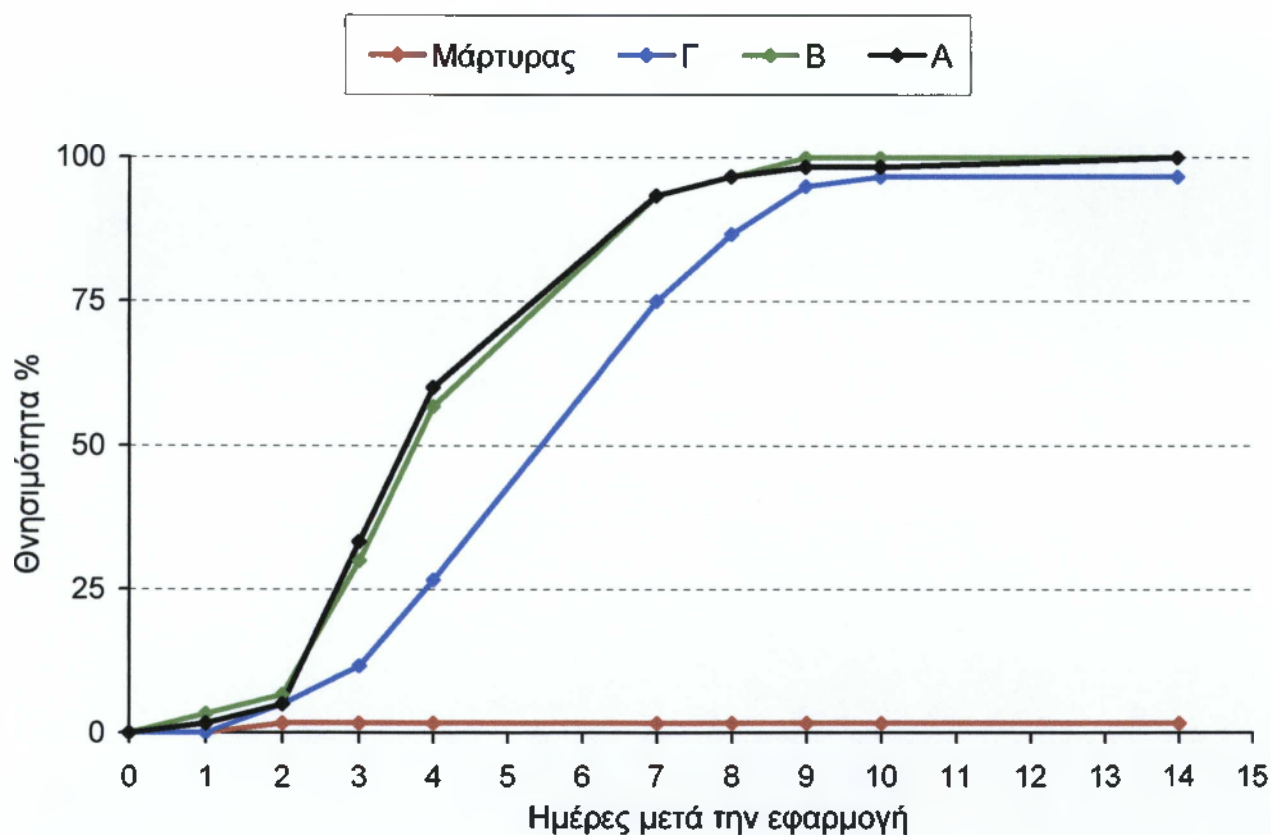
Διάγραμμα 3: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτέρου *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα AGREE (1η βιοδοκιμή).

Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(AGREE - 2η βιοδοκιμή)

Πίνακας 4α: Αριθμός νεκρών προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	0	1	2	0
2	1	3	4	3
3	1	20	18	7
4	1	36	34	16
7	1	56	56	45
8	1	58	58	52
9	1	59	60	57
10	1	59	60	58
14	1	60	60	58

Πίνακας 4β: Θνησιμότητα (%) προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	1,7	3,3	0,0
2	1,7	5,0	6,7	5,0
3	1,7	33,3	30,0	11,7
4	1,7	60,0	56,7	26,7
7	1,7	93,3	93,3	75,0
8	1,7	96,7	96,7	86,7
9	1,7	98,3	100,0	95,0
10	1,7	98,3	100,0	96,7
14	1,7	100,0	100,0	96,7

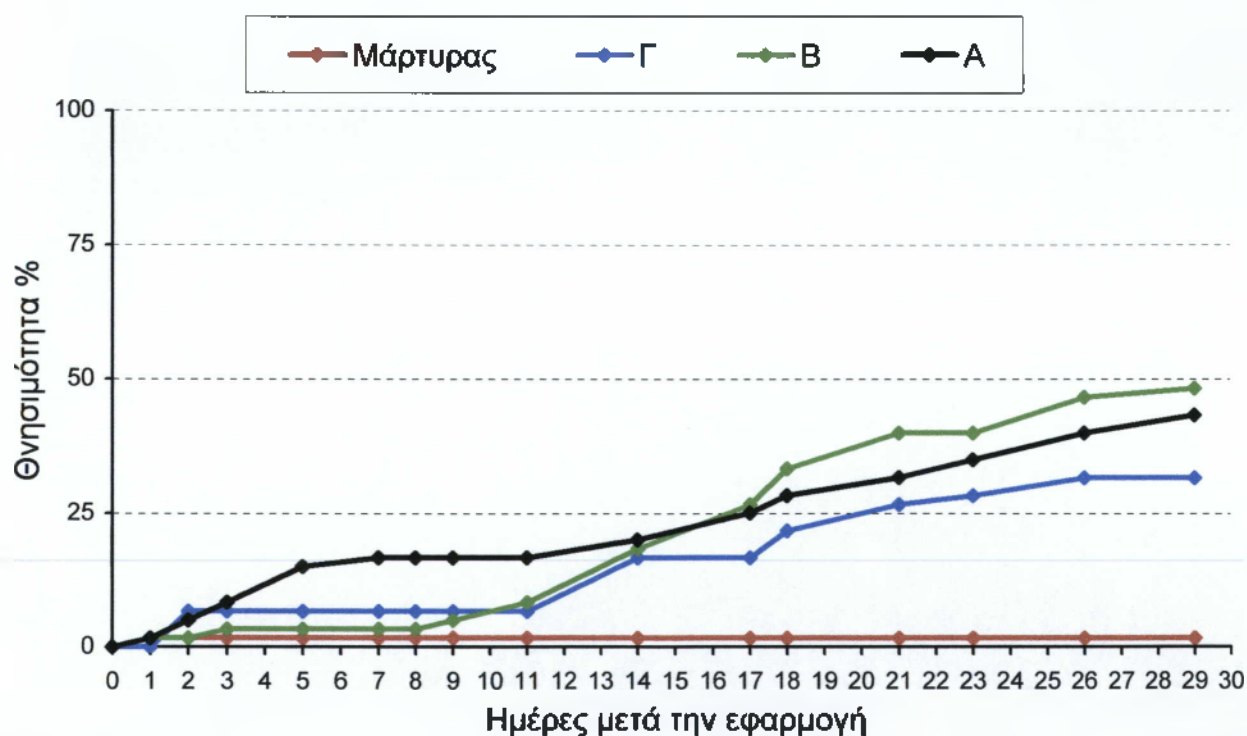


Διάγραμμα 4: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτέρου *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα AGREE (2η βιοδοκιμή).
Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ (ΧΕΝΤΑΡΙ - 1η βιοδοκιμή)

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	1	1	1	0
2	1	3	1	4
3	1	5	2	4
5	1	9	2	4
7	1	10	2	4
8	1	10	2	4
9	1	10	3	4
11	1	10	5	4
14	1	12	11	10
17	1	15	16	10
18	1	17	20	13
21	1	19	24	16
23	1	21	24	17
26	1	24	28	19
29	1	26	29	19

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	1,7	1,7	1,7	0,0
2	1,7	5,0	1,7	6,7
3	1,7	8,3	3,3	6,7
5	1,7	15,0	3,3	6,7
7	1,7	16,7	3,3	6,7
8	1,7	16,7	3,3	6,7
9	1,7	16,7	5,0	6,7
11	1,7	16,7	8,3	6,7
14	1,7	20,0	18,3	16,7
17	1,7	25,0	26,7	16,7
18	1,7	28,3	33,3	21,7
21	1,7	31,7	40,0	26,7
23	1,7	35,0	40,0	28,3
26	1,7	40,0	46,7	31,7
29	1,7	43,3	48,3	31,7

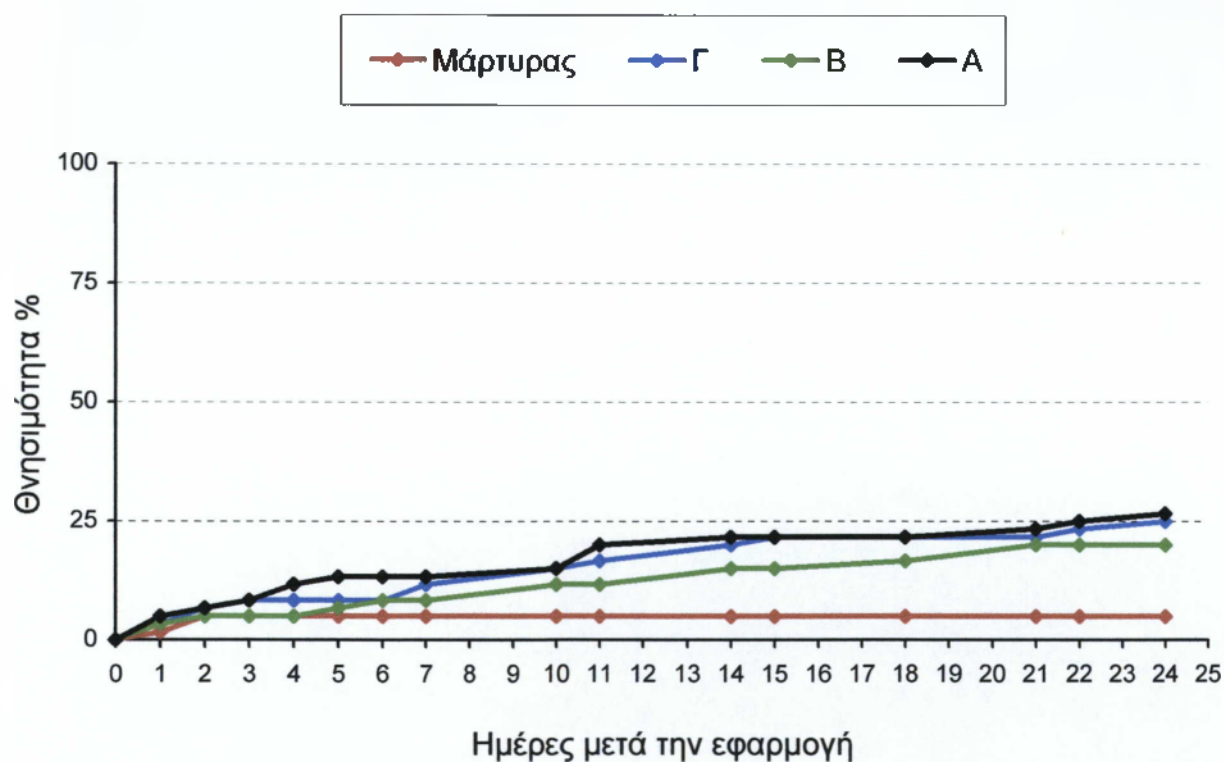


Διάγραμμα 5: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτερού *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα ΧΕΝΤΑΡΙ (1η βιοδοκιμή).
Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, Β: 0,5gr/1000gr, Α: 1gr/1000gr

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(XENTARI - 2η βιοδοκιμή)

Πίνακας 6α: Αριθμός νεκρών προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	1	3	2	2
2	3	4	3	4
3	3	5	3	5
4	3	7	3	5
5	3	8	4	5
6	3	8	5	5
7	3	8	5	7
10	3	9	7	9
11	3	12	7	10
14	3	13	9	12
15	3	13	9	13
18	3	13	10	13
21	3	14	12	13
22	3	15	12	14
24	3	16	12	15

Πίνακας 6β: Θνησιμότητα (%) προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	1,7	5,0	3,3	3,3
2	5,0	6,7	5,0	6,7
3	5,0	8,3	5,0	8,3
4	5,0	11,7	5,0	8,3
5	5,0	13,3	6,7	8,3
6	5,0	13,3	8,3	8,3
7	5,0	13,3	8,3	11,7
10	5,0	15,0	11,7	15,0
11	5,0	20,0	11,7	16,7
14	5,0	21,7	15,0	20,0
15	5,0	21,7	15,0	21,7
18	5,0	21,7	16,7	21,7
21	5,0	23,3	20,0	21,7
22	5,0	25,0	20,0	23,3
24	5,0	26,7	20,0	25,0

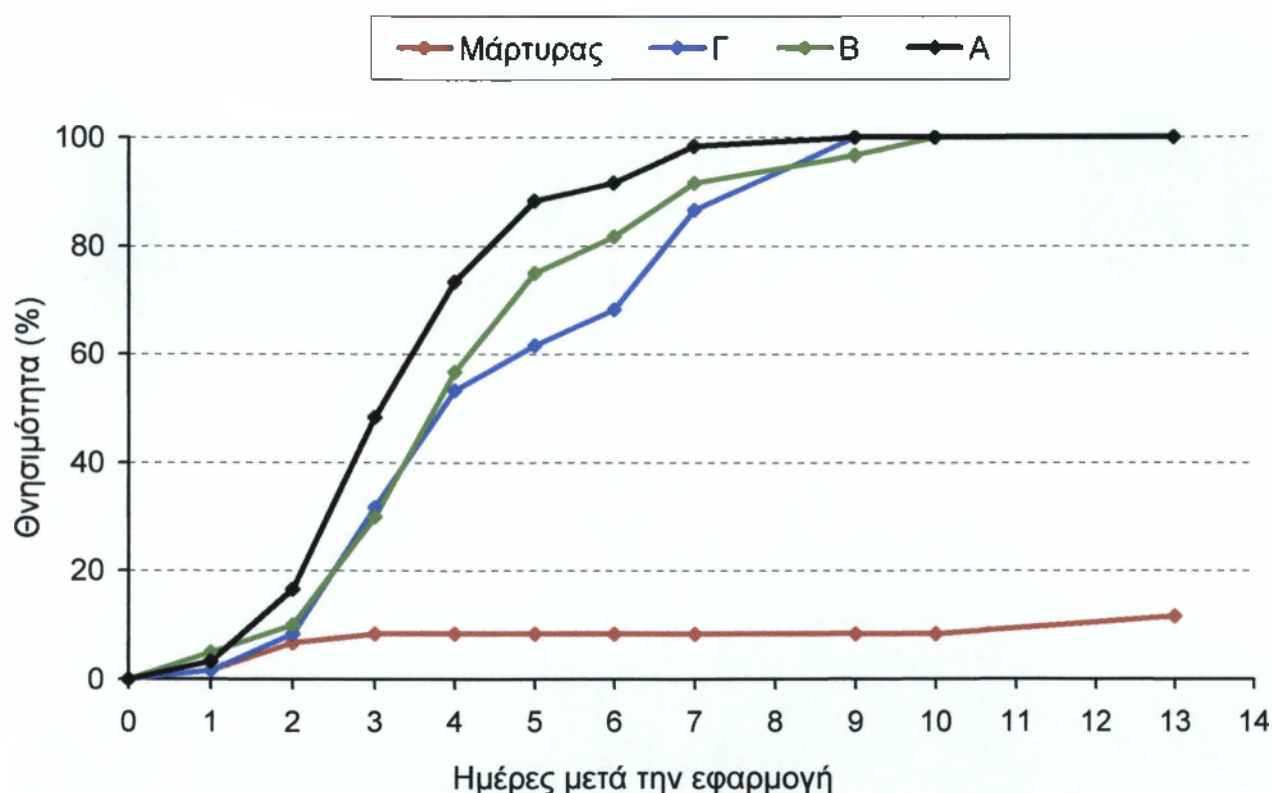


Διάγραμμα 6: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτερού *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα XENTARI (2η βιοδοκιμή).
Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(DIPEL 16.000 - 1η βιοδοκιμή)

Πίνακας 7α: Αριθμός νεκρών προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	1	2	3	1
2	4	10	6	5
3	5	29	18	19
4	5	44	34	32
5	5	53	45	37
6	5	55	49	41
7	5	59	55	52
9	5	60	58	60
10	5	60	60	60
13	7	60	60	60

Πίνακας 7β: Θνησιμότητα (%) προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	1,7	3,3	5,0	1,7
2	6,7	16,7	10,0	8,3
3	8,3	48,3	30,0	31,7
4	8,3	73,3	56,7	53,3
5	8,3	88,3	75,0	61,7
6	8,3	91,7	81,7	68,3
7	8,3	98,3	91,7	86,7
9	8,3	100,0	96,7	100,0
10	8,3	100,0	100,0	100,0
13	11,7	100,0	100,0	100,0

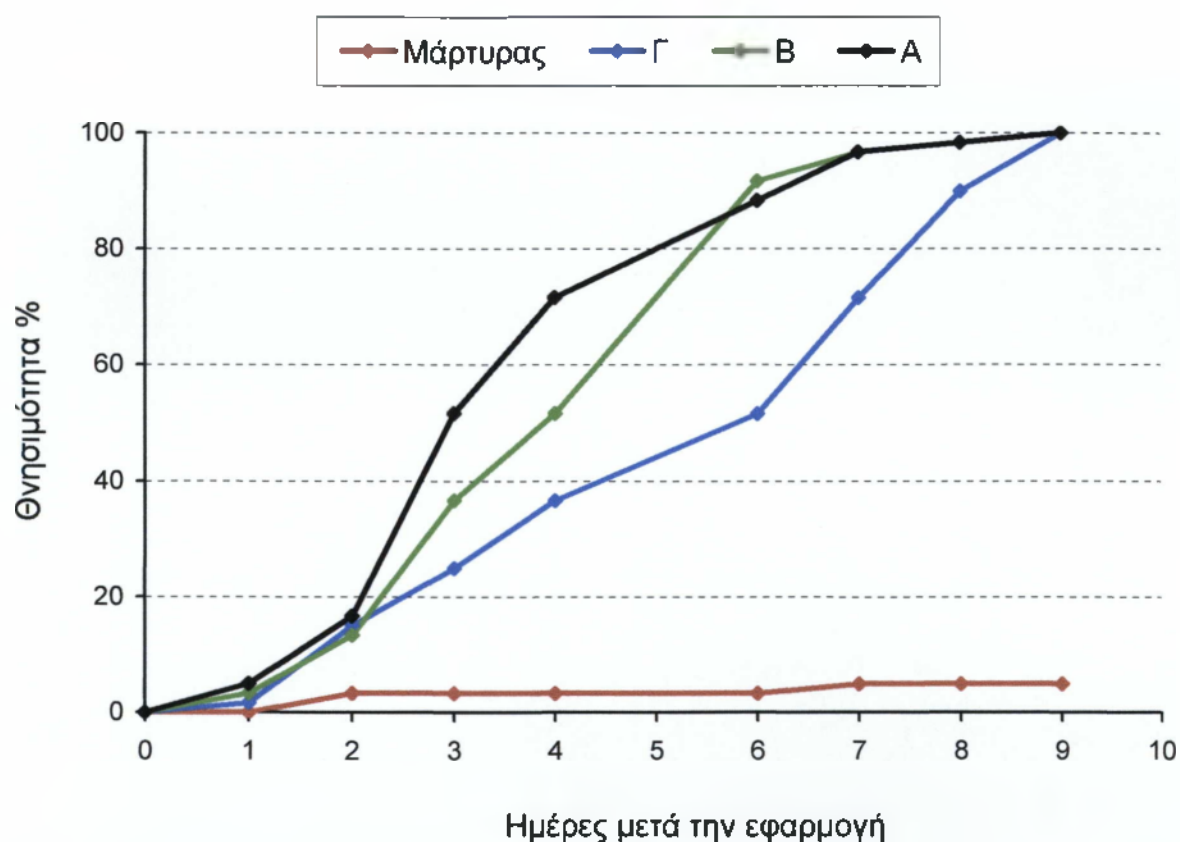


Διάγραμμα 7: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτερού *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα DIPEL 16.000 (1η βιοδοκιμή).
Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(DIPEL 16.000 - 2η βιοδοκιμή)

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	0	3	2	1
2	2	10	8	9
3	2	31	22	15
4	2	43	31	22
6	2	53	55	31
7	3	58	58	43
8	3	59	59	54
9	3	60	60	60

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	5,0	3,3	1,7
2	3,3	16,7	13,3	15,0
3	3,3	51,7	36,7	25,0
4	3,3	71,7	51,7	36,7
6	3,3	88,3	91,7	51,7
7	5,0	96,7	96,7	71,7
8	5,0	98,3	98,3	90,0
9	5,0	100,0	100,0	100,0

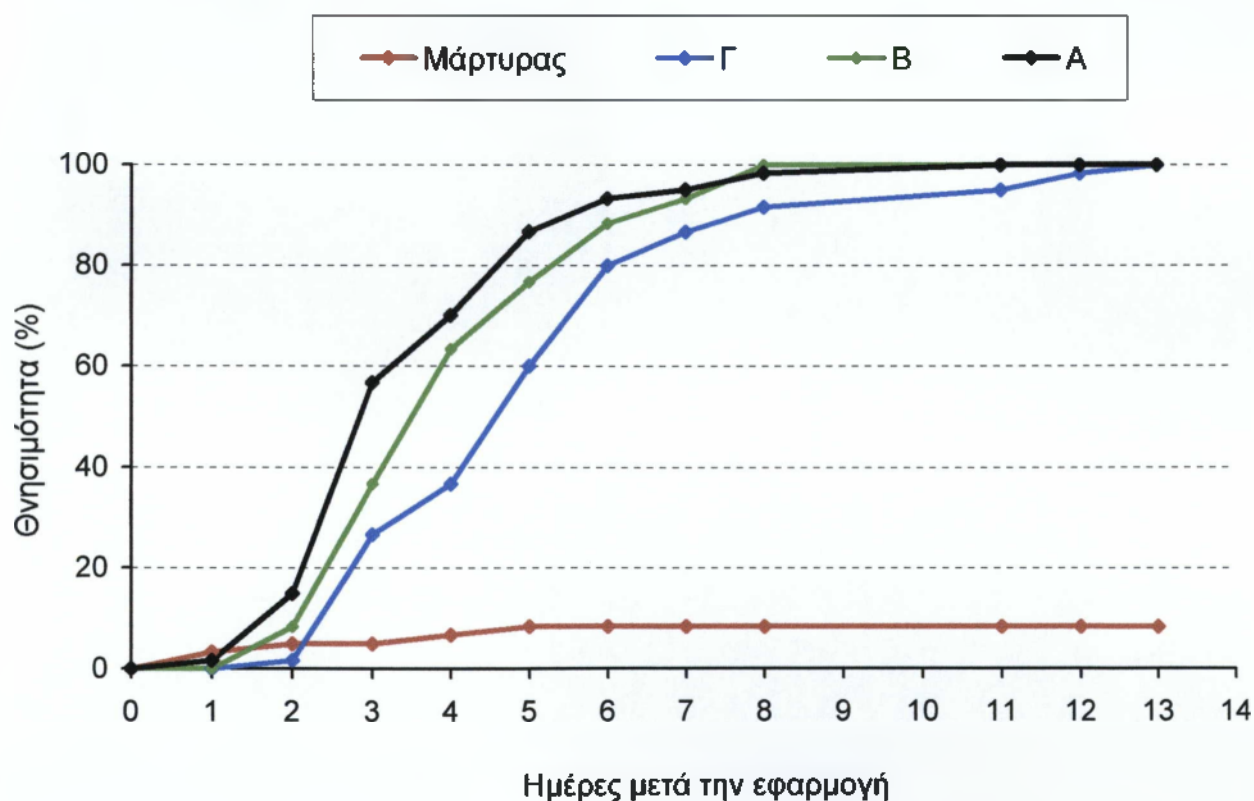


Διάγραμμα 8: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτερού *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα DIPEL 16.000 (2η βιοδοκιμή). Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(DIPEL 32.000 - 1η βιοδοκιμή)

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	2	1	0	0
2	3	9	5	1
3	3	34	22	16
4	4	42	38	22
5	5	52	46	36
6	5	56	53	48
7	5	57	56	52
8	5	59	60	55
11	5	60	60	57
12	5	60	60	59
13	5	60	60	60

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3,3	1,7	0,0	0,0
2	5,0	15,0	8,3	1,7
3	5,0	56,7	36,7	26,7
4	6,7	70,0	63,3	36,7
5	8,3	86,7	76,7	60,0
6	8,3	93,3	88,3	80,0
7	8,3	95,0	93,3	86,7
8	8,3	98,3	100,0	91,7
11	8,3	100,0	100,0	95,0
12	8,3	100,0	100,0	98,3
13	8,3	100,0	100,0	100,0

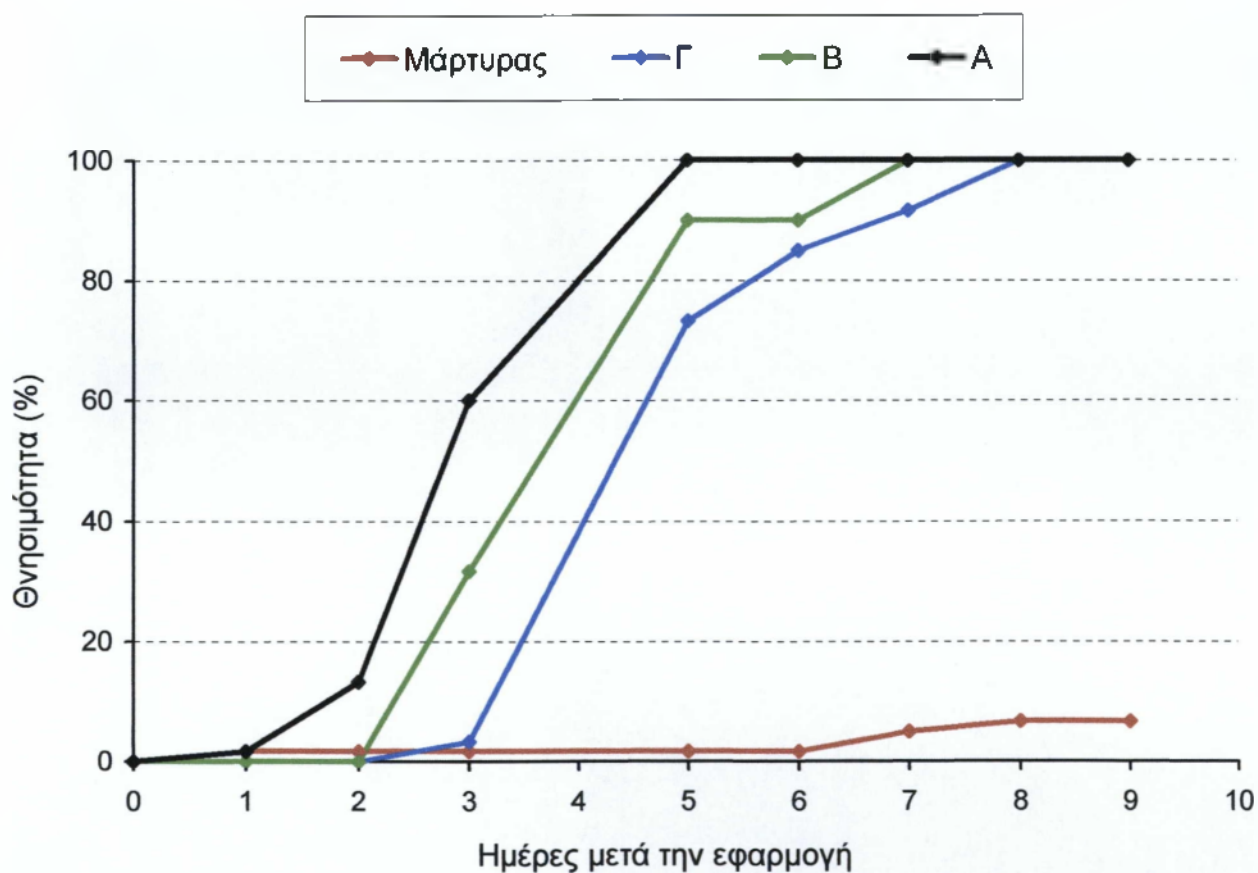


Διάγραμμα 9: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτερού *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα DIPEL 32.000 (1η βιοδοκιμή).
Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(DIPEL 32.000 - 2η βιοδοκιμή)

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	1	1	0	0
2	1	8	0	0
3	1	36	19	2
5	1	60	54	44
6	1	60	54	51
7	3	60	60	55
8	4	60	60	60
9	4	60	60	60

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	1,7	1,7	0,0	0,0
2	1,7	13,3	0,0	0,0
3	1,7	60,0	31,7	3,3
5	1,7	100,0	90,0	73,3
6	1,7	100,0	90,0	85,0
7	5,0	100,0	100,0	91,7
8	6,7	100,0	100,0	100,0
9	6,7	100,0	100,0	100,0

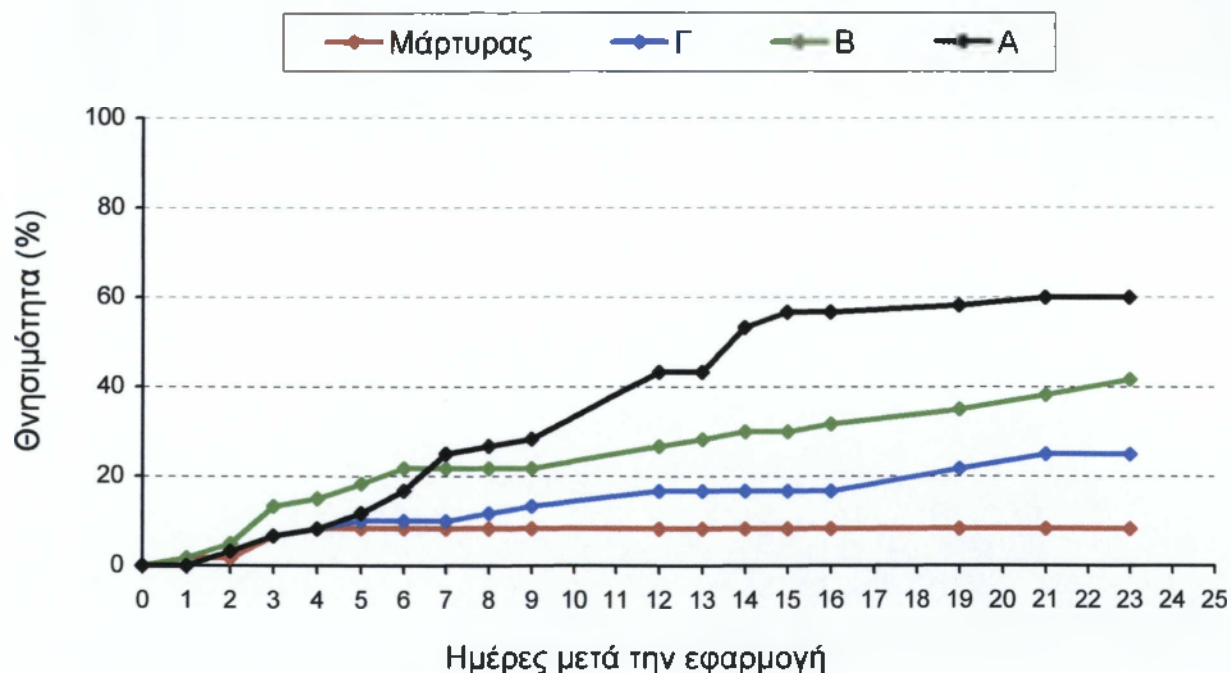


Διάγραμμα 10: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτέρου *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα DIPEL 32.000 (2η βιοδοκιμή). Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(BMP 123 - 1η βιοδοκιμή)

Πίνακας 11α: Αριθμός νεκρών προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	1	0	1	0
2	1	2	3	2
3	4	4	8	4
4	5	5	9	5
5	5	7	11	6
6	5	10	13	6
7	5	15	13	6
8	5	16	13	7
9	5	17	13	8
12	5	26	16	10
13	5	26	17	10
14	5	32	18	10
15	5	34	18	10
16	5	34	19	10
19	5	35	21	13
21	5	36	23	15
23	5	36	25	15

Πίνακας 11β: Θνησιμότητα (%) προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	1,7	0,0	1,7	0,0
2	1,7	3,3	5,0	3,3
3	6,7	6,7	13,3	6,7
4	8,3	8,3	15,0	8,3
5	8,3	11,7	18,3	10,0
6	8,3	16,7	21,7	10,0
7	8,3	25,0	21,7	10,0
8	8,3	26,7	21,7	11,7
9	8,3	28,3	21,7	13,3
12	8,3	43,3	26,7	16,7
13	8,3	43,3	28,3	16,7
14	8,3	53,3	30,0	16,7
15	8,3	56,7	30,0	16,7
16	8,3	56,7	31,7	16,7
19	8,3	58,3	35,0	21,7
21	8,3	60,0	38,3	25,0
23	8,3	60,0	41,7	25,0

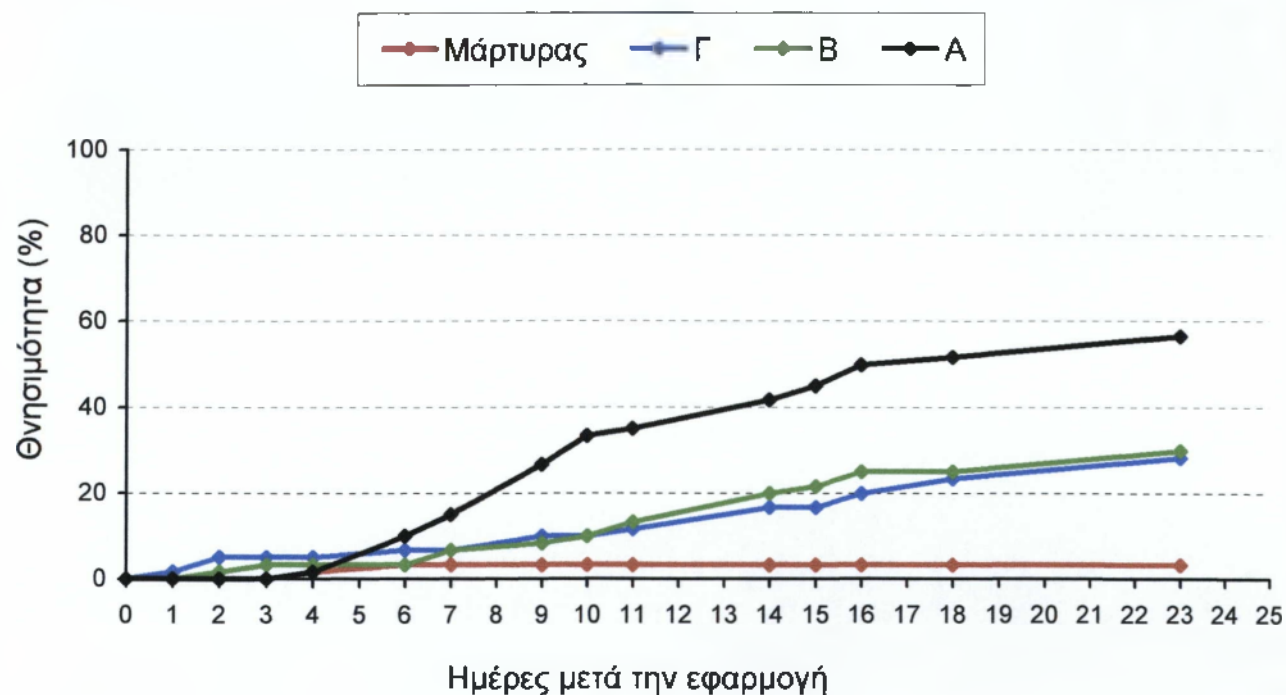


Διάγραμμα 11: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτερού *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα BMP 123 (1η βιοδοκιμή).
Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(BMP 123 - 2η βιοδοκιμή)

Πίνακας 12α: Αριθμός νεκρών προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	3
3	0	0	2	3
4	1	1	2	3
6	2	6	2	4
7	2	9	4	4
9	2	16	5	6
10	2	20	6	6
11	2	21	8	7
14	2	25	12	10
15	2	27	13	10
16	2	30	15	12
18	2	31	15	14
23	2	34	18	17

Πίνακας 12β: Θνησιμότητα (%) προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	0,0	0,0	1,7
2	0,0	0,0	1,7	5,0
3	0,0	0,0	3,3	5,0
4	1,7	1,7	3,3	5,0
6	3,3	10,0	3,3	6,7
7	3,3	15,0	6,7	6,7
9	3,3	26,7	8,3	10,0
10	3,3	33,3	10,0	10,0
11	3,3	35,0	13,3	11,7
14	3,3	41,7	20,0	16,7
15	3,3	45,0	21,7	16,7
16	3,3	50,0	25,0	20,0
18	3,3	51,7	25,0	23,3
23	3,3	56,7	30,0	28,3

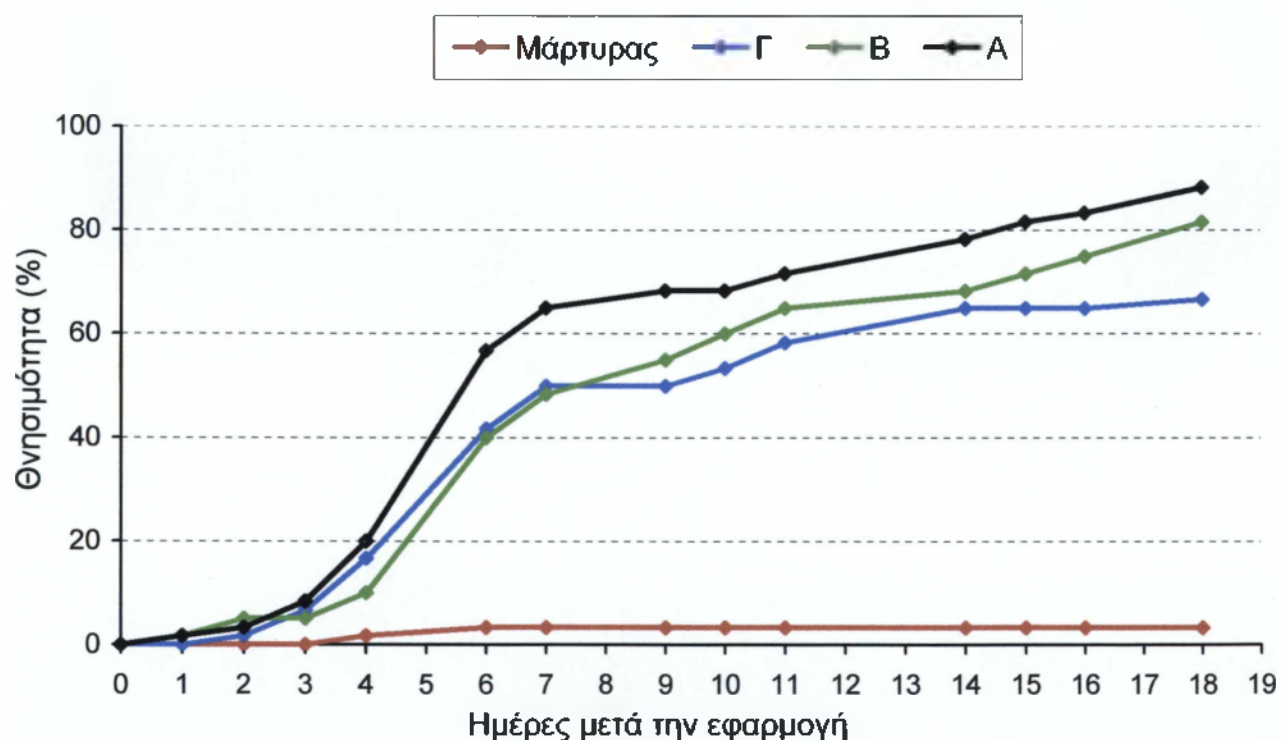


Διάγραμμα 12: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτερού *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα BMP 123 (2η βιοδοκιμή).
Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

**ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(ΒΟΤΑΝΙΓΑΡD - 1η βιοδοκιμή)**

Πίνακας 13α: Αριθμός νεκρών προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	0	1	1	0
2	0	2	3	1
3	0	5	3	4
4	1	12	6	10
6	2	34	24	25
7	2	39	29	30
9	2	41	33	30
10	2	41	36	32
11	2	43	39	35
14	2	47	41	39
15	2	49	43	39
16	2	50	45	39
18	2	53	49	40

Πίνακας 13β: Θνησιμότητα (%) προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	1,7	1,7	0,0
2	0,0	3,3	5,0	1,7
3	0,0	8,3	5,0	6,7
4	1,7	20,0	10,0	16,7
6	3,3	56,7	40,0	41,7
7	3,3	65,0	48,3	50,0
9	3,3	68,3	55,0	50,0
10	3,3	68,3	60,0	53,3
11	3,3	71,7	65,0	58,3
14	3,3	78,3	68,3	65,0
15	3,3	81,7	71,7	65,0
16	3,3	83,3	75,0	65,0
18	3,3	88,3	81,7	66,7

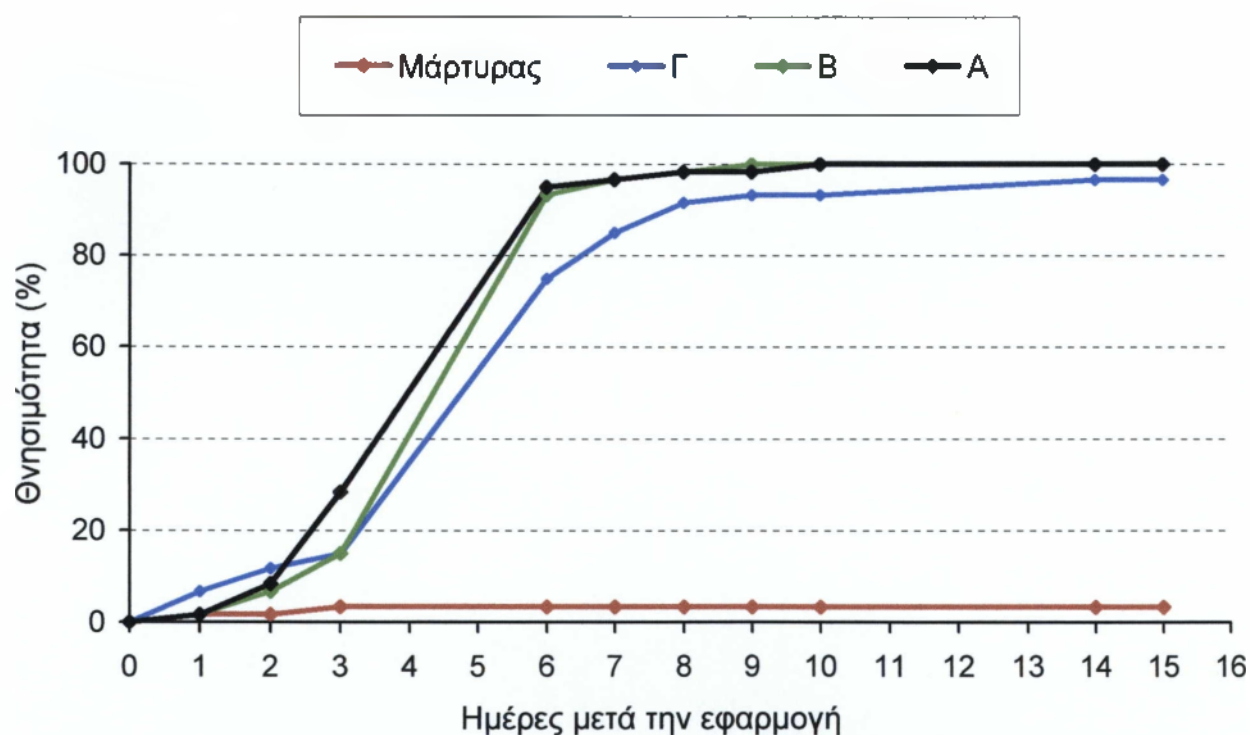


Διάγραμμα 13: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτέρου *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα BOTANIGARD (1η βιοδοκιμή).
Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

**ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(BOTANIGARD - 2η βιοδοκιμή)**

Πίνακας 14α: Αριθμός νεκρών προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	1	1	1	4
2	1	5	4	7
3	2	17	9	9
6	2	57	56	45
7	2	58	58	51
8	2	59	59	55
9	2	59	60	56
10	2	60	60	56
14	2	60	60	58
15	2	60	60	58

Πίνακας 14β: Θνησιμότητα (%) προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	1,7	1,7	1,7	6,7
2	1,7	8,3	6,7	11,7
3	3,3	28,3	15,0	15,0
6	3,3	95,0	93,3	75,0
7	3,3	96,7	96,7	85,0
8	3,3	98,3	98,3	91,7
9	3,3	98,3	100,0	93,3
10	3,3	100,0	100,0	93,3
14	3,3	100,0	100,0	96,7
15	3,3	100,0	100,0	96,7



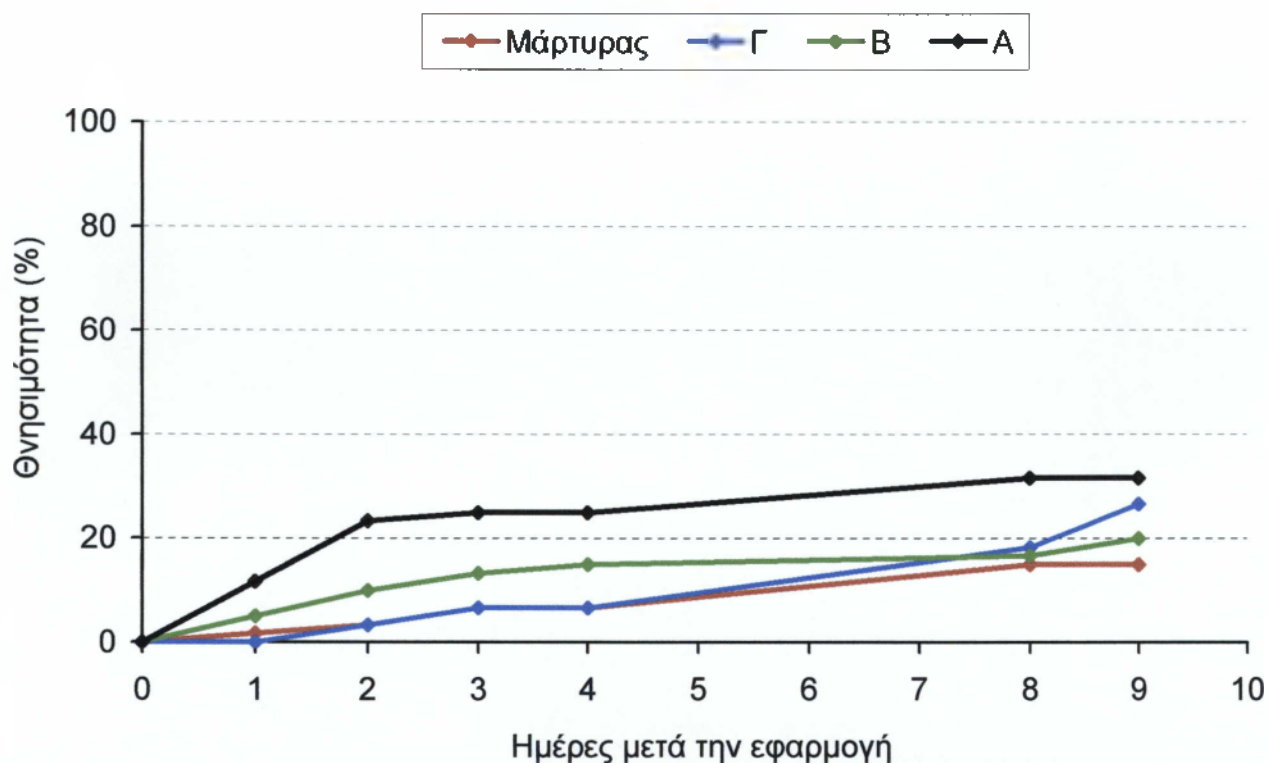
Διάγραμμα 14: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτέρου *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα BOTANIGARD (2η βιοδοκιμή).

Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

**ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(NATURALIS - 1η βιοδοκιμή)**

Πίνακας 15α: Αριθμός νεκρών προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	1	7	3	0
2	2	14	6	2
3	4	15	8	4
4	4	15	9	4
8	9	19	10	11
9	9	19	12	16

Πίνακας 15β: Θνησιμότητα (%) προνυμφών				
Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	1,7	11,7	5,0	0,0
2	3,3	23,3	10,0	3,3
3	6,7	25,0	13,3	6,7
4	6,7	25,0	15,0	6,7
8	15,0	31,7	16,7	18,3
9	15,0	31,7	20,0	26,7

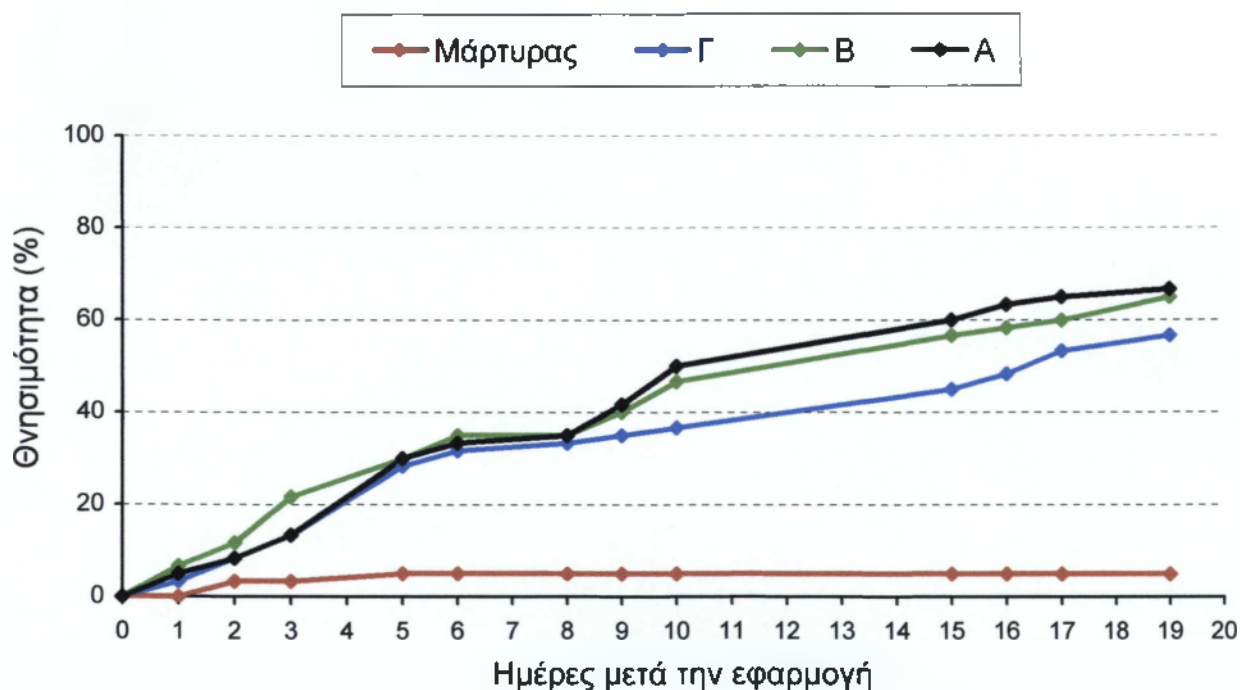


Διάγραμμα 15: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτερού *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα NATURALIS (1η βιοδοκιμή).
Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ (NATURALIS - 2η βιοδοκιμή)

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	0	3	4	2
2	2	5	7	5
3	2	8	13	8
5	3	18	18	17
6	3	20	21	19
8	3	21	21	20
9	3	25	24	21
10	3	30	28	22
15	3	36	34	27
16	3	38	35	29
17	3	39	36	32
19	3	40	39	34

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	5,0	6,7	3,3
2	3,3	8,3	11,7	8,3
3	3,3	13,3	21,7	13,3
5	5,0	30,0	30,0	28,3
6	5,0	33,3	35,0	31,7
8	5,0	35,0	35,0	33,3
9	5,0	41,7	40,0	35,0
10	5,0	50,0	46,7	36,7
15	5,0	60,0	56,7	45,0
16	5,0	63,3	58,3	48,3
17	5,0	65,0	60,0	53,3
19	5,0	66,7	65,0	56,7

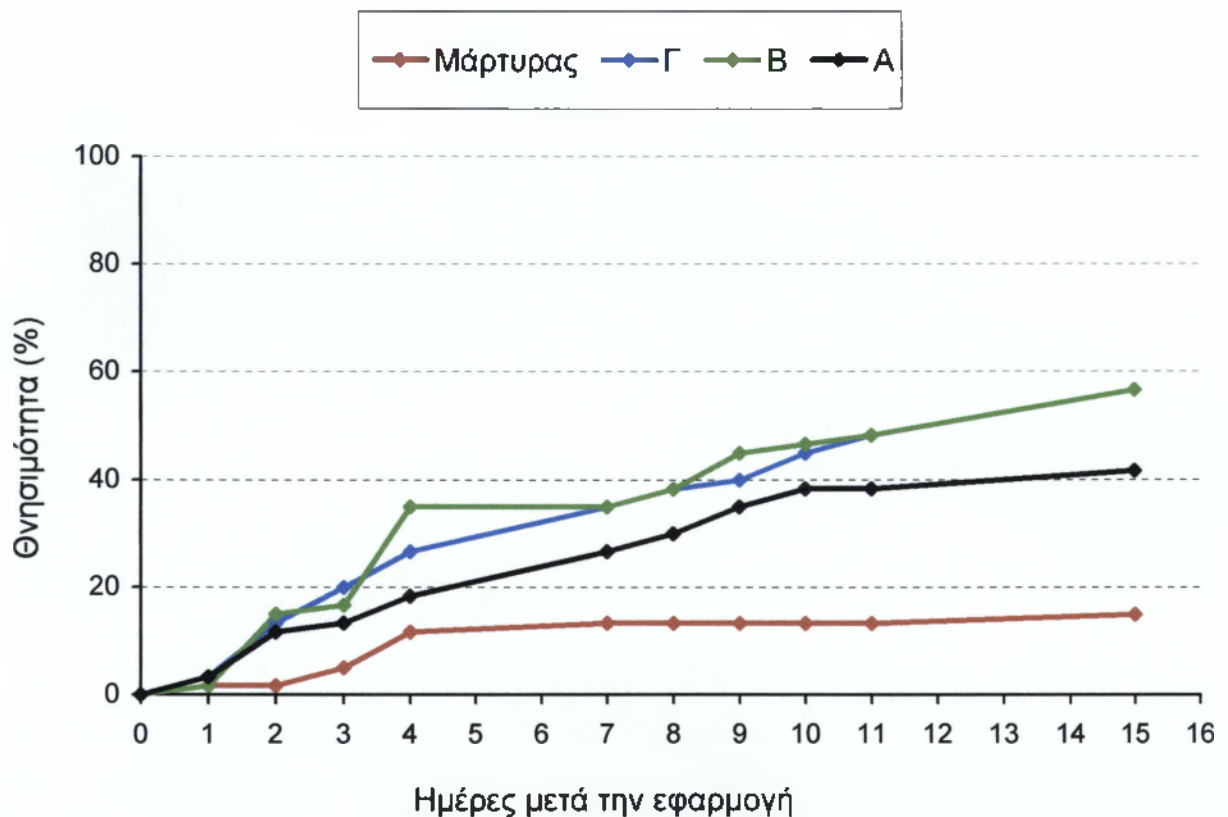


Διάγραμμα 16: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτερού *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα NATURALIS (2η βιοδοκιμή).
Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(SPOD-X - 1η βιοδοκιμή)

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	1	2	1	2
2	1	7	9	8
3	3	8	10	12
4	7	11	21	16
7	8	16	21	21
8	8	18	23	23
9	8	21	27	24
10	8	23	28	27
11	8	23	29	29
15	9	25	34	34

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	1,7	3,3	1,7	3,3
2	1,7	11,7	15,0	13,3
3	5,0	13,3	16,7	20,0
4	11,7	18,3	35,0	26,7
7	13,3	26,7	35,0	35,0
8	13,3	30,0	38,3	38,3
9	13,3	35,0	45,0	40,0
10	13,3	38,3	46,7	45,0
11	13,3	38,3	48,3	48,3
15	15,0	41,7	56,7	56,7

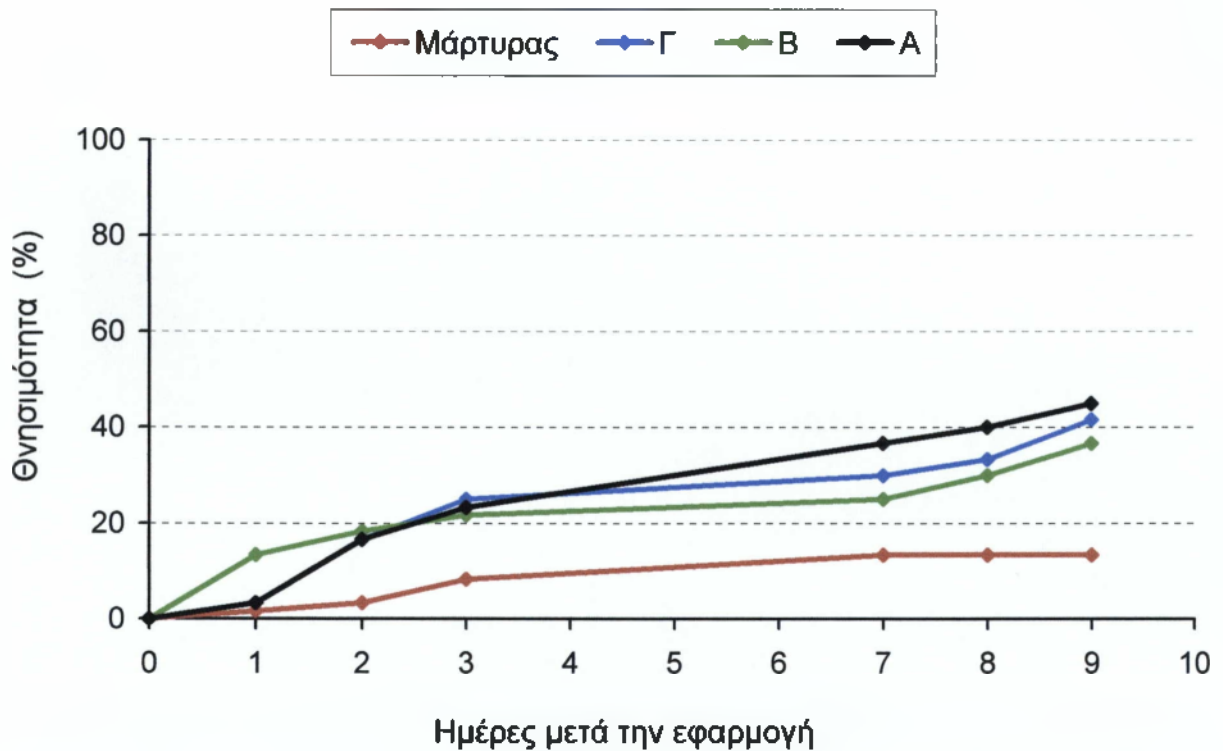


Διάγραμμα 17: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτερού *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα SPOD-X (1η βιοδοκιμή).
Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ
(Spod-x - 2η βιοδοκιμή)

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0	0	0	0
1	1	2	8	2
2	2	10	11	10
3	5	14	13	15
7	8	22	15	18
8	8	24	18	20
9	8	27	22	25

Ημέρες	Μάρτυρας	A	B	Γ
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	1,7	3,3	13,3	3,3
2	3,3	16,7	18,3	16,7
3	8,3	23,3	21,7	25,0
7	13,3	36,7	25,0	30,0
8	13,3	40,0	30,0	33,3
9	13,3	45,0	36,7	41,7



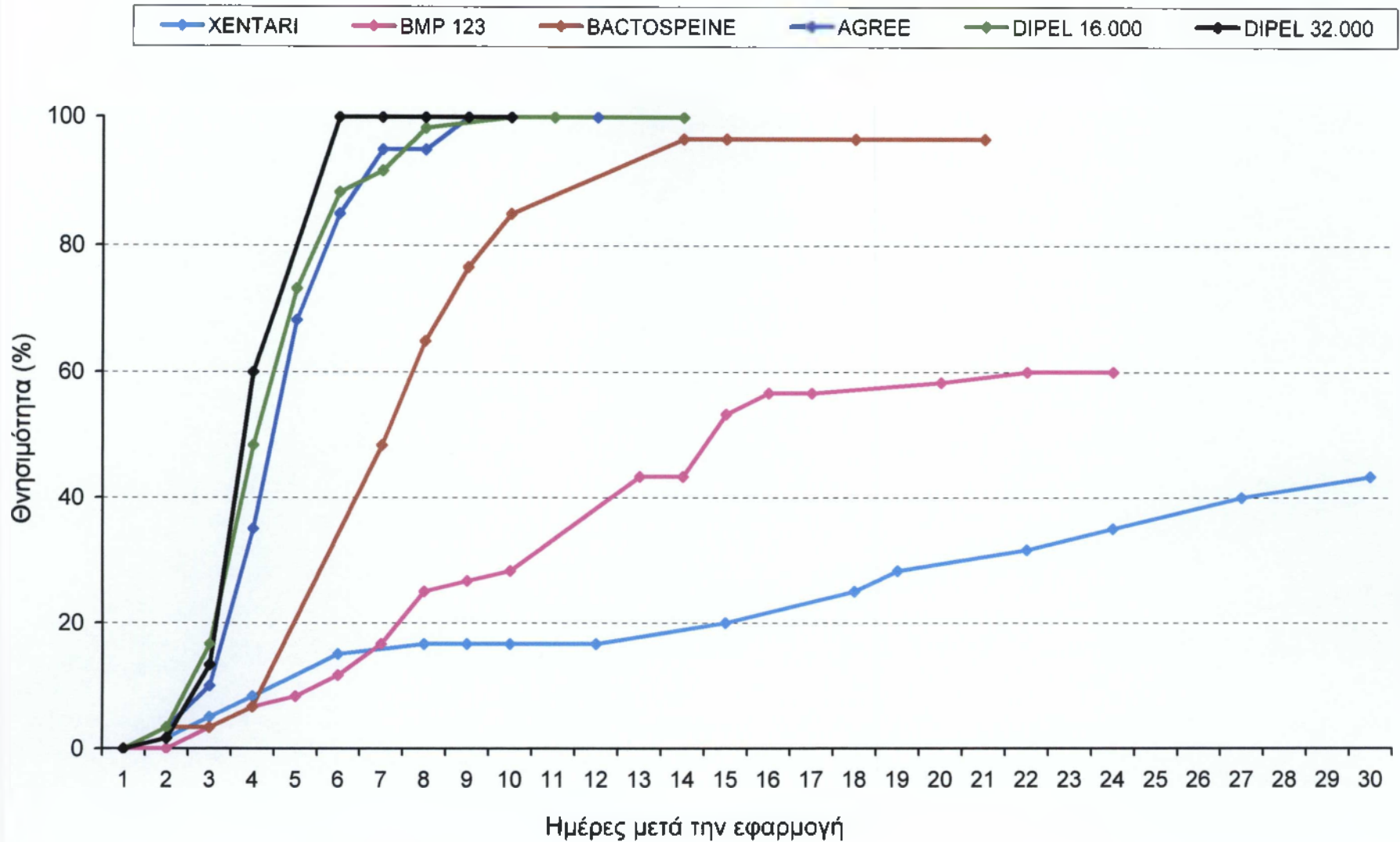
Διάγραμμα 18: Θνησιμότητα (%) προνυμφών του μικρολεπιδοπτερού *E. kuehniella* σε υπόστρωμα που περιέχει το μικροβιακό σκεύασμα Spod-x (2η βιοδοκιμή).
Μάρτυρας: 0 gr/1000gr, Γ: 0,25gr/1000gr, B: 0,5gr/1000gr, A: 1gr/1000gr

A) Σύγκριση βιοδοκιμών

Κατατάσσοντας τα διάφορα σκευάσματα του *B. thuringiensis* που χρησιμοποιήθηκαν, ως προς τα ποσοστά θνησιμότητας των προνυμφών του *E. kuehniella*, λαμβάνεται το Συγκριτικό Διάγραμμα 19, όπου εκεί κατά σειρά αποτελεσματικότητας βλέπουμε την εξής κατάταξη : DIPEL (32.000 I.U./mg), DIPEL (16.000 I.U./mg), AGREE, BACTOSPEINE, BMP 123 και XENTARI. Στο Διάγραμμα αυτό, δεν μπορούμε να συγκρίνουμε τα σκευάσματα που περιέχουν μύκητες ή ιούς γιατί δεν έχουν ανάλογες ποσοτικές σχέσεις.

Γενικότερα, όμως, η διαφορά θνησιμότητας που παρουσιάστηκε σε ορισμένες περιπτώσεις μεταξύ των δύο βιοδοκιμών κάθε μικροβιακού (βακτηριακού, μυκητολογικού, ιολογικού) σκευάσματος οφείλεται σε ποικίλους παράγοντες, όπως στην ηλικία των προνυμφών του *Ephestia kuehniella* που επιλέχθηκαν κατά προσέγγιση, στο γεγονός ότι ως ζωντανοί οργανισμοί δεν καταναλώνουν την ίδια ποσότητα τροφής και συνεπώς βιοεντομοκτόνου και στη θερμοκρασία που συμβάλλει στη διαφορετική κατανάλωση σιμιγδαλιού από τις προνύμφες του εντόμου, καθώς όσο χαμηλότερη είναι από τα φυσιολογικά επίπεδα, τόσο μεγαλύτερη κατανάλωση τροφής παρατηρείται. Ένας άλλος παράγοντας είναι και οι εργαστηριακές συνθήκες που δεν επιτρέπουν ακριβείς μετρήσεις και ομοιόμορφη διασπορά του μικροβιακού σκευάσματος.

Σημαντικό ρόλο παίζει και η ανθεκτικότητα που εμφανίζουν οι προνύμφες του *E. kuehniella* στην εφαρμογή των μικροβιακών παρασκευασμάτων. Άλλες εμφανίζουν άμεσα τα συμπτώματα και πεθαίνουν, άλλες όμως, αντιστέκονται για αρκετό χρονικό διάστημα κυρίως στη δράση του βακίλλου και μεταμορφώνονται σε νύμφες. Τα ακμαία που εξέρχονται, αν και παρουσιάζονται με μειωμένο μέγεθος και ελαττωμένη κινητικότητα έχουν προκαλέσει ήδη τη ζημιά στα αποθηκευμένα προϊόντα.



Διάγραμμα 19 : Συγκριτική απεικόνιση της θνησιμότητας (%) των προνυμφών του μικρολεπιδοπτέρου *E. kuehniella* μετά την εφαρμογή των βακτηριακών σκευασμάτων.

III. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εργασία αυτή αφορούσε στη διερεύνηση της ευαισθησίας που αναπτύσσεται στο μικρολεπιδόπτερο έντομο αποθηκών *Ephestia kuehniella* σε ορισμένα μικροβιακά εντομοκτόνα και στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας τους που εκφράστηκε σε εκατοστιαία θνησιμότητα κατά τις επόμενες ημέρες από την επέμβαση.

Όμως από τη σύγκριση των βιοεντομοκτόνων από όλες τις βιοδοκιμές του πειραματικού μέρους, φάνηκε η μεγάλη ευπάθεια των προνυμφών στα περισσότερα από τα παρασκευάσματα του *B. thuringiensis* που εφαρμόστηκαν για την αντιμετώπισή του. Έτσι, το Διάγραμμα 19, δίνει μια συγκριτική εικόνα για το ποιο σκεύασμα είναι δυνατόν να εμφανίζει και πρακτικά σημαντική ικανότητα στο να καταπολεμά τις προνύμφες του *E. kuehniella*.

Με βάση το διάγραμμα, παρατηρείται ταχεία και αποτελεσματική επίδραση των σκευασμάτων που περιέχουν το *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, σε σχέση με το βιοεντομοκτόνο XENTARI που περιέχει το *B. thuringiensis* var. *aizawai*, φυλή περισσότερο εξειδικευμένη για τα Noctuidae και λιγότερο για το *E. kuehniella*.

Η πρακτική εφαρμογή των μικροβιακών σκευασμάτων είναι ανάλογη με τη χρήση του προϊόντος και συνήθως στηρίζεται στην επίταση των προϊόντων ή των μέσων συσκευασίας ή των σάκων που περιέχουν τα προϊόντα που προσβάλλει το *E. kuehniella*, ακόμα και του αποθηκευτικού χώρου για την προστασία και αποφυγή δημιουργίας εστιών μόλυνσης, εφόσον το έντομο αναπτύσσεται και εκτός του προϊόντος.

Στην περίπτωση, όμως των σκευασμάτων με βάση το μύκητα *Beauveria bassiana* και το ιολογικό παρασκεύασμα SPOD-X, παράλληλα με τα σχετικά ικανοποιητικά αποτελέσματα που εμφάνισαν εναντίον των προνυμφών του *E. kuehniella*, δημιουργήθηκαν δυσμενείς συνθήκες για το προϊόν (μούχλα). Γι' αυτό κι ο πειραματισμός κυρίως αφορούσε στην αξιολόγηση των δυνατοτήτων αυτών των σκευασμάτων. Έτσι οι παρασκευαστές οίκοι, στο μέλλον, πρέπει να παρέχουν τέτοια βιοεντομοκτόνα αποτελεσματικά και εύχρηστα, κατάλληλα για τα αποθηκευμένα γεωργικά τρόφιμα.

Επειδή οι παρεμβάσεις στα βρώσιμα προϊόντα είναι εξαιρετικά λεπτές, η αντιμετώπιση του *Ephestia kuehniella* στα άλευρα είναι απαραίτητο να βασίζεται κυρίως στην πρόληψη, λαμβάνοντας όλους τους κανόνες καθαριότητας, χαμηλών θερμοκρασιών και παρεμπόδισης εισόδου του εντόμου στους χώρους αποθήκευσης. Είναι απαραίτητη η έγκαιρη διαπίστωση της παρουσίας του συγκεκριμένου εχθρού (με φερομονικές ή άλλες παγίδες,

συχνές δειγματοληψίες), η ορθολογιστική χρησιμοποίηση του κατάλληλου φαρμάκου και η προστασία των ωφέλιμων οργανισμών. Έτσι, οι γεωτεχνικοί θα πρέπει να ενημερωθούν σωστά για τον τρόπο δράσης των βιολογικών σκευασμάτων και την εφαρμογή τους στην κατάλληλη περίπτωση.

Σκοπός της ανάπτυξης των βιολογικών αυτών μεθόδων φυτοπροστασίας, δεν είναι η κατάργηση των συνθετικών φυτοφαρμάκων που είναι αδύνατον να συμβεί στις δεδομένες σημερινές συνθήκες, αλλά ο περιορισμός στη χρήση τους και η εισαγωγή συστημάτων ολοκληρωμένης αντιμετώπισης σε συνεργασία με τη φύση, ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία της υγείας του καταναλωτή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ADAMS, J. R., and WILCOX, T. A. (1968). "Histopathology of the almond moth, *Cadra cautella*, infected with a nuclear-polyhedrosis virus". *J. Invertebr. Pathol.*, 12: 269-274.
- AGUDELO-SILVA, F., LINDEGREN, J. E., and VALERO, K. A. (1987). "Persistence of *Neoplectana carpocapsae* (Kapow selection) infectives in almonds under field conditions. *Fl. Entomol.*, 70 : 288-291.
- AIZAWA, K. , SHIMAZU, T., and SHIMIZU, S. (1976). "Pathogenicity of microorganisms to stored-products insect". Proceedings of Joint U.S.-Japan Seminar on Stored Product Insects, Manhattan, Kansas : 59-67.
- ΑΝΑΓΝΟΥ-ΒΕΡΟΝΙΚΗ, Μ. (1997). "Οι εντομοπαθογόνοι οργανισμοί στη βιολογική γεωργία. Εναλλακτικές μορφές γεωργίας". Εκπαιδευτικό Κέντρο Α. Τ. Ε. , Αθήνα : 1-8.
- ARBOGAST, R. T. (1984c). "Biological control of stored-product insects : Status and prospects". In *Insect Management Food Storage and Processing* (ed. Baur, F. J.). American Association of Cereal Chemists : 226-238.
- ARMSTRONG, E. (1978). "The effects of vitamin deficiencies on the growth and mortality of *Tribolium castaneum* infected with *Nosema whitei*". *J. Invertebr. Pathol.*, 31 : 301-306.
- ASHFORD, R. W. (1970). "Some relationships between the red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera, Tenebrionidae) and *Lymphotropha tribolii* Ashford (Neogregarinida, Schizocystidae)". *Acta Protozoologica*, 3G (VII) : 513-531.
- BALACHOWSKY, A. S. (1972). "Entomologie appliquée à l' agriculture". Tome II : Lepidoptères, 2nd vol. Masson et Cie (eds), Paris.
- BERLINER, E. (1915). "Über die Schlaffschut der Mehlmoftenraupe (*Ephestia kühniella* Zell.) und ihren Erreger *Bacillus thuringiensis* n. sp. Z.". *Angew. Entomol.* , 2 :29-56.
- BIOSYS (1991). Bull. Inform. : 1-10.
- BONNEMAISON, L. (1969). "Οι ζωϊκοί εχθροί των καλλιεργούμενων φυτών και των δασών". Τόμος II. Μτφ. Ι. Κορωναίου & Α. Αγιουτάντη. Εκδ. Σ. Γεωργιάδης, Θεσσαλονίκη : 452-453.
- BROOKS, W. M. (1971). "Protozoan infections of insects with emphasis on inflammation". Proceedings Ivth Intl. Colloq. Insect Pathol. and Soc. Invertebr. Pathol., College Park, Maryland : 11-27.

- BROWER, H. J., SMITH, L., VAIL, V. P., and FLINN, W. P. (1995). "Biological Control" in "Microbial Control Agents In Sustainable Agriculture Field Experience". Industrial Production and Registration, Saint Vincent (Aosta), Italy, M. A. F. Servizi : 223-286.
- BURGES, H. D. (1964). "Possibilities of biological control of stored-products insects". Proceedings XII International Congress of Entomology, London, England, Ind. Stored Products Entomology Section, 9b : 659.
- BURGES, H. D., and HUSSEY, N. W. (1971). "Microbial control of Insects and Mites". Academic Press, London : 1-861.
- BURGES, H. D., and HURST, J. A. (1977). "Ecology of *Bacillus thuringiensis* in storage moths". *J. Invertebr. Pathol.*, 30 : 131-139.
- BURGES, H. D. (1981). "Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980". Academic Press, London : 1-949.
- BURKHOLDER, W. E., and DICKE, R. J. (1964). "Detection by ultraviolet light of stored-product insects infected with *Mattesia dispora*". *J. Econ. Entomol.*, 57 : 818-819.
- BURKHOLDER, W. E., and BOUSH, G. M. (1974). "Pheromones in stored product insect trapping and pathogen dissemination". *Bull. OEPP*, 4 : 455-461.
- BUSNEL, R. (1937). "Contribution à l' étude anatomique et physiologique de la chenille d' *Ephestia kühniella* Zell., (Teigne de la farine)". *Revue Pathol. Vég.* : 137-162.
- CANTWELL, G. E. (1974a). "Insect Diseases", Vol. I. Marcel Dekker, New York.
- CANTWELL, G. E. (1974b). "Insect Diseases", Vol. II. Marcel Dekker, New York.
- ΓΙΑΜΒΡΙΑΣ, Χ. (1991). "Σημειώσεις Γεωργικής Εντομολογίας". Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα : 1-3 και 33-58.
- CHAUVIN, R. (1956). "Physiologie de l' insecte". I.N.R.A., Paris.
- COTTON, J. R. (1954). "Insect Pests of Stored Grain and Grain Products". Burgess Publishing Company, 1941-1950 : 1-46 and 88-93.
- COTTON, T. R., and WILBUR, A. D. (1954). "Storage of Cereal Grains and their Products". American Association of Cereal Chemists, Incorporated St Paul, Minnesota : 193-220.
- DAVIS, G. R. F., and SMITH, J. D. (1977). "Effect of temperature on production of fungal metabolites toxic to larvae of *Tenebrio molitor*". *J. Invertebr. Pathol.*, 30 : 325-329.
- DELLA BEFFA, G. (1962). "Γεωργική Εντομολογία". Α' Τόμος. Μτφ. Γ. Καραμάνου & Σ. Μαρσέλου. Εκδ. Μ. Χ. Γκιούρδας, Αθήνα : 539 και 543-545.

- DEVAUCHELLE, G. (1970). "Inclusions cristallines et particules d' allure viral dans les noyaux des cellules de l' intestin moyen de Coléoptère *Tenebrio molitor* (L.)". *J. Ultrastruct. Res.*, 33 : 263-277.
- DJERASSI, C., SHIH-COLEMAN, C., and DIEKMAN, J. (1974). "Insect control of the future : Operational and policy aspects". *Science*, 186 : 596-606.
- FERRON, P., and ROBERT, P. H. (1975). "Virulence of entomopathogenic fungi (fungi imperfecti) for the adults of *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera : Bruchidae). *J. Invertebr. Pathol.*, 25 : 379-388.
- FLETCHER, L. W., and LONG, J. S. (1971). "A bacterial disease of cigarette beetle larvae". *Scientific Notes*, 64 : 1559.
- FRAENKEL, G., and BLEWETT, M. (1946). "Fat-soluble substances in the nutrition of certain insects". *J. Exp. Biol.* : 172.
- FRAENKEL, G., and BLEWETT, M. (1947). "The importance of folic acid and unidentified members of the vitamin B complex in the nutrition of certain insects". *Biochem. J.*, 41 : 469-475.
- FRAENKEL, G., and BLEWETT, M. (1947). "Linoleic acid and arachidonic acid in the metabolism of two insects, *Ephestia kühniella* (Lep.) and *Tenebrio molitor* (Col.). *Biochem. J.*, 41 : 475-478.
- FUXA, J. R., and TANADA, Y. (1987). "Epizootiology of Insect Disease". John Wiley and Sons, New York.
- GEDEN, C. J., AXTELL, R. C., and BROOKS, W. M. (1985). "Susceptibility of the lesser mealworm *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera :Tenebrionidae) to the entomogenous nematodes *Steinernema feltiae*, *S. glaseri* (Steinernematidae)and *Heterorhabditis heliothidis* (Heterorhabditidae)". *J. Entomol. Sci.*, 20 : 331-339.
- GRANADOS, R. A., and FEDERICI, B. A. (1986a). "The Biology of Baculoviruses". Vol. I. Biological Properties and Molecular Biology. Crc Press, Boca Raton, FL.
- GRANADOS, R. A., and FEDERICI, B. A. (1986b). "The Biology of Baculoviruses". Vol. II. Biological Properties and Molecular Biology. Crc Press, Boca Raton, FL.
- ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΣ, Α. Γ. (1993). "Στοιχεία βιολογικής γεωργίας". Βιοκαλλιέργειες. Εκδ. Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.
- HARPER, D. J. (1987). "Present and future status of microbial control of arthropods-rop protection". Tome II, Vol. 6 : 117-122.

- HEIMPEL, A. M. (1959). "Introductory Remarks on Microbial Control".
- HENRY, J. E. (1981). "Natural and applied control of insects by protozoa". *Annu. Rev. Entomol.*, 26 : 49-73.
- HERELLE, F. d' (1911). "Sur une épizootie de nature bactérienne sévissant sur les sauterelles au Mexique". *Compt. Rend. Acad. Sci.*, 152, Paris : 1413-1415.
- HODGES, R. J. (1984). "Biological methods for integrated control of insects and mites in tropical stored products, IV : The use of insect diseases". *Trop. Stored Prod. Inf.*, 48 : 27-31.
- HUNTER, D. K., and DEXEL, T. D. (1970). "Observations on a granulosis of the almond moth, *Cadra cautella*". *J. Invertebr. Pathol.*, 16 : 307-309.
- HUNTER, D. K., and HOFFMANN, D. F. (1970). "A granulosis virus of the almond moth, *Cadra cautella*". *J. Invertebr. Pathol.*, 16 : 400-407.
- JACOBS, S. E. (1951). "Bacteriological control of the flour moth, *Ephestia kühniella* Z.". *Proc. Soc. Appl. Bacteriol.*, 1 : 83-91.
- JAFRI, R. H. (1961). "Synergistic action of radiation and of *Bacillus thuringiensis* toxin on protozoan diseases of insects". Progress in Protozoology, Proceedings First Intl. Congr. Protozool., Prague 1961, Publ. House Czechoslov. Acad. Sci., Prague 1963 : 510-515.
- JAFRI, R. H. (1964). "Influence of pathogens on the life span of irradiated insects". *Revue Patho. vég. Ent. agric. fr.*, 43 : 37-51.
- KELLEN, W. R. (1978). "Microbial insecticides". Proceedings of Symposium on Prevention and Control of Insects in Stored-Food Products : 223-230.
- KELLEN, W. R., and LINDEGREN, J. E. (1969). "Host-pathogen relationships of two previously undescribed microsporidia from the Indian-meal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner), (Lepidoptera : Pyralidae)". *J. Invertebr. Pathol.*, 14 : 328-335.
- KELLEN, W. R., and LINDEGREN, J. E. (1971). "Modes of transmission of *Nosema plodiae* Kellen and Lindegren, a pathogen of *Plodia interpunctella* (Hübner)". *J. Stored Prod. Res.*, 7 : 31-34.
- KELLEN, W. R., and LINDEGREN, J. E. (1973a). "*Nosema invadens* sp. N. (Microsporidia : Nosematidae), a pathogen causing inflammatory response in Lepidoptera". *J. Invertebr. Pathol.*, 21 : 293-300.
- KELLEN, W. R., and LINDEGREN, J. E. (1973b). "New host records for *Helicosporidium parasiticum*". *J. Invertebr. Pathol.*, 22 : 296-297.

- KINSINGER, R. A., and Mc GAUGHEY, W. H. (1976). "Stability of *Bacillus thuringiensis* and a granulosis virus of *Plodia interpunctella* on stored wheat". *J. Econ. Entomol.*, 69 : 149-154.
- KUMARI, S. M., and NEELGUND, Y. F. (1985). "Preliminary infectivity tests using six bacterial formulations against the red flour beetle, *Tribolium castaneum*". *J. Invertebr. Pathol.*, 46 : 198-199.
- KUNIKE, G. (1939). "Beitrage zur Lebensweise und Bekampfung der Mehlmotte (*Ephestia kuhniella* Z.)". *Z. Angew. Ento.*, 25 : 588-608.
- KURSTAK, E. (1982). "Microbial and Viral Pesticides". Marcel Dekker Inc, New York : 1-720.
- ΛΕΓΑΚΗΣ, Φ. (1993). "Βιολογικά εντομοκτόνα". Γεωργική Τεχνολογία : 48-63.
- LUCA, Y. (1976). "Destruction of imaginal forms of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera : Bruchidae) by *Neoaplectana carposapsae* Weiser". *Rev. Zool. Agric. Pathol. Veg.*, 75 : 127-131.
- LUTHY, P., and EBERSOLD, H. (1981). "The entomocidal toxins of *Bacillus thuringiensis*". *Pharmac Ther*, Vol. 13 : 257-283.
- MARAMOROSCH, K. (1968b). "Insect Viruses". *Eurr. Tip. Microbiol. Immunol.* 42 : 192.
- MARZKE, F. O., and DICKE, R. J. (1958). "Disease-producing protozoa in species of *Trogoderma*". *J. Econ. Entomol.*, 51 : 916-917.
- Mc GAUGHEY, W. H. (1982). "Evaluation of commercial formulations of *Bacillus thuringiensis* for control of the Indianmeal moth and almond moth (Lepidoptera : Pyralidae) in stored inshell peanuts". *J. Econ. Entomol.*, 75 : 754-757.
- Mc GAUGHEY, W. H., and KINSINGER, R. A. (1978). "Susceptibility of Angoumois grain moths to *Bacillus thuringiensis*". *J. Econ. Entomol.*, 71 : 435-436.
- MÉTALNIKOV, S., ELLINGER, T., and CHORINE, V. (1928). "A new yeast species, isolated from diseased larvae of *Pyrausta nubilalis* Hb.". *Intern. Corn Borer Invest., Sci. Repts.*, 1 : 70-71.
- MÉTALNIKOV, S., and MÉTALNIKOV, S. S. (1935). "Utilisation des microbes dans la lutte contre les insectes nuisibles". *Ann. Inst. Pasteur*, 55 : 709.
- METCHNIKOFF, E. (1879). "Diseases of the larva of the grain weevil. Insects harmful to agriculture (series)". Issue III, The grain weevil. Published by the Commission attached

- to the Odessa Zemsevo office for the investigation of the problem of insects harmful to agriculture, Odessa : 32 (In Russian).
- MILNER, R. J. (1972). "The survival of *Nosema whitei* spores stored at 4 °C". *J. Invertebr. Pathol. (Notes)*, 20 : 356-357.
- MORRIS, O. N. (1985). "Susceptibility of 31 species of agricultural insect pests to the entomogenous nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora*". *Can. Entomol.*, 117 : 401-407.
- ΜΠΟΥΧΕΛΟΣ, Ε. Ν. Κ. (1996). "Ζωϊκοί εχθροί τροφίμων και γεωργικών προϊόντων". Έκδ. Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα : 1-45.
- MURNO, J. W. (1966). "Pests of stored products". Hutchinson and Co. (Publishers), LTD, London : 74-76.
- NARA, J. M., BURKHOLDER, W. E., and BOUSH, G. M. (1981). "The influence of storage temperature on spore viability of *Mattesia trogodermiae* (Protozoa : Neogregarinida)". *J. Invertebr. Pathol.*, 38 : 404-408.
- NORRIS, J. R. (1932-1933). "Contributions towards the study of insect fertility". *Proced. Zool. Soc., London*.
- NWANZE, K. F., PARTIDA, G. J., and Mc GAUGHEY, W. H. (1975). "Susceptibility of *Cadra W. H. cautella* and *Plodia interpunctella* to *Bacillus thuringiensis* on wheat". *J. Econ. Entomol.*, 68 : 751-752.
- OZER, M. (1953). "Étude anatomique et biologique d' *Ephestia kühniella* Zell.". Thèse à l' Université de Paris. *Ann. Epiphyties*, 4 : 479-509.
- ΠΕΛΕΚΑΣΗΣ, Ε. Δ. Κ. (1986). "Μαθήματα Γεωργικής Εντομολογίας". Β' Τόμος, Ειδική Εντομολογία. Έκδ. Α. Γ. Σ. Α., Αθήνα : 452-457.
- POINAR, O. G., Jr, and THOMAS, M. G. (1977). "Diagnostic manual for the identification of insect pathogens". Plenum Press, N. York : 7-8, 57-558, 79-81 and 99-100.
- POINAR, O. G., Jr (1990). "Entomopathogenic nematodes in biological control". CRC Press, Inc : 23-
- RABINDRA, R. J., JAYARAJ, S., and BALASUBRAMANIAN, M. (1988). "*Farinocystis tribolii*-induced susceptibility to some insecticides in *Tribolium castaneum* larvae". *J. Invertebr. Pathol.*, 52 : 389-392.
- SCHESSER, J. H. (1976). "Commercial formulations of *Bacillus thuringiensis* for control of Indian meal moth". *Appl. Environ. Microbiol.*, 32 : 508-510.

- SCHWALBE, C. P., BURKHOLDER, W. E., and BOUSH, G. M. (1974). "*Mattesia trogodermæ* infection rates as influenced by mode of transmission, dosage and host species". *J. Stored Prod. Res.*, 10 : 161-166.
- ΣΤΑΜΟΠΟΥΛΟΣ, Κ. Δ. (1995). "Έντομα αποθηκών μεγάλων καλλιεργείων και λαχανικών". Έκδ. ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη : 62-105.
- STEINHAUSS, E. A., and BELL, C. R. (1953). "The effect of certain microorganisms and antibiotics on stored-grain insects". *J. Econ. Entomol.*, 46 : 582-598 and 68 : 777-780.
- SUMMERS, M., ENGLER, R., FALCON, L. A., and VAIL, P. V. (1975). "Baculoviruses for Insect Pest Control : Safety Considerations". American Society for Microbiology, Washington, D. C.
- TANADA VOSHINORI and KAYA K. HARRY (1993). "Insect Pathology". Academic Press, Inc, New York : 1-633.
- THOMPSON, J. V., and REKLINGER, L. M. (1968). "Isolation of a nuclear-polygedrosis virus from the almond moth, *Cadra cautella*". *J. Invertebr. Pathol.*, 10 : 441-444.
- TZANAKAKΗΣ, Ε. Μ. (1980). "Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εντομολογίας". 2^ο Ειδικό μέρος. Έκδ. Α. Π. Θ., Θεσσαλονίκη : 139-152.
- WEISER, J. (1963). "Sporozoan infections". Insect Pathology (ed. Steinhaus, E. A.). Academic Press Inc, New York, 2 : 291-334.
- WIGGLESWORTH, V. B. (1959). "Physiologie des Insectes (traduit de l' anglais par L. Chopard)". Dunord, Paris.
- YAMVRIAS, C. (1962). "Contribution a l' étude du mode d' action de *Bacillus thuringiensis* Berliner vis-à-vis de la teigne de la farine *Anagasta (Ephestia) kühniella* ZELLER (Lépidoptère)". *Entomophaga*, Tome VII, No 2, 2e Trimestre : 101-159.
- ZEIKUS, R. D., and STEINHAUS, E. A. (1969). "Tetatology of the beetle *Tenebrio molitor*, V. Ultrastructural changes and viruslike particles in the foregut epithelium of pupal-winged adults". *J. Invertebr. Pathol.*, 14 : 115-121.