



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ
ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ
ΣΤΗΝ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΟΥ *TRIBOLIUM*
CONFUSUM ΣΕ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΟΥΣ ΣΠΟΡΟΥΣ ΦΥΤΩΝ
ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ»



ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΜΑΓΓΙΤΑ Α.Μ. 11835

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:

ΔΡ. ΚΑΡΑΝΑΣΤΑΣΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΑΜΑΛΙΑΔΑ 2019

Γη και ύδωρ πάντα ἔσθ' ὅσα γίνονται ἠδέ φύονται.

Ξενοφάνης, 570-480 π.Χ.,

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η πτυχιακή αυτή πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Φυτοπροστασίας - Φαρμακολογίας του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας. Με την περάτωση της παρούσας πτυχιακής διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα και εισηγήτρια της εργασίας, Δρα Καραναστάση Ειρήνη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων, καθώς παραχώρησε το γραφείο και το εργαστήριο της για την διεξαγωγή της πτυχιακής εργασίας.

Επιπλέον, τον Δρα Μαντζούκα Σπυρίδωνα που με τις γνώσεις του, την επιμονή και ουσιαστική βοήθεια του σε κάθε βήμα του πειράματος, κατάφερα να αφομοιώσω την σημασία του πειράματος για την ορθή υλοποίηση της παρούσας πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την στήριξη τους, τις συμφοιτήτριες μου, την ξαδέρφη μου για την καθοδήγηση της, καθώς και ένα ακόμα κοντινό μου άτομο που με την συμπαράστασή τους μου έδιναν δύναμη να συνεχίσω.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Φυτοπροστασίας - Φαρμακολογίας του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των βιολογικών εμπορικών σκευασμάτων στη θνησιμότητα του κολεοπτέρου *Tribolium confusum* σε αποθηκευμένους σπόρους φυτών μεγάλης καλλιέργειας.

Στην παρούσα μελέτη δοκιμάστηκαν τα εμπορικά βιολογικά σκευάσματα Metab που περιέχει τους εντομοπαθογόνους μύκητες *Metarhizium anisopliae* και τον *Beauveria bassiana*, το Lecan που περιέχει τον εντομοπαθογόνο μύκητα *Lecanicillium lecanii*, καθώς και τον ζεόλιθο σε σκόνη και ζεόλιθος σε εναιώρημα. Τα σκευάσματα Metab, Lecan αναμίχτηκαν με ενεργοποιητή και όλα τα εναιωρήματα εφαρμόστηκαν σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις 0,25ml, 0,5ml και 1ml για 28 ημέρες σε θερμοκρασία 25°C στα προϊόντα μηδική, βρώμη σε νιφάδες και βρώμη αναποφλοιώτη.

Οι παραπάνω εντομοπαθογόνοι μύκητες καλλιεργήθηκαν σε τρυβλία Petri με υψηλή υγρασία (moist chamber) για να επιταχυνθεί η σπορογένεση, όπου μετά την πάροδο 48 ωρών σε θερμοκρασία δωματίου, εμφανιζόταν τα κονίδια των μυκήτων.

Επιπροσθέτως μελετήθηκε η επίδραση των σκευασμάτων στην θνησιμότητα του εντόμου *T. confusum*.

Τα θετικά αποτελέσματα που προέκυψαν χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης, καθώς μπορούν να ανοίξουν νέους δρόμους ως προς την ανάπτυξη νέων μεθόδων βιολογικής καλλιέργειας.

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΜΕΡΟΣ Α.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1. ΦΥΤΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	7
1.1. ΣΙΤΗΡΑ.....	8
1.1.1. Γενικά στοιχεία.....	8
1.1.2. Βοτανική περιγραφή.....	9
1.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΙΤΗΡΩΝ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	19
1.2.1. Κατηγορίες σιτηρών.....	19
1.3. ΨΥΧΑΝΘΗ.....	21
1.3.1. Γενικά στοιχεία.....	21
1.3.2. Βοτανική περιγραφή.....	22
1.4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΨΥΧΑΝΘΩΝ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	25
1.4.1. Κατηγορίες ψυχανθών.....	25
2. ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	27
2.1. ΛΕΠΙΔΟΠΤΕΡΑ.....	28
2.2. ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΑ.....	32
3. ΤΟ ΕΝΤΟΜΟ <i>Tribolium confusum</i>	40
3.1. Βιολογικός κύκλος Εντόμου.....	40
3.2. Μορφολογία Εντόμου.....	40
3.3. Ταξινόμική Θέση του Εντόμου.....	41
3.4. Γεωργική Εξάπλωση του Εντόμου.....	42
3.5. Ζημιά που Προκαλεί το Έντομο.....	42
3.6. Αντιμετώπιση του Εντόμου.....	43
3.6.1. Παρακολούθηση του πληθυσμού.....	43
3.6.2. Καταπολέμηση με χημικά μέσα.....	43
3.6.3. Βιολογική αντιμετώπιση.....	44
Βιολογική αντιμετώπιση του <i>Tribolium</i> sp.	44
ΜΕΡΟΣ Β.....	50
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	50
5.1. ΕΝΤΟΜΑ.....	50
5.1.1. ΕΚΤΡΟΦΗ.....	50
5.1.2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ.....	50

5.1.3. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΚΜΑΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΩΤΟΚΙΑΣ	50
5.2. ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ.....	52
5.2.1. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΕΝΑΙΩΡΗΜΑΤΟΣ ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ	52
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	56
6.1 Αποτελεσματικότητα στη μηδική.....	56
6.2 Αποτελεσματικότητα σε βρώμη σε νιφάδες.....	63
6.3 Αποτελεσματικότητα σε αναποφλοιώτη βρώμη	70
7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	78
ΜΕΡΟΣ Γ	79
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	79
8.1 Ελληνόγλωσση	79
8.2 Ξενόγλωσση	80

ΜΕΡΟΣ Α

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΦΥΤΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Από το σύνολο των φυτικών ειδών, μόνον 50 περίπου καλλιεργούνται παγκοσμίως συστηματικά για την παραγωγή προϊόντων, ενώ τα 17 είδη καλύπτουν τις διατροφικές ανάγκες του ανθρώπου άμεσα ή έμμεσα ως ζωοκομικά προϊόντα (Stoskopf, 1985).

Στην κατηγορία των φυτών μεγάλης καλλιέργειας ανήκουν ετήσια κυρίως φυτά, των οποίων η καλλιέργεια πραγματοποιείται κατά κανόνα σε μεγάλες εκτάσεις με τη βοήθεια σύγχρονων μηχανικών μέσων. Εδώ περιλαμβάνονται οι εξής ομάδες:

- ❖ Χειμωνιάτικα σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι, βρώμη, σίκαλη, τριτικάλε)
- ❖ Εαρινά σιτηρά (αραβόσιτος, ρύζι, σόργο, κεχρί)
- ❖ Χειμωνιάτικα ψυχανθή (βίκος, μπιζέλι, ρεβύθι, ρόβη, κουκί, φακή, λουπίνα, λαθούρι)
- ❖ Εαρινά ψυχανθή (σόγια, φασόλι, αραχίδα)
- ❖ Βιομηχανικά φυτά (βαμβάκι, καπνός, ζαχαρότευτλα, πατάτα, βιομηχανική τομάτα)
- ❖ Κτηνοτροφικά φυτά-Λειμώνες (κουκί, μπιζέλι, λαθούρι, λουπίνα, μηδική, ρεβύθι, τριφύλλι, φεστούκα)
- ❖ Αρωματικά-Ελαιούχα φυτά (Ρίγανη, θυμάρι, δενδρολίβανο, μέντα, βασιλικός, χαμομήλι)
- ❖ Ενεργειακά φυτά (ελαιοκράμβη, ηλιάνθος, γλυκό και κυτταρινούχο σόργο, ζαχαρότευτλα, ευκάλυπτος, ψευδακακία, καλάμι, μίσχανθος, αγριαγκινάρα, switchgrass) (Αφεντούλη, 2004).

1.1. ΣΙΤΗΡΑ

1.1.1. Γενικά στοιχεία

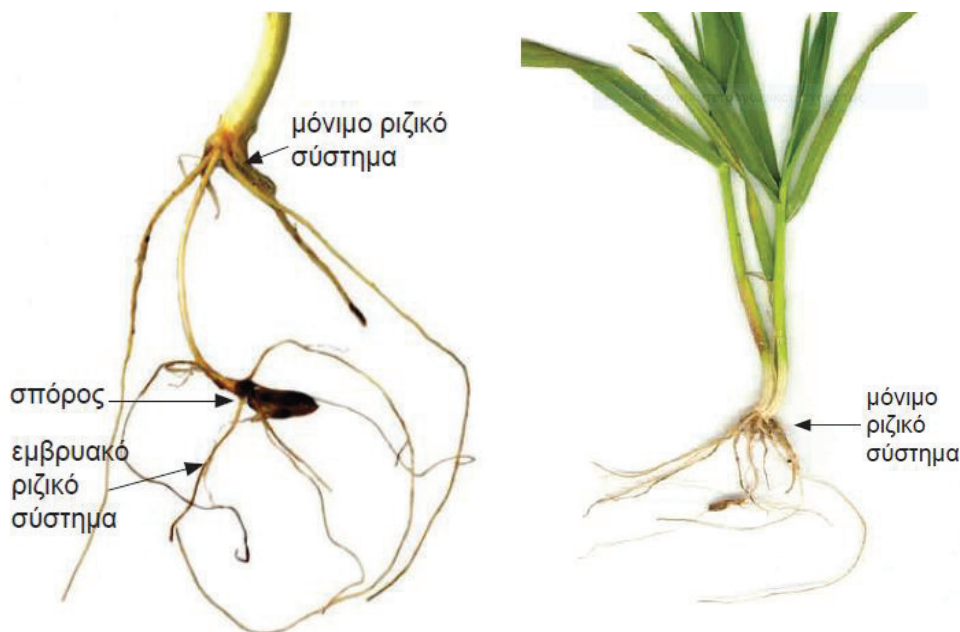
Τα σιτηρά ανήκουν στην οικογένεια των αγρωστωδών (Poaceae ή Gramineae), η οποία υποδιαιρείται σε υπο-οικογένειες και φυλές (Καραμάνος, 1994). Είναι τροφές υψηλής θρεπτικής και ενεργειακής αξίας και για το λόγο αυτό διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια γεωργία, ενώ τα προϊόντα τους αποτελούν τη βάση της διατροφής του πληθυσμού ολόκληρης της ανθρωπότητας. Επίσης, βρίσκουν διάφορες εφαρμογές στη βιομηχανία, ενώ η βλαστική τους μάζα και τα υπολείμματα που μένουν από τη συγκομιδή και την επεξεργασία των σπόρων τους αξιοποιούνται στη διατροφή των ζώων. Τελευταία, γίνεται προσπάθεια να χρησιμοποιηθεί η βιομάζα ή οι καρποί των σιτηρών για την παραγωγή ενέργειας. Η μεγάλη σημασία τους οφείλεται, ακόμη, στο ότι παράγουν περισσότερο από όλες τις άλλες κατηγορίες φυτών σε εκτατικές συνθήκες καλλιέργειας, παρουσιάζουν μεγάλη προσαρμοστικότητα σε διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος, αποθηκεύονται εύκολα χωρίς να απαιτούν μεγάλο χώρο, η διαχείρισή τους γίνεται εύκολα με μηχανές και η καλλιέργειά τους δεν επιβαρύνει το περιβάλλον.

Ανάλογα με την εποχή σποράς, διακρίνονται σε χειμερινά και εαρινά. Τα χειμερινά σιτηρά των εύκρατων κλιμάτων κατάγονται από περιοχές ημίξηρες, που εντοπίζονται κυρίως στις λοφώδεις εκτάσεις και τα οροπέδια της ΝΔ Ασίας και της Μέσης Ανατολής, σε αντίθεση με τα ανοιξιζιάτικα σιτηρά των θερμών κλιμάτων, που κατάγονται από περιοχές πολύ διαφορετικές οικολογικά (ΝΑ Ασία, Κεντρική Αμερική, τροπική Αφρική). Τα σιτηρά διαφέρουν ως προς τα μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά, τα οποία αποτελούν τη βάση για το διαχωρισμό των ειδών μεταξύ τους και την περιγραφή των ποικιλιών εντός του είδους. Το φυτικό τους σώμα αποτελείται από τις ρίζες, το βλαστό, τα φύλλα, τις ταξιανθίες και τους σπόρους (Αφεντούλη, 2004, Παλάτος και Κυρκενίδης, 2005).

1.1.2. Βοτανική περιγραφή

1.1.2.1. Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα είναι θυσσανώδες και αποτελείται από δύο κατηγορίες ριζών α) τις εμβρυακές και β) τις μόνιμες ή δευτερογενείς (Εικ. 1.1.) (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



Εικ. 1.1. Ριζικό σύστημα των χειμερινών σιτηρών.

Οι εμβρυακές βγαίνουν από τον σπόρο κατά το φύτεμα, ενώ οι μόνιμες που αποτελούν τον κύριο όγκο του ριζικού συστήματος σχηματίζονται από τους πρώτους κόμβους που βρίσκονται ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Το σημείο αυτό ονομάζεται σταυρός. Συνεπώς, το βάθος σποράς επηρεάζει το βάθος σχηματισμού μόνον του εμβρυακού ριζικού συστήματος. Το τμήμα του φυτού μεταξύ του σπόρου και του σταυρού λέγεται μεσοκοτύλιο, το μήκος του οποίου εξαρτάται από το βάθος σποράς και κυμαίνεται από 1-10 cm (Stoskopf, 1985)

Οι εμβρυακές ρίζες (3-8 ανάλογα με το είδος) είναι λεπτές, με ομοιόμορφη διάμετρο και άφθονες πλευρικές διακλαδώσεις. Παραμένουν συνήθως ενεργές καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών. Αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνολικού ριζικού συστήματος. Η συνεισφορά τους στην απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων είναι μεγάλη στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των σιτηρών, ενώ

αργότερα με την εμφάνιση του μόνιμου ριζικού συστήματος περιορίζεται πάρα πολύ (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Οι μόνιμες ρίζες είναι πολυάριθμες, παχύτερες και ισχυρότερες σε σχέση με τις εμβρυακές και αναπτύσσονται αρχικά σχεδόν οριζοντίως και κατόπιν στρέφονται προς τα κάτω. Η έκταση του ριζικού συστήματος και το βάθος που διεισδύουν οι ρίζες μέσα στο έδαφος εξαρτάται κυρίως από τη δομή, τη γονιμότητα, τη θερμοκρασία και την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους, την πυκνότητα των φυτών, την ύπαρξη ζιζανίων, το είδος και την ποικιλία του σιτηρού. Οι περισσότερες ρίζες φθάνουν σε βάθος 30 έως 50 cm, μπορούν όμως να διεισδύσουν μέχρι και 2 m. (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Σε βαθιά, γόνιμα, καλά στραγγιζόμενα εδάφη παρατηρείται καλή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Οι ανθεκτικές στην ξηρασία ποικιλίες, αναπτύσσουν πλουσιότερο ριζικό σύστημα συγκρινόμενες με τις ευπαθείς (Hamblin, 1990). Οι χειμερινοί τύποι συνήθως εμφανίζουν περισσότερο εκτεταμένο ριζικό σύστημα. Η μορφή του ριζικού συστήματος δεν σχετίζεται με το ύψος των φυτών και εξαρτάται από το γενότυπο (Stoskopf 1985). Το μόνιμο ριζικό σύστημα είναι περισσότερο αναπτυγμένο στη σίκαλη, ακολουθεί η βρώμη και το κριθάρι και τελευταίο έρχεται το σιτάρι. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος περιορίζεται την περίοδο της άνθησης. Τα αδέρφια αποκτούν δικό τους μόνιμο ριζικό σύστημα, ανεξάρτητο από το μητρικό φυτό (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

1.1.2.2. Βλαστός (καλάμι)

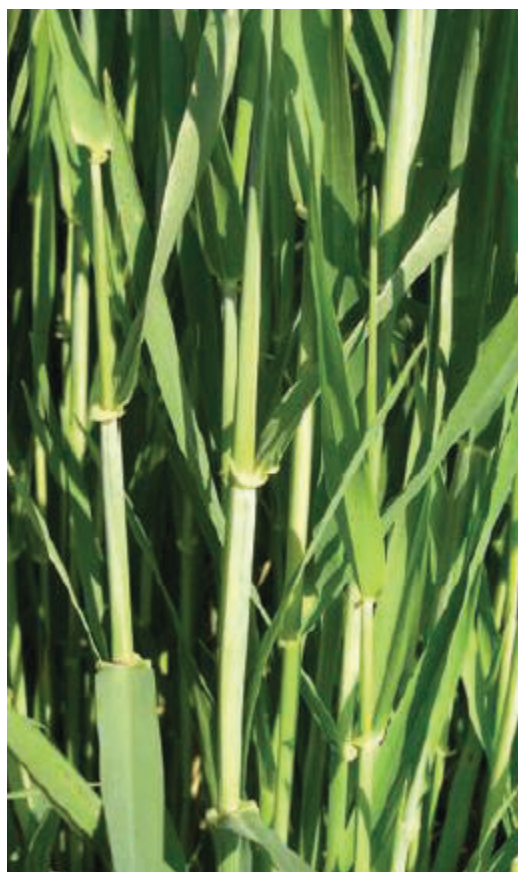
Ο βλαστός των χειμερινών σιτηρών συνήθως ονομάζεται καλάμι (Εικ. 1.2). Είναι κυλινδρικός και αποτελείται από μεσογονάτια διαστήματα, ως επί το πλείστον κενά στο εσωτερικό τους κατά την ωρίμανση και από συμπαγή γόνατα ή κόμβους. Η κοίλη κυλινδρική μορφή του στελέχους προσδίδει σ' αυτό ένα βαθμό αντοχής. Ο αριθμός των μεσογονατίων εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία του σιτηρού, επηρεάζεται όμως και από τις κλιματολογικές συνθήκες. Το μήκος των μεσογονατίων εξαρτάται από τη θέση τους στο βλαστό και από το γενότυπο. Γενικά τα μεσογονάτια της βάσης παραμένουν κοντά, ενώ εκτός από ορισμένες εξαιρέσεις, το μήκος τους αυξάνει προοδευτικά από τη βάση προς την κορυφή. Μακρύτερο από όλα είναι το τελευταίο μεσογονάτιο που φέρει και την ταξιανθία. Το ύψος των χειμερινών σιτηρών και η διάμετρος των βλαστών εξαρτάται από το είδος, την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης. Το ύψος κυμαίνεται από 60 έως 150 cm ενώ η

διάμετρος από 3 έως 10 mm. Το ύψος και η διάμετρος των βλαστών σχετίζονται με το πλάγιασμα (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Στη βάση των μεσογονατίων, μέσα στον κολεό του αντίστοιχου φύλλου, υπάρχει μία μικρή ζώνη που παραμένει σε μεριστωματική κατάσταση και η οποία λιγνιτοποιείται μετά το ξεστάχυσμα. Η ζώνη αυτή παρέχει τη δυνατότητα σε πλαγιασμένα στελέχη να επανέρχονται στην όρθια θέση με ασύμμετρη ανάπτυξη της βάσης των μεσογονατίων. Φυσικά αυτή η επαναφορά είναι δυνατή πριν από τη λιγνιτοποίηση της μεριστωματικής αυτής ζώνης (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Στη βάση του βλαστού κατά κανόνα κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, υπάρχει μία ζώνη από μεριστωματικούς ιστούς που καλείται στεφάνη ή σταυρός. Η ζώνη αυτή παράγει ρίζες και βλαστούς και είναι το πιο ευαίσθητο σημείο στα χειμερινά σιτηρά, καθόσον καταστροφή της από χαμηλές θερμοκρασίες ή ξηρασία συνεπάγεται και καταστροφή του φυτού (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Από καταβολές οφθαλμών που βρίσκονται στους κόμβους του βλαστού, ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, εκφύονται νέα στελέχη που ονομάζονται αδέρφια. Επίσης από οφθαλμούς των αδελφιών μπορούν να σχηματισθούν δευτερογενή αδέρφια και ούτω καθ' εξής. Κάτω από ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες και σε επάρκεια χώρου μπορούν να δημιουργηθούν μέχρι και 150 αδέρφια (βλαστοί) από ένα σπόρο (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



Εικ. 1.2. Καλλιέργεια κριθαριού στο στάδιο του καλαμώματος.

1.1.2.3. Φύλλα

Τα φύλλα των σιτηρών αποτελούνται από δύο κύρια τμήματα, τον κολεό και το έλασμα. Ο κολεός είναι το κατώτερο τμήματα του φύλλου που περιβάλλει το βλαστό (καλάμι). Ο κολεός μπορεί να φέρει τρίχες ή όχι. Στην ένωση της βάσης του κολεού με τον αντίστοιχο κόμβο υπάρχει ένας μασχαλιαίος οφθαλμός, ο οποίος όταν βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους μπορεί να αναπτυχθεί σε καινούριο βλαστό (αδέλφι). Το έλασμα του φύλλου είναι επίμηκες και στενό (Εικ. 1.2), με κύριες νευρώσεις παράλληλες, χωρίς διακλαδώσεις, οι οποίες συνδέονται σταυρωτά μεταξύ τους με άλλα μικρότερα νεύρα. Και οι δύο επιφάνειες του ελάσματος καλύπτονται από προστατευτικό στρώμα κυττάρων, την επιδερμίδα και εσωτερικά υπάρχει άφθονο σπογγώδες μεσόφυλλο. Τα στομάτια είναι διατεταγμένα σε παράλληλες σειρές και στις δύο πλευρές των φύλλων. Στο σιτάρι και τη βρώμη, στην πάνω επιφάνεια των φύλλων, υπάρχουν περισσότερα στομάτια. Το έλασμα πολλές φορές στρέφεται προς τα δεξιά (σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη) ή προς τα αριστερά (βρώμη) ή μπορεί να παρουσιάζει δύο συστροφές. Επίσης μπορεί να είναι λείο ή να καλύπτεται από χνούδι (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Το μήκος, το πλάτος και ο χρωματισμός του ελάσματος των φύλλων είναι χαρακτηριστικά του είδους και της ποικιλίας. Εν τούτοις, ο χρωματισμός επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την εδαφική υγρασία και η ένταση του πράσινου χρώματος από την γονιμότητα του εδάφους και κυρίως την περιεκτικότητα σε άζωτο (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Στο σημείο που ενώνεται το έλασμα του φύλλου με τον κολεό διακρίνονται δύο εξαρτήματα, το γλωσσίδιο και τα ωτίδια. Το γλωσσίδιο είναι μία μεμβρανώδης εκβλάστηση με όρθια έκφυση, χωρίς χρώμα. Τα ωτίδια είναι μεμβρανώδεις προεκτάσεις του ελάσματος του φύλλου που περιβάλλουν το στέλεχος ολικώς ή μερικώς και μπορεί να έχουν διάφορες αποχρώσεις, από πράσινο μέχρι ερυθρό και σε ορισμένες περιπτώσεις όταν το φυτό ωριμάζει, παίρνουν χρώμα λευκό. Τα ωτίδια μπορεί να φέρουν χνούδι. Το μέγεθος και η μορφή του γλωσσιδίου και των ωτιδίων αποτελούν χρήσιμα χαρακτηριστικά για τη διάκριση των χειμερινών σιτηρών σε νεαρή ηλικία. Έτσι π.χ. η βρώμη έχει μεγάλο γλωσσίδιο και καθόλου ωτίδια, ενώ το κριθάρι έχει πολύ μεγάλα ωτίδια που περιβάλλουν ολόκληρο το καλάμι και προεξέχουν και μέτριο γλωσσίδιο. Το σιτάρι έχει μέτρια ωτίδια και μέτριο γλωσσίδιο, ενώ η

σίκαλη έχει τα μικρότερα ωτίδια από όλα τα χειμερινά σιτηρά (Εικ. 1.3) (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Τα φύλλα είναι τοποθετημένα σε δύο σειρές η μία απέναντι από την άλλη (φυλλοταξία δίστοιχη). Ο αριθμός τους ποικίλλει συνήθως από 5-10. Το μικρότερο φύλλο συνήθως είναι το τελευταίο που λέγεται φύλλο-σημαία και παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στον εφοδιασμό του κόκκου με προϊόντα φωτοσύνθεσης. Αρχικά τα φύλλα έχουν σχεδόν κατακόρυφη διεύθυνση αλλά αργότερα σχηματίζουν γωνία με το βλαστό, το μέγεθος της οποίας είναι χαρακτηριστικό του είδους και της ποικιλίας του σιτηρού (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



Εικ. 1.3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά στο σημείο ένωσης του ελάσματος του φύλλου με τον κολεό, που βοηθούν στη διάκριση των χειμερινών σιτηρών σε νεαρή ηλικία.

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και κυρίως στις ποικιλίες που σπέρνονται το φθινόπωρο, τα μεσογονάτια διαστήματα είναι πολύ μικρά και τα φύλλα εμφανίζονται σαν μία τούφα πάνω στην επιφάνεια του εδάφους. Με τη μορφή αυτή τα φυτά περνούν τη διάρκεια του χειμώνα και τα φύλλα προστατεύουν το αρχέφυτρο από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Με την αύξηση της θερμοκρασίας την άνοιξη, επιμηκύνονται τα μεσογονάτια διαστήματα και τα φυτά παίρνουν ύψος (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

1.1.2.4. Ταξιανθίες – Άνθη

Τα άνθη είναι τοποθετημένα σε ταξιανθίες. Η ταξιανθία αποτελείται από έναν κύριο αρθρωτό άξονα, τη ράχη, ο οποίος είναι προέκταση του βλαστού. Τα άνθη κατά ομάδες που καλούνται σταχύδια, είναι τοποθετημένα με διαφορετικό τρόπο στην ταξιανθία. Εάν είναι τοποθετημένα εναλλάξ πάνω στην ράχη με ένα μικρό μη διακλαδιζόμενο άξονα, το ραχίδιο, η ταξιανθία λέγεται στάχυς. Εάν από τον κύριο άξονα σχηματίζονται διακλαδώσεις και υποδιακλαδώσεις πάνω στις οποίες βρίσκονται τα σταχύδια, η ταξιανθία λέγεται φόβη. Η ράχη της φόβης έχει περίπου πέντε κόμπους, από τον καθένα, δε, βγαίνουν εναλλάξ δύο έως έξι διακλαδώσεις. Ταξιανθία στάχυ έχουν το σιτάρι, το κριθάρι, η σίκαλη και το τριτικάλε, ενώ φόβη έχει η βρώμη (Εικ. 1.4). Η πυκνότητα των σταχυδίων στο στάχυ ποικίλει σημαντικά. Ανάλογα με την απόσταση μεταξύ των κόμβων της ράχης η ταξιανθία χαρακτηρίζεται σαν πυκνή, ενδιάμεση, χαλαρή (Εικ. 1.5). Το μήκος της ταξιανθίας κυμαίνεται από 5 έως 15 cm (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Ο αριθμός των σταχυδίων σε κάθε άρθρωση και ο αριθμός των άγονων και γόνιμων ανθέων σε κάθε σταχύδιο εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία, τις συνθήκες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση και από τον εφοδιασμό του στάχους με προϊόντα φωτοσύνθεσης (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



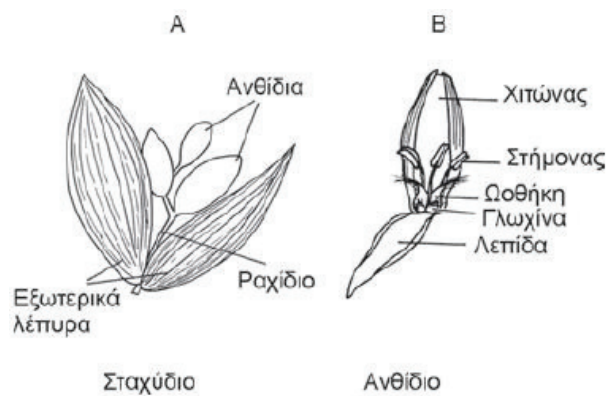
Εικ. 1.4. Ταξιανθία μαλακού (αριστερά) και σκληρού (δεξιά) σιταριού διαφορετική πυκνότητα σταχυδίων



Εικ. 1.5. Ταξιανθίες των χειμερινών σιτηρών



Εικ. 1.6. Τμήμα στάχeos σιταριού όπου διακρίνονται τα σταχύδια.



Εικ. 1.7. Δομή ενός τυπικού σταχυδίου χειμερινού σιτηρού(A) και ενός ανθιδίου(B). Κάθε σταχύδιο έχει ένα (κριθάρι) ή περισσότερα (σιτάρι, σίκαλη, βρώμη, τριτικάλε) ανθίδια με ένα άνθος το κάθε ένα.

Κάθε σταχύδιο (Εικ. 1.6 και 1.7) περιβάλλεται από δύο λέπυρα που λέγονται εξωτερικά λέπυρα για να διακρίνονται από τα άλλα δύο που περιβάλλουν κάθε άνθος και λέγονται εσωτερικά. Τα εξωτερικά λέπυρα καταλήγουν σε μία μύτη, την ακίδα. Από τα εσωτερικά λέπυρα εκείνο που αντιστοιχεί στη ράχη του κόκκου λέγεται χιτώνας και το άλλο (στην κοιλιά του κόκκου) λέγεται λεπίδα. Ο χιτώνας μπορεί να προεκτείνεται στο άκρο του και να σχηματίζει το άγανο. Η ύπαρξη ή όχι αγάνου, το μήκος, το χρώμα, η υφή και λοιπά χαρακτηριστικά του, χρησιμεύουν για την ταξινόμηση των ποικιλιών. Τα άγανα φέρουν χλωροπλάστες και έχουν την ικανότητα να φωτοσυνθέτουν. Ο χιτώνας από την εξωτερική πλευρά παρουσιάζει ένα προεξέχον νεύρο, ενώ η λεπίδα μία αυλάκωση που προσαρμόζεται στη σχισμή του σπόρου. Τα εσωτερικά λέπυρα απομακρύνονται από το σπόρο κατά τον αλωνισμό στο σιτάρι, στη σίκαλη και στο τριτικάλε, ενώ παραμένουν ενωμένα με το σπόρο στο κριθάρι και στη βρώμη (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Σε κάθε άνθος, μέσα στα εσωτερικά λέπυρα (Εικ. 1.7), περικλείονται τρεις στήμονες, ο ύπερος που αποτελείται από μονόχωρη ωθήκη και δύο στύλους (ενωμένους) με πτεροειδές στίγμα και δύο γλωχίνες (μικρά λεπιοειδή κατασκευάσματα) στη βάση της ωθήκης. Οι ανθήρες στηρίζονται σε λεπτά νήματα τα οποία επιμηκύνονται πολύ γρήγορα όταν πλησιάζει η άνθηση. Οι κόκκοι της γύρης είναι λεπτοί και παράγονται σε μεγάλη αφθονία. Το σιτάρι, το κριθάρι, η βρώμη και το τριτικάλε είναι αυτογονιμοποιούμενα φυτά ενώ η σίκαλη είναι σταυρογονιμοποιούμενο φυτό (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

1.1.2.5. Καρπός

Ο καρπός των σιτηρών είναι καρύωση, όπου το περίβλημα του σπόρου είναι ενωμένο σταθερά και σε ολόκληρη την έκτασή του με την εσωτερική πλευρά του περικαρπίου, ώστε καρπός και σπόρος να αποτελούν μια μονάδα, τον κόκκο. Το σχήμα και το μέγεθος των κόκκων επηρεάζεται από το γενότυπο, τη θέση τους στο στάχυ ή το σταχύδιο και την ποσότητα του ενδοσπερμίου. Στον κόκκο του κριθαριού και της βρώμης (εκτός από τις γυμνές ποικιλίες), το περικάρπιο είναι ενωμένο εντελώς με τα δύο εσωτερικά λέπυρα, τα οποία δεν απομακρύνονται με τον αλωνισμό. Σε ορισμένα είδη σιταριού όπως π.χ. το *Triticum spelta* δεν γίνεται προσκόλληση. Απλώς τα λέπυρα και μετά τον αλωνισμό εξακολουθούν να μένουν ενωμένα σφιχτά μεταξύ τους, ώστε για την απομάκρυνσή τους να χρειάζονται ειδικά μηχανήματα (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Ο κόκκος αποτελείται από το περικάρπιο, το περίβλημα του σπόρου, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο. Στην Εικόνα 1.9 παρουσιάζεται η ανατομία του κόκκου του σιταριού, ως αντιπροσωπευτική ανατομία του κόκκου των σιτηρών. Το περικάρπιο αποτελείται από στρώματα κυττάρων τα οποία προέρχονται από τη διαφοροποίηση των τοιχωμάτων της ωοθήκης. Το περίβλημα του σπόρου βρίσκεται κάτω από το περικάρπιο, αποτελείται από ημιπερατό λεπτό στρώμα κυττάρων, το οποίο προέρχεται από τη διαφοροποίηση των χιτώνων της σπερματικής βλάστης και περιβάλλει πλήρως το έμβρυο και το ενδοσπέρμιο. Στα κύτταρα του περιβλήματος του σπόρου μπορούν να υπάρχουν χρωστικές, οι οποίες δίνουν χρώμα στον κόκκο (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



Εικ. 1.9. Δομή καρύωσης: Α. κόκκος σιταριού, Β. κατά μήκος τομή του κόκκου.

Το ενδοσπέρμιο είναι ο αμυλώδης ιστός που σχηματίζεται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του κόκκου και καλύπτει το εσωτερικό του κόκκου, εκτός από τον χώρο που καταλαμβάνει το έμβρυο. Προσφέρει θρεπτικά στοιχεία στο αναπτυσσόμενο έμβρυο και στο νεαρό φυτάριο μετά τη βλάστηση του σπόρου, μέχρι το φυτό να μπορέσει να ικανοποιήσει τις ανάγκες του από το έδαφος. Το εξωτερικό στρώμα του ενδοσπερμίου αποτελεί την αλευρόνη. Τα κύτταρα της αλευρόνης είναι μεγάλα, ορθογώνια, δεν περιέχουν άμυλο και είναι πλούσια σε αλευρόκοκκους, οι οποίοι περιέχουν κυρίως πρωτεΐνες. Οι αλευρόκοκκοι περιβάλλονται από ελαιώδη σταγονίδια (Lersten, 1987). Τα κύτταρα της αλευρόνης παραμένουν ζωντανά στον ώριμο κόκκο (Bradbury κ.ά. 1956). Το υπόλοιπο τμήμα του ενδοσπερμίου εκτός από την αλευρόνη αποτελείται από μεγάλα κύτταρα πλούσια σε αμυλόκοκκους και διάσπαρτους αλευρόκοκκους. Τα κύτταρα αυτά νεκρώνονται κατά την ωρίμανση (Campbell κ.ά. 1981). Οι αμυλόκοκκοι διαφέρουν πολύ στο μέγεθος και το σχήμα. Όταν οι αλευρόκοκκοι βρίσκονται σε μεγάλη αναλογία στο ενδοσπέρμιο, ο κόκκος γίνεται σκληρός και σε τομή εμφανίζει διαφανή, γυαλιστερή όψη. Αντίθετα όταν

βρίσκονται σε μικρή αναλογία, το ενδοσπέρμιο γίνεται μαλακό και παρουσιάζει αλευρώδη εμφάνιση (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Το έμβρυο βρίσκεται τοποθετημένο στο ένα άκρο του κόκκου κοντά στον ποδίσκο, σε κατάσταση λήθαργου. Συνήθως ο λήθαργος οφείλεται στην ξήρανση των ιστών του κόκκου, σε ορισμένα όμως φυτά έχουν βρεθεί ουσίες στο ενδοσπέρμιο που προκαλούν το λήθαργο. Το έμβρυο είναι ένα ήδη διαφοροποιημένο νεαρό φυτάριο, στη μια πλευρά του οποίου προεξέχει μια ογκώδης κοτυληδόνα, η οποία ονομάζεται ασπίδιο, λόγω της δυσκοειδούς της μορφής. Το ασπίδιο περιέχει αποθησαυριστικές ουσίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται από το έμβρυο κατά τη βλάστηση του σπόρου. Κυρίως όμως ο ρόλος του κατά τη διάρκεια της βλάστησης είναι η έκκριση ορμονικού μηνύματος στο στρώμα της αλευρόνης, η έκκριση υδρολυτικών ενζύμων και ο έλεγχος της μετακίνησης των αποθηκευμένων στο ενδοσπέρμιο θρεπτικών συστατικών προς το αναπτυσσόμενο έμβρυο. Ο εμβρυακός άξονας φέρει στο κατώτερο άκρο του την πρωτογενή ρίζα και τις καταβολές των εμβρυακών ριζών. Η πρωτογενής ρίζα περιβάλλεται από μία προστατευτική κατασκευή, την κολεόριζα. Στο ανώτερο άκρο του βλαστικού άξονα βρίσκεται το βλαστίδιο, το οποίο έχει κωνική μορφή και καλύπτεται από το κολεόπιλο, το οποίο θεωρείται ως ένα τροποποιημένο φύλλο. Το κολεόπιλο συνήθως περικλείει 2-3 εμβρυακά φύλλα, τον άξονα του βλαστού και έναν οφθαλμό. Το έμβρυο περιέχει κυρίως λάδι και πρωτεΐνες. Η περιεκτικότητά του σε άμυλο είναι μικρή. Επειδή το λάδι ταγγίζει, συνήθως το έμβρυο απομακρύνεται από το ενδοσπέρμιο πριν την άλεση του κόκκου για την παραγωγή αλευριού (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

1.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΙΤΗΡΩΝ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

1.2.1. Κατηγορίες σιτηρών

Τα σιτηρά ανήκουν στην οικογένεια ποωδών (Poaceae) ή αγρωστώδη (Gramineae), είναι μονοκοτυλήδονα φυτά (Εικ. 1.10) και χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Τα χειμερινά σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι, βρώμη, βρίζα, τριτικάλε) και
- Τα εαρινά σιτηρά (καλαμπόκι, ρύζι, σόργο, κεχρί).

Συστηματική Ταξινόμηση Σιτηρών

Βασίλειο	Φυτά (Plantae)
Συνομοταξία	Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
Ομοταξία	Μονοκοτυλήδονα (Liliopsida)
Τάξη	Κυπειρώδη (Cyperales)
Οικογένεια	Ποοειδή (Poaceae) ή Αγρωστώδη (Gramineae)

Εικ. 1.10. Συστηματική Ταξινόμηση Σιτηρών

Στην παρούσα πτυχιακή και από την κατηγορία σιτηρά, συγκεκριμένα από τα χειμερινά σιτηρά, το πειραματικό μέρος διεξήχθη στην βρώμη, η οποία αναλύεται παρακάτω.

❖ Βρώμη (Oat)

Προέλευση: Αρχαιολογικά ευρήματα δείχνουν ότι η βρώμη αρχικά ήταν ζιζάνιο στις καλλιέργειες σιταριού και κριθαριού και όχι καλλιεργούμενο είδος. (Murphy και Hoffman, 1992). Η κοινή βρώμη (*Avena sativa*) κατά πάσα πιθανότητα προέρχεται από την Εγγύς Ανατολή ή τις περιοχές που βρίσκονται λίγο βορειότερα. Η κόκκινη βρώμη (*Avena byzantina*) φαίνεται ότι κατάγεται από τις παραμεσόγειες χώρες και η γυμνοκριθή (*Avena nuda*) από την Κ. και Α. Ασία (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Τα φυτά των διαφόρων ποικιλιών παρουσιάζουν διαφορές ως προς το ύψος και την ζωηρότητα. Το έλασμα των φύλλων είναι συνήθως λείο, αλλά σε ορισμένες ποικιλίες λιγότερο ή περισσότερο τριχωτό. Το έλασμα του φύλλου συστρέφεται από δεξιά προς τα αριστερά, αντίθετα με τα άλλα χειμερινά σιτηρά. Ο κολεός είναι συνήθως λείος και δεν έχει ωτίδια, ενώ υπάρχει ένα καλώς αναπτυγμένο γλωσσίδιο. Η ταξιανθία της βρώμης είναι φόβη αποτελούμενη από ένα κεντρικό άξονα, τη ράχη, η οποία είναι επέκταση του στελέχους (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Συστηματική ταξινόμηση:

Βασίλειο:	Φυτά (Plantae)
Συνομοταξία:	Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
Ομοταξία:	Μονοκοτυλήδονα (Liliopsida)
Τάξη:	Κυπειρώδη (Cyperales)
Οικογένεια:	Ποοειδή (Poaceae)
Γένος:	<i>Avena</i>
Είδος:	<i>A. sativa</i>
Κοινή ονομασία:	Βρώμη



1.3. ΨΥΧΑΝΘΗ

1.3.1. Γενικά στοιχεία

Τα ψυχανθή ανήκουν στην οικογένεια Κυαμοειδή (Fabaceae) (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012). Από πλευράς σπουδαιότητας, κατατάσσονται στη δεύτερη θέση, μετά από τα σιτηρά και γενικότερα τα αγρωστωδών. Καλλιεργούνται:

- 1) για την παραγωγή καρπών που χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου και των ζώων
- 2) για την παραγωγή χονδροειδών ζωοτροφών και
- 3) ως φυτά χλωράς λίπανσης.

Η μεγάλη σπουδαιότητα των ψυχανθών έναντι των άλλων καλλιεργειών έγκειται στην ικανότητα τους να δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας και έτσι όχι μόνο να καλύπτουν εν μέρει ή σχεδόν εξ ολοκλήρου τις ανάγκες τους σε άζωτο, αλλά και να εμπλουτίζουν το έδαφος με άζωτο, το οποίο χρησιμοποιεί η καλλιέργεια που θα ακολουθήσει. Η σημασία της χρησιμοποίησης των ψυχανθών στα διάφορα συστήματα αμειψισποράς ήταν γνωστή από πολύ παλιά. Με την αξιοποίηση της ιδιότητας της αζωτοδέσμευσης εκ μέρους των ψυχανθών γίνεται οικονομία σε αζωτούχα λιπάσματα και προστατεύεται το περιβάλλον από την έκλυση των νιτρικών στα υπόγεια νερά (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

1.3.2. Βοτανική περιγραφή

1.3.2.1. Ριζικό Σύστημα

Τα περισσότερα ψυχανθή έχουν ισχυρό πασσαλώδες ριζικό σύστημα από το οποίο αναπτύσσονται πλάγιες διακλαδώσεις. Στις ρίζες αποθηκεύονται υδατάνθρακες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την αναβλάστηση των φυτών κατά την άνοιξη και μετά την απομάκρυνση της υπέργεια φυτομάζας λόγω κοπής ή βόσκησης (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

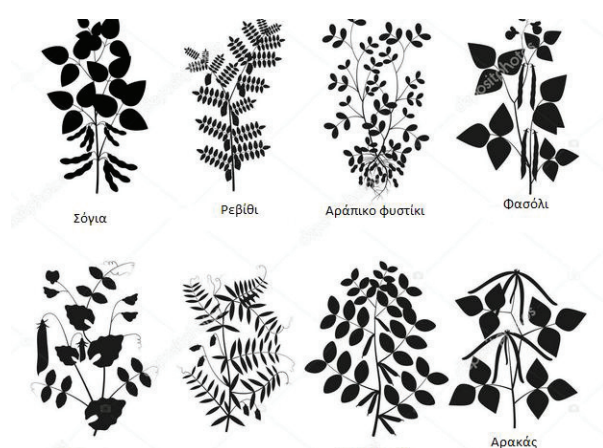
Στις ρίζες των ψυχανθών σχηματίζονται χαρακτηριστικές εξογκώσεις, τα φυμάτια που είναι αποτέλεσμα της συμβίωσης των ψυχανθών με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

1.3.2.2. Βλαστός και Φύλλα

Οι βλαστοί διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των ειδών ως προς το μήκος, τη διάμετρο, τον τρόπο και τον αριθμό των δικλαδώσεων, τη σκληρότητα τους κ.α. Οι βλαστοί μπορεί να είναι όρθιοι, έρποντες ή αναρριχώμενοι (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Τα φύλλα των ψυχανθών είναι σύνθετα με τρία ή περισσότερα φυλλάρια, παλαμοειδή, πτερωτά περιττόληκτα και σπανιότερα πτερωτά αρτιόληκτα (Εικ. 1.11).

Μόνο το πρώτο πραγματικό φύλλο είναι συνήθως απλό. Σε ορισμένες περιπτώσεις το επάκριο φυλλάριο μετατρέπονται σε έλικες. Στη βάση των πτερωτών φύλλων υπάρχουν παράφυλλα τα οποία ποικίλουν σε σχήμα και μέγεθος και η μορφολογία τους είναι χαρακτηριστικό του κάθε είδους. Τα φύλλα συνήθως φέρονται κατά εναλλαγή επί του βλαστού (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



Εικ. 1.11. Χαρακτηριστικοί τύποι φύλλων ψυχανθών.

1.3.2.3. Άνθη και Ταξιανθίες

Τα άνθη εμφανίζονται μεμονωμένα ή σε βοτρυώδεις ταξιανθίες. Ο αριθμός των ανθέων σε κάθε ταξιανθία ποικίλει ευρύτατα. Το άνθος των ψυχανθών είναι ψυχόμορφο (μοιάζει με ψυχή πεταλούδας) και είναι δύσκολο να γίνει σύγκριση με τα άνθη άλλων οικογενειών. Ο κάλυκας είναι 5μερής, συστέπαλος και η στεφάνη αποτελείται από πέντε πέταλα τριών διαφορετικών ειδών. Το μεγαλύτερο, ο πέτασος, είναι το εξωτερικό πέταλο του άνθους. Τα δυο πλευρικά πέταλα είναι όμοια μεταξύ τους, ελεύθερα το ένα από το άλλο και ονομάζονται πτέρυγες. Τα άλλα δύο συμφύονται με τα χείλη τους και σχηματίζουν την τρόπιδα, η οποία κατά το μεγαλύτερο μέρος της ή σχεδόν εξ ολοκλήρου καλύπτεται από τις πτέρυγες. Το χρώμα των πετάλων είναι λευκό ή έγχρωμο, με διάφορους χρωματισμούς ανάλογα με το είδος. Η τρόπιδα περικλείει τους στήμονες και τον ύπερο (Εικ. 1.12) (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



Εικ. 1.12. Μορφολογία άνθους ψυχανθών

Μερικά ψυχανθή π.χ. μιζέλια, φασόλια, είναι αυτογονιμοποιούμενα, στα οποία η γύρη έρχεται σε επαφή με το στίγμα του άνθους καθώς ελευθερώνεται από τους διανοιγόμενους ανθήρες. Σε άλλα είδη π.χ. μηδική, τριφύλλια, η φυσική επαφή της γύρης με το στίγμα είναι δύσκολη έως αδύνατη. Τα άνθη αυτά πρέπει να ανοίξουν τεχνητά, δηλαδή να πιεστεί η τρόπιδα προς τα κάτω για να ελευθερωθούν το στίγμα και οι ανθήρες. Την εργασία αυτή (αποπαγίδευση) την πραγματοποιούν οι μέλισσες και άλλα έντομα τα οποία επισκέπτονται τα άνθη σε αναζήτηση γύρης ή νέκταρος. Με το σώμα τους μεταφέρουν γύρη σε άλλα φυτά που επισκέπτονται στη συνέχεια και έτσι γίνεται η σταυρογονιμοποίηση (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

13.2.4. Καρποί και Σπόροι

Ο καρπός των ψυχανθών είναι λοβός, με δύο τοιχώματα, τα οποία συνδέονται με δύο ραφές. Η μορφολογία των λοβών ποικίλει με το είδος του ψυχανθούς. Κάθε λοβός περιέχει έναν ή περισσότερους σπόρους, διατεταγμένους σε γραμμική σειρά. Σε μερικά είδη κατά την ωρίμανση των λοβών ανοίγει η μία ή και οι δύο ραφές και εκχύνονται οι σπόροι από το εσωτερικό (Εικ. 1.13). Η εμφάνιση των φυτών των ψυχανθών πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, κοινώς φύτρωμα, διακρίνεται σε υπόγειο και επίγειο (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).



Εικ. 1.13. Μορφολογία του σπόρου των ψυχανθών.

1.4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΨΥΧΑΝΘΩΝ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

1.4.1. Κατηγορίες ψυχανθών

Τα ψυχανθή (Εικ. 1.14) είναι δικοτυλήδονα, ετήσια, διετή, ή πολυετή και χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Χειμερινά καρποδοτικά ψυχανθή (βίκος, μπιζέλι, κουκιά, φακή, λούπινα, ρεβίθι, ρόβι, λαθούρι)
- Εαρινά καρποδοτικά ψυχανθή (σόγια, φασόλια, αραχίδα)
- Χορτοδοτικά ψυχανθή (μηδική, τριφυλλιού)

Συστηματική Ταξινόμηση

Βασίλειο	Φυτά (Plantae)
Συνομοταξία	Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
Ομοταξία	Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida)
Τάξη	Κυαμώδη (Fabales)
Οικογένεια	Κυαμοειδή (Fabaceae)

Εικ. 1.14. Συστηματική Ταξινόμηση Ψυχανθών

Στην παρούσα πτυχιακή και από την κατηγορία των ψυχανθών, συγκεκριμένα από τα χορτοδοτικά σιτηρά, το πειραματικό μέρος διεξήχθη στην μηδική. Η οποία αναλύεται παρακάτω.

❖ Μηδική (alfalfa)

Προέλευση

Η κοινή μηδική κατάγεται από την Νοτιοδυτική Ασία και συγκεκριμένα από την ευρύτερη περιοχή Ιράκ, Ιράν και Τουρκμενιστάν, αλλά συγκεκριμένες μορφές και είδη έχουν βρεθεί ως άγρια φυτά στην Κεντρική Ασία και τη Σιβηρία. Οι ποικιλίες που προέκυψαν από διασταυρώσεις συνετέλεσαν στην εξάπλωση της μηδικής στις Βόρειες περιοχές της Ευρώπης, της Βόρειας Αμερικής, της Αυστραλίας και του Καναδά (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το ριζικό σύστημα αποτελείται από μια πασσαλώδη ρίζα. Το πρώτο φύλλο που εμφανίζεται μετά την έξοδο των κοτυληδόνων στο έδαφος είναι απλό, ενώ τα υπόλοιπα φύλλα του κεντρικού βλαστού είναι σύνθετα. Από οφθαλμούς στις μασχάλες των κοτυληδόνων και των κατώτερων φύλλων του νεαρού φυταρίου εκφύονται δευτερεύοντες βλαστοί. Οι βλαστοί της μηδικής είναι λεπτοί, συνήθως όρθιοι ή μερικώς πλάγιοι και σπάνια έρποντες. Τα φύλλα της μηδικής είναι σύνθετα πτεροειδή και διατεταγμένα στο βλαστό κατά εναλλαγή. Τα άνθη φέρονται σε πυκνές βοτρυώδεις ταξιανθίες στις μασχάλες των φύλλων. Κάθε ταξιανθία μπορεί να έχει από 5-50 άνθη. Το σύνθητες χρώμα των ανθέων είναι το ανοικτό έως σκούρο ιώδες με αποχρώσεις προς το μπλε ή κόκκινο, ανάλογα με την ποικιλία. Ο καρπός της κοινής μηδικής είναι χαρακτηριστικός σπειροειδής λοβός (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2012).

Συστηματική ταξινόμηση:

Βασίλειο:	Φυτά (Plantae)
Συνομοταξία:	Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
Ομοταξία:	Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida)
Τάξη:	Κυαμώδη (Fabales)
Οικογένεια:	Κυαμοειδή (Fabaceae)
Γένος:	<i>Medicago</i>
Είδος:	<i>M. sativa</i>
Κοινή ονομασία:	Μηδική



2. ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Από την εποχή που ο άνθρωπος άρχισε να καλλιεργεί φυτά, να παράγει προϊόντα για την διατροφή του και να τα αποθηκεύει από την μια συγκομιδή μέχρι την επόμενη, τα έντομα υπήρξαν διαρκώς παράσιτα των προϊόντων αυτών (Μπουχέλος, 2005).

Οι προσβολές από έντομα έγιναν περισσότερο σοβαρές από τότε που ο άνθρωπος άρχισε να παράγει περισσότερη τροφή, από εκείνη που χρειάζονται η οικογένεια ή η φυλή του και έμαθε να αποθηκεύει τρόφιμα για ανταλλαγή με άλλα αγαθά ή για δύσκολες περιόδους (πόλεμοι) (Μπουχέλος, 2005).

‘Έντομο αποθηκών’ θεωρείται κάθε είδος εντόμου που προσβάλει και ζημιώνει αμέσως ένα προϊόν και μπορεί να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί σε μια αποθήκη ή χώρο που φιλοξενεί επί αρκετό χρονικό διάστημα γεωργικά προϊόντα ή τρόφιμα. Άλλα έντομα που δεν τρέφονται απ’ ευθείας με τα προϊόντα αυτά, όπως τα τρεφόμενα με μύκητες, τα αρπακτικά, και τα παράσιτα των εντόμων και άλλων αρθροπόδων στους ίδιους χώρους. Τέτοια έντομα είναι χρήσιμοι δείκτες για προσβεβλημένα ή σε κακή κατάσταση ευρισκόμενα προϊόντα αλλά και μόνη η παρουσία τους εκεί, υποβαθμίζει την ποιότητα των τροφίμων. Είναι άλλωστε γεγονός ότι «κάθε έντονο μπορεί να γίνει επικίνδυνο εφόσον το βοηθήσουν ορισμένες συνθήκες» (Μπουχέλος, 2005).

2.1. ΛΕΠΙΔΟΠΤΕΡΑ

Οικογένεια: Pyralidae

➤ *Ephestia (Anagasta) kuhniella* Zell.

“The Mediterranean meal moth”, Μεσογειακό σκουλήκι των αλεύρων

Προσβολές: Άλευρα και σπόρους σιτηρών, όσπρια και ξηρούς καρπούς, πίτυρα, γύρη στις κυψέλες μελισσών (Εικ. 2.1) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ. 2.1. Αριστερά σχέδιο ακμαίου και προνύμφης του λεπιδοπτέρου *Ephestia kuehniella* και δεξιά εικόνα ακμαίου.

➤ *Ephestia (Cadra) cautella* Walker

“The dried currant moth”, Σκουλήκι των συκών ή της σταφίδας

Προσβολές: Κυρίως ξηραίνόμενα και ξηρά σύκα, αλλά και πολλά άλλα ξηρά φρούτα και καρπούς (σταφίδες, δαμάσκηνα, βερίκοκα, χουρμάδες, φιστίκια, αμύγδαλα). Λιγότερα τα: αλεύρι, πίτυρα, μπισκότα, σοκολάτα, ζωοτροφές (Εικ. 2.2) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ. 2.2. Ακμαίο *Ephestia (Cadra) cautella*.

➤ *Ephestia elutella* Hubner

“The cocoa moth”, Σκουλήκι του καπνού ή του κακάο

Προσβολές: Προτιμά αζύμωτο καπνό (πλούσιο σε σάκχαρα-πτωχό σε νικοτίνη). Εκτός από τα καπνόφυλλα, προτιμά κακάο, σοκολάτα, αλεύρι, ζυμαρικά, σπόρους σιτηρών, ξηρούς καρπούς, και οπώρες αφυδατωμένα λαχανικά, πλακούντες (Εικ. 2.3) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ. 2.3. Αριστερά σχέδιο ακμαίου και προνύμφης του λεπιδοπτέρου *Ephestia elutella* και δεξιά εικόνα ακμαίου.

➤ *Plodia interpunctella* Hubner

“The India meal moth”, Κοινό σκουλήκι αποθηκών

Προσβολές: Έντομο πολυφάγο. Εκτός από είδη σπόρων και τα προϊόντα τους, όλα σχεδόν τα είδη ξηρών καρπών και οπωρών, αποξηραμένες φυτικές και ζωικές ουσίες (Εικ. 2.4) (Μπουχέλος, 2005).

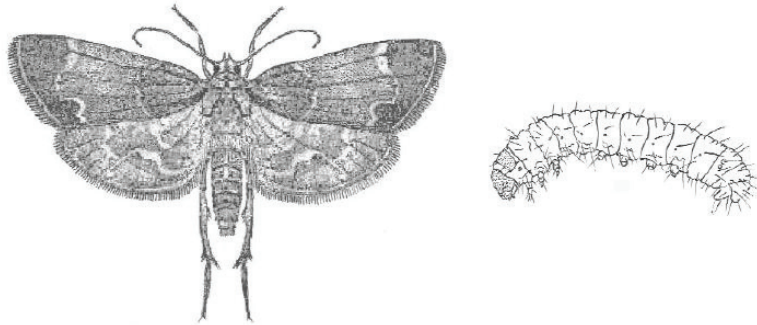


Εικ. 2.4. Αριστερά σχέδιο ακμαίου και προνύμφης του λεπιδοπτέρου *Plodia interpunctella* και δεξιά εικόνα ακμαίου.

➤ *Pyralis (Asopia) farinalis* (L)

“The meal moth”, Σκουλήκι των αλεύρων

Προσβολές: Άλευρα και σπόρους σιτηρών αλλά και άλλα φυτικά υλικά και αλλοιωμένα προϊόντα (Εικ. 2.5) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ. 2.5. Σχέδιο ακμαίου και προνύμφης του λεπιδοπτέρου *Pyralis farinalis*.

➤ *Corecya cephalonica* Stainton

“The rice moth”, Σκουλήκι του ρυζιού (διεθνώς)

Προσβολές: Στην Ελλάδα έχει προκαλέσει σοβαρές ζημιές σε μαύρη κορινθιακή σταφίδα και σουλτανίνα, αχρηστεύοντας το αποθηκευμένο προϊόν ενώ διεθνώς αναφέρεται ως εχθρός των σπόρων και αλεύρων ρυζιού καθώς και αλεύρων άλλων σιτηρών (σίτου, αραβόσιτου) (Εικ.2.6) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ 2.6. Σχέδιο ακμαίου και προνύμφης του λεπιδοπτέρου *Corecya cephalonica* Stainton.

Οικογένεια: *Tineidae*

➤ ***Tinea (Nemapogon) granella* L.**

“The corn moth”, Τίνα των σπόρων

Προσβολές: Εκτός από τους σπόρους σιτηρών, μπορεί να προσβάλει και σπόρους ψυχανθών, άλευρα, ξηρές οπώρες, ξηρούς καρπούς, τρόφιμα και ζωοτροφές. Σε περίπτωση μεγάλης προσβολής, η επιφάνεια των σωρών των σπόρων καλύπτεται από ιστούς μετάξιων νημάτων και αποτελεί χαρακτηριστικό της προσβολής του εντόμου. Τα προσβεβλημένα προϊόντα παίρνουν δυσάρεστη οσμή και γεύση (Εικ. 2.7) (Μπουχέλος, 2005).



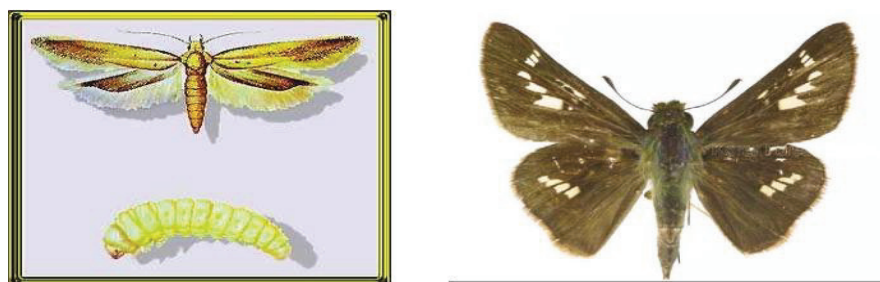
Εικ. 2.7. Σχέδιο ακμαίου και προνύμφης του λεπιδοπτέρου *Tinea granella*.

Οικογένεια: *Gelechiidae*

➤ ***Sitotroga cerealella* (Olivier)**

“The Angmois grain moth”, Σιτότρωγα.

Προσβολές: Προσβάλλουν όλους τους σπόρους των σιτηρών αλλά και καλλιεργούμενα αγροστώδη. Προσβεβλημένο κριθάρι είναι ακατάλληλο για ζυθοποιία (Εικ. 2.8) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ. 2.8. Αριστερά σχέδιο ακμαίου και προνύμφης του λεπιδοπτέρου *Sitotroga cerealella* και δεξιά εικόνα ακμαίου.

2.2. ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΑ

Οικογένεια: *Curculionidae*

➤ *Sitophilus granarius* ή *Calandra granaria*

“Granary weevil ή Grain weevil”, Σκαθάρι του σιταριού.

Προσβολές: Η προνύμφη αναπτύσσεται στο σπόρο. Προσβάλλει όλους τους σπόρους δημητριακών και σπανιότερα όσπρια και ξηρούς καρπούς (Εικ. 2.9) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ. 2.9. Ακμαίο *Sitophilus granarius*

➤ *Sitophilus oryzae* ή *Calandra oryzae*

“Rice weevil”, Σκαθάρι του ρυζιού.

Προσβολές: Η προνύμφη αναπτύσσεται στο σπόρο. Επειδή πετά, προσβάλλει τα φυτά και στον αγρό. Προσβάλλει όλους τους σπόρους δημητριακών και σπανιότερα όσπρια και ξηρούς καρπούς. Ανοίγουν βοθρία σε κάθε σπόρο (Εικ. 2.10) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ. 2.10. Αριστερά ακμαίο *Sitophilus oryzae* και δεξιά βοθρία σε σπόρο.

➤ *Sitophilus zeamais* Mots.

“Maize weevil”, Σκαθάρι του αραβόσιτου

Προσβολές: Κυρίως σε αποθηκευμένο αραβόσιτο αλλά και σε σιτάρι και σε κριθάρι. Στην Ελλάδα δεν έχει βρεθεί σε άλευρα και πίτυρα (Εικ. 2.11) (Μπουχέλος, 2005).



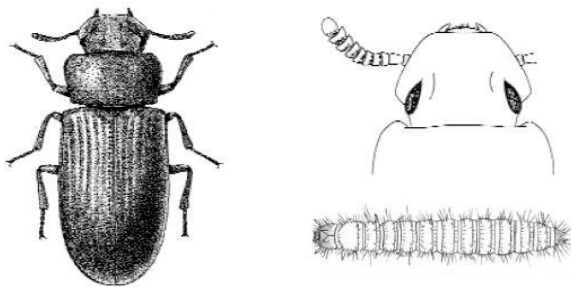
Εικ. 2.11. Ακμαίο *Sitophilus zeamais*.

Οικογένεια: *Tenebrionidae*

➤ *Tribolium confusum* Duval

“Confused flour beetle”, Σκαθάρι ή ψείρα των αλεύρων

Προσβολές: Όλα τα είδη σπόρων, άλευρα, πίτυρα, ελαιώδης σπόρους, και ζωοτροφές, μπαχαρικά και μεγάλη ποικιλία ξηρών φυτικών υλών (ρίζες, φρούτα) (Εικ. 2.12) (Μπουχέλος, 2005).

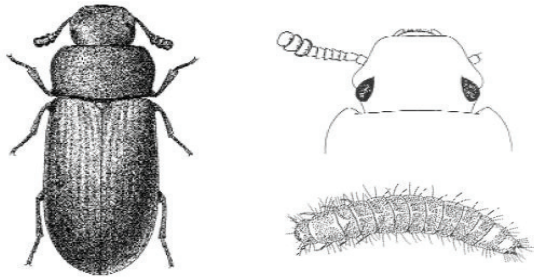


Εικ. 2.12. Σχέδιο ακμαίου και προνόμφης και λεπτομέρεια κεφαλής του κολεοπτέρου *Tribolium confusum*.

➤ *Tribolium castaneum* Herbst

“Rust –red flour beetle”, Σκούρο σκαθάρι των αλεύρων

Μοιάζει στην εξωτερική μορφολογία, βιολογία και τροφικές προτιμήσεις με το *T. confusum*. Η κυριότερη διαφορά του είναι ότι τα τρία τελευταία άρθρα της κεραίας του σχηματίζουν πλατυνόμενα ρόπαλα. Έχει παρατηρηθεί να προσβάλλει και βαμβακόσπορο (Λιβαδειά) (Εικ. 2.13) (Μπουχέλος, 2005).

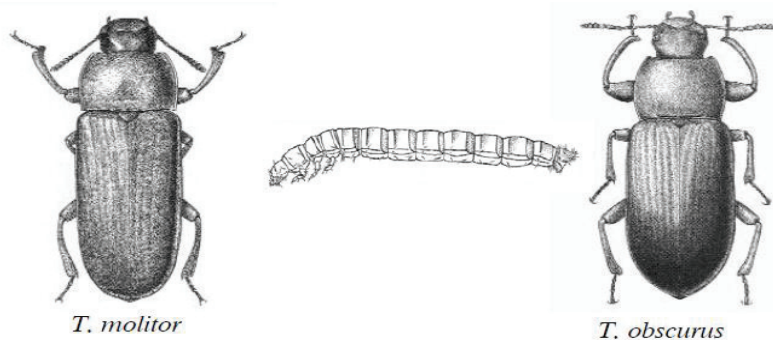


Εικ.2.13. Σχέδιο ακμαίου και προνύμφης και λεπτομέρεια κεφαλής του κολεοπτέρου *Tribolium castaneum*.

➤ *Tenebrio molitor* L.

“Yellow mealworm”, Μεγάλο σκαθάρι των αλεύρων

Προσβολές: Άλευρα, πύριρα, σιτηρά, νεκρά έντομα και άλλες ζωικές και φυτικές ύλες (Εικ. 2.14) (Μπουχέλος, 2005).



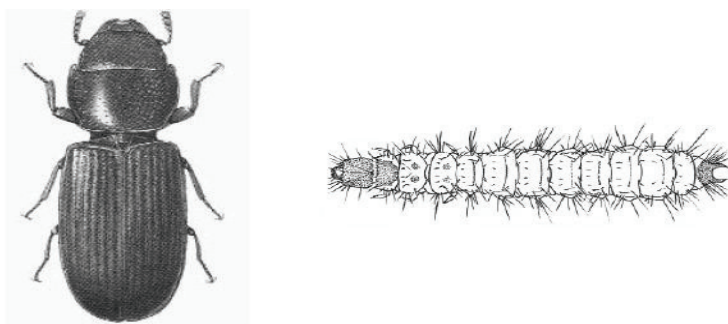
Εικ 2.14. Δύο συγγενικά είδη των μεγάλων σκαθαριών των αλεύρων. Αριστερά *T. molitor*, δεξιά *T. obscurus* και σγλεδιο προνύμφης.

Οικογένεια: *Ostomidae* (=Trogositidae)

➤ ***Tenebrioides mauritanicus***

“The Cadelle”, Σκαθάρι των σπόρων

Προσβολές: Η προνύμφη τρέφεται από ήδη προσβεβλημένους σπόρους άλευρα, πίτουρα, βαμβακόσπορο. Το τέλειο τρέφεται από άλλα έντομα αποθηκών (εντομοφάγο) (Εικ. 2.15) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ. 2.15. Αριστερά τέλειο και δεξιά προνύμφη *Tenebrioides mauritanicus*.

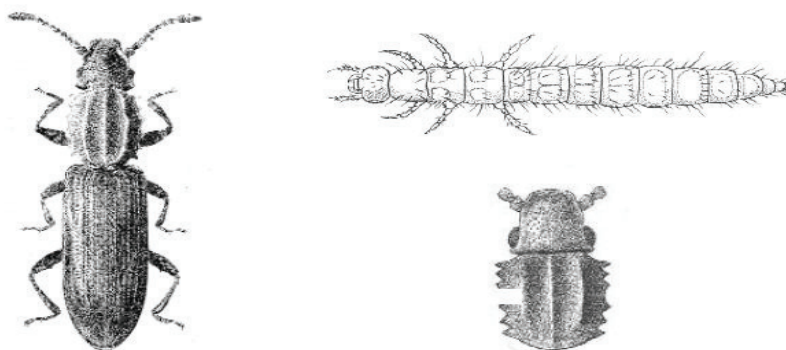
Οικογένεια: *Cucujidae*

➤ ***Oryzaephilus surinamensis* L. & *O. mercator***

“Saw-toothed grain beetle” & “Merchant grain beetle”

Οδοντωτά σκαθάρια των σπόρων

Προσβολές: Σπόροι σιτηρών, σταφίδα, είδη διατροφής (ψωμί, ζυμαρικά, μπισκότα, ξηροί καρποί), ελαιούχοι σπόροι, ξηρά όσπρια, κακάο, καφέ, αποξηραμένα φυτά, πάντοτε μαζί με άλλα επιζήμια σε αυτά έντομα (Εικ. 2.16) (Μπουχέλος, 2005).

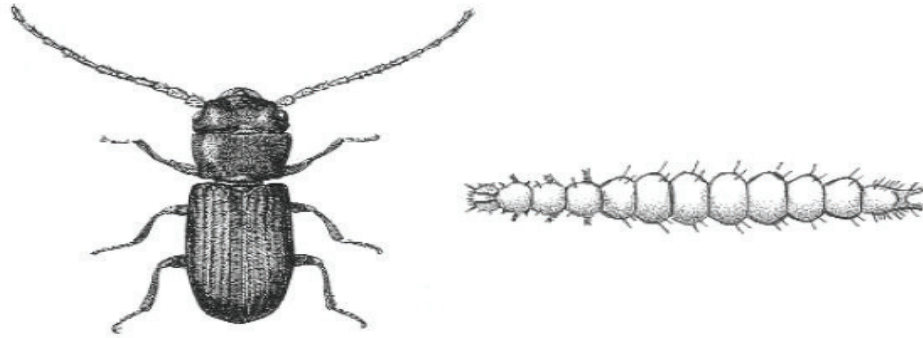


Εικ. 2.16. Σχέδιο ακμαίου και προνύμφης και λεπτομέρεια πρόσθιου τμήματος του κολεοπτέρου *Oryzaephilus surinamensis*.

➤ *Laemophloeus (Cryptolestes) ferrugineus* (Steph)

“Grain beetle”, Σιταρόψειρα

Προσβολές: Σπόρους σιτηρών. Σε αποθήκες υπερέρχει σε πληθυσμό ενώ σε αλευρόμυλους υπερέρχει το συγγενές *L. Turcicus* (Εικ. 2.17) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ. 2.17. Τέλειο και προνύμφη *Cryptolestes ferrugineus*.

Οικογένεια: *Bostrychidae*

➤ *Rhyzopertha dominica* Fabr.

“Lesser grain borer”, Σκαθάρι του ρυζιού

Προσβολές: Είναι το πολυπληθέστερο έντομο αποθηκών σε αποθηκευμένο ρύζι και σιτάρι στην Ελλάδα. Προσβάλλει επίσης κριθάρι, καλαμπόκι, μπισκότα, και άλλα προϊόντα αλευρού (Εικ. 2.18) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ. 2.18. Αριστερά σχέδιο ακμαίου και προνύμφης και δεξιά εικόνα ακμαίου του κολεοπτέρου *Rhyzopertha dominica*.

Οικογένεια: Anobiidae

➤ *Lasioderma serricorne* Fabr.

“Cigarette beetle”, Σκαθάρι (ψείρα) του ξηρού καπνού

Προσβολές: Η προνύμφη καθώς και το τέλειο κατατρώγουν τον καπνό στο βάθος των καπνοδεμάτων. Προσβάλλει κυρίως όλα τα προϊόντα του καπνού και του κακάο. Μικρές προσβολές συναντάμε σε όσπρια, ζυμαρικά, ελαιώδεις σπόρους, αυτοφυή φυτά (Εικ. 2.19) (Μπουχέλος, 2005).

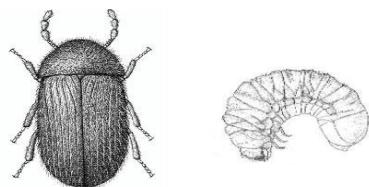


Εικ. 2.19. Ακμαίο *Lasioderma serricorne*.

➤ *Stegobium paniceum* L (= *Sitodrema panicea*)

“Bread beetle” ή “Drug store beetle”, Σκαθάρι (ψείρα) του ψωμιού

Προσβολές: Το συναντάμε σε σπόρους, προϊόντα σπόρων, ελαιούχους πλακούντες, ξερά φρούτα, μπαχαρικά και κυρίως σε αρτοσκευάσματα ή ζυμαρικά (Εικ. 2.20) (Μπουχέλος, 2005).



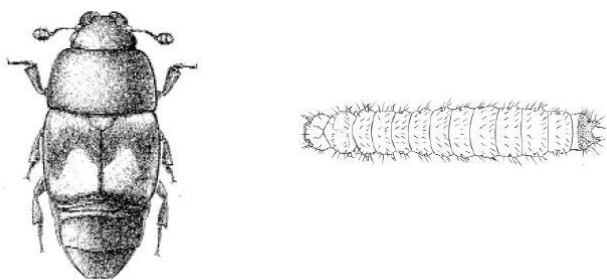
Εικ. 2.20. Σχέδιο ακμαίου και προνύμφης *Sitodrema panicea*

Οικογένεια: *Nitidulidae*

➤ *Carpophilus hemipterus* L.

“Dried fruit beetle”, Σκαθάρι των ξηρών φρούτων

Προσβολές: Στις αποθήκες προσβάλλει κυρίως σύκα και αποξηραμένα βερίκοκκα, χουρμάδες, σταφίδες, μπανάνες. Έχει βρεθεί και σε ξηρούς καρπούς, άλευρα, κακάο, τρούφα, σπόρους σιτηρών, αμυλώδη, βιομηχανικά προϊόντα (Εικ. 2.21) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ. 2.21. Σχέδιο ακμαίου και προνύμφης *Carpophilus hemipterus*

Οικογένεια: *Bruchidae*

➤ *Acanthoscelides obtectus* (Say)

“Bean weevil”, Βρούχος των φασολιών

Προσβολές: Η προσβολή αρχίζει πάνω στο φυτό και συνεχίζεται στην αποθήκη. Μεταναστεύει στον αγρό κατά τη θερμή περίοδο. Προσβάλλει τα φασόλια αλλά και τη σόγια (Εικ. 2.22) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ. 2.23. Ακμαία *Acanthoscelides obtectus*.

Ανάλογες προσβολές προκαλούν και τα συγγενή είδη:

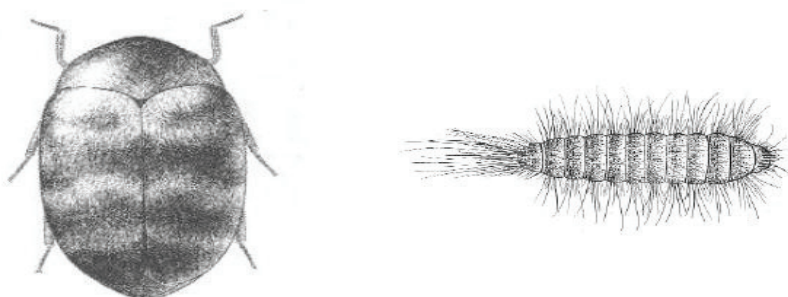
Bruchus (Larva) pisorum βρούχος των μπιζελιών, *Bruchus (Larva) rufimanus* βρούχος των κουκιών και *Bruchus (Larva) lentis* βρούχος της φακής.

Οικογένεια: Dermestidae

➤ *Anthrenus museorum* (L) και *A. verbasci* (L)

“Museum beetles”, Σκαθάρια των μουσείων

Προσβολές: Προσβάλουν ζωικές ύλες, νεκρά έντομα και ζώα σε συλλογές και μουσεία αλλά και μάλλινα, τάπητες, βαμβακερά, δέρμα και γουναρικά (Εικ. 2.24) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ. 2.24. Σχέδιο ακμαίου και προνύμφης *Anthrenus* sp.

➤ *Trogoderma granarium* Everts

“Khapra beetle”, Τρωγόδεσμα των σπόρων

Προσβολές: Προσβάλλει σιτηρά, ελαιώδεις σπόρους και πλακούντες. Έντομο καραντίνας για πολλές χώρες (Εικ. 2 25) (Μπουχέλος, 2005).



Εικ.2.25. Αριστερά ακμαίο και δεξιά προνύμφες *Trogoderma granarium*

3. TO ENTOMO *Tribolium confusum*

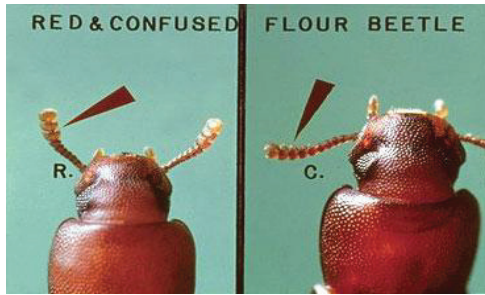
3.1. Βιολογικός κύκλος Εντόμου

Το είδος *Tribolium confusum*, ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες στις αποθήκες, μπορεί να έχει μέχρι 5 γενεές το έτος. Ο βιολογικός του κύκλος του διαρκεί 7-12 εβδομάδες. Διαχειμάζει ως τέλειο μέσα στα προϊόντα που προσβάλλει ή σε διάφορα προφυλαγμένα σημεία της αποθήκης. Τα θηλυκά μπορούν να ζήσουν μέχρι και 2 έτη. Εναποθέτουν μέχρι 600 ωά το καθένα, συνήθως πάνω στα προϊόντα. (Μπουχέλος, 2005). Τα ωά εκκολάπτονται μεταξύ 15°C και 40°C, στάδιο στο οποίο 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 υγρασίας. Το στάδιο της νύμφης (πούπα) διαρκεί 7-8 ημέρες οπότε η νύμφη μεταμορφώνεται 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) Δεν προσβάλλουν ολόκληρους σπόρους αλλά κυρίως άλευρα και σπασμένους ή ήδη προσβεβλημένους από άλλα είδη σπόρους. (Μπουχέλος, 2005). Επίσης, τα ενήλικα εκδηλώνουν κανιβαλισμό και όταν υπάρχει έλλειψη τροφής τρώνε τις προνύμφες και τα ωά τους καθώς και νεκρά έντομα (Σταμόπουλος, 2008).

3.2. Μορφολογία Εντόμου

Ενήλικα

Έχουν μήκος 3-4mm και μπορούν να πετάξουν. Έχουν σώμα επίμηκες, πεπλατυσμένο με ερυθροκαστανό γυαλιστερό χρωματισμό. Τα άρθρα των κεραιών αυξάνονται βαθμιαία από τη βάση προς το άκρο τους (χωρίς να σχηματίζουν ρόπαλο) (Εικ. 3.1). Παρόμοια μορφολογία έχει και το ενήλικο του *T. castaneum* με τη διαφορά ότι τα τρία τελευταία άρθρα των κεραιών του είναι περισσότερο πεπλατυσμένα, καθώς πλαταίνουν πιο απότομα σχηματίζοντας ένα ευδιάκριτο ρόπαλο (Ναβροζίδης και Ανδρεάδης, 2012).



Εικ. 3.1. Όψη ενήλικου *T. confusum* και *T. castaneum*.

Προνύμφες

Οι νεαρές προνύμφες έχουν υπόλευκο χρωματισμό, ενώ οι μεγαλύτερες σε ηλικία φέρουν σχετικά ισχυρά χιτινισμένο δερμάτιο, με κιτρινοκαστανό χρωματισμό και χαρακτηριστική πεταλοειδή απόφυση στο άκρο της κοιλίας (Ναβροζίδης και Ανδρεάδης, 2012).

3.3. Ταξινομική Θέση του Εντόμου

Το *Tribolium confusum* 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	<i>Tribolium</i>
Είδος	<i>T. confusum</i>

Πίνακας 1. Συστηματική ταξινόμηση του *T. confusum*.

3.4. Γεωργική Εξάπλωση του Εντόμου

Είναι κοσμοπολίτικα έντομα στην χώρα μας και απαντώνται γενικώς σε εκμεταλλεύσεις δημητριακών και σε προϊόντα – υποπροϊόντα αυτών. Η παρουσία του, συνδεδεμένη με ανθρώπινη δραστηριότητα, καταγράφεται για πρώτη φορά στους Αιγυπτιακούς τάφους. Θεωρείται ότι η προέλευση του είναι από τις περιοχές της Ινδονησίας και Αυστραλίας. Αρχικά θεωρήθηκε χαμηλής προσαρμοστικότητας έντομο, το οποίο δεν μπορούσε δηλαδή να επιβιώσει στις περιβαλλοντικές συνθήκες (κυρίως θερμοκρασία και υγρασία) στις οποίες αρχικά εντοπίστηκε (Starratt'a and Loschiano, 1971).

3.5. Ζημιά που Προκαλεί το Έντομο

Τόσο τα ενήλικα όσο και οι προνύμφες είναι παμφάγα και προσβάλλουν ποικιλία αποθηκευμένων προϊόντων όπως σπόρους κεχριού, σόργου και αραχίδας, αλεύρι σιταριού, (Εικ. 3.2) σόγιας και καλαμποκιού, τα οποία είναι κύρια συστατικά των ιχθυοτροφών, καθώς και πίτουρα, βρόμη, ρύζι, βρίζα και κριθάρι. 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).



Εικ. 3.2. Προσβολή του *T. confusum* σε αλεύρι.

3.6. Αντιμετώπιση του Εντόμου

3.6.1. Παρακολούθηση του πληθυσμού

➤ Συσσκευή Asham – Simon

Χειροκίνητη συσκευή που αποτυπώνει σε ταινία χαρτιού τις κηλίδες των συνθλιβομένων εντόμων. Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη και εμφανίζει με ικανοποιητική ακρίβεια έστω και μικρή προσβολή (Αθανασιάδης, 2007).

➤ Ηλεκτροακουστική συσκευή

Μετρά αόρατη προσβολή μέσα σε δείγμα (κυρίως σπόρων), μετατρέποντας τους θορύβους από την κίνηση των εντόμων (τέλειο, προνύμφη) σε ενδείξεις (Αθανασιάδης, 2007).

➤ Χρήση εντομοπαγίδας

Ειδική συσκευή με σχήμα δειγματολήπτη με διπλά τοιχώματα, που εμποδίζει την είσοδο προϊόντος μέσα σ' αυτή αλλά επιτρέπει την είσοδο εντόμων όχι όμως την έξοδό τους. Επειδή δεν είναι ταχεία μέθοδος την ενισχύουμε με ελκυστικές ουσίες (φερομόνες). Τέτοιου είδους παγίδες δοκιμάστηκαν με μεγάλη επιτυχία στα έντομα *Tribolium* sp., *Rhizopertha* sp. και *Sitophilus granarius* (Αθανασιάδης, 2007).

3.6.2. Καταπολέμηση με χημικά μέσα

Εναντίον των εντόμων των αποθηκευμένων προϊόντων χρησιμοποιούνται κυρίως εντομοκτόνα επαφής που είναι στην πλειονότητά τους οργανικές ουσίες. Κυρίως χρησιμοποιούνται οργανοφωσφορικά, καρβαμιδικά, συνθετικές πυρεθρίνες, συνδυασμοί τους και χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, όπου δεν έχουν ακόμη απαγορευτεί (Αθανασιάδης, 2007).

Επίσης χρησιμοποιούνται καπνιστικά εντομοκτόνα (καπνογόνα), δηλαδή χημικές ουσίες, οι οποίες επενεργούν τοξικά με ατμούς στα παράσιτα που προσβάλλουν τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα, διάφορα υλικά ή και καλλιέργειες (Αθανασιάδης, 2007).

3.6.3. Βιολογική αντιμετώπιση

Ως βιολογική αντιμετώπιση ονομάζεται η καταπολέμηση των εχθρών (εντόμων, μικροοργανισμών, νηματωδών και ζιζανίων), των καλλιεργούμενων φυτών με τη βοήθεια άλλων οργανισμών. Σύμφωνα με τους Van Driesche και Bellows (1996), ορίζεται ως η δράση των φυσικών εχθρών των επιβλαβών εντόμων. Στις κατηγορίες των φυσικών εχθρών εντάσσονται τα ωφέλιμα αρθρόποδα και ακάρεα (παρασιτοειδή, αρπακτικά), οι εντομοπαθογόνοι νηματώδεις και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί (μύκητες, βακτήρια ιοί). Οι κατηγορίες των φυσικών εχθρών διαφέρουν σημαντικά στη βιολογία και συμπεριφορά τους και ως εκ τούτου στην ικανότητα να ελέγξουν τον πληθυσμό των εχθρών σε κάθε περιβάλλον. Για τη σωστή άλλα και έγκαιρη χρήση των φυσικών εχθρών χρειάζεται καλή γνώση του βιολογικού κύκλου τόσο των εχθρών (βιολογία, διαχείμαση κ.α.) όσο και των φυσικών τους εχθρών. Έτσι μπορεί να καταρτιστεί ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αντιμετώπισης των εχθρών (Pickett και Bugg, 1998).

Βιολογική αντιμετώπιση του *Tribolium* sp.

❖ Εντομοπαθογόνοι Ιοί

Οι ιοί είναι μικρότατα σωματίδια, υποχρεωτικά ενδοκυτταρικού τύπου που το μέγεθος τους συνήθως κυμαίνεται από 0.01 μm μέχρι και 15 μm (Lacey και Brooks, 1997). Αποτελούνται από ένα περίβλημα πρωτεϊνικής φύσεως που περικλείει μία ή και περισσότερες έλικες DNA ή RNA. Δεν είναι μικροοργανισμοί κυτταρικού τύπου, αλλά χαρακτηρίζονται ως έμβια όντα, αφού μπορούν να αναπαράγονται και να φέρουν μια γενετική πληροφορία, το μηχανισμό αναπαραγωγής του νουκλεϊνικού οξέος.

❖ Εντομοπαθογόνα Βακτήρια

Τα βακτήρια είναι μονοκύτταροι μικροοργανισμοί, οι οποίοι πολλαπλασιάζονται με διαίρεση. Τα εντομοπαθογόνα βακτήρια είναι σε γενικές γραμμές, όμοια με τα υπόλοιπα βακτήρια, όσον αφορά τα γενικά χαρακτηριστικά τους.

Από τους υπόλοιπους μικροοργανισμούς ξεχωρίζουν λόγω του μεγέθους τους, της τάξης των 0.5 – 50 μm (Steinhaus, 1949, Pierce et al. 2001). Συνήθως με σχήμα

ραβδοειδές, οι οποίοι στερούνται πυρηνικής μεμβράνης και για αυτό ονομάζονται προκαρυωτικοί οργανισμοί.

Τα βακτήρια διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

- Στα παθογόνα για ορισμένα έντομα και κάτω υπό ορισμένες συνθήκες
- Στα υποχρεωτικά παθογόνα.

❖ **Εντομοπαθογόνοι Νηματώδεις**

Οι νηματώδεις τυπικά δεν είναι μικροβιακά στοιχεία, αλλά κυλινδρικοί πολυκύτταροι σκωληκόμορφοι οργανισμοί. Όντας σχεδόν μικροσκοπικοί σε μέγεθος χρησιμοποιούνται όπως τα υπόλοιπα μικροβιακά εντομοκτόνα. Η συμβίωση εντόμων και νηματωδών δεν είναι πάντα θανατηφόρος για το έντομο, καθότι σε αρκετές περιπτώσεις οι νηματώδεις τρέφονται δίχως να παρεμποδίζουν τις ζωτικές λειτουργίες του εντόμου (Welch, 1963).

❖ **Εντομοπαθογόνα Πρωτόζωα**

Μονοκύτταροι οργανισμοί, ορισμένοι αποικιακοί και άλλοι με πολυκύτταρα στάδια στον κύκλο της ζωής τους. Δεν διαθέτουν όργανα ή ιστούς, αλλά εξειδικευμένα οργανίδια. Ο πυρήνας είναι απλός ή πολλαπλός. Μερικά διαθέτουν απλό ενδο-ή εξωσκελετό. Όσα είδη παρουσιάζουν πρακτικό ενδιαφέρον για καταπολέμηση εντόμων έχουν κατά την ζωή τους ένα ανθεκτικό στάδιο, εκείνο της σπορίωσης. Στις πλείστες περιπτώσεις το στάδιο αυτό είναι και το μολυσματικό. Το έντομο μολύνεται κατά κανόνα καταπίνοντας τα πρωτόζωα, ορισμένα όμως είδη πρωτόζωων μπορεί να μεταδοθούν από την μητέρα έντομο στα τέκνα δια του ωαρίου (Cantel, 1974).

❖ **Εντομοπαθογόνοι Μύκητες**

Οι μύκητες αποτελούν ένα από τα πέντε βασίλεια των έμβιων όντων, το οποίο περιλαμβάνει μονοκύτταρους ή πολυκύτταρους ευκαρυωτικούς οργανισμούς. Οι μύκητες εμφανίζουν τεράστια ποικιλία και υπάρχουν παντού. Οι περισσότεροι ανευρίσκονται στο έδαφος και τα φυτά και διατρέφονται από οργανικά συστατικά ζώντων ή νεκρών οργανισμών γι' αυτό και θεωρούνται το "βιολογικό εργαστήριο αποδόμησης των οργανικών ουσιών". Υπόσχονται ευρεία χρησιμοποίηση στις βιολογικές αντιμετωπίσεις. Περισσότερα από 400 είδη παθογόνων μυκήτων έχουν απομονωθεί από έντομα, αλλά μέχρι σήμερα ένας μικρός αριθμός τους έχει αξιοποιηθεί ως βιοεντομοκτόνα, εξαιτίας της εξάρτησής από την υψηλή σχετική

υγρασία στο περιβάλλον και της έλλειψης γνώσεων σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την τοξικότητά τους (Cameron, 1973, Cantel, 1974a, Gillespie και Claydon 1989, Roberts και Hajek 1992, ZZ Li et al. 2002, Hajek et al. 2007, Zimmermann 2007). Μερικοί μύκητες είναι πολύ απαιτητικοί ως προς την καλλιέργειά τους και παρουσιάζουν δυσκολίες για τη μαζική παραγωγή τους, ενώ όσοι είναι εύκολο να καλλιεργηθούν, εμφανίζουν εξασθένηση ύστερα από μακροχρόνια παραγωγή με τεχνητά μέσα (Gillespie και Claydon, 1989, Roberts και Hajek, 1992).

Συχνά οι μύκητες εξαρτώνται πολύ από το περιβάλλον, κυρίως όσον αφορά τα αρχικά στάδια μόλυνσης. Έτσι, οι πιο σημαντικοί παράγοντες που παίζουν ρόλο στην εκδήλωση ασθένειας από τα παθογόνα αυτά, είναι η θερμοκρασία και η υγρασία. Η σχετική υγρασία περιβάλλοντος στις περισσότερες περιπτώσεις θα πρέπει να είναι πολύ αυξημένη, δηλαδή, μεγαλύτερη από 85-90%, ώστε να επιτυγχάνεται αποτελεσματική δράση των εντομοπαθογόνων μυκήτων (Cameron, 1973, Cantel 1974a, Roberts 1981, Gillespie και Claydon 1989, Roberts και Hajek 1992, Zimmermann 2007).

Όταν ένα έντομο προσβληθεί από ένα παθογόνο μύκητα, ο μύκητας αυτός διαπερνά τον εξωσκελετό και αναπτύσσει σιγά-σιγά στο εσωτερικό του εντόμου το μυκήλιο του, κατακλύζοντας έτσι όλους τους ιστούς, ενώ με τις τοξίνες που παράγει, έχει σαν αποτέλεσμα τη θανάτωση του ξενιστή. Στη συνέχεια, ο μύκητας εμφανίζεται εξωτερικά με μυκήλιο και επανθίσεις και παρατηρούνται στην επιδερμίδα του εντόμου κονιδιοφόροι από τους οποίους γίνεται η διασπορά του παθογόνου (Gillespie και Claydon 1989, Roberts και Hajek 1992, Hajek και St. Leger 1994).

Ο πιο μελετημένος μύκητας είναι ο *Beauveria bassiana*, ένα παθογόνο πολλών εντόμων. Όμως, ένας μικρός αριθμός ερευνών έχει διεξαχθεί μέχρι σήμερα, σχετικά με τους εντομοπαθογόνους μύκητες που καταπολεμούν διάφορα έντομα. Εκτός από το *Beauveria. bassiana*, τα παθογόνα εκείνα που έχουν κριθεί ως κατάλληλα για βιολογική καταπολέμηση μέχρι τώρα είναι τα *Lecanicillium (Verticillium) lecanii* και *Metarhizium robertsii* (Bischoff et al. 2009).

Ο Μύκητας *Beauveria bassiana*

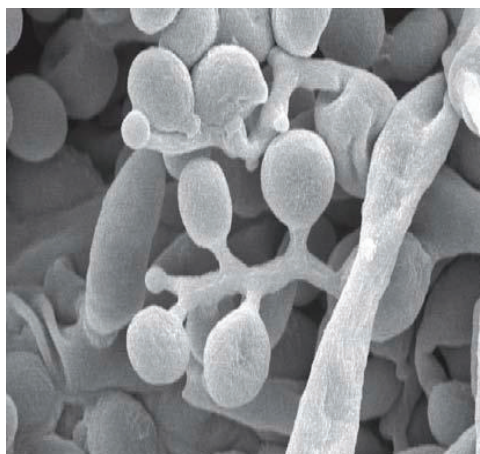
Ο μύκητας *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae) (Εικ. 4.1) συνιστάται για την καταπολέμηση της πυραλίδας του καλαμποκιού (*Ostrinia nubilalis*), αφίδων, θριπών, αλευρωδών, κολεοπτέρων και

ορισμένων ημιπτέρων (Warui και Kuria 1983, Stleger et al. 1992, Pingel και Lewis 1996, Vandenberg et al. 1998, Keller et al. 1997, 1999, Tefera και Pringle 2003, 2004, Ownley 2004, Liu et al. 2006).

Είναι είδος κοσμοπολίτικο, ατελές, απλοειδές και παραγωγός βιολογικά ενεργών μεταβολιτών (Ferron et al. 1991). Το όνομα του, το πήρε από τον ιταλό εντομολόγο Agostino Bassi, ο οποίος το περιέγραψε το 1835 ως αίτιο για την άσπρη επίστρωση (μούχλα) που βρέθηκε πάνω στο έντομο *Bombyx mori* (Ferron 1981, Stleger et al. 1992, Robertson et al. 2007, Zimmermann 2007).

Οι μύκητες του γένους *Beauveria* χαρακτηρίζονται μορφολογικά από ελικοειδή συσσωματώματα σφαιρικών έως και φιαλοειδών, κονιδιοφορέων που φέρουν κονίδια μονοκύτταρα, απλοειδή και υδρόφοβα (Hall και Higgins 1982, Charnley 1984, StLeger et al. 1992, Jeffs και Khachatourians 1997, Leckie et al. 2002, Quesada-Moraga και Vey 2004, Rehner και Buckley 2005, Robertson et al. 2007), με σχήμα σφαιρικό, ελλειψοειδές, νεφροειδές μέχρι και κυλινδρικό και μέγεθος από 1,7μm έως 5.5 μm. Τα κονίδια του έρχονται σε επαφή με την επιδερμίδα του εντόμου και αφού βλαστήσουν, διαπερνούν την επιδερμίδα και πολλαπλασιάζονται μέσα στο σώμα του εντόμου (Hall και Higgins 1982, St leger et al. 1992, St leger 1993, Inglis et al 1996; Roditakis et al. 2000, Robertson et al. 2007, Lu et al. 2008).

Η υψηλή υγρασία είναι απαραίτητη για τον πολλαπλασιασμό των κονιδίων και η μόλυνση ολοκληρώνεται μέσα σε 24-48 ώρες αναλόγως της θερμοκρασίας (Hall και Higgins 1982, Charnley 1984, Miranpuri και Khachatourians 1991, St Leger et al. 1992, Jeffs και Khachatourians 1997, Leckie et al. 2002, Quesada-Moraga και Vey 2004). Το έντομο μπορεί να επιζήσει μέχρι και 3-5 μέρες αφού μολυνθεί (Champlink και Grula 1979, Charnley 1984).

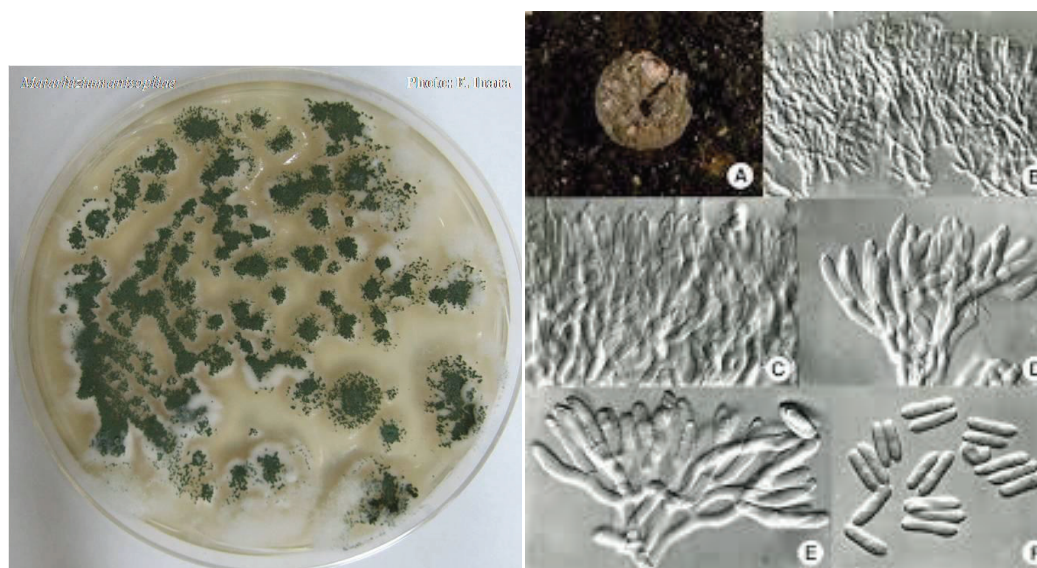


Εικ. 4.1. Ο μύκητας *Beauveria bassiana* (Encyclopedia of Entomology, 2008).

Ο Μύκητας *Metarhizium anisopliae*

Τα στελέχη του είδους *Metarhizium robertsii* (Metchnikoff) Sorokin (Hydrocreales: Clavicipitaceae) (Εικ. 4.2) ήταν γνωστοί παλαιότερα ως *M. anisopliae var anisopliae* (Bischoff et al. 2009). Οι μύκητες του είδους αυτού απαντώνται σε ολόκληρο τον κόσμο, αναπτύσσονται φυσικά στο έδαφος και προσβάλλουν διάφορα είδη έντομων. Απέκτησαν το όνομα τους όταν το 1879 ο Ι.Ι. Mechnikov, τους απομόνωσε από το κολεόπτερο *Anisoplia austriaca*. Το κοινό όνομα με το οποίο αποδίδεται η ασθένεια που προκαλούν οι μύκητες του γένους *Metarhizium* είναι – green muscardine- εξαιτίας των πρασίνων κονιδιοφόρων που καλύπτουν τα νεκρά έντομα.

Έχει αναφερθεί ότι προσβάλλουν περίπου 200 είδη εντόμων και άλλων αρθροπόδων (Roberts και St. Leger 2004, Tefera και Pringle 2004, Liu και Baeur 2006, Kabaluk και Ericsson 2007, Robertson et al. 2007). Τα στελέχη του είδους *M. robertsii* ήταν οι πρώτοι παγκοσμίως που χρησιμοποιήθηκαν μαζικά για τον έλεγχο εντόμων (Driver et al. 2000). Αν και παρουσιάζουν μεγάλα ποσοστά θνησιμότητας στα έντομα δεν αποτελούν κίνδυνο για τα θηλαστικά. Έχουν ενοχοποιηθεί μόνο για πιθανή πρόκληση αλλεργικών αντιδράσεων. Τα στελέχη του είδους *M. robertsii* μπορούν να παραχθούν εύκολα σε ζυμωτήρες, όμως το μυκήλιό τους δεν έχει εντομοκτόνο δράση. Αντίθετα τα βλαστοσπόρια και τα κονιδία τους είναι βιολογικώς δραστικά και έχουν την ικανότητα να μολύνουν και να θανατώνουν τον ξενιστή.

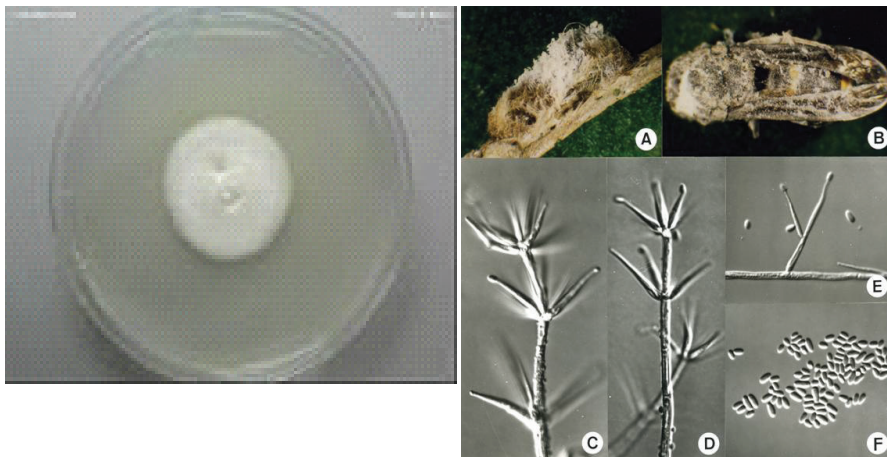


Εικ. 4.2. Ο μύκητας *Metarhizium anisopliae* (Encyclopedia of Entomology, 2008).

Ο Μύκητας *Lecanicillium lecanii*

Ο *L. lecanii* (Εικ. 4.3) είναι ένας από τους σημαντικούς εντομοπαθογόνους μύκητες, που ήταν παλαιότερα γνωστός ως *Verticillium lecanii* Zimm. Είναι γνωστό με το όνομα "Μύκητας Λευκό-φωτοστέφανο" λόγω της λευκής μυκηλιακής ανάπτυξης στην περιφέρεια του σώματος προσβεβλημένων εντόμων. Αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1939 από τον Viegas, ο οποίος περιγράφει αυτό το χαρακτηριστικό άσπρο φωτοστέφανο που σχηματίζεται στο έντομο *Coccus viridis*, ως «φίλο των αγροτών». Η αποτελεσματικότητα του *L. lecanii* μελετήθηκε και αποδείχθηκε πρώτα στην Ινδία από την Easwaramoorthi και Jayaraj (1978) και θεωρείται αποτελεσματικό εναντίον αφίδων, θριπών κ.α. (Horn, 1915; Ekbohm, 1979; Kanagaratnam κ.ά., 1982), ενώ υπάρχουν αναφορές φυσικής προσβολής από *L. lecanii* σε διάφορα Homoptera, Hemiptera, Thysanoptera αλλά και σε ακάρεα (Horn, 1915).

Ο *L. lecanii* είναι ένας ελπιδοφόρος παράγοντας βιολογικού ελέγχου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα σημαντικό συστατικό της ολοκληρωμένης διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών τόσο στη φύση όσο και σε συνθήκες κατοικίας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά σε συνδυασμό με άλλους φυσικούς εχθρούς και συμβατό εντομοκτόνα.. Ωστόσο, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία είναι τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά στοιχεία που επηρεάζουν την απόδοση του *L. lecanii*.



Εικ. 4.3. Ο μύκητας *Lecanicillium lecanii* (Encyclopedia of Entomology, 2008).

ΜΕΡΟΣ Β

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1. ENTOMA

5.1.1. ΕΚΤΡΟΦΗ

Στην πτυχιακή αυτή χρησιμοποιήθηκαν άτομα του εντόμου *Tribolium confusum*, τα οποία είχαν εκτραφεί σε τεχνικό υπόστρωμα (αποστειρωμένο αλεύρι), σε εργαστηριακές συνθήκες στο εργαστήριο Φυτοπροστασίας - Φαρμακολογίας του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, κατά τη διάρκεια των ετών 2017, 2018. Προτιμήθηκαν έντομα τεχνητής εκτροφής, διότι μπορούν να εκτραφούν σε σχετικά μεγάλους αριθμούς, η ανάπτυξη τους είναι γρήγορη και είναι διαθέσιμα καθ' όλη την διάρκεια του έτους.

5.1.2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ

Όλα τα στάδια της ανάπτυξης του εντόμου βρίσκονταν σε χώρο με σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας $25 \pm 1^\circ \text{C}$ και υγρασίας 60 – 70%.

5.1.3. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΚΜΑΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΩΟΤΟΚΙΑΣ

Τα ακμαία, διατηρούνταν σε γυάλινα δοχεία, γεμάτα με αποστειρωμένο αλεύρι. Ανάλογα το μέγεθος του δοχείου τα έντομα κυμαίνονταν από 40-60 ακμαία ή περισσότερα (Εικ. 5.1).



Εικ. 5.1. Γυάλινα δοχεία γεμάτα με αποστειρωμένο αλεύρι και *T. confusum* σε διάφορα στάδια.

Για υπόστρωμα ωτοκίας χρησιμοποιήθηκε αποστειρωμένο αλεύρι διαφορετικών ποικιλιών.

Κάθε μήνα τα δοχεία καθαρίζονταν, αλλάζοντας το αποστειρωμένο αλεύρι και ξεχωρίζονταν τα ακμαία από εκείνα που ήταν στο στάδιο της πούπας σε άλλα δοχεία (Εικ. 5.2).



Εικ. 5.2. *Tribolium confusum* στο στάδιο της προνύμφης αριστερά και στο στάδιο του ακμαίου και της πούπας δεξιά.

5.2. ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ

5.2.1. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΕΝΑΙΩΡΗΜΑΤΟΣ ΕΝΤΟΜΟΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ

Για την συγκεκριμένη πτυχιακή χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα στο σύνολο εντομοπαθογόνα εναιωρήματα σε συγκεντρώσεις 0,25ml, 0,5ml και 1ml. Το πρώτο είναι το Metab που περιέχει τους μύκητες *Metarhizium anisopliae* και τον *Beauveria bassiana*, ενώ το δεύτερο είναι το Lecan που περιέχει τον μύκητα *Lecanicillium lecanii*. Στα εναιωρήματα αυτά χρησιμοποιήθηκε και ο ενεργοποιητής Nutryaction σε ίδιες ποσότητες 0,25ml, 0,5ml και 1ml. Τα άλλα δυο είναι ο ζεόλιθος σε μορφή σκόνης και σε εναιώρημα, ο ζεόλιθος είναι ένα μικροπορώδη αργυλοπυριτικό ορυκτό με πολλές χρήσεις.

Για την παρασκευή των εναιωρημάτων από εργαστηριακά υλικά χρειάστηκαν:

- α) Ψεκαστήρες των 250 λίτρων
- β) Ογκομετρική γυάλινη πιπέτα των 1ml
- γ) Κύλινδρο ογκομετρικό γυάλινο 10ml
- δ) Υδροβολέας πλαστικός (Εικ. 5.4).



Εικ. 5.4. Εργαστηριακά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα

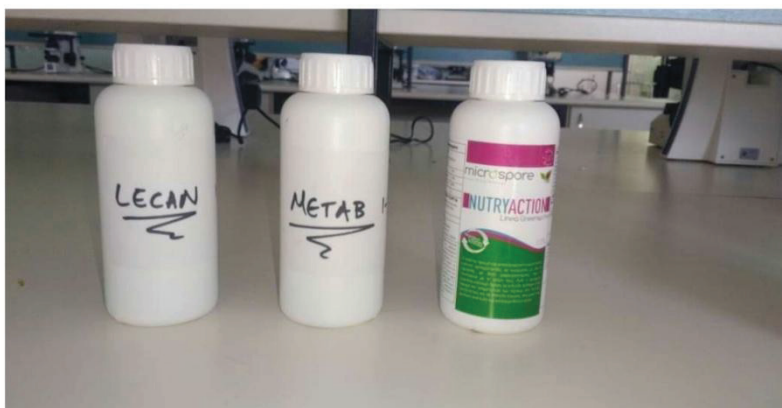
Η διαδικασία παρασκευής των εναιωρημάτων ήταν η εξής:

Από τον πλαστικό υδροβολέα που είναι γεμάτος με απιονισμένο νερό εκχύνουμε 100ml απιονισμένου νερού στον ψεκαστήρα, παίρνουμε την πιπέτα και τραβάμε από την συσκευασία του Metab 0,25ml υγρού και την εκχύνουμε στον ψεκαστήρα και ως τελευταίο βήμα παίρνουμε πλαστική πιπέτα που την γεμίζουμε 0,25ml ενεργοποιητή Nutryaction και αυτή την ποσότητα εκχύνουμε στον ψεκαστήρα και το αφήνουμε στην άκρη για 3ώρες μέχρι την ενεργοποίηση του μύκητα.(Εικ. 5.5, 5.6).

Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία για τις ποσότητες 0,5ml και 1ml με τις ίδιες ποσότητες ενεργοποιητή Nutryaction, καθώς και για τα εναιωρήματα με το σκεύασμα Lecan και ενεργοποιητή, σε διαφορετικούς ψεκαστήρες.

Έπειτα σε τρεις ψεκαστήρες γεμάτους με 100ml απιονισμένο νερό εκχύνουμε τις ποσότητες 0,25gr, 0,5gr και 1gr ζεόλιθου και αναδεύουμε καλά.

Τέλος ζυγίζουμε τις ποσότητες 0,25gr, 0,5gr και 1gr ζεόλιθο σε σκόνη και τις έχουμε έτοιμες προς χρήση.



Εικ. 5.5. Σκευάσματα Lecan, Metab, Nutryaction που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.



Εικ. 5.6. Ψεκαστήρες με τα εναιωρήματα.

Μετά την πάροδο 3 ωρών, ξεκινάμε τη διαδικασία του πειράματος, κατά την οποία σε αποστειρωμένα τρυβλία Petri 9cm έχουμε βάλει 10g αποστειρωμένη τροφή (μηδική, βρώμη αναποφλοιώτη και βρώμη σε νιφάδες), ψεκάζουμε τα τρυβλία με το προϊόν με το κάθε εναιώρημα και προσθέτουμε 10 έντομα *Tribolium confusum* που τα έχουμε αφήσει σε ασιτία μισής ώρας (Εικ. 5.7).



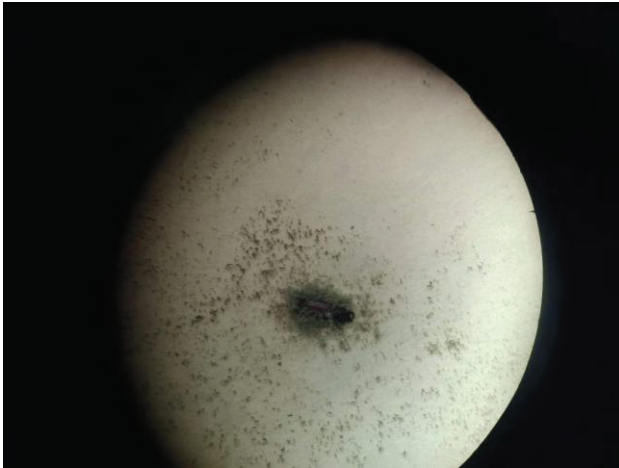
Εικ. 5.7. (Α) ζύγιση αποστειρωμένου υλικού, (Β) τοποθέτηση ακμαίων μετά από μισή ώρα ατροφίας, (Γ) έτοιμα τρυβλία.

Για κάθε προϊόν (μηδική, βρώμη αναποφλοιώτη και βρώμη σε νιφάδες) ετοιμάστηκαν δεκαπέντε τρυβλία, τρία για κάθε μεταχείριση, συνολικά σαρανταπέντε (45) τρυβλία.

Τα τρυβλία Petri 9 cm Ø τοποθετήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$) και ο έλεγχος της θνησιμότητας έγινε στις 7, 12, 14, 21 και 28 ημέρες αντίστοιχα. Τα νεκρά ή μουμιοποιημένα ακμαία απομακρύνονταν και εν συνεχεία αποστειρώνονταν σε 1% χλωριούχο νάτριο για μερικά δευτερόλεπτα.

Τα ακμαία που εμφάνιζαν συμπτώματα προσβολής τοποθετούνταν σε αποστειρωμένα τρυβλία Petri με υψηλή υγρασία (moist chamber) για να επιταχυνθεί η σπορογένεση. Η υψηλή υγρασία επιτυγχάνονταν με εναπόθεση σταγόνων νερού πάνω σε διηθητικό χαρτί, κυκλικού σχήματος μέσα στα τρυβλία (Cezary και Renella 2003, Tkaczuk et al. 2009).

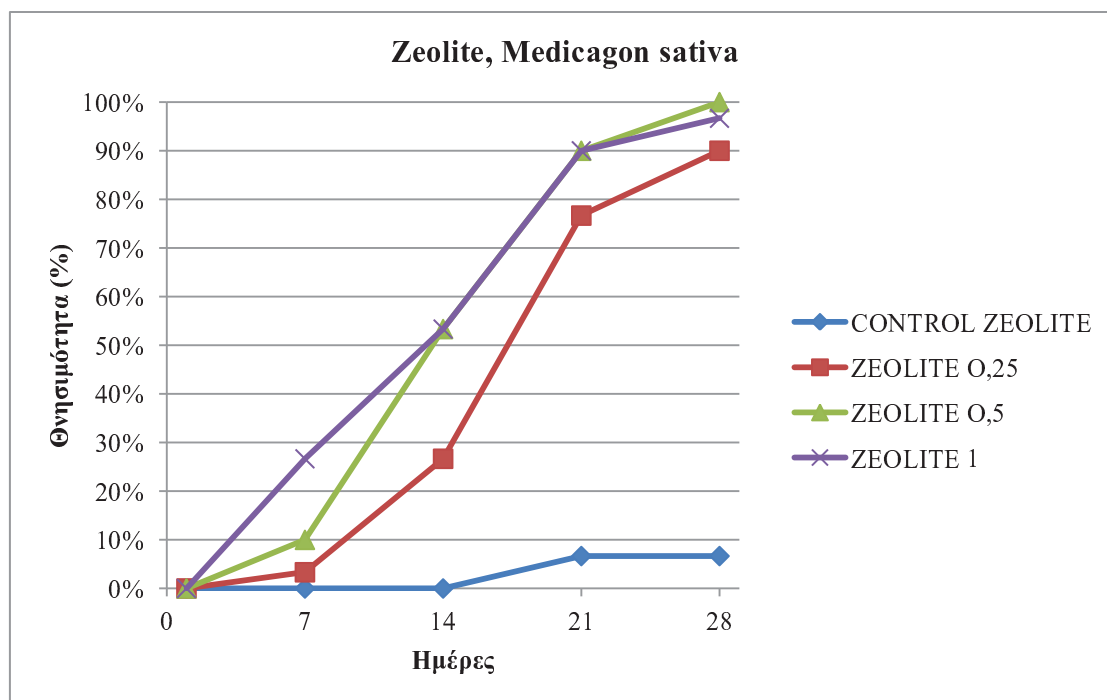
Μετά από την πάροδο 48 ωρών σε θερμοκρασία δωματίου, εμφανιζόταν τα κονίδια των μυκήτων (Εικ. 5.9), τα οποία εξετάζονταν μικροσκοπικά, προκειμένου να επιβεβαιωθεί το είδος του μύκητα με βάση το σχήμα και το μέγεθος των σπορίων (Poinar 1978, Tkaczuk et al. 2009).



Εικ. 5.9. Κονίδια μύκητα από οπτικό μικροσκόπιο.

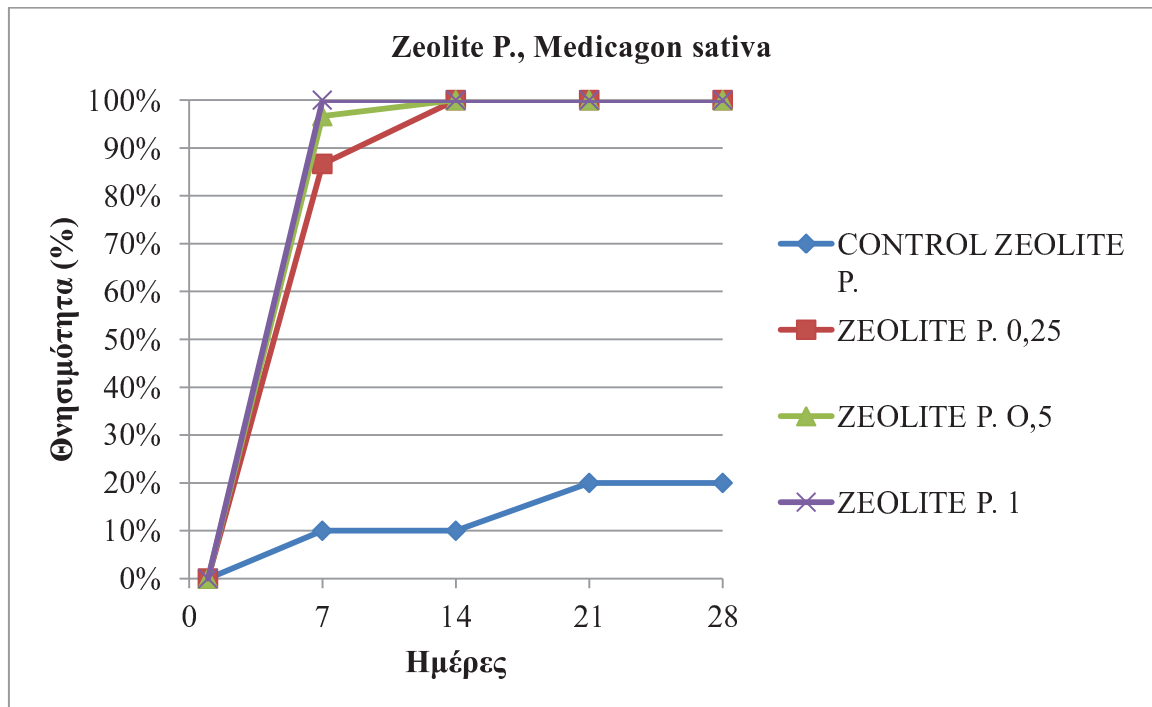
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1 Αποτελεσματικότητα στη μηδική



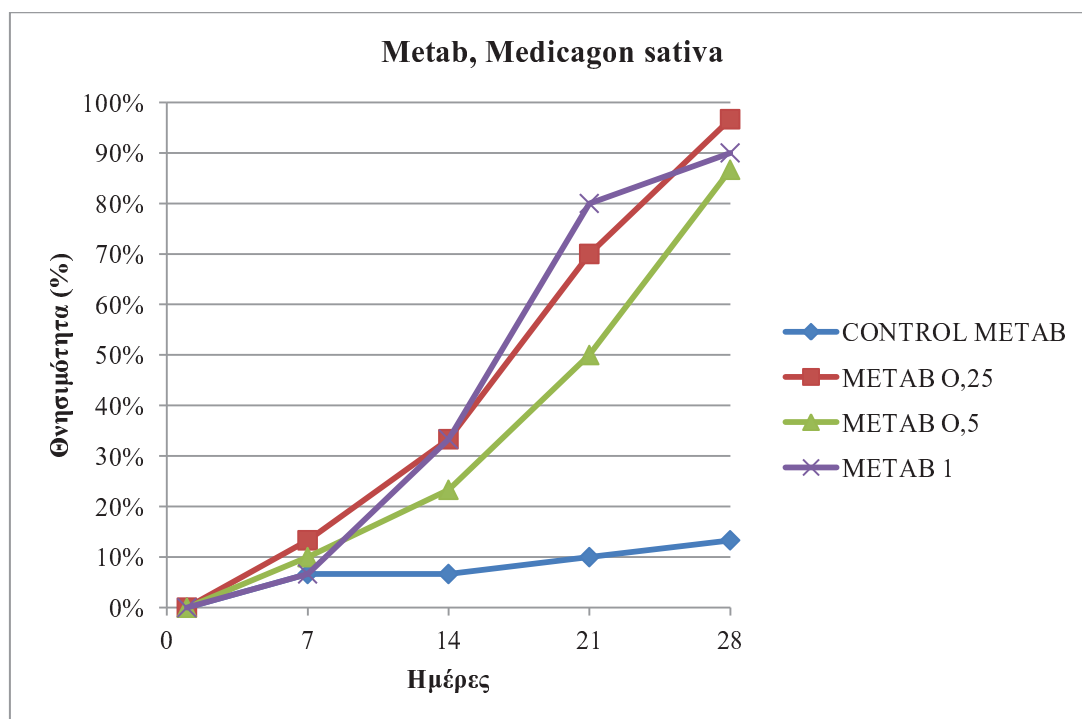
Διάγραμμα 6.1 Θνησιμότητα (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης του σκευάσματος ζεόλιθου σε μορφή εναιωρήματος στο προϊόν μηδική σε περιεκτικότητα 0,25gr, 0,5gr, και 1gr., Control Zeolite = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Παρατηρούμε ότι οι τρεις ποσότητες που επιλέχθηκαν, προκάλεσαν διαφορετικού βαθμού θνησιμότητα στα ακμαία. Στο διάγραμμα παρατηρούμε τη θνησιμότητα που προέκυψε ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος, λόγω της δράσης του ζεόλιθου και του μάρτυρα. Η θνησιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 90% για την συγκέντρωση ζεόλιθου 0,25gr. Στην περίπτωση του ζεόλιθου σε συγκέντρωση 0,5gr κυμάνθηκε μεταξύ 0% έως 100% και τέλος η θνησιμότητα στην ποσότητα 1gr κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 97%. Η θνησιμότητα στο μάρτυρα κυμάνθηκε από 0% έως και 7%.



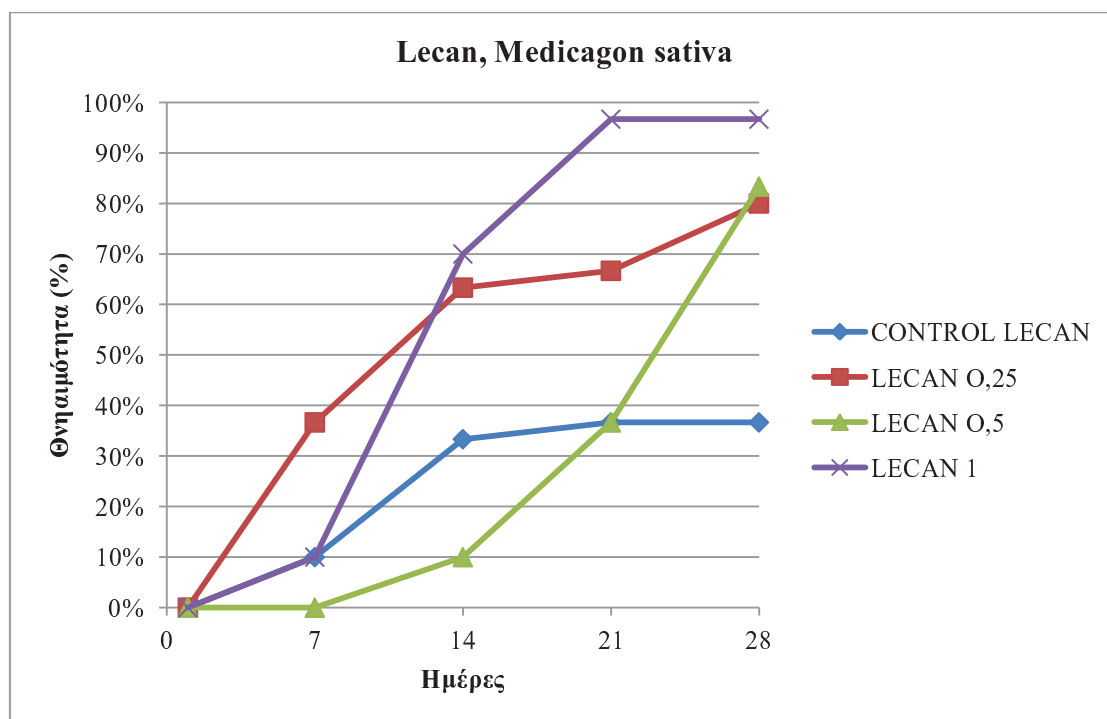
Διάγραμμα 6.2 Θνησιμότητα (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης του σκευάσματος ζεόλιθου σε μορφή σκόνης στο προϊόν μηδική σε περιεκτικότητα 0,25gr, 0,5gr, και 1gr., Control Zeolite P. = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Παρατηρούμε ότι οι τρεις ποσότητες που επιλέχθηκαν, προκάλεσαν ίδιου βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία. Στο διάγραμμα παρατηρούμε τη θνησιμότητα που προέκυψε ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος, λόγω της δράσης του ζεόλιθου. Η θνησιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 100% για την συγκέντρωση ζεόλιθου σκόνης 0,25gr. Ακόμα στις συγκεντρώσεις 0,5gr και 1gr η θνησιμότητα επίσης κυμάνθηκε από 0% έως 100%. Η θνησιμότητα στο μάρτυρα κυμάνθηκε από 0% έως και 20%.



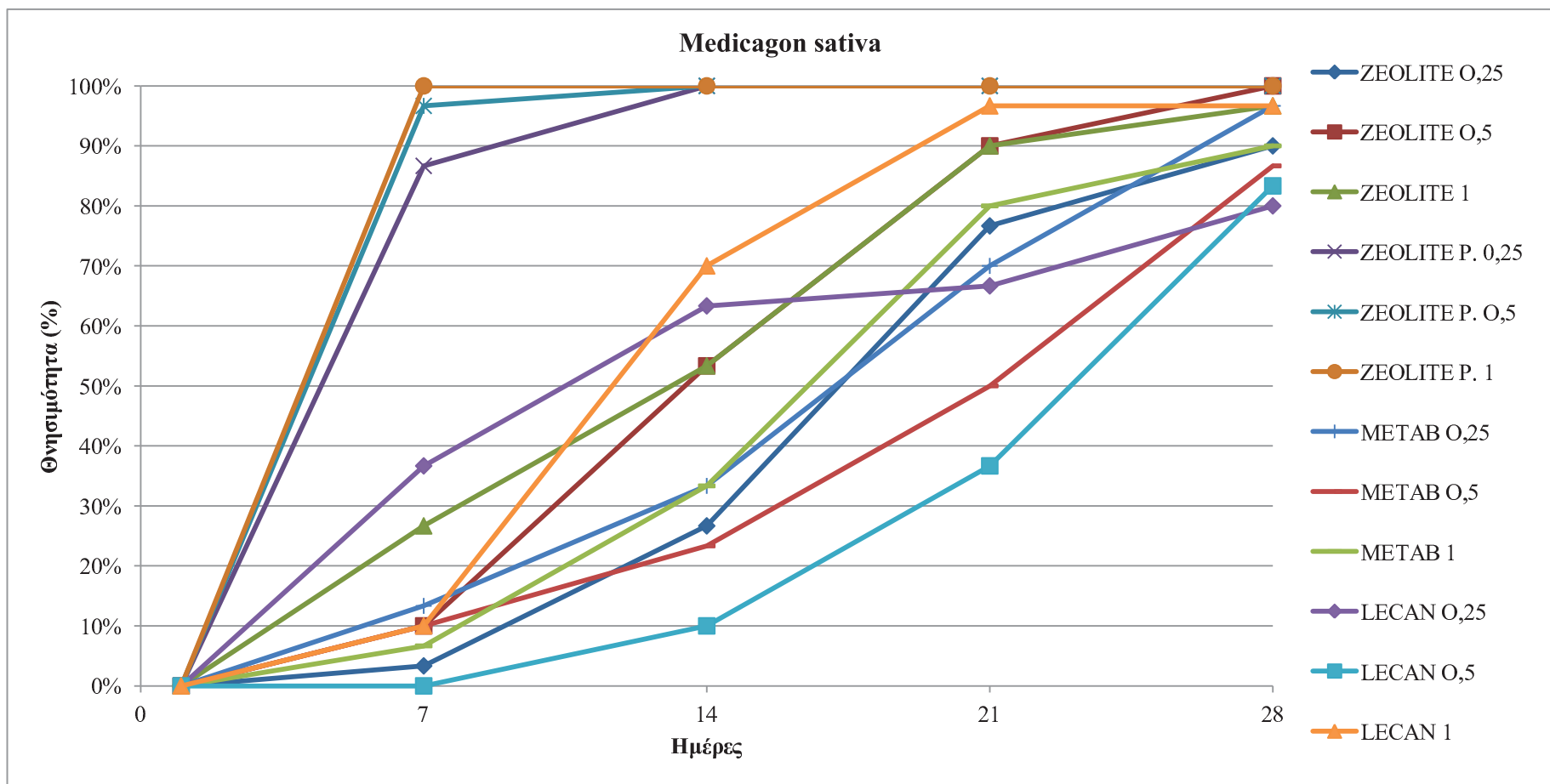
Διάγραμμα 6.3 Θνησιμότητα (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης του σκευάσματος Metab σε μορφή εναιωρήματος στο προϊόν μηδική σε περιεκτικότητα 0,25ml, 0,5ml, και 1ml., Control Metab = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Παρατηρούμε ότι οι τρεις ποσότητες που επιλέχθηκαν, προκάλεσαν διαφορετικού βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία. Στο διάγραμμα παρατηρούμε τη θνησιμότητα που προέκυψε ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος, λόγω της δράσης του Metab. Η θνησιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 97% για την συγκέντρωση 0,25ml. Στην περίπτωση του Metab σε συγκέντρωση 0,5ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% έως 87% και τέλος η θνησιμότητα στην ποσότητα 1ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 90%. Η θνησιμότητα στο μάρτυρα κυμάνθηκε από 0% έως και 13%.



Διάγραμμα 6.4 Θνησιμότητα (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης του σκευάσματος Lecan σε μορφή εναιωρήματος στο προϊόν μηδική σε περιεκτικότητα 0,25ml, 0,5ml, και 1ml., Control Lecan = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Παρατηρούμε ότι οι τρεις ποσότητες που επιλέχθηκαν, προκάλεσαν διαφορετικού βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία. Στο διάγραμμα παρατηρούμε τη θνησιμότητα που προέκυψε ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος, λόγω της δράσης του Lecan. Η θνησιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 80% για την συγκέντρωση 0,25ml. Στην περίπτωση του Lecan σε συγκέντρωση 0,5ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% έως 83% και τέλος η θνησιμότητα στην ποσότητα 1ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 97%. Η θνησιμότητα στο μάρτυρα κυμάνθηκε από 0% έως και 37%.

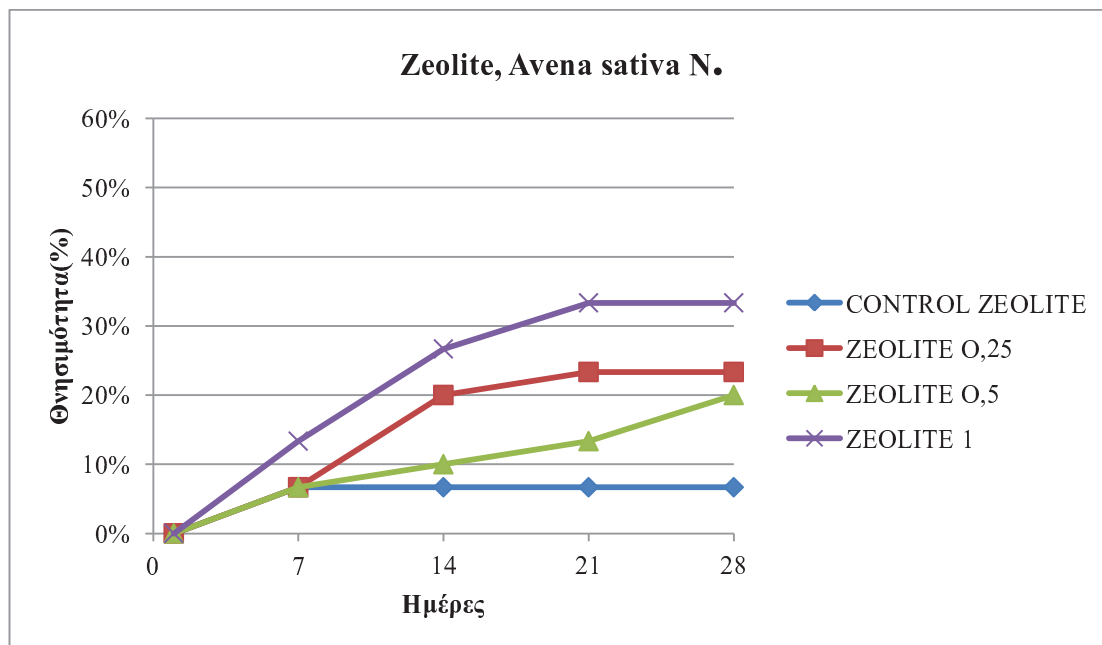


Διάγραμμα 6.5 Συνολική καταγραφή της θνησιμότητας (%) των ακμαίων του εντόμου *T. Confusum* λόγω της επίδρασης των σκευασμάτων Zeolite, Zeolite P., Metab και Lecan στο προϊόν μηδική σε περιεκτικότητα 0,25ml, 0,5ml, και 1ml. Control = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Στο διάγραμμα 6.5 παρατηρούμε συγκριτικά τα αποτελέσματα από τις διάφορες μεταχειρίσεις και την πρόκληση διαφορετικού βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία *T. confusum* σιτιζόμενα σε σπόρους μηδικής, ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος.

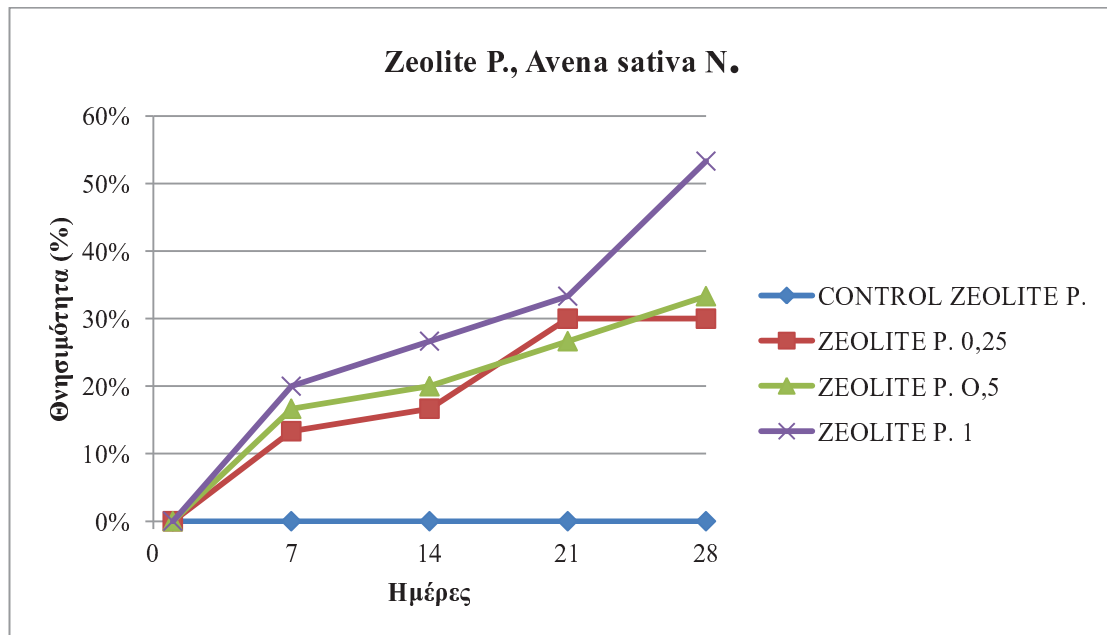
Στο διάγραμμα φαίνεται ότι το πιο αποτελεσματικό σκεύασμα ήταν ο ζεόλιθος σε σκόνη 1gr αγγίζοντας το 100% θνησιμότητα, ακολουθεί με μικρή διαφορά ο ζεόλιθος σε σκόνη 0,5gr και τέλος αρκετά αποτελεσματικό σκεύασμα θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι και το Metab 0,25ml.

6.2 Αποτελεσματικότητα σε βρώμη σε νιφάδες



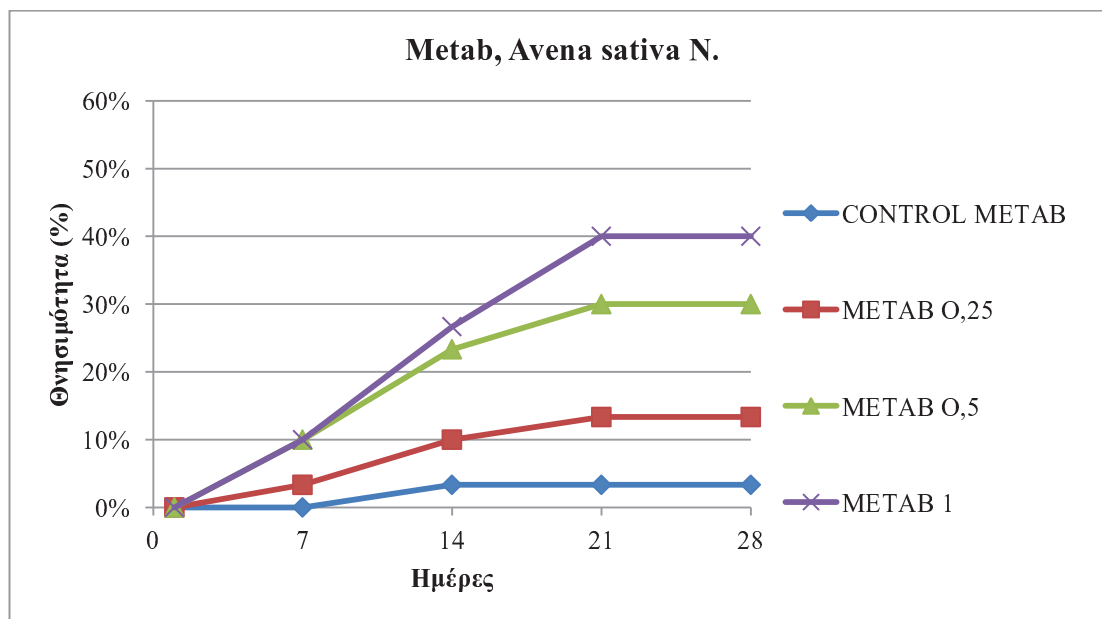
Διάγραμμα 6.6 Θνησιμότητα (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης του σκευάσματος ζεόλιθου σε μορφή εναιωρήματος στο προϊόν βρώμη σε νιφάδες σε περιεκτικότητα 0,25ml, 0,5ml, και 1ml., Control Zeolite = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C

Παρατηρούμε ότι οι τρεις ποσότητες που επιλέχθηκαν, προκάλεσαν διαφορετικού βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία. Στο διάγραμμα παρατηρούμε τη θνησιμότητα που προέκυψε ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος, λόγω της δράσης του ζεόλιθου. Η θνησιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 23% για την συγκέντρωση ζεόλιθου 0,25ml. Στην περίπτωση του ζεόλιθου σε συγκέντρωση 0,5ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% έως 20% και τέλος η θνησιμότητα στην ποσότητα 1ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 33%. Τέλος ο μάρτυρας κυμάνθηκε από 0% έως και 7%.



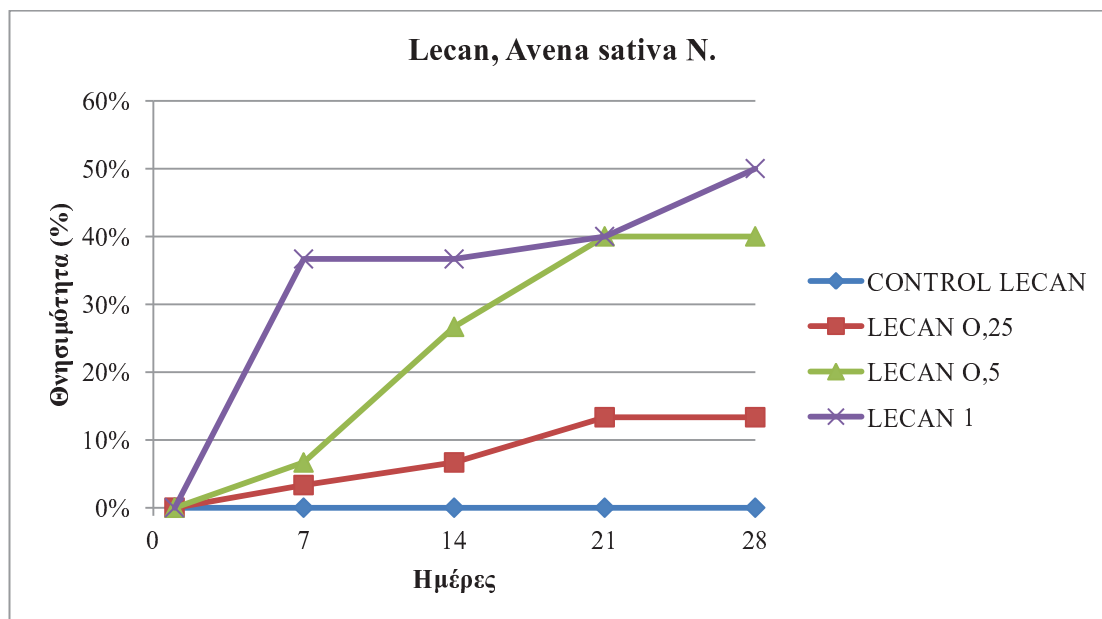
Διάγραμμα 6.7 Θνησιμότητα (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης του σκευάσματος ζεόλιθου σε μορφή σκόνης στο προϊόν βρώμη σε νιφάδες σε περιεκτικότητα 0,25gr, 0,5gr, και 1gr., Control Zeolite P. = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Παρατηρούμε ότι οι τρεις ποσότητες που επιλέχθηκαν, προκάλεσαν διαφορετικού βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία. Στο διάγραμμα παρατηρούμε τη θνησιμότητα που προέκυψε ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος, λόγω της δράσης του ζεόλιθου σε σκόνη. Η θνησιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 30% για την συγκέντρωση ζεόλιθου σε σκόνη 0,25gr. Στην περίπτωση του ζεόλιθου σε σκόνη σε συγκέντρωση 0,5 gr κυμάνθηκε μεταξύ 0% έως 33% και τέλος η θνησιμότητα στην ποσότητα 1gr κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 53%. Τέλος ο μάρτυρας ήταν σταθερός στο 0%.



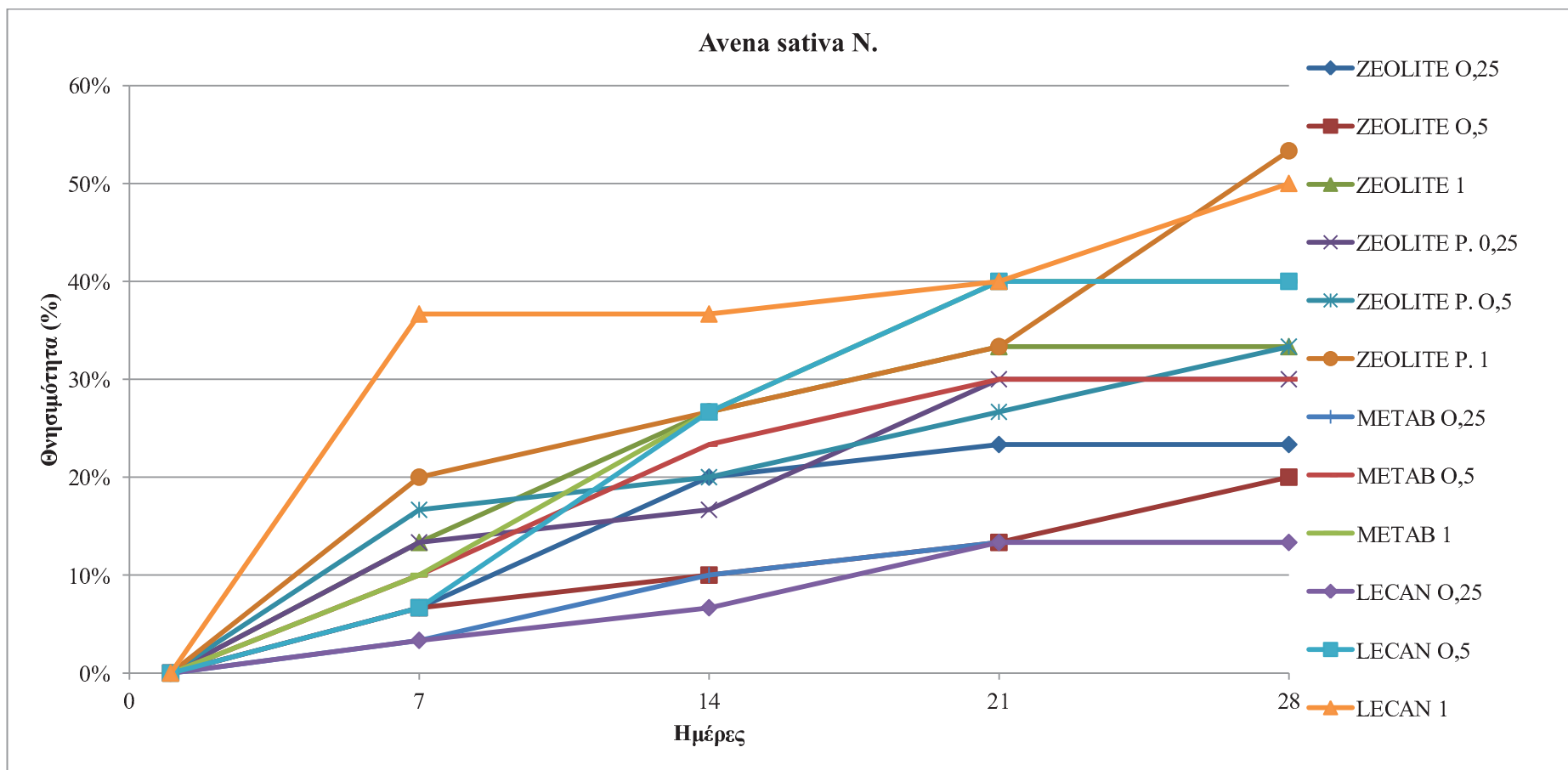
Διάγραμμα 6.8 Θνησιμότητα (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης του σκευάσματος Metab σε μορφή εναιωρήματος στο προϊόν βρώμη σε νιφάδες σε περιεκτικότητα 0,25ml, 0,5ml, και 1ml., Control Metab = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Παρατηρούμε ότι οι τρεις ποσότητες που επιλέχθηκαν, προκάλεσαν διαφορετικού βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία. Στο διάγραμμα παρατηρούμε τη θνησιμότητα που προέκυψε ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος, λόγω της δράσης του Metab. Η θνησιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 13% για την συγκέντρωση Metab 0,25ml. Στην περίπτωση του Metab σε συγκέντρωση 0,5ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% έως 30% και τέλος η θνησιμότητα στην ποσότητα 1ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 40%. Η θνησιμότητα στο μάρτυρα κυμάνθηκε από 0% έως 3%.



Διάγραμμα 6.9 Θνησιμότητα (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης του σκευάσματος Lecan σε μορφή εναιωρήματος στο προϊόν βρώμη σε νιφάδες σε περιεκτικότητα 0,25ml, 0,5ml, και 1ml., Control Lecan = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Παρατηρούμε ότι οι τρεις ποσότητες που επιλέχθηκαν, προκάλεσαν διαφορετικού βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία. Στο διάγραμμα παρατηρούμε τη θνησιμότητα που προέκυψε ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος, λόγω της δράσης του Lecan. Η θνησιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 13% για την συγκέντρωση Lecan 0,25ml. Στην περίπτωση του Lecan σε συγκέντρωση 0,5ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% έως 40% και τέλος η θνησιμότητα στην ποσότητα 1ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 50%. Η θνησιμότητα στο μάρτυρα ήταν σταθερή στο 0%.

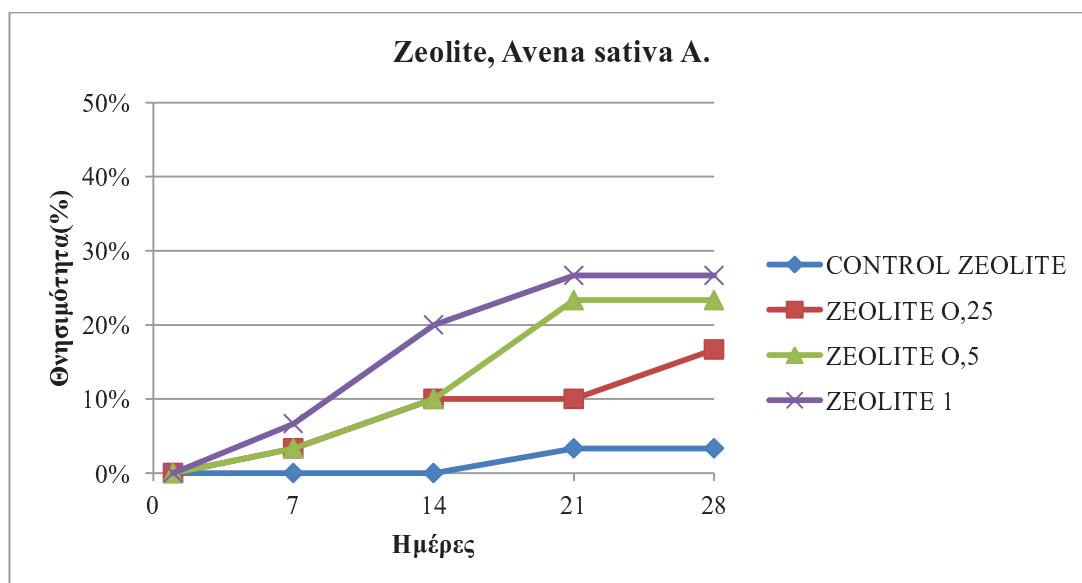


Διάγραμμα 6.10 Συνολική καταγραφή της θνησιμότητας (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης των σκευασμάτων Zeolite, Zeolite P., Metab και Lecan στο προϊόν βρώμη σε νιφάδες σε περιεκτικότητα 0,25gr, 0,5gr, και 1gr. Control = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Στο διάγραμμα 6.10 παρατηρούμε συγκριτικά τα αποτελέσματα από τις διάφορες μεταχειρίσεις και την πρόκληση διαφορετικού βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία *T. confusum* σιτιζόμενα σε νιφάδες βρώμης, ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος.

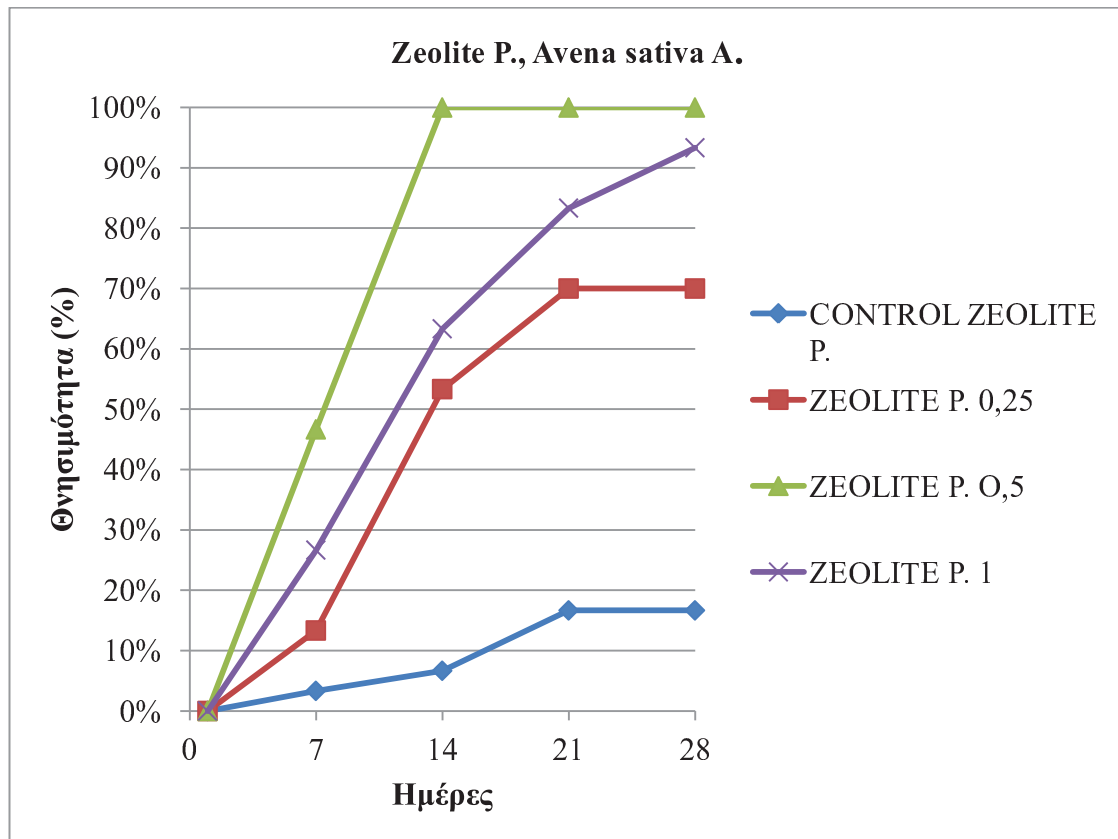
Στο διάγραμμα φαίνεται ότι τα πιο αποτελεσματικά σκεύασμα ήταν ο ζεόλιθος σε σκόνη σε ποσότητα 1gr. αγγίζοντας το 53% αλλά και με ποσοστό 50% σε ποσότητα 1ml είναι και το Lecan. Τέλος σε ίδιο ποσοστό αποτελεσματικότητας 40% είναι το Lecan 0,5ml και το Metab 1ml.

6.3 Αποτελεσματικότητα σε αναποφλοιώτη βρώμη



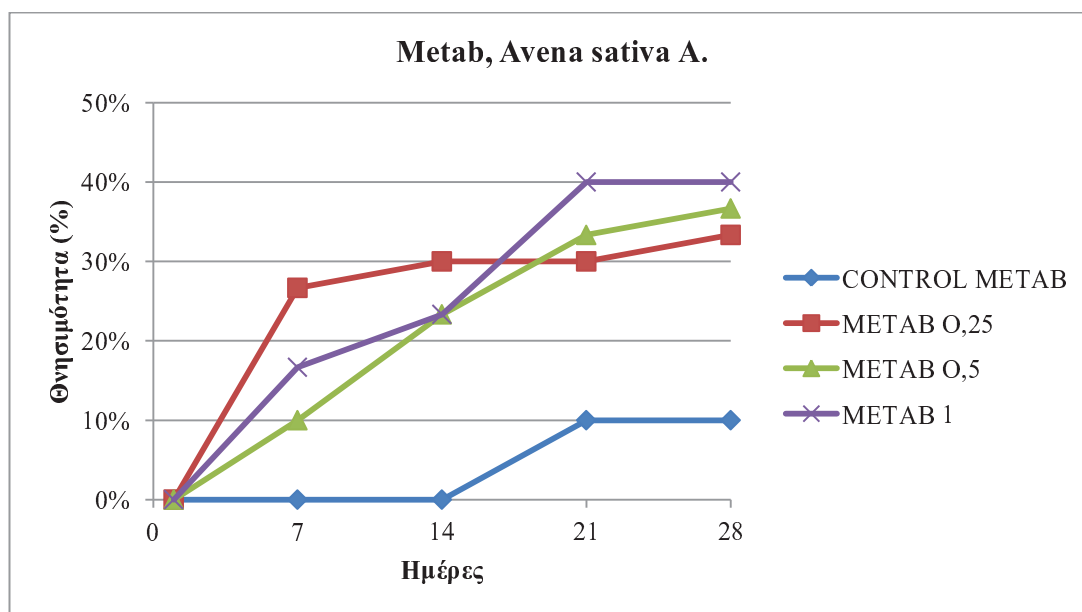
Διάγραμμα 6.11 Θνησιμότητα (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης του σκευάσματος ζεόλιθου σε μορφή εναιωρήματος στο προϊόν βρώμη αναποφλοιώτη σε περιεκτικότητα 0,25ml, 0,5ml, και 1ml., Control Zeolite = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Παρατηρούμε ότι οι τρεις ποσότητες που επιλέχθηκαν, προκάλεσαν διαφορετικού βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία. Στο διάγραμμα παρατηρούμε τη θνησιμότητα που προέκυψε ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος, λόγω της δράσης του ζεόλιθου. Η θνησιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 17% για την συγκέντρωση ζεόλιθου 0,25ml. Στην περίπτωση του ζεόλιθου σε συγκέντρωση 0,5ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% έως 23% και τέλος η θνησιμότητα στην ποσότητα 1ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 27%. Η θνησιμότητα στο μάρτυρα κυμάνθηκε από 0% έως και 3%.



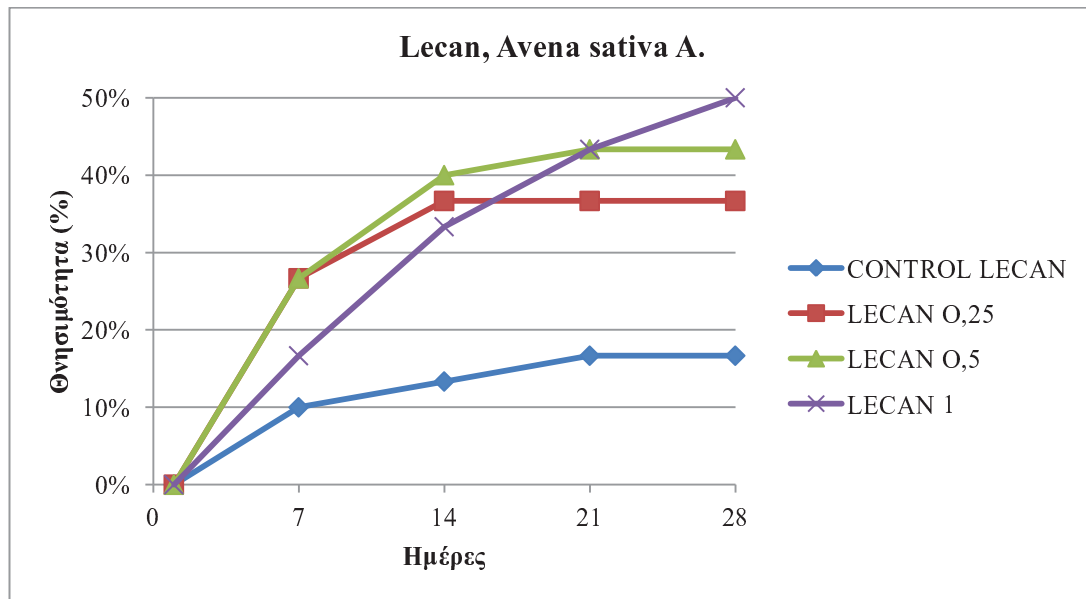
Διάγραμμα 6.12 Θνησιμότητα (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης του σκευάσματος ζεόλιθου σε μορφή σκόνης στο προϊόν βρώμη αναποφλοιώτη σε περιεκτικότητα 0,25gr, 0,5gr, και 1gr., Control Zeolite P. = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Παρατηρούμε ότι οι τρεις ποσότητες που επιλέχθηκαν, προκάλεσαν διαφορετικού βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία. Στο διάγραμμα παρατηρούμε τη θνησιμότητα που προέκυψε ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος, λόγω της δράσης του ζεόλιθου σε σκόνη. Η θνησιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 70% για την συγκέντρωση ζεόλιθου σε σκόνη 0,25gr. Στην περίπτωση του ζεόλιθου σε σκόνη σε συγκέντρωση 0,5gr κυμάνθηκε μεταξύ 0% έως 100% και τέλος η θνησιμότητα στην ποσότητα 1gr κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 93%. Η θνησιμότητα στο μάρτυρα κυμάνθηκε από 0% έως και 17%.



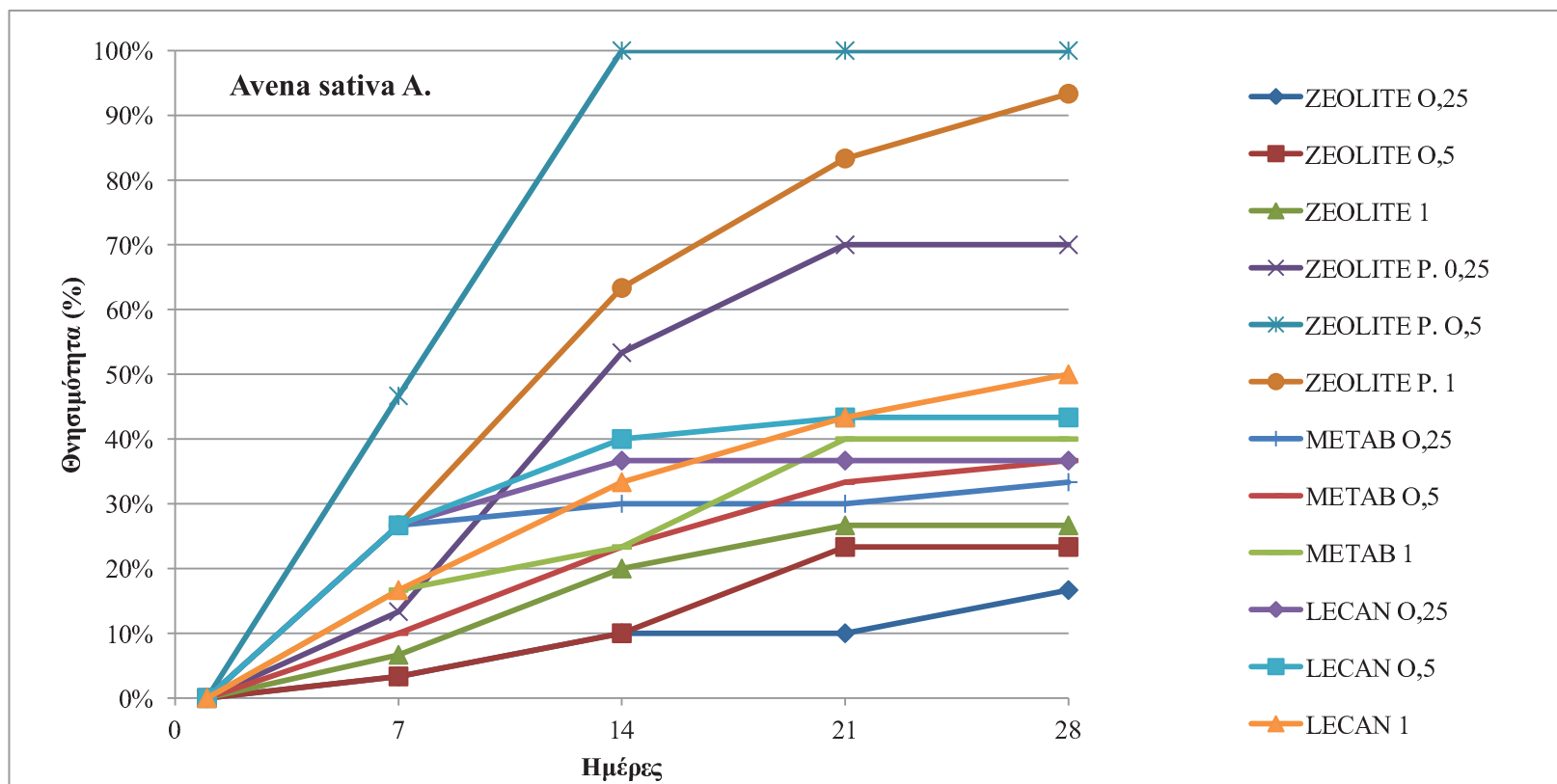
Διάγραμμα 6.13 Θνησιμότητα (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης του σκευάσματος Metab σε μορφή εναιωρήματος στο προϊόν βρώμη αναποφλοιώτη σε περιεκτικότητα 0,25ml, 0,5ml, και 1ml., Control Metab = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Παρατηρούμε ότι οι τρεις ποσότητες που επιλέχθηκαν, προκάλεσαν διαφορετικού βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία. Στο διάγραμμα παρατηρούμε τη θνησιμότητα που προέκυψε ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος, λόγω της δράσης του Metab. Η θνησιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 33% για την συγκέντρωση Metab 0,25ml. Στην περίπτωση του Metab σε συγκέντρωση 0,5ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% έως 37% και τέλος η θνησιμότητα στην ποσότητα 1ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 40%. Η θνησιμότητα στο μάρτυρα κυμάνθηκε από 0% έως και 10%.



Διάγραμμα 6.14 Θνησιμότητα (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης του σκευάσματος Lecan σε μορφή εναιωρήματος στο προϊόν βρώμη αναποφλοιώτη σε περιεκτικότητα 0,25ml, 0,5ml, και 1ml., Control Lecan = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Παρατηρούμε ότι οι τρεις ποσότητες που επιλέχθηκαν, προκάλεσαν διαφορετικού βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία. Στο διάγραμμα παρατηρούμε τη θνησιμότητα που προέκυψε ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος, λόγω της δράσης του Lecan. Η θνησιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 37% για την συγκέντρωση Lecan 0,25ml. Στην περίπτωση του Lecan σε συγκέντρωση 0,5ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% έως 43% και τέλος η θνησιμότητα στην ποσότητα 1ml κυμάνθηκε μεταξύ 0% και 50%. Η θνησιμότητα στο μάρτυρα κυμάνθηκε από 0% έως και 17%.



Διάγραμμα 6.15 Συνολική καταγραφή της θνησιμότητας (%) των ακμαίων του εντόμου *T. confusum* λόγω της επίδρασης των σκευασμάτων Zeolite, Zeolite P., Metab και Lecan στο προϊόν βρώμη αναποφλοιώτη σε περιεκτικότητα 0,25ml, 0,5ml, και 1ml. Control = μάρτυρας (νερό), για το χρονικό διάστημα 28 ημερών στους 25°C.

Στο διάγραμμα 6.15 παρατηρούμε συγκριτικά τα αποτελέσματα από τις διάφορες μεταχειρίσεις και την πρόκληση διαφορετικού βαθμού θνησιμότητας στα ακμαία *T. confusum* σιτιζόμενα σε αναποφλοιώτη βρώμη, ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος.

Στο διάγραμμα παρατηρούμε τη θνησιμότητα που προέκυψε ανά επτά ημέρες και μέχρι το τέλος του πειράματος. Στο διάγραμμα φαίνεται ότι τα πιο αποτελεσματικά σκεύασμα ήταν ο ζεόλιθος σε σκόνη σε ποσότητα 0,5gr. αγγίζοντας το 100% αλλά επίσης και με ποσοστό 93% σε ποσότητα 1gr είναι ο ζεόλιθος σε σκόνη.

7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Σύγχρονη τάση στο πεδίο της αποθήκευσης προϊόντων με ολοκληρωμένες μεθόδους παραγωγής και διαχείρισης ευνοεί την ανάπτυξη βιολογικών σκευασμάτων, που τείνουν να αντικαταστήσουν χημικά-συνθετικά σκευάσματα με τα οποία αντιμετώπιζονταν οι ασθένειες, οι προσβολές και η θήρευση των καλλιεργειών. Για το σκοπό αυτό, πολλά είδη εντομοπαθογόνων μυκήτων έχουν χρησιμοποιηθεί εναντίον διαφόρων επιβλαβών για τις καλλιεργείες εντόμων και έχουν επιδείξει ικανοποιητικά επίπεδα ελέγχου. Αρκετά είδη εξ αυτών έχουν αναφερθεί ως σημαντικοί παράγοντες αντιμετώπισης απιζήμιων εντόμων – εχθρών στις καλλιεργείες, όπως οι εντομοπαθογόνοι μύκητες της τάξης *Hyrocerales M. robertsii*, *B. bassiana* και *Lecanicillium lecanii* (Glare et al. 2002, Tefera και Pringle 2003, 2004, Liu και Buer 2006, Marannino et al. 2006, Er et al. 2007, Meyer et al. 2008, Zimmermann 2008, Godonou et al. 2009, Abood et al. 2010, Sevim et al. 2010, Pogetto et al. 2012).

Απώτερος σκοπός της πτυχιακής αυτής μελέτης ήταν η παρατήρηση και μελέτη της εντομοπαθογόνου δράσης των μυκήτων *B. bassiana*, *M. robertsii* και *Lecanicillium lecanii* καθώς και του ορυκτού ζεόλιθου σε σκόνη και σε εναιώρημα επί των ακμαίων του εντόμου *Tribolium confusum*. Από τα αποτελέσματα στο κάθε προϊόν ξεχωριστά προκύπτει ότι όσον αφορά στη μηδική, αποτελεσματικότερο σκεύασμα είναι ο ζεόλιθος σε σκόνη σε ποσότητα 1gr. Στην βρώμη σε νιφάδες αποτελεσματικότερο σκεύασμα ήταν επίσης ο ζεόλιθος σε σκόνη σε ποσότητα επίσης 1gr και τέλος στην αναποφλοιώτη βρώμη ο ζεόλιθος σε σκόνη στην ποσότητα 0.5gr αλλά και με μικρή διαφορά στην ποσότητα 1gr. Από τη συνολική σύγκριση των αποτελεσμάτων παρατηρούμε ότι το πιο αποτελεσματικό σκεύασμα δεν είναι κάποιος εντομοπαθογόνος μύκητας αλλά το ορυκτό ζεόλιθος, επιπρόσθετος στην μορφή της σκόνης χωρίς την μετατροπή του σε εναιώρημα.

Τα αποτελέσματά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι χρήση ζεολίθου μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο για τον έλεγχο των ακμαίων του εντόμου *Tribolium confusum*. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να φανούν ιδιαίτερα χρήσιμες στο μέλλον για τον έλεγχο του εντόμου και εφόσον αξιοποιηθούν κατάλληλα μέσα από ολοκληρωμένα προγράμματα διαχείρισης εντόμων στην αποθήκη.

ΜΕΡΟΣ Γ

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

8.1 Ελληνόγλωσση

- Αθανασιάδης Χ. (2007) «Έντομα αποθηκών και μέθοδοι αντιμετώπισης τους», Ηράκλειο.
- Δέσποινα Παπακώστα-Τασοπούλου (2012) «Ειδική γεωργία σιτηρά & ψυχανθή», εκδόσεις Συγχρονη Παιδεία , Θεσσαλονίκη.
- Καραμάνος Α., 1999, *Τα σιτηρά των θερμών κλιμάτων: Αραβόσιτος-Σόργο-Ρύζι-Κεχρί*, Εκδόσεις Παπαζήση: Αθήνα.
- Λαδογιάννης Γ. (2009) «Τροφικές προτιμήσεις του *Tribolium confusum* και ανάπτυξη του σε συστατικά ιχθυοτροφών», Βόλος. λαχανικών. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ.254.
- Μαντζούκας Δ. Σ. (2012) «Διερεύνηση της επίδρασης του εκχυλίσματος κρόκου στην αύξηση των εντομοπαθογόνων μυκήτων με την μέθοδο των ημικλεκτικών υποστρωμάτων και στην αποτελεσματικότητα τους επί των προνυμφών του εντόμου *Sesamia nonagrioides*», Πάτρα.
- Μπούχελος Κ. Θ. , 1981. Πληθυσμός Κολεοπτέρων σε αλευρόμυλους και συναφείς χώρους. Χρον. Μπενάκειου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου, (Ν.Σ.),13: 6-29. Κηφισιά.
- Μπούχελος Κ. Θ. , 1984. Έντομα αποθηκών. Χρον. Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου. Κηφισιά.
- Μπουχέλος Κ.Θ. (2005) «Έντομα αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων και τροφίμων» , (πανεπιστημιακές εκδόσεις),Αθήνα.
- Ναβροζίδης Ι. Εμμανουήλ – Ανδρεάδης Σ. Στέφανος, Ειδική γεωργική εντομολογία, εκδόσεις COPY CITY PUBLISH, Αθήνα, 2013
- 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.
- Υπουργείο Γεωργίας, 1966. Κανονισμός λειτουργίας απεντομωτηρίων απολυμαντηρίων γεωργικών ειδών.

8.2 Ξενόγλωσση

- Baldwin R. and Fasoulo T., 2003. Confused flour beetle, *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). University of Florida, institute of food and agricultural
- Bennett S.M., 2003. Stored products insects, *Tribolium confusum* (Coleoptera)
- Bischoff, J.F., Rehner, S.A., Humber, R.A., 2009. A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. Mycologia. 101: 512-530.
- Bradbury, D., M.M. MacMasters and I.M. Cull. 1956. Structure of mature wheat Kernel III. Microscopic structure of the endosperm of hard red winter wheat. Cereal Chemistry 33:373-391.
- Cameron, J. W. M. 1973. Insect pathology. In History of Entomology. Ann. Rev. Entomol. pp 285-300.
- Campbell, W.P., J.W. Lee, T.P. O'Brien, and M.G. Smart. 1981. Endosperm morphology and protein body formation in developing wheat grain. Australian Journal of Plant Physiology 8:5-20.
- Cantell, G. E., 1974a. Insects Diseases, Vol. I. Marcel Dekker, New York.
- Day E., 1996. Confused flour beetle, *Tribolium confusum* (Coleoptera:Tenebrionidae). Virginia polytechnic institute and state university, insect identification laboratory.
- Driver, F., Milner, R.J., Trueman, W.H.A., 2000. A Taxonomic revision of *Metarhizium* based on sequence analysis of ribosomal DNA. Mycological Research. 104: 135-151.
- Ferron P., Fargues J. και Riba G. 1991. Fungi as microbial insecticides against pests. In Arora DK., Ajello L., Mukerji KG., eds. Handbook of applied mycology. Vol.2 Humans, animals and insects. New York: Marcel Dekker. pp 665-706.

- Ferron, P., 1981. Pest control by the fungi *Beauveria* and *Metarhizium*. In: H.D. Burges (ed), *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970–1980*. Academic Press, London. pp 465–482.
- Gillespie, A.T., Claydon, N., 1989. The use of entomogenous fungi for pest control and the role of toxins in pathogenesis. *Pesticide Science*. 27: 203–215.
- Hajek, A.E., McManus, M.L., Delalibera Jr., I., 2007. A review of introductions of pathogens and nematodes for classical biological control of insects and mites. *Biol. Control*. 41: 1-13.
- Hajek, A.E., St. Leger, R.J., 1994. Interactions between fungal pathogens and insect hosts. *Annual Review of Entomology*. 39:293–322.
- Hall, R.A. και Papierok, B., 1982. Fungi as biological control agents of arthropods of agricultural and medical importance. *Parasitology*. 84: 205–240.
- Hamblin. A.,D. Tennant and M.W. Perry. 1990. The cost of stress: Dry matter partitioning changes with seasonal supply of water and nitrogen to dryland wheat. *Plant Soil* 122:47-58.
- Horn, A. S. (1915). *Ann. Appl. Biol.*, 2: 109-111.
- 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.
- http://creatures.ifas.edu/urban/beetles/red_flour_beetle (html).
- <http://ext.vt.edu/departments/entomology/factsheets/confused.html>
- Lacey, L.A. και Brooks, W.A. 1997. *Biological techniques series – Manual of techniques in insect pathology*. Academic press, London.
- Lersten, N.R. 1987. Morphology and anatomy of the wheat plant. In Heyne E.G. (ed.) *Wheat and wheat improvement* pp. 33-73. American Society of Agronomy, Inc., Madison, USA, Agronomy Series No 13, Second edition.
- Roberts, D.W., St. Leger, R.J., 2004. *Metarhizium* spp., cosmopolitan insect-pathogenic fungi: mycological aspects. *Adv. Appl. Microbiol.* 54: 1-70.
- S.V. Shinde*, K.G. Patel, M.S. Purohit, J.R. Pandya and A.N. Sabalpara (2010) «LECANICILLIUM LECANII (ZIMM.) ZARE AND GAMES” AN IMPORTANT BIOCONTROL AGENT FOR THE MANAGEMENT OF INSECT PESTS», India Sciences, Department of Entomology and Nematology.

- Steinhaus, E. A. 1949. *Principles of Insect Pathology*. McGraw-Hill Book Company, Inc., N.Y., U.S.A., p: 166-177, 228-9, 318-9, 417-421, 633-7.
- Stoskopf, N.C. 1985. Cereal grain crops. Reston Pub. Co., Inc., Reston, Virginia. Tenebrionidae). <http://www.ma.utexas.edu>
- Welch, H.E. 1963. *Nematode Infections*. In: Insect Pathology, An Advanced Treatise, Volume 2, Ed: Steinhaus, E, Academic Press, London, pp 364-365.
- Zimmermann, G., 2007. Review on safety of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*, *B.brougniartii*. Published in: Biocontrol Science and Technology Vol. 17(6): 553-596.