



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

« Τροφικές προτιμήσεις του *Tribolium confusum* και ανάπτυξή του
σε συστατικά ιχθυοτροφών »



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ:
του Λαδογιάννη Γεωργίου

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Κ_{ος} Σταμόπουλος Δημήτριος

ΒΟΛΟΣ 2009



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

Αριθ. Εισ.: 8273/1
Ημερ. Εισ.: 22-03-2010
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΙΥΠ
2009
ΛΑΔ

**« Τροφικές προτιμήσεις του *Tribolium confusum* και ανάπτυξή του
σε συστατικά ιχθυοτροφών »**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Δημήτριος Σταμόπουλος, Επιβλέπων Καθηγητής.

Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος.

Δημήτριος Βαφείδης, Μέλος.

Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος.

Νικόλαος Παπαδόπουλος, Μέλος.

Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	5
Abstract.....	6
Σκοπός.....	7
1. Εισαγωγή.....	7
1.1 Συστατικά ιχθυοτροφών.....	7
1.1.1 Ζωικά υποπροϊόντα.....	8
1.1.2 Υποπροϊόντα ψαριών και προϊόντα νωπών αλιευμάτων.....	9
1.1.3 Φυτικά υποπροϊόντα.....	9
1.1.4 Άλλες ουσίες.....	10
1.2 Έντομα που προσβάλλουν τις ιχθυοτροφές.....	10
2. Συστηματική κατάταξη του εντόμου.....	13
2.1 Μορφολογία.....	14
2.2 Βιολογικός κύκλος του <i>Tribolium confusum</i>	16
2.2 Προσβολές του <i>Tribolium confusum</i>	17
3. Υλικά και μέθοδοι.....	20

4. Πείραμα 1 ^ο	23
4.1 Σκοπός του πειράματος.....	23
4.2 Υλικά και μέθοδοι.....	23
4.3 Αποτελέσματα.....	25
5. Πείραμα 2 ^ο	28
5.1 Σκοπός πειράματος.....	28
5.2 Υλικά και μέθοδοι.....	23
5.3 Αποτελέσματα.....	28
6. Ανακεφαλαίωση - Συζήτηση – Συμπεράσματα.....	33
Ευχαριστίες.....	35
Βιβλιογραφία.....	36

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής διατριβής ήταν να μελετηθεί η ανάπτυξη του *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) σε συστατικά ιχθυοτροφών. Το *Tribolium confusum* είναι έντομο που προσβάλλει κατά κύριο λόγο άλευρα και όχι ολόκληρους σπόρους. Προσβάλλει αλεύρι σίτου, καλαμποκιού και σόγιας που αποτελούν σημαντικά συστατικά των ιχθυοτροφών. Για να μελετηθεί η ανάπτυξη και η ωοτοκία του εντόμου έγιναν 2 πειράματα διπλής επιλογής (2-choice tests) και μη επιλογής (no-choice tests). Στο πρώτο πείραμα που πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιήθηκαν ως τροφές αλεύρι σίτου και αλεύρι σόγιας, ενώ στο δεύτερο μείγματα αλευριού σίτου, καλαμποκιού και σόγιας. Η εκτροφή και η συντήρηση των εντόμων έγινε σε ειδικούς επωαστικούς κλιβάνους με ρυθμιζόμενη θερμοκρασία και υγρασία. Μετά το πέρας των πειραμάτων καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι τα έντομα προτιμούν περισσότερο το αλεύρι σίτου για ανάπτυξη και από τα μείγματα αλευριών, το αλεύρι σόγιας + αλεύρι καλαμποκιού.

ABSTRACT

Our study deals with the development of *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) in different fish meal ingredients. *Tribolium confusum* damages mainly flours and not whole grains. It damages wheat flour, corn flour and soy flour which are the major ingredients of fish meal. To study the development and the oviposition of the insect two choice test and no choice tests were done. On the first experiment we used wheat flour and soy flour whereas on the second experiment mixtures of wheat flour, corn flour and soy flour. The insects were breeding and confecting in hatching incubators with the appropriate temperature and humidity. In the end of the experiments we conclude that the insects prefer for development the wheat flour and the mixture of soy flour + corn flour.

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της εργασίας και του πειράματος ήταν η μελέτη του *Tribolium confusum*, όσον αφορά στην προτίμησή του για ωοτοκία και ανάπτυξή του σε διάφορα συστατικά ιχθυοτροφών. Ακόμη μελετήθηκαν οι προσβολές του *Tribolium confusum* και γενικότερα των εντόμων σε συστατικά ιχθυοτροφών, κατά τη φάση της επεξεργασίας και της αποθήκευσης τους.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ταχεία ανάπτυξη του κλάδου των ιχθυοκαλλιεργειών τα τελευταία χρόνια ώθησε τις εταιρίες παραγωγής ζωοτροφών να στραφούν στην παραγωγή τροφών για ψάρια ιχθυοκαλλιέργειας. Αυτές οι τροφές θα πρέπει να είναι ισάξιες από ενεργειακής πλευράς με αυτές που υπάρχουν στο ελεύθερο περιβάλλον. Τα ψάρια των ιχθυοκαλλιεργειών τρέφονται με τεχνητές, πλήρως ισορροπημένες τροφές, ανάλογες με τη φυσική τροφή. Οι τροφές αυτές παράγονται με τη μορφή κόκκων (granulated meal) για μικρής ηλικίας ιχθύδια και με τη μορφή σύμπηκτων (pellets) για μεγαλύτερης ηλικίας ιχθύδια (Πανταζής, 2003).

1.1 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ

Οι ιχθυοτροφές αποτελούνται από διάφορα συστατικά τα οποία είναι συνήθως υποπροϊόντα της επεξεργασίας τροφών οι οποίες προορίζονται για τον άνθρωπο. Από τα υποπροϊόντα αυτά μετά από κάποια επεξεργασία, συνήθως ξήρανση, προκύπτουν συστατικά τα οποία χρησιμοποιούνται στην παρασκευή ιχθυοτροφών. Για τη χρησιμοποίηση ενός συστατικού στις ιχθυοτροφές, θα πρέπει η περιεκτικότητά του σε θρεπτικές ουσίες να είναι υψηλή, το κόστος της να είναι χαμηλό, η διαθεσιμότητά του να είναι μεγάλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Οι ιχθυοτροφές αποτελούνται κυρίως από ζωικά υποπροϊόντα, από υποπροϊόντα ψαριών και νωπών αλιευμάτων και από φυτικά υποπροϊόντα. Ακόμη χρησιμοποιούνται θρεπτικά συστατικά όπως λίπη και έλαια, τυποποιημένα μείγματα βιταμινών και ιχνοστοιχείων και άλλα μη θρεπτικά συστατικά. Όλα αυτά τα υποπροϊόντα είναι πλούσια σε πρωτεΐνες οι οποίες χρησιμεύουν στη σωστή ανάπτυξη των ψαριών.

1.1.1. Ζωικά υποπροϊόντα

Τα ζωικά υποπροϊόντα προέρχονται από τις βιομηχανίες επεξεργασίας και μεταποίησης κρεάτων και πουλερικών. Τα ζωικά υποπροϊόντα μπορεί να είναι :

A) Κρεατάλευρο ή κρεατοστεάλευρο: είναι συνήθως ιστοί θηλαστικών, οπλές, κέρατα, υπολείμματα δέρματος και περιεχόμενα στομάχου τα οποία έχουν υποστεί κάποιας μορφής αποξήρανση.

B) Αιματάλευρο: είναι ένα ξερό προϊόν που παρασκευάζεται από καθαρό και νωπό ζωικό αίμα χωρίς καμία ξένη ουσία το οποίο έχει αποξηρανθεί.

Γ) Άλευρο από φτερά: παρασκευάζεται από φτερά πουλερικών τα οποία έχουν υποστεί υδρόλυση υπό πίεση και μετά ξήρανση.

Δ) Άλευρο από υποπροϊόντα πουλερικών: είναι άλευρο το οποίο παρασκευάζεται από υπολείμματα επεξεργασίας πουλερικών, περιεχόμενα του στομάχου και των εντέρων.

E) Υποπροϊόντα γάλακτος: τέτοια είναι ο ορός γάλακτος σε σκόνη, η καζεΐνη και το αποβουτυρωμένο γάλα σε σκόνη.

Στ) Ζελατίνη: είναι μία κολλώδης ουσία που προκύπτει από την υδρόλυση κολλαγόνου από δέρμα, τένοντες και συνδέσμους ζώων και χρησιμεύει ως συνδετικό μέσο των ιχθυοτροφών (Μεντέ, 2008).

1.1.2. Υποπροϊόντα ψαριών και προϊόντα νωπών αλιευμάτων

Ιχθυάλευρα: παρασκευάζονται συνήθως από ολόκληρα ψάρια ή και υπολείμματα ψαριών τα οποία υποβάλλονται σε αποστείρωση, αφυδάτωση, συμπίεση και στο τέλος άλεση. Είδη ιχθυαλεύρων είναι το ρεγγάλευρο, το ατζουγάλευρο, το σαρδελλάλευρο, το σκουμπράλευρο και το φαλαινάλευρο.

1.1.3. Φυτικά προϊόντα

Α) Βίτες: οι βίτες είναι τα υπολείμματα της αλέσεως του σιταριού για την παρασκευή αλευριού. Χρησιμοποιείται κυρίως σε pellets γιατί προσδίδουν μεγάλη σταθερότητα.

Β) Σόγια: είναι το προϊόν της εκχύλισης των σπόρων της σόγιας για την παρασκευή σογιέλαιου. Η σόγια είναι πλούσια σε πρωτεΐνες γι' αυτό χρησιμοποιείται στις ιχθυοτροφές και γενικότερα στις ζωοτροφές.

Γ) Γλουτένη σίτου και αραβόσιτου: παρασκευάζεται μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου ποσοστού του αμύλου του σπέρματος και του φλοιού με τη μέθοδο της υγρής αλέσεως. Τα άλευρα της γλουτένης σίτου αλλά και αραβόσιτου είναι πλούσια σε πρωτεΐνες, ενώ πολλές φορές μαζί με αυτά χρησιμοποιείται και πίτουρο.

Δ) Βαμβακόπιτα: είναι το προϊόν της εκχύλισης του βαμβακόσπορου για την παρασκευή βαμβακέλαιου. Η βαμβακόπιτα έχει υψηλό ποσοστό πρωτεϊνών και σχετικά χαμηλό ποσοστό υδατανθράκων.

Ε) Φύτρο σπέρματος χαρουπιού: είναι προϊόν που παράγεται από το σπέρμα του σπόρου του χαρουπιού μετά τον αποχωρισμό των κόμμεων του ινώδους περιβλήματος του σπόρου.

Στ) Υποπροϊόντα ζυθοποιίας και ποτοποιίας: τα προϊόντα αυτά παρασκευάζονται από τα υπολείμματα της παραγωγής ζύθου και οινοπνευματωδών ποτών (Ανώνυμος, 1998).

1.1.4 Άλλες ουσίες

Εκτός από τα συστατικά που περιγράψαμε παραπάνω χρησιμοποιούνται στις ιχθυοτροφές και άλλα δευτερεύοντα θρεπτικά συστατικά. Αυτά είναι λίπη και έλαια που είναι πηγές ενέργειας, τυποποιημένα μείγματα βιταμινών και ιχνοστοιχείων, αλλά και μη θρεπτικά συστατικά όπως συνδετικά μέσα συμπήκτων, συμπληρώματα καροτινοειδών, θεραπευτικά και μη ανοσοδιεγερτικά, προβιοτικά, συμπληρώματα ενζύμων, ορμόνες, αντιμικροβιακές-αντιοξειδωτικές και αρωματικές ουσίες, ίνες και νερό.

1.2 ΕΝΤΟΜΑ ΠΟΥ ΠΡΟΣΒΑΛΛΟΥΝ ΤΙΣ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΕΣ

Οι παράγοντες που μπορούν να βλάψουν την υγεία των ψαριών είναι η μη καλή κατάσταση της ιχθυοτροφής. Όταν η ιχθυοτροφή και τα συστατικά της περιέχουν τοξικές ουσίες σε μεγάλη περιεκτικότητα αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διαταράσσεται η υγιεινή του υδρόβιου οργανισμού.

Κατά την επεξεργασία αλλά και αποθήκευση των ιχθυοτροφών μπορούν να εμφανιστούν προβλήματα που οφείλονται κυρίως σε έντομα. Οι ιχθυοτροφές και γενικότερα τα συστατικά τους προσβάλλονται κυρίως από κολεόπτερα όπως *Tribolium confusum* το οποίο είναι το αντικείμενο μελέτης μας, *Tribolium castaneum*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus granarius*, *Lasioderma serricorne*, *Stegobium paniceum* αλλά και λεπιδόπτερα όπως *Anagasta kuehniella*. Τα έντομα αυτά προσβάλλουν κυρίως συστατικά ιχθυοτροφών όπως αλεύρι σίτου αλλά και καλαμποκιού και γενικά αμυλούχα προϊόντα. Ακόμη έχει βρεθεί από έρευνες ότι οι ιχθυοτροφές κατά την αποθήκευσή τους προσβάλλονται από έντομα όπως *Chrysomya megasephala*, *Tinea translucens* και έντομα του γένους *Dermestes* (*maculates*, *ater*,

carnivorus, larbarius, haemorrhoidalis και *peruvianus*). Βέβαια αυτά τα έντομα δεν έχουν εντοπιστεί στην Ελλάδα αλλά σε τροπικές και υποτροπικές χώρες και στην Αυστραλία όπου οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος είναι υψηλές και ευνοούν την ανάπτυξή τους (Ragendran & Parveen, 2003). Οι παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξη των εντόμων είναι η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία στον αέρα αλλά και η υγρασία της τροφής. Τροφές ή συστατικά με υψηλή υγρασία (> 16%) και μικρό μέγεθος κόκκων μπορούν εύκολα να προσβληθούν από έντομα. Η καλύτερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη εντόμων είναι 28° C και σχετική υγρασία 70 %. Η ανάπτυξη εντόμων προκαλεί υπερθέρμανση των τροφών με συνέπεια την περαιτέρω ανάπτυξη μικροοργανισμών. Ακόμη η προσβολή των τροφών από έντομα προκαλεί απώλεια της τροφής σε βάρος, απώλεια της θρεπτικής αξίας αλλά και αλλοίωση της γεύσης. Αυτό μπορεί να γίνει διότι τα έντομα εκκρίνουν λιπάσες που προκαλούν υδρόλυση των λιπών σε λιπαρά οξέα, τα οποία λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν μπορούν να οξειδωθούν ευκολότερα αλλοιώνοντας έτσι την γεύση των ιχθυοτροφών. Επίσης ορισμένα έντομα μπορεί να είναι φορείς παθογόνων μικροοργανισμών όπως της σαλμονέλας (Ανώνυμος, 1998).

Για να περιορισθεί η πιθανότητα προσβολής των ιχθυοτροφών, αλλά και των συστατικών τους από τα έντομα θα πρέπει να γίνεται συχνός και καλός καθαρισμός με κατάλληλο εξοπλισμό, όπως και αερισμός των χώρων αποθήκευσης και παραγωγής και η απομάκρυνση άχρηστων υπολειμμάτων επεξεργασίας. Σε περιπτώσεις που μπορεί να υπάρξει εντομολογική προσβολή θα πρέπει να γίνει γίνεται απεντόμωση με βιολογικά κυρίως εντομοκτόνα. Ακόμη θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλος σχεδιασμός των αποθηκών και των χώρων επεξεργασίας ιχθυοτροφών ώστε να εμποδίζεται η εισβολή επιβλαβών εντόμων. Επίσης η θερμοκρασία που επικρατεί στον αποθηκευτικό χώρο αλλά και η υγρασία τόσο του περιβάλλοντος

αλλά και των συστατικών των ιχθυοτροφών θα πρέπει να διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα. Με αυτό τον τρόπο επηρεάζεται ο βιολογικός κύκλος του εντόμου, η γονιμότητά του, η διάπασή του και η εν γένει δραστηριότητα του. Βέβαια θα πρέπει να τονίσουμε ότι η υγειονομική κατάσταση των συστατικών πρέπει να είναι καλή πριν από την επεξεργασία και την αποθήκευση, ώστε να αποφευχθούν οι περαιτέρω προσβολές (Σταμόπουλος, 1999).

2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ

Το *Tribolium confusum* Jacquelin Duval, το βρίσκουμε στην Αγγλική βιβλιογραφία ως the confused flour beetle. Είναι γνωστό από τους αρχαίους χρόνους για τις ζημιές του σε πολλά προϊόντα και βρέθηκε σε τάφους των φαραώ στην Αίγυπτο το 2500 π.χ. (Πελεκάσης, 1984). Είναι ολομετάβολο έντομο και η συστηματική του κατάταξη περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα.

Βασίλειο	Animalia
Φύλο	Arthropoda
Κλάση	Insecta
Τάξη	Coleoptera
Οικογένεια	Tenebrionodae
Γένος	Tribolium
Είδος	confusum

Πίνακας 1: Συστηματική κατάταξη του *Tribolium confusum*

2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Αυγό: έχει μικροσκοπικό μέγεθος και το μήκος του είναι 0,6 mm. Έχει υπόλευκο χρώμα και πάνω του έχει ειδικά εξαρτήματα ώστε να μπορεί να προσκολλάται στις διάφορες επιφάνειες (Lyon, 1997) (Εικ.1).

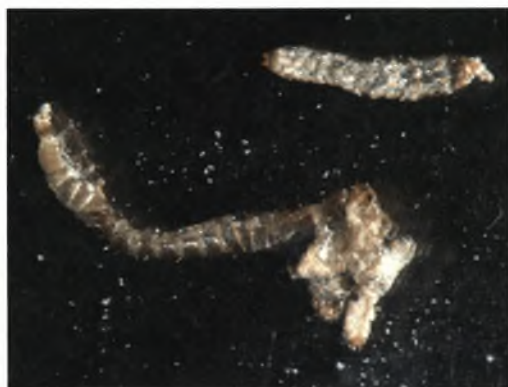


Εικόνα 1: Αυγά του *Tribolium confusum*

Προνύμφη: έχει μήκος 4-5 mm, είναι ωχροκίτρινη ευκέφαλη με χρώμα καφέ. Το σώμα είναι επίμηκες με νευρώσεις, έχει 3 ζευγάρια πόδια και τρίχες στα πλάγια του σώματος, ενώ το τελευταίο κοιλιακό τμήμα είναι χιτινισμένο και φέρει μία δικρανοειδή απόφυση (Πελεκάσης, 1984). Στα τελευταία προνυμφικά στάδια η προνύμφη παίρνει χρώμα κιτρινοκαστανό, ενώ το χιτινισμένο δερμάτιό της γίνεται σκληρότερο (Σταμόπουλος, 2008) (Εικ. 2).



Εικόνα 2 : Προνύμφες του *Tribolium confusum* (φωτ. Γ. Λαδογιάννης)



Εικόνα 3 : Εκδύματα προνύμφης

(φωτ Γ. Λαδογιάννης)

Νύμφη (πούπα): Έχει μήκος σώματος 3-4 mm και έχει χρώμα άσπρο προς το ελαφρύ καφέ (Bennett, 2003) (Εικ. 4).



Εικόνα 4 : Νύμφες του *Tribolium confusum*

(φωτ Γ. Λαδογιάννης)

Ενήλικο: έχει σώμα επίμηκες, πιεσμένο, λείο χωρίς τρίχες με μήκος 3-4 mm και χρώμα ερυθροκαστανό. Η κεφαλή και το επιθωράκιο έχουν πολλά μικρά στίγματα (αδένες) τα οποία εκκρίνουν ουσίες οι οποίες προσδίδουν μια δυσάρεστη οσμή στα προϊόντα τα οποία προσβάλλουν (Bennett, 2003). Ακόμη τα άρθρα των κεραιών του

μεγαλώνουν βαθμιαία και το πλίδιο υπερβαίνει πλευρικά το χείλος του οφθαλμού (από αυτά το ξεχωρίζουμε από το *Tribolium castaneum*). Επίσης τα ενήλικα δεν έχουν τη δυνατότητα να πετούν (Σταμόπουλος, 1999) (Εικ. 5).



Εικόνα 5: Ενήλικα του *Tribolium confusum*

(φωτ. Γ. Λαδογιάννης)

2.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ *TRIBOLIUM CONFUSUM*

Ο βιολογικός κύκλος του εντόμου διαρκεί 7-12 εβδομάδες και υπάρχουν 3-5 γενεές σε ένα έτος στους μη θερμαινόμενους χώρους. Γενικά ο βιολογικός κύκλος του εντόμου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία την υγρασία αλλά και την καταλληλότητα της τροφής. Τα ενήλικα μπορούν να ζήσουν για περισσότερα από τρία χρόνια ανάλογα βέβαια με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την επάρκεια της τροφής. Τα θηλυκά μπορούν να ζουν περίπου δύο χρόνια και γεννούν 300-400 αυγά σε πέντε έως οχτώ μήνες (2 έως 5 αυγά την ημέρα) (Baldwin & Fasoulo, 2003). Τα αυγά εκκολάπτονται μεταξύ 15 °C και 40 °C, σε αυτό το στάδιο δεν φαίνεται να παίζει ρόλο το ποσοστό της υγρασίας. Η προνυμφική ανάπτυξη διαρκεί περίπου 22 έως 100 ημέρες, ανάλογα βέβαια με την καταλληλότητα της τροφής τη θερμοκρασία και το ποσοστό της υγρασίας. Το στάδιο της νύμφης (πούπα) διαρκεί 7-8 ημέρες όπου

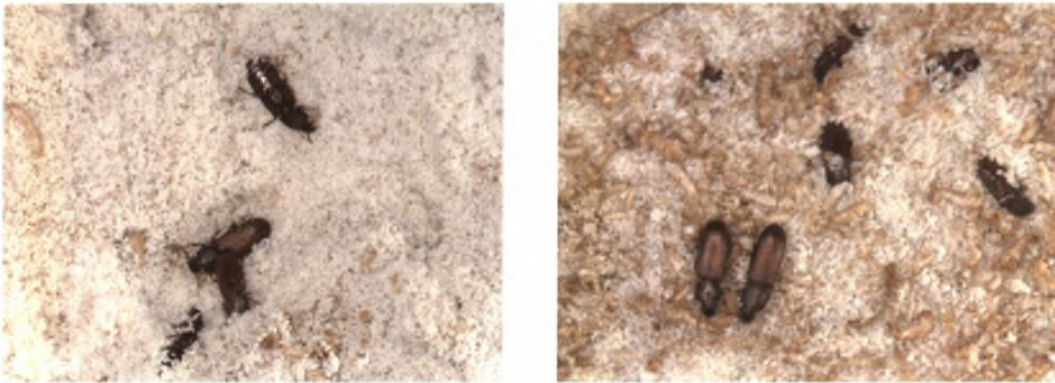
έχουμε μεταμόρφωση της νύμφης σε ενήλικο έντομο. Τα έντομο μπορεί να αναπτυχθεί σε θερμοκρασία 28-30 °C και υγρασία 70-90%, ενώ σε θερμοκρασίες κάτω των 20 °C παύει να αναπτύσσεται και να τρέφεται (Howe, 1960). Έχει παρατηρηθεί ότι το αναπτύσσεται ταχύτερα σε σπασμένους σπόρους παρά σε ολόκληρους, διότι το περισπέρμιο του ολόκληρου σπόρου το εμποδίζει να εισχωρήσει στο εσωτερικό του (Ford, 1937). Ακόμη όταν η τροφή δεν είναι η κατάλληλη επιμηκύνεται ο βιολογικός του κύκλος σε 60-140 ημέρες, ενώ το στο προνυμφικό στάδιο υπάρχει αύξηση των εκδύσεων από 6-7 που είναι το σύνηθες σε 12-13. Επίσης, τα ενήλικα εκδηλώνουν κανιβαλισμό και όταν υπάρχει έλλειψη τροφής τρώνε τις προνύμφες και τα αυγά τους καθώς και νεκρά έντομα (Σταμόπουλος, 2008).

2.3 ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ ΤΟΥ *TRIBOLIUM CONFUSUM*

Το έντομο του *Tribolium confusum* το βρίσκουμε συνήθως σε αποθήκες που υπάρχουν ενσακισμένοι ή σε σορούς σπόροι και άλευρα, σε αλευρόμυλους και γενικά σε μέρη όπου γίνεται επεξεργασία αμυλούχων προϊόντων (Day, 1996), ενώ υπάρχει πιθανότητα να τα βρούμε ακόμη και σε κατοικίες. Δεν προσβάλλουν τον άνθρωπο και τα ζώα αλλά έχει βρεθεί ότι τα προσβεβλημένα προϊόντα από *Tribolium* περιέχουν κινόνες που παράγονται από τα έντομα. Οι κινόνες μπορεί να προκαλέσουν δερματίτιδες, ερυθήματα, φλύκταινες, ερεθισμούς στα μάτια ακόμη και καρκινογενέσεις (Σταμόπουλος, 1999).

Οι προνύμφες και τα ενήλικα τρέφονται με σπόρους κεχριού, σόργου και αραχίδας. Ακόμη προσβάλλει αλεύρι σιταριού, σόγιας και καλαμποκιού τα οποία είναι κύρια συστατικά των ιχθυοτροφών, όπως επίσης και πίτουρα, βρόμη, ρύζι, βρίζα, κριθάρι (Εικ. 6). Επίσης έχουν βρεθεί έντομα να προσβάλλουν ξηρούς καρπούς, σπόρους δημητριακών, αποξηραμένα φρούτα, όσπρια (φασόλια και μπιζέλια), βαμβακόσπορο,

σοκολάτα (γάλακτος), γάλα σε σκόνη, ηλιόσπορους, σπόρους βίκου, καπνό, μουσειακές συλλογές (Bennett, 2003). Οι προνύμφες που τρέφονται με τα διάφορα άλευρα αφήνουν εκδύματα και αποχωρήματα τα οποία δίνουν έναν χρωματισμό γκρι προς το καφέ στα διάφορα άλευρα, ενώ τα ενήλικα έντομα με τα στίγματα (αδένες) που έχουν στο θώρακά τους εκκρίνουν ουσίες οι οποίες δίνουν άσχημη οσμή στα προϊόντα που προσβάλλουν. Και στις δύο περιπτώσεις και οι προνύμφες και τα ενήλικα υποβαθμίζουν την εικόνα αλλά και την ποιότητα των προϊόντων που προσβάλλουν (Baldwin & Fasoulo, 2003).



Εικόνα 6: Προσβολή του *Tribolium confusum* σε αλεύρι. Διακρίνονται προνύμφες, ενήλικα και εκδύματα. (φωτ Γ. Λαδογιάννης)

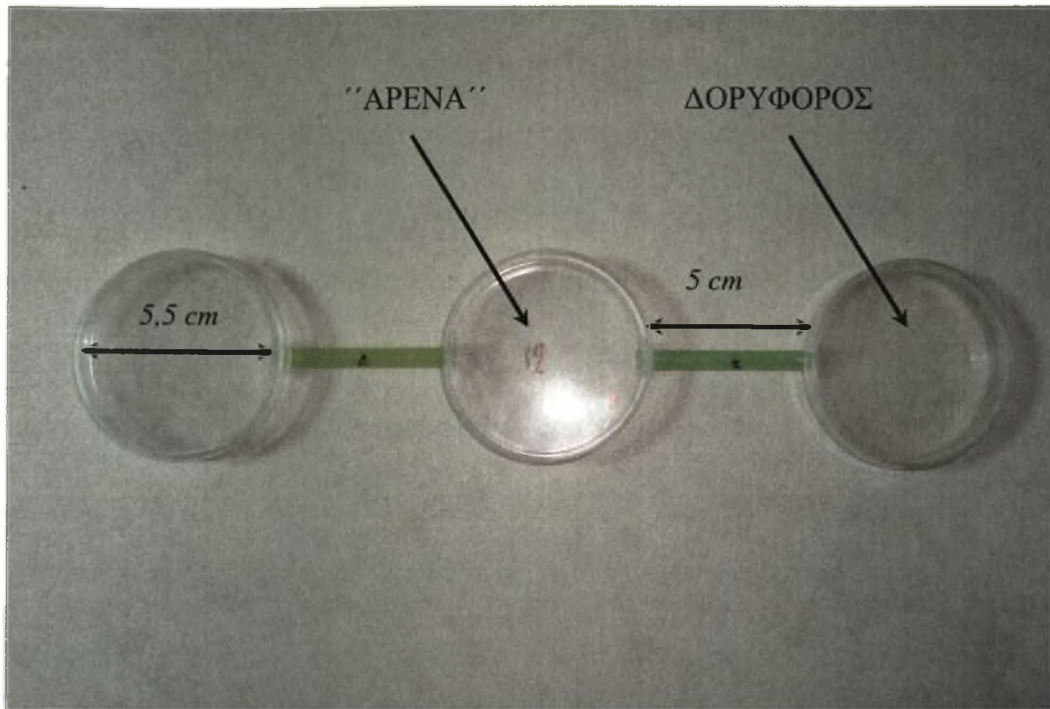
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στο πείραμα που έγινε στο εργαστήριο Ζωολογίας και Υδρόβιας Εντομολογίας του τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας χρησιμοποιήθηκαν ενήλικα άτομα του *Tribolium confusum* του γένους Tenebrionidae. Αυτά προέρχονταν από εκτροφή στο εργαστήριο εντομολογίας του Α.Π.Θ. μέχρι το ενήλικο στάδιο όπου τα παραλάβαμε μέσα σε ειδικό δοχείο που περιείχε ως τροφή μαγιά μύρας. Αμέσως μετά έγινε διαλογή των εντόμων του *Tribolium confusum*, τοποθέτησή τους σε δοχείο και διατήρησή σε επωαστικό κλίβανο σε θερμοκρασία 30 °C και κατάλληλη υγρασία.

Οι τροφές οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα ήταν αλεύρι σιταριού και αλεύρι καλαμποκιού του εμπορίου τα οποία τα προμηθευτήκαμε από τοπικό σούπερ μάρκετ και αλεύρι σόγιας το οποίο το προήλθε από την εταιρία ΣΟΓΙΑ ΕΛΛΑΣ στα Ψαχνά Ευβοίας. Όλα τα άλευρα ήταν συντηρημένα σε θερμοκρασία ψυγείου ώστε να αποφευχθεί η προσβολή τους από διάφορα έντομα.

Για το πείραμα της διπλής επιλογής φτιάχτηκαν ειδικές κατασκευές που αποτελούνταν από τρυβλία διαμέτρου 5,5 cm. Σε κάθε κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν τρία τρυβλία τα οποία ήταν τοποθετημένα στη σειρά και είχαν τρυπηθεί στο πλαϊνό τοίχωμά τους με τη βοήθεια ειδικού μυτερού εργαλείου. Στις οπές που είχαν δημιουργηθεί τοποθετήθηκαν και κολλήθηκαν με ειδική κόλλα σωληνάκια μήκους 5 cm έτσι ώστε και τα τρία τρυβλία να επικοινωνούν μεταξύ τους και να έχει τη δυνατότητα το έντομο να κινηθεί μέσα σε αυτά (εικ.1). Κατασκευάστηκαν 25 πανομοιότυποι δορυφόροι οι οποίοι αριθμήθηκαν καταλλήλως για κάθε ένα από τα δύο πειράματα που είχαν σχεδιασθεί. Για το πείραμα της μη επιλογής χρησιμοποιήθηκαν τρυβλία διαμέτρου 5,5 cm τα οποία και αυτά αριθμήθηκαν καταλλήλως για κάθε πείραμα (Stamopoulos, 1991).



Εικόνα 1: Δορυφόρος για το πείραμα διπλής επιλογής (φωτ. Γ. Λαδογιάννης)

Οι δορυφόροι και τα τρυβλία των δύο πειραμάτων τοποθετήθηκαν σε ειδικό επωαστικό κλίβανο (Aquali τύπου EC-0318) (Εικ. 2) σταθερής θερμοκρασίας $30-32^{\circ}\text{C}$ και υγρασίας $55\pm 5\%$.



Εικόνα 2: Επωαστικός κλίβανος
(φωτ. Γ. Λαδογιάννης)



Εικόνα 3: Ηλεκτρονικό
καταγραφικό (Data logger)
(φωτ. Γ. Λαδογιάννης)

Η υγρασία μέσα στον κλίβανο επιτυγχανόταν με την βοήθεια ενός τρυβλίου στο οποίο είχε τοποθετηθεί ένα κομμάτι σφουγγαριού το οποίο ήταν εμποτισμένο με αποσταγμένο νερό και εξατμιζόταν από τις οπές οι οποίες υπήρχαν στην πάνω πλευρά του τρυβλίου. Η μέτρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας μέσα στον κλίβανο γινόταν καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων με ειδικό ηλεκτρονικό καταγραφικό (Data logger τύπου H08 Hobo) (Εικ.3). Η στατιστική ανάλυση έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS. Πιο συγκεκριμένα για τα πειράματα της διπλής επιλογής χρησιμοποιήθηκε το Wilcoxon-test και για τα πειράματα της μη επιλογής χρησιμοποιήθηκε το Mann-Whitney-test, ενώ τα διάφορα διαγράμματα έγιναν με το πρόγραμμα excel.

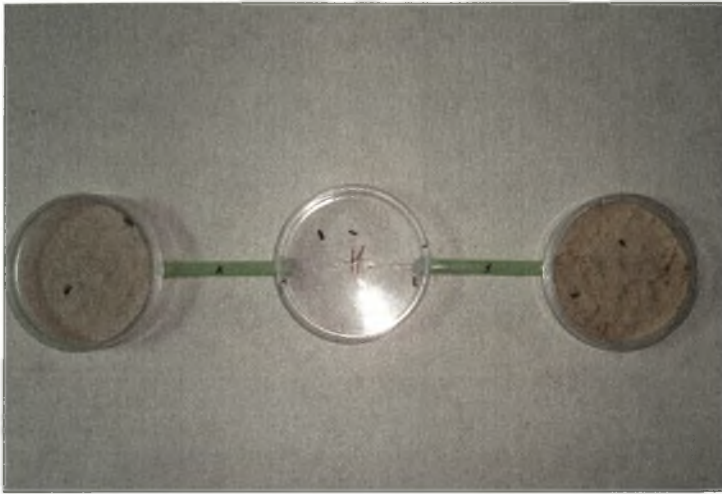
4. ΠΕΙΡΑΜΑ 1^ο ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΝΤΟΜΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΩΟΤΟΚΙΑ ΣΕ ΑΛΕΥΡΙ ΣΙΤΟΥ ΚΑΙ ΑΛΕΥΡΙ ΣΟΓΙΑΣ

4.1 ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθεί η επιλογή του *Tribolium confusum* για ανάπτυξη και ωοτοκία σε δύο διαφορετικά συστατικά. Στο αλεύρι σίτου και στο αλεύρι σόγιας.

4.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στο πείραμα της διπλής επιλογής χρησιμοποιήθηκε ως τροφή για τα έντομα αλεύρι σιταριού και αλεύρι σόγιας (Εικ.4). Σε δεκαπέντε δορυφόρους τοποθετήθηκαν στην αρένα τους δέκα ενήλικα του *Tribolium confusum* και στους δύο δορυφόρους αλεύρι σίτου ή αλεύρι σόγιας αντίστοιχα σε ποσότητα 20 gr. Αμέσως μετά και για τέσσερις ώρες έγινε παρακολούθηση της μετακίνησης των εντόμων στα διάφορα μέρη της συσκευής. Η επικρατούσα θερμοκρασία κατά τη διάρκεια των παρατηρήσεων ήταν 21 ± 1 °C. Μετά το τέλος των παρατηρήσεων όλοι οι δορυφόροι τοποθετήθηκαν στον κλίβανο σε σταθερή θερμοκρασία 32 °C και υγρασία 55 ± 5 %. Ο έλεγχος επαναλήφθηκε μετά το πέρας 24 και 48 ωρών . Το πείραμα αυτό της επιλογής τροφής διήρκησε 71 ημέρες. Την 71^η ημέρα αφαιρέθηκαν τα αρχικά έντομα από τους δορυφόρους και γινόταν καθημερινός έλεγχος των δορυφόρων για τη μέτρηση και την αφαίρεση των εντόμων τα οποία είχαν αναπτυχθεί. Η διαδικασία αυτή διήρκησε 43 ημέρες.



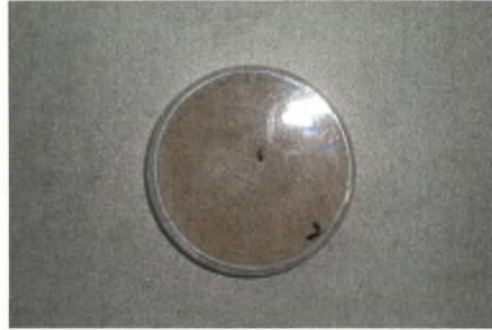
Εικόνα 4: Πείραμα επιλογής σε αλεύρι σίτου και αλεύρι σόγιας

(φωτ. Γ. Λαδογιάννης)

Στο πείραμα της μη επιλογής τοποθετήθηκε σε δεκαπέντε τρυβλία ποσότητα 20 gr αλευριού σίτου μαζί με δέκα ενήλικα του *Tribolium confusum* στο καθένα (Εικ. 5) και σε άλλα δεκαπέντε τρυβλία 20 gr αλευριού σόγιας μαζί με δέκα ενήλικα στο καθένα (Εικ. 6). Το στάδιο αυτό του πειράματος διήρκησε 64 ημέρες. Την 64^η ημέρα αφαιρέθηκαν τα αρχικά έντομα και γινόταν καθημερινός έλεγχος των τρυβλίων ώστε να μετρώνται και να αφαιρούνται τα έντομα τα οποία είχαν αναπτυχθεί στις δύο διαφορετικές τροφές. Η διαδικασία αυτή διήρκησε 48 ημέρες. Ο Μ.Ο της θερμοκρασίας του επωαστικού κλιβάνου ήταν 30,12 °C και ο Μ.Ο της υγρασίας 68,78 %.



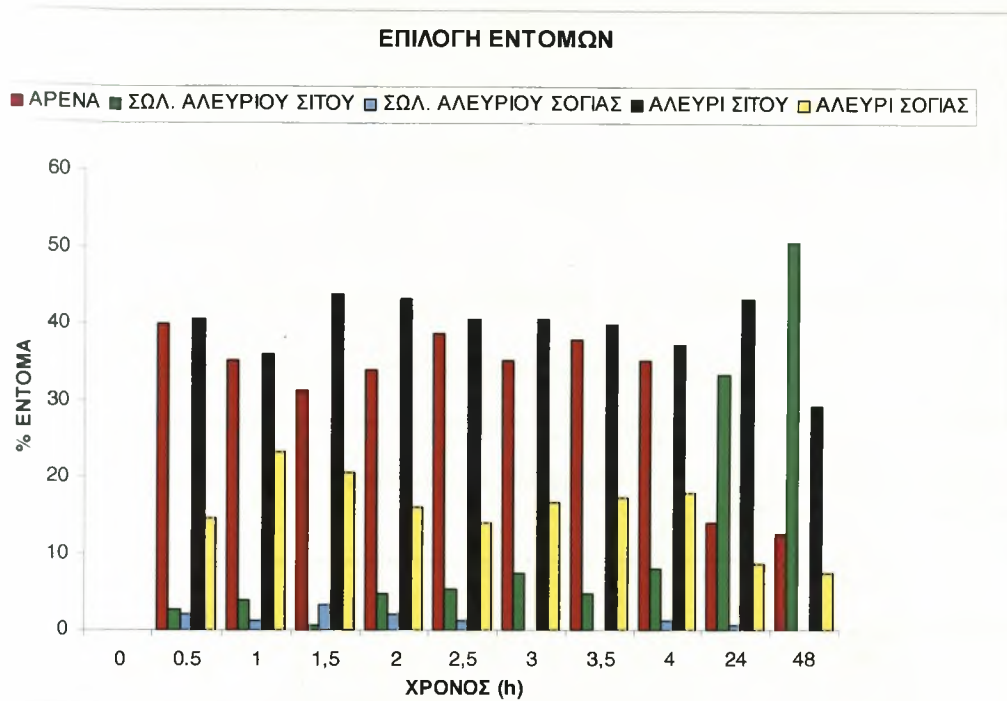
Εικόνα 5: Ανάπτυξη του *T. confusum* αλεύρι σίτου (φωτ. Γ. Λαδογιάννης)



Εικόνα 6: Ανάπτυξη του *T. confusum* σε αλεύρι σόγιας (φωτ. Γ. Λαδογιάννης)

4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 1 στις τέσσερις πρώτες ώρες μετρήσεων παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των εντόμων του *Tribolium confusum* κινούνται μεταξύ της αρένας και του αλευριού σίτου με μικρές αυξομειώσεις. Ένα μικρότερο ποσοστό εντόμων προτιμούσε το αλεύρι σόγιας με μικρές βέβαια αυξομειώσεις κατά τη διάρκεια των 4 ωρών. Στα σωληνάκια της συσκευής τα ποσοστά των εντόμων ήταν πολύ μικρά, με το μεγαλύτερο ποσοστό να βρίσκεται στο σωληνάκι του αλευριού σίτου. Μετά το πέρας 24 και 48 ωρών παρατηρήσαμε ότι ένα μεγάλο ποσοστό εντόμων να βρισκόταν στο αλεύρι σίτου με μείωση στις 48 ώρες και στο σωληνάκι του αλευριού σίτου όπου στις 48 ώρες αυξάνεται το ποσοστό. Ένα μικρότερο ποσοστό βρισκόταν στην αρένα της συσκευής και στο αλεύρι της σόγιας χωρίς σημαντικές αυξομειώσεις, ενώ στο σωληνάκι του αλευριού σόγιας δεν υπήρχαν σχεδόν καθόλου έντομα.



Διάγραμμα 1: επιλογή εντόμων στο αλεύρι σίτου και στο αλεύρι σόγιας μετά από 4, 24 και 48 ώρες (πείραμα διπλής επιλογής).

Στο πίνακα 1 δίνεται ο αριθμός των εντόμων που προέκυψαν από το πείραμα της διπλής επιλογής. Σύμφωνα με το πίνακα δεν υπάρχει κάποια σαφής προτίμηση του εντόμου για ανάπτυξη κι ωοτοκία μεταξύ του αλευριού της σόγιας και του αλευριού σίτου διότι οι τιμές μας δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (Wilcoxon-test).

Πίνακας 1. Συνολικός αριθμός εντόμων του *Tribolium confusum* που προέκυψαν στο πείραμα διπλής επιλογής (αλεύρι σίτου-αλεύρι σόγιας)

Υλικό εκτροφής	Αριθμός επαναλήψεων	Συνολικός αριθμός εντόμων που προέκυψαν (%)*
Αλεύρι σίτου	15	67 (44.67) ^a
Αλεύρι σόγιας	15	83 (55.33) ^a

*Οι τιμές με ίδιο εκθέτη δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($p < 0.05$) σύμφωνα με το Wilcoxon test.

Στο πίνακα 2 δίνεται ο μέσος όρος των εντόμων που προέκυψαν στο πείραμα της μη επιλογής. Όπως φαίνεται από τον πίνακα 2 το έντομο αναπαράγεται και αναπτύσσεται περισσότερο στο αλεύρι σίτου με Μ.Ο εντόμων 21,37 και λιγότερο στο αλεύρι σόγιας με Μ.Ο εντόμων 9,63.

Πίνακας 2. Μέσος όρος εντόμων του *Tribolium confusum* που προέκυψαν στο πείραμα της μη επιλογής (αλεύρι σίτου και αλεύρι σόγιας)

Υλικό εκτροφής	Αριθμός επαναλήψεων	Μέσος όρος αριθμού εντόμων που προέκυψαν
Αλεύρι σίτου	15	21,37 ^a
Αλεύρι σόγιας	15	9,63 ^b

*Οι τιμές με διαφορετικό εκθέτη διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($p < 0.05$) σύμφωνα με το Mann-Whitney test.

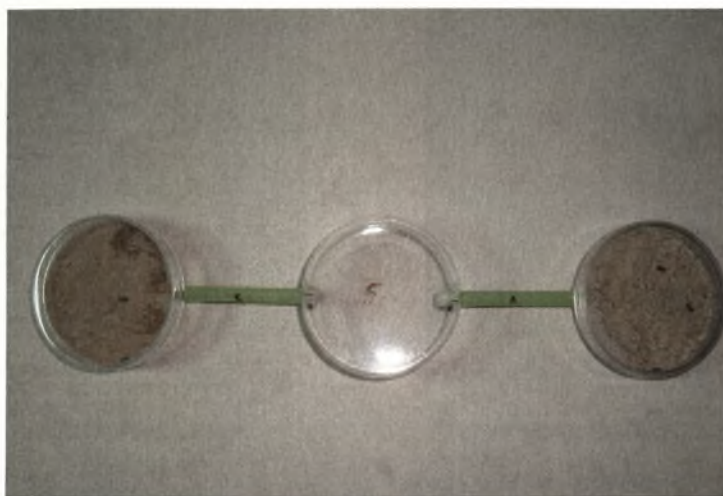
5. ΠΕΙΡΑΜΑ 2^ο ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΝΤΟΜΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΩΟΤΟΚΙΑ ΣΕ ΜΕΙΓΜΑΤΑ ΑΛΕΥΡΙΩΝ

5.1 ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθεί η επιλογή του *Tribolium confusum* για ανάπτυξη και ωοτοκία σε μείγματα αλευριών όπως αλεύρι σίτου + αλεύρι καλαμποκιού και αλεύρι σόγιας + αλεύρι καλαμποκιού.

5.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στο πείραμα της διπλής επιλογής χρησιμοποιήθηκε ως τροφή μείγμα από αλεύρι σίτου και αλεύρι καλαμποκιού και μείγμα από αλεύρι σόγιας και αλεύρι καλαμποκιού σε αναλογία 50:50 (Εικ. 7). Σε δέκα δορυφόρους τοποθετήθηκαν στην αρένα τους δέκα ενήλικα του *Tribolium confusum* και στους δύο δορυφόρους τα μείγματα των αλευριών σε ποσότητα 20 gr. Αμέσως μετά και για τέσσερις ώρες έγινε παρακολούθηση της μετακίνησης των εντόμων στα διάφορα μέρη της συσκευής. Η επικρατούσα θερμοκρασία κατά τη διάρκεια των παρατηρήσεων ήταν 21 ± 1 °C. Μετά το τέλος των παρατηρήσεων όλοι οι δορυφόροι τοποθετήθηκαν στον κλίβανο σε σταθερή θερμοκρασία 32 °C και υγρασία 55 ± 5 %. Ο έλεγχος επαναλήφθηκε μετά το πέρας 24 και 48 ωρών. Το πείραμα διήρκησε 23 ημέρες. Την 23^η ημέρα αφαιρέθηκαν τα αρχικά έντομα από τους δορυφόρους και γινόταν καθημερινός έλεγχος των τρυβλίων ώστε να μετρώνται και να αφαιρούνται τα έντομα τα οποία έχουν αναπτυχθεί στα δύο μείγματα των τροφών. Η διαδικασία αυτή διήρκησε 50 ημέρες.

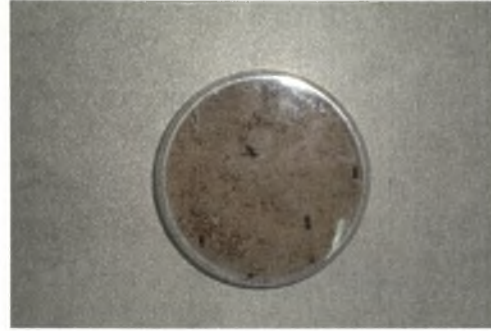


Εικόνα 7: Πείραμα επιλογής σε μίγματα με αλεύρι καλαμποκιού και αλεύρι σόγιας & αλεύρι καλαμποκιού και αλεύρι σίτου (φωτ. Γ. Λαδογιάννης)

Στο πείραμα της μη επιλογής τοποθετήθηκε σε 8 τρυβλία ποσότητα 20 gr μείγματος αλεύρι σίτου και αλεύρι καλαμποκιού μαζί με οχτώ ενήλικα του *Tribolium confusum* στο καθένα (Εικ. 8) και σε άλλα 9 τρυβλία 20 gr μείγματος αλεύρι σόγιας με αλεύρι καλαμποκιού μαζί με οχτώ ενήλικα στο καθένα (Εικ. 9). Το στάδιο αυτό του πειράματος διήρκησε 23 ημέρες. Την 23^η ημέρα αφαιρέθηκαν τα αρχικά έντομα και γινόταν καθημερινός έλεγχος των τρυβλίων ώστε να μετρώνται και να αφαιρούνται τα έντομα τα οποία είχαν αναπτυχθεί στις δύο διαφορετικές τροφές. Η διαδικασία αυτή διήρκησε 50 ημέρες. Ο Μ.Ο της θερμοκρασίας του επωαστικού κλιβάνου ήταν 29 °C και ο Μ.Ο της υγρασίας 75.3 %.



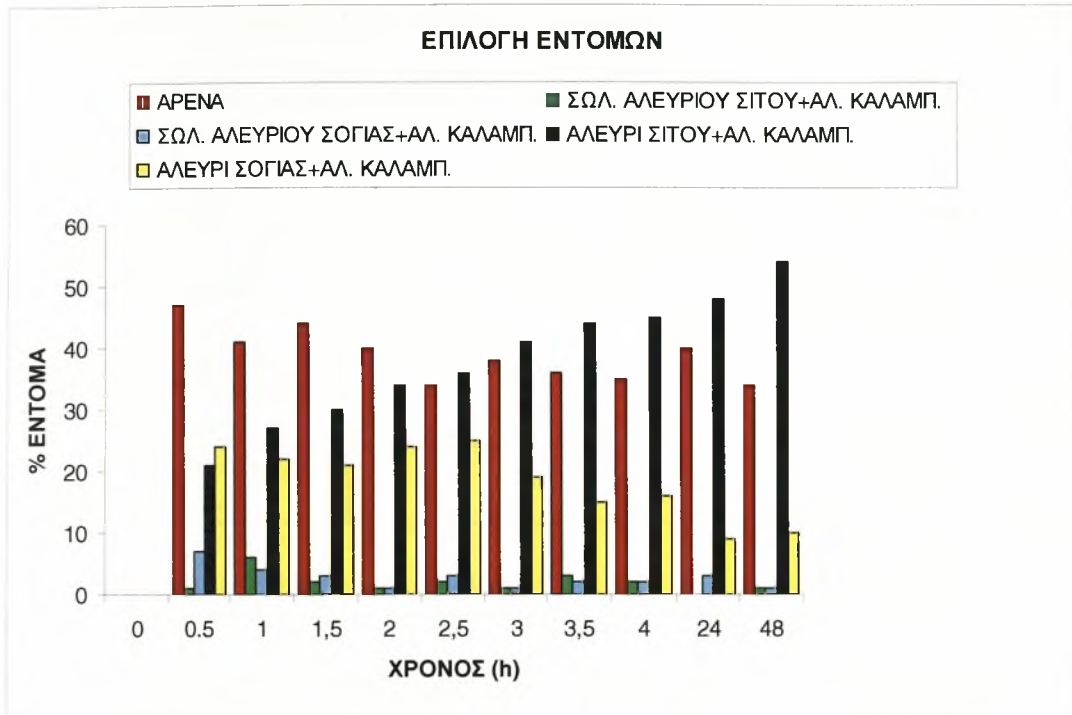
Εικόνα 8: Ανάπτυξη του *T. confusum*
σε αλεύρι καλαμποκιού αλεύρι
σίτου
(φωτ. Γ. Λαδογιάννης)



Εικόνα 9: Ανάπτυξη του
T. confusum σε αλεύρι καλαμποκιού
και αλεύρι σόγιας
(φωτ. Γ. Λαδογιάννης)

5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 2 στις τέσσερις πρώτες ώρες μετρήσεων ένα μεγάλο ποσοστό εντόμων του *Tribolium confusum* κινείται μεταξύ της αρένας και του μείγματος αλευριού σίτου + αλευριού καλαμποκιού, όπου στο μείγμα αυξάνεται συνεχώς μέχρι την 4^η ώρα. Ένα μικρότερο ποσοστό εντόμων προτιμούσε το μείγμα αλευριού καλαμποκιού + αλευριού σόγιας με κάποιες αυξομειώσεις κατά τη διάρκεια των 4 ωρών, ενώ ένα πολύ μικρό ποσοστό παρέμενε στα δύο σωληνάκια της συσκευής, με το μεγαλύτερο ποσοστό να βρίσκεται στο σωληνάκι του μείγματος αλευριού σόγιας + αλευριού καλαμποκιού. Μετά το πέρας 24 και 48 ωρών παρατηρήσαμε ότι ένα μεγάλο ποσοστό εντόμων βρισκόταν στην αρένα της συσκευής με μείωση στις 48 ώρες και στο μείγμα αλευριού σίτου + αλευριού καλαμποκιού όπου αυξανόταν στις 48 ώρες. Ένα μικρό ποσοστό βρισκόταν στο μείγμα αλευριού καλαμποκιού + αλευριού σόγιας χωρίς σημαντικές αυξομειώσεις, ενώ στα σωληνάκια της συσκευής τα ποσοστά των εντόμων ήταν πολύ μικρά με το σωληνάκι του μείγματος αλευριού σόγιας + αλευριού καλαμποκιού να είναι μεγαλύτερο και στις 24 και στις 48 ώρες.



Διάγραμμα 2: επιλογή εντόμων σε μείγματα αλευριών (αλεύρι σίτου + αλεύρι καλαμποκιού και αλεύρι καλαμποκιού + αλεύρι σόγιας) μετά από 4, 24 και 48 ώρες (πείραμα διπλής επιλογής)

Στο πίνακα 3 δίνεται ο αριθμός των εντόμων που προέκυψαν από το πείραμα της διπλής επιλογής. Σύμφωνα με το πίνακα δεν υπάρχει κάποια σαφής προτίμηση του εντόμου για ανάπτυξη κι ωοτοκία μεταξύ των δύο μειγμάτων αλευριών διότι οι τιμές μας δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (Wilcoxon-test).

Πίνακας 3. Συνολικός αριθμός εντόμων του *Tribolium confusum* που προέκυψαν στο πείραμα διπλής επιλογής (αλεύρι σίτου + αλεύρι καλαμποκιού-αλεύρι σόγιας + αλεύρι καλαμποκιού)

Υλικό εκτροφής	Αριθμός επαναλήψεων	Συνολικός αριθμός εντόμων που προέκυψαν (%)*
Αλεύρι σίτου + αλεύρι καλαμποκιού	10	170 (41,87) ^a
Αλεύρι σόγιας + αλεύρι καλαμποκιού	10	236 (58,13) ^a

*Οι τιμές με ίδιο εκθέτη δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($p < 0.05$) σύμφωνα με το Wilcoxon-test.

Στο πίνακα 4 δίνεται ο μέσος όρος των εντόμων που προέκυψαν στο πείραμα της μη επιλογής. Όπως φαίνεται από τον πίνακα το έντομο προτιμάει περισσότερο για ανάπτυξη και ωτοκία το αλεύρι σόγιας + αλεύρι καλαμποκιού με Μ.Ο εντόμων 12,39 και λιγότερο το αλεύρι σίτου + αλεύρι καλαμποκιού με Μ.Ο εντόμων 5,19. Αυτό δείχνει ότι η προσθήκη αλευριού καλαμποκιού στο αλεύρι της σόγιας βελτιώνει το αλεύρι της σόγιας ως τροφή και υπάρχει μεγαλύτερος βαθμός επιλογής από το έντομο συγκρινόμενος με αυτόν που παρατηρήθηκε στο προηγούμενο πείραμα (πιν. 2).

Πίνακας 4. Μέσος όρος εντόμων του *Tribolium confusum* που προέκυψαν στο πείραμα της μη επιλογής (αλεύρι σίτου + αλεύρι καλαμποκιού και αλεύρι σόγιας + αλεύρι καλαμποκιού)

Υλικό εκτροφής	Αριθμός επαναλήψεων	Μέσος όρος αριθμού εντόμων που προέκυψαν*
Αλεύρι σίτου + αλεύρι καλαμποκιού	8	5,19 ^a
Αλεύρι σόγιας + αλεύρι καλαμποκιού	9	12,39 ^b

*Οι τιμές με διαφορετικό εκθέτη διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($p < 0.05$) σύμφωνα με το Mann-Whitney-test.

6. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Απώτερος σκοπός της πτυχιακής διατριβής ήταν η παρατήρηση, η ανάπτυξη και η ωοτοκία του *Tribolium confusum* σε διαφορετικά συστατικά ιχθυοτροφών. Στο πρώτο πείραμα χρησιμοποιήθηκε ως τροφή για τα έντομα αλεύρι σίτου και αλεύρι σόγιας, ενώ στο δεύτερο μείγματα αλευριών, όπως αλεύρι σίτου + αλεύρι καλαμποκιού και αλεύρι σόγιας + αλεύρι καλαμποκιού.

Στο πρώτο πείραμα με το αλεύρι σίτου και το αλεύρι σόγιας, όταν υπάρχει διπλή επιλογή δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια σαφής επιλογή του εντόμου μεταξύ των δύο τροφών, παρόλο που τις πρώτες ώρες παρατήρησης επιλέγουν περισσότερο το αλεύρι σίτου και λιγότερο το αλεύρι της σόγιας. Στο πείραμα της μη επιλογής παρατηρούμε ότι υπάρχουν κάποια σαφή αποτελέσματα (οι τιμές διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά Mann-Whitney test) για ανάπτυξη και ωοτοκία του εντόμου διότι ο μέσος όρος των εντόμων που προέκυψαν είναι μεγαλύτερος στο αλεύρι σίτου σε σχέση με το αλεύρι σόγιας που είναι μικρότερος. Αυτό μας βοηθά να συμπεράνουμε ότι το *Tribolium confusum* αναπτύσσεται καλύτερα, γρηγορότερα και σε μεγαλύτερους αριθμούς στο αλεύρι σίτου όπως επαληθεύεται από το πείραμα. Το αλεύρι σόγιας δεν είναι ίσως κατάλληλη τροφή για την ανάπτυξη του *Tribolium confusum*, ενώ έχει παρατηρηθεί αργή ανάπτυξη με αυξημένο αριθμό εκδύσεων του (Lin & Richards, 1952).

Στο δεύτερο πείραμα με τα μείγματα των αλευριών, όταν υπάρχει διπλή επιλογή πάλι δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια σαφής επιλογή μεταξύ των δύο μειγμάτων. Αυτό μπορεί να επαληθευθεί και από τις πρώτες ώρες παρατήρησης των εντόμων όπου βλέπουμε ένα μεγάλο ποσοστό των εντόμων να βρίσκεται στην αρένα και στο αλεύρι σίτου + αλεύρι καλαμποκιού. Στο πείραμα της μη επιλογής παρατηρούμε ότι υπάρχουν κάποια σαφή αποτελέσματα (οι τιμές διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά

Mann-Whitney test) για ανάπτυξη και ωοτοκία του εντόμου διότι ο μέσος όρος των εντόμων που προέκυψαν είναι μεγαλύτερος στο μείγμα του αλευριού σόγιας + αλευριού καλαμποκιού. Έτσι μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το αλεύρι σόγιας από μόνο του όπως αναφέραμε και παραπάνω δεν είναι η καταλληλότερη τροφή για την ανάπτυξη του *Tribolium confusum*, παρόλα αυτά όμως όταν προστίθεται σε αυτήν αλεύρι καλαμποκιού βελτιώνεται ως τροφή του εντόμου. Αυτό είναι φανερό από τους πίνακες 1,2,3 και 4 όπου το αλεύρι σόγιας μόνο του (πίνακας 1 και 2) ως τροφή του εντόμου δεν μας έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα, ενώ όταν στο αλεύρι σόγιας συνδυάζεται από αλεύρι καλαμποκιού (πίνακες 3 και 4) τα αποτελέσματα είναι ικανοποιητικά. Επίσης υπάρχει πιθανότητα το αλεύρι καλαμποκιού, όταν συνδυάζεται με αλεύρι σίτου να του αλλάζει τη σύστασή του κάνοντάς το λιγότερο κατάλληλο για τροφή του εντόμου όπως φαίνεται από τους πίνακες 3 και 4.

Η ανάπτυξη των εντόμων του *Tribolium* εξαρτάται από την ποσότητα των πρωτεϊνών της τροφής. Το αλεύρι σόγιας είναι τροφή πλούσια σε πρωτεΐνες, αλλά κάποιος παράγοντας την καθιστά «δηλητηριώδη» και τοξική και για τα δύο είδη του εντόμου (*T. confusum* και *T. castaneum*). Από έρευνες βρέθηκε ότι η θρυψίνη που περιέχεται στη σόγια εμποδίζει την ανάπτυξη του εντόμου, επηρεάζοντας την πρωτεολυτική δραστηριότητα του εντόμου κατά το προνυμφικό στάδιο και αυξάνει τον αριθμό των εκδύσεων του (George, 1974). Ακόμη το αλεύρι της σόγιας περιέχει μεγάλη ποσότητα των αμινοξέων τρυπτοφάνη, λυσίνη, γλουταμινικό οξύ κ.α., όπως και μεγάλη ποσότητα των μετάλλων ασβέστιο, φώσφορο κ.α. τα οποία έχουν αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη των ενζύμων (Sokoloff *et al.*, 1965).

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Κλείνοντας, την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής διατριβής θα ήθελα να εκφράσω τις προσωπικές μου ευχαριστίες τόσο στο ακαδημαϊκό προσωπικό της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, στην οικογένειά μου και στους φίλους μου.

Πρώτα από όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω εκ βαθέων τον επιβλέποντα αυτής της πτυχιακής διατριβής, Καθηγητή Κ. Δημήτριο Σταμόπουλο, αρχικώς για την ανάθεση του θέματος της εργασίας και την αμέριστη συμπαράσταση, την πολύτιμη βοήθεια και την συμβολή του κατά τη διάρκεια υλοποίησης τόσο του πειραματικού σταδίου, όσο και της συγγραφής της παρούσας διατριβής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής Κύριους Δημήτριο Βαφείδη Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος και Νικόλαο Παπαδόπουλο Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος για τις συμβουλές που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια την συγγραφής της εργασίας.

Αδήριτη ανάγκη σε αυτό το σημείο συνιστούν οι θερμές μου ευχαριστίες προς το πρόσωπο του Κ. Χρήστου Ρούμπου για την αξιόλογη συνεισφορά του στη συλλογή του φωτογραφικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε.

Τέλος ευχαριστώ από καρδιάς την οικογένειά μου για την αμέριστη ηθική και οικονομική συμπαράσταση σε όλες τις φάσεις των σπουδών μου όλα αυτά τα χρόνια, όπως και τους φίλους μου για την βοήθειά τους και την υπομονή τους όλο αυτό το διάστημα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

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. http://creatures.ifas.edu/urban/beetles/red_flour_beetle (html)

Bennett S.M., 2003. Stored products insects, *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). <http://www.ma.utexas.edu>

Day E., 1996. Confused flour beetle, *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Virginia polytechnic institute and state university, insect identification laboratory. <http://ext.vt.edu/departments/entomology/factsheets/confused.html>

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. <http://links.jstor.org/sici>

George C.R., 1974. The effects of malnutrition on the generation of *Nosema Whitei* in larval *Tribolium castaneum* reared in several commercial flours. *Entomophaga* 19, 117-121.

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.

Lin S. and Richards G., 1952. Studies on the nutritional value of soybean flour to *Tribolium confusum* Duval. *Journal of the New York Entomological Society* 60, 1952, 107-118.

Lyon W. F., 1997. Confused and red flour beetles. Ohio State University Extension Fact Sheet – Entomology. <http://ohioline.ag.ohio-state.edu>

Rajendran S., Hajira Parveen K.M., 2005. Insect infestation in stored animal products. *Journal of Stored Products Research* 41, 1-30.

Sokoloff A., Franklin I.R., Overton L.F., Frank K.H, 1965. Comparative studies with *Tribolium* (Coleoptera, Tenebrionidae)-1: Productivity of *T. castaneum* (Herbst) and *T. confusum* Duv. on several commercially-available diets. *Journal of Stored Products Research*, 1, 295-311.

Stamopoulos D.C., 1991. Effects of four essential oil vapours on the oviposition and fecundity of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae): laboratory evaluation. *Journal of Stored Products Research*, 4, 1991, 199-203.

Ανώνυμος, 1998. Διατροφή, ασθένειες ιχθύων εκτροφής, νομοθεσία. Γενική διεύθυνση αλιείας, διεύθυνση αλιευτικών εφαρμογών και εισροών αλιευτικής παραγωγής, Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα, σελ. 80.

Μεντέ Ε., 2008. Τεχνολογία ιχθυοτροφών. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος, σελ. 90.

Πανταζής Π.Α., 2003. Διατροφή-φυσιολογία θρέψης υδρόβιων ζωικών οργανισμών. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος, σελ.151.

Πελεκάσης Ε. Δ., 1984. Μαθήματα γεωργικής εντομολογίας, ειδική εντομολογία, Τόμος Β', Αθήνα, σελ. 554.

Σταμόπουλος Δ.Κ., 1999. Έντομα αποθηκών και μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ.254.

Σταμόπουλος Δ.Κ., 2008. Εχθροί αποθηκευμένων προϊόντων, μουσείων και κατοικιών. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος, σελ 237.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000073779