



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ Cyantraniliprole ΣΤΗΝ ΕΠΙΒΙΩΣΗ ΤΩΝ
ΑΚΜΑΙΩΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ
Tribolium confusum ΚΑΙ Prostephanus truncatus

Γκέκας Αναστάσιος

Κοσμίδου Γεθσημανή

Επιβλέπων: Δρ. Σπυρίδων Μαντζούκας

Άρτα, Ιανουάριος, 2022

**« EFFECT OF Cyantraniliprole IN THE SURVIVAL OF IMPORTANT STORED
PESTS *Tribolium confusum* and *Prostephanus truncatus*».**

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μας ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Γκέκας Αναστάσιος, Κοσμίδου Γεθσημανή

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στον Δρα Σπυρίδων Μαντζούκα, Επιβλέπων της πτυχιακής εργασίας, για την ανάθεση του θέματος, καθώς και την καθοδήγηση των εργασιών για την επιτυχή διεκπεραίωση, την αμέριστη εμπιστοσύνη και υπομονή που μας έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, αλλά και για τον πολύτιμο χρόνο του που διέθεσε για εμάς.

Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε τα μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής τον Κυρίο Πατακιούτα Γεώργιο, Αναπληρωτή Καθηγητή του τμήματος Γεωπονίας για τις πολύτιμες συμβουλές του και την Κυρία Παρασκευή Υφαντή Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό για τις υποδείξεις της.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τις οικογένειες μας και τους φίλους μας για την πολύτιμη συμπαράσταση και τη μεγάλη κατανόησή τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κυαντρανιλιπρόλη ανήκει στην χημική ομάδα των ανθρανιλικών διαμιδίων. Είναι εκλεκτικό εντομοκτόνο απέναντι στον αλευρώδη, στην λυριόμυζα, στις αφίδες, στην tuta, στους θρίπες και στα λεπιδόπτερα. Εργαστηριακές μελέτες διεξήχθησαν για την εκτίμηση της *Cyantraniliprole* ως ένα δυναμικό προστατευτικό των σπόρων αραβόσιτου κατά των ακμαίων *Prostephanus truncatus* (Horn) και *Tribolium confusum* (Jacquelin Du Val). Το κολεόπτερο, *Prostephanus truncatus* (Horn) (*Coleoptera* : *Bostrichidae*) , είναι ένα ιθαγενές είδος της Κεντρικής και Νότιας Αμερικής. Προκαλεί σοβαρές ζημιές στα αραβόσιτα, τα οποία είναι ευπαθή, σε προσβολές πριν και μετά την συγκομιδή. Είναι ιδιαίτερα επιβλαβές σε ένα μεγάλο φάσμα καλλιεργειών με ιδιαίτερη προτίμηση στους σπόρους καλαμποκιού, σε ξυλώδη μέρη φυτών και στα πίτουρα. Τα ενήλικα θηλυκά γεννούν τα αυγά σε θαλάμους που βρίσκονται σε ορθή γωνία με τις κύριες σήραγγες. Το σκαθάρι των αλεύρων, *Tribolium confusum* (Jacquelin du Val) (*Coleoptera* : *Tenebrionidae*) , έχει εγκατασταθεί κυρίως σε εύκρατες περιοχές. Προσβάλλει κυρίως αλεσμένα δημητριακά, σπασμένους σπόρους σιτηρών, πίτουρα, κ.ά. Αναπτύσσεται με μεγαλύτερη ευκολία σε σπασμένους σπόρους και όχι σε ολόκληρους καθώς το περισπέρμιο αποτελεί για αυτά περιοριστικό μέτρο κατά την είσοδο τους στο εσωτερικό των σπόρων.

Κατά την διάρκεια της παρούσας εργασίας μελετήθηκε στο εργαστήριο η επίδραση 9 δόσεων της νέας δραστικής ουσίας *Cyantraniliprole* (250, 500, 1000, 1250, 1500, 2000, 2250, 2500, 3000 ppm) σε πληθυσμό ακμαίων εντόμων *Prostephanus truncatus* και *Tribolium confusum* με σκοπό την παρατήρηση της επιβίωσης τους. Σε δοχεία τοποθετήθηκαν 10 ενήλικα έντομα. Κάθε δοχείο είχε 10 gr τροφή (καλαμπόκι) η οποία ψεκάστηκε στην συνέχεια με τις αντίστοιχες δόσεις της *Cyantraniliprole* ή με νερό στην περίπτωση του μάρτυρα. Πραγματοποιήθηκαν 5 επαναλήψεις για κάθε δόση. Αυτό που παρατηρήθηκε ήταν πως στα δοχεία με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις υπήρχε και μεγαλύτερο ποσοστό θνησιμότητας. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα στην καταγραφή των 14 ημερών έκθεσης του εντόμου στο εντομοκτόνο να παρουσιάσει θνησιμότητα στο 100% στις συγκεντρώσεις των 2500 και 3000 ppm.

Τα αποτελέσματα που πάρθηκαν ίσως στο μέλλον αποτελέσουν χρήσιμα στοιχεία για τον έλεγχο των δύο αυτών εντόμων και με την χρήση των κατάλληλων μέσων να αποφευχθεί η είσοδος τους στις καλλιέργειες των αποθηκών.

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης η *Cyantraniliprole* είναι αποτελεσματική έναντι αυτών των δυο σπουδαίων εντόμων που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα.

ABSTRACT

Cyantraniliprol belongs to the chemical group of anthranilic diamides. It is a selective insecticide against mealybugs, lyriomiza, aphids, tuta, thrips and lepidoptera.

Laboratory studies have been performed to evaluate Cyantraniliprole as a potential protector of maize seeds against *Prostephanus truncatus* Horn and *Tribolium confusum* Jacquelin Du Val. The largest grain piercer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae), is a species native to Central and South America. Causes serious damage to maize, which is susceptible to infestation before and after harvest. It is particularly harmful to a wide range of crops with a particular preference for corn seeds, woody plant parts and bran. Adult females lay eggs in chambers located at right angles to the main tunnels. The flour beetle, *Tribolium confusum* (Jacquelin du Val) (Coleoptera: Tenebrionidae), has settled mainly in temperate regions. It mainly affects ground cereals, broken grains, bran, etc. It grows more easily in broken seeds and not in whole ones as perisperm is a restrictive measure for them when they enter the inside of the seeds. During this study, the effect of 9 doses of the new active substance Cyantraniliprole (250, 500, 1000, 1250, 1500, 2000, 2250, 2500, 3000 ppm) on a population of thriving insects *Prostephanus truncatus* and *Tribolium confusum* was studied in the laboratory to observe their survival. 10 adult insects were placed in containers. Each container had 10 g of feed (corn) which was then sprayed with the corresponding doses of Cyantraniliprole or water in the case of the control. 5 repetitions were performed for each dose. What was observed was that in the containers with the highest concentrations there was a higher mortality rate. This resulted in the recording of 14 days of insect exposure to the insecticide to show 100% mortality at concentrations of 2500 and 3000 ppm. The results obtained may in the future be useful data for the control of these two insects and with the use of appropriate means to prevent them from entering the warehouse crops. Based on the results of this study, Cyantraniliprole is effective against these two important insects that infest stored products.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ABSTRACT

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

A. Εισαγωγή.....	1
A1. Έντομα των αποθηκών.....	2
A2. Σημαντικότεροι εντομολογικοί εχθροί των αποθηκευμένων προϊόντων.....	2
A2.1 Οικογένεια των κολεοπτέρων.....	2
A3. Οικολογικές συνθήκες προσβολής και τρόποι μόλυνσης αποθηκευμένων προϊόντων.....	6
A4. Ολοκληρωμένη καταπολέμηση των εντόμων των αποθηκών.....	8
A4.1 Γενικά.....	8
A4.2 Καταπολέμηση με χημικά μέσα.....	8
A4.3 Καταπολέμηση με φυσικά μέσα.....	10
A4.4 Καταπολέμηση με βιοτεχνικά και βιοτεχνολογικά μέσα.....	10
A4.5 Καταπολέμηση με βιολογικά μέσα.....	11
A5. Το κολεόπτερο <i>Tribolium confusum</i>	12
A5.1 Συστηματική κατάταξη του εντόμου.....	12
A5.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του εντόμου.....	13
A5.3 Γεωγραφική εξάπλωση του εντόμου.....	14
A5.4 Προσβολές – ζημιές.....	14
A5.5 Βιολογία του εντόμου.....	15
A6. Το κολεόπτερο <i>Prostephanus truncatus</i>	15
A6.1 Συστηματική κατάταξη του εντόμου.....	15
A6.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του εντόμου.....	16
A6.3 Γεωγραφική εξάπλωση του εντόμου.....	17
A6.4 Προσβολές – ζημιές.....	18
A6.5 Βιολογία του εντόμου.....	19

B. Σκοπός του πειράματος.....	20
Γ. Πειραματικό Μέρος.....	21
Γ1. Υλικά και μέθοδοι.....	21
Γ1.1 Έντομα.....	21
Γ1.2 Υπόστρωμα (Τροφή).....	22
Γ2. Πειραματική πορεία.....	22
Γ2.1 Δημιουργία διαλύματος με δραστική ουσία	22
Γ2.2 Κωδικοποίηση – προετοιμασία δοχείων.....	23
Γ2.3 Ζύγισμα τροφής και καταμέτρηση εντόμων.....	24
Γ2.4 Τοποθέτηση διαλύματος σε ειδικό ψεκαστήρα και ψεκασμός στα Urobox.....	24
Γ2.5 Στατιστική επεξεργασία.....	25
Γ3. Καταγραφή των αποτελεσμάτων.....	26
Γ3.1 Καταγραφή αποτελεσματικότητας της δραστικής Cyantraniliprole εναντίων των ακμαίων του κολεοπτέρου <i>Tribolium confusum</i>	26
Γ3.2 Καταγραφή αποτελεσματικότητας της δραστικής Cyantraniliprole εναντίων των ακμαίων του κολεοπτέρου <i>Prostephanus truncatus</i>	28
Δ. Συζήτηση- Συμπεράσματα.....	30
Ε. Βιβλιογραφία.....	32

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1. : Συστηματική κατάταξη του κολεοπτέρου *Tribolium confusum*.....13

Πίνακας 1.2. : Συστηματική κατάταξη του κολεοπτέρου *Prostephanus truncatus*.....16

Πίνακας 1.3. : Μέση θνησιμότητα (% \pm SD) και ενδιάμεσος χρόνος επιβίωσης (Ημέρες \pm SD) των ακμαίων του *P. truncatus*. Οι μέσες τιμές \pm SD με το ίδιο γράμμα σε μια στήλη δεν διαφέρουν σημαντικά (P <0,05).....27

Πίνακας 1.4. : Μέση θνησιμότητα (% \pm SD) και ενδιάμεσος χρόνος επιβίωσης (Ημέρες \pm SD) των ακμαίων του *T. confusum*. Οι μέσες τιμές \pm SD με το ίδιο γράμμα σε μια στήλη δεν διαφέρουν σημαντικά (P <0,05).....29

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1 : Καταγραφή θνησιμότητας του *P.truncatus* σε 28 ημέρες.....26

Γράφημα 2 : Καταγραφή θνησιμότητας του *T. confusum* σε 28 ημέρες.....28

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Έντομα των αποθηκών.....	2
Εικόνα 2: Προνύμφη και ενήλικο του <i>Sitophilus granarius</i>	3
Εικόνα 3: Το έντομο <i>Sitophilus oryzae</i>	3
Εικόνα 4: Το έντομο <i>Acanthoscelides obtectus</i>	4
Εικόνα 5: Το έντομο <i>Tenebrioides mauritanicus</i>	5
Εικόνα 6: Το έντομο <i>Rhyzopertha dominica</i>	5
Εικόνα 7: Το έντομο <i>Tribolium confusum</i>	6
Εικόνα 8: Χημικός τύπος βρωμιούχου μεθυλίου και φωσφίνης.....	9
Εικόνα 9: Το έντομο <i>Tribolium confusum</i>	13
Εικόνα10: Προσβολή σπόρου από το <i>Tribolium confusum</i>	14
Εικόνα 11: Το έντομο <i>Prostephanus truncatus</i>	17
Εικόνα 12: Προσβολή σπόρου καλαμποκιού από το <i>Prostephanus truncatus</i>	18
Εικόνα 13: Ποτήρια ζέσεως με διάλυμα της <i>Cyantraniliprole</i>	22
Εικόνα 14: Πιπέτα ακριβείας μεταβλητού όγκου και <i>Cyantraniliprole FMC</i>	23
Εικόνα 15: Διαδικασία κωδικοποίησης πάνω στα καπάκια των <i>Urobox</i>	23
Εικόνα 16: Διαδικασία ζυγίσματος με ζυγό ακριβείας.....	24
Εικόνα 17: Ψεκασμός με διάλυμα <i>Cyantraniliprole</i>	25

A. Εισαγωγή

Χρησιμοποιώντας τον όρο «αποθήκευση» εννοούν τις διαδικασίες που προβλέπονται μετά την συλλογή των προϊόντων. Οι διαδικασίες αυτές είναι η επεξεργασία, η συσκευασία και η παράδοση των γεωργικών εμπορευμάτων και τροφίμων στις αποθήκες. Το αποθηκευμένο προϊόν προσβάλλεται μέσω των μικροοργανισμών είτε αρθροπόδων είτε τρωκτικών είτε μέσω της συνεργασίας αυτών των δυο προκαλώντας έτσι την υποβάθμιση του προϊόντος τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά. Ο μεγαλύτερος αριθμός προσβολών των αποθηκευμένων προϊόντων προέρχεται από τα αρθρόποδα και τάξεις εντόμων όπως τα Κολεόπτερα, τα Λεπιδόπτερα, τα Υμενόπτερα, τα Δικτυόπτερα και τα Ημίπτερα. Από τις παραπάνω τάξεις μεγαλύτερες προσβολές στον χώρο αλλά και στα προϊόντα προκαλούν τα Κολεόπτερα και τα Λεπιδόπτερα (Δεληγιώργη Αφροδίτη, 2013).

Τα αποθηκευμένα προϊόντα παίζουν σημαντικό ρόλο για την ζωή του ανθρώπου καθώς καταλαμβάνουν ένα μεγάλο ποσοστό στην διατροφή του. Ήδη από την αρχαιότητα παρατηρείται ότι ο άνθρωπος συνήθιζε να αποθηκεύει τρόφιμα ώστε να μπορεί να τα καταναλώνει μέχρι την επόμενη καλλιεργητική χρονιά. Σήμερα, πολλοί παραγωγοί από διάφορες περιοχές όλου του κόσμου επιδιώκουν στην αποθήκευση όλο και μεγαλύτερων ποσοτήτων σε αποθηκευμένα προϊόντα καθώς προσπαθούν έτσι να εξασφαλίσουν υψηλότερες τιμές με την μετέπειτα μεταπώληση αυτών των προϊόντων.

Η αποθήκευση και η διατήρηση των προϊόντων αυτών (αλεύρι, δημητριακά, σιτηρά) θα πρέπει να αποτελεί το σημαντικότερο κομμάτι καθώς η προσβολή αυτών από ένα έντομο που είναι εχθρός θα προκαλέσει μείωση της ποιότητας αυτού του προϊόντος. Η παρέμβαση του ανθρώπου με την χρήση διαφόρων μεθόδων ανίχνευσης και καταπολέμησης του πληθυσμού των εντόμων αυτών είναι ο μοναδικός τρόπος προστασίας του αποθηκευμένου προϊόντος. Καθώς οι μέθοδοι ανίχνευσης εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου προσφέρουν την καλύτερη δυνατή προστασία στο αποθηκευμένο προϊόν, στον χώρο στον οποίο συντηρείται αλλά και στον ίδιο τον άνθρωπο, ο οποίος γίνεται καταναλωτής. Παρά την εξέλιξη αυτή όμως, σημαντικό κομμάτι αποτελεί η τήρηση συγκεκριμένων κανόνων κατά την διαδικασία αποθήκευσης αλλά και συντήρησης του αποθηκευμένου προϊόντος με σκοπό την μείωση των προσβολών από τα έντομα αυτά αλλά και την αύξηση του παραγωγού οικονομικά.

Σύμφωνα με στοιχεία από τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO) υπολογίζεται ότι, οι απώλειες ενός καθαρού προϊόντος, οι οποίες ανέρχονται στο 17 %, κατά την διαδικασία της αποθήκευσης σε συνδυασμό με τις απώλειες των προϊόντων που βρίσκονται σε αποθήκες αλλά και στον χώρο της καλλιέργειας, θα μπορούσαν να αποτελέσουν λύση στο πρόβλημα των λιμών των υποανάπτυκτων χωρών. (Μπουχέλος, 1995).

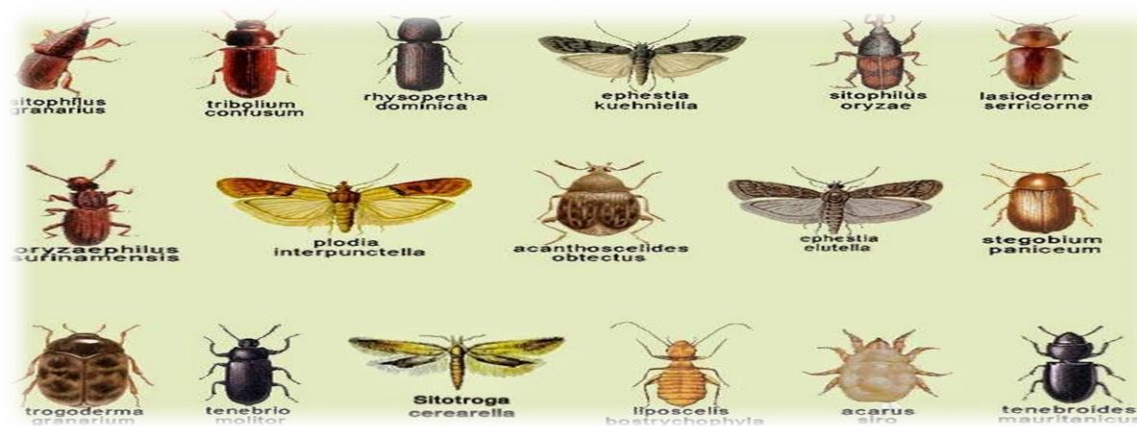
Ακόμη σύμφωνα με τον FAO οι απώλειες αποθηκευμένων προϊόντων που καταγράφονται στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες φτάνουν τους 810 εκατομμύρια τόνους (Μπουχέλος, 1995).

Συμπεριλαμβάνοντας, όλα τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως όσο μεγαλύτερη απώλεια καθαρού προϊόντος καταγράφεται τόσο λιγότερο κέρδος θα υπάρχει, γεγονός που οδηγεί στην μείωση της οικονομίας.

Καταλήγοντας, λοιπόν, η καταπολέμηση των εντόμων αυτών θεωρείται απαραίτητη, διότι, οι ζημιές που μπορούν να προκαλέσουν αυτά τα έντομα είναι τεράστιες και καταστροφικές και διότι, συμφέρει τον παραγωγό, τον πωλητή αλλά και τον καταναλωτή.

A1. Έντομα των αποθηκών

Χρησιμοποιώντας τον όρο «έντομα αποθηκευμένων προϊόντων» γίνεται αναφορά σε όλα εκείνα τα έντομα τα οποία προσβάλλουν καταναλώσιμα ή και όχι από τον άνθρωπο προϊόντα τα οποία είναι σε διαδικασία επεξεργασίας και αποθήκευσης σε μεγάλες αποθήκες (Μπουχέλος 1993). Ανάλογα με την οικογένεια και τις προτιμήσεις τους διαχωρίζονται εύκολα σε ομάδες. Έτσι, λοιπόν, παρατηρείται ότι υπάρχει κατηγορία εντόμων που προτιμάει καρπούς από μόνο ένα είδος ή οικογένεια όπως είναι τα Κολεόπτερα της οικογένειας *Bruchidae*. Από την άλλη πολλά είδη του γένους *Ephestia* (Guenée) προτιμούν ποικιλία ειδών των αποθηκευμένων προϊόντων όπως είναι το αλεύρι, τα δημητριακά, τα σιτηρά, ο καπνός κ.α.. Άλλα πάλι όπως το *Tribolium confusum* (Jacquelin Du val) προτιμάει τους ήδη σπασμένους ή προσβεβλημένους σπόρους. Τέλος υπάρχουν έντομα όπως ο *Sitophilus granarius* (Linneus) ο οποίος αναπτύσσεται, τρέφεται και αναπαράγεται σε μόνο έναν σπόρο (Σταμόπουλος Δ.Κ., 1999).



Εικόνα 1 Έντομα των αποθηκών

http://apolymansi-apentomosi.blogspot.com/2014/09/wwwapolimantikiltmgr_89.html

Τα έντομα αυτά των αποθηκών είναι πολύ εύκολο να μετακινηθούν σε όλο τον κόσμο με την βοήθεια του ανθρώπου με αποτέλεσμα την γρήγορη γεωγραφική τους εξάπλωση. Συχνά λόγω του μικρού τους μεγέθους αναφέρονται ως «τέλειοι ζωικοί εχθροί» καθώς βρίσκουν πολύ εύκολα καταφύγιο στις αποθήκες και αποφεύγουν τους φυσικούς εχθρούς που τα καταδιώκουν (Σταμόπουλος Δ.Κ., 1999).

A2. Τα σημαντικότερα είδη των εντομών

A2.1 Τάξη των κολεοπτέρων

➤ Οικογένεια Curculionidae

1. *Sitophilus granarius* (Linneus) ή αλλιώς «Σκαθάρι του σιταριού»

Ενήλικο: Το μήκος του ενήλικου εντόμου είναι 3-5 χιλιοστά. Τα έλυτρα του διαθέτουν αυλακώσεις (Ε. , Ι. Ναβροζίδης , Σ. , Σ. Ανδρεάδης 2012)

Προνύμφη: Το σώμα της προνύμφης είναι σκαραβαιοειδές, είναι άποδη και ο κύριος χρωματισμός της είναι κιτρινωπός. (Ε. , Ι. Ναβροζίδης , Σ. , Σ. Ανδρεάδης 2012)

Βιολογία: Παρουσιάζει 4 έως 5 γενεές κάθε χρόνο και μπορεί να γεννήσει μέχρι 400 αυγά σε τρύπες που ανοίγουν σε κάθε σπόρο. (Ε. , Ι. Ναβροζίδης , Σ. , Σ. Ανδρεάδης 2012)

Προσβολή : Η προνύμφη προσβάλλει όλους τους σπόρους δημητριακών, πιο σπάνια τα όσπρια και τους ξηρούς καρπούς. (Ε. , Ι. Ναβροζίδης , Σ. , Σ. Ανδρεάδης 2012)



Εικόνα 2 Προνύμφη και Ενήλικο του *Sitophilus granarius*

<https://www.shutterstock.com/el/search/sitophilus+granarius> ,
<https://russellipm.com/insect/sitophilus-granarius-grain-weevil/>

2. *Sitophilus oryzae* (Linneus) ή αλλιώς «Σκαθάρι του ρυζιού»

Ενήλικο: Το μήκος του ενήλικου εντόμου είναι 3-4 χιλιοστά. Τα έλυτρα διαθέτουν αυλακώσεις και φέρουν 4 ανοιχτόχρωμες κηλίδες. Έχει την ικανότητα να πετά. (Ε. , Ι. Ναβροζίδης , Σ. , Σ. Ανδρεάδης 2012)

Προνύμφη: Το μήκος της προνύμφης του εντόμου είναι 3-4 χιλιοστά και ο κύριος χρωματισμός της είναι κιτρινωπός. (Σταμόπουλος, 2013)

Βιολογία: Παρουσιάζει 4 έως 5 γενεές κάθε χρόνο και μπορεί να γεννήσει μέχρι 400 αυγά σε τρύπες που ανοίγουν μέσα στο σπόρο. (Ε. , Ι. Ναβροζίδης , Σ. , Σ. Ανδρεάδης 2012)

Προσβολή : Η προνύμφη και το ενήλικο προσβάλλουν όλους τους σπόρους των δημητριακών, πιο σπάνια τα όσπρια και τους ξηρούς καρπούς. (Σταμόπουλος, 2013)



Εικόνα 3 Το έντομο *Sitophilus oryzae*

<https://www.shutterstock.com/el/search/sitophilus+oryzae>

➤ Οικογένεια *Bruchidae*

1. *Acanthoscelides obtectus* (Say) ή αλλιώς «Βρούχος των φασολιών»

Ενήλικο: Το μήκος του ενήλικου εντόμου είναι 3-4 χιλιοστά. Το σώμα του είναι καλυμμένο με χνούδι και ο κύριος χρωματισμός του είναι καστανός – μαύρος (Papachristos & Stamopoulos, 2002).

Προνύμφη: Το μήκος της προνύμφης του εντόμου είναι 3 χιλιοστά και ο κύριος χρωματισμός της είναι λευκός με κίτρινη κεφαλή (Papachristos & Stamopoulos, 2002).

Βιολογία: Παρουσιάζει 3 έως 4 γενεές κάθε χρόνο (Papachristos & Stamopoulos, 2002).

Προσβολή: Η προσβολή ξεκινάει από τον αγρό και συνεχίζεται στην αποθήκη. Προσβάλλει τη σόγια και τα φασόλια (Papachristos & Stamopoulos, 2002).



Εικόνα 4 Το έντομο *Acanthoscelides obtectus*

<https://www.dreamstime.com/photos-images/acanthoscelides-obtectus.html>
<https://www.shutterstock.com/el/search/Acanthoscelides+obtectus>

➤ Οικογένεια *Trogostidae*

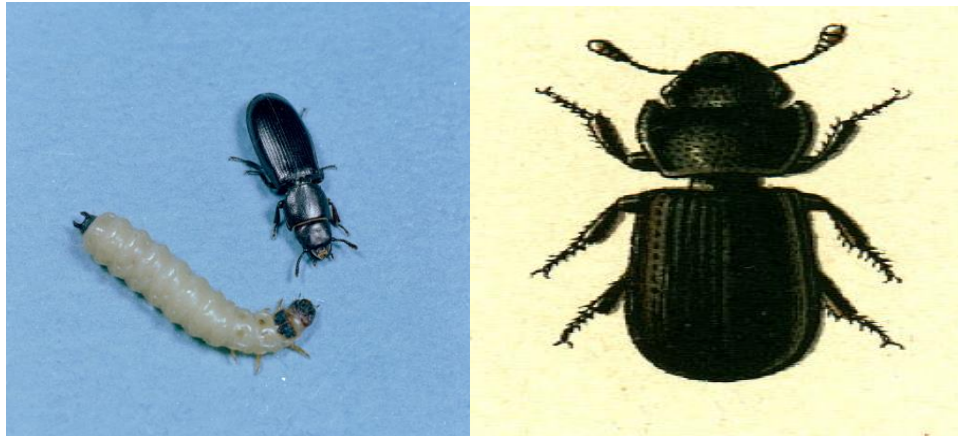
1. *Tenebrioides mauritanicus* (Linneus) ή αλλιώς «Σκαθάρι των σπόρων»

Ενήλικο: Το μήκος του ενήλικου εντόμου είναι 8-11 χιλιοστά. Τα έλυτρα του διαθέτουν ραβδώσεις και ο κύριος χρωματισμός του είναι καστανός – μαύρος (Σταμόπουλος, 1995).

Προνύμφη: Το μήκος της προνύμφης του εντόμου είναι 15-20 χιλιοστά. Το σώμα της είναι καλυμμένο με τρίχες και ο κύριος χρωματισμός είναι λευκός – κίτρινος (Σταμόπουλος, 1995).

Βιολογία: Ανήκει στα μακρόβια έντομα. Το ενήλικο άτομο ζει 1 έως 2 χρόνια ενώ η προνύμφη 2 έως 3 χρόνια. Μπορεί να γεννήσει από 800 έως 1000 αυγά τα οποία παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στο κρύο (Σταμόπουλος, 1995).

Προβολή: Το ενήλικο θεωρείται αρπακτικό τρέφεται δηλαδή με άλλα έντομα των αποθηκών τα οποία θανατώνει. Η προνύμφη τρέφεται από ήδη προσβεβλημένους σπόρους αλευριού, βαμβακόσπορου κ.α. (Σταμόπουλος, 1995).



Εικόνα 5 Το έντομο *Tenebrio mauritanicus*

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cadelle_beetle -
Tenebroides_mauritanicus_1234043.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cadelle_beetle_-_Tenebroides_mauritanicus_1234043.png)

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tenebroides_mauritanicus.jpg

➤ Οικογένεια *Bostrychidae*

1. *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) ή αλλιώς «Σκαθάρι του ρυζιού»

Ενήλικο: Το μήκος του ενήλικου εντόμου είναι 2-3 χιλιοστά. Τα έλυτρα του διαθέτουν κατά μήκος γραμμές από μικρά κοιλώματα και ο κύριος χρωματισμός του είναι καστανός (Ε. , Ι. Ναβροζίδης , Σ. , Σ. Ανδρεάδης 2012).

Προνύμφη: Το μήκος της προνύμφης του εντόμου είναι 4-6 χιλιοστά. Το σώμα της είναι κυρτό και διογκωμένο προς τα εμπρός και ο κύριος χρωματισμός της είναι υπόλευκος (Αθανασίου, 2015 - Ε. , Ι. Ναβροζίδης , Σ. , Σ. Ανδρεάδης 2012).

Βιολογία: Παρουσιάζει 4 έως 6 γενεές κάθε χρόνο (Ε. , Ι. Ναβροζίδης , Σ. , Σ. Ανδρεάδης 2012).

Προσβολή: Προσβάλλει εκτός από ρύζι σπόρους καλαμποκιού και κριθάρι. Αποτελεί ο πιο συνηθισμένος εχθρός σε αποθήκες ρυζιού στην Ελλάδα (Σταμόπουλος, 2008 – Μπουχέλος 2005).



Εικόνα 6 Το έντομο *Rhyzopertha dominica*

<https://www.dreamstime.com/photos-images/rhyzopertha-dominica.html>

<https://www.shutterstock.com/el/search/rhyzopertha+dominica>

➤ Οικογένεια *Tenebrionidae*

1. *Tribolium castaneum* (Herbst) ή αλλιώς «Σκούρο σκαθάρι των αλεύρων»

Ενήλικο: Το μήκος του ενήλικου εντόμου είναι 3-4 χιλιοστά. Το σώμα του είναι πεπλατυσμένο και ο κύριος χρωματισμός του ερυθροκάστανος (Ε. , Ι. Ναβροζίδης , Σ. , Σ. - Ανδρεάδης 2012).

Προνύμφη: Το μήκος της προνύμφης του εντόμου είναι 5 χιλιοστά. Το σώμα της διαθέτει τριγίδια και ο κύριος χρωματισμός της είναι λευκός – κίτρινος (Σταμόπουλος, 1995).

Βιολογία: Παρουσιάζει 3-5 γενεές κάθε χρόνο. Μπορεί να γεννήσει έως 600 αυγά (Ε. , Ι. Ναβροζίδης , Σ. , Σ. Ανδρεάδης 2012 - Σταμόπουλος, 1995).

Προσβολή: Τρέφεται από ήδη προσβεβλημένους ή σπασμένους σπόρους. (Σταμόπουλος, 1995 - Rees, 2007).



Εικόνα 7 Το έντομο *Tribolium castaneum*

<https://www.dreamstime.com/photos-images/tribolium-castaneum.html>

Α3. Οικολογικές συνθήκες προσβολής και τρόποι μόλυνσης αποθηκευμένων προϊόντων

Για την καταπολέμηση με σωστό τρόπο των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων, που κατά κύριο λόγο είναι τα έντομα, πρέπει όχι μόνο να υπάρχει γνώση της βιολογίας και τη μορφολογίας ενός εντόμου αλλά και του περιβάλλοντος στο οποίο επιβιώνουν, αναπτύσσονται και αναπαράγονται. Κάποτε αυτά τα έντομα διέμεναν στα χωράφια και τρέφονταν με τους ιστούς των φυτών και τους σπόρους που υπήρχαν σε πλεονασμό. Ωστόσο, καθώς οι άνθρωποι άρχισαν να αποθηκεύουν αυτά τα προϊόντα σε αποθήκες, τα έντομα επαναπαύτηκαν καθώς μπορούσαν να βρουν πολύ εύκολα τροφή σε μεγάλες ποσότητες χωρίς να πετούν και εγκαταστάθηκαν τελικά σε αποθήκες οι οποίες είχαν μεγάλα αποθέματα αποθηκευμένων προϊόντων. Με αυτόν τον τρόπο, δηλαδή χωρίς την ανάγκη να πετούν για να βρουν τροφή κατέληξαν να περιορίσουν ή ακόμα και να χάσουν την πτητική τους ικανότητα. Έτσι, λοιπόν, το μικρό τους μέγεθος αλλά και η ικανότητα τους να τρυπούν την μάζα των προϊόντων τους οδήγησε να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες, να χειρίζονται μεγάλες μάζες αποθηκευμένων προϊόντων και να ανήκουν πλέον στα παμφάγα όντα.

Ο μεγαλύτερος αριθμός των εντόμων στις αποθήκες προέρχεται από θερμικά κλίματα των τροπικών και υποτροπικών περιοχών δηλαδή προτιμούν κυρίως θερμούς ή ξηρούς βιοτόπους και η κύρια πηγή τροφής τους είναι προϊόντα που διαθέτουν χαμηλή υγρασία. Υπάρχουν όμως και εξαιρέσεις εντόμων τα οποία μπορούν να επιβιώσουν στις πιο βόρειες περιοχές του κόσμου όπως για παράδειγμα ο *Sitophilus oryzae* (Linneus).

Στην επιβίωση, την ανάπτυξη αλλά και την αναπαραγωγή των εντόμων των αποθηκών σημαντικό ρόλο παίζουν δύο αστάθμητοι περιβαλλοντικοί παράγοντες. Ο ένας είναι η θερμοκρασία και ο άλλος η υγρασία. Για ένα μεγάλο ποσοστό των εντόμων αυτών ισχύουν όρια θερμοκρασίας και υγρασίας, κατά τα οποία ο ρυθμός πολλαπλασιασμού είναι ανάλογος με την αύξηση των παραγόντων αυτών στο προϊόν αλλά και στον χώρο αποθήκευσης του προϊόντος. Έχει αποδειχθεί ότι, θερμοκρασίες πάνω από 30° C και κάτω από 21° C, επηρεάζουν αρνητικά τον πολλαπλασιασμό και την εξάπλωση των περισσότερων εντόμων των αποθηκών.

Προϊόντα όπως τα δημητριακά θεωρήθηκαν πηγές έντονης προσβολής σε θερμοκρασίες 21°C. Σε αυτήν την θερμοκρασία υπάρχει έντονη αναπαραγωγή και πολλαπλασιασμός των εντόμων των αποθηκών με αποτέλεσμα την πρόκληση ζημιάς μεγάλου μεγέθους. Αντίθετα σε θερμοκρασίες άνω των 35° C τα περισσότερα έντομα παρουσιάζουν έντονα προβλήματα επιβίωσης και πολλαπλασιασμού με αποτέλεσμα να έχουν μικρή διάρκεια ζωής. Εξαιρέση αποτελεί το *Lasioderma serricorne* (Fabricius) το οποίο, δείχνει ιδιαίτερη προτίμηση σε υψηλές θερμοκρασίες καθώς μπορεί να ωοτοκήσει και σε θερμοκρασία που φτάνει τους 43° C ενώ το ενδιαφέρον του αναστέλλεται σε θερμοκρασίες κάτω των 15° C.

Τα περισσότερα είδη εντόμων όπως τα *Tribolium spp.* και *Prostephanus spp.* επιβιώνουν και πολλαπλασιάζονται σε προϊόντα αποθηκών με χαμηλό ποσοστό υγρασίας π.χ. αλεύρι, καλαμπόκι ενώ άλλα όπως τα *Sitophilus spp.* αδυνατούν να πολλαπλασιαστούν σε προϊόντα με υγρασία χαμηλότερη από αυτή των 10 %.

Ακόμη μαζί με αυτούς τους δύο παράγοντες (θερμοκρασία και υγρασία) προστίθενται και άλλα μετεωρολογικά δεδομένα που συντελούν το κλίμα ενός τόπου τα οποία είναι η βροχή, ο ήλιος, ο άνεμος, αυξομειώσεις της θερμοκρασίας κ.α. . Όλα τα παραπάνω είναι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την επιβίωση, την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των εντόμων των αποθηκών και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε κάθε προσπάθεια αντιμετώπισης. (Εμμανουήλ Ν. , Μπουχέλος Κ. , 1996)

Τέλος με σκοπό την πρόληψη και την καταπολέμηση της προσβολής θα πρέπει να δοθεί έμφαση στον τρόπο με τον οποίο γίνεται η μόλυνση. Η προσβολή, η εγκατάσταση και τελικά η μόλυνση ενός εντόμου σε ένα αποθηκευμένο προϊόν μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους :

1. Κύρια μόλυνση : κατά την οποία ένα έντομο μεταφέρεται σε άδεια αποθήκη μαζί με το προϊόν καθώς συμβιώνουν στον αγρό.
2. Δευτερεύουσα μόλυνση : κατά την οποία γίνεται τοποθέτηση προσβεβλημένου προϊόντος σε αποθήκες οι οποίες διαθέτουν μη μολυσμένο προϊόν.
3. Αναμόλυνση : κατά την οποία ένα μη μολυσμένο προϊόν προσβάλλεται από έντομα που βρίσκονται στα είδη μεταφοράς αλλά και στον χώρο αποθήκευσης.
4. Μόλυνση : κατά την οποία τα έντομα εισβάλλουν στις αποθήκες των αποθηκευμένων προϊόντων κατά την διάρκεια της αποθήκευσης.

A4. Ολοκληρωμένη καταπολέμηση των εντόμων των αποθηκών

A4.1 Γενικά

Οι απώλειες που προκύπτουν κατά την διαδικασία αποθήκευσης ενός προϊόντος είναι σίγουρα τεράστιες και συχνά πρόκειται για μια μη αναστρέψιμη κατάσταση. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους για τους οποίους έχει μεγάλη σημασία η προστασία τόσο των χώρων αποθήκευσης όσο και των προϊόντων που πρόκειται να αποθηκευτούν. Πολλές φορές παρά τα προληπτικά μέτρα τα οποία λαμβάνονται, εντοπίζονται προσβολές στα αποθηκευμένα προϊόντα οι οποίες πρέπει να αντιμετωπιστούν άμεσα.

Η αποτελεσματικότερη μέθοδος καταπολέμησης των εντόμων που προσβάλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα, είναι η χημική. Αν και η καταπολέμηση με χημικά μέσα καλύπτει απόλυτα την αντιμετώπιση των εντόμων μπορεί να προκαλέσει αρκετά προβλήματα στην δημόσια υγεία αλλά και στο περιβάλλον. Για τον λόγο αυτόν αλλά και λόγω της ανθεκτικότητας που αποκτούν στα χημικά σκευάσματα με την πάροδο του χρόνου θα πρέπει να γίνει αναζήτηση νέων μεθόδων αντιμετώπισης. Επομένως, υπάρχουν χημικά, φυσικά, βιοτεχνικά ή βιοτεχνολογικά αλλά και βιολογικά μέσα. Οι παραπάνω μέθοδοι μπορούν να εφαρμοστούν μεμονωμένα ή σε συνδυασμό για την καταπολέμηση των εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων (Μπουχέλος, 1996). Για την επιλογή όμως της κατάλληλης μεθόδου καταπολέμησης σημαντικό ρόλο παίζει το είδος του εντόμου που βρίσκεται στον χώρο αποθήκευσης.

A4.2 Καταπολέμηση με χημικά μέσα

Η καταπολέμηση με χημικά μέσα αποτελεί την πλέον αποτελεσματικότερη λύση στην προστασία των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων. Τα παραπάνω διακρίνονται σε δύο κατηγορίες.

A. Εντομοκτόνα επαφής.

Η εφαρμογή τους γίνεται κατά κύριο λόγο για την απολύμανση των σπόρων οι οποίοι προορίζονται για σπορά. Η εφαρμογή, αυτών μπορεί να γίνει από όλους τους παραγωγούς καθώς δεν απαιτεί ειδικές εγκαταστάσεις στους χώρους αποθήκευσης των προϊόντων. Τα εντομοκτόνα τα οποία χρησιμοποιούνται αποτελούνται από οργανικές ουσίες και είναι κυρίως οργανοφωσφορικά, πυρεθρινοειδή και καρβαμιδικά. Από τα οργανοφωσφορικά χρησιμοποιείται κυρίως το *Methyl*, από τα πυρεθρινοειδή κυρίως το *Deltamethrin* και από τα καρβαμιδικά κυρίως το *Carbaryl*. Η δράση των εντομοκτόνων γίνεται μέσω της επαφής, μέσω του στομάχου και μέσω των ατμών. (Τζατζανάκης, Κωβαίος, 1995)

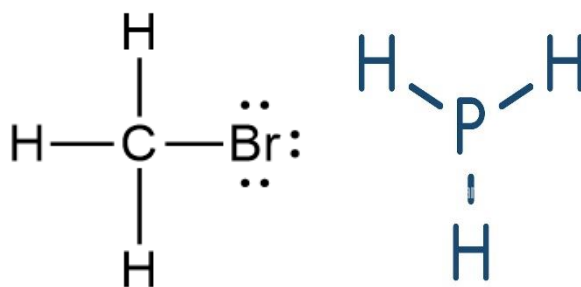
Η υπολειμματική δράση των εντομοκτόνων διαρκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα παρέχοντας έτσι μακροχρόνια προστασία στα αποθηκευμένα προϊόντα. Παρ' όλα αυτά επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την θερμοκρασία του χώρου αποθήκευσης και από την σχετική υγρασία που έχει ένα αποθηκευμένο προϊόν. Ειδικότερα, οι υψηλές θερμοκρασίες και η υψηλή σχετική υγρασία μειώνουν την υπολειμματική δράση ενός εντομοκτόνου. Ακόμη, η δράση αυτή μειώνεται κατά την εφαρμογή ενός εντομοκτόνου σε επιφάνειες από μπετόν ενώ αυξάνεται κατά την εφαρμογή του σε βαμμένους τοίχους. Το τελικό αποτέλεσμα της υπολειμματικής δράσης είναι η μακροχρόνια προστασία των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων από τα έντομα των αποθηκών. Όσο περισσότερο διαρκεί λοιπόν αυτή η υπολειμματική δράση τόσο περισσότερη προστασία θα παρέχει στα αποθηκευμένα προϊόντα (Μπουχέλος Κ. , Αθανασίου Χ., 2000).

Μεγαλύτερο όμως πρόβλημα αποτελεί η ανθεκτικότητα που εμφανίζουν κάποια από τα έντομα απέναντι στα εντομοκτόνα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την απαγόρευση της χρήσης ορισμένων εντομοκτόνων στους χώρους αποθήκευσης των προϊόντων. Εξαιρέση αποτελεί το μαλαθείο, στο οποίο αρκετά έντομα παρουσιάζουν ανθεκτικότητα, και του οποίου η εφαρμογή εξακολουθεί να πραγματοποιείται γεγονός που συμβάλει στην εξάπλωση αυτών των παρασίτων όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και παγκοσμίως (Μπουχέλος Κ. , Αθανασίου Χ., 2000).

Συμπεραίνοντας, από τα παραπάνω κρίνεται αναγκαία η αλλαγή αυτών των εντομοκτόνων με νέα στα οποία δεν παρουσιάζεται ανθεκτικότητα με σκοπό να μειωθεί η εξάπλωση των εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων.

B. Καπνογόνα

Σύμφωνα με την Γεωργική Φαρμακολογία, χρησιμοποιώντας τον όρο «καπνογόνα» γίνεται αναφορά σε όλες της χημικές ενώσεις οι οποίες βοηθούν στην καταπολέμηση των παρασίτων που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα, υλικά κατασκευής και καλλιέργειες. Η εφαρμογή των καπνογόνων απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό, πλήρως προστατευμένο με ειδικό εξοπλισμό, το οποίο θα ακολουθεί αυστηρά τις οδηγίες χρήσης του καπνογόνου. Ένα από τα πλεονεκτήματα της κατηγορίας αυτής είναι ότι λόγω του ατμού μεταδίδονται γρήγορα στον χώρο και διεισδύουν σε σημεία και χώρους όπου άλλα μέσα καταπολέμησης είναι αδύνατο να εισχωρήσουν. Τα σημαντικότερα καπνογόνα, που εφαρμόζονται για την καταπολέμηση των εντόμων που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα είναι το βρωμιούχο μεθύλιο (CH_3Br) και η φωσφίνη (PH_3). Τα δυο αυτά καπνογόνα είναι πολύ ισχυρά δηλητήρια και για αυτόν τον λόγο θα πρέπει να εφαρμόζονται σε άδειες αποθήκες πριν την εισαγωγή των προϊόντων. Το βρωμιούχο μεθύλιο παρουσιάζει ακόμη καρκινογόνες δράσεις



Εικόνα 8 Χημικός τύπος βρωμιούχου μεθυλίου και φωσφίνης

<https://www.chemistryscl.com/general/CH3Br-lewis-structure/index.php>

<https://www.alamy.com/>

Ο τρόπος χρήσης αλλά και η αποτελεσματικότητα των καπνογόνων εξαρτώνται από τις φυσικές ιδιότητες που διαθέτουν. Οι σημαντικότερες ιδιότητες των καπνογόνων είναι το σημείο ζέσεως, η πτητικότητα και η τάση ατμών, το ειδικό βάρος, η αναφλεξιμότητα και εκρηκτικότητα, η προσροφητικότητα ατμών, η διαλυτότητα και η τοξικότητα που παρουσιάζουν στα έντομα των αποθηκευμένων προϊόντων (Μικέλη Νικολέττα, 2006).

A4.3 Καταπολέμηση με φυσικά μέσα

Σε αυτήν την κατηγορία καταπολέμησης ανήκουν οι τεχνητές αλλαγές που μπορούν να επέλθουν στον χώρο αποθήκευσης με ρυθμίσεις στην θερμοκρασία και την υγρασία τόσο του χώρου αποθήκευσης όσο και του αποθηκευμένου προϊόντος με την εφαρμογή ελεγχόμενων ατμοσφαιρών, ακτινοβολιών κ.α. . Η υγρασία είναι ένας σημαντικός παράγοντας ο οποίος συντελεί στην ανάπτυξη των εντόμων των αποθηκών. Επομένως, η αποξήρανση των αποθηκευμένων προϊόντων είναι μια πολύ σημαντική διαδικασία και δεν θα πρέπει να παραλείπεται σε περιπτώσεις που δεν αλλοιώνει την ποιότητα των προϊόντων. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με την χρήση ανεμιστήρων που παρέχουν ζεστό αέρα.

Μια πιο αποτελεσματική μέθοδος είναι η αλλαγή θερμοκρασίας, καθώς αυτά τα έντομα δεν μπορούν να αναπτυχθούν και να πολλαπλασιαστούν σε θερμοκρασίες κάτω των 13° C και άνω των 35° C. Η διάρκεια αυτής της εναλλαγής των θερμοκρασιών εξαρτάται από το είδος του προϊόντος που πρόκειται να αποθηκευτεί, το είδος του εντόμου που κάνει την προσβολή, το στάδιο ανάπτυξης του καθώς και η αντοχή του στις αυξομειώσεις της θερμοκρασίας (Fields, 1992) .

Η εφαρμογή των υψηλών θερμοκρασιών είναι αποτελεσματική αλλά μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του αποθηκευμένου προϊόντος. Παρά την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής αυτής, η χρήση χαμηλότερων θερμοκρασιών θεωρείται καλύτερη μέθοδος καθώς εμφανίζει αποτελέσματα χωρίς να επηρεάζει την ποιότητα των αποθηκευμένων προϊόντων. Η εφαρμογή αυτή έχει την δυνατότητα να μειώνει τον ρυθμό ανάπτυξης και το ποσοστό επιβίωσης των εντόμων των αποθηκών. Ωστόσο, θα πρέπει να γίνει κατανοητό πως η εφαρμογή της σε μακροχρόνιο επίπεδο θα οδηγήσει στην ανθεκτικότητα των εντόμων σε αυτές τις θερμοκρασίες.

Μια ακόμη αποτελεσματική μέθοδος αντιμετώπισης είναι η εφαρμογή ελεγχόμενων ατμοσφαιρών. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται έλεγχος στον πληθυσμό των εντόμων που βρίσκονται στον χώρο αποθήκευσης. Η αλλαγή στην σύνθεση του ατμοσφαιρικού αέρα μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε προσθέτοντας διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και άζωτο (N₂) είτε αφαιρώντας οξυγόνο (O₂) είτε με ταυτόχρονη αλλαγή σε υγρασία και ατμοσφαιρική πίεση. Η θνησιμότητα των εντόμων είναι δυνατόν να επεκταθεί στο 98 % στα είδη *Tribolium castaneum* (Herbst) και *Tribolium confusum* (Jacquelin Du Val) κάνοντας παράλληλη εφαρμογή των παραπάνω μεθόδων καταπολέμησης (Jay et al., 1971).

A4.4 Καταπολέμηση με βιοτεχνικά και βιοτεχνολογικά μέσα

Στα βιοτεχνικά και βιοτεχνολογικά μέσα καταπολέμησης των παρασίτων των αποθηκών ανήκουν η χρήση παγίδων, η χρήση φερομόνων ή και ο συνδυασμός των δυο παραπάνω, η χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης αλλά και η χρήση αιθέριων ελαίων (Ηλιόπουλος Α.Γ., 2003).

Οι παγίδες σε συνδυασμό με τις φερομόνες μπορούν να βοηθήσουν στην καταγραφή διαφόρων εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων καθώς και της ανάπτυξης του πληθυσμού τους (Phillips et al., 2000).

Καθώς καταγράφεται το είδος και ο πληθυσμός των εντόμων προκύπτει έγκαιρη μέθοδος καταπολέμησης των εντομολογικών προσβολών. Στο εμπόριο υπάρχουν διάφοροι τύποι

παγίδων όπως για παράδειγμα οι επιφανειακές παγίδες, οι τύπου σόντα παγίδες, οι εναέριες και οι φωτεινές ή ηλεκτρικές. Από τις παραπάνω ο τελευταίος τύπος παγίδας εκμεταλλεύεται το φαινόμενο του φωτοτροπισμού δηλαδή ένα φαινόμενο κατά το οποίο η χρήση ηλεκτρικού ρεύματος προσελκύει και τελικά θανατώνει έντομα με θετικό φωτοτροπισμό. Υπάρχουν όμως και έντομα που διαθέτουν αρνητικό φωτοτροπισμό τα οποία επιβιώνουν από αυτού του τύπου παγίδες όπως για παράδειγμα ο *Sitophilus granarius* (Linneus) , ο *Tribolium confusum* (Jacquelin Du Val) κ.α. .

Οι φερομόνες είναι ουσίες οι οποίες απελευθερώνονται από τα έντομα στο περιβάλλον επηρεάζοντας την συμπεριφορά και την φυσιολογία άλλων εντόμων του ίδιου είδους. Είναι συνήθως ορμόνες που απελευθερώνουν τα θηλυκά άτομα ώστε να προσελκύσουν τα αρσενικά για την διαδικασία της αναπαραγωγής. Υπάρχει όμως περίπτωση να απελευθερώνονται και από τα αρσενικά προσελκύνοντας άτομα και των 2 φύλων με σκοπό την συνάθροιση στην πηγή τροφής. Η χρήση των φερομόνων αποσκοπεί στην ανίχνευση ενός πληθυσμού εντόμων και στην παρακολούθηση της βιολογίας αυτού του πληθυσμού (Ηλιόπουλος Α.Γ., 2003).

Η χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης περιλαμβάνει μιμητές ορμόνης νεότητας, ανταγωνιστές εκδυστεροειδών και παρεμποδιστές σύνθεσης χιτίνης. Οι παραπάνω ουσίες δεν επιτρέπουν την μεταμόρφωση των ατελών σταδίων των εντόμων καθώς και την διαδικασία εκκόλαψης των αυγών (Oberlander et al., 2000).

A4.5 Καταπολέμηση με βιολογικά μέσα

Με την βιολογική μέθοδο καταπολέμησης ο έλεγχος των εντόμων που προσβάλουν αποθηκευμένα προϊόντα έχει καταλήξει στην χρήση φυσικών εχθρών και την ένταξη αυτών στο περιβάλλον του χώρου αποθήκευσης αλλά και στην χρήση εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών.

A. Φυσικοί εχθροί

Υπάρχουν δυο κατηγορίες φυσικών εχθρών, τα αρπακτικά και τα παρασιτοειδή.

Ως αρπακτικό χαρακτηρίζεται ένα έντομο ή ένας άλλος ζωντανός οργανισμός που ζει ελεύθερα καθ' όλη την διάρκεια της ζωής του, συνηθίζει να επιλέγει θηράματα μικρότερου μεγέθους από το ίδιο και για να αναπτυχθεί πλήρως απαιτούνται περισσότερα από ένα άτομα από τα θηράματα του (Λυκουρέσης, 1995).

Ως παρασιτοειδές από την άλλη χαρακτηρίζεται ένα έντομο ή ζωντανός οργανισμός που συνηθίζει να επιλέγει θηράματα στο ίδιο μέγεθος με το ίδιο και για να αναπτυχθεί πλήρως απαιτείται μόνο ένα άτομο από τα θηράματα του το οποίο τελικά θανατώνει (Λυκουρέσης, 1995).

Η σωστή χρήση των φυσικών εχθρών απαιτεί καλή γνώση σχετικά με :

1. Την βιολογία των φυτών που πρόκειται να οδηγηθούν για αποθήκευση.
2. Τις συνθήκες που επικρατούν τόσο στον χώρο αποθήκευσης όσο και στο αποθηκευμένο προϊόν.
3. Τον βιολογικό κύκλο των εντόμων των αποθηκών.
4. Την βιολογία των φυσικών εχθρών των εντόμων των αποθηκών.

Γνωρίζοντας όλα τα παραπάνω μπορεί να σχεδιαστεί ένα πλήρες πρόγραμμα καταπολέμησης των εντόμων που ενδέχεται να εισβάλουν στο αποθηκευμένο προϊόν. Παρ' όλα αυτά η καταπολέμηση με βιολογικά μέσα προτιμάται μόνο όταν θεωρηθεί

αποτελεσματική για τα συγκεκριμένα έντομα τα οποία πρέπει να καταπολεμηθούν και μόνο εάν το κόστος της απώλειας των αποθηκευμένων προϊόντων θεωρηθεί μεγαλύτερο από το κόστος εφαρμογής της βιολογικής καταπολέμησης. Ακόμη, οι φυσικοί εχθροί δεν υπάρχουν σε μεγάλα αποθέματα στον χώρο της αγοράς την ίδια στιγμή που το κόστος εκτροφής και εξαπόλυσης του πληθυσμού τους είναι τεράστιο (Ηλιόπουλος Α.Γ., 2003. , Λυκουρέσης, 1995).

Καθώς όμως οι αυξημένες ανάγκες σε χρόνο και κόστος σε συνδυασμό με την σε μικρά επίπεδα αναξιοπιστία των μεθόδων αυτών είναι παράγοντες οι οποίοι θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν στην δημιουργία ενός προγράμματος καταπολέμησης των εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων. Ένας ακόμη παράγοντας ο οποίος θα πρέπει να συμπεριληφθεί είναι οι ανάγκες του καταναλωτή και η αποδοχή του απέναντι σε ένα προϊόν το οποίο έχει απολυμανθεί με βιολογικά μέσα και θα μπορούσε να υστερεί εμφανισιακά από ένα προϊόν το οποίο έχει απολυμανθεί με χημικά μέσα. Όλα τα παραπάνω σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις για δημιουργία προϊόντων με μικρότερες ποσότητες υπολειμμάτων από φυτοφάρμακα οδηγούν στο ότι η αποτελεσματικότερη μέθοδος καταπολέμησης των εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων είναι ο συνδυασμός χημικών, φυσικών, βιοτεχνολογικών και βιολογικών μεθόδων καταπολέμησης (Λυκουρέσης, 1995, Ηλιόπουλος Α.Γ., 2003.).

B. Εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί

Πλεονεκτήματα τα οποία προκύπτουν από την χρήση εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών σε σύγκριση με την χρήση φυσικών εχθρών αποτελούν:

1. Τα εντομοπαθογόνα τοποθετούνται με τον ίδιο εξοπλισμό με τα εντομοκτόνα ενώ η εξαπόλυση των φυσικών εχθρών είναι μια διαδικασία πιο εξειδικευμένη.
2. Οι καταναλωτές δεν αποδέχονται την παρουσία εντόμων στα τρόφιμα που πρόκειται να καταναλώσουν ακόμα κι αν αυτά τα έντομα είναι ωφέλιμα.

Οι εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί είναι φυσικοί οργανισμοί, ασφαλείς απέναντι στο περιβάλλον και έχουν χαμηλή τοξικότητα απέναντι στον άνθρωπο (Cox και Wilking, 1996).

Παρά τα πλεονεκτήματα φαίνεται πως υπάρχουν και μειονεκτήματα με σπουδαιότερο από όλα την ανάγκη τυποποιημένων κονιδίων, διαδικασία η οποία ναι μεν αυξάνει την δραστηριότητα ταυτόχρονα όμως αυξάνει και το κόστος το οποίο απαιτείται για την παραγωγή ενός σκευάσματος του εντομοπαθογόνου μικροοργανισμού. Μέχρι σήμερα έχουν βρεθεί αδρανή υλικά που λειτουργούν ως κομιστές για την παραγωγή σκευάσματος κονιδίων με μερικά από αυτά μάλιστα να οδηγούν στην αύξηση της προσκολλησίσεως των εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών στην επιφάνεια των αποθηκευμένων προϊόντων.

A5. Το κολεόπτερο *Tribolium confusum*

A5.1 Συστηματική κατάταξη του *Tribolium confusum*

Το *Tribolium confusum* (Jacquelin Du Val, 1863) είναι ένας τύπος σκαθαριού. Είναι ένα ολομετάβολο έντομο το οποίο ανήκει στην οικογένεια *Tenebrionidae* των Κολεοπτέρων. Είναι γνωστό ως « Σκαθάρι ή Ψείρα των σιτηρών» και ξενιστές του αποτελούν το αλεύρι, το σιτάρι, το καλαμπόκι και η βρώμη. Στον πίνακα 1.1 παρατίθεται η συστηματική κατάταξη του *Tribolium confusum* κατά τον Jacquelin Du Val (1863).

Πίνακας 1.1 Συστηματική κατάταξη του κολεοπτέρου *Tribolium confusum* κατά τον Jacquelin Du Val

Βασίλειο	<i>Animalia</i>
Φύλο	<i>Arthropoda</i>
Κλάση	<i>Insecta</i>
Τάξη	<i>Coleoptera</i>
Οικογένεια	<i>Tenebrionidae</i>
Γένος	<i>Tribolium</i>
Είδος	<i>Tribolium confusum</i>

<https://www.cabi.org/isc/datasheet/54668#toDistributionMaps>

A5.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του κολεοπτέρου *Tribolium confusum*

Ενήλικο : Το μήκος του εντόμου κατά το ενήλικο στάδιο κυμαίνεται μεταξύ 3,5 – 4,5 χιλιοστών. Ο θώρακας και η κεφαλή του εντόμου διαθέτουν πολλά μικρά μαύρα στίγματα. Ο κύριος χρωματισμός του είναι στιλπνός ερυθροκάστανος. Το σχήμα του είναι επίμηκες, πεπιεσμένο και λείο χωρίς να καλύπτεται από τρίχωμα. Οι κεραίες του διαθέτουν άρθρα τα οποία μεγεθύνονται από την βάση προς το άκρο στοιχείο που το διαφοροποιεί από το *Tribolium castaneum* (Bennett, 2003 – Λαδογιάννης 2003). Ακόμα τα ενήλικα άτομα έχουν την δυνατότητα να πετούν (Σταμόπουλος, 1999).

Αυγό : Το μήκος του αυγού εκτείνεται στα 0,6 χιλιοστά. Ο κύριος χρωματισμός του είναι υπόλευκος. Στην επιφάνεια του διαθέτει ειδικά εξαρτήματα που το δίνουν την δυνατότητα να προσκολλάται σε επιφάνειες. Το σχήμα του είναι ωοειδές (Lyon, 1997 – Λαδογιάννης 2009) .

Προνύμφη : Η προνύμφη του εντόμου έχει σώμα επίμηκες με νευρώσεις. Διαθέτει 3 ζεύγη ποδιών και τρίχες στην πλάγια όψη του σώματος (Πελεκάσης, 1984 – Λαδογιάννης, 2009). Το μήκος της δεν υπερβαίνει τα 5 χιλιοστά και στα τελευταία προνυμφικά στάδια αποκτάει κιτρινοκάστανο χρωματισμό (Σταμόπουλος, 2008). Το τελευταίο κοιλιακό της τμήμα είναι χιτινισμένο το οποίο γίνεται σκληρότερο στα τελευταία στάδια (Πελεκάσης, 1984 – Σταμόπουλος, 2008 – Λαδογιάννης, 2009).

Νύμφη : Η νύμφη του εντόμου έχει μήκος 3-4 χιλιοστά και ο κύριος χρωματισμός της είναι λευκός προς το ανοιχτό καφέ (Bennett, 2003).



Εικόνα 9 Το έντομο *Tribolium confusum*

<https://www.dreamstime.com/photos-images/tribolium-confusum.html> , Προσωπικό αρχείο

A5.3 Γεωγραφική εξάπλωση του εντόμου

Το *Tribolium confusum* είναι γνωστό ήδη από την αρχαιότητα για τις καταστροφές τις οποίες προκαλεί. Αποτελεί έντομο αρκετά διαδεδομένο σε πολλά μέρη του κόσμου. Το 2.500 π.Χ. εντοπίστηκε σε τάφους των Φαραώ στην Αίγυπτο (Πελεκάσης, 1984). Αναφορές έχουν γίνει για αυτό και στην Ελλάδα σε προσβολές σε αποθηκευμένα σιτηρά και αποξηραμένη σταφίδα. Εμφανίζεται κυρίως λόγω της αναμόλυνσης των μέσων μεταφοράς και των υλικών αποθήκευσης.

A5.4 Ζημίες και προσβολές του εντόμου

Το *Tribolium confusum* είναι ένα παράσιτο το οποίο προσβάλλει σπόρους και αλεύρια τα οποία οδηγούνται σε χώρους αποθήκευσης. Βρίσκονται συνήθως σε αποθήκες οι οποίες διαθέτουν τσουβάλια με σπόρους και αλεύρι, σε αλευρόμυλους και σε αποθήκες στις οποίες γίνεται επεξεργασία προϊόντων αμύλου (Day, 1996). Ακόμη είναι πολύ πιθανό να βρεθούν και σε σπίτια τα οποία κατοικούνται. Δεν μολύνουν τον άνθρωπο ή άλλα ζώα όμως σε προσβεβλημένα από αυτό προϊόντα έχουν βρεθεί κινόνες, ουσίες δηλαδή που παράγονται από άλλα έντομα. Οι παραπάνω είναι ουσίες των εντόμων οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν δερματίτιδα, φουσκάλες, ερεθισμό των οφθαλμών ακόμη και καρκίνο (Σταμόπουλος, 1999) .



Εικόνα 10 Προσβολή σπόρου από το *Tribolium confusum*

<https://www.dreamstime.com/photos-images/tribolium-confusum.html>

Η κύρια πηγή τροφής για τις προνύμφες και τα ενήλικα είναι οι σπόροι από κεχρί, σόργο και φιστίκι. Επηρεάζει, ακόμη το σιτάρι, τη σόγια, το καλαμποκάλευρο καθώς και το πίτουρο, τη βρώμη, το ρύζι και το κριθάρι. Έχει βρεθεί επίσης να μολύνει ξηρούς καρπούς, σπόρους δημητριακών, βαμβακόσπορο, σοκολάτα, γάλα σε σκόνη, ηλιόσπορους, καπνό και εντομολογικές συλλογές μουσείων (Bennett, 2003).

Οι προνύμφες καθώς τρέφονται με το αλεύρι αφήνουν περιττώματα τα οποία προσδίδουν στο αλεύρι ένα γκρι – καφέ χρωματισμό. Αντίθετα, τα ενήλικα άτομα λόγω των στιγμάτων που διαθέτουν στον θώρακα και στην κεφαλή απελευθερώνουν ουσίες οι οποίες δίνουν μια δυσάρεστη οσμή στα προσβεβλημένα προϊόντα. Και στις δυο περιπτώσεις όμως υποβαθμίζεται τόσο η εμφάνιση όσο και η ποιότητα των προσβεβλημένων προϊόντων (Baldwin and Fasoulo, 2003).

A5.5 Βιολογία του εντόμου

Ο βιολογικός κύκλος του *Tribolium confusum* διαρκεί από 7-12 εβδομάδες και σε πιο βόρειες περιοχές μπορεί να εμφανίσει από 3 μέχρι 5 γενεές τον χρόνο. Η θερμοκρασία, η υγρασία αλλά και η διαθέσιμη ποσότητα τροφής είναι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τον βιολογικό κύκλο του *Tribolium confusum*. Σε ψυχρούς και μη θερμαινόμενους χώρους αποθήκευσης αναστέλλει την λειτουργία του και διαχειμάζει σε διάφορα προϊόντα τα οποία θα αποτελέσουν τροφή για τον ίδιο και βρίσκοντας καταφύγιο σε ρωγμές και άλλα σημεία της αποθήκης. Έτσι, όταν οι συνθήκες του χώρου αποθήκευσης γίνουν ευνοϊκές για αυτό, τα ενήλικα άτομα του είδους αναπτύσσονται και αναπαράγονται και τα θηλυκά ξεκινούν την περίοδο ωοτοκίας. Τα θηλυκά μπορούν να ζήσουν 1-2 χρόνια και έχουν την ικανότητα να γεννήσουν από 300 έως 400 αυγά δηλαδή 2 έως 5 αυγά ημερησίως σε διάστημα 5 έως 8 μηνών (Baldwin και Fasoulo, 2003).

Η εκκόλαψη των αυγών γίνεται σε θερμοκρασίες μεταξύ 15° C και 40° C ενώ το ποσοστό της σχετικής υγρασίας δεν φαίνεται να επηρεάζει σε αυτό το στάδιο. Η ανάπτυξη των προνυμφών του *Tribolium confusum* μπορεί να διαρκέσει από 22 έως 100 ημέρες, ανάλογα με τα ποσοστά θερμοκρασίας και υγρασίας αλλά και με την διαθέσιμη ποσότητα τροφής. Η μεταμόρφωση της νύμφης σε ενήλικο άτομο διαρκεί 7-8 ημέρες. Οι βέλτιστες συνθήκες αναπαραγωγής είναι στους 28° C με 30° C και 70% με 90% ποσοστό σχετικής υγρασίας. Αντιθέτως, σε θερμοκρασίες κάτω των 20° C το έντομο σταματάει να τρέφεται άρα και να αναπτύσσεται (Howe, 1960).

Μελέτες έχουν δείξει πως το *Tribolium confusum* αναπτύσσεται πιο γρήγορα σε έναν προσβεβλημένο ή σπασμένο σπόρο από ότι σε έναν ολόκληρο διότι το σκληρό εξωτερικό περίβλημα του σπόρου το εμποδίζει να διεισδύσει στο εσωτερικό (Ford, 1937).

Σε περίπτωση μη διαθέσιμης ποσότητας τροφής ο βιολογικός κύκλος του εντόμου εκτείνεται σε 60 έως 140 ημέρες. Ακόμη, η διάρκεια της έκδυσης στο προνυμφικό στάδιο αυξάνεται από 6-7 ημέρες σε 12-13 ημέρες. Τέλος, όταν υπάρχει έλλειψη τροφής το *Tribolium confusum* επιδεικνύει κανιβαλισμό τρώγοντας τις δικές του προνύμφες, τα δικά του αυγά ακόμη και νεκρά έντομα (Σταμόπουλος, 2008).

A6. Το κολεόπτερο *Prostephanus truncatus*

Το *Prostephanus truncatus*, (Horn) χαρακτηρίστηκε ως *Dinoderus truncatus* για πρώτη φορά από τον Horn το 1878 και αργότερα σε αναφορές των Back and Cotton το 1938 χαρακτηρίστηκε και ως *Stephanopachys truncatus*. Το γένος *Prostephanus* αναφέρθηκε για πρώτη φορά από τον Lense το 1898 για να φιλοξενήσει αυτό και ακόμα τρία είδη εκ των οποίων το παραπάνω είναι το μοναδικό που δείχνει να σχετίζεται με τα προϊόντα των αποθηκών. Το πρώτο καταγεγραμμένο όνομα του ήταν «μεγάλος τρυπητής κόκκων» το οποίο χρησιμοποίησε ο Chittenden (1911) σε μια μελέτη του. Ακόμα οι αγρότες της Τανζανίας το χαρακτήρισαν ως «*Scania*» θέλοντας να αναδείξουν την ταχύτητα με την οποία το παράσιτο μετατρέπει τον σπόρο του καλαμποκιού σε αλεύρι.

A6.1 Συστηματική κατάταξη του εντόμου

Το *Prostephanus truncatus* (Horn) (*Dinoderus truncatus*) είναι ένα ολομετάβολο έντομο που ανήκει στην οικογένεια *Bostrichidae* των Κολεοπτέρων. Είναι γνωστό ως ο «μεγαλύτερος τρυπητής σιτηρών» και έχει κύριο ξενιστή του τους σπόρους του καλαμποκιού, στους οποίους προκαλεί σοβαρές ζημιές. Στον πίνακα 1.2 παρατίθεται η συστηματική κατάταξη του εντόμου κατά τον Horn 1878 και Farrell and Haines 2002.

Πίνακας 2.2 Συστηματική κατάταξη του κολεοπτέρου *Prostephanus truncatus*

Βασίλειο	<i>Animalia</i>
Φύλο	<i>Arthropoda</i>
Κλάση	<i>Insecta</i>
Τάξη	<i>Coleoptera</i>
Υπεροικογένεια	<i>Bostrichoidea</i>
Οικογένεια	<i>Bostrichidae</i>
Υποοικογένεια	<i>Dinoderinae</i>
Γένος	<i>Prostephanus</i>
Είδος	<i>Prostephanus truncatus</i>

[Prostephanus truncatus | BioLib.cz](https://www.biolib.cz)

A6.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του εντόμου

Ενήλικο : Το μήκος του εντόμου κατά το ενήλικο στάδιο κυμαίνεται μεταξύ 3 – 4,5 χιλιοστών. Ο θώρακας είναι διάτρητος και φέρει αρκετά μικρά κονδυλώματα με κύριο χρωματισμό το σκούρο καστανό. Το σχήμα του είναι αρκετά κυλινδρικό παρόμοιο με έναν σωλήνα του οποίου οι άκρες είναι ίσια κομμένες. Η κεφαλή του είναι κυρτή κάτω από τον θώρακα με αποτέλεσμα το πίσω μέρος της κεφαλής να μην γίνεται αντιληπτό από ψηλά. Οι κεραίες του αποτελούνται από δέκα τμήματα τα οποία φέρουν στην κορυφή μια ράβδο η οποία αποτελείται από τρία αραιά τοποθετημένα άκρα. Η κεραία του καλύπτεται από μακριές τρίχες και το κορυφαίο τμήμα του δείχνει να είναι πιο φαρδύ από το υπόλοιπο τμήμα (Anne M. Akol , Maneno V. Chidege, John R. Mauremootoo , Hebert AL Talwana).

Αυγό : Το αυγό του εντόμου είναι ευρύ ωοειδές και ελλειψοειδές χωρίς επιφανειακά χαρακτηριστικά. Ο χρωματισμός του είναι λευκός αλλά κατά την διάρκεια της ανάπτυξης του εμβρύου αποκτά ένα κίτρινο χρώμα (Anne M. Akol , Maneno V. Chidege, John R. Mauremootoo , Hebert AL Talwana).

Προνύμφη : Η προνύμφη του εντόμου έχει σώμα παράλληλης όψης και σχήμα σκαραβαιοειδές, δηλαδή C. Τα πόδια της είναι αρκετά κοντά στο σώμα και το μέγεθος της κεφαλής πολύ μικρό. Ο χρωματισμός της είναι λευκός, σαρκώδης και διαθέτει μια αραιή κάλυψη από τρίχες (Anne M. Akol, Maneno V. Chidege, John R. Mauremootoo, Hebert AL Talwana).



Εικόνα 11 Το έντομο *Prostephanus truncatus*

<https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5471700>

<https://infonet-biovision.org/PlantHealth/Pests/Larger-grain-borer-LGB>

Α6.3 Γεωγραφική εξάπλωση του εντόμου

Το *Prostephanus truncatus* για πολλά χρόνια ήταν γνωστό ως παράσιτο του αποθηκευμένου καλαμποκιού στο Μεξικό και την Κεντρική Αμερική. (Lense, 1897 – Chittenden, 1911). Η παρουσία του έχει διαπιστωθεί στις Η.Π.Α. (Chittenden, 1911 – Back και Cotton, 1922), στην Γουατεμάλα (Zacher, 1926), στην Βραζιλία και στην Γουατεμάλα (Cotton και Good, 1937) και στην Costa Rica (Fisher, 1950). Επίσης είναι ευρέως διαδεδομένο στο Μεξικό (Chittenden, 1911 – Delgado και Hernandez Luna, 1951) αλλά και σε εισαγωγές αποθηκευμένων προϊόντων που έγιναν στο Ισραήλ (Calderon και Donahaye, 1962) και στο Ιράκ (Al – Sousi et al. 1970) χωρίς όμως να καθιερωθεί. Ακόμα έγιναν αναφορές σε αυτό στον Παναμά, στην Ονδούρα και στο Ελ Σαλβαδόρ (Mc Guire και Crandall, 1967), στην Νικαράγουα (Giles και Leon, 1975), στην Κολομβία (Posada et al. 1976) αλλά και στο Περού (Wright 1984) .

Βρέθηκε ακόμα σε κατάλογο αποθηκευμένων προϊόντων στην Ταϊλάνδη (McFarlane J. A. pers. commun.) και παρόλο που δεν είχε γίνει αναφορά του παρασίτου στην Αφρική πριν το 1981, η χρονιά αυτή αποτέλεσε την αρχή της εμφάνισης του *Prostephanus truncatus* σε μια ξηρή περιοχή της Τανζανίας, την Tabora (Colob και Hodges, 1982). Από εκείνη την χρονιά και έπειτα το *Prostephanus truncatus* εξαπλώθηκε σε όλη την Τανζανία και είχε καταφτάσει στην Νότια Κένυα (Kega και Warui, 1983) και στο Μπουρουντί (Ινστιτούτο Τροπικής Ανάπτυξης και Έρευνας (TDRI), μη δημοσιευμένα αρχεία) .

Στις αρχές του 1984 έκανε την εμφάνιση του και στο Τόγκο της Δυτικής Αφρικής (Harnisch και Krall, 1984) και έτσι θεωρήθηκε ως ο πιο επίσημος εχθρός αραβοσίτου στην Ανατολική και Δυτική Αφρική.

Το είδος αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1878 από τον Horn ως *Dinoderus truncatus* αλλά αργότερα το 1898 ταξινομήθηκε στο γένος *Prostephanus* από τον Lense. Κατά την

διάρκεια του 20^{ου} αιώνα το έντομο χαρακτηρίστηκε και ως *Stephanopachys truncatus* (Back και Cotton, 1938).

Α6.4 Ζημιές – προσβολές του εντόμου

Το *Prostephanus truncatus* είναι ένα παράσιτο του καλαμποκιού, το οποίο προσβάλλει τόσο την καλλιέργεια στον αγρό (Quantana et al., 1960 – Giles, 1975) όσο και την αποθηκευμένη καλλιέργεια (Delgado και Hernandez Luna, 1951 – Ramirez Genel, 1960 – Giles και Leon, 1975 – Hodges et al. , 1983) . Η εισβολή του στον αγρό μπορεί να γίνει πολύ πριν την περίοδο της συγκομιδής του αραβοσίτου και εφόσον ευνοεί η υγρασία σε ποσοστά 40 – 50% (Giles, 1975). Το παράσιτο μπορεί να ευδοκιμήσει ακόμα και στην αποθηκευμένη μανιόκα (Hodges et al.1983 – Hodges et al. 1985) . Ο Howard (1983) διαπίστωσε πως οι προνύμφες οι οποίες εκτρέφονταν σε αλεύρι από καλαμπόκι χωρίς ενδοσπέρμιο και οι προνύμφες οι οποίες εκτρέφονταν σε αλεύρι από ολόκληρους σπόρους καλαμποκιού είχαν τον ίδιο βαθμό θνησιμότητας κατά την ανάπτυξη τους αλλά παρουσίασαν διαφορά στο βάρος κατά την διαδικασία της έκδυσης.

Μελέτες έδειξαν πως το *Prostephanus truncatus* τρέφεται εντός του σπόρου του καλαμποκιού χωρίς να παρουσιάζει προτίμηση στο ενδοσπέρμιο ή το περίβλημα του σπόρου (Ramirez Martinez και Silver, 1983 – Howard, 1983). Παρ' όλα αυτά ο Howard το 1983 διαπίστωσε πως το ενδοσπέρμιο του καλαμποκιού αποτελεί από μόνο του τροφή για το παράσιτο καθώς αριθμός προνυμφών που τρέφονταν αποκλειστικά με το ενδοσπέρμιο επέζησαν μέχρι το στάδιο της ενηλικίωσης.



Εικόνα 12 Προσβολή σπόρου καλαμποκιού από το κολεόπτερο *Prostephanus truncatus*

<https://innspubnet.wordpress.com/2017/12/28/resistance-to-the-larger-grain-borer-prostephanus-truncatus-and-yield-performance-in-selected-local-maize-landraces-in-kenya-ijaar/>

<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/prostephanus-truncatus>

Ακόμη μπορεί να πολλαπλασιαστεί και σε μια μαλακή ποικιλία σιταριού (Shires, 1977), σε πολύ μικρό αριθμό στο ρεβίθι (Hodges, μη δημοσιευμένο) και ίσως σε αποθηκευμένη γλυκοπατάτα (Mushi, 1984).

Ο Howard (1983) τοποθετώντας αυγά του *Prostephanus truncatus* πάνω σε τεχνητούς σπόρους δημητριακών, οι οποίοι αποτελούνταν από σόργο, σιτάρι, καλαμπόκι, κριθάρι, ρύζι ή βρώμη συμπιεσμένα σε κάψουλες ζελατίνης, προσπάθησε να κάνει εκτροφή του εντόμου με θετικά αποτελέσματα κυρίως για τα τρία τελευταία δημητριακά.

Οι περισσότεροι σπόροι σιτηρών αποτελούν επαρκή πηγή τροφής για το *Prostephanus truncatus*. Ξεκινάει την προσβολή του από τον πυρήνα, ο οποίος βρίσκεται στην βάση του σπόρου και προσφέρει λιγότερη αντίσταση από το υπόλοιπο σκληρό εξωτερικό περίβλημα (Hodges and Mike, 1984). Δημιουργεί οπές οι οποίες εγκαταλείπονται στα 1-2 εκατοστά καθώς δεν υπάρχει τροφή. Τελικά το *Prostephanus truncatus* βρίσκει πρόσβαση από την κορυφή περπατώντας ανάμεσα στο περίβλημα και το ενδοσπέρμιο (Hodges and Mike, 1984).

A6.5 Βιολογία του εντόμου

Το *Prostephanus truncatus* έλκεται κατά κύριο λόγο από σπόρους καλαμποκιού και από την αποξηραμένη μανιόκα. Καθώς όμως κύριος ξενιστής της οικογένειας *Brustriichidae* είναι το ξύλο αποδεικνύεται πως η πτήση στους σπόρους καλαμποκιού και στην μανιόκα γίνεται λόγω αρσενικής φερομόνης και όχι λόγω πτητικών ουσιών του ξενιστή (Fadamiro et al. 1998).

Καθώς ξεκινάει την προσβολή τα ενήλικα άτομα δημιουργούν καθαρές στρόγγυλες οπές και καθώς μετακινούνται από σπόρο σε σπόρο δημιουργούν μεγάλες ποσότητες σκόνης καλαμποκιού. Στην συνέχεια μετά την διαδικασία της αναπαραγωγής, τα ενήλικα θηλυκά άτομα εναποθέτουν τα αυγά τους μέσα στον σπόρο σε θαλάμους που έχουν δημιουργήσει σε ορθή γωνία με τις βασικές σήραγγες (Hodges, 1982 – Howard, 1983). Τα αυγά τοποθετούνται στους θαλάμους σε αριθμό μέχρι είκοσι σε κάθε θάλαμο και καλύπτονται με μασημένα, από τα ενήλικα θηλυκά, σκόνη καλαμποκιού. Ο Howard (1983) διαπίστωσε πως οι ποσότητες σκόνης καλαμποκιού ήταν ίσες με τον αριθμό των αυγών που γεννήθηκαν γεγονός, που τον οδήγησε στο συμπέρασμα ότι ίσως η σκόνη καλαμποκιού να παράγεται από τα ενήλικα για τους απογόνους τους.

Σύμφωνα με τους Shires (1980), Bell and Watters (1982) και τον Howard (1983) η ωτοκία του *Prostephanus truncatus* περιλαμβάνει μια περίοδο παραγωγής αυγών διάρκειας 20 ημερών.

Από τους παραπάνω ο Howard (1983) ήταν αυτός που μελέτησε ζεύγη ενηλίκων που τρέφονταν από ήδη προσβεβλημένους σπόρους τοποθετημένους μέσα σε αλεύρι καλαμποκιού κάτω από εργαστηριακές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας 25° C και 70% αντίστοιχα. Παρατήρησε, λοιπόν, πως κάτω υπό αυτές τις συνθήκες η περίοδος πριν από την διαδικασία της αναπαραγωγής ήταν περίπου 5 ημέρες, η ενδιάμεση διάρκεια της διαδικασίας της αναπαραγωγής ήταν 14 εβδομάδες και ο μέσος αριθμός γονιμοποίησης ήταν 114 αυγά.

Οι Bell and Watters (1982) κάνοντας δικές τους μελέτες επισήμαναν πως, σε θερμοκρασία 30° C και υγρασία 70% και με κύρια πηγή τροφής σπόρους καλαμποκιού, ο μέσος αριθμός γονιμοποίησης ήταν 430 αυγά με δύο ενήλικα να γεννούν πάνω από 600 αυγά.

Αποτέλεσμα αυτών είναι πως η ποσότητα τροφής παίζει σπουδαίο ρόλο στην γονιμοποίηση των αυγών. Παράλληλα δεν έχουν γίνει αναφορές όσον αφορά το χρονικό όριο που απαιτείται ώστε να ολοκληρωθεί η διαδικασία της ενηλικίωσης.

Ένα άλλο κομμάτι που απασχόλησε τους μελετητές ήταν η διαφοροποίηση ως προς το φύλο του *Prostephanus truncatus*. Η πρώτη προσπάθεια για διαφοροποίηση φύλου έγινε από τον Shires (1980) ο οποίος έκανε εκτροφή του εντόμου σε θερμοκρασία 32° C και σχετική υγρασία 80% . Η μελέτη αυτή δεν είχε όμως κάποιο αποτέλεσμα ως προς την διαφοροποίηση του φύλου. Στην συνέχεια αναφορά για διαφοροποίηση έγινε και από τον Nyakunga (1982) ο οποίος έκανε εκτροφή εντόμου σε θερμοκρασία 27° C και σχετική υγρασία 50% ή 70% πάνω όμως σε συμπιεσμένες κάψουλες ζελατίνης με αποξηραμένη μανιόκα. Ούτε όμως αυτός παρατήρησε διαφοροποίηση ως προς το φύλο. Ωστόσο, οι Hodges et al. (1983), κάνοντας εκτροφή σε αποξηραμένη μανιόκα σε θερμοκρασία 27° C και υγρασία 50% ή 70%, έκαναν μια παρατήρηση καθώς τα θηλυκά άτομα εμφανίστηκαν κατά μέσο όρο μισή μέρα νωρίτερα από τα αρσενικά. Επιπρόσθετα ο Howard (1983), κάνοντας εκτροφή σε σπόρους καλαμποκιού σε θερμοκρασία 25° C και υγρασία 70%, παρατήρησε εμφάνιση των θηλυκών ατόμων 2 ημέρες πριν την εμφάνιση των αρσενικών.

Έτσι σύμφωνα με μελέτες, που έχουν γίνει για τον κύκλο ζωής του *Prostephanus truncatus* σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασίας (12° C - 40° C) και σχετικής υγρασίας (30% - 90%), κατέληξαν στο ό,τι οι βέλτιστες συνθήκες επιβίωσης, ανάπτυξης και αναπαραγωγής του παρασίτου στο καλαμπόκι είναι 32° C και 70% - 80% σχετική υγρασία (Shires, 1970 και 1980 – Bell και Watters 1982).

Κάτω από τις βέλτιστες συνθήκες σε σιτηρά ή και σε αλεύρι καλαμποκιού οι Bell and Watters (1982) παρατήρησαν ότι ο κύκλος ζωής του εντόμου ολοκληρώθηκε σε 24-25 ημέρες. Αντίθετα, ο Shires (1980) εκτρέφοντας το *Prostephanus truncatus* σε αλεύρι καλαμποκιού κατέγραψε ότι ο κύκλος ζωής του εντόμου ολοκληρώθηκε σε 35 ημέρες.

Αυτή η αντοχή του *Prostephanus truncatus* να επιβιώνει και να πολλαπλασιάζεται σε πολύ ξερικές συνθήκες επιβεβαιώνεται και από άλλες μελέτες (Young et al. 1962 – Hodges και Meik, 1984 – Gines και Leon, 1975 – Hodges et al. 1983).

B. Σκοπός του πειράματος

Τα εντομοκτόνα απαρτίζουν το μεγαλύτερο μέρος των σημαντικότερων εργαλείων για την καταπολέμηση των επιβλαβών εντόμων τα οποία προσβάλλουν τις καλλιέργειες. Η χρήση των παραπάνω στα φυτά μπορεί να μας προσφέρει απαραίτητα στοιχεία που θα μας βοηθήσουν στην καταπολέμηση διαφόρων εχθρών των καλλιεργειών. Στην παρούσα μελέτη έγινε χρήση της *Cyantraniliprole* για την καταπολέμηση των σημαντικότερων μετά - συλλεκτικών εχθρών του καλαμποκιού (*Zea mays L.*), οι οποίοι είναι το *Tribolium confusum* και το *Prostephanus truncatus*. Το καλαμπόκι είναι ένα φυτό το οποίο καλλιεργείται κυρίως για τον καρπό του και δευτερευόντως για την παραγωγή βιομάζας. Στην Ελλάδα οι καλλιέργειες καλαμποκιού καλύπτουν περίπου ενάμιση εκατομμύρια στρέμματα για καρπό και χλωρή μάζα. Η καταπολέμηση των κολεοπτέρων *T. confusum* και *P. truncatus* γίνεται τόσο με την εφαρμογή βιολογικών μέσων και εντομοκτόνων όσο και με την εφαρμογή χημικών εντομοκτόνων. Η έγκαιρη χρήση των παραπάνω αποδεικνύεται ιδιαίτερα αποτελεσματική για τα ενήλικα άτομα των πληθυσμών αυτών. Για αυτόν τον λόγο έγινε χρήση ακμαίων εντόμων στην μελέτη μας.

Αρχικά, εφαρμόστηκαν εννέα δόσεις εντομοκτόνου, με την δραστική ουσία της *Cyantraniliprole*, με τις οποίες ψεκάστηκαν οι σπόροι καλαμποκιού, οι οποίοι θα αποτελούσαν τροφή για τα έντομα. Με αυτόν τον τρόπο έγινε η καταγραφή της αλληλεπίδρασης του εντόμου με το εντομοκτόνο σε εννέα διαφορετικές δόσεις διαλύματος, καθώς και της αποτελεσματικότητας της δραστικής ουσίας. Έτσι, σε διάστημα είκοσι οχτώ ημερών και με καταγραφές για κάθε επτά ημερών έγινε η καταγραφή της θνησιμότητας των εντόμων σε κάθε δοχείο.

Γ. Πειραματικό Μέρος

Γ1.Υλικά και μέθοδοι

Όργανα και συσκευές

1. Ηλεκτρικός ζυγός ακριβείας ενός δεκαδικού ψηφίου

Αντιδραστήρια

1. Αιθανόλη C₂H₆O
2. *Cyantraniliprole FMC VERIMARK 50 ml*
3. Απεσταγμένο νερό

Αναλώσιμα

1. Urobox
2. Ποτήρια ζέσεως
3. Τριβλία
4. Ράβδος ανάδευσης
5. Μαλακό διηθητικό χαρτί
6. Σιφόνι μετρήσεως
7. Ελαστική σφαίρα αναρρόφησης (πούαρ)
8. Πιπέτα ακριβείας μεταβλητού όγκου 1000-5000 ml
9. Τιγες για πιπέτες ακριβείας μεταβλητού όγκου
10. Δοκιμαστικός σωλήνας
11. Ψεκαστήρες των 5 ml
12. Ποτήρια ζέσεως των 100 ml
13. Υδροβολέας
14. Ψήκτρες καθαρισμού
15. Τσιμπίδα Hendi 23 cm
16. Ανοξείδωτη λαβίδα με σπαστά άκρα
17. Γυάλινη ράβδος
18. Εργαστηριακή ποδιά

Για τις μετρήσεις στο εργαστήριο :

1. Τσιμπίδα για τα έντομα
2. Διηθητικό χαρτί για την εναπόθεση των εντόμων
3. Τριβλία για την τοποθέτηση των νεκρών εντόμων
4. Χαρτί και στυλό για τις σημειώσεις των παρατηρήσεων

Γ1.1 Έντομα

Στην παρούσα μελέτη παραχωρήθηκε πληθυσμός ενήλικων εντόμων του *Prostephanus truncatus* (Horn), (*Coleoptera* : *Bostrichidae*) και του *Tribolium confusum* (Jacquelin du Val), (*Coleoptera* : *Tenebrionidae*) , των οποίων η εκτροφή έγινε σε ειδικά γυάλινα

δοχεία γεμάτα με σπόρους καλαμποκιού. Η εκτροφή των κολεοπτέρων έλαβε χώρα στο Εργαστήριο Φυτουγείας του Τμήματός Γεωπονίας στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων και αναπτύχθηκε μέσα σε αποστειρωμένο σιτάρι και μαγιά. Σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του εντόμου βρισκόταν σε σταθερή θερμοκρασία στους $25\pm 2^{\circ}\text{C}$. Τα έντομα βρισκόντουσαν και αναπτύσσονταν μέσα σε βάζα και πραγματοποιούνταν αραιώσεις, ώστε να αποφευχθεί ο συνωστισμός που θα επηρέαζε την ανάπτυξη και την πρόσληψη τροφής των προνυμφών. Συγκεκριμένα την Άνοιξη του 2021 έγινε η εκτροφή των εντόμων για να δοθεί ο επιθυμητός αριθμός των ενήλικων εντόμων για την εξέλιξη της μελέτης. Κατά την εκτροφή έγινε διαχωρισμός των ενήλικων εντόμων σε διαφορετικά δοχεία ώστε να καλυφθεί ο επιθυμητός αριθμός εντόμων για τις δόσεις του εντομοκτόνου.

Γ1.2 Υπόστρωμα (Τροφή)

Ως φυτικό υλικό χρησιμοποιήθηκαν σπόροι του φυτού καλαμποκιού (*Zea mays L.*) οι οποίοι τοποθετήθηκαν σε ειδικά δοχεία και στην συνέχεια εμβαπτίστηκαν με διάλυμα δραστικής ουσίας (*Cyantraniliprole*).

Γ2. Πειραματική πορεία

Γ2.1 Δημιουργία διαλύματος με δραστική ουσία.

Σε εννέα ποτήρια ζέσεως, αριθμημένα από το ένα μέχρι το εννέα, τοποθετήθηκαν σαράντα ml απιονισμένου νερού. Οι δοσολογίες αυτές προήλθαν από τις συγκεντρώσεις που επιλέχθηκαν να τοποθετηθούν σε κάθε ποτήρι ζέσεως. Στην συνέχεια έγινε χρήση τις πιπέτας μεταβλητού όγκου 1000-5000 ml με την βοήθεια της οποίας έγινε εναπόθεση της δραστικής ουσίας με ακρίβεια στο απιονισμένο νερό. Οι συγκεντρώσεις της δραστικής ουσίας αναγράφονται παρακάτω :

1. 250 ppm που αντιστοιχούν σε 0.25 ml /L δραστικής ουσίας στο νούμερο ένα
2. 500 ppm που αντιστοιχούν σε 0.5 ml /L δραστικής ουσίας στο νούμερο δύο
3. 1000 ppm που αντιστοιχούν σε 1 ml /L δραστικής ουσίας στο νούμερο τρία
4. 1250 ppm που αντιστοιχούν σε 1.25 ml /L δραστικής ουσίας στο νούμερο τέσσερα
5. 1500 ppm που αντιστοιχούν σε 1.5 ml/L δραστικής ουσίας στο νούμερο πέντε
6. 2000 ppm που αντιστοιχούν σε 2 ml/L δραστικής ουσίας στο νούμερο έξι
7. 2250 ppm που αντιστοιχούν σε 2.25 ml/L δραστικής ουσίας στο νούμερο επτά
8. 2500 ppm που αντιστοιχούν σε 2.5 ml/L δραστικής ουσίας στο νούμερο οκτώ
9. 3000 ppm που αντιστοιχούν σε 3 ml/L δραστικής ουσίας στο νούμερο εννέα



Εικόνα 13 Ποτήρια ζέσεως με διάλυμα της *Cyantraniliprole*

Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 14 Πιπέτα ακριβείας μεταβλητού όγκου και *Cyantraniliprole FMC*

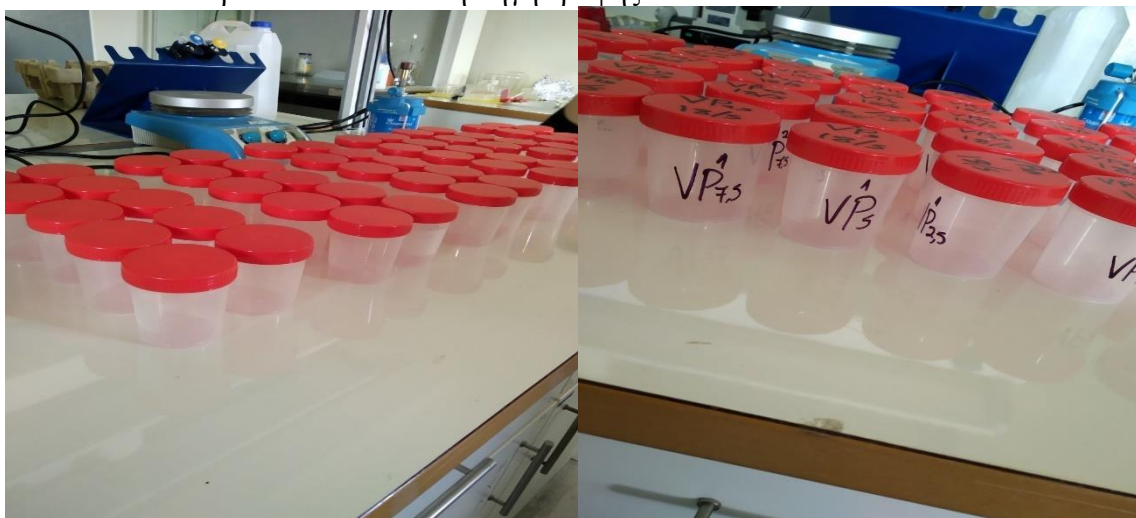
<https://www.why.gr/wp-content/uploads/2019/07/301115-e1430131030685.jpg>

<https://www.why.gr/wp-content/uploads/2019/07/301115a-e1430131043226.jpg>

Προσωπικό αρχείο

Γ2.2 Κωδικοποίηση – προετοιμασία δοχείων

Αφού δημιουργήθηκαν οι εννέα συγκεντρώσεις της δραστικής ουσίας στην συνέχεια έγινε κωδικοποίηση των δοχείων στα οποία θα γίνει η τοποθέτηση των εντόμων με την δραστική ουσία και την πηγή τροφής. Για αυτήν την διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν Urobox. Η κωδικοποίηση ήταν VP για το *Prostephanus truncatus* και VT για το *Tribolium confusum*. Το πρώτο γράμμα προήλθε από την εταιρία που μας χορήγησε το εντομοκτόνο (Verimark) και το δεύτερο από τα αρχικά του γένους κάθε εντόμου. Στην συνέχεια γράφτηκαν και τα ml/L κάθε συγκέντρωσης πάνω σε κάθε δοχείο καθώς και η ημερομηνία εκείνης της ημέρας. Δημιουργήθηκαν πέντε Urobox για κάθε συγκέντρωση και πέντε Urobox ψεκασμένα μόνο με απιονισμένο νερό τα οποία χρησιμοποιήθηκαν και ως μάρτυρες στο πείραμα. Έτσι όταν τελειώσει αυτή η διαδικασία έγινε η ετοιμασία των Urobox ώστε να προστεθεί σε αυτά η πηγή τροφής.



Εικόνα 15 Διαδικασία κωδικοποίησης πάνω στα καπάκια των Urobox

Προσωπικό αρχείο

Γ2.3 Ζύγισμα τροφής και καταμέτρηση εντόμων

Έπειτα πραγματοποιήθηκε η διαδικασία ζυγίσματος της τροφής. Ανοίχτηκαν όλα τα Urobox και τοποθετήθηκαν τα στον ζυγό ακριβείας ώστε να γίνει η εναπόθεση δέκα γραμμαρίων καλαμποκιού σε σπόρο σε κάθε ένα από αυτά. Αργότερα έγινε καταμέτρηση τριακοσίων ενήλικων ατόμων από τον πληθυσμό των εντόμων και τοποθέτηση δέκα από αυτών σε κάθε Urobox.



Εικόνα 16 Διαδικασία ζυγίσματος με ζυγό ακριβείας

Προσωπικό αρχείο

Γ2.4 Τοποθέτηση διαλύματος σε ειδικό ψεκαστήρα και ψεκασμός στα Urobox

Καθώς ολοκληρώθηκε η διαδικασία τοποθέτησης της τροφής και των ενήλικων εντόμων σε κάθε Urobox έγινε η τοποθέτηση του διαλύματος της δραστικής ουσίας σε εννέα ψεκαστήρες ώστε να πραγματοποιηθεί ψεκασμός πάνω από την πηγή τροφής. Χρησιμοποιώντας έναν ψεκαστήρα των 5 ml έγινε διαδικασία τριών ψεκασμών για κάθε δοχείο. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε χειροκίνητη ανάδευση για 30 δευτερόλεπτα ώστε να επιτευχθεί ίση κατανομή του διαλύματος. Μια σειρά δοχείων Urobox ψεκάστηκε μόνο με απεσταγμένο νερό, για να χρησιμοποιηθεί ως μάρτυρας. Τέλος αφού έγινε απορρόφηση της περίσσιας υγρασίας πραγματοποιήθηκε το κλείσιμο όλων των δοχείων.



Εικόνα 17 Ψεκάσμος με διάλυμα *Cyantraniliprole*

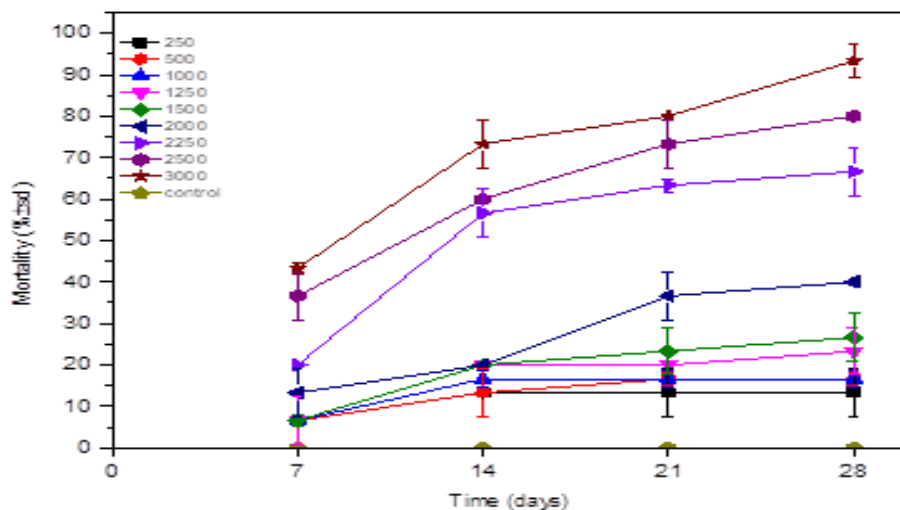
Προσωπικό αρχείο

Γ2.5 Στατιστική επεξεργασία

Η αποτελεσματικότητα όλων των στελεχών επί των προνυμφών υπολογίστηκε με τον τύπο του Abbott (Abbott 1925, Kurstak 1982). Το στατιστικό πακέτο IBMSPSS (IBMcor., IL, USA, version23.0) χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της διακύμανσης των δεδομένων. Τα δεδομένα, όπου κρίνονταν αναγκαίο μετατρέπονταν κατάλληλα (\arcsin) προκειμένου να τηρηθούν οι προϋποθέσεις της παραμετρικής ανάλυσης για ίσες παραλλακτικότητες μεταξύ των μεταχειρίσεων. Ο χρόνος επιβίωσης των ακμαίων του κολεοπτέρου *T. confusum* και *P. truncatus* υπολογίστηκε με ανάλυση Kaplan-Meier και η σύγκριση έγινε με το τεστ LogRank (Mantel-Cox).

Γ3. Καταγραφή των αποτελεσμάτων

Γ3.1 Καταγραφή αποτελεσματικότητας της δραστικής Cyantraniliprole εναντίων των ακμαίων του κολεοπτέρου *Prostephanus truncatus*



Γράφημα 1 Καταγραφή θνησιμότητας του *P.truncatus* σε 28 ημέρες

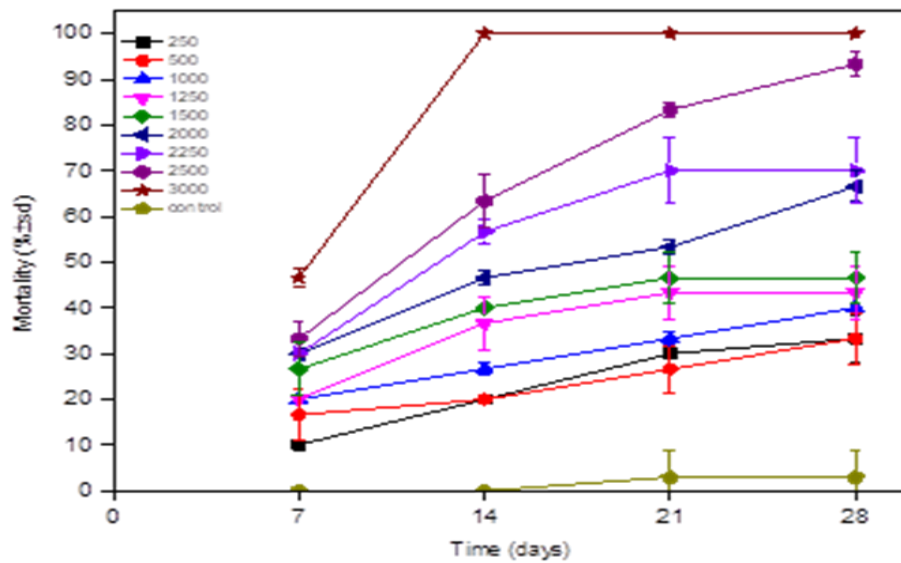
Στο παραπάνω γράφημα καταγράφεται η θνησιμότητα του *Prostephanus truncatus* σε είκοσι οκτώ ημέρες από τον ψεκάσμο. Παρατηρείται, λοιπόν ό,τι στον μάρτυρα δεν παρουσίασε καθόλου θνησιμότητα καθώς η τροφή ήταν εμβαπτισμένη μόνο με απιονισμένο νερό. Η θνησιμότητα των ακμαίων λόγω επίδρασης του εντομοκτόνου κυμάνθηκε στα 250 ppm 13.3% έως 93.3% στα 3000 ppm στις 28 ημέρες. Το συμπέρασμα έπειτα από την καταγραφή των αποτελεσμάτων ήταν πως όσο περισσότερη δραστική ουσία τόσο μεγαλύτερη θνησιμότητα πληθυσμού.

Πίνακας 1.3. Μέση θνησιμότητα (% \pm SD) και ενδιάμεσος χρόνος επιβίωσης (Ημέρες \pm SD) των ακμαίων του *P. truncatus*. Οι μέσες τιμές \pm SD με το ίδιο γράμμα σε μια στήλη δεν διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).

Δόσεις (ppm)	Θνησιμότητα (% \pm SD)				Μέσος χρόνος επιβίωσης (Μέρες \pm SD)
	Μέρες				
	7	14	21	28	
250	6.6 \pm 5.7a	13.3 \pm 5.7a	13.3 \pm 5.7a	13.3 \pm 5.7a	26.7 \pm 1.2a
500	6.6 \pm 5.7a	13.3 \pm 5.7a	16.6 \pm 1.5a	16.6 \pm 1.5a	24.6 \pm 0.8a
1000	6.6 \pm 1.5a	16.6 \pm 2.0a	16.6 \pm 5.7b	16.6 \pm 5.2a	24.3 \pm 0.9a
1250	6.6 \pm 5.7a	16.6 \pm 5.7a	16.6 \pm 5.7a	26.6 \pm 5.7a	23.2 \pm 1.2a
1500	6.6 \pm 1.5a	20.0 \pm 0.0a	23.3 \pm 5.7a	26.6 \pm 5.7a	22.8 \pm 1.7a
2000	13.3 \pm 5.7a	20.0 \pm 0.0a	36.6 \pm 5.7b	50.0 \pm 0.0b	17.2 \pm 0.5b
2250	20 \pm 0.0a	56.6 \pm 5.7b	63.3 \pm 1.5c	76.6 \pm 5.7c	14.5 \pm 2.2b
2500	36.6 \pm 5.7a	60.0 \pm 0.0b	83.3 \pm 5.7d	90.0 \pm 0.0d	12.7 \pm 1.3c
3000	43.3 \pm 1.5b	73.3 \pm 5.7c	90.0 \pm 0.0d	93.3 \pm 4.2d	10.4 \pm 0.9c
Control	0 \pm 0c	0 \pm 0d	0 \pm 0e	0 \pm 0e	28 \pm 0.0d

Στις 21 ημέρες και αφού στις δόσεις των 2500 και των 3000 ppm παρατηρήθηκε πλήρης θνησιμότητα των εντόμων λόγω της αυξημένης ποσότητας σε δραστική ουσία καταγράφηκαν και τα αποτελέσματα των υπόλοιπων δόσεων καθώς και του μάρτυρα. Έτσι, λοιπόν, έγινε καταγραφή που οδηγεί στα παρακάτω αποτελέσματα: Ύστερα από την καταγραφή των 28 ημερών παρατηρήθηκε πως στα Urobox στα οποία έγινε ψεκασμός του διαλύματος της δραστικής ουσίας δεν παρέμεινε κανένα ζωντανό ακμαίο έντομο. Η θνησιμότητα του μάρτυρα ήταν σε όλη την διάρκεια του πειράματος 0%.

Γ3.2 Καταγραφή αποτελεσματικότητας της δραστικής Cyantraniliprole εναντίων των ακμαίων του κολεοπτέρου *Tribolium confusum*



Γράφημα 2 Καταγραφή θνησιμότητας του *T. confusum* σε 28 ημέρες

Στο παραπάνω γράφημα παρατηρείται η θνησιμότητα που κατέγραψε το *Tribolium confusum* σε είκοσι οκτώ ημέρες από τον ψεκάσμό. Παρατηρείται, λοιπόν, ότι στον μάρτυρα δεν παρουσίασε καθόλου θνησιμότητα καθώς η τροφή ήταν εμβαπτισμένη μόνο με απιονισμένο νερό. Η θνησιμότητα των ακμαίων λόγω επίδραση του εντομοκτόνου κυμάνθηκε στα 250 ppm 33.3% έως 100% στα 3000 ppm στις 28 ημέρες. Παρατηρήθηκε, ακόμη πως όσο αυξάνεται η συγκέντρωση της δραστικής ουσίας τόσο αυξάνεται και η θνησιμότητα των ατόμων του πληθυσμού.

Πίνακας 1.4 Μέση θνησιμότητα (% \pm SD) και ενδιάμεσος χρόνος επιβίωσης (Ημέρες \pm SD) των ακμαίων του *T. confusum*. Οι μέσες τιμές \pm SD με το ίδιο γράμμα σε μια στήλη δεν διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).

Δόσεις (ppm)	Θνησιμότητα (% \pm SD)				Μέσος χρόνος επιβίωσης (Μέρες \pm SD)
	Μέρες				
	7	14	21	28	
250	10.0 \pm 0.0a	20 \pm 0.0a	30.0 \pm 0.0a	33.3 \pm 5.2a	24.3 \pm 1.3a
500	16.6 \pm 5.7b	26.6 \pm 5.2a	33.3 \pm 5.7a	36.6 \pm 5.7a	22.6 \pm 0.8a
1000	26.6 \pm 5.2b	30.0 \pm 0.0a	40.0 \pm 0.0a	40.0 \pm 0.0a	21.3 \pm 1.1a
1250	26.6 \pm 5.7b	36.6 \pm 5.7a	43.3 \pm 5.7a	43.3 \pm 5.7a	20.2 \pm 1.0a
1500	26.6 \pm 5.7b	40.0 \pm 0.0a	46.6 \pm 5.7a	46.6 \pm 5.7a	18.8 \pm 1.3a
2000	30.0 \pm 0.0b	46.6 \pm 1.5a	53.3 \pm 1.5a	66.6 \pm 3.3b	13.2 \pm 1.5b
2250	30.0 \pm 0.0b	56.6 \pm 2.8b	70.0 \pm 7.3b	70.0 \pm 7.3b	11.5 \pm 1.2b
2500	33.3 \pm 3.7b	63.3 \pm 5.7b	83.3 \pm 1.5b	93.3 \pm 2.7b	9.8 \pm 1.3b
3000	46.6 \pm 2.2c	100.0 \pm 0.0c	100.0 \pm 0.0c	100.0 \pm 0.0c	7.7 \pm 0.2c
Control	0.0 \pm 0.0d	0 \pm 0d	3.3 \pm 3.3d	3.3 \pm 3.3d	27.7 \pm 0.3d

Στις 21 ημέρες και αφού σε όλες τις δόσεις παρατηρήθηκαν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας των εντόμων ιδιαίτερα στις δόσεις πάνω από 2250 ppm. Η καταγραφή των αποτελεσμάτων συνεχίστηκε και στις 28 ημέρες με την θνησιμότητα των ακμαίων ιδιαίτερα στις υψηλές δόσεις να κυμαίνεται από 70% (2250 ppm) έως 100% (3000ppm). Η θνησιμότητα του μάρτυρα ήταν 3.3% μετά το πέρας των 21 ημερών.

Α. Συζήτηση – Συμπεράσματα

Το *Cyantraniliprole*, το εντομοκτόνο ανθρανιλικού διαμιδίου, δεύτερης γενιάς, έχει τόσο διαφυλλική όσο και συστηματική δράση (για άμεση επαφή στο έδαφος) και στοχεύει σε μεγαλύτερο αριθμό μασητικών και μυζητικών παρασίτων δρώντας κατά αποκλειστικότητα στους υποδοχείς ρυανοδίνης τους (Grávalos et al., 2015). Αυτά τα εντομοκτόνα έχουν έναν χαρακτηριστικό τρόπο δράσης που στοχεύει τον υποδοχέα της ρυανοδίνης σε μια θέση ξεχωριστή από την ρυανοδίνη και προκαλεί την απελευθέρωση ενδοκυτταρικού Ca^{+2} (Knight και Flexner, 2007). Μέχρι στιγμής, το *Cyantraniliprole* δεν έχει δοκιμαστεί σε παράσιτα τα οποία προσβάλλουν τα αποθηκευμένα προϊόντα. Στην παρούσα μελέτη έγινε κατανοητή η αποτελεσματικότητα του *Cyantraniliprole* στα ενήλικα είδη σκαθαριών που προκαλούν σημαντικές απώλειες στα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όταν το *Cyantraniliprole* εφαρμόστηκε σε σπόρους καλαμποκιού ήταν σε θέση να προκαλέσει αξιοσημείωτη θνησιμότητα σε ενήλικα άτομα των κολεοπτέρων *P.truncatus* και *T.confusum*. Τα ενήλικα άτομα του *P.truncatus* παρουσίασαν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας στις τρεις υψηλότερες δόσεις. Από την άλλη, τα ενήλικα άτομα του *T.confusum* εμφάνισαν ευαισθησία σε όλες τις δοκιμασμένες δόσεις.

Τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης είναι παρόμοια με αυτά μιας πρόσφατης μελέτης κατά την οποία έγινε εφαρμογή του *Cyantraniliprole* κατά των ενήλικων ατόμων του εντόμου *Hypothenemus hamperi* (Ferrari). Ήταν πολύ τοξικό και είχε ισχυρή επίδραση κατά την τοπική εφαρμογή (Plata-Rueda et al., 2019). Το *Cyantraniliprole* έχει ήδη χρησιμοποιηθεί πάνω σε σπόρους για την καταπολέμηση ορισμένων μασητικών εντόμων όχι όμως για αυτά τα οποία προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα. Οι τοξικολογικές επιδράσεις του *Cyantraniliprole* είναι η ταχεία διακοπή της σίτισης, που οδηγεί σε λήθαργο, παράλυση και θάνατο (Cordova et al., 2006). Δράση κατά των ενήλικων εντόμων των αποθηκών δεν έχει αναφερθεί προηγουμένως. Έχουν αποδειχθεί όμως επιδράσεις του *Cyantraniliprole* συμπεριλαμβανομένης της μειωμένης γονιμότητας, της σίτισης, της ωοτοκίας και του ζευγαρώματος του *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Bielza και Guillén. 2015). Μελέτες έχουν δείξει πρώτον ότι η επεξεργασία των σπόρων με *Cyantraniliprole* μειώνει σημαντικά την προσβολή του σκαθαριού του ρυζιού *Lissorhoptus oryzophilus* (Kuschel) και δεύτερον ότι στους σπόρους ρυζιού που επεξεργάστηκαν με *Cyantraniliprole* εμφανίστηκε μικρότερος αριθμός προνυμφών και νυμφών σε σχέση με τους σπόρους ρυζιού που επεξεργάστηκαν με άλλα εντομοκτόνα (Hummel et al., 2014). Υψηλή θνησιμότητα προνυμφών του *Agrotis ipsilon* σημειώθηκε σε φυτά καλαμποκιού τα οποία επεξεργάστηκαν με *Cyantraniliprole* (Zhang et al., 2019). Οι Tiwari και Stelinski (2013) υποδεικνύουν ότι το *Cyantraniliprole* μειώνει την σίτιση από ενήλικα άτομα του *Diaphorina citri* (Tiwari και Stelinski, 2013). Έχει αποδειχθεί, ακόμη, ότι μειώνει και την σίτιση άλλων εντόμων (Jacobson και Kennedy, 2011). Επιπλέον, το *Cyantraniliprole* παρείχε μέτρια έως πολύ καλή μείωση της προσβολής στα φύλλα από τους *Plutella xylostella* L., *Trichoplusia ni* (Hubner), *Spodoptera exigua* (Hubner) και *Helicoverpa zea* (Boddie) (Hannig et al., 2009). Από την άλλη πλευρά το πιο ανθεκτικό είδος ήταν το *Rhyzopertha domenicana* (Fabricius) με την υψηλότερη τιμή LC50.

Ο χρόνος επιβίωσης των ενήλικων που δοκιμάστηκαν ήταν σημαντικά χαμηλότερος από εκείνον των ενήλικων μαρτύρων. Οι δόσεις των εντομοκτόνων επηρεάζουν την φυσιολογία των εντόμων αλλά αλλάζουν και την συμπεριφορά των εντόμων (Desneux et al., 2006). Οι Zhang et al. (2014) έδειξαν ότι μια δόση του *Cyantraniliprole* αύξησε την ανταγωνιστικότητα του ζευγαρώματος των αρσενικών *Bactocera dorsalis* (Hendel) καθώς και τον αριθμό των φορών που ζευγαρώθηκε ένα ζευγάρι που έλαβαν την δόση του *Cyantraniliprole* (Zhang et al., 2014). Το τρύπημα και η σίτιση των παρασίτων προκαλούν

όχι μόνο άμεση ζημιά στα φυτά μέσω αντίγνευσης με στυλεό αλλά και έμμεση καθώς κατά την διάρκεια της σίτισης μεταδίδονται φυτικοί ιοί (Jones, 2003) . Επιπλέον, το *Cyantraniliprole* έχει δείξει αποτελεσματικότητα σε ένα ευρύ φάσμα παρασίτων το οποίο αποτελείται από Λεπιδόπτερα, Δίπτερα, Αλευρώδη, Μύγες Φρούτων, Σκαθάρια, Θρίπες, Αφίδες κ.α. Selby et al., 2017).

Συμπερασματικά, η παρούσα μελέτη ασχολήθηκε για πρώτη φορά με τις επιδράσεις της *Cyantraniliprole* σε ενήλικα άτομα των κολεοπτέρων *P.truncatus* και *T.confusum*. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση της δραστικής ουσίας τόσο μεγαλύτερη θνησιμότητα εντόμων καταγράφεται. Το εντομοκτόνο ήταν περισσότερο αποτελεσματικό για το *T.confusum* όμως ήταν το ίδιο αποτελεσματικό και για το *P.truncatus* γεγονός που κάνει την *Cyantraniliprole* ένα αποτελεσματικό εντομοκτόνο για την τάξη των κολεοπτέρων.

Ε.Βιβλιογραφία

- Σταμιόπουλος Δ.Κ., 2008. Εχθροί αποθηκευμένων προϊόντων, μουσείων και κατοικιών. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος, σελ 237.
- Σταμιόπουλος Δ.Κ., 1999. Έντομα αποθηκών και μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ.254.
- Πελεκάσης Ε. Δ., 1984. Μαθήματα γεωργικής εντομολογίας, ειδική εντομολογία, Τόμος Β', Αθήνα, σελ. 554
- Howe R.W., 1960. The effects of temperature and humidity on the rate of development and the mortality of *Tribolium confusum* Duval. (Coleoptera: Tenebrionidae). Ann. appl. Biol.,48 (1960), 363-376
- Ford J., 1937. Research on populations of *Tribolium confusum* and bearing on ecological theory (special review). The Journal of Animal Ecology 6, 1937, 1-14.
- Day E., 1996. Confused flour beetle, *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Virginia polytechnic institute and state university, insect identification laboratory.
- Baldwin R. and Fasoulo T., 2003. Confused flour beetle, *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). University of Florida, institute of food and agricultural sciences, department of entomology and nematology.
- Εμμανουήλ Ν. και Μπουχέλος Ν. (1996). Ζωικοί Εχθροί Τροφίμων και Γεωργικών Προϊόντων, Αθήνα.
- Μπουχέλος Κ. Θ. , 1984. Έντομα αποθηκών. Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο. Κηφισιά.
- Θωμαΐδης Σ. , 1992. Καταπολέμηση εντόμων σε αποθηκευμένα σιτηρά. ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, 12: 80-83
- Μπούχελος Κ. Θ. , 1981. Πληθυσμός Κολεοπτέρων σε αλευρόμυλους και συναφείς χώρους. Χρον. Μπενάκειου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου, (Ν.Σ.), 13: 6-29. Κηφισιά.
- Παρασκευή Υφαντή, 2021 Εργαστηριακές σημειώσεις Ολοκληρωμένης Φυτοπροστασίας. Τμήμα Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
- Μπούχελος Κ. Θ. , 1993. Έντομα αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας. Αθήνα.
- Chittenden, F. H. (1897). Some insects injurious to stored grain. U.S. Dept. Agr. Div. Ent. Bull, (n.s.), 45 : 11-12.
- Fields, P. G. (1992). The control of stored products insects and mites with extreme temperatures, J. Stored Prod. Res., 28:89-118.
- Oberlander , H., D. L., Silhaek, E. Shayya and Isyya, I., (1997). Current status and future perspectives of the use of insect growth regulators for the control of stored product insects. Journal of Stored Products Pest. Research Volume 33 No 1: 1-6.
- Μπουχέλος Κ. , Αθανασίου Χ. , 2000. Νέες μέθοδοι για ανίχνευση και εκτίμηση προσβολών από κολεόπτερα έντομα σε αποθηκευμένα σιτηρά, Γεωργία - κτηνοτροφία 1. σελ. 16-22.
- Μπουχέλος Κ. , 2018. Έντομα αποθηκών και τροφίμων, Εκδόσεις έμβρυο, Αθήνα σελ.27,95,99-105
- Λυκουρέσης Δ.Π., (1995. Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση Εντόμων-Εχθρών Καλλιεργειών. (Πανεπιστημιακές παραδόσεις) σελ. 69, 77

- Cox, P.D., Wilking, D. R. 1996. The potential use of biological control of pests in stored grain. Research Review 36. Home-Grown Cereals Authority, London.
- THE BIOLOGY AND CONTROL OF PROSTEPHANUS TRUNCATUS (HORN) (COLEOPTERA: BOSTRICHIDAE) A DESTRUCTIVE STORAGE PEST WITH AN INCREASING RANGE R. J. HODGES ,Tropical Development and Research Institute, Storage De ondon Road, Slough, Berkshire SL3 7HL, England ,1985
- C.G. Athanassiou, N.G. Kavallieratos, M.C. Boukouvala, E.P. Nika 2017. Influence of commodity on the population growth of the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrychidae). *Journal of Stored Products Research* 73, p.129-134.
- Αναστασίου Θ., (2003). Εχθροί που Προσβάλλουν Αποθηκευμένα Προϊόντα στο Νομό Μεσσηνίας. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα ΘΕΚΑ, Καλαμάτα.
- Papachristos D.P., & Stamopoulos D.C., (2002). Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae), *Journal of Stored Products Research*, 38(2): 117 – 128.
- Ναβροζίδης Ι. Εμμανουήλ. , Ανδρεάδης Σ. Στέφανος. , Ειδική Γεωργική Εντομολογία, 2012 Εκδόσεις : CCITY PUBLISH. , Αθήνα
- Rees D., (2007). *Insects of Stored Grain*, Publications: Embryo.
- Z. Zhang, C. Xu, J. Ding, Y. Zhao, J. Lin, F. Liu and W. Mu, "Cyantraniliprole seed treatment efficiency against *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae) and residue concentrations in corn plants and soil," vol. 75, no. 5, pp. 1464-1472, 5 2019.
- S. Tiwari and L. L. Stelinski, "Effects of cyantraniliprole, a novel anthranilic diamide insecticide, against Asian citrus psyllid under laboratory and field conditions," vol. 69, no. 9, pp. 1066-1072, 9 2013.
- A. Plata-Rueda, L. C. Martínez, B. K. R. Da Silva, J. C. Zanuncio, M. E. d. S. Fernandes, R. N. C. Guedes and F. L. Fernandes, "Exposure to cyantraniliprole causes mortality and disturbs behavioral and respiratory responses in the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*)," vol. 75, no. 8, pp. 2236-2241, 8 2019.
- C. Grávalos, E. Fernández, A. Belando, I. Moreno, C. Ros and P. Bielza, "Cross-resistance and baseline susceptibility of Mediterranean strains of *Bemisia tabaci* to cyantraniliprole," vol. 71, no. 7, pp. 1030-1036, 7 2015.
- A. L. Knight and L. Flexner, "Disruption of mating in codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) by chlorantranilipole, an anthranilic diamide insecticide," vol. 63, no. 2, pp. 180-189, 2 2007.
- D. Cordova, E. A. Benner, M. D. Sacher, J. J. Rauh, J. S. Sopa, G. P. Lahm, T. P. Selby, T. M. Stevenson, L. Flexner, S. Gutteridge, D. F. Rhoades, L. Wu, R. M. Smith and Y. Tao, "Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation," vol. 84, no. 3, pp. 196-214, 3 2006.
- P. Bielza and J. Guillén, "Cyantraniliprole: A valuable tool for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) management," vol. 71, no. 8, pp. 1068-1074, 8 2015.
- N. A. Hummel, A. Mészáros, D. R. Ring, J. M. Beuzelin and M. J. Stout, "Evaluation of seed treatment insecticides for management of the rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel (Coleoptera: Curculionidae), in commercial rice fields in Louisiana," vol. 65, pp. 37-42, 11 2014.

- S. K. Lanka, M. J. Stout, J. M. Beuzelin and J. A. Ottea, "Activity of chlorantraniliprole and thiamethoxam seed treatments on life stages of the rice water weevil as affected by the distribution of insecticides in rice plants," vol. 70, no. 2, pp. 338-344, 2 2014.
- A. L. Jacobson and G. G. Kennedy, "The effect of three rates of cyantraniliprole on the transmission of tomato spotted wilt virus by *Frankliniella occidentalis* and *Frankliniella fusca* (Thysanoptera: Thripidae) to *Capsicum annuum*," vol. 30, no. 4, pp. 512-515, 4 2011.
- G. T. Hannig, M. Ziegler and G. M. Paula, "Feeding cessation effects of chlorantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide, in comparison with several insecticides in distinct chemical classes and mode-of-action groups," vol. 65, no. 9, pp. 969-974, 9 2009.
- W. Han, S. Zhang, F. Shen, M. Liu, C. Ren and X. Gao, "Residual toxicity and subsurvival effects of chlorantraniliprole on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)," vol. 68, no. 8, pp. 1184-1190, 8 2012.
- N. Desneux, A. Decourtye and J.-M. Delpuech, "The Subsurvival Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods," vol. 52, pp. 81-106, 12 2006.
- R. Zhang, S. He and J. Chen, "Monitoring of *bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) resistance to cyantraniliprole in the South of China," vol. 107, no. 3, pp. 1233-1238, 2014.
- D. Jones, "Plant viruses transmitted by whiteflies," vol. 109, no. 3, pp. 195-219, 2003.
- T. P. Selby, G. P. Lahm and T. M. Stevenson, "A retrospective look at anthranilic diamide insecticides: discovery and lead optimization to chlorantraniliprole and cyantraniliprole," vol. 73, no. 4, pp. 658-665, 4 2017
- Μίνως Ε. Τζατζανάκης, Δημήτρης Σ. Κωβαίος, " ENTOMOLOGIA", 1995,2007,2018 Εκδόσεις: UNIVERSITY STUDIO PRESS
- Ηλιόπουλος Α.Γ., 2003. Ολοκληρωμένη Φυτοπροστασία II: μέθοδοι και μέσα ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας. ΤΕΙ Καλαμάτας, 150 σελ.
- Παπακώστα – Τασοπούλου, Δ. 2012.Ειδική ΓεωργίαΣιτηρά και ψυχανθή. Εκδόσεις Σύγχρονη παιδεία, Θεσσαλονίκη.

Διαδικτυακές πηγές

- https://en.wikipedia.org/wiki/Prostephanus_truncatus
- https://en.wikipedia.org/wiki/Confused_flour_beetle
- <https://www.plantwise.org/knowledgebank/datasheet/54668#>
- <https://infonet-biovision.org/PlantHealth/Pests/Larger-grain-borer-LGB>
- <https://www.sciencedirect.com/>
- <https://www.agric.wa.gov.au/pest-insects/insect-pests-stored-grain?page=0%2C1>
- <https://www.cabi.org/isc/datasheet/54668>
- [Η καλλιέργεια του καλαμποκιού - Meteofarm](#)
- <https://www.cabi.org/isc/datasheet/44524>
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23371893/>

Διαδικτυακές πηγές φωτογραφιών

- <https://www.alamy.com/>
- http://apolymansi-apentomosi.blogspot.com/2014/09/wwwapolimantikildgr_89.html
- <https://www.shutterstock.com/el/search/sitophilus+granarius>
- <https://russellipm.com/insect/sitophilus-granarius-grain-weevil/>
- <https://www.shutterstock.com/el/search/sitophilus+oryzae>
- <https://www.dreamstime.com/photos-images/acanthoscelides-obtectus.html>
- <https://www.shutterstock.com/el/search/Acanthoscelides+obtectus>
- [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cadelle beetle - Tenebroides mauritanicus 1234043.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cadelle_beetle_-_Tenebroides_mauritanicus_1234043.png)
- [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tenebroides mauritanicus.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tenebroides_mauritanicus.jpg)
- <https://www.dreamstime.com/photos-images/rhyzopertha-dominica.html>
- <https://www.shutterstock.com/el/search/rhyzopertha+dominica>
- <https://www.dreamstime.com/photos-images/tribolium-castaneum.html>
- <https://www.cabi.org/isc/datasheet/54668#toDistributionMaps>
- <https://www.dreamstime.com/photos-images/tribolium-confusum.html>
- <https://www.dreamstime.com/photos-images/tribolium-confusum.html>
- [Prostephanus truncatus | BioLib.cz](http://Prostephanus_truncatus|BioLib.cz)
- <https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5471700>
- <https://infonet-biovision.org/PlantHealth/Pests/Larger-grain-borer-LGB>
- <https://innspubnet.wordpress.com/2017/12/28/resistance-to-the-larger-grain-borer-prostephanus-truncatus-and-yield-performance-in-selected-local-maize-landraces-in-kenya-ijaar/>
- <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/prostephanus-truncatus>
- <https://www.why.gr/wp-content/uploads/2019/07/301115-e1430131030685.jpg>
- <https://www.why.gr/wp-content/uploads/2019/07/301115a-e1430131043226.jpg>

Πτυχιακές- Διατριβές

- Μαρία Μπουκουβάλα. Μελέτη της εντομοκτόνου δράσεως του chlorantraniliprole κατά των *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera : Bostrychidae), *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera : Tenebrionidae), *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), *Liposcelis bostrychophylla* Badonnel (Psocoptera: Liposcelididae): Επίδραση της δόσεως , του διαστήματος εκθέσεως και του είδους δημητριακού. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ, ΙΩΑΝΝΙΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2013
- Μικέλη Νικολέττα. Μελέτη της εντομοκτόνου δράσεως τριών σκευασμάτων γης διατόμων κατά των ακμαίων εντόμων : *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) και *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae), εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ, ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ, ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2006
- Δεληγιώργη Αφροδίτη. ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΤΕΜΑΧΙΔΙΩΝ ΤΟΥ *Tribolium confusum* ΣΕ ΑΜΥΛΟΥΧΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΒΟΛΟΣ, 2013

