

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 510
Ημερομηνία 16-10-2015



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Αντιμετώπιση του *Tribolium confusum* με χαμηλές
Θερμοκρασίες»**



ΚΡΗΤΙΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ – ΧΡΗΣΤΟΣ

Επιβλέπων Καθηγητής : Αθανασίου Χρήστος

ΒΟΛΟΣ 2015



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

Αριθ. Εισ.: 14794/1
Ημερ. Εισ.: 29/3/2017
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2015
ΚΡΗ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών μου στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας στο Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα αναπληρωτή καθηγητή κ. Αθανασίου Χρήστο και τον υποψήφιο διδάκτορα Βασιλάκο Θωμά για την πολύτιμη καθοδήγησή και βοήθειά τους στη διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής διατριβής.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, και τους ανθρώπους εκείνους που με υποστήριξαν σε όλη την πορεία της διατριβής μου.

«Αντιμετώπιση του *Tribolium confusum* με χαμηλές θερμοκρασίες»

Περίληψη

Είναι γεγονός πως τα δημητριακά αποτελούν τη σπουδαιότερη κατηγορία φυτών που καλλιεργούνται για τη διατροφή του ανθρώπου. Ειδικότερα, από τα δημητριακά παράγεται ένα από τα βασικά είδη της ανθρώπινης διατροφής το ψωμί, ζωοτροφές, πρώτες ύλες για τη βιομηχανία τροφίμων, για τη βιομηχανία χαρτιού καθώς και για άλλους βιομηχανικούς κλάδους. Η παρούσα έρευνα εστιάζει στην διερεύνηση της μεθόδου ψύξης ως τρόπου απεντόμωσης του εντόμου *T.confusum*, που αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα έντομα αποθηκών σε αποθηκευμένα σιτηρά και αλεύρα.

Η παρούσα εργασία συνίσταται από δύο μέρη: το θεωρητικό και το πειραματικό. Στο πρώτο μέρος πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση ώστε να δημιουργηθούν οι βάσεις και το μέτρο σύγκρισης της πειραματικής διαδικασίας. Και στο δεύτερο μέρος, όπου εξετάζεται με πειραματική διαδικασία η επίδραση του ψύχους στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του *T.confusum* Jacquelin Duval (Coleoptera: Tenebrionidae). Στην πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν σιτάρι, αλεύρα, κόσκινο διαχωρισμού, στερεοσκόπιο, καταψύκτες και τρυβλία. Αμέσως μετά την ανάπτυξη του *T. confusum* ακολούθησε ο διαχωρισμός του πληθυσμού από το αλεύρι με τη χρήση διαβαθμισμένου διαμετρήματος κοσκίνων, και έπειτα ακολούθησε η ανάλυσή τους στο στερεοσκόπιο για διαχωρισμό των αυγών. Με την βοήθεια των κοσκίνων έγινε επίσης και ο διαχωρισμός των άλλων σταδίων ανάπτυξης του εντόμου που εξετάσαμε δηλαδή της προνύμφης και της πλαγγόνας.

Στη συνέχεια ακολούθησε η τοποθέτηση των διαφόρων σταδίων του εντόμων σε τρυβλία (10 άτομα / τρυβλίο), με διαφορετικά τρυβλία για κάθε στάδιο ανάπτυξης του εντόμου και η είσοδός τους σε διαφορετικούς χρόνους στον καταψύκτη με η χωρίς της παρουσία προϊόντος (σιτάρι) στους -18 °C, προετοιμάζοντας 3 τρυβλία κάθε φορά για κάθε στάδιο και χρόνο έκθεσης. Συγκεκριμένα σε συνθήκες χωρίς παρουσία προϊόντος όλα τα στάδια του εντόμου, εκτέθηκαν σε χρόνους 5, 10, 15, 30

και 60 min, ενώ με παρουσία προϊόντος οι χρόνοι έκθεσης ήταν 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 και 80 min. Μετά την έκθεση των εντόμων στο ψύχος, τα δείγματα παρέμειναν σε ειδικό δωμάτιο θερμοκρασίας στους 25 °C για μία εβδομάδα όπου και έγιναν οι μετρήσεις του πληθυσμού.

Από τα αποτελέσματά μας προκύπτει ότι η μέθοδος της ψύξης στην θερμοκρασία που εξετάσαμε, αποτελεί αποτελεσματική μέθοδο ελέγχου του *T. confusum*. Ωστόσο σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα της μεθόδου αποτελεί ο χρόνος παραμονής, το στάδιο ανάπτυξης του εντόμου και η παρουσία προϊόντος. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι η παρουσία προϊόντος αύξησε την αντοχή του εντόμου στο ψύχος, ενώ μεταξύ των διαφόρων σταδίων, το στάδιο της μεγάλης προνύμφης ήταν το πιο ανθεκτικό από τα κινητά στάδια ανάπτυξης δηλαδή του ενηλίκου και της προνύμφης. Τέλος όσον αφορά τον ελάχιστο χρόνο παραμονής του εντόμου σε συνθήκες ψύχους για τον πλήρη έλεγχό του, αυτός ήταν τα 15 min σε συνθήκες χωρίς προϊόν, ενώ με την παρουσία προϊόντος ο ελάχιστος χρόνος ήταν τα 75 min.

« Dealing with *Tribolium confusum* using low temperatures »

Abstract

Cereals constitute the greatest category of plants which are cultivated for human sustenance. Specifically, out of cereals it is produced one of the most basic foods for human sustenance, bread but also fodder, raw materials for food and paper industry and for more industrial branches. This research focuses on the method of freezing as a way of disinfection of the insect *T.confusum*, which is one of the most important stored-product insects for stored cereals and flour.

The research is consisted of two parts: theory and experiment. In the first part there is a literature review so that we have a clear comparison for the second part, the experiment results. As for the experiment, it is tested the reaction of *T.confusum* Jacquelin Duval (Coleoptera: Tenebrionidae) after freezing. In the procedure of the experiment it is used wheat, flour, sieves, stereoscope, freezer and test plates. After full growth of *T.confusum*, different kinds of sieves were used for splitting the stages of the insect growth which are adults, pupas, larvae and eggs. Also eggs were separated from the remains in the sieve with the use of stereoscope.

After that, the insects were placed in test plates (10 insects per plate), using different plates for each growth stage of the insect. Then the plates were placed in the freezer (-18 °C) using 3 plates for each growth stage and time of exposure in freezing. Also the experiment was consisted of two parts, empty plates and plates with food (wheat). Specifically the time of exposure for empty plates were 5, 10, 15, 30, and 60 minutes and for the plates with wheat 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, and 80 minutes. After the exposure the plates were put in a room with constant temperature of 25 °C for one week which was the time that the measurements took place.

The results showed that freezing consists an effective method for controlling the growth of the population of *T.confusum*. However, the effectiveness of freezing is depended of the time the insects were exposed, the stage of growth of the insect and the presence of food (wheat). Generally the results showed that existence of wheat increased the tolerance of the insect and comparing the different stages, the big larvae was the most tolerant of the stages of the insect which can move (all besides

eggs). Finally the time least time in which the insects where 100% controlled was 15 min for insects without food and 75 min with presence of food.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

«ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ <i>TRIBOLIUM CONFUSUM</i> ΜΕ ΧΑΜΗΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ».....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	9
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.2 ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΑ	9
1.3 ΑΡΘΡΟΠΟΔΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	12
1.4 Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	13
1.4.1 Μηχανισμοί αντοχής των εντόμων σε χαμηλές θερμοκρασίες.....	14
1.4.2 Η επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών στα έντομα.....	15
1.5 Η ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ <i>TRIBOLIUM CONFUSUM</i>	17
1.5.1 Ο Βιολογικός κύκλος του <i>Tribolium confusum</i>	21
1.5.2 Προσβολές του <i>Tribolium confusum</i>	23
1.6 ΧΩΡΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	24
1.6.1 Κατασκευή αποθηκευτικών χώρων.....	24
1.6.2 Προετοιμασία αποθηκευτικού χώρου.....	24
1.6.3 Έλεγχος προϊόντος πριν την αποθήκευση.....	25
1.6.4 Έλεγχος του προϊόντος μετά την αποθήκευση	26
1.7 ΣΥΝΟΨΗ	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	28
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	28
2.2 ΑΠΕΝΤΟΜΩΣΕΙΣ ΜΕ ΧΗΜΙΚΑ ΜΕΣΑ	28
2.2.1 Ανθεκτικότητα των εντόμων στα εντομοκτόνα.....	29
2.3 ΑΠΕΝΤΟΜΩΣΕΙΣ ΜΕ ΦΥΣΙΚΑ ΜΕΣΑ	32
2.4 ΑΠΕΝΤΟΜΩΣΕΙΣ ΜΕ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΜΕΣΑ.....	33
2.5 Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕΝΤΟΜΩΣΕΩΝ	34
2.6 ΣΥΝΟΨΗ	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	36
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	36
3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	36
3.2.1 Η εκτροφή του εντόμου	36
3.2.2 Διαχωρισμός <i>Tribolium confusum</i> από το αλεύρι	36
3.2.3 Τοποθέτηση στα τρυβλία και αξιολόγηση βιωσιμότητας των εντόμων	36
3.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ.....	46
3.4 ΣΥΝΟΨΗ	46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	47
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	47
4.2 Α ΣΤΑΔΙΟ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	48
4.3 Β' ΣΤΑΔΙΟ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	53
4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Εισαγωγή

Σ' αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται μια αναφορά στα δημητριακά καθώς και στην σημαντική συμβολή αυτών στην διατροφή του ανθρώπου. Στην συνέχεια ακολουθεί η ανάλυση του υπό εξέταση εντόμου και μια γενικότερη προσέγγιση του θέματος με ανάλυση της αναγκαιότητας των απεντομώσεων.

1.2 Δημητριακά

Είναι γεγονός πως τα δημητριακά αποτελούν τη σπουδαιότερη κατηγορία φυτών που καλλιεργούνται για τη διατροφή του ανθρώπου. Ακολούθως από τα δημητριακά παράγεται ένα από τα βασικά είδη της ανθρώπινης διατροφής το ψωμί, ζωοτροφές, πρώτες ύλες για τη βιομηχανία τροφίμων, για τη βιομηχανία χαρτιού καθώς και για άλλους βιομηχανικούς κλάδους. Επιπλέον, τα δημητριακά στη μεγάλη τους πλειονότητα ανήκουν στην οικογένεια των αγρωστωδών και τα περισσότερα κατάγονται από την περιοχή της Δυτικής Ασίας. Αποτελούν τη βάση της φυτικής παραγωγής κάθε χώρας και στις πιο πολλές χώρες η καλλιέργειά τους κατέχει την πρώτη θέση της γεωργικής παραγωγής.

Κύριος εκπρόσωπος τους το σιτάρι που είναι η περισσότερο διαδομένη καλλιέργεια σε όλες σχεδόν τις περιοχές της Ελλάδας. Από παλιά η οικονομική μας πολιτική απέβλεπε στη σιτάρκεια, γιατί το σιτάρι και τα παράγωγά του και κυρίως το ψωμί, αποτελούν βασικό στοιχείο στη διατροφή του Έλληνα. Από συνολική καλλιεργούμενη επιφάνεια, 40 εκατομμύρια στρέμματα, η σιτοκαλλιέργεια φτάνει το 35% περίπου.

Η στρεμματική απόδοση γίνεται όλο και μεγαλύτερη, χάρη στη χρησιμοποίηση βελτιωμένων ποικιλιών σιτόσπορου, στη χρήση λιπασμάτων και στη μηχανική καλλιέργεια. Η σημερινή παραγωγή σιταριού υπερκαλύπτει τις εσωτερικές μας ανάγκες. Η στρεμματική όμως απόδοση της ελληνικής γης σε σιτάρι παραμένει ακόμα χαμηλή, σε σύγκριση με την ευρωπαϊκή ή την παγκόσμια στρεμματική απόδοση.

Δύο βασικά είδη σιταριού καλλιεργούνται: το κοινό σιτάρι ή μαλακό, που χρησιμοποιείται κυρίως στην αρτοποιία και το σκληρό σιτάρι, που χρησιμοποιείται για την παρασκευή ζυμαρικών, γλυκών κ.ά. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται 25 περίπου ποικιλίες σιταριού. Ειδικότερα, εκτός από το σιτάρι καλλιεργούνται ακόμα, αραβόσιτος, για κτηνοτροφικές και βιομηχανικές ανάγκες, η παραγωγή του όμως δεν καλύπτει τις ανάγκες και γι' αυτό κάνουμε εισαγωγή από το εξωτερικό. Επίσης καλλιεργούνται κριθάρι, βρώμη, και σίκαλη. Το ρύζι ανήκει στις καινούργιες ελληνικές καλλιέργειες. Προπολεμικά η καλλιέργειά του ήταν περιορισμένη. Σήμερα η καλλιέργεια έχει επεκταθεί και η παραγωγή είναι σημαντική. Καλλιεργείται στο νομό Σερρών, Θεσσαλονίκης, Αιτωλοακαρνανίας, στη Θεσπρωτία, στη Φθιώτιδα, στη Μεσσηνία και αλλού. Με την ορυζοκαλλιέργεια μπορούν να αξιοποιηθούν βαλτώδη εδάφη, που αποστραγγίζονται δύσκολα.

Επιπλέον, τα δημητριακά αποτελούν καθημερινή συνήθεια, στους περισσότερους λαούς παγκοσμίως, η κατανάλωση δημητριακών είτε ως βασικό συστατικό των ενδιάμεσων είτε των κυρίων γευμάτων. Διεθνείς διατροφικές συστάσεις τονίζουν με οποιοδήποτε τρόπο την τεράστια διατροφική τους αξία και ευεργετική τους δράση στον ανθρώπινο οργανισμό.

στην πραγματικότητα, τα δημητριακά αποτελούν τη σπουδαιότερη κατηγορία καλλιεργούμενων φυτών για τη διατροφή του ανθρώπου. Πρόκειται για μονοετή φυτά τα οποία σπέρνονται και θερίζονται σε ένα έτος. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν: το σιτάρι, η βρώμη, το καλαμπόκι, το κριθάρι, η σίκαλη, το κεχρί, η κινόα, το καστανό ρύζι, το άγριο ρύζι, ο αμάραντος, το φαγόπυρο, το πλιγούρι, το ποπ κορν, το ζαχαρόχορτο, το καμού, το τριτικάλε, το ψωμί ολικής άλεσης και τα ζυμαρικά από σιτάρι ολικής άλεσης.

Πιο συγκεκριμένα, στα συγκεκριμένα είδη ξεχωρίζουμε την μεγάλη περιεκτικότητα σε βιταμίνες του συμπλέγματος Β και φυτικές ίνες που υπάρχουν στο σιτάρι και τη σίκαλη καθώς και την τεράστια αντικαρκινική, αντιυπερτασική και καρδιοπροστατευτική τους δράση που επιφέρει η τακτική κατανάλωση τους. Το σιτάρι είναι το πιο διαδεδομένο δημητριακό στην Ευρώπη καλύπτοντας πολλές εκτάσεις καλλιεργήσιμης γης ενώ έχει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε σελήνιο, ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό στοιχείο, το οποίο ρυθμίζει παράλληλα τη λειτουργία του θυρεοειδή αδένος και διατηρεί σε εγρήγορση το αμυντικό σύστημα του οργανισμού.

Το σιτάρι είναι το κυρίαρχο δημητριακό που υπάρχει ανέκαθεν στην διατροφή του Έλληνα και έχει ένα χώρο είτε στα κύρια είτε και στα ενδιάμεσα γεύματά μας. Η σικάλη και το πλιγούρι έχουν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες από όλα τα σιτηρά. Από την άλλη πλευρά, η βρώμη περιέχει υψηλή ποσότητα φυτικών πρωτεϊνών, ενώ έχει την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ψευδάργυρο, μαγγάνιο (μαζί με το τριτικάλε) και Βιταμίνη Β1 στην κατηγορία.

Συνεχίζοντας, το κριθάρι περιέχει πολλές φυτικές ίνες που βελτιώνουν τη λειτουργία του εντέρου, δρουν μειώνοντας την χοληστερόλη αλλά το δυνατό του σημείο είναι η μεγαλύτερη συγκέντρωση σε Βιταμίνη Β1 σε σχέση με τα υπόλοιπα σιτηρά. Εκτός από αλεύρι το κριθάρι αποτελεί βασικό συστατικό στην παραγωγή μύζας και ούισκι. Το καλαμπόκι από την άλλη, είναι πλούσιο σε άμυλο, σε αντιοξειδωτικά και φτωχό σε γλουτένη, ενώ το κεχρί έχει την ίδια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες με το σιτάρι και χρησιμοποιείται σε κέικ και σούπες. Όσον αφορά το κινόα, αν και περισσότερο γνωστό στη Λατινική Αμερική, είναι εξαιρετική πηγή φυτικής πρωτεΐνης και ξεχωρίζει για την υψηλότερη περιεκτικότητα σε φυλλικό οξύ ενώ χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στο πλάφι.

Επιπλέον, συνεχίζοντας με το καστανό ρύζι το οποίο αποτελεί πηγή πρωτεϊνών, υδατανθράκων και φυτικών ινών όπως και τα υπόλοιπα σιτηρά, το σημαντικό του στοιχείο είναι ότι δεν περιέχει γλουτένη και είναι κατάλληλο για άτομα με κοιλιοκάκη. Από την άλλη πλευρά το άγριο ρύζι, το οποίο στην πραγματικότητα είναι ένα είδος χόρτου, έχει διπλάσια ποσότητα από πρωτεΐνες σε σχέση με το λευκό ρύζι και λιγότερες θερμίδες. Το «δυνατό όπλο» όμως στο άγριο ρύζι είναι ότι έχει την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και την μικρότερη σε λιπαρά από όλα τα δημητριακά.

Ο αμάραντος, ο οποίος περιέχει την μεγαλύτερη ποσότητα σε σίδηρο, μαγνήσιο και φώσφορο από όλα τα δημητριακά και είναι ιδιαίτερα πλούσιος στο αμινοξύ λυσίνη και σε μαγγάνιο. Το ζαχαρόχορτο υπερέχει και αυτό, λόγω της μεγαλύτερης περιεκτικότητας σε Βιταμίνη Β6. Τέλος, το φαγόπυρο η αλλιώς «μαύρο στάρι» διαδεδομένο κυρίως στις Ασιατικές χώρες έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και αντιοξειδωτικά, ενώ έχει την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε Βιταμίνη Β2, Β3 και χαλκό από όλα τα δημητριακά και δεν περιέχει γλουτένη.

Ο πίνακας που ακολουθεί αναφέρει τα σημεία υπεροχής του καθενός από τα δημητριακά:

Είδος δημητριακού	Θρεπτικά συστατικά
Σιτάρι	φυτικές ίνες, βιταμίνες Β, σελήνιο, μαγγάνιο, πρωτεΐνες
Σίκαλη	φυτικές ίνες, βιταμίνες Β
Πλιγούρη	φυτικές ίνες
Βρώμη	ψευδάργυρο, μαγγάνιο, βιταμίνη Β1
Κριθάρι	φυτικές ίνες, βιταμίνη Β1
Καλαμπόκι	άμυλο, αντιοξειδωτικά στοιχεία
Κεχρί	Πρωτεΐνες
Κινόα	φυλλικό οξύ
Καστανό ρύζι	πρωτεΐνες, χωρίς γλουτένη
Άγριο ρύζι	πρωτεΐνες, χαμηλά λιπαρά
Αμάραντος	σίδηρο, μαγνήσιο, φώσφορο
Ζαχαρόχορτο	βιταμίνη Β6
Φαγόπυρο	βιταμίνη Β2, Β3, χαλκό

1.3 Αρθρόποδα Αποθηκευμένων προϊόντων

Γενικά η αναφορά στον όρο «έντομα αποθηκών» περιλαμβάνει τα αρθρόποδα τα οποία προσβάλουν εδώδιμα ή μη προϊόντα που βρίσκονται σε κατάσταση παραγωγής, επεξεργασίας ή αποθήκευσης. Επιπλέον, η προσβολή των εντόμων δύναται να πραγματοποιηθεί είτε στην αποθήκη είτε σε πιο σπάνιες περιπτώσεις στον αγρό και έπειτα από τον βιολογικό κύκλο του αρθρόποδου (Πουγαρίδου, 2013).

Στο παρελθόν, και πιο συγκεκριμένα στην περίοδο 8000 π.Χ ο άνθρωπος συνήθιζε να αποθηκεύει τα προϊόντα. Όσο αφορά την σύνδεση του παρελθόντος με τα έντομα

αποθηκών, εκτιμάται πως τα έντομα διαβιούσαν σε φυσικά εξωτερικά περιβάλλοντα ενώ ακολούθως μετακινήθηκαν σε αποθήκες όπου προσαρμόστηκαν και έγιναν «έντομα αποθηκών» (Ηλιόπουλος 2003, Πουγαρίδου 2013).

Επιπλέον, αξίζει η αναφορά στα περισσότερα είδη εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων τα οποία ανήκουν στις τάξεις των Κολεόπτερων και των Λεπιδόπτερων, ενώ λιγότερα στις τάξεις των Διπτέρων, Υμενοπτέρων και Ψωκοπτέρων. (Σταμόπουλος 2008, Πουγαρίδου 2013).

1.4 Η ανάπτυξη των εντόμων και ο ρόλος της θερμοκρασίας

Η θερμοκρασία εκτιμάται ως ένας από τους σημαντικούς αβιοτικούς παράγοντες που καθορίζουν τόσο την παρουσία όσο και την αφθονία των εντόμων (Πουγαρίδου,2013). Ειδικότερα, η θερμοκρασία, επιδρά στην ταχύτητα ανάπτυξης, στη θνησιμότητα αλλά και ωοπαραγωγή των εντόμων καθώς και στον χρόνο εμφάνισης των ενηλίκων (Davidowitz and Nijhout 2004, Landanyi and Hufnagel 2006, Τζανακάκης 1995,Πουγαρίδου 2013).

Τόσο ο παράγοντας της θερμοκρασίας όσο και η σχετική υγρασία αποτελούν δύο σημαντικούς παράγοντες επίδρασης στην βιολογία, τη δραστηριότητα καθώς και την γεωγραφική εξάπλωση των εντόμων (Duale 2005, Kalyebi et al 2005, Sorribas et al 2010).

Στην κατάσταση των εντόμων που δεν βρίσκονται σε διάπαυση οι κυριότεροι παράγοντες που ρυθμίζουν την ταχύτητα της ανάπτυξής τους είναι η θερμοκρασία και η τροφή (Πουγαρίδου 2013).Επιπλέον, η θερμοκρασία είναι καθοριστικής σημασίας ως προς την ανάπτυξη και τον μεταβολισμό των εντόμων (Πουγαρίδου 2013).Το κάτω όριο της ζώνης αυτής λέγεται θερμοκρασία – ουδός και για πολλά είδη εντόμων βρίσκεται μεταξύ μηδέν και δεκαπέντε βαθμών κελσίου (Τζανακάκης 1995, Πουγαρίδου 2013).

1.4.1 Μηχανισμοί αντοχής των εντόμων σε χαμηλές θερμοκρασίες

Υπάρχουν πολλές μελέτες που αφορούν στον προσδιορισμό της επιβίωσης των εντόμων σε χαμηλές θερμοκρασίες (Bale 2002, Lee and Denlinger 1991, Michaud and Denlinger 2004). Ωστόσο καθοριστικής σημασίας για την σημερινή ερευνητική πορεία στο πεδίο της επιβίωσης των εντόμων σε χαμηλές θερμοκρασίες στηρίζονται πολλά πειράματα που πραγματοποίησε ο R.W. Salt τη δεκαετία του 1930.

Ως εκ τούτου, δύο κύριοι μηχανισμοί έχουν αναπτυχθεί από τα έντομα προκειμένου να επιβιώσουν στις χαμηλές θερμοκρασίες. Από την μια την ανοχή στο σχηματισμό πάγου στους ιστούς του σώματος και από την άλλη η αποφυγή σχηματισμού πάγου στους ιστούς (Koneos 2001, Overgaard et al. 2006).

Κατά την χειμερινή περίοδο, τα περισσότερα είδη εντόμων που ανέχονται το σχηματισμό πάγου συσσωρεύουν πολυ-αλκοόλες και σάκχαρα, όπως είναι η γλυκερόλη, η σορβιτόλη, η θρεϊτόλη, η ερυθριόλη, η φρουκτόζη, η σουκρόζη και η τρεχαλόζη. (Somme 1964, Baust 1973, Zachariassen 1985, Πουγαρίδου 2013). Είναι αξιοσημείωτο πως έχουν βρεθεί παγοπυρηνοποιητικά βακτήρια σε πολλά είδη εντόμων (Ice Nucleating Active Bacteria, INA) όπως για παράδειγμα το *Pseudomonas syringae*, το *P. fluorescens*, το *P. putida*, το *Erwinia herbicola*, το *Enterobacter taylorae* και το *E. agglomerans* (Lee 1991, Bale 2002). Επιπλέον, η παρουσία παγοπυρηνοποιητικών βακτηρίων αυξάνει τη θερμοκρασία υπέρψυξης των εντόμων και συνεπώς ο θάνατος των εντόμων επέρχεται σε υψηλότερες από το μηδέν θερμοκρασίες (Fields 1992).

Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση της υπέρψυξης παρατηρείται αντιπαγωτική δράση λόγω αυξημένων συγκεντρώσεων πολυαλκοολών. Ειδικότερα, η θερμοκρασία που λιώνει και ο τελευταίος κρύσταλλος πάγου σε ένα παγωμένο διάλυμα είναι η θερμοκρασία τήξης. Τέλος, η θερμοκρασία κατά την οποία αρχίζει να σχηματίζεται ο πρώτος κρύσταλλος ορίζεται ως θερμοκρασία ψύξης (Πουγαρίδου 2013).

1.4.2 Η επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών στα έντομα

Οι βλάβες που προκαλούνται στα έντομα λόγω χαμηλών θερμοκρασιών καθιστούν την μέθοδο ψύξης ως κατάλληλη για την απεντόμωση αυτών. Πιο συγκεκριμένα, όταν τα έντομα εκτίθενται σε χαμηλές θερμοκρασίες δύναται να προσληφθούν από βλάβες ή ακόμη και σε θάνατο (Πουγαρίδου 2013). Επιπλέον, σε περιπτώσεις βλαβών των εντόμων λόγω χαμηλών θερμοκρασιών προκαλούνται αλλαγές στο ιξώδες των μεμβρανών (Hazel 1989, Πουγαρίδου 2013).

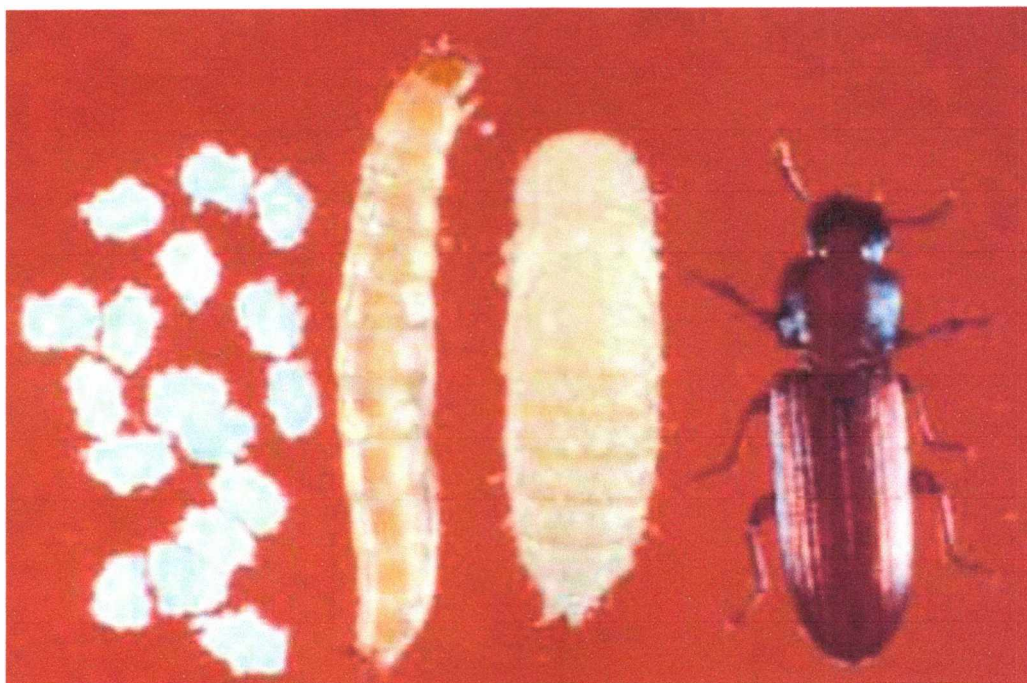
Σε αντίθετη περίπτωση, όπου οι βλάβες προκαλούνται εξαιτίας σχηματισμού πάγου (freezing injury) ενδεχομένως οφείλεται σε αφυδάτωση των κυττάρων (Fields et al. 1998, Πουγαρίδου 2013).

Πίνακας 1 Τα σπουδαιότερα έντομα αποθηκών

ΕΙΔΟΣ	ΚΟΙΝΟ ΟΝΟΜΑ	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ
A. ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΑ		
<i>Lasioderma serricorne</i>	Σκαθάρι του καπνού	Anodiidae
<i>Stegobium paniceum</i>		Anodiidae
<i>Sitophilus granarius</i>	Σκαθάρι του σιταριού	Curculionidae
<i>Sitophilus oryzae</i>	Σκαθάρι του ρυζιού	Curculionidae
<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Βρούχος των φασολιών	Bruchidae
<i>Bruchus pisorum</i>	Βρούχος των μπιζελιών	Bruchidae
<i>Bruchus lentis</i>	Βρούχος της φακής	Bruchidae
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	Ψείρα του σταριού	Sylvanidae
<i>Trogoderma granarium</i>	Τρωγόδερμα των σπόρων	Dermestidae
<i>Trogoderma inclusum</i>	Τρωγόδερμα των σπόρων	Dermestidae

<i>Tenebrioidea mauritanicus</i>	Σκαθάρι των σπόρων	Trogostidae
<i>Rhizopertha dominica</i>	Σκαθάρι του ρυζιού	Bostrychidae
<i>Tribolium confusum</i>	Ψείρα ή σκαθάρι των αλεύρων	Tenebrionidae
<i>Tribolium castaneum</i>	Σκούρο σκαθάρι των αλεύρων	Tenebrionidae
Β. ΛΕΠΙΔΟΠΤΕΡΑ		
<i>Ephestia elutella</i>	Σκουλήκι καπνού ή κακάο	Pyralididae
<i>Ephestia kuehniella</i>	Σκουλήκι των αλεύρων	Pyralididae
<i>Ephestia cautella</i>	Σκουλήκι σύκων, σταφίδας	Pyralididae
<i>Plodia interpunctella</i>	Κοινό αποθηκών σκουλήκι	Pyralididae
<i>Sitotroga cerealella</i>	Σιτότρωγα	Geleghiidae
Γ. ΔΙΠΤΕΡΑ		
<i>Piophilidae casei</i>	Σκουλήκι του τυριού	Piophilidae
Δ. ΑΚΑΡΕΑ		
<i>Acarus siro</i>	Ακάρι των αλεύρων	Acaridae

Στην εικόνα 1 αναπαρίσταται το *T. confusum*, το οποίο αποτελεί και το υπό εξέταση έντομο αποθήκης της συγκεκριμένης έρευνας.



Εικόνα 1 Στάδια ανάπτυξης του *Tribolium confusum*

1.5 Η συστηματική κατάταξη του εντόμου *Tribolium confusum*

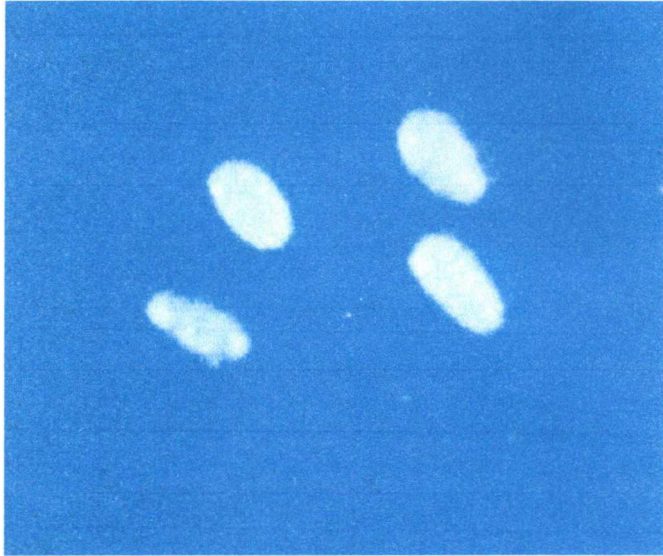
Το *T.confusum*, σύμφωνα με την Αγγλική βιβλιογραφία το βρίσκουμε ως the confused flour beetle (Λαδογιάννης 2009). Επιπλέον, είναι γνωστό από αρχαιότατων χρόνων για τις ζημιές του σε πολλά προϊόντα και βρέθηκε σε τάφους των φαραώ στην Αίγυπτο περίπου το 2500 π.Χ. (Λαδογιάννης 2009).

Επιστημονική ταξινόμηση

Βασίλειο:	<u>Animalia</u>
Φύλο:	Αρθρόποδα
Κατηγορία:	<u>Έντομα</u>
Παραγγελία:	<u>Κολεόπτερα</u>
Οικογένεια:	<u>Tenebrionidae</u>
Γένος:	<u><i>Tribolium</i></u>
Είδος:	<i>Tribolium confusum</i>

Μορφολογία

Αυγό: το μήκος του εκτίνεται στα 0,6mm. Έχει υπόλευκο χρώμα και πάνω του έχει χαρακτηριστικά εξαρτήματα ώστε να δύναται να προσκολλάται στις διάφορες επιφάνειες (Lyon 1997, Λαδογιάννης 2009).

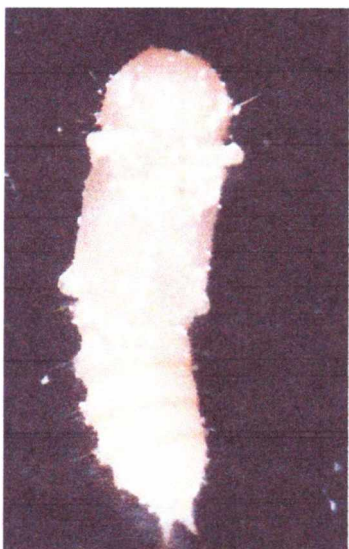


Προνύμφη: το μήκος της εκτίνεται στα 4 – 5 mm, είναι ωχροκίτρινη ευκέφαλη με χρώμα καφέ. Το σώμα της είναι επίμηκες με νευρώσεις και έχει 3 ζεύγη πόδια και τρίχες στα πλάγια του σώματος ενώ στο τελευταίο κοιλιακό τμήμα είναι χιτινισμένο και φέρει μια δικρανοειδή απόφυση (Πελεκάσης 1984, Λαδογιάννης 2009). Επιπλέον, στα τελευταία προνυμφικά στάδια η προνύμφη παίρνει χρώμα κιτρινοκαστανό, ενώ το χιτινισμένο δερμάτιο της γίνεται σκληρότερο (Σταμόπουλος, 2008).



Προνύμφες του *Tribolium confusum* (φωτογραφίες Λαδογιάννης 2009)

Νύμφη: έχει μήκος 3-4 mm και χρώμα άσπρο προς το ελαφρύ καφέ (Bennett 2003)



Νύμφες του *Tribolium confusum* (φωτογραφία Λαδογιάννης 2009)

Ενήλικο: έχει σώμα επίμηκες, πεισμένο, λείο χωρίς τρίχες με μήκος στα 3-4mm και χρώμα ερυθροκαστανό. Η κεφαλή και το επιθωράκιο έχουν πολλά μικρά στίγματα-αδένες τα οποία και εκκρίνουν διάφορες ουσίες που προσδίδουν μια δυσάρεστη ορμή στα προιοντα τα οποία προσβάλλουν (Bennett 2003, Λαδογιάννης 2009). Τέλος τα ενήλικα έχουν την δυνατότητα να πετούν (Σταμόπουλος 1999).



Ενήλικα του *Tribolium confusum* (φωτογραφία Λαδογιάννης 2009)

1.5.1 Ο Βιολογικός κύκλος του *Tribolium confusum*

Όσον αφορά τον βιολογικό κύκλο του συγκεκριμένου εντόμου διαρκεί περίπου 7-12 εβδομάδες και υπάρχουν 3-5 γενεές σε ένα έτος στους μη θερμαινόμενους. Συνολικά, εκτιμάται πως η θερμοκρασία, η υγρασία και η καταλληλότητα της τροφής επηρεάζουν τον βιολογικό κύκλο του εντόμου. Επιπλέον, τα ενήλικα μπορούν να ζήσουν για περισσότερα από 3 χρόνια ανάλογα βέβαια με τις περιβαλλοντικές συνθήκες καθώς και την επάρκεια της τροφής (Λαδογιάννης 2009). Τα θηλυκά μπορούν να ζουν περίπου 2 χρόνια και να γεννούν 300-400 αυγά σε διάρκεια 5 έως 8 μηνών (Baldwin and Fasoulo 2003). Όσον αφορά τα αυγά, εκκολάπτονται μεταξύ 15 και 40 βαθμών κελσίου ενώ όσον αφορά την προνυμφική ανάπτυξη διαρκεί περίπου για 22 έως 100 ημέρες. Το στάδιο της νύμφης διαρκεί για 7-8 ημέρες όπου πραγματοποιείται μεταμόρφωση της νύμφης σε ενήλικο πλέον έντομο. Είναι αξιοσημείωτο πως αναπτύσσεται ταχύτερα σε σπασμένους απ' ότι σε ολόκληρους σπόρους (Ford 1937). Τέλος, τα ενήλικα εκδηλώνουν κανιβαλισμό και όταν υπάρχει έλλειψη τροφής τρέφονται με τις προνύμφες και τα αυγά τους καθώς και νεκρά έντομα (Σταμόπουλος 2008).



LARVA

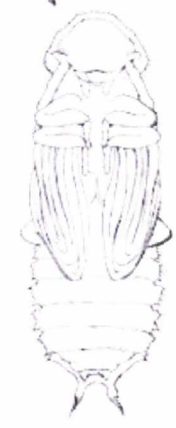
IDENTIFY BEETLE FROM LARVA. LARVAE OF THE MAJOR STOREHOUSE BEETLES ARE ALL SIMILAR IN APPEARANCE.

FROM APPEARANCE OF BEETLE AND FROM INFORMATION FROM OTHER SOURCES, DETERMINE WHICH OF THE FOLLOWING BEETLES IS MOST LIKELY TO BE THE BEETLE.

WITH OTHER BEETLE BEHAVIORAL CHARACTERISTICS, DETERMINE WHICH OF THE FOLLOWING BEETLES IS MOST LIKELY TO BE THE BEETLE.

EXAMPLE: *Tribolium*

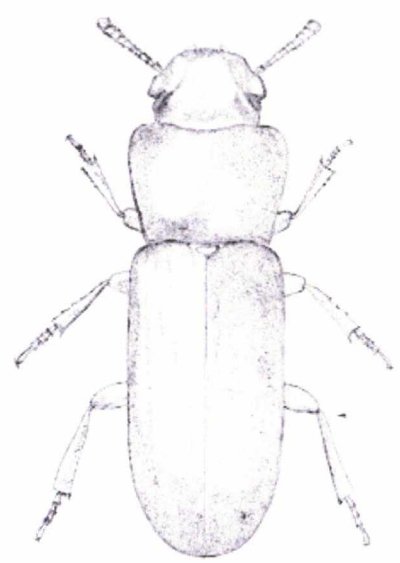
BEETLE APPEARANCE AND BEHAVIORAL CHARACTERISTICS DETERMINE WHICH OF THE FOLLOWING BEETLES IS MOST LIKELY TO BE THE BEETLE.



BEETLE

IDENTIFY BEETLE FROM APPEARANCE AND FROM INFORMATION FROM OTHER SOURCES, DETERMINE WHICH OF THE FOLLOWING BEETLES IS MOST LIKELY TO BE THE BEETLE.

BEETLE APPEARANCE AND BEHAVIORAL CHARACTERISTICS DETERMINE WHICH OF THE FOLLOWING BEETLES IS MOST LIKELY TO BE THE BEETLE.

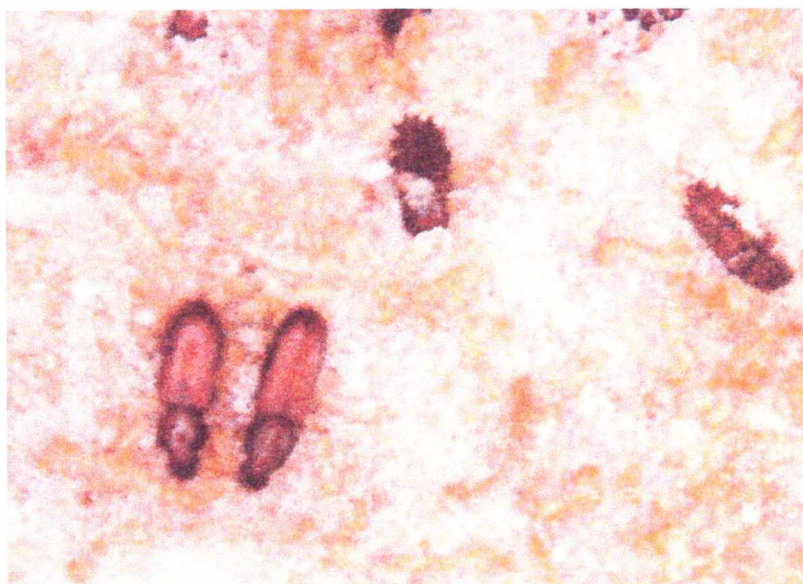


CONFUSED FLOUR BEETLE
Tribolium confusum Say

IDENTIFY BEETLE FROM APPEARANCE AND BEHAVIORAL CHARACTERISTICS. BEETLE APPEARANCE AND BEHAVIORAL CHARACTERISTICS DETERMINE WHICH OF THE FOLLOWING BEETLES IS MOST LIKELY TO BE THE BEETLE.

1.5.2 Προσβολές του *Tribolium confusum*

Το συγκεκριμένο έντομο το βρίσκουμε συνήθως σε αποθήκες που υπάρχουν ενσακισμένοι ή σε σορούς σπόροι και αλεύρα, σε αλευρόμυλους και γενικά σε μέρη όπου γίνεται επεξεργασία αμυλούχων προϊόντων (Day 1996, Λαδογιάννης 2009). Δεν προσβάλουν τον άνθρωπο και τα ζώα αλλά έχει βρεθεί ότι τα προσβεβλημένα προϊόντα από *T.confusum* περιέχουν κινόνες που παράγονται από άλλα έντομα. Ως εκ τούτου, προκαλούνται δερματίτιδες, φλύκταινες, ερεθισμοί στα μάτια και ακόμη καρκινογενέσεις (Σταμόπουλος 1999). Επιπλέον, προσβάλει αλεύρι σιταριού, σόγιας και καλαμποκιού τα οποία είναι κύρια συστατικά των ιχθυοτροφών καθώς και πίτουρα, κριθάρι, βρόμη, ρύζι και βρίζα (Λαδογιάννης 2009). Οι προνύμφες που τρέφονται με τα διάφορα αλεύρα αφήνουν εκδύματα και αποχωρήματα τα οποία δίνουν έναν γκρι χρωματισμό , ενώ τα ενήλικα με τα στίγματα που έχουν στον θώρακά τους εκκρίνουν ουσίες που προσδίδουν μια άσχημη οσμή στα προϊόντα που προσβάλουν. Τέλος και στις 2 περιπτώσεις και τα ενήλικα και οι προνύμφες υποβαθμίζουν την εικόνα και την ποιότητα των προϊόντων που προσβάλουν (Λαδογιάννης 2009).



Προσβολή του *Tribolium confusum* σε αλεύρι. Διακρίνονται οι προνύμφες, τα ενήλικα και τα εκδύματα (φωτ. Λαδογιάννης 2009).

1.6 Χώροι αποθήκευσης αγροτικών προϊόντων

Οι αποθηκευτικοί χώροι πρέπει εκ κατασκευής να πληρούν ορισμένους βασικούς κανόνες που θα εξασφαλίσουν όσο το δυνατόν ασφαλέστερη συντήρηση και προστασία των προϊόντων.

1.6.1 Κατασκευή αποθηκευτικών χώρων

Ο τρόπος κατασκευής των αποθηκευτικών χώρων και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν παίζουν σπουδαίο ρόλο.

Η αποθήκη, γενικά πρέπει να πληροί τις παρακάτω προδιαγραφές:

- Οι τοίχοι, το δάπεδο και η οροφή να είναι λείοι, χωρίς ρωγμές ή χαραμάδες, όπου είναι δυνατόν να βρουν καταφύγιο έντομα.
- Πρέπει να εξασφαλίζουν κατάλληλο αερισμό. Αν ο αερισμός προέρχεται από παράθυρα, θα πρέπει να έχουν σήτα ώστε να παρεμποδίζεται η είσοδος εντόμων. Αν πάλι υπάρχει εγκατάσταση κλιματισμού, κεντρικής θέρμανσης και αποχέτευσης, πρέπει η κατασκευή τους να είναι τέτοια ώστε να μην προσφέρουν καταφύγιο σε έντομα και να μη δυσκολεύουν τον καθαρισμό της αποθήκης.
- Οι αποθηκευτικοί χώροι δεν πρέπει να γειτνιάζουν με εστίες μόλυνσης (εργοστάσια επεξεργασίας διαφόρων προϊόντων, σκουπιδότοπους ή άλλες αποθήκες).
- Πρέπει να αποφεύγεται η τοποθέτηση ξύλου στις αποθήκες (επενδυμένες επιφάνειες, γυψοσανίδες, ξύλινες μεσοτοιχίες) διότι προσφέρουν καταφύγιο σε έντομα και δυσκολεύουν τον καθαρισμό.

1.6.2 Προετοιμασία αποθηκευτικού χώρου

Η κατάλληλη προετοιμασία αποθηκευτικού χώρου για να δεχτεί προϊόντα για αποθήκευση ή επεξεργασία αποτελεί σημαντικό μέτρο για την πρόληψη και την αντιμετώπιση εντομολογικών προσβολών.

Ο συχνός καθαρισμός των χώρων, όπου επεξεργάζονται ή αποθηκεύονται τα προϊόντα και η απομάκρυνση άχρηστων υπολειμμάτων επεξεργασίας, συμβάλει σημαντικά στην αποφυγή εγκατάστασης ανεπιθύμητων αρθρόποδων.

Για τον καθαρισμό των αποθηκευτικών χώρων θα πρέπει:

1. Να χρησιμοποιούνται ηλεκτρικές σκούπες μεγάλης ισχύος που εκτός από τα απορρίμματα, απομακρύνουν μερικές φορές και πρόσφατα εγκατεστημένα έντομα.
2. Να γίνεται σχολαστικός καθαρισμός οροφής, τοίχων, δαπέδου, γωνιών και εσοχών για απομάκρυνση υπολειμμάτων προϊόντος ή εντόμων.
3. Όταν υπάρχει δυνατότητα αερισμού της αποθήκης τότε μπορεί ο καθαρισμός να γίνει με νερό υπό πίεση. Όλα τα υλικά που μαζεύτηκαν πρέπει να απομακρύνονται από την αποθήκη και να ψεκάζονται με εντομοκτόνο έτσι ώστε να αποφεύγεται η επάνοδος τυχόν υπαρχόντων εντόμων στην αποθήκη.
4. Τυχόν εσοχές ή ρωγμές στους αποθηκευτικούς χώρους πρέπει να εντοπίζονται, να κλείνουν και να λειαίνονται ώστε να διευκολύνεται ο καθαρισμός.

Πριν τη τοποθέτηση των προϊόντων, πρέπει να ψεκάζονται όλες οι εσωτερικές επιφάνειες (τοίχοι, οροφή, δάπεδο) με εντομοκτόνα μεγάλης υπολειμματικής διάρκειας και φάσματος δράσης.

1.6.3 Έλεγχος προϊόντος πριν την αποθήκευση

Δεδομένου πως η προσβολή σχεδόν πάντα προέρχεται από έξω και πολλές φορές μαζί με ίδια τα προσκομιζόμενα προϊόντα, πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η υγειονομική κατάσταση του προϊόντος πριν από την επεξεργασία ή αποθήκευσή του (Σταμόπουλος 2008). Επιπλέον, η κατάσταση του προς αποθήκευση προϊόντος εξαρτάται κατά μεγάλο μέρος από το είδος και τις ποικιλίες αυτού εφόσον υπάρχουν ποικιλίες ανθεκτικές που παρουσιάζουν «βιολογική αντίσταση» ή άλλες οι οποίες είναι ευαίσθητες και επιδεκτικές προσβολής. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως σπουδαίο ρόλο παίζει η καθαρότητα και η ακεραιότητα του προϊόντος (χωρίς σκόνες, σπασίματα ή άλλες μηχανικές βλάβες). Όταν το προϊόν είναι ακέραιο εξασφαλίζει «μηχανική αντίσταση» στα έντομα. Επειδή πολλές φορές τα έντομα προσβάλλουν το προϊόν από τον αγρό ακόμη, θα πρέπει, όταν παρατηρηθεί κάτι τέτοιο να επισπεύδεται η συγκομιδή του προϊόντος. Για πρόληψη ή/και καταπολέμηση προσβολής μπορούμε να ξηράνουμε ή να ψύξουμε το προϊόν. Από την μία πλευρά η ξήρανση είναι πολύ αποτελεσματική για τα ακάρεα, ενώ από την άλλη

η ψύξη για τα έντομα. Συγκεκριμένα, ξήρανση του προϊόντος έτσι ώστε η υγρασία που περιέχεται σ' αυτό να είναι 12 – 13 %, αυξάνει τη διάρκεια συντήρησής του, ενώ η ψύξη κάτω των 15 °C δεν επιτρέπει σε πληθυσμούς εντόμων να αναπτυχθούν. Η ψύξη και η ξήρανση μπορούν να γίνουν με συστήματα αγωγών και ανεμιστήρων με δυνατότητα επέμβασης καθ' όλη τη διάρκεια της αποθηκευτικής περιόδου (Σταμόπουλος 2008).

Τέλος, θα πρέπει να απαγορεύεται η είσοδος προϊόντων προς αποθήκευση, τα οποία είναι ήδη προσβεβλημένα ή έστω έχουν πρόχειρα απεντομωθεί. Ο έλεγχος θα πρέπει να περιλαμβάνει όχι μόνο το προϊόν αλλά και τα υλικά συσκευασίας. Πρέπει τα μέσα συσκευασίας και μεταφοράς να απεντομώνονται μετά από κάθε χρήση τους.

Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί και στην τοποθέτηση του προϊόντος μέσα στην αποθήκη. Αν η αποθήκευση γίνεται σε σωρό, τότε πρέπει να δοθεί προσοχή στη θέση, στο ύψος και στη διάμετρο των σωρών. Το έδαφος πρέπει να στρωθεί με πλαστικό ή άλλο υλικό. Πρέπει πάντα να είναι δυνατή η πρόσβαση στους σωρούς έτσι ώστε να γίνονται δειγματοληψίες, επιθεωρήσεις, εργασίες (Σταμόπουλος 2008).

1.6.4 Έλεγχος του προϊόντος μετά την αποθήκευση

Ο έλεγχος του προϊόντος έτσι ώστε να γίνει έγκαιρη διαπίστωση της ύπαρξης ενός προβλήματος σε χώρους που επεξεργάζονται ή αποθηκεύονται διάφορα προϊόντα έχει μεγάλη σημασία γιατί μας επιτρέπει να αντιμετωπίσουμε τα αρθρόποδα–εισβολείς στην αρχή, πριν προλάβουν να εγκατασταθούν και να αναπτύξουν μεγάλους πληθυσμούς, πράγμα που θα έκανε πολύ δύσκολη αν όχι αδύνατη, την αντιμετώπισή τους.

Καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης ενός προϊόντος πρέπει να γίνονται έλεγχοι της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας. Γι' αυτό το σκοπό είναι αναγκαίο να υπάρχουν εντός και εκτός της αποθήκης θερμοϋγρογράφοι.

Σε περιπτώσεις κατά τις οποίες υπάρχει υποψία ότι έχει διαταραχθεί η κανονική υγρασία του προϊόντος πρέπει να γίνεται άμεσος έλεγχος, γενικός και τοπικός.

Η τοποθέτηση ειδικών θερμομέτρων πάνω ή μέσα στα προϊόντα επιβάλλεται για τον έλεγχο της θερμοκρασίας τους.

Αν κατά τον έλεγχο των προϊόντων διαπιστωθούν νεκρά έντομα, το προϊόν θεωρείται «ύποπτο». Πρέπει να γίνει διεξοδικός έλεγχος για την ύπαρξη ζωντανών.

Αν όντως διαπιστωθεί και αυτή, τότε γίνεται προσδιορισμός του είδους τους. Αν βρεθούν π.χ. *Sitophilus*, *Tribolium*, *Phizopertha* στα σιτηρά, *Ephestia* στα σύκα ή τη σταφίδα, *Lasioderma* στον καπνό, *Carpophilus* στα σύκα κ.λ.π., τότε το προϊόν πρέπει να πάει για απεντόμωση ή να γίνει γρήγορα η διάθεσή του.

Αν βρεθούν λίγα μόνο κολεόπτερα κατά το τέλος του Φθινοπώρου ή λίγο πριν από τη διάθεση του προϊόντος τότε η προσβολή είναι μικρή και ο κίνδυνος δεν είναι ουσιαστικός, αλλά θα πρέπει οι έλεγχοί μας να γίνουν συχνότεροι.

Για τους ελέγχους ύπαρξης εντόμων τοποθετούνται παγίδες με μέσο προσέλκυσης κάποια ελκυστική ουσία (π.χ. φερομόνες) ή τρόφιμα (φυστίκια, φύτρα σιτηρών κ.α.). Οι παγίδες αυτές ελέγχονται τακτικά και εξετάζονται το είδος και ο αριθμός εντόμων που προσέλκυσαν, έτσι ώστε να εκτιμηθεί το μέγεθος της προσβολής (Σταμόπουλος 2008).

1.7 Σύνοψη

Σ' αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε εκτενής αναφορά σε όλα τα καίρια σημεία της συγκεκριμένης έρευνας. Αποτελεί την βάση για το δεύτερο μέρος της πτυχιακής, του πειράματος. Έπειτα από αναλυτική περιγραφή του υπό εξέταση εντόμου πραγματοποιήθηκε ανάλυση του παράγοντα της θερμοκρασίας και ειδικότερα των χαμηλών θερμοκρασιών στην ανάπτυξη των εντόμων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Εισαγωγή

Σ' αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται ανάλυση των μεθόδων των απεντομώσεων. Ειδικότερα, απεντομώσεις με χημικά μέσα, με φυσικά και με μηχανικά μέσα.

2.2 Απεντομώσεις με χημικά μέσα

Εντομοκτόνα επαφής

Τα εντομοκτόνα επαφής που χρησιμοποιούνται εναντίον εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων, είναι στην πλειονότητά τους οργανικές ουσίες. Κυρίως χρησιμοποιούνται οργανοφωσφορικά, καρβαμιδικά, συνθετικές πυρεθρίνες, συνδυασμοί τους και χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, όπου δεν έχουν ακόμη απαγορευτεί (Σταμόπουλος 2008).

Πίνακας 2: Τα κυριότερα εντομοκτόνα επαφής

ΔΡΑΣΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ	ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ
1. ΟΡΓΑΝΟΦΩΣΦΟΡΙΚΑ	
ACEPHATE	(Orthene)
CHLORPYRIFOS	(Dursban)
DIAZINON	(Basudin, Diazion, Pro Diaz – Goec κ.α.)
MALATHION	(Mercaptothion, Karbofos, Maladust, Caratex, Μαλάθειο ATEID κ.α.)
DICHLORVOS	(DDVP, Vapona, Nuvan 76, Nogos κ.α.)

FENTHION	(Lebaycid)
PIRIMIPHOS – METHYL	(Actellic)
TRICHLORFON	(Dipterex)
2. ΚΑΡΒΑΜΙΔΙΚΑ	
CARBARYL	(Sevin, Carbinol, Carbaril κ.α.)
PROPOXUR	(Baygon)
3. ΠΥΡΕΘΡΟΕΙΔΗ	
RESMETHRIN	
BIORESMETHRIN	(Isathrine)
DELTAMETHRIN	(K – Othrine)

Οι απεντομώσεις με εντομοκτόνα επαφής έχουν σχεδόν εγκαταλειφθεί λόγω του κινδύνου τοξικών υπολειμμάτων.

Καπνιστικά εντομοκτόνα (καπνογόνα)

Καπνογόνα στη γεωργική φαρμακολογία είναι οι χημικές ουσίες, οι οποίες επενεργούν τοξικά με ατμούς στα παράσιτα που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα, διάφορα υλικά ή και καλλιέργειες. Η χρήση των καπνογόνων είναι δύσκολη και επικίνδυνη, γι' αυτό πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή από ειδικευμένο προσωπικό και με αυστηρή τήρηση των οδηγιών χρήσεως (Σταμόπουλος 2008).

2.2.1 Ανθεκτικότητα των εντόμων στα εντομοκτόνα

Είναι εξίσου σημαντικό με την εφαρμογή των κατάλληλων μεθόδων απεντόμωσης καθώς και των εντομοκτόνων να λαμβάνεται υπόψη η ανθεκτικότητα των εντόμων στα εντομοκτόνα.

Η *ανθεκτικότητα ενός εντόμου σε ένα εντομοκτόνο*, όπως και κάθε οργανισμού σε μια τοξική γι' αυτόν ουσία, ποικίλλει από άτομο σε άτομο ενός πληθυσμού.

Επιπλέον, ο *βαθμός αντοχής* του κάθε εντόμου σε ένα εντομοκτόνο **καθορίζεται** από τις ιδιότητες του εντόμου, σχετικά με ένα ή περισσότερα στάδια (φάσεις) της

διαδρομής του εντομοκτόνου ή των τοξικών παραγώγων του, από τη στιγμή της εφαρμογής του ώσπου να δράσει στο στόχο.

Πιο συγκεκριμένα,

- Χρειάζεται προσοχή ώστε να μην αποδίδουμε σε δημιουργία ανθεκτικότητας στο εντομοκτόνο κάθε αποτυχία καταπολέμησης, ή κάθε έξαρση πληθυσμού βλαβερών εντόμων ή ακάρεων που μπορεί να ακολουθήσει την εφαρμογή ενός εντομοκτόνου.
- Ένα από τα μειονεκτήματα της καταπολέμησης με εντομοκτόνα είναι η έξαρση (αναζωογόνηση) πληθυσμών βλαβερών εντόμων ή άλλων αρthropόδων που δεν ήταν πυκνοί προτού αρχίσει η εφαρμογή του εντομοκτόνου.
- Το φαινόμενο αυτό πρέπει να μη συγχέεται με την παρουσία πυκνών πληθυσμών λόγω ανθεκτικότητάς τους στο εντομοκτόνο.

Αποτυχία στην καταπολέμηση μπορεί να οφείλεται και

1. σε κακή ποιότητα του σκευάσματος,
2. σε λανθασμένο υπολογισμό της δόσης,
3. σε ακατάλληλο ψεκαστήρα,
4. σε απρόσεκτο ψεκασμό,
5. ή σε μη έγκαιρο ψεκασμό.

Η Σημασία και αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας

Η ανθεκτικότητα των αρthropόδων σε εντομοκτόνα και ακαρεοκτόνα έχει μεγάλη πρακτική και οικονομική σημασία.

Η ζημιά είναι ή μπορεί να αφορά:

- Αύξηση του κόστους καταπολέμησης, διότι χρειάζονται πιο συχνές επεμβάσεις ή πιο ακριβά εναλλακτικά εντομοκτόνα.
- Όταν δεν υπάρχουν εναλλακτικά εντομοκτόνα ή άλλη αποτελεσματική μέθοδος καταπολέμησης, ο αγρότης είναι υποχρεωμένος να στραφεί προς άλλη, συνήθως λιγότερο αποδοτική, καλλιέργεια.
- Οι έρευνες για ανακάλυψη ή σύνθεση νέων εντομοκτόνων είναι αυξημένες και αυτό επιβαρύνει την τιμή των νέων εντομοκτόνων.

- Το αυξημένο κόστος της γεωργικής παραγωγής λόγω ανθεκτικότητας το πληρώνει τελικά ο καταναλωτής
- Το περιβάλλον μολύνεται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό λόγω των συχνότερων και με μεγαλύτερες δόσεις επεμβάσεων.

και να στοχεύουμε στα εξής:

1. λογική χρήση των υπάρχοντων εντομοκτόνων και ακαρεοκτόνων,
2. μεθόδευση της βέλτιστης χρήσης νέων εντομοκτόνων και ακαρεοκτόνων και
3. μείωση της στήριξής μας σε εντομοκτόνα και ακαρεοκτόνα μέσα σε ένα πρόγραμμα ολοκληρωμένης καταπολέμησης.
4. Παρά τη σοβαρότητα των δυσκολιών που δημιουργεί η ανθεκτικότητα σε πολλές περιοχές της γης,
5. η καταπολέμηση των εντόμων είναι ακόμα δυνατή στις πλείστες περιπτώσεις, για τα πλείστα είδη,

χρειάζεται όμως σύνεση και διαφορετική από την ως τώρα στρατηγική,

Η ανθεκτικότητα των εντόμων στα εντομοκτόνα είναι πολύ σοβαρό παγκόσμιο πρόβλημα με τεράστιες οικονομικές επιπτώσεις στην παραγωγή των γεωργικών προϊόντων. Μέχρι σήμερα 540 είδη εντόμων (μερικά μεγάλης γεωργικής σημασίας) έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε μία ή σε περισσότερες κατηγορίες τοξικών ουσιών (Ιωαννίδης 2006).

Η Ανθεκτικότητα των εντόμων στα εντομοκτόνα ορίζεται ως μια κληρονομήσιμη αλλαγή στην ευαισθησία ενός πληθυσμού η οποία οδηγεί σε επανειλημμένη αποτυχία ενός φυτοπροστατευτικού προϊόντος να ελέγξει έναν πληθυσμό στον αναμενόμενο βαθμό, σύμφωνα με τις συνιστώμενες οδηγίες της ετικέτας.

Η διαχείριση της ανθεκτικότητας (resistance management) αποτελεί επιτακτική ανάγκη και πρώτης επιλογής θέμα στην φυτοπροστασία και θα πρέπει να αποτελεί μέρος του σχεδιασμού του IPM της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των εχθρών.

Προοπτικές για ανάπτυξη στρατηγικών ελέγχου της ανθεκτικότητας (resistance management) είναι τα τελευταία χρόνια αρκετά ελπιδοφόρες και εφαρμόσιμες γιατί υπάρχει αρκετή γνώση στη βιοχημεία, μοριακή γενετική, μηχανισμούς

ανθεκτικότητας, οικολογία, δυναμική πληθυσμών, προσδιορισμό όσον αφορά την ανθεκτικότητα.

2.3 Απεντομώσεις με φυσικά μέσα

α) Θερμότητα:

Ως μέσο απεντόμωσης ορισμένων γεωργικών προϊόντων δίνει πολύ καλά αποτελέσματα. Η ευαισθησία των εντόμων στις υψηλές θερμοκρασίες ποικίλλει, αλλά κανένα έντομο δεν μπορεί να επιζήσει επί πολύ αν εκτεθεί σε θερμοκρασίες 60 – 65 °C. Στην πράξη χρησιμοποιούνται θερμοκρασίες 52 – 55 °C για 3 έως 4 ώρες.

Για την αποφυγή δημιουργίας τοπικώς πολύ υψηλών θερμοκρασιών προτιμάται το θερμό ρεύμα αέρα. Για απεντομώσεις μέσων μεταφοράς, εργαλείων, μηχανημάτων, χρησιμοποιείται θερμό νερό ή ατμός.

β) Ψύχος:

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για νωπά φρούτα. Υποβολή σε χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη μεταφορά σε ειδικούς χώρους και ειδικές ψυκτικές εγκαταστάσεις (ψυκτικοί θάλαμοι, βαγόνια – ψυγεία).

Πίνακας 3 Χρόνος έκθεσης των εντόμων σε χαμηλές θερμοκρασίες

Στάδιο έκθεσης του εντόμου	Θερμοκρασία	Χρόνος έκθεσης (ώρες)
Ενήλικα και προνύμφες	-10	24-30
Ενήλικα και προνύμφες	-15	10-20
Ενήλικα και προνύμφες	-20	10-12
Πούπες, αυγά και ανθεκτικά είδη	-10	30-48
Πούπες, αυγά και ανθεκτικά είδη	-15	20-40
Πούπες, αυγά και ανθεκτικά είδη	-20	12-13

πηγή: Gelosi 1998, Σταμόπουλος 2008

γ) Ηλεκτροστατικό πεδίο:

Με ειδικά μηχανήματα παράγεται υψηλής συχνότητας και έντασης ρεύμα. Αυτό διοχετεύεται στο προς απεντόμωση προϊόν και ανεβάζει τη θερμοκρασία σώματος των εντόμων σε θανατηφόρα επίπεδα. Η θερμοκρασία του προϊόντος δεν επηρεάζεται αισθητά.

Αν και η μέθοδος αυτή έχει δοκιμαστεί με επιτυχία για απεντόμωση αποθηκευμένων προϊόντων (σπόρων, δεμάτων καπνού), δεν έχει ευρεία εφαρμογή διεθνώς.

δ) Ακτινοβολία (irradiation):

Κατά την συγκεκριμένη μέθοδο έχουμε βομβαρδισμό των εντόμων με σωματίδια "γ" ή με ηλεκτρόνια υψηλής ταχύτητας, με αποτέλεσμα την εξόντωση των εντόμων. Για την εφαρμογή της μεθόδου χρειάζονται ειδικές εγκαταστάσεις και χρήση πυρηνικού αντιδραστήρα (υπόγειος).

2.4 Απεντομώσεις με μηχανικά μέσα

Κάποτε αποτελούσαν τους μοναδικούς τρόπους απαλλαγής από τα επιβλαβή έντομα. Σήμερα βρίσκουν κάποια εφαρμογή σε αποθήκες παραγωγών, εμπορών και σε αλευρόμυλους (Σταμόπουλος 2008).

α) Πίεση:

Χρησιμοποιείται για να θανατωθούν τέλεια συνήθως έντομα όπως στο εκκοκισμένο βαμβάκι κατά τη δεματοποίηση. Ακόμη, αέρας υπό πίεση χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό μηχανημάτων, χώρων, σκευών από έντομα προσκολλημένα σ' αυτή.

β) Ξήρανση:

Πολλές φορές χρησιμοποιείται για την απαλλαγή των γεωργικών προϊόντων από την πλεονάζουσα υγρασία. Αυτό αυξάνει την συντηρητικότητά τους και παρεμποδίζει έμμεσα τη δράση των εντόμων.

γ) Κενό:

Με τη μέθοδο αυτή επιδιώκεται η αφαίρεση του ατμοσφαιρικού αέρα από γεωργικά προϊόντα, αποθηκευμένα εντός ειδικών κλειστών χώρων (silos). Η έλλειψη αέρα και ταυτόχρονα η συγκέντρωση CO₂ από την αναπνοή των προϊόντων δημιουργεί κατάσταση ασφυξίας στα έντομα.

Επειδή το μέτρο είναι δαπανηρό και παρουσιάζει πολλά μειονεκτήματα (ζυμώσεις, ανάπτυξης αναεροβίων μικροοργανισμών) δεν έτυχε μεγάλης πρακτικής εφαρμογής.

δ) **ENTOLETER:**

Το **ENTOLETER** είναι εντομοκτόνος συσκευή, αποτελούμενη από ζεύγος μεταλλικών δίσκων περιστρεφόμενων γύρω από ένα κεντρικό άξονα με μεγάλη ταχύτητα (χιλιάδες στροφές ανά λεπτό). Το προϊόν διέρχεται μεταξύ των δίσκων και υποβάλλεται σε ταχεία φυγοκεντρική περιστροφή, με αποτέλεσμα το ισχυρό χτύπημα και το θάνατο των εντόμων που μπορεί να υπάρχουν στο προϊόν.

Τέλος, έχει αποδειχτεί πως η μέθοδος αυτή είναι αποτελεσματική για έντομα και ακάρεα σ' όλα τα στάδια εκτός των αβγών τους. Το μηχάνημα αυτό βρίσκει εφαρμογή σε πολλούς αλευρόμυλους.

2.5 Η αναγκαιότητα των απεντομώσεων

Είναι γεγονός πως η συνεχής κατά γεωμετρική πρόοδο αύξηση του πληθυσμού της γης, επιβάλλει μεταξύ άλλων και την αντιμετώπιση του μεγάλου προβλήματος της διατροφής του ανθρώπου. Ως εκ τούτου ο άνθρωπος, στο πλαίσιο αυτό, για συνεχή επιβίωση, παράγει μεγάλες ποσότητες προϊόντων τα οποία πρέπει να αποθηκεύσει, με σκοπό, να μεταποιηθούν, να μεταφερθούν ή να καταναλωθούν (Αναστασιάδης 2007). Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης τους, τα γεωργικά προϊόντα, προσβάλλονται από διαφόρων κατηγοριών εχθρούς και ασθένειες, που πολλές φορές προκαλούν σημαντικές ζημιές. Επιπλέον, σύμφωνα με υπολογισμούς του F.A.O. (Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών), οι απώλειες σε έτοιμο προϊόν κατά την αποθήκευση ανέρχονται στο 17% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής (10% από έντομα και 7% περίπου από ακάρεα, τρωκτικά και ασθένειες), οι δε ποσότητες που αναλίσκονται από έντομα στις αποθήκες και τις καλλιέργειες, μόνο των σιτηρών θα μπορούσαν να αποτρέψουν τους λιμούς στις υπό ανάπτυξη χώρες (Αναστασιάδης 2007).

Ουσιαστικά με τον όρο "έντομα αποθηκευμένων προϊόντων" χαρακτηρίζουμε τα έντομα εκείνα που προσβάλλουν εδώδιμα ή μη προϊόντα, που βρίσκονται στη φάση της επεξεργασίας ή της αποθήκευσης τους. Τα έντομα αποθηκών μπορούμε να τα κατατάξουμε με διάφορους τρόπους ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες τους, την οικογένεια ή την οικονομική σημασία τους (Αναστασιάδης 2007).

Σε περίπτωση που ορισμένα έντομα προσβάλλουν αποκλειστικά καρπούς ενός συγκεκριμένου είδους ή οικογένειας (π.χ. τα κολεόπτερα της οικ. Bruchidae μόνο καρπούς ψυχανθών και το *Lasioderma serricorne* μόνο αποθηκευμένο καπνό). Άλλα έντομα προσβάλλουν ένα πλήθος ειδών αποθηκευμένων προϊόντων (π.χ. τα είδη του γένους *Ephestia* sp προσβάλλουν άλευρα, σπόρους δημητριακών, σύκα, σταφίδες, καπνό, κακάο). Ορισμένα δεν προσβάλλουν ολόκληρους σπόρους αλλά κυρίως σπασμένους ή ήδη προσβεβλημένους σπόρους (π.χ *T.confusum*, *Oryzaephilus surinamensis*). Άλλα πάλι τρέφονται και ολοκληρώνουν τον βιολογικό κύκλο τους μέσα σε ένα μόνο σπόρο (*Sitophilus granarius*). Σχεδόν όλα τα λεπιδόπτερα σχηματίζουν μετάξινες θήκες ή "τροφικά καταφύγια" όπου προσβάλλουν μεγάλο αριθμό σπόρων (*Ephestia kuhniella*, *Pyralis farinalis*, *Corcyca cephalonica* κ.α.)(Αναστασιάδης 2007).

Είναι αξιοσημείωτο πως για τα περισσότερα έντομα αποθηκών υπάρχουν οριακές τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για την αναπαραγωγή και ανάπτυξη τους. Ο ρυθμός αναπαραγωγής τους είναι ευθέως ανάλογος, των τιμών των παραγόντων αυτών στο προϊόν και τους αποθηκευτικούς χώρους. Γενικά θερμοκρασίες κάτω των 21°C έχουν δυσμενή επίδραση στην ανάπτυξη και εξάπλωση των εντόμων, και θερμοκρασίες άνω των 35°C καθιστούν την αναπαραγωγή και επιβίωση τους προβληματική. Εξαιρέσεις αποτελούν τα είδη: *Lasioderma serricorne* , *Trogoderma granarium* , *T.confusum* κ.α.). Σε θερμοκρασία άνω των 38°C τα περισσότερα έντομα αποθηκών δεν μπορούν να ζήσουν. Όσο αφορά τον παράγοντα της υγρασίας, τα περισσότερα είδη προτιμούν χαμηλής υγρασίας προϊόντα (π. χ. *Triborium* sp, σε άλευρα, γαλέτα κ.λ.π.) ενώ άλλα δεν μπορούν να αναπτυχθούν σε υγρασία κατώτερη του 8% (*Sitophilus* sp) . Τέλος αρκετά έντομα *Lasioderma*, *Ptinus* κ.α.) χρειάζονται υγρασία προϊόντος τουλάχιστον 10% (Αναστασιάδης, 2007).

2.6 Σύνοψη

Σ' αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε η κατηγοριοποίηση των μεθόδων απεντόμωσης με φυσικά, με χημικά και με μηχανικά μέσα. Ως εκ τούτου εξασφαλίζεται μ' αυτόν τον τρόπο μια άρτια εισαγωγή στο δεύτερο μέρος της συγκεκριμένης έρευνας στο πειραματικό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Εισαγωγή

Σ' αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται εκτενής περιγραφή του πειράματος. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στα υλικά του πειράματος, στις συνθήκες ανάπτυξης του εντόμου καθώς και σε όλη την διαδικασία που ακολουθήθηκε.

3.2 Υλικά και μέθοδοι

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν σιτάρι, άλευρα, κόσκινο διαχωρισμού, στερεοσκόπιο, καταψύκτες, τρυβλία, και το έντομο *T.confusum*.

3.2.1 Η εκτροφή του εντόμου

Το έντομο που χρησιμοποιήθηκε στη συγκεκριμένη έρευνα είναι το *T.confusum* το οποίο αναπτύχθηκε και αναπαράχθηκε σε βάζα τα οποία εμπεριείχαν αλεύρι (εικόνα 1). Η παραπάνω διαδικασία περατώθηκε σε σταθερή θερμοκρασία 25 °C. Επιπλέον, η εκτροφή προήλθε από εργαστηριακές εκτροφές και ειδικότερα η εκτροφή έγινε σε 60% υγρασία σε βάζα 2cm x 8,6cm.

3.2.2 Διαχωρισμός *Tribolium confusum* από το αλεύρι

Αμέσως μετά την ανάπτυξη του *T.confusum* ακολούθησε ο διαχωρισμός του πληθυσμού από το αλεύρι με τη χρήση διαβαθμισμένου διαμετρήματος κοσκίνων, και έπειτα ακολούθησε η ανάλυσή τους στο στερεοσκόπιο για διαχωρισμό των αυγών. Το κόσκινο που χρησιμοποιήθηκε για τα αυγά είναι 48 mesh-series και το άλλο κόσκινο για τα υπόλοιπα στάδια 3mm.

3.2.3 Τοποθέτηση στα τρυβλία και αξιολόγηση βιωσιμότητας των εντόμων

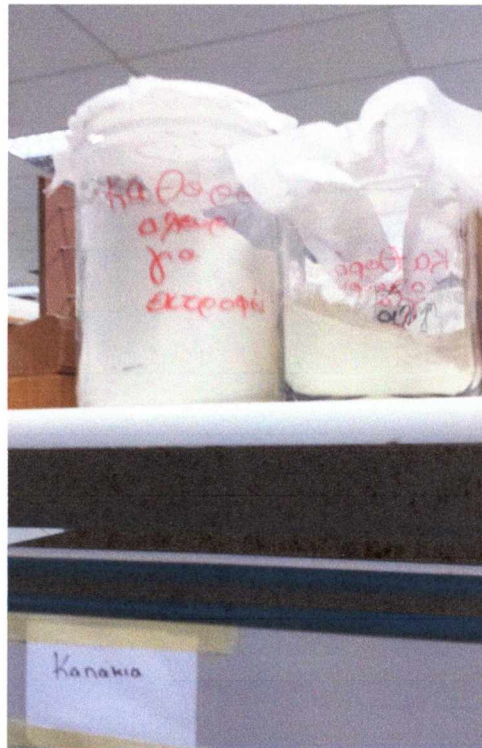
Στη συνέχεια ακολούθησε η τοποθέτηση του πληθυσμού σε τρυβλία και η είσοδός τους σε διαφορετικούς χρόνους στον καταψύκτη, προκειμένου να ληφθούν εν συνεχεία αξιόπιστες μετρήσεις υπόδειξης επιρροής της θερμοκρασίας και του χρόνου στον τελικό πληθυσμό. Έπειτα τα δείγματα παρέμειναν σε ειδικό δωμάτιο θερμοκρασίας 25°C για μία εβδομάδα όπου και έγιναν οι μετρήσεις.

Τα τρυβλία χωρίστηκαν ανά τρία σε κάθε στάδιο ανάπτυξης και σε κάθε διαχωρισμό γινόταν καταμέτρηση του αρχικού πληθυσμού. Αμέσως μετά, τοποθετήθηκαν σε επαγγελματικό καταψύκτη σε θερμοκρασία -18°C και μετρήθηκε ο χρόνος θανάτου των εντόμων ή μη ανάπτυξης των αυγών. Με αυξομειώσεις του χρόνου διατήρησης στην κατάψυξη, υπολογίστηκε το οριακό σημείο, το κομβικό σημείο δηλαδή το οποίο επιβίωναν ή όχι τα έντομα.



Εικόνα 2 Ανάπτυξη *Tribolium confusum* σε άλευρα

Στην εικόνα 4 φαίνονται τα φυλασσόμενα δοχεία τα οποία εμπεριέχουν τα άλευρα στα οποία αναπτύσσεται το *T. confusum* σε σταθερή θερμοκρασία 25°C .



Εικόνα 3 Άλευρα ανάπτυξης *Tribolium confusum*

Στην παραπάνω εικόνα είναι εμφανή τα άλευρα εντός του εργαστηριακού χώρου τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για ανάπτυξη του *T.confusum*.



Εικόνα 4 Χώροι ανάπτυξης εντόμου στο αλεύρι στους 24oC

Στην εικόνα 6 παρουσιάζονται οι χώροι κατά τους οποίους έλαβε χώρα η ανάπτυξη και επώαση του εντόμου σε συγκεκριμένη θερμοκρασία των 25°C.



Εικόνα 5 Απεικόνιση χρησιμοποιηθέντων τρυβλίων

Τα τρυβλία που χρησιμοποιήθηκαν είχαν διαφορετικούς χρωματισμούς για την πρακτική λειτουργία του πειράματος. Στην προκειμένη περίπτωση το κόκκινο χρώμα αντιπροσωπεύει την παραμονή του δείγματος για 10 λεπτά στην κατάψυξη και το μπλε για 30 λεπτά.



Εικόνα 6 Τρυβλία με σιτάρι

Σε αρκετά τρυβλία τοποθετήθηκε σιτάρι, προκειμένου το έντομο να έχει ορισμένη πηγή θρέψης, έτσι ώστε να αξιολογηθεί η βιωσιμότητά του σε συνδυασμό με την παροχή τροφής στην κατάψυξη .



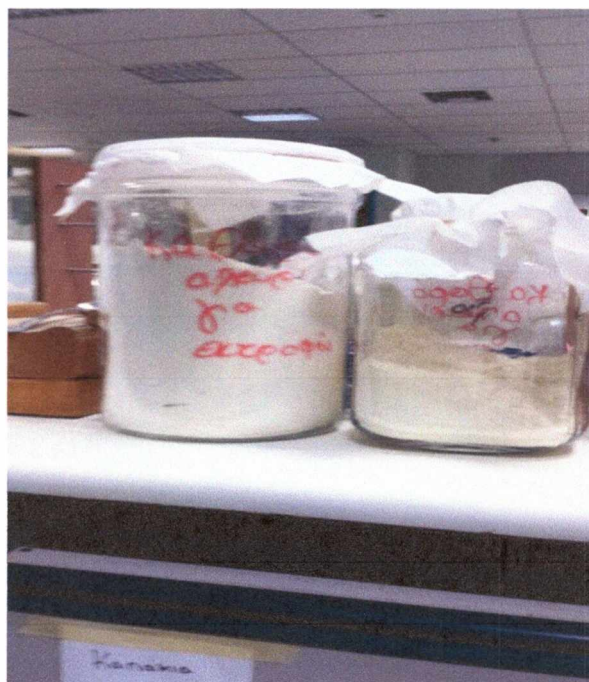
Εικόνα 7 Χρήση στερεοσκοπίου για το διαχωρισμό των αυγών

Η ανάλυση με τη χρήση του στερεοσκοπίου κρίθηκε καθοριστικής σημασίας προκειμένου να υπάρξει σαφής διαχωρισμός των αυγών σε σχέση με τις αναπτυγμένες μορφές του *T.confusum* έτσι ώστε να περατωθεί ορθά η τελική καταμέτρηση.



Εικόνα 8 Αποθηκευτικό μέσο σιταριού πριν την τοποθέτηση στα τρυβλία

Το σιτάρι το οποίο τοποθετήθηκε στα τρυβλία προκειμένου να εξεταστούν οι συνθήκες επιβίωσης και ανάπτυξης πληθυσμού του *T.confusum* πριν την προσθήκη σιταριού με την ύπαρξη τροφής στην κατάψυξη, προήλθε από το δοχείο αποθήκευσης σιταριού το οποίο ήταν ειδικά επισημασμένο για την προαναφερθείσα διαδικασία.



Εικόνα 9 Αλεύρι καθαρής μορφής για ανάπτυξη

Στα αρχικά στάδια του πειράματος χρησιμοποιήθηκε αλεύρι το οποίο επιβαλλόταν να είναι σε καθαρή μορφή προκειμένου να συμβεί η όσο το δυνατόν αρτιότερη ανάπτυξη του *T.confusum* εντός αυτού.



Εικόνα 10 Κόσκινα διαχωρισμού

Αφού ήδη είχε χρησιμοποιηθεί αλεύρι έτσι ώστε να αναπτυχθεί το *T.confusum* ακολούθησε το στάδιο του διαχωρισμού του εντόμου από το αλεύρι με τη χρήση διαφόρων διαμετρημάτων κοσκίνων έτσι ώστε να περατωθεί όσο το δυνατόν αρτιότερα και λεπτομερέστερα η διεργασία παραλαβής του εντόμου.



Εικόνα 11 Καταψύκτης αποθήκευσης και περάτωσης πειράματος

Ο παραπάνω καταψύκτης χρησιμοποιήθηκε στις διάφορες διεργασίες ψύξης των εντόμων σε διαφορετικά χρονικά περιθώρια. Η παραπάνω διεργασία περατώθηκε προκειμένου να ελεγχθεί η ανθεκτικότητα του εντόμου και να συγκριθούν στο κατά πόσο οι διαφορετικοί χρόνοι ψύξης επηρεάζουν την επιβίωση του *T.confusum*.

Ποσότητες σιταριού, αλευριού και οργανικών υλικών τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα αποθηκευόντουσαν στον παραπάνω καταψύκτη έτσι ώστε να μην υπάρχει οποιασδήποτε μορφής μικροβιακή αλλοίωση και να διατηρούνται αναλλοίωτα.



Εικόνα 12 Άποψη του εργαστηριακού χώρου που έλαβε χώρα το πείραμα

Το πείραμα διεξήχθη σε εργαστηριακό χώρο ελεγχόμενων συνθηκών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, το οποίο παρείχε την απαραίτητη υλικοτεχνική υποδομή για την τελεσφόρηση του πειράματος .



Εικόνα 13 Εργαστηριακός χώρος περάτωσης του πειράματος

Στην παραπάνω εικόνα αποτυπώνεται ο χώρος στον οποίο έλαβε χώρα το πείραμα και διακρίνονται ευκρινώς οι πάγκοι εργασίας με τα τρυβλία και το αλεύρι, ο καταψύκτης αποθήκευσης κάτω αριστερά και δεξιά χώρος φύλαξης των υαλικών οργάνων.



Εικόνα 14 Σημείο αποθήκευσης και ανάπτυξης δειγμάτων *Tribolium confusum* για περαιτέρω καταμέτρηση μετά την ψύξη.

Η παραπάνω εικόνα αποτυπώνει το χώρο ελεγχόμενης θερμοκρασίας στον οποίο τοποθετούνταν τα τρυβλία μετά από την ψύξη προκειμένου να περατωθεί η διαδικασία της καταμέτρησης των τελικών πληθυσμών του εντόμου τα οποία επιβίωσαν ή υπεισήρθε ανάπτυξή τους.

Οι ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας σταθεροποιήθηκαν στους 25 °C.

3.3 Στατιστική Επεξεργασία

Τα αποτελέσματα της θνησιμότητας των ακμαίων ή προνυμφών, καθώς και οι μετρήσεις εκκόλαψης ή μεταμόρφωσης των πλαγγόνων, υποβλήθηκαν σε ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα (one-way ANOVA), με τη θνησιμότητα ή την εκκόλαψη ή την μεταμόρφωση ως εξαρτημένη μεταβλητή και τον χρόνο έκθεσης ως κύρια επίδραση. Οι αναλύσεις για την περίπτωση όπου κατά την έκθεση των εντόμων στο ψύχος δεν υπήρχε προϊόν, έγινε για κάθε μέρα ξεχωριστά. Οι μέσοι όροι διαχωρίστηκαν με το test Tukey-Kramer HSD, σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05. Όλες οι παραπάνω αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πρόγραμμα JMP 7.

3.4 Σύνοψη

Σ' αυτό το κεφάλαιο συνολικά παρουσιάστηκαν οι συνθήκες του πειράματος. Ουσιαστικά είναι καθοριστικής σημασίας για την πορεία της διαδικασίας εξέλιξης του πειράματος οι εκάστοτε συνθήκες που επικρατούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Εισαγωγή

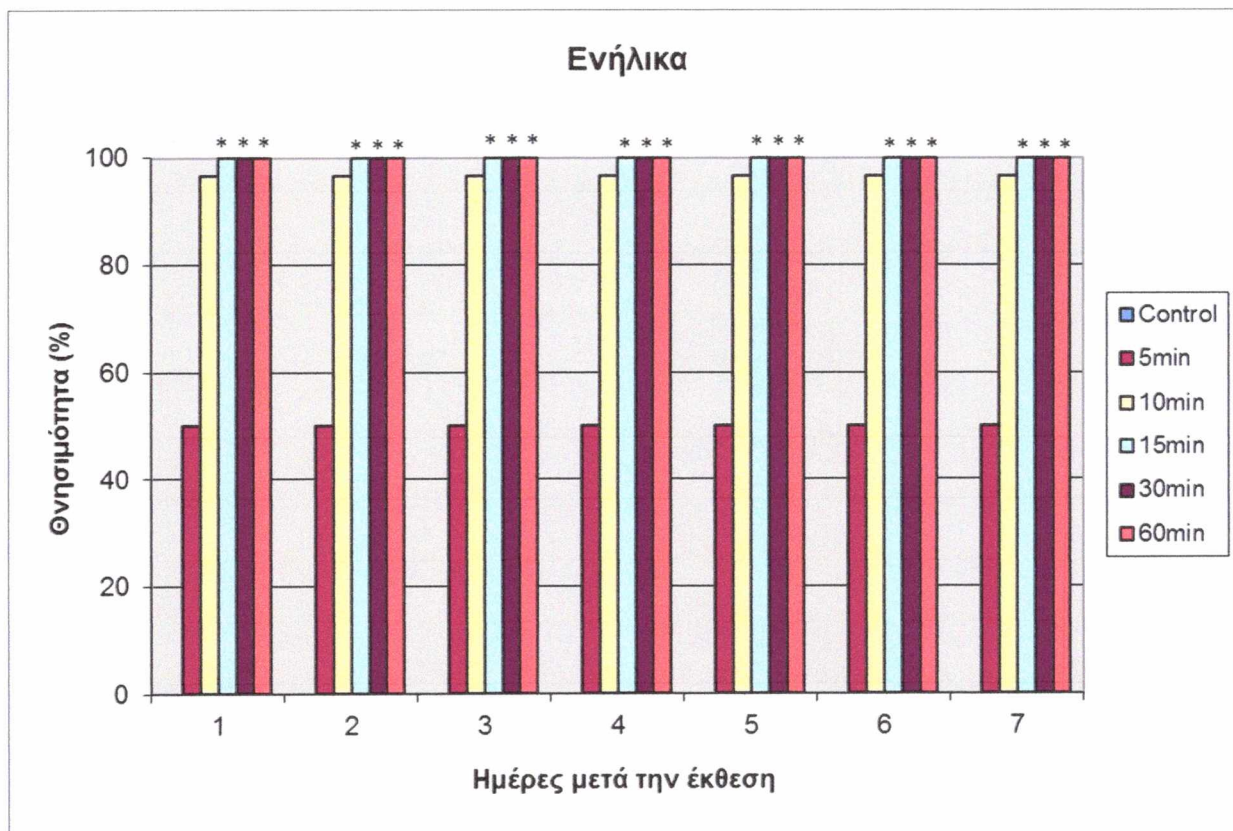
Σ' αυτό το κεφάλαιο αξιοσημείωτη είναι η αναφορά στις αναλύσεις και επομένως στα συμπεράσματα που ακολούθησαν της υλοποίησης του συγκεκριμένου πειράματος.

Στον πίνακα 4 φαίνονται τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των δυο σταδίων του πειράματος με τις σημαντικότητες της επίδρασης του χρόνου εφαρμογής στο ψύχος.

Πίνακας 4: Αποτελέσματα ανάλυσης one-way ANOVA Χωρίς προϊόν (για όλες τις ημέρες $df:5$)							
	Ημέρα 1	Ημέρα 2	Ημέρα 3	Ημέρα 4	Ημέρα 5	Ημέρα 6	Ημέρα 7
Ακμαίο	$F:1,7e+16, P:<0,01$						
Προνύμφη Μικρή	$F:-6,2e+15, P:0,00$	$F:1,2e+16, P:<0,01$	$F:-1,1e+16, P:0,00$	$F:-1,1e+16, P=0,00$			
Προνύμφη Μεγάλη	$F:-2e+16, P=0,00$				$F:-3e+15, P=0,00$		
Πλαγγόνα	$F:4,04e+15, P:<0,01$	$F:-3,2e+15, P=0,00$	$F:-5,3e+15, P=0,00$	$F:5,92e+15, P:<0,01$	-		
Αυγό	-	$F:-4,2e+15, P=0,00$	$F:3,57e+15, P:<0,01$	$F:2,58e+15, P:<0,01$	$F:3,38e+15, P:<0,01$		
Με προϊόν (για όλες τις ημέρες $df:13$)							
	Ημέρα 7						
Ακμαίο	$F:3,99e+15, P:<0,01$						
Προνύμφη	$F:4,44e+15, P:<0,01$						
Πλαγγόνα	$F:1,32e+16, P:<0,01$						
Αυγό	$F:6,16e+15, P:<0,01$						

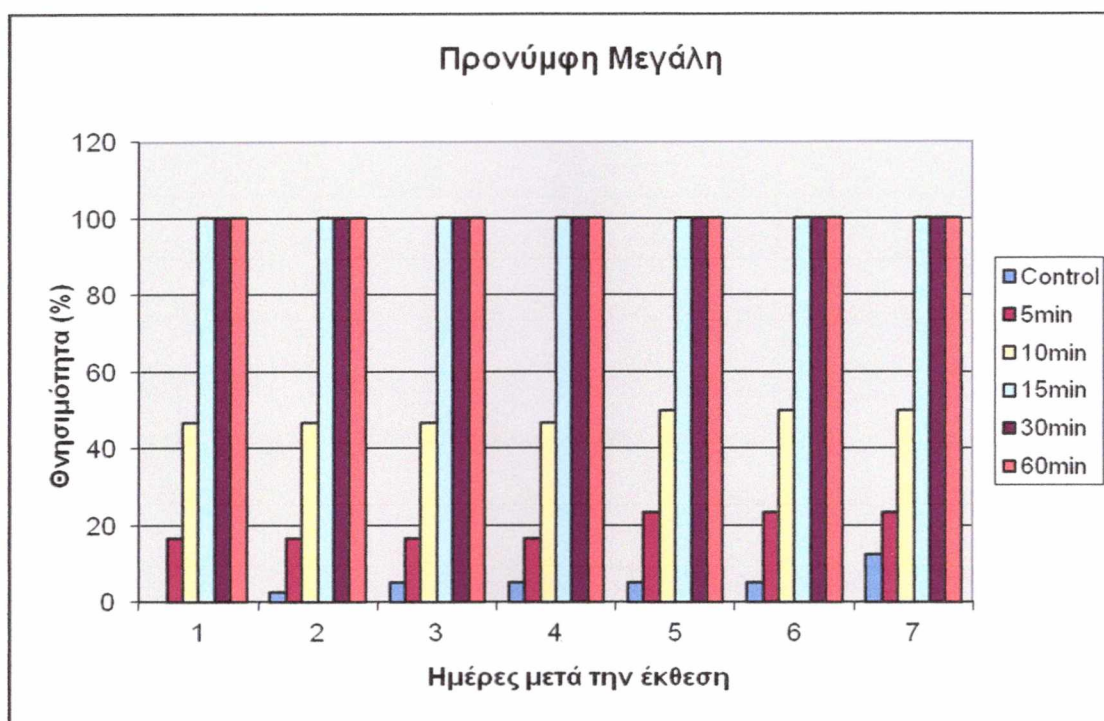
4.2 Α στάδιο του πειράματος

Στα διαγράμματα 1,2,3,4,5 της ενότητας διακρίνεται το στάδιο του πειράματος χωρίς τροφή.



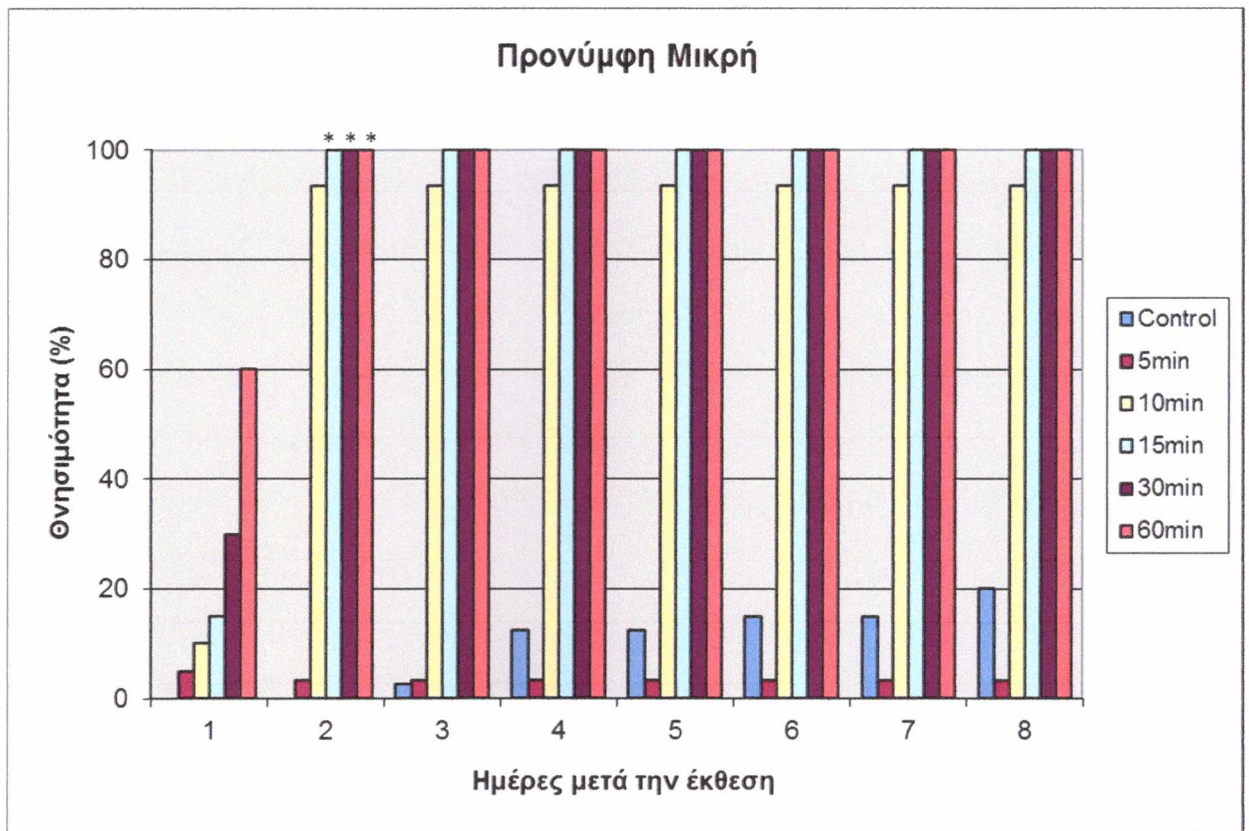
Διάγραμμα 1. Διαγραμματική απεικόνιση του ποσοστού θνησιμότητας (%) των ενήλικων εντόμων σε χαμηλή θερμοκρασία (-18 °C) και σε διαφορετικούς χρόνους έκθεσης. Οι τιμές με τον αστερίσκο σε κάθε ημέρα, αντιπροσωπεύουν τις μέγιστες θνησιμότητες και διαφέρουν στατιστικώς από τις άλλες τιμές.

Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει το συμπέρασμα ότι σε υψηλούς χρόνους έκθεσης (10, 15, 30, 60 min) η θνησιμότητα των ενήλικων έφτασε το 100% ήδη από την πρώτη ημέρα παρατήρησης ενώ σε χαμηλό χρόνο έκθεσης (5 min) η θνησιμότητα αγγίζει περίπου το 50% και παραμένει σταθερή σε όλες τις ημέρες μετά την έκθεση.



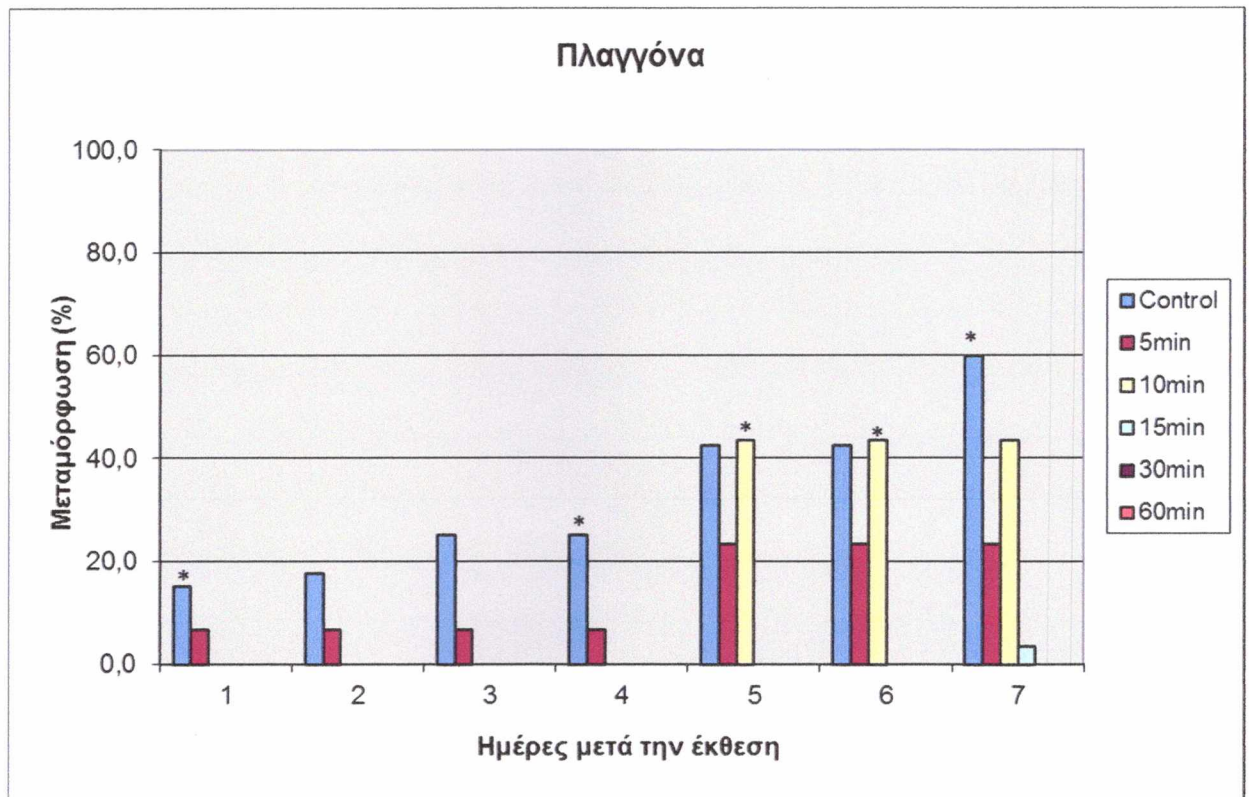
Διάγραμμα 2. Διαγραμματική απεικόνιση του ποσοστού θνησιμότητας (%) προνυμφών μεγάλης ηλικίας μετά από έκθεση σε χαμηλή θερμοκρασία (-18 °C) και σε διαφορετικούς χρόνους έκθεσης. Οι τιμές με τον αστερίσκο σε κάθε ημέρα, αντιπροσωπεύουν τις μέγιστες θνησιμότητες και διαφέρουν στατιστικά από τις άλλες τιμές.

Από το διάγραμμα 2 φαίνεται ότι οι προνύμφες μεγάλης ηλικίας παρουσιάζουν κάποια ανθεκτικότητα στο ψύχος όταν έγινε έκθεση αυτών σε χαμηλή θερμοκρασία για μικρό χρονικό διάστημα (5, 10 min). Σε μεγαλύτερης διάρκειας έκθεση παρατηρείται 100% θνησιμότητα από την πρώτη ημέρα μετά την έκθεση. Επίσης παρατηρείται μεγάλη διαφορά μεταξύ της θνησιμότητας που παρουσίασε ο μάρτυρας και της θνησιμότητας που παρουσίασαν οι προνύμφες στη μικρότερη διάρκεια έκθεσης.



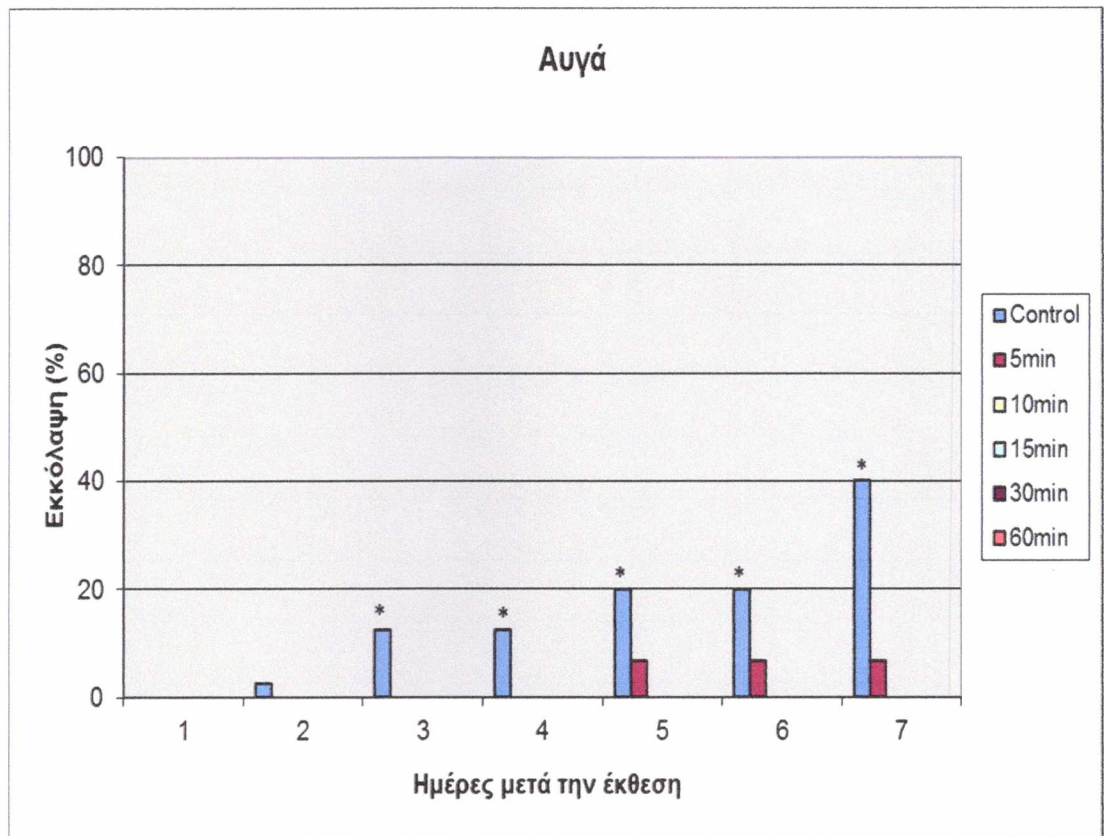
Διάγραμμα 3. Διαγραμματική απεικόνιση του ποσοστού θνησιμότητας (%) προνυμφών μικρής ηλικίας μετά από έκθεση σε χαμηλή θερμοκρασία (-18 °C) και σε διαφορετικούς χρόνους έκθεσης. Οι τιμές με τον αστερίσκο σε κάθε ημέρα, αντιπροσωπεύουν τις μέγιστες θνησιμότητες και διαφέρουν στατιστικά από τις άλλες τιμές.

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι οι προνύμφες μικρής ηλικίας παρουσιάζουν μικρή θνησιμότητα σε μικρό χρόνο έκθεσης ενώ το ποσοστό θνησιμότητας φτάνει το 100% από την δεύτερη ημέρα μετά την εφαρμογή. Σε αντίθεση με τις μεγάλης ηλικίας προνύμφες που παρουσιάζουν θνησιμότητα 100% από την πρώτη ημέρα μετά την έκθεση στους αντίστοιχους χρόνους. Επιπλέον σε αντίθεση με το διάγραμμα 3 παρατηρείται ότι οι προνύμφες μικρής ηλικίας παρουσιάζουν μεγαλύτερη θνησιμότητα στον μάρτυρα σε σχέση με την έκθεση 5 min.



Διάγραμμα 4. Διαγραμματική απεικόνιση του ποσοστού των νυμφών που ολοκλήρωσαν την μεταμόρφωση μετά από έκθεση σε χαμηλή θερμοκρασία (-18 °C) και σε διαφορετικούς χρόνους έκθεσης. Οι τιμές με τον αστερίσκο σε κάθε ημέρα, αντιπροσωπεύουν τις μέγιστες θνησιμότητες και διαφέρουν στατιστικά από τις άλλες τιμές.

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ότι το ποσοστό των νυμφών που έφτασαν σε μεταμόρφωση είναι μηδενικό στους υψηλούς χρόνους έκθεσης μέχρι και την 4^η ημέρα μετά την έκθεση. Από την 5^η ημέρα παρατηρείται ένα ποσοστό του 40% να φτάνει σε μεταμόρφωση όταν η διάρκεια έκθεσης ήταν 5 και 10 min. Στα 5 min έκθεσης παρατηρείται αύξηση του αριθμού των νυμφών που έφτασαν σε μεταμόρφωση από την πρώτη έως και την έβδομη ημέρα.

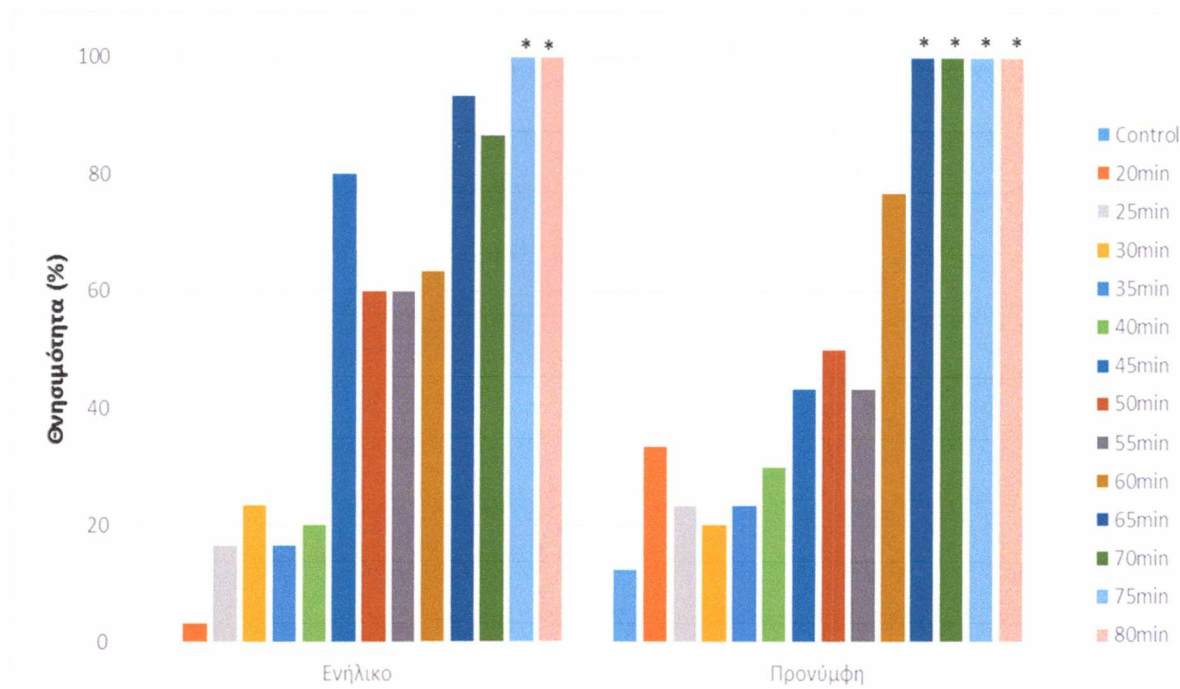


Διάγραμμα 5. Διαγραμματική απεικόνιση του ποσοστού της εκκόλαψης μετά από έκθεση των αυγών σε χαμηλή θερμοκρασία και σε διαφορετικούς χρόνους έκθεσης. Οι τιμές με τον αστερίσκο σε κάθε ημέρα, αντιπροσωπεύουν τις μέγιστες θνησιμότητες και διαφέρουν στατιστικώς από τις άλλες τιμές.

Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι η εκκόλαψη είναι μηδενική σχεδόν σε όλους τους χρόνους έκθεσης με ένα μικρό ποσοστό (5 %) να εκκολάπτεται από την 5^η ημέρα μετά την έκθεση και όταν αυτή ήταν διάρκειας 5 min.

4.3 Β' στάδιο του πειράματος

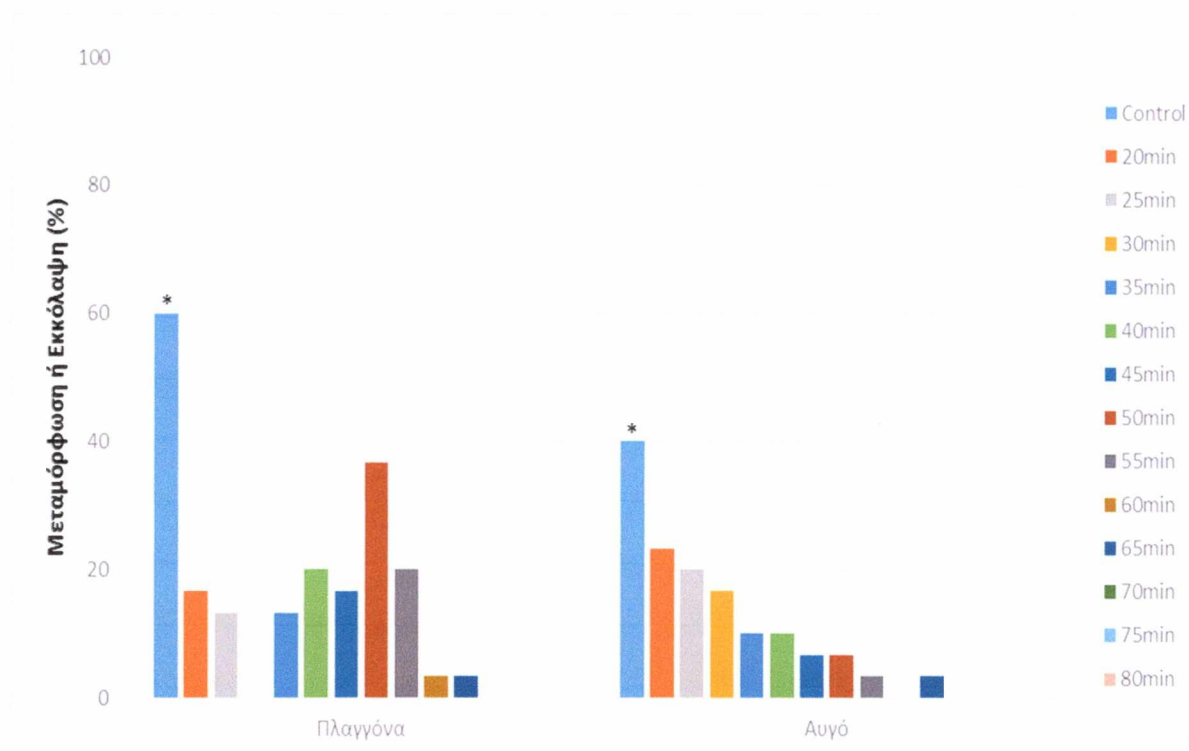
Στα διαγράμματα 6 και 7 της ενότητας διακρίνεται το στάδιο του πειράματος με τροφή.



Διάγραμμα 6: Διαγραμματική απεικόνιση του ποσοστού θνησιμότητας (%) ενηλίκων και προνυμφών του *Tribolium confusum* μετά από την έκθεση τους σε χαμηλή θερμοκρασία (-18 °C) και σε διαφορετικούς χρόνους έκθεσης. Οι τιμές με τον αστερίσκο σε κάθε ημέρα, αντιπροσωπεύουν τις μέγιστες θνησιμότητες και διαφέρουν στατιστικά από τις άλλες τιμές.

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι το ποσοστό θνησιμότητας (τόσο στα ενήλικα όσο και στις προνύμφες) ήταν εξαιρετικά χαμηλό όταν η έκθεση σε χαμηλή θερμοκρασία είχε σχετικά μικρή διάρκεια ($\leq 45\text{min}$) ενώ άγγιξε το 100% όταν ο χρόνος έκθεσης ήταν μεγάλος ($\geq 65\text{min}$). Επίσης παρατηρείται ότι παρουσία προϊόντος το προνυμφικό στάδιο είναι πιο ευαίσθητο στη χαμηλή θερμοκρασία καθώς στους χαμηλούς χρόνους έκθεσης παρατηρούνται μεγαλύτερα ποσοστά θνησιμότητας. Ωστόσο σε μεγαλύτερα διαστήματα έκθεσης δεν υπήρξε διαφορά στην ανθεκτικότητα. Στο στάδιο του ενήλικου παρατηρούμε ότι η θνησιμότητα αυξήθηκε και κυμάνθηκε πάνω από 60% μετά από χρονικό διάστημα έκθεσης 45min, ενώ

πλήρης έλεγχος επιτεύχθηκε με την έκθεση του εντόμου στα διαστήματα 75 και 80 min.



Διάγραμμα 7: Διαγραμματική απεικόνιση του ποσοστού μεταμόρφωσης της πλαγγόνας και εκκόλαψης (αυγά) του *Tribolium confusum* μετά από την έκθεση τους σε χαμηλή θερμοκρασία (-18 °C) και σε διαφορετικούς χρόνους έκθεσης. Οι τιμές με τον αστερίσκο σε κάθε ημέρα, αντιπροσωπεύουν τις μέγιστες θνησιμότητες και διαφέρουν στατιστικώς από τις άλλες τιμές.

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι το ποσοστό των πλαγγόνων που φτάνουν σε μεταμόρφωση βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα σχεδόν σε χρόνους έκθεσης μικρότερο από 50min. Όταν η διάρκεια έκθεσης ήταν ≥ 70 min το ποσοστό μεταμόρφωσης ήταν σε μηδενικό επίπεδο. Όσον αφορά την εκκόλαψη, παρατηρείται σταδιακή μείωση του ποσοστού των αυγών που εκκολάπτονται καθώς αυξάνεται η διάρκεια έκθεσης. Μηδενική εκκόλαψη είχαμε με διάρκεια έκθεσης ≥ 70 min

4.4 Συμπεράσματα και συζήτηση

Αρχικά όσο αφορά τα ενήλικα στα δείγματά μας αποδεικνύεται ότι σε κατάσταση “freeze”-κατάψυξης, ο αριθμός τους μειώνεται δραστικά με το πέρας του χρόνου. Σύμφωνα με τον R. Child στην έρευνά του «Insect damage as a function of climate», η μακροχρονέστερη παραμονή σε συνθήκες εξαιρετικά χαμηλής θερμοκρασίας σε οποιοδήποτε τροφικό περιβάλλον και υπό τη σαφή εναλλαγή χρόνου παραμονής – θερμοκρασίας στην κατάψυξη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι: παρατηρήθηκε παντελής έλλειψη εντόμου σε εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες με το πέρας 3 ημερών από την απαρχή του πειράματος. Η παραπάνω συμπερασματική κατάληξη έρχεται σε παράλληλη συμφωνία με τα αποτελέσματα του πειράματος που διενεργήθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής μου, καθώς αποδεικνύεται η δραστική μείωση έως και απάλειψη σε ορισμένες μετρήσεις των ενήλικων εντόμων στα 80 λεπτά κατάψυξης με την προσθήκη σιταριού. Επιπροσθέτως ο Child αναφέρει ότι οποιαδήποτε μορφή του εντόμου, σε οποιαδήποτε ηλικιακή φάση δεν επιβίωσε, πράγμα που αποτυπώσαμε και εμείς στα πειράματά μας στο εργαστήριο οπού στα 80 λεπτά ψύξης δεν επιβίωσε καμία λάρβα, πούπα ή δεν υπήρχε αυγό.

Επιπροσθέτως, πάρα πολύ σημαντική στον τομέα της επιβίωσης των εντόμων είναι η έρευνα η οποία αποτυπώθηκε από τον Fields (1992) όπου εξετάζεται η επιβίωση διάφορων τύπων εντόμων κάτω από αντίξοες θερμοκρασιακές συνθήκες ακραίου ψύχους ή ζέστης. Όσο αφορά το κομμάτι που εξετάζουμε ο Fields (1992) εκφράζει ότι σε συνθήκες κατάψυξης (-30 βαθμών κελσίου) τα έντομα σταδιακά υπόκεινται στο φαινόμενο του παγώματος από το εσωτερικό προς το εξωτερικό τους, με αποτέλεσμα μέσα σε ορισμένα λεπτά την ίδια μέρα την οποία έχουν τοποθετηθεί στην κατάψυξη να πεθαίνει όλος ο πληθυσμός τους. Αντιστοίχως στο πείραμά που έλαβε χώρα κατά την διάρκεια της πτυχιακής μου, τα ενήλικα χωρίς προσθήκη προϊόντος (σιτάρι) στα οποία αναφέρεται και ο Fields (1992), αποδείχθηκε ότι καταστρέφονται ολοκληρωτικά και άμεσα σε συνθήκες ψύχους χωρίς την προσθήκη σιταριού, όπως επίσης καταστροφή υπήρχε και κατά την προσθήκη σιταριού στο δείγμα και κατάψυξής του αλλά με βραδύτερο ρυθμό απ’ ότι χωρίς σιτάρι.

Στην ίδια ακριβώς έρευνα παρατηρείται για πρώτη φορά ο χαρακτηρισμός των «ζωνών επιβίωσης» (survival zones) όπου στα πειράματα εργαστηρίου τα δείγματα ψύχονται ανά ομάδες σε διαφορετικούς χρόνους ψύξης βάσει προετοιμασίας που

έχουν υποστεί. Ως συμπέρασμα εξάγεται ότι τα έντομα τα οποία καταψύχθηκαν για μικρό χρονικό διάστημα κάτω της μίας ώρας δεν είχαν ολοκληρωτικά καταστραφεί, αλλά ορισμένα από αυτά άντεξαν στις συνθήκες στρες και ψύχους, κρίνοντας έτσι τη διαδικασία πλήρους καταστροφής ανεπαρκή. Στα πειράματά μας αποδείξαμε ότι σε συνθήκες ψύξης έως μισής ώρας, η πλειάδα των ενηλίκων είχαν υποστεί ήδη σοβαρές απώλειες και φτάνοντας στα 80 λεπτά, επιβίωναν ελάχιστα έως και κανένα σε κάποιες μετρήσεις.

Εξέχουσας σημασίας είναι η επιστημονική τεκμηρίωση των Hallman and Denlinger (1998) όπου περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο σε συνθήκες ψύχους αντιδρά το έντομο και η προσθήκη αποθησαυριστικών ουσιών όπως τα σάκχαρα, οι πολυόλες και τα αμινοξέα συντελούν στην περαιτέρω επιβίωση του πληθυσμού σε ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας παρατείνοντας το χρόνο προσαρμογής των. Κατά το πείραμα το έντομο συμμετέχει με την προσθήκη των παραπάνω ουσιών όπως αντίστοιχα και στο πείραμά μας όπου το έντομο βρίσκεται με την προσθήκη σιταριού. Λαμβάνουν χώρα δύο ειδών μετρήσεις. Η φάση αργής-ολιγόλεπτης ψύξης και απότομης κατάψυξης. Τα αποτελέσματά του όσο αφορά την ολιγόλεπτη ψύξη διαφέρουν κατά ένα σημείο από τα δικά μας, καθώς στη φάση αυτή επιβιώνουν περίπου το 30% των εντόμων ενώ σε εμάς η επιβίωση μέχρι τα 20 λεπτά ανέρχεται περίπου στο 60%. Ενδεχομένως η διαφορά αυτή να δικαιολογείται από τη διαφορά που υπάρχει όσο αφορά το υλικό που προστέθηκε στα τρυβλία και είναι διαφορετικό από το ότι στο πείραμά μας, διότι εμείς χρησιμοποιήσαμε το σιτάρι ενώ στο πείραμα των Hallman and Denlinger (1998) χρησιμοποιήθηκαν τα σάκχαρα, οι πολυόλες και τα αμινοξέα. Είναι φυσιολογική λοιπόν η περαιτέρω επιβίωση στο δείγμα μας, καθώς το σιτάρι περιέχει πληθώρα συστατικών ικανών να βοηθήσουν στην επιβίωση του εντόμου και όχι μόνο τρία στοχευόμενα υλικά. Αντιθέτως, όσο αφορά το δεύτερο μέρος του πειράματος όπου εφαρμόστηκε η ταχεία και μακρόχρονη ψύξη δεν επιβίωσε σχεδόν κανένα έντομο στο τέλος, κάτι το οποίο συνέβη και στο δικό μας πείραμα, όπου στην τελική φάση του πειράματος των 80 λεπτών δεν υπήρχαν αξιόλογα σημεία επιβίωσης των εντόμων.

Ενδιαφέρον προκύπτει από την εργασία των Nagel and Sheppard (1934) οι οποίοι μελέτησαν το χρόνο θανάτου σε σταθερή θερμοκρασία 0 °C για όλα τα στάδια του *T.confusum* και διαπίστωσαν πως τα ενήλικα ήταν τα πιο ανθεκτικά στο ψύχος , σε αντίθεση με τα πειράματά μας όπου τα ενήλικα έδειξαν μειωμένο ποσοστό

θνησιμότητας μόνο στην περίπτωση της προσθήκης τροφής αλλά χωρίς σημαντικές διαφορές από τις προνύμφες, ενώ χωρίς προσθήκη τροφής το ποσοστό θνησιμότητας αυξήθηκε σημαντικά σε σχέση με το χρόνο ενώ οι προνύμφες ήταν αρκετά πιο ανθεκτικές.

Συνολικά από όλη την έκταση της διατριβής γίνεται φανερό σ' αυτό το σημείο η συνεισφορά της στην διαλεύκανση των μεθόδων και πρακτικών των απεντομώσεων συγκεκριμένα στα έντομα των αποθηκών. Συνολικά, τα ευρήματα της συγκεκριμένης έρευνας συμβαδίζουν με τα ανάλογα στην διεθνή βιβλιογραφία. Ειδικότερα, από την εκτενή μελέτη στην περίπτωση του εντόμου *T.confusum* με την μέθοδο της ψύξης καταγράφηκαν οι δυσκολίες καθώς και η πρακτική της εφαρμογή. Μ' αυτό τον τρόπο δίνεται η ευκαιρία να αποτελεί η συγκεκριμένη έρευνα χρήσιμο «εργαλείο» για σύγκριση της μεθόδου της ψύξης με άλλες (κεφάλαιο 2). Ουσιαστικά, παρουσιάζεται κατ' επέκταση η οικολογική διάσταση που έχει η υπό εξέταση μέθοδος καθιστώντας την πιο ανταγωνιστική και επίκαιρη έναντι των άλλων μεθόδων απεντόμωσης. Ως εκ τούτου, τα χαρακτηριστικά της αυτή την εντάσσουν σε βιώσιμη μέθοδο απεντόμωσης **εντόμων αποθηκών**.

Σημαντικό σε αυτό το σημείο είναι να αναλύσουμε και την πρακτική σημασία της συγκεκριμένης μεθόδου. Σημειώνοντας τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας αλλά και τον τρόπο με τον οποίο οδηγηθήκαμε σε αυτά βλέπουμε ότι η μέθοδος της ψύξης παρουσιάζει σημαντικά θετικά στοιχεία ως μέθοδος απεντόμωσης αλλά και αρνητικά. Από την μία πλευρά είναι μία μέθοδος η οποία εάν εφαρμοστεί σωστά, κατάλληλη θερμοκρασία και χρόνος έκθεσης σε αυτή, έχει υψηλά ποσοστά επιτυχίας και φαίνεται πως είναι πιθανό ακόμα και σε πραγματικές συνθήκες να αγγίζει το 100%. Επίσης αποτελεί οικολογική μέθοδο αφού δεν μολύνει το περιβάλλον άμεσα ή έμμεσα και τέλος δεν αποτελεί κίνδυνο για την υγεία των ανθρώπων, ούτε των καταναλωτών, ούτε αυτών που θα την εφαρμόσουν στα προϊόντα τους. Από την άλλη υπάρχουν κάποια σημεία που χρειάζονται μεγάλη βελτίωση για να γίνει εύκολα εφαρμόσιμη η μέθοδος της ψύξης. Πρώτον πρέπει οι χώροι αποθήκευσης να βελτιωθούν σημαντικά ούτως ώστε να μην υπάρχουν εκροές θερμότητας οπότε το κόστος για την δημιουργία και την συντήρηση τέτοιου είδους αποθηκών αυξάνει σημαντικά, ειδικά όταν έχουμε να κάνουμε με μεγάλες αποθήκες για σημαντικά προϊόντα όπως το σιτάρι που μελετήθηκε στην συγκεκριμένη έρευνα. Δεύτερον, η δημιουργία συνθηκών σε τέτοιες χαμηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό και με το

μέγεθος της αποθήκης , χρειάζεται αναλογικά σημαντικές πηγές ενέργειας οι οποίες πρέπει να είναι αποτελεσματικές αλλά και οικονομικές. Σήμερα με τις ευρέως χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας είναι στις περισσότερες των περιπτώσεων ασύμφορο να χρησιμοποιηθεί η συγκεκριμένη μέθοδος ειδικά όταν πρόκειται για αποθήκες μεγάλης έκτασης. Στο μέλλον με εναλλακτικές και εφαρμόσιμες πηγές ενέργειας θα είναι πιο εύκολο να χρησιμοποιηθεί ευρέως η μέθοδος της ψύξης για την καταπολέμηση των εντόμων αποθηκών.

Για την απόκτηση μιας ολικής εικόνας των μεθόδων απεντόμωσης των εντόμων αποθηκών θα ήταν θεμιτό να πραγματοποιηθεί η απεντόμωση του εντόμου *T.confusum* και με τις διαφορετικές μεθόδους ώστε να υπάρχουν ακριβή δεδομένα για συνδυαστικές αναλύσεις και συσχετίσεις. Τέλος, είναι απαραίτητο να σημειωθεί πως ένα πολύ σημαντικό συμπέρασμα από την παρούσα έρευνα αποτελεί η πρόταση για γενικότερη έλλογη χρήση των μεθόδων απεντόμωσης, τόσο για την επιστήμη όσο και για την κοινωνία.

Βιβλιογραφία

1. **Αναστασιάδης Χ., 2007**, 'έντομα αποθηκών και μέθοδοι αντιμετώπισής τους'. Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας .
2. **Child R.E., 2007** Insect Damage as a Function of Climate In Museum Microclimates. National Museum of Denmark.ISBN.
3. **Hallman G. and Denlinger D., 1998**. Temperature Sensitivity in Insects and Application in Intergrated Pest Management. United States of America by West view Press.
4. **Fields P., 1992**. The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures.J stored Prod. Res. Vol.28, No.2, pp.89-118
5. **Ιωαννίδης, 2006**. Διαχείριση της Ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα, νέες τάσεις στην παραγωγή εντομοκτόνων. Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση Εχθρών των Καλλιεργειών, Γενικές Αρχές, Υφιστάμενη Κατάσταση και Προοπτικές. Συνεδριακό Κέντρο Ν. Γερμανός. HELEXPO. Θεσσαλονίκη. AGROTICA.
6. **Ηλιόπουλος και άλλοι, 2001**. Κυριαρχία και συχνότητα φυσικών εχθρών εντόμων και ακάρεων που προσβάλλουν αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα στην Ελλάδα. 9ο Πανελλήνιο Εντομολογικό συνέδριο. Ιωάννινα
7. **Κωβαίος Δ. και Κατσόγιαννος Β., 2006**. 'Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση Εχθρών των Καλλιεργειών, Γενικές Αρχές, Υφιστάμενη Κατάσταση και Προοπτικές. Σύγχρονες μέθοδοι αντιμετώπισης εχθρών των καλλιεργειών. Συνεδριακό Κέντρο Ν. Γερμανός. HELEXPO. Θεσσαλονίκη. AGROTICA..

8. **Λαδογιάννης Γ., 2009.** Τροφικές προτιμήσεις του *Tribolium confusum* και ανάπτυξη του σε συστατικά ιχθυοτροφών. Πτυχιακή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και υδάτινου περιβάλλοντος.
9. **Μπουχέλος Κ. Θ., 1993.** Έντομα αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας. Αθήνα.
10. **Πουγαρίδου Ι., 2013.** Επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών, της ηλικίας και της τροφής σε βιολογικές παραμέτρους του παρασιτοειδούς *Venturia canescens* (Hymenoptera:Ichneumonidae) με ξενιστή προνύμφες *Erphestia kuehniella* (Lepidoptera:Pyralidae). Μεταπτυχιακή διατριβή (Α.Π.Θ).
11. **Σταμόπουλος Δ., 1999.** Έντομα αποθηκών μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
12. **Σταμόπουλος Δ. Κ., 1995.** Έντομα αποθηκών μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη.
13. **Σταμόπουλος Δ., 2008.** Εχθροί αποθηκευμένων προϊόντων, μουσείων και κατοικιών. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας. Βόλος.
14. **Gelosi A., 1998.** La lotta contro gli insetti e gli acari dei cereali immagazzinati. Informatore Fitopatologico9
15. **Michaud and Denlinger, 2004.** Molecular modalities of insect cold survival: current understanding and future trends Department of Entomology, Ohio State University, Columbus, OH 43210, USA International Congress Series 12/2004; 1275:32-46. DOI: 10.1016/j.ics.2004.08.059
16. **Τζανακάκης Μ., 1995.** Εντομολογία. UNIVERSITY STUDIO PRESS. Θεσσαλονίκη
17. **Baldwin and Fasulo, 2014.** Confused Flour Beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae) and Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae)

18. **D.S. Koveos, 2001.** Cold hardiness characteristics in a strain of the predatory mite *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) from northern Greece. *Annals of the Entomological Society of America* 94: 82-90.
19. **Πελεκάσης Κ.Ε.Δ., 1984.** Μαθήματα Γεωργικής, Εντομολογίας. Β' Τόμος. Ειδική. Εντομολογία. Έκδοση Ανώτατης Γεωπονικής Σχολής Αθηνών, 554 σελ.
20. **Nagel R. H. and H. H. Shepard, 1934.** The lethal effect of low temperatures on the various stages of the confused flour beetle. *J. Agric. Res.* 48: 1009–1016.
21. **Kalyebi A., Overholt W. A., Schulthess F., Mueke J. M., Hassan S. A., Sithanantham S., 2005.** Functional response of six indigenous trichogrammatid egg parasitoids (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Kenya: influence of temperature and relative humidity. *Biol. Control* 32: 164–171.
22. **Davidowitz and Nijhout, 2004.** The effects of environmental variation on a mechanism that controls insect body size. *Evolutionary Ecology Research* 6 (1), 49-62
23. **Bale J. S. et al, 2002.** Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*
24. **Lee R. E. and D. L. Denlinger, 1991.** *Insects at Low Temperature.* Chapman and Hall, New York, 513 pp
25. **L. Hufnagel, M. Ladányi, 2006.** The effect of climate change on the population of sycamore lace bug (*Corythuca ciliata*, Say) based on a simulation model with phenological response. *Applied Ecology and Environmental Research* 4 (2), 85-112



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000134260