



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**Παραδοτέο έργου Π1.2.** Έκθεση-κατηγοριοποίηση των κυριότερων ευρεθέντων ειδών,  
και εκτροφή τους σε εργαστηριακές συνθήκες

**Τύπος:** Έκθεση

**Υπο-παραδοτέο Π1.2.4.** «Αξιολόγηση των ευρεθέντων ειδών ως εχθροί»



DiatomiteThem

# DiatomiteThem

Τίτλος Έργου:

**Προστασία των αποθηκευμένων δημητριακών με τη  
χρήση γης διατόμων**

«Το έργο αυτό υλοποιείται στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ και συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ) (κωδικός έργου: Τ2ΕΔΚ-03532)»



**ΕΠΑνΕΚ 2014-2020**  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγικά στοιχεία	3
2. Εντομολογικοί εχθροί	7
3. Μυκητολογικοί εχθροί	24
4. Βιβλιογραφία	27



## 1. Εισαγωγικά στοιχεία

Είναι γνωστό ότι η συγκομιδή των δημητριακών γίνεται συνήθως μια φορά ετησίως συγκεντρώνοντας ταυτόχρονα μεγάλες ποσότητες προϊόντος, ωστόσο η διάθεσή τους στην αγορά μπορεί να γίνει σταδιακά σύμφωνα με την ζήτηση και την προσφορά των προϊόντων (Arthur and Phillips, 2003). Είναι λοιπόν φυσικό επόμενο, η μακροχρόνια αποθήκευση των δημητριακών να αποτελεί μια πολύ συνηθισμένη τακτική στην διαχείρισή τους, ακόμα και στην Ελλάδα (Athanassiou et al., 2005). Απαιτείται ωστόσο ιδιαίτερη προσοχή κατά το μετασυλλεκτικό στάδιο, καθότι λανθασμένες πρακτικές αποθήκευσης αποτελούν τον κύριο παράγοντα για την προσβολή των προϊόντων από διάφορα έντομα και παθογόνα. Τέτοιου είδους προσβολές είναι από τα κυριότερα προβλήματα που επιφέρει μια μακροχρόνια αποθήκευση και σε πολλές περιπτώσεις απώλειες της τάξης του 10 - 30% θεωρούνται αναμενόμενες κατά την αποθήκευση (Boyer et al., 2012).

Αρχικά, παρατηρείται μείωση του βάρους του αποθηκευμένου προϊόντος, δεδομένης της κατανάλωσης αυτού από τα έντομα, επιφέροντας δηλαδή ποσοτικές απώλειες στο προϊόν (Boxall, 2001). Οι ποσοτικές απώλειες είναι μετρήσιμες και διάφορες πρακτικές υπάρχουν για την εκτίμησή τους, ανάλογα με την κατηγορία του προϊόντος και τις μετασυλλεκτικές πρακτικές (τρόπος συγκομιδής και αποθήκευσης κ.α.). Από την άλλη πλευρά, η ζημιά του εκάστοτε είδους εντόμου διαφέρει, ανάλογα με το μέρος του σπόρου που καταναλώνει. Για παράδειγμα, διάφορα πρωτεύοντα είδη εντόμων αποθηκών τρέφονται κυρίως με το ενδοσπέρμιο του σπόρου επιφέροντας σημαντικές ποσοτικές απώλειες στα αποθηκευμένα δημητριακά και όσπρια. Από την άλλη πλευρά, κάποια είδη εντόμων τρέφονται μόνο με το έμβρυο ή το κάλυμμα του σπόρου, πράγμα που δεν επιφέρει μεγάλες ποσοτικές απώλειες αλλά υποβαθμίζει σημαντικά την ποιότητα του σπόρου, μειώνοντας τόσο την περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνες και βιταμίνες (σημαντικός παράγοντας όταν ο σπόρος προορίζεται για βρώση) όσο και την βλαστική του ικανότητα (σημαντικός παράγοντας όταν ο σπόρος προορίζεται για σπορά). Για παράδειγμα, από έρευνες έχει αποδειχθεί ότι η προσβολή σπόρων σιταριού, αραβόσιτου και σόργου από τα είδη *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) και *Rhyzopertha dominica* (L.) (Coleoptera: Bostrychidae) μείωσε σημαντικά τα λιπίδια των σπόρων (Sowunmi and Adesuyi, 1981, Flinn et al., 2010). Υπάρχουν και αρκετά είδη τα οποία προκαλούν σημαντικές προσβολές



που σχετίζονται με την δημόσια υγεία, όπως για παράδειγμα η μεταφορά άλλων οργανισμών (εντερόκοκκοι κα.) (Pitt and Hocking, 2009).



**Εικόνα 1:** Προσβολή σπόρων σιταριού από *Trogoderma* spp. (Πηγή: Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας).

Η ύπαρξη των εντόμων στην αποθήκη πολλές φορές αυξάνει την δυνατότητα προσβολής των προϊόντων από ακάρεα, ψυκόπτερα και μύκητες ειδικά όταν αυξάνεται η υγρασία στον περιβάλλοντα χώρο μέσω της μεταβολικής δραστηριότητας των εντόμων σε συνδυασμό με ανεπαρκή αερισμό (Buchi, 1991, El-Sayed and Ghallab, 2007, Peromingo et al., 2016). Έτσι, δημιουργούνται ιδανικές συνθήκες για την ανάπτυξη και εξάπλωση μυκήτων. Ταυτόχρονα, **αλλεργικά φαινόμενα** και άρα υγειονομικά προβλήματα στους εργάτες ή στους καταναλωτές μπορούν να προκληθούν όταν στα προϊόντα υπάρχουν υπολείμματα εντόμων ή παθογόνων (τρίχες, προϊόντα έκδυσης, ακαθαρσίες, μούχλα κ.α.). Η ύπαρξη τέτοιων «ξένων υλών» στο προϊόν μπορεί επίσης να είναι η αιτία αλλοίωσης των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του προϊόντος, όπως η δημιουργία δυσάρεστων οσμών ή αλλοίωσης της γεύσης του τροφίμου. Για παράδειγμα, υπολείμματα έκδυσης ειδών της οικογένειας Dermestidae θεωρούνται άκρως αλλεργιογόνοι παράγοντες, επιφέροντας έντονο κνησμό στο προσωπικό. Τα ακάρεα *Acarus siro* L. (Astigmata: Acaridae) και *Tyrophagus putrescentiae* (Schrnak) (Astigmata: Acaridae) είναι υπεύθυνα για αλλεργικές δερματίτιδες σε αρτοποιούς, ενώ έχει αναφερθεί ότι εργάτες εμφάνισαν δερματίτιδα, εκζέματα και έντονο



κνησμό από αποχωρήματα του λεπιδοπτέρου *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) (Zawadzki et al., 2016). Προσβεβλημένα προϊόντα από κολεόπτερα Tenebrionidae, είναι πιθανό να περιέχουν κινόνες, ουσίες υπεύθυνες για δερματίτιδες, ερυθρήματα, φλύκταινες, ερεθισμούς στα μάτια, ακόμα και για καρκινογένεση μετά από μακροχρόνια βρώση. Μυκοτοξίνες μπορούν να παραχθούν από μύκητες που επέρχονται της έντονης εντομολογικής προσβολής. Όλα τα ανωτέρω, ορίζονται ως **ποιοτικές απώλειες** εξαιτίας της προσβολής εντόμων και μυκήτων σε ένα αποθηκευμένο προϊόν (Upadhyay et al., 2001, Tefera, 2012, Pires et al., 2017, Jianhua and Zongwen, 2021).



**Εικόνα 2:** Σπόροι ρεβυθιών μετά από προσβολή του εντόμου *Acanthoscelides obtectus* και διαφόρων ειδών μυκήτων (Πηγή: Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας).

**Οικολογικές επιπτώσεις** μπορούν επίσης να προκληθούν με την εισαγωγή αλλόχθονων παράσιτων σε νέα ενδιαιτήματα δεδομένου του παγκοσμίου εμπορίου και των μεταφορών προϊόντων, απειλώντας την τοπική βιοποικιλότητα και την αγροτική παραγωγή (Marske and Ivić, 2003). Παράδειγμα αποτελεί η ένταξη του κολεοπτέρου *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrychidae), το οποίο κατάγεται από το Μεξικό και μεταφέρθηκε στην Αφρική μέσω του εμπορίου καλαμποκιού. Ακμαία και προνύμφες του είδους κατατρώνε στο καλαμπόκι τόσο πριν, όσο και μετά την συγκομιδή. Στην Τανζανία, μπορεί να καταστρέψει πάνω από το 35% του αποθηκευμένου καλαμποκιού και σε περιπτώσεις λανθασμένων μετασυλλεκτικών πρακτικών η απώλεια μπορεί να ξεπεράσει και το 60% της παραγωγής σε εννιά μήνες αποθήκευσης (Markham et al., 1994).



Τέλος, η χρήση φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων για την προστασία των προϊόντων από εντομολογικούς εχθρούς και παθογόνα, **αυξάνει το κόστος της αποθήκευσης** και άρα την τελική τιμή του προϊόντος που θα διατεθεί στην αγορά. Δεδομένου ότι αγροτικά προϊόντα όπως τα όσπρια και τα σιτηρά θεωρούνται από τους βασικότερους πυλώνες της διατροφής του πληθυσμού σε παγκόσμιο επίπεδο, μπορούμε εύκολα να κατανοήσουμε γιατί η αύξηση του κόστους τους μπορεί να επιφέρει μέχρι και φαινόμενα υποσιτισμού σε υποανάπτυκτες χώρες. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι τόσο οι παραγωγοί όσο και οι καταναλωτές επωφελούνται από την ύπαρξη σταθερών τιμών, οι οποίες μειώνουν τις ακραίες διακυμάνσεις του κόστους στις αγροτικές εκμεταλλεύσεις και βοηθούν για τον προγραμματισμό των δαπανών σε ένα νοικοκυριό, αντίστοιχα (van Schoonhoven, 1976). Παρακάτω, αναλύονται με λεπτομέρεια τα είδη εντόμων, ακάρεων και μυκήτων που βρέθηκαν κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών στους χώρους του συνεταιρισμού «ΘΕΣγη».



## 2. Εντομολογικοί εχθροί

### *Rhizopertha dominica*

Το έντομο *R. dominica*, είναι από τους πιο σοβαρούς εχθρούς αποθηκευμένων προϊόντων σε πολλές περιοχές του κόσμου. Θεωρείται επίσης ότι είναι από τα πιο δύσκολα έντομα όσον αφορά την καταπολέμησή του με χρήση χημικών σκευασμάτων. Για τον λόγο αυτό, προληπτικές μέθοδοι εφαρμόζονται ως επί το πλείστο για την αποφυγή εισόδου και εγκατάστασης του είδος σε έναν αποθηκευτικό χώρο. Τόσο τα ακμαία όσο και οι προνύμφες έχουν ευρεία γκάμα τροφικών προτιμήσεων, με έρευνες να κάνουν λόγο για ολόκληρους σπόρους αγρωστωδών (οικ. Poaceae) καλλιεργούμενων φυτών, όπως ρύζι, σιτάρι, σόργο, βρώμη, κριθάρι κ.α., καθώς και οσπρίων, όπως φιστίκια, ρεβύθια και φασόλια. Ταυτόχρονα, άτομα του *R. dominica* έχουν βρεθεί και σε δασικούς βιότοπους ως ξυλοφάγα έντομα, με μικρή ωστόσο ανάπτυξη. Το μέγιστο της ανάπτυξης του εντόμου επιτυγχάνεται κυρίως σε ολόκληρους σπόρους σιταριού (Potter, 1935, Mayhew and Phillips, 1994, Edde, 2012).

Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι τα ακμαία έχουν πολύ καλή ικανότητα πτήσης και μπορούν να μεταφέρονται από τον αγρό στην αποθήκη και αντίστροφα, καθ' όλη την διάρκεια του έτους (Perez-Mendoza et al., 1999, Holloway et al., 2020). Για να προσβάλλουν τους σωρούς αποθηκευμένων σπόρων, τα ακμαία συνήθως εισέρχονται από την επιφάνεια του σωρού και με αργό ρυθμό προχωρούν αναπτυσσόμενα προς τα κάτω. Το βάθος στο οποίο μπορούν να εισέλθουν τα έντομα σε σωρούς ποικίλλει ανάλογα με το είδος, με κάποια είδη να διασπείρονται πιο σταδιακά σε σχέση με άλλα (Edde, 2012). Η ικανότητα τρισδιάστατης διασποράς μέσα στη μάζα των σωρών των σπόρων και η κρυπτική συμπεριφορά όλων των σταδίων του εντόμου δεδομένου ότι κρύβονται μέσα στον σπόρο στο μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους, καθιστούν δύσκολη την έγκαιρη ανίχνευση διαφόρων ειδών της οικογένειας Bostrychidae και Curculionidae. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση πολλών δευτερευόντων εχθρών, όπως τα είδη των Tenebrionidae και Silvanidae.

Σπόροι που έχουν προσβληθεί φέρουν τρύπες ακανόνιστου σχήματος και διαμέτρου 1 χιλ. και βάθους που εκτείνεται από το σημείο εισόδου της προνύμφης έως και το κελί νύμφωσης στο ενδοσπέρμιο του σπόρου. Κατά γενικό κανόνα στις ΗΠΑ, αν σε 100 γρ. δείγματος σπόρων σιταριού υπάρχουν πάνω από 7 προσβεβλημένοι σπόροι από *R. dominica* τότε η παρτίδα του σιταριού από όπου πάρθηκε το δείγμα θεωρείται ως ακατάλληλη για περαιτέρω



επεξεργασία ή πώληση (Edde, 2012). Οι σφοροί των σπόρων με προσβολή από *R. dominica* φέρουν μια χαρακτηριστική «γλυκιά» μυρωδιά, εξαιτίας των φερομονών που παράγουν τα αρσενικά ακμαία, αλλά και της μετουσίωσης κάποιων συστατικών του σπόρου. Η βρώση των σπόρων από τα έντομα του είδους οδηγεί στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων σκόνης, το πλείστο της οποίας αποτελείται από κομμάτια άπεπτου σπόρου μαζί με περιττώματα. Με βάση τα αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών, ένα άτομο *R. dominica* μπορεί να μειώσει από 10 έως 23% το βάρος ενός κόκκου σιταριού, όταν αναπτυχθεί σε αυτό από το στάδιο του ωού έως και το ακμαίο. Οι ποιοτικές απώλειες που επιφέρει στον σπόρο είναι δύσκολο να καταγραφούν και διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των περιπτώσεων προσβολών. Τα ακμαία και οι προνύμφες φέρουν ισχυρά μασητικά στοματικά μόρια, ικανά να προκαλέσουν τρύπες σε πολλά υλικά συσκευασιών τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων του χαρτονιού, πλαστικών μεμβρανών ακόμα και λεπτών φύλλων αλουμινίου.

Η καταπολέμηση του εντόμου είναι δύσκολη, καθώς τα εντομοκτόνα επαφής δεν μπορούν να εισχωρήσουν στο εσωτερικό του σπόρου και να θανατώσουν την προνύμφη. Δεδομένου ότι είναι έντομο προερχόμενο από τροπικές περιοχές, η εφαρμογή χαμηλών θερμοκρασιών στην αποθήκη μπορεί να αποτελέσει μια ασφαλή μέθοδο καταπολέμησης. Παρ' όλα αυτά, ο έλεγχος των πληθυσμών στις αποθήκες γίνεται σχεδόν εξολοκλήρου με την χρήση καπνιστικών εντομοκτόνων με καλή διαπεραστικότητα (φωσφίνη).



**Εικόνα 3:** Προσβολή σιταριού από *R. dominica* (Πηγή: Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας).



*Acanthoscelides obtectus*

Το έντομο *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) είναι σημαντικός εχθρός των φασολιών και δευτερευόντως των ρεβυθιών και των μπιζελιών τόσο στον αγρό όσο και στην αποθήκη (Schmale et al., 2002). Η προνύμφη ξεκινά να προσβάλλει στον αγρό, όταν οι σπόροι βρίσκονται σε τελικό μέγεθος, δηλαδή λίγο πριν την συγκομιδή τους, και τα ακμαία άτομα εξέρχονται από τον σπόρο κατά την αποθήκευση συνεχίζοντας τον βιολογικό τους κύκλο. Στις περιπτώσεις όπου η αποθήκη βρίσκεται κοντά σε καλλιέργειες οσπρίων, τα ακμαία άτομα μετακινούνται προς τα νεαρά φυτά και ξεκινούν από την αρχή την προσβολή τους. Οι μετασυλλεκτικές προσβολές από τις αλληλεπικαλυπτόμενες γενεές του είδους οδηγούν στην σημαντική μείωση του βάρους των σπόρων. Παράλληλα, παρατηρείται και ποιοτική υποβάθμιση, μειώνοντας την περιεκτικότητά των σπόρων σε θρεπτικά στοιχεία καθώς και της βλαστικής τους ικανότητας, αυξάνοντας την παρουσία τοξικών ουσιών, όπως το ουρικό οξύ, ρυπαίνοντας τους σπόρους με την παρουσία εντόμων (ακμαία, νύμφες, προνύμφες και ωά) ή υπολειμμάτων τους (αποχωρήματα, τμήματα σώματος κ.α.) μέσα στον σπόρο ή στον σωρό, οι σπόροι φέρουν τρύπες εξόδου ή κολλημένα αυγά, παρατηρούνται αλλαγές στην εμφάνιση, την υφή και τη γεύση του σπόρου κ.α. (Săvescu, 1961, Sărunaru and Mateias, 1997) Οι ανωτέρω παράγοντες καθιστούν το αποθηκευμένο προϊόν ακατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση ή ακόμα και για χρήση σε σιτηρέσια οικόσιτων ζώων.

Τέτοιες απώλειες αποτελούν ένα πολύ πιθανό σενάριο καθ' όλη την διάρκεια της καλλιέργειας και της μετέπειτα μετασυλλεκτικής μεταχείρισης των οσπρίων, ειδικά όταν προληπτικές μέθοδοι δεν έχουν ληφθεί έγκαιρα για το είδος αυτό, οδηγώντας τελικά σε σημαντική μείωση της αγοραστικής αξίας των προσβεβλημένων οσπρίων. Έχει αναφερθεί ότι τουλάχιστον το 10% της ετήσιας παγκόσμιας παραγωγής καταστρέφεται από εντομολογικές προσβολές σε μετασυλλεκτικό επίπεδο, με αναφορές να κάνουν λόγο για καταστροφή της τάξεως του 40%, σε περιοχές με ελλιπή μέτρα προστασίας (Umeya and Kato, 1970). Για παράδειγμα, με βάση τα αποτελέσματα ερευνών έχουν αναφερθεί οικονομικές απώλειες της τάξης του 7,4% σε μόλις 45 ημέρες στην Κολομβία, ενώ στο Μεξικό και στην κεντρική Αμερική απώλειες της τάξης του 35% και 40% στην Τανζανία σε διαφορετικές χρονικές περιόδους αποθήκευσης. Στην Νιγηρία έχει υπολογιστεί ότι πάνω από 29,000 τόνοι μπιζελιού χάνονται από προσβολές Bruchidae κάθε χρόνο, ποσότητα που



αντιστοιχεί σε τουλάχιστον 30 εκ. δολάρια. Παρόλα αυτά, όταν στην αποθήκη επικρατούν οι ιδανικές συνθήκες για την ταχεία ανάπτυξη του εντόμου, είναι βέβαιο ότι το 100% της παραγωγής θα καταστραφεί αν δεν εφαρμοστεί έγκαιρα αντιμετώπιση (Thierry and Jarry, 1985).

Είναι λοιπόν προφανές ότι το είδος αυτό μπορεί να προκαλέσει σοβαρές μετασυλλεκτικές απώλειες σε ποσότητα, ποιότητα, θρεπτική και οικονομική αξία. Το ποσοστό προσβολής από τον βρούχο είναι μεταβλητό καθώς επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως την περίοδο αποθήκευσης των προϊόντων, τις συνθήκες αποθήκευσης, τον τρόπο αποθήκευσης, και την ποικιλία-υβρίδιο του αποθηκευμένου οσπρίου. Για τον λόγο αυτό, εξατομικευμένες μέθοδοι πρόληψης και καταπολέμησης του είδους ανά περιοχή, αποθήκη και προϊόν είναι υψίστης σημασίας καθ' όλη την διάρκεια της καλλιέργειας και της μετέπειτα μετασυλλεκτικής μεταχείρισης των οσπρίων (Sibakwe and Donga, 2015). Σημαντικό μέρος της καταπολέμησης αποτελεί και η αποθήκευση σε χώρους που βρίσκονται μακριά από αγρούς ψυχανθών.



**Εικόνα 4:** Προσβολή ρεβυθιού (πάνω) και φασολιών (κάτω) από *A. obtectus* (Πηγή: Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας).



### *Cryptolestes ferrugineus*

Το είδος *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Laemophloeidae) είναι από τους κυριότερους εχθρούς αποθηκευμένων προϊόντων, ιδίως στον Καναδά, καθώς συνδυάζει την ικανότητα των ακμαίων να αντέχουν για εβδομάδες σε θερμοκρασίες έως και  $-20,4^{\circ}\text{C}$  μέσα στα δημητριακά, έχει πολύ καλή ικανότητα πτήσης και μπορεί να αντέξει την απουσία τροφής έως και 8 ημέρες. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά επιτρέπουν στο έντομο να εξαπλώνεται με εύκολο τρόπο και ταυτόχρονα καθιστούν δύσκολη την εξάλειψή του από ένα ήδη προσβεβλημένο προϊόν, ειδικά με την χρήση χαμηλών θερμοκρασιών για την απεντόμωση. Γενικά όμως, το είδος προτιμά σχετικά θερμά κλίματα και ακμαία και προνύμφες τείνουν να μετακινούνται και να παραμένουν σε θερμές περιοχές ενός σωρού σπόρων/προϊόντων (Loschiavo, 1983).

Υπό κανονικές συνθήκες, το έντομο αναπτύσσεται μέσα στον έμβρυο του σπόρου μέχρι και την νύμφωση. Η προνύμφη εισέρχεται στο ενδοσπέρμιο τραυματισμένου συνήθως σπόρου (δευτερεύον έντομο) και κατατρώει το εσωτερικό του, όπου σε περιπτώσεις σοβαρής προσβολής μπορεί να μειώσει έως και 25% το βάρος του σπόρου. Για την διαπίστωση της προσβολής θα πρέπει να ακολουθηθούν εξειδικευμένες μέθοδοι με σκοπό την απομάκρυνση του εντόμου από το εσωτερικό του σπόρου ειδάλλως η προσβολή δεν είναι ορατή. Ωστόσο οι διαδικασίες που έχουν δοκιμαστεί για το σκοπό αυτό είναι είτε πολύ δύσκολες με αμφίβολα αποτελέσματα, καθώς τόσο το έντομο όσο και οι οπές εισόδου της προνύμφης είναι πολύ μικρού μεγέθους, είτε κοστοβόρες και χρονοβόρες, ειδικά όταν πρόκειται για τον έλεγχο μεγάλων ποσοτήτων σπόρου (Abdelghany and Fields, 2017). Παράλληλα, η τάση του εντόμου να περνάει το περισσότερο της ζωής του στο εσωτερικό του σπόρου καθιστά δύσκολη έως και αδύνατη την θανάτωσή του με χρήση εντομοκτόνων επαφής, δεδομένου ότι τα τελευταία δεν έχουν διεισδυτική ικανότητα (Jian et al., 2004).

Η μετασυλλεκτική προσβολή ενός προϊόντος από το είδος μπορεί να ξεκινήσει με τους παρακάτω τρόπους:

1. αποθήκευση αμόλυντου προϊόντος σε χώρο όπου ήδη υπάρχουν άτομα *C. ferrugineus* εξαιτίας κακής καθαριότητας,
2. προσβολή αμόλυντου προϊόντος κατά την μεταφορά του με χρήση δοχείων όπου ήδη υπάρχουν άτομα *C. ferrugineus* εξαιτίας κακής καθαριότητας,



3. προσβολή αμόλυντου προϊόντος μετά την ανάμιξή του με μολυσμένο προϊόν
4. μετακίνηση πληθυσμών του εντόμου από εξωτερικό σημείο της αποθήκης (συστήματα αερισμού, παράθυρα, πόρτες κ.α.) (Nansen et al., 2004)

Έπειτα από πειραματισμό σε αποθήκες έχει βρεθεί ότι το *C. ferrugineus* χρειάστηκε μόλις μια εβδομάδα μετά την αποθήκευση σιταριού που είχε συγκομισθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα να προκαλέσει προσβολή. Παράλληλα, τα περισσότερα των εντόμων βρέθηκαν να κινούνται στην επιφάνεια του σωρού των σπόρων, υποδηλώνοντας ότι τα ακμαία αμέσως αντιλήφθηκαν τον σωρό και πέταξαν προς εκείνη την κατεύθυνση από άλλα σημεία. Τα στοιχεία αυτά αναδεικνύουν την σπουδαιότητα της ύπαρξης πρωτοκόλλων για τον έλεγχο της ύπαρξης / διακύμανσης των πληθυσμών των εντόμων τόσο μέσα στον αποθηκευτικό χώρο όσο και στο προϊόν. Παράλληλα, η συχνή δειγματοληψία και αξιολόγηση των ευρημάτων προσφέρει περισσότερες γνώσεις σχετικά με την επίδραση διαφόρων συνθηκών στα πρότυπα εποχικής δραστηριότητας πτήσης του είδους. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη εργαλείων έγκαιρης λήψης αποφάσεων για τις μετασυλλεκτικές εφαρμογές εντομοκτόνων στο προϊόν, προβλέποντας τις επικίνδυνες χρονικές περιόδους όπου μπορεί να παρατηρηθεί υψηλή δραστηριότητα πτήσης των ακμαίων του *C. ferrugineus* και άρα της πιθανότητας αύξησης της μετανάστευσης ή της πληθυσμιακής ανάπτυξης των εντόμων στο προϊόν.



**Εικόνα 5:** Προσβολή του εμβρύου σπόρων σιταριού από *C. ferrugineus* (Πηγή: Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας).



### *Sitophilus granarius*

Το έντομο *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) μαζί με τα συγγενικά του είδη *S. oryzae* και *S. zeamais* είναι από τους βασικότερους εχθρούς των αποθηκευμένων δημητριακών και δευτερευόντως των οσπρίων (Plarre, 2010). Το συγκεκριμένο είδος είναι ανίκανο να πετάξει (δεν φέρει οπίσθιες μεμβρανοειδείς πτέρυγες), αυτό ωστόσο δεν το εμποδίζει να προκαλεί σημαντικές απώλειες στα δημητριακά, με αναφορές να κάνουν λόγο για απώλειες της τάξης του 5% στην Ευρώπη. Εργαστηριακές μελέτες έχουν αναφέρει ότι μια προνύμφη καταναλώνει περίπου 28 mg σπόρου καθ' όλη την περίοδο της ανάπτυξής της, ενώ η βλαστική ικανότητα του σπόρου μειώνεται από το 93 στο 7 % σε λίγες μόλις ημέρες προσβολής (Narayana et al., 2014).

Το μέγεθος της προσβολής δεν είναι φανερό στην αρχή, καθώς όλα τα στάδια εκτός του ακμαίου, αναπτύσσονται αποκλειστικά στο εσωτερικό του σπόρου, με απουσία εμφανών ενδείξεων προσβολής εξωτερικά αυτού. Έτσι, μόνο με κοσκίνισμα και συλλογή των ακμαίων μπορεί κανείς να υπολογίσει σε θεωρητικό επίπεδο, το πραγματικό ποσοστό ατόμων που υπάρχουν σε δεδομένη ποσότητα σπόρου (Stejskal and Kucerova, 1996). Ωστόσο το δυναμικό ανάπτυξης του εντόμου εξαρτάται από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες που αν δεν ληφθούν υπόψιν θα οδηγήσουν σε λανθασμένη εκτίμηση του πληθυσμού και άρα σε λανθασμένες πρακτικές απεντόμωσης. Παράλληλα, δεδομένων των στοματικών μορίων μασητικού τύπου που τα ακμαία διαθέτουν, μπορούν να τρυπήσουν διάφορα υλικά συσκευασίας όπως πλαστικό, χαρτί και υπό-προϊόντα αυτών και άρα να μεταφερθούν με ευκολία σε όλο τον κόσμο μέσω του διεθνούς εμπορίου (Yevoor, 2003).

### *Sitophilus oryzae*

Το *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) είναι από τα πιο κοσμοπολίτικα έντομα αποθηκών, με παγκόσμια γεωγραφική εξάπλωση επιφέροντας πολύ σοβαρές οικονομικές απώλειες λόγω των υψηλών ποσοστών προσβολής. Παρόλο που πολλά είδη εντόμων αποθηκών προσβάλλουν το σιτάρι και το ρύζι, το *S. oryzae* θεωρείται από τα πιο επιβλαβή. Σε φυσιολογικές συνθήκες αποθήκευσης μπορεί να προκαλέσει από 10 – 65 % απώλειες, με το ποσοστό να φτάνει και το 80 % σε μακροχρόνιες περιόδους αποθήκευσης.



Το ακμαίο έχοντας πολύ καλή ικανότητα πτήσης μπορεί να μετακινείται μεταξύ της αποθήκης και του αγρού, προσβάλλοντας τους σπόρους τόσο προσυλλεκτικά (π.χ. στάχεις σιτηρών) όσο και μετασυλλεκτικά. Ωστόσο, τα μεγαλύτερα ποσοστά προσβολής παρατηρούνται στο μετασυλλεκτικό στάδιο όταν το έντομο βρίσκεται στα προνυμφικά στάδια.

Η ετήσια καταστροφή του αποθηκευμένου καλαμποκιού παγκοσμίως υπολογίζεται ότι ανέρχεται στο 20%, ενώ έπειτα από εργαστηριακές δοκιμές έχει αναφερθεί 19% μείωση του βάρους του σιταριού και 57% σε σπόρους ρυζιού. Η προνύμφη κατατρώει ολοκληρωτικά το ενδοσπέρμιο του σπόρου, αφήνοντας μόνο το περίβλημα, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται κατακόρυφες ποσοτικές απώλειες. Ταυτόχρονα, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σπόρων υποβαθμίζονται σε μεγάλο βαθμό και σε πολλές περιπτώσεις είναι αδύνατον να μεταποιηθούν. Παράλληλα, δεδομένου ότι το ακμαίο εναποθέτει τα ωά του απευθείας στο εσωτερικό του σπόρου ανοίγοντας μικροσκοπική οπή και το νέο άτομο εξέρχεται από τον ίδιο σπόρο μόνο όταν είναι ακμαίο, καθιστά αδύνατη την παρατήρηση της προσβολής σε αρχικό στάδιο, παρά μόνο όταν ο σπόρος έχει καταστραφεί τελείως ή το έντομο έχει ολοκληρώσει την ανάπτυξή του και έχει εξέλθει του σπόρου.

Επιπλέον, αντιμετώπιση του εντόμου με χρήση εντομοκτόνων επαφής δεν αποφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα στις περισσότερες των περιπτώσεων, καθότι τα εντομοκτόνα μπορούν να θανατώσουν μόνο το ακμαίο που κινείται εξωτερικά του σπόρου και άρα πολλές φορές είναι αναποτελεσματικά ή αφήνουν απαγορευτικά ποσοστά τοξικών υπολειμμάτων στον σπόρο. Η παρουσία ανθεκτικών πληθυσμών είναι επίσης ένα πολύ συχνό και παγκόσμιο φαινόμενο (βλέπε Π1.3.1) (Boyer et al., 2012).



**Εικόνα 6:** Προσβολή σιταριού από *S. oryzae* (Πηγή: Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας).

### *Sitophilus zeamais*

Το είδος *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) έχει παρόμοια συμπεριφορά με τα προαναφερθέντα είδη του γένους *Sitophilus*. Προκαλεί μεγάλες καταστροφές στο αποθηκευμένο καλαμπόκι, ρύζι και σιτάρι ωστόσο είναι πιθανό να βρεθεί σε πληθώρα άλλων προϊόντων προκαλώντας πολλές φορές αξιόλογες ζημιές. Συχνά συγχέεται με το συγγενικό του είδος *S. oryzae* εξαιτίας της παρόμοιας μορφολογίας τους. Στην Αφρική αποτελεί από τους πιο κοινούς εχθρών του αποθηκευμένου αραβόσιτου μαζί με το *P. truncatus*, προκαλώντας απώλειες από 20 έως και 100%, ειδικά όταν δεν έχει εφαρμοστεί κάποιο εντομοκτόνο σκεύασμα. Η προσβολή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες και είναι δύσκολο έως και ακατόρθωτο να ελεγχθεί στις περιπτώσεις όπου μέτρα προστασίας δεν πάρθηκαν έγκαιρα. Παρόλο που αρκετές έρευνες κάνουν λόγο για τις βέλτιστες μεθόδους πρόληψης και καταπολέμησης του είδους, μια επιτυχημένη απεντόμωση δεν είναι εφικτή παρά μόνο αν είναι γνωστή η φαινολογία και η δυναμική του πληθυσμού στην αποθήκη, οι κλιματολογικές συνθήκες, το αποθηκευμένο προϊόν και ο τρόπος αποθήκευσής του κ.α. Είναι αρκετά διαδεδομένο και στην εύκρατη ζώνη, τόσο στον αραβόσιτο, όσο και στο ρύζι (Nukenine et al., 2002, Akob and Ewete, 2007).



**Εικόνα 7:** Προσβολή *S. zeamais* και μυκήτων σε σπόρους καλαμποκιού (Πηγή: Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας).

### *Oryzaephilus surinamensis*

Το είδος *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) συναντάται συνήθως μαζί με το *S. granarius* σε αποθήκες ρυζιού και σιταριού, προσβάλλοντας ωστόσο και άλλες τροφές, όπως διάφορα δημητριακά κ.α. Είναι δευτερεύον έντομο, προσβάλλει δηλαδή ήδη καταστραμμένους ή σπασμένους σπόρους, αλλά μπορεί να τραφεί με το έμβρυο απρόσβλητων σπόρων. Αποτελεί πολύ κοινό εχθρό αποθηκευμένων προϊόντων σε τροπικές και υπο-τροπικές κυρίως περιοχές, δεδομένου ότι αναπτύσσεται ταχύτερα σε θερμά κλίματα. Το αναπαραγωγικό δυναμικό του σε συνδυασμό με τον σύντομο βιολογικό του κύκλο είναι μεγάλο, και σε ευνοϊκές συνθήκες με περίσσεια τροφής ο πληθυσμός του στον χώρο μπορεί να αυξηθεί κατά 50 φορές σε έναν μόνο μήνα. Από την άλλη πλευρά, τα ακμαία του είδους είναι πολύ κινητικά και μπορούν να εξαπλωθούν προς όλες τις κατευθύνσεις του χώρου με διάμετρο ενός μέτρου σε μόλις 24 ώρες. Συχνά μεταφέρεται σε καθαρές-απρόσβλητες τροφές μέσω μολυσμένων συσκευασιών ενώ η ύπαρξη του στο προϊόν είναι δύσκολο να ανιχνευθεί, δεδομένου του μικρού και πεπλατυσμένου σώματός του αλλά και ότι δεν προκαλεί εμφανή σημάδια προσβολής στην συσκευασία. Παράλληλα, το μικρό του σώμα και η κρυπτική του συμπεριφορά το καθιστά δύσκολο στην ανίχνευση και αντιμετώπισή του με εντομοκτόνα επαφής και στομάχου (Watson and Barson, 1996).





Συνεπώς, η ύπαρξη του είδους σε μια αποθήκη πρέπει να αναφερθεί το συντομότερο δυνατόν για την αποφυγή ανάπτυξης μεγάλων πληθυσμών που θα δυσχεράνουν την απεντόμωση των προϊόντων. Όπως και παραπάνω, η χρήση παγίδων είναι ύψιστης σημασίας, ενώ για την καταπολέμησή του λαμβάνονται τα ίδια μέτρα όπως και για άλλα είδη εντόμων αποθηκών (Lee, 2002).

#### *Tribolium confusum*

Το μέγεθος της προσβολής από το *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η ποιότητα της τροφής που καταναλώνουν, το δυναμικό αναπαραγωγής του εκάστοτε πληθυσμού, η συνύπαρξη με άλλα έντομα, οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας στον χώρο και το προϊόν κ.α. Για παράδειγμα, η προσβολή είναι σοβαρότερη σε προϊόντα με υψηλή σχετική υγρασία, ενώ αναπτύσσεται ταχύτερα σε σπασμένους σπόρους σε σχέση με ολόκληρους, αφού η παρουσία του περισπερμίου φαίνεται να αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για την είσοδο του εντόμου στο εσωτερικό του σπόρου. Η ύπαρξη των εντόμων στο προϊόν δεν φέρει μόνο ποσοτικές αλλά και σοβαρές ποιοτικές υποβαθμίσεις, καθώς το είδος εκκρίνει διάφορες κινόνες από τους κοιλιακούς του αδένες, με αποτέλεσμα το προϊόν να αποκτά μια απωθητική μυρωδιά και να είναι ακατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση.

Η παρακολούθηση της διακύμανσης του πληθυσμού είναι ύψιστης σημασίας για την προστασία των αποθηκευμένων προϊόντων καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου και κυρίως τους ζεστούς μήνες. Παγίδες από χαρτόνι και φερομόνες προσέλκυσης, σχεδιασμένες αποκλειστικά για να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του εντόμου αλλά και του αποθηκευτικού χώρου (ύπαρξη σκόνης, υγρασίας κ.α.) διατίθενται στο εμπόριο. Η σωστή αξιοποίηση των παγίδων στον χώρο (σωστή τοποθέτηση και χωροταξική κατανομή των παγίδων, συχνός έλεγχος και καταγραφή των συλληφθέντων εντόμων, έγκαιρη αντικατάσταση), επιτρέπει την ορθή διάγνωση του προβλήματος, εντοπίζοντας έγκαιρα την εστία μόλυνσης και το επίπεδο του πληθυσμού μέσα στον χώρο και το προϊόν. Συνεπώς, μόνο τοπικές επεμβάσεις με εντομοκτόνες ουσίες είναι δυνατόν να καταπολεμήσουν επαρκώς το έντομο, μειώνοντας την εισροή χημικών σκευασμάτων στο προϊόν και άρα του συνολικού κόστους της αποθήκευσης αλλά και του κινδύνου ανάπτυξης ανθεκτικότητας στα χρησιμοποιούμενα εντομοκτόνα (Athanassiou et al., 2004).



**Εικόνα 8:** Προσβεβλημένο αλεύρι με αποχωρήματα από *T. confusum* (αριστερά) και καθαρό αλεύρι (δεξιά) (Πηγή: Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας).

### *Tribolium castaneum*

Το είδος *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) αποτελεί μαζί με το συγγενικό του *T. confusum* ένα από τα πιο κοινά και πολυπληθή έντομα αποθηκών κυρίως στις τροπικές περιοχές με υψηλά επίπεδα θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας. Πρόκειται για δευτερεύον έντομο προσβάλλοντας σπασμένους σπόρους και επεξεργασμένα αγροτικά προϊόντα (πχ. αλεύρι κ.α.). Σε εργαστηριακά πειράματα για την ανάδειξη των τροφικών προτιμήσεων του είδους βρέθηκε ότι ήδη προσβεβλημένες πρώτες ύλες ζωοτροφών (πίτουρο ή αλεύρι σιταριού και αλεύρι καλαμποκιού), ζωοτροφές για χοίρους και όρνιθες ωοπαγωγής και αλεύρι αναμεμειγμένο με μαγιά μύρας είναι κατά 2-9 φορές πιο ελκυστικές στα ακμαία *T. castaneum* από ότι οι αντίστοιχες μη προσβεβλημένες. Ωστόσο υπάρχουν αναφορές και για σοβαρές προσβολές σε ακέραιους σπόρους. Για παράδειγμα στην Βραζιλία έχει αναφερθεί ότι προσβάλλει ξηρά αμύγδαλα, ξεκινώντας να τρώει το εξωτερικό περίβλημα του εμβρύου (αμύγδαλο) και συνεχίζει προς το εσωτερικό του σπόρου δημιουργώντας στοές, ενώ είναι ικανό σε μεγάλα ποσοστά προσβολής να παραμορφώσει τελείως το σχήμα του αμυγδάλου. Παράλληλα, η θερμοκρασία φαίνεται να είναι καθοριστικός παράγοντας για το επίπεδο προσβολής του είδους. Με βάση αποτελέσματα εργαστηριακής έρευνας, παρατηρήθηκε ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (λιπαρά οξέα, πρωτεΐνη, άμυλο κ.α.) αλευριού από σιτάρι δεν επηρεάστηκαν σε μεγάλο βαθμό από την προσβολή των ακμαίων στους 15°C, ωστόσο μειώθηκαν σημαντικά όταν αντίστοιχα ακμαία



προσέβαλαν για 150 ημέρες το αλεύρι στους 25 και 30°C με ταυτόχρονη αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας του εντόμου μέσα στο προϊόν. Η θερμοκρασία παίζει επίσης σημαντικό ρόλο και στην μετακίνηση των πληθυσμών του είδους που μπορούν να μεταφερθούν πετώντας σε αποστάσεις μεγαλύτερες και του ενός χιλιομέτρου, προσβάλλοντας νέα προϊόντα (Dukić et al., 2020, Holloway et al., 2020, Jianhua and Zongwen, 2021).

#### *Latheticus oryzae*

Το είδος *Latheticus oryzae* Waterhouse (Coleoptera: Tenebrionidae) καταγράφηκε για πρώτη φορά το 1880 σε ρύζι. Σήμερα, είναι κοινό έντομο αποθηκών στον Καναδά, ωστόσο μπορεί να βρεθεί σε όλο τον κόσμο. Τόσο οι προνύμφες όσο και τα ακμαία προσβάλλουν ζυμαρικά, πλιγούρι βρώμης, τσάι, σόργο, καλαμπόκι, και διάφορα άλλα δημητριακά. Η προσβολή δεν είναι εμφανής, ωστόσο το εμπόρευμα μπορεί να έχει δυσάρεστη οσμή ως ένδειξη της παρουσίας αυτών των εντόμων ενώ απαντάται συχνά μαζί με τα συγγενικά *T. castaneum* και *T. confusum*. Σε γενικές γραμμές έχει την ίδια συμπεριφορά και τροφικές προτιμήσεις με τα δυο προαναφερθέντα είδη. Η ανάπτυξη του είδους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την σχετική υγρασία του περιβάλλοντος χώρου, προτιμώντας επίσης θερμά κλίματα. Στην Ελλάδα δεν φαίνεται να αποτελεί σημαντικό εχθρό των αποθηκευμένων προϊόντων.

#### *Plodia interpunctella*

Το λεπιδόπτερο *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae), είναι ένα πολύ κοινό οικιακό έντομο αποθηκών, που τρέφεται κυρίως με αποθηκευμένα τρόφιμα. Στην πραγματικότητα, έχει χαρακτηριστεί ως το πιο σημαντικό έντομο των αποθηκευμένων προϊόντων που βρίσκονται συνήθως σε αμερικανικά σπίτια ή παντοπωλεία, super markets κα. Οι προνύμφες μπορούν να βρεθούν σε προϊόντα δημητριακών, σπόρους, αποξηραμένα φρούτα, σκυλοτροφές και μπαχαρικά και έχουν γενικά ευρύ κύκλο τροφικών προτιμήσεων. Η παρουσία των ακμαίων είναι ένα κοινό σημάδι μιας προσβολής. Τα ακμαία ελκύονται από το φως και μπορεί να μετακινηθούν σε απομακρυσμένα δωμάτια του σπιτιού ή της αποθήκης. Ως αποτέλεσμα, συχνά συγχέονται με τους σκώρους των ρούχων. Τα ακμαία δεν τρέφονται, ωστόσο έχει αναφερθεί ότι προτιμάνε χυμούς φρούτων και δολώματα ζάχαρης,



παρόλο που δεν είναι απαραίτητο για την αναπαραγωγή τους. Οι προνύμφες κινούνται επιφανειακά του προϊόντος.

Το μεγαλύτερο μέρος της "ζημίας" στα αποθηκευμένα προϊόντα συμβαίνει όταν οι προνύμφες παράγουν μεγάλες ποσότητες μετάξιων νημάτων, μολύνοντας τα προϊόντα. Το μολυσμένο εμπόρευμα μερικές φορές καλύπτεται στην επιφάνεια με παχύ στρώμα από τα μετάξινα νήματα και πολλές φορές η ζημιά στα αποθηκευμένα προϊόντα λόγω αυτής της μόλυνσης υπερβαίνει την ζημιά από την ποσότητα τροφής που καταναλώνουν τα έντομα. Παράλληλα, οι προνύμφες μπορούν να εισβάλουν ή να διεισδύσουν στα υλικά συσκευασίας των τροφίμων όπως το πλαστικό και να προσβάλουν τα συσκευασμένα προϊόντα διατροφής, προκαλώντας τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές απώλειες. Από την άλλη πλευρά εργαστηριακές μελέτες έδειξαν ότι το είδος είναι πιθανός φορέας στελεχών μικροβίων ανθεκτικών σε φάρμακα (π.χ. αντιβιοτικά), και άρα η παρουσία τους μπορεί να είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη για ηλικιωμένα άτομα ή ομάδες υψηλού κινδύνου, με εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα. Συνεπώς, οι ένοικοι κατοικιών και οι διαχειριστές μονάδων επεξεργασίας τροφίμων, αποθηκών, παντοπωλείων και σιταποθηκών θα πρέπει να είναι σε εγρήγορση για την έγκαιρη ανίχνευση των εντόμων ή πηγών μόλυνσης. Η παγίδευση και δειγματοληψία των πληθυσμών μπορεί να γίνει από μια ποικιλία μεθόδων, αλλά κατά βάση πραγματοποιείται μέσω της παγίδευσης των αρσενικών ακμαίων με χρήση κολλητικών παγίδων με φερομόνες ή φωτεινών παγίδων (Mbata and Osuji, 1983, Arthur et al., 1991, Mohandassa et al., 2007, Zawadzki et al., 2016, Scheff et al., 2018).



**Εικόνα 9:** Κολλητική παγίδα με διάφορα είδη λεπιδοπτερών (Πηγή: Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας).



### *Acarus siro*

Το είδος *Acarus siro* L. (Acari: Astigmata) προσβάλλει σιτηρά, τυριά, αλεύρι, ζωοτροφές, ελαιούχους σπόρους, φαρμακευτικά βότανα, σανό, απορρίμματα πουλερικών, τις εγκαταλελειμμένες κυψέλες μελισσών και σχεδόν κάθε τροφή που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος ενώ μπορούν να τραφούν και με μύκητες που αναπτύσσονται πάνω στο προϊόν. Στα δημητριακά, τα ακάρεα τρώνε τον σπόρο, και το ενδοσπέρμιο μπορεί να καταναλωθεί μόνο εάν είναι μουχλιασμένο, ενώ ταυτόχρονα αποκτούν δυσάρεστες μυρωδιές και γεύσεις μούχλας, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανθρώπινη κατανάλωση. Τα ζώα εκτροφής που λαμβάνουν μολυσμένες τροφές τρώνε λιγότερο, μπορεί να αρρωστήσουν και να επηρεαστεί η ανάπτυξή τους. Σε έντονες προσβολές, τα υπολείμματα των εντόμων (νεκρά άτομα, προϊόντα έκδυσσης κ.α.) συσσωρεύονται σε χνουδωτές μάζες με αποτέλεσμα να απαιτείται καθαρισμός με ηλεκτρική σκούπα (Davis and Brown, 1969, Cunnington, 1985a,b).

Οι κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των ΗΠΑ απαιτούν μηδενικά ή σχεδόν μηδενικά επίπεδα ανοχής για προσβολές του *A. siro* σε αποθηκευμένα προϊόντα, επειδή αυτό το άκαρι μεταδίδει ασθένειες και είναι αλλεργιογόνο. Το *A. siro* βρίσκεται πολύ συχνά στην οικιακή σκόνη μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα αλλεργικής ρινίτιδας και άσθματος σε εργάτες, αγρότες, μυλωνάδες, αρτοποιούς κ.λπ. Παράλληλα, στοματικές μολύνσεις μπορούν να προκληθούν στους ανθρώπους και τα ζώα έπειτα την κατανάλωση τροφών μολυσμένων με το άκαρι. Σπάνια προκαλεί αναφυλαξία με αποτέλεσμα θάνατο. Υψηλά ποσοστά προσβολής από το είδος υποδεικνύουν την ύπαρξη υψηλών ποσοστών υγρασίας στον χώρο. Για την πρόληψη της εγκατάστασης και αύξησης του πληθυσμού του είδους, συνιστάται η μείωση της σχετικής υγρασίας του χώρου και των προϊόντων, η επιμελής καθαριότητα και ο σωστός και επαρκής αερισμός του χώρου. Σε εμπορικές εγκαταστάσεις ο έλεγχος των πληθυσμών γίνεται κυρίως με καπνιστικά εντομοκτόνα ή με εντομοκτόνα επαφής (Krizkova-Kudlikova et al., 2007).



**Εικόνα 10:** Άκαρι όπως φαίνεται από στερεοσκόπιο (Πηγή: Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας).

*Liposcelis* spp.

Στο παρελθόν, τα ψωκόπτερα, και ιδιαίτερα τα είδη του γένους *Liposcelis* (Psocoptera: Liposcelididae) θεωρούνταν ως έντομα χαμηλής οικονομικής σημασίας, μάλλον λόγω του μικρού μεγέθους τους και των περιορισμένων πληροφοριών που ήταν μέχρι τότε διαθέσιμες για την οικολογία τους. Σήμερα, τα ψωκόπτερα είναι γνωστό ότι μπορούν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν σε ολόκληρους σπόρους ρυζιού, βρώμης, σόργου, καλαμποκιού και άλλων δημητριακών. Η ικανότητα των ψωκόπττερων να τρέφονται με υγιείς ακατέργαστους σπόρους σιτηρών αποτελεί κύριο παράγοντα για τον βαθμό επικινδυνότητας των προσβολών του γένους σε σύγκριση με τα δευτερεύοντα είδη εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων. Έχει αναφερθεί ότι τα ψωκόπτερα ήταν ικανά να προκαλέσουν απώλεια βάρους έως και 10% σε μια περίοδο 90 ημερών σε σπασμένους σπόρους σιταριού. Στην Ινδονησία, έχει αναφερθεί πυκνότητα πληθυσμού που φτάνει τα 4.262 έντομα ανά κιλό αποθηκευμένου ρυζιού. Τέτοιοι αριθμοί οδηγούν σε σημαντικές απώλειες βάρους και υποβάθμισης του προϊόντος (Cusack et al., 1975).

Σε ορισμένα μέρη όπως η Αυστραλία, έχουν γίνει πλέον τα πιο κοινά έντομα αποθηκών τα τελευταία χρόνια ενώ κατά γενικό κανόνα, η σημασία των ψωκόπττερων ως εχθροί των αποθηκευμένων προϊόντων έχει αυξηθεί λόγω των ποσοτικών απωλειών που επιφέρουν από την κατανάλωση φύτρων και ενδοσπερμίου των σπόρων, από την συχνή αποτυχία των τυπικών πρακτικών προστασίας και απεντόμωσης για τον έλεγχο και από το γεγονός ότι τα εμπορεύματα που έχουν προσβληθεί συνήθως απορρίπτονται για εξαγωγή. Παράλληλα, η



ικανότητα να μεταδίδουν παθογόνα, καθιστά την ύπαρξη των ψωκόπτερων πιθανή απειλή για την ανθρώπινη υγεία, επιφέροντας αλλεργικές αντιδράσεις σε ανθρώπους και ζώα (Gautam et al., 2013).

Διάφοροι παράγοντες συμβάλλουν στην ανάπτυξη των ψωκόπτερων σε ένα προϊόν, με τους σημαντικότερους να είναι η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία. Ωστόσο, σημαντικές διαφορές στην παραγωγή απογόνων και στο ποσοστό των σπόρων που προσβλήθηκαν από τα ψωκόπτερα βρέθηκαν κατά την σύγκριση διαφορετικών ποικιλιών σιταριού, υποδηλώνοντας ότι και το προϊόν παίζει σημαντικό ρόλο. Η ίδια μελέτη έδειξε επίσης ότι οι σπόροι με προσβεβλημένο το έμβρυο παρουσίασαν πολύ μικρά ποσοστά φυτρωτικής ικανότητας. Αυτό σημαίνει ότι τα ψωκόπτερα εκτός από την αλλοίωση του προϊόντος και την απώλεια βάρους, επιφέρουν και μείωση της βλάστησης των σπόρων. Παρά το γεγονός ότι οι Ηνωμένες Πολιτείες είναι παγκόσμιος ηγέτης στην παραγωγή σιταριού, ελάχιστες και ανεπαρκείς δημοσιευμένες πληροφορίες υπάρχουν σχετικά με τις απώλειες βάρους που προκαλούνται από τα ψωκόπτερα στις ποικιλίες σίτου στη χώρα αυτή. Τα ελλιπή στοιχεία για τις προσβολές των ψωκόπτερων δυσχεραίνουν την πρόληψη και την καταπολέμησή τους. Κατά γενικό κανόνα ωστόσο, η μείωση της σχετικής υγρασίας του χώρου κάτω από 50% και/ή η ξήρανση του προϊόντος, η απόσυρση μουχλιασμένων υλικών, υπολειμμάτων τροφίμων, νεκρών εντόμων κ.α., ο καλός αερισμός του χώρου και γενικά η τήρηση αυστηρών συνθηκών υγιεινής στην αποθήκη, συνιστώνται ως κατάλληλες μη χημικές μέθοδοι για τον έλεγχο των πληθυσμών εντός της αποθήκης (Buchi, 1991).



**Εικόνα 11:** Προσβολή σιταριού από ψωκόπτερα (Πηγή: Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας).



### 3. Μυκητολογικοί εχθροί

#### *Aspergillus flavus*

Ο μύκητας *Aspergillus flavus* Link (Eurotiales: Trichocomaceae) είναι ένας σαπροφυτικός μύκητας με κοσμοπολίτικη κατανομή. Αναπτύσσεται σε νεκρούς φυτικούς ιστούς στο έδαφος αλλά είναι γνωστός για την μετασυλλεκτική προσβολή σε διάφορα προϊόντα, με την σήψη να αναπτύσσεται συνήθως κατά τη συγκομιδή, την αποθήκευση και/ή τη μεταφορά των προϊόντων. Είναι προαιρετικό παράσιτο σε ένα ευρύ φάσμα φυτών και συχνά αποικίζει σπόρους πλούσιους σε έλαια, όπως καλαμπόκι, φιστίκια, βαμβακόσπορο και ξηρούς καρπούς (αμύγδαλο και φιστίκι), καθώς και άλλες καλλιέργειες όπως το κριθάρι, το σιτάρι και ρύζι. Η μόλυνση από τον *A. flavus* έχει γίνει η δεύτερη κύρια αιτία ανθρώπινης ασπεργίλλωσης μετά τον *A. fumigatus*. Λόγω της ευρείας παρουσίας του, ο μύκητας *A. flavus* έχει απομονωθεί από μια μεγάλη ποικιλία ειδών διατροφής, όπως σταφίδες, λάιμ, κόκκους κακάο, καπνιστά αποξηραμένα προϊόντα κρέατος, ζαμπόν, αποξηραμένα παστά ψάρια και μπαχαρικά, καθώς και από γαλακτοκομικά προϊόντα (Pitt and Hocking, 2009, Amaike and Keller, 2011, Peromingo et al., 2016, ).

Ο μύκητας *A. flavus* είναι μια από τις κύριες πηγές αφλατοξινών, οι οποίες είναι από τις πιο επικίνδυνες τοξίνες κατά την παραγωγή και επεξεργασία των τροφίμων. Οι αφλατοξίνες ανακαλύφθηκαν αρχικά κατά τη δεκαετία του 1960, όταν μολυσμένες με *A. flavus* ποσότητες φυσιτικών χρησιμοποιήθηκαν ως τροφή πουλερικών, με αποτέλεσμα τον θάνατο σε πάνω από 100.000 γαλοπούλες στο Ηνωμένο Βασίλειο. Οι αφλατοξίνες είναι τοξικές για όλα τα θηλαστικά, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου. Η δηλητηρίαση συμβαίνει συνήθως μέσω της κατάποσης μολυσμένων σιτηρών ή μέσω της κατανάλωσης γαλακτοκομικών και προϊόντων κρέατος, που έχουν μολυνθεί μέσω ζωοτροφών που έχουν μολυνθεί από τον μύκητα. Κατά την κατάποση, οι αφλατοξίνες μπορεί να προκαλέσουν καρκίνο (καρκινογόνες), να αλλάξουν το DNA (μεταλλαξιογόνες), να διαταράξουν την ανάπτυξη του εμβρύου (τερατογόνες), να βλάψουν το συκώτι και τα νεφρά (ηπατοτοξικές και νεφροτοξικές) και να καταστείλουν το ανοσοποιητικό σύστημα (ανοσοκατασταλτικές) (Hocking. 2001, Rubens and Cardwell, 2005, Amare and Keller, 2014).

Εκτός από τις αφλατοξίνες, το *A. flavus* παράγει κυκλοπιαζονικό οξύ, το οποίο μπορεί να συμβάλει στον εκφυλισμό και τη νέκρωση διαφόρων οργάνων. Η μόλυνση από αφλατοξίνες





είναι ένα σημαντικό πρόβλημα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Ο μολυσμένος με τον μύκητα αραβόσιτος ευθύνεται για το θάνατο εκατοντάδων ανθρώπων στην Κένυα τα τελευταία χρόνια και η χρήση του σε τροφές για σκύλους έχει σκοτώσει πάνω από 100 σκύλους στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1998 και το 2005-2006.



**Εικόνα 12:** Λούπινο με προσβολή από *A. flavus* (Πηγή: Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας).

### *Penicillium* spp.

Αρκετά είδη *Penicillium* spp (Eurotiales: Trichocomaceae) μολύνουν τα δημητριακά στην αποθήκευση. Όπως και τα γένη των μυκήτων *Fusarium* και *Aspergillus*, η προσβολή από *Penicillium* μπορεί να ξεκινήσει από το χωράφι και εμφανίζεται συχνότερα σε σπόρους που έχουν ήδη προσβληθεί από έντομα ή άλλους παράγοντες. Σπόροι δημητριακών προσβεβλημένοι με τα είδη του μύκητα εμφανίζουν συνήθως μια γαλαζοπράσινη μούχλα, με το χρώμα ωστόσο να διαφέρει μεταξύ των ειδών μυκήτων. Τα είδη του γένους *Penicillium* όπως το *P. aurantiogriseum* και το *P. viridicatum* μπορούν να αναπτυχθούν σε αποθηκευμένους σπόρους με χαμηλή σχετική υγρασία. Ο μύκητας είναι κοινότερος σε ψυχρότερα κλίματα από τον *Aspergillus*. Στον Καναδά, το *P. verrucosum* είναι ο κύριος παράγοντας εμφάνισης της ωχρατοξίνης Α, η οποία έχει λάβει μεγάλη προσοχή τα τελευταία χρόνια ως πιθανός κίνδυνος για την υγεία των καταναλωτών. Αρκετές άλλες μυκοτοξίνες μπορούν να παραχθούν από τα είδη του γένους *Penicillium*, καθιστώντα τη μόλυνση



ιδιαίτερα σοβαρή. Για παράδειγμα τα *P. verrucosum* και *P. viridicatum* μπορούν να παράγουν ωχρατοξίνες, κυκλοπιαζονικό οξύ, πενικιλικό οξύ ή κιτρίνη (Scott et al., 1970, Czaban et al., 2006).

Καθώς πολλά προϊόντα είναι μολυσμένα με σπόρια *Penicillium*, είναι σημαντικό να μπορούμε να αναγνωρίσουμε τη διαφορά μεταξύ της τυχαίας μόλυνσης και της πραγματικής αλλοίωσης, επειδή η αλλοίωση φέρνει μαζί της και την ύπαρξη μυκοτοξινών. Ευτυχώς, η αλλοίωση από τα είδη *Penicillium* συνήθως αναγνωρίζεται εύκολα από την ορατή ανάπτυξη των μυκηλιακών υφών (μούχλα). Τα πιο συνηθισμένα τρόφιμα που αλλοιώνονται από τα είδη *Penicillium* είναι τα φρέσκα φρούτα και το τυρί. Στην περίπτωση των φρέσκων φρούτων, η αποφυγή κατανάλωσης μυκοτοξινών επιτυγχάνεται με την απόρριψη των μούχλιασμένων φρούτων. Στα τυριά, θεωρείται επαρκής η αφαίρεση 1 εκ. περίπου από την επιφάνεια του μούχλιασμένου προϊόντος πριν από την περαιτέρω επεξεργασία ή την κατανάλωση.



**Εικόνα 13:** Σπάδικας καλαμποκιού προσβεβλημένος από αφίδες και *Penicillium* spp.

(Πηγή: Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας).



#### 4. Βιβλιογραφία

Abdelghany A.Y., Fields P.G. (2017). Mortality and movement of *Cryptolestes ferrugineus* and *Rhyzopertha dominica* in response to cooling in 300-kg grain bulks. *Journal of Stored Products Research*, 71: 119-124.

Akob C.A., Ewete F.K. (2007). The efficacy of ashes of four locally used plant materials against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in Cameroon. *International Journal of Tropical Insect Science*, 27: 21–26.

Amaike S., Keller N.P. (2011). *Aspergillus flavus*. *Annual Review of Phytopathology*, 49: 107-33.

Amare M.G., Keller N.P. (2014). Molecular mechanisms of *Aspergillus flavus* secondary metabolism and development. *Fungal Genetics and Biology*, 66: 11-18.

Arthur F.H., Highland H.A., Mullen M.A. (1991). Efficiency and longevity of two commercial sex pheromone lures for Indianmeal moth and almond moth (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, 26: 64-68.

Arthur F.H., Phillips T.W. (2003). Stored-product insect pest management and control. In: Hui, Y.H., Bruinsma, B.L., Gorham, J.R., Nip, W.-K., Tong, P.S., Ventresca, P. (Eds.), *Food Plant Sanitation*, pp. 223-286. Marcel Dekker, Inc., New York.

Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Andris N.S. (2004). Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations against adults of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) on oat, rye, and triticale. *Journal of Economic Entomology*, 97: 2160–2167.

Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Palyvos N.E., Sciarretta A., Trematerra P. (2005). Spatiotemporal distribution of insects and mites in horizontally stored wheat. *Journal of Economic Entomology*, 98:1058-1069.

Buchi R. (1991). Consequences of higher moisture content: attack by psocids and mites. *Muhle Mischfuttertechnik*, 128: 406-408.



Boxall R.A. (2001). Post-harvest losses to insect, a world review. *International Biodeterioration Engineering*, 48: 137-152.

Boyer S., Zhang H., Lempérière G. (2012). A review of control methods and resistance mechanisms in stored-product insects. *Bulletin of Entomological Research*, 102: 213–229. doi:10.1017/S0007485311000654

Cunnington A.M. (1985a). Physical limits for complete development of the grain mite *Acarus siro* L. (Acarina, Acaridae) in relation to its world distribution. *Journal of Applied Ecology*, 2: 295-306.

Cunnington A.M. (1985b). Factors affecting oviposition and fecundity in the grain mite *Acarus siro* L. (Acarina: Acaridae), especially temperature and relative humidity. *Experimental and Applied Acarology*, 1:327-344.

Cusack P.D., Evans G.O., Brennan P.A. (1975). A survey of the mites of stored grain and grain products in the Republic of Ireland. *Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society*, B, 3:273-329.

Czaban J., Wroblewska B., Stochmal A., Janda B. (2006). Growth of *Penicillium verrucosum* and production of ochratoxin A on nonsterilized wheat grain incubated at different temperatures and water content. *Microbiology*, 55:321–31.

Davis R., Brown S.W. (1969). Some population parameters for the grain mite, *Acarus siro*. *Annals of the Entomological Society of America*, 62:1161-1166

Dukić N., Andrić G., Ninkovic V., Pražić-Golić M., Kljajić P., Radonjić A. (2020). Behavioural responses of *Tribolium castaneum* (Herbst) to different types of uninfested and infested feed. *Bulletin of Entomological Research*, 110: 550-557. doi: 10.1017/S0007485320000024.

El-Sayed F.M.A., Ghallab M.M.A. (2007). Survey on mites associated with major insect pests infesting stored grains in Middle Delta. *Acarines*, 1:29-38.

Edde P.A. (2012). A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer. *Journal of Stored Products Research*, 48: 1-18.



Flinn P.W., Hagstrum D.W., Reed C., Phillips T.W. (2010). Insect population dynamics in commercial grain elevators. *Journal of Stored Product Research*, 46: 43-47.

Gautam S.G., Opat G.P., Giles K.L., Adam B. (2013). weight loss and germination failure caused by psocids in different wheat varieties. *Journal of Economic Entomology*, 106: 491–498. <https://doi.org/10.1603/EC12253>

Holloway J.C., Daghli G.J., Mayer D.G. (2020). Spatial distribution and flight patterns of two grain storage insect pests, *Rhyzopertha dominica* (Bostrichidae) and *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae), implications for Pest Management. *Insects*, 11: 715. doi:10.3390/insects11100715

Hocking A.D. (2001). Toxigenic *Aspergillus* species. In *Food Microbiology – Fundamentals and Frontiers*, 2nd edition, American Society for Microbiology, Washington DC, pp. 451–465.

Jian F., Jayas D., White N.D.G. (2004). Movement and distribution of adult rusty grain beetle, *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Laemophloeidae), in stored wheat in response to different temperature gradients and insect densities *Journal of Economic Entomology*, 97: 1148-1158.

Jianhua L., Zongwen H. (2021). Effect of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) infestation on wheat flour quality at different temperatures. *Journal of Food and Nutrition Research*, 9: 664-669.

Krizkova-Kudlikova I., Stejskal V., Hubert J. (2007). Comparison of detection methods for *Acarus siro* (Acari: Acaridida: Acarididae) contamination in grain. *Journal of Economic Entomology*, 100: 1928-1937.

Lee S. (2002). Biochemical mechanisms conferring cross-resistance to fumigant toxicities of essential oils in a chlorpyrifos-methyl resistant strain of *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera: Silvanidae). *Journal of Stored Products Research*, 38: 157–166.



Loschiavo S.R. (1983). Distribution of the rusty grain beetle (Coleoptera: Cucujidae) in columns of wheat stored dry or with localized high moisture content. *Journal of Economic Entomology*, 76: 881-884.

Mayhew T.J., Phillips T.W. (1994). Pheromone biology of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). In Highley, E., Wright, E.J., Banks, H.J., Champ, B.R. (Eds.), *Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored-Product Protection*, 17-23 April 1994, Canberra, Australia, pp. 541-544. CAB International, Wallingford, United Kingdom.

Marske K.A., Ivie M.A. (2003). Beetle fauna of the United State and Canada. *The Coleopterist Bulletin*, 57: 495-503.

Markham R.H., Bosque-Perez N.A., Borgemeister C., Meikle W. (1994) Developing pest management strategies for *Sitophilus zeamais* and *Prostephanus truncatus* in the tropics. *FAO Plant Protection Bulletin*, 42: 97–116.

Mbata G.N., Osuji, F.N.C. (1983). Some aspects of the biology of *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae), a pest of stored groundnuts in Nigeria. *Journal of Stored Product Research*, 19: 141–151.

Mohandassa S., Arthur F.H., Zhuc K.Y., Throne J.E. (2007). Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) in stored products. *Journal of Stored Products Research*, 43: 302–311.

Nansen C., Bonjour E.L., Gates M.W, Phillips T.W., Cuperus G.W, Payton M.E. (2004). Model of *Cryptolestes ferrugineus* flight activity outside commercial steel grain bins in central Oklahoma. *Environmental Entomology*, 33: 426–434. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-33.2.426>

Narayana K.C., Swamy G.P., Mutthuraju E., Jagadeesh E., Thirumalaraju G.T. (2014). Biology of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on stored maize grains. *Current Biotica*, 8: 76–81.



Nukenine E.N., Monglo B., Awason L., Ngamo L.S.T., Tchuenguem F.F.N., Ngassoum M.B. (2002). Farmer's perception on some aspects of maize production, and infestation levels of stored maize by *Sitophilus zeamais* in the Ngaoundere region of Cameroon. *Cameroon Journal of Biology and Biochemistry Science*, 12: 18–30.

Săpunaru T., Mateiaș M.C., (1997). Study on biology, ecology and control of bean weevil (*Acanthoscelides obtectus* Say.). *Cercetări Agronomice în Moldova*, 1: 107.

Săvescu A. (1961). Contribution on the study of biology, ecology and control of bean weevil *Acanthoscelides obtectus* Say. Scientific works. Horticulture-Viticulture. Agrosilvica Publishing House, Bucharest.

Scheff D.S., Sehgal B., Subramanyam B. (2018). Evaluating penetration ability of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) larvae into multilayer polypropylene packages. *Insects*, 18: 42. doi: 10.3390/insects9020042.

Sowunmi O., Adesuyi S.A. (1981). Storage losses in tropical stored products caused by insect pests. Nigerian Stored Product Research Institution, 103–111.

Stejskal V., Kucerova Z. (1996). The effect of grain size on the biology of *Sitophilus granarius* L. (Col., Curculionidae). I. Oviposition, distribution of eggs and adult emergence *Journal of Applied Entomology*, 120: 143-146.

Sibakwe C.B., Donga T. (2015). Laboratory assessment of the levels of resistance in some bean varieties infested with bean weevils (*Acanthoscelides obtectus* and *Zabrotes subfasciatus*). *International Journal of Plant & Soil Science*, 4: 124-131.

Schmale I., Wackers F.L., Cardona C., Dorn S. (2002). Field infestation of *Phaseolus vulgaris* by *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae), parasitoid abundance, and consequences for storage pest control. *Environmental Entomology*, 31: 859-863.

Scott P.M., Van Walbeek W., Harwig J., Fennell D.I. (1970). Occurrence of a mycotoxin, ochratoxin A, in wheat and isolation of ochratoxin A and citrinin producing strains of *Penicillium viridicatum*. *Canadian Journal of Plant Science*, 50: 583–5.



Pires E.M., Souza E.Q., Nogueira R.M., Soares M.A., Dias T.K.R., Oliveira M.A. (2017). Damage caused by *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) in stored Brazil nut. Scientific Electronic Archives, 10.

Pitt J.I., Hocking A.D. (2009). *Aspergillus* and Related Teleomorphs. In: Fungi and Food Spoilage. Springer, Boston, MA, pp 467-468.

Peromingo B., Rodríguez A., Bernáldez V., Delgado J., Rodríguez M. (2016). Effect of temperature and water activity on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* on cured meat model systems. Meat Science, 122: 76-83.

Pitt J.I., Hocking A.D. (2009). The ecology of fungal food spoilage. In Fungi and food spoilage, pp. 3-9. Springer, Boston, MA.

Plarre R. (2010). An attempt to reconstruct the natural and cultural history of the granary weevil, *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae). European Journal of Entomology, 107: 1–11.

Perez-Mendoza J., Dover B.A., Hagstrum D.W., Hopkins T.L. (1999). Effect of crowding, food deprivation, and diet on flight initiation and lipid reserves of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 91: 317-326.

Potter C. (1935). The biology and distribution of *Rhyzopertha dominica* (FAB.). Transactions of the Royal Entomological Society of London, 83: 449-482.

Rubens J., Cardwell K.F. (2005). The cost of mycotoxin management in the United States. See Ref. 1: 1-13.

Thiery D., Jarry M. (1985). Hatching rhythm in the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* and larval penetration of *Phaseolus vulgaris* seeds. Insect Science Applications 6: 33-35.

Tefera T. (2012). Post-harvest losses in Africa maize in face of increasing food shortage. Food Science, 4: 267-277.





Upadhyay I.P., Shrestha K.B., Shivakoti G.P. (2001). A literature review on post-harvest losses of maize with emphasis on storage losses. Technical Report, Regional Agriculture Research Station, Nepal Agriculture Research Council, Banke, 39.

Umeya K., Kato T. (1970). Studies on the comparative ecology of the bean weevils, V. Distribution of the eggs and larvae of *Acanthoscelides obtectus* in relation to its oviposition and boring behaviour. *Research of Population Ecology*, 12: 35-50.

van Schoonhoven A. (1976). Pests of stored beans and their economic importance in Latin America. In *Proceedings of the Symposium on Tropical Stored Product Entomology Held during the Fifteenth International Congress of Entomology, 19-27 August 1976, Washington, DC.*, pp. 691-698. Entomological Society of America, College Park, MD.

Watson E., Barson G. (1996). A laboratory assessment of the behavioural responses of three strains of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) to three insecticides and the insect repellent N,N-diethyl-m-toluamide. *Journal of Stored Products Research*, 32: 59–67.

Yevoor M.A. (2003). Biology and management of rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Linn.) in maize grains. M. Sc. (Agri.) Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad.

Zawadzki P.E., Starościak B., Baltaza W., Dybicz M., Pionkowski K., Pawłowski W., Kłyś M.A., Chomicz L. (2016). The threats for human health induced by food pests of *Plodia interpunctella* as reservoirs of infectious microbiota. *Przegl Epidemiology*, 70: 617-627.