

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
Ι Δ Ρ Υ Μ Α



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)

ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**«Οικοτοξικολογία πυρεθρινοειδές εντομοκτόνου στο
αρπακτικό *Coccinella septempunctata*»**

Πτυχιακή διατριβή
Κορολόγος Γεώργιος

A.M 2010-025

Καλαμάτα, Μάιος 2016

«ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ
ΕΥΘΥΝΗΣ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Πτυχιακή μου Εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης του Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η Πτυχιακή Εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Όνομα & Επώνυμο Συγγραφέα (Με Κεφαλαία):

...ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΟΡΟΛΟΓΟΣ.....

Υπογραφή (Ολογράφως, χωρίς μονογραφή):



Ημερομηνία (Ημέρα – Μήνας – Έτος):

...9 Ιουνίου 2016.....»

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη αγάπη και φροντίδα που μου προσφέρουν αλλά και την ηθική και οικονομική υποστήριξη που μου παρείχαν ως φοιτητής τα έτη των σπουδών μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον υπεύθυνο επιβλέποντα Δρ. Σκούρα Παναγιώτη για τη συνεχή καθοδήγηση και επίβλεψη, τη βοήθεια και τη στήριξη του μέχρι το τέλος της εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να αφιερώσω αυτή την πτυχιακή διατριβή στον αδερφό μου Χρήστο, για το λόγο ότι δεν βρίσκεται πλέον δίπλα μου.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
Πρόλογος	6
Εισαγωγή	7
A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο ΑΦΙΔΕΣ.....	9
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	9
1.2 Βιολογικός κύκλος των αφίδων.....	10
1.3 Η αφίδα <i>Aphis fabae</i> Scopoli (Hemiptera: Aphididae)	12
1.4 Ζημιές	15
1.5 Καταπολέμηση εντόμων	16
1.5.1 Χημική καταπολέμηση.....	16
1.5.1.1 Πλεονεκτήματα χημικής καταπολέμησης	17
1.5.1.2 Μειονεκτήματα χημικής καταπολέμησης	17
1.5.2 Βιολογική καταπολέμηση.....	18
1.5.2.1 Πλεονεκτήματα βιολογικής καταπολέμησης	19
1.5.2.2 Μειονεκτήματα βιολογικής καταπολέμησης.....	19
1.5.3 Ολοκληρωμένη καταπολέμηση.....	20
1.5.3.1 Πλεονεκτήματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης.....	22
1.5.3.2 Μειονεκτήματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης	22
1.6 Πυρεθροειδή	23
1.6.1 Φυσικά πυρεθροειδή ή πυρεθρινοειδή	23
Κεφάλαιο 2: Φυσικοί εχθροί	24
2.1 Τα αρπακτικά έντομα	24
2.2 Το αρπακτικό <i>Coccinella septempunctata</i> (Coleoptera: Coccinellidae).....	25
2.3 Το είδος <i>Coccinella septempunctata</i> L. (Coleoptera: Coccinellidae)	29
B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	32
B. Ειδικό Μέρος.....	33
Εισαγωγή	33
Υλικά και μέθοδοι.....	34
Πειραματικό υλικό	34
Αποικία αφίδων	34
Αποικία αρπακτικών	35
Φυτά.....	36

Πειραματική μεθοδολογία	37
Ανάλυση στοιχείων	37
Αποτελέσματα – Συζήτηση.....	38
Βιβλιογραφία.....	41

Πρόλογος

Η παρούσα εργασία θα μελετήσει την επίδραση των εντομοκτόνων στους φυσικούς εχθρούς και ιδιαίτερα στο αρπακτικό έντομο *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae).

Η πτυχιακή διατριβή αποτελείται από δύο μέρη, το γενικό και το ειδικό. Στο γενικό μέρος περιγράφεται ο βιολογικός κύκλος των αφίδων και του αρπακτικού εντόμου *Coccinella septempunctata*. Αναφέρονται στοιχεία για την μορφολογία και τις διατροφικές συνήθειες του αρπακτικού. Επίσης δίνονται πληροφορίες για τη χρήση της χημικής, βιολογικής και ολοκληρωμένης καταπολέμησης.

Το ειδικό μέρος περιλαμβάνει την περιγραφή των πειραματικών εργασιών, που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της διατριβής, στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Α.Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου, τα αποτελέσματα και τη συζήτηση αυτών.

Εισαγωγή

Τα φυτά με την πάροδο του χρόνου ζημιώνονται όλο και περισσότερο από εντομολογικούς εχθρούς. Γι' αυτό κρίθηκε αναγκαία η μελέτη και η έρευνα για μία αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση. Η ραγδαία πρόοδος της επιστήμης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση των μέτρων καταπολέμησης και στις στρατηγικές εφαρμογής τους.

Στα πλαίσια της προστασίας της φυτικής παραγωγής λαμβάνονται μέτρα εναντίον των επιζήμιων εντομολογικών εχθρών. Αυτό συμβαίνει στην περίπτωση που οι φυσικοί εχθροί δεν επαρκούν για τη μείωση του πληθυσμού των επιβλαβών εντόμων στα επιθυμητά όρια. Για την επίτευξη του στόχου της προστασίας της φυτικής παραγωγής, χρησιμοποιούνται μέθοδοι καταπολέμησης και μέσα λαμβάνοντας υπόψιν την σωστή εφαρμογή με τις απαραίτητες γνώσεις και την συνεκτίμηση διαφόρων παραγόντων. Στις κύριες μεθόδους καταπολέμησης περιλαμβάνονται η χημική, η βιολογική, και η ολοκληρωμένη μέθοδος καταπολέμησης.

Η χημική καταπολέμηση των εντόμων είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος καταπολέμησης. Παρόλο που η χρήση της εφαρμογής εμφανίζει πολύ θετικά αποτελέσματα στον περιορισμό του πληθυσμού των επιβλαβών εντόμων, δεν θεωρείται πλέον η καταλληλότερη μέθοδος αντιμετώπισης όλων των εχθρών. Η χημική καταπολέμηση δημιουργεί κινδύνους για το περιβάλλον (καταστροφή ωφέλιμων εντόμων, ανθεκτικότητα βλαβερών εντόμων) και για τον ίδιο τον άνθρωπο (τοξικότητα χημικών ουσιών). Οι σύγχρονες τάσεις φυτοπροστασίας συστήνουν τον περιορισμό της χρήσης χημικών εντομοκτόνων και την ενίσχυση εναλλακτικών μεθόδων, όπως η χρήση εντομοκτόνων φυτικής προέλευσης με μειωμένη επίδραση στα ωφέλιμα έντομα.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία θα μελετήσει την επίδραση του πυρεθρινοειδές εντομοκτόνου πάνω στο αρπακτικό έντομο *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae).

A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΑΦΙΔΕΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η οικογένεια Aphididae περιλαμβάνει έντομα μικρών διαστάσεων με τα κοινά ονόματα μελίγκρες ή αφίδες. Τα συγκεκριμένα έντομα ανήκουν στην υπεριοικογένεια Arhidoidea και στην τάξη Homoptera. Το σώμα τους είναι μικρό, ευαίσθητο, ελάχιστα χτινισμένο και λείο ή τριχωτό. Το μέγεθος ποικίλλει από 0,5 έως 7 χιλιοστά και σε σπάνιες περιπτώσεις φτάνει μέχρι τα 10 χιλιοστά. Η κεφαλή είναι ευδιάκριτη με μακριές κεραίες και 3-6 μακριά και λεπτά άρθρα, εκτός των βασικών (που είναι μικρότερα και παχύτερα). Οι κεραίες διαθέτουν τα αισθητήρια όργανα, αποτελούμενα από λακκίσκο περιβαλλόμενου από προεξέχοντος δακτυλίου. Οι οφθαλμοί είναι σύνθετοι ενώ τα πτερωτά είδη διαθέτουν και 3 απλούς οφθαλμούς. Ο θώρακας είναι ορατός στις πτερωτές μορφές και λιγότερο ορατός στις άπτερες μορφές. Τα πόδια είναι λεπτά και μακριά με ταρσούς με 2 άρθρα. Τα φτερά, εφόσον διαθέτουν, είναι 4, μεμβρανώδη, με ελάχιστες νευρώσεις και περισσότερο ανεπτυγμένα τα μπροστά σε σύγκριση με τα πίσω. Η κοιλία είναι ανεπτυγμένη εν μέρει και αποτελείται από 9 εμφανών δακτύλων με τον τελευταίο δάκτυλο να σχηματίζει αιχμή. Η αιχμή αυτή ονομάζεται ουριαία απόφυση και εντοπίζεται στα νώτα του 7^{ου} κοιλιακού δακτύλου. Στα νώτα του 5^{ου} κοιλιακού δακτύλου, στις περισσότερες αφίδες, εντοπίζεται ένα ζευγάρι σωληνόμορφων αποφύσεων με την ονομασία σιφώνες ή κεράτια. Οι σιφώνες είναι εκφορητικοί αγωγοί αδένων που παράγουν φερομόνες συναγερού. Το μελίτωμα που εκκρίνεται πέφτει πάνω στα φύλλα, στα κλαδιά και στους καρπούς και αναπτύσσεται επιφανειακή καπνιά. Με αυτή την κηρώδη ουσία τρέφεται πλήθος εντόμων, κυρίως τα μυρμήγκια. Εκτός των προαναφερθέντων σιφώνων δύναται να υφίστανται και κηρογόνοι αδένες, διάσπαρτοι στο σώμα. Τα στοματικά τους μόρια είναι νυσσό-μυζητικού τύπου (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 2003).

Τα περισσότερα είδη αφίδων τρέφονται με νεαρούς τρυφερούς βλαστούς που τους παρέχουν μεγάλη συγκέντρωση σε θρεπτικά στοιχεία. Όταν οι αφίδες τρέφονται με άνθη, βλαστούς και νεαρά φύλλα τους προκαλούν κατσάρωμα ή παραμόρφωση με αποτέλεσμα τη φυσική

καταστροφή και αντίδραση του φυτού στα συστατικά του σιέλου των αφίδων (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 2003).

Κατά τη διάρκεια των μηνών Μαΐου και Ιουνίου συναντάμε πληθώρα αφίδων εξαιτίας του θερμού και υγρού κλίματος. Την περίοδο αυτή οι ανοιξιάτικες καλλιέργειες βρίσκονται σε ευαίσθητο στάδιο ανάπτυξης. Την άνοιξη τα παρθενογενετικά θηλυκά αναπαράγονται με ταχύτατους ρυθμούς λόγω των ευνοϊκών καιρικών συνθηκών που επικρατούν και των άφθονων τρυφερών φύλλων και βλαστών, τα οποία ευνοούν την ανάπτυξη τους. Στην Ελλάδα ο μεγαλύτερος πληθυσμός παρατηρείται τον Μάιο, σε αντίθεση με το καλοκαίρι όπου το θερμό και ξηρό κλίμα του, μειώνει σημαντικά την αναπαραγωγή και κατά συνέπεια το πληθυσμό των αφίδων (Tsitsipis et al. 1998).

Οι περισσότεροι φυσικοί εχθροί των αφίδων προέρχονται από διάφορες τάξεις εντόμων και είναι ικανοί να μειώσουν το ρυθμό αύξησής τους. Μεταξύ των αποτελεσματικών φυσικών εχθρών συμπεριλαμβάνονται τα αρπακτικά Neuroptera των οικογενειών Chrysopidae και Hemerobiidae (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 1998), αρπακτικά κολεόπτερα της οικογένειας Coccinellidae, όπως *Coccinella septempunctata* L. και *Hippodamia convergens* (Katsarou et al. 2005), *Hippodamia undecimnotata* (Schneider) (Σκούρας και συνεργάτες 2007), αρπακτικά Diptera της οικογένειας Syrphidae και παρασιτοειδή Hymenoptera των οικογενειών Braconidae, Chalcididae και Proctotrypidae (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 1998). Επίσης υπάρχουν είδη που ανήκουν στα αραχνοειδή και σε taxa μυκήτων, όπως είδη των γενών *Empusa*, *Entomophthora* και *Verticillium*.

1.2 Βιολογικός κύκλος των αφίδων

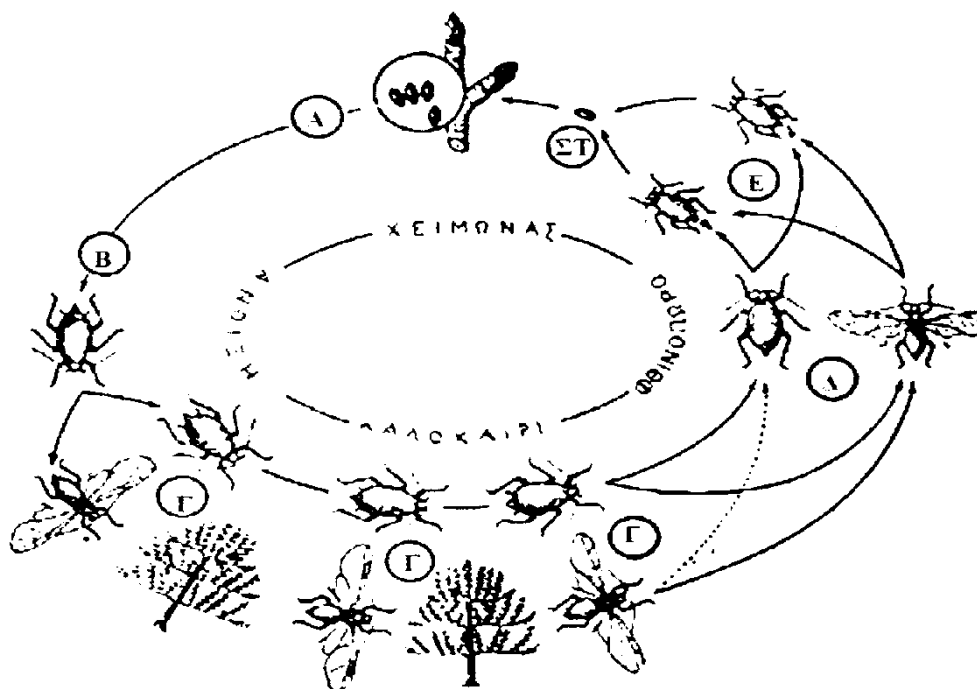
Ο κύκλος ανάπτυξης των αφίδων χαρακτηρίζεται ως πολύπλοκος και πολυμορφικός διότι περιλαμβάνει διάφορες μορφές, με ειδικές και διάφορες συνήθειες. Οι αφίδες έχουν υψηλό αναπαραγωγικό δυναμικό και μικρή περίοδο ανάπτυξης δημιουργώντας έτσι μεγάλους πληθυσμούς σε μικρό χρονικό διάστημα. Ανήκουν στα πολυφάγα έντομα και συχνά εντοπίζονται πολλά είδη σε ένα ξενιστή. Στα είδη με δύο ξενιστές παρατηρείται στον

πρωτεύοντα ξενιστή ο λεγόμενος πλήρης αναπαραγωγικός κύκλος και στο δευτερεύοντα ξενιστή ο λεγόμενος ετήσιος μεταναστευτικός κύκλος.

Με βάση τις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί ως προς το βιολογικό κύκλο των αφίδων, μόνο το 10% έχει εντοπιστεί ότι ανήκει στο ετερόοικο (μεταναστευτικό) βιολογικό κύκλο. Την περίοδο του φθινοπώρου πραγματοποιείται η σύζευξη των μεταναστευτικών ειδών αφίδων, όπου εναποθέτουν τα χειμερινά ωά τους. Τα αυγά τους είναι ανθεκτικά και η περίοδος εκκόλαψης αρχίζει στην αρχή της άνοιξης. Το ανώριμο θηλυκό που εκκολάπτεται εκδύει 4 φορές για να εξελιχθεί σε ενήλικο παρθενογενετικό, ωτόκο ή ζωτόκο άπτερο θηλυκό. Είναι το λεγόμενο θεμελιωτικό ή ιδρυτικό (fundatrix) άτομο, Έτσι, με τη γενεά αυτή ιδρύεται η πρώτη αποικία των αφίδων που αναπτύσσεται στο κύριο ξενιστή και συγκροτεί την έναρξη μιας σειράς γενεών παραγόμενων παρθενογενετικά. Ακολουθούν παρθενογενετικές γενεές με άπτερα (apterous fundatrigeniae) που εμφανίζουν διαφοροποίηση ως προς τη μορφολογία τους (Less 1966). Ζούν στο κύριο ξενιστή και αναπαράγονται μέχρι το φθινόπωρο σε περισσότερες από μία γενεές. Έχουν τη δυνατότητα να δώσουν γένεση σε πολλές γενεές παρθενογόνων θηλέων κατά το μεγαλύτερο ποσοστό άπτερων. Κυρίως της 2^{ης} η 3^{ης} γενιάς είναι πτερωτά και καλούνται μεταναστευτικά (migrates ή alate fundatrigeniae), Μεταναστεύουν σε δευτερεύοντες ξενιστές, δίνοντας έτσι αποικίες με γενεές παρθενογενετικά. Οι απόγονοι όταν βρεθούν υπό ευνοϊκές καιρικές συνθήκες (Μάιο-Ιούνιο) εμφανίζουν ταχύτατη ανάπτυξη και πολλαπλασιασμό. Κατά το φθινόπωρο ορισμένα είδη οικογενειών όπως π.χ. το είδος *Aphis Fabae* Scopoli (Aphididae), παράγονται στο δεύτερο ξενιστή θηλυτόκα πτερωτά και αρσενικά που θα μεταναστεύσουν στον κύριο ξενιστή. Εκεί τα θηλυτόκα θα γεννήσουν το ωτόκα θηλυκό που εναποθέτουν τα χειμερινά ωά, μετά από σύζευξη (Σκούρας, 2009).

Συναντάμε συχνά κάποια είδη να παρουσιάζουν τον πλήρη κύκλο με φυλογόνα και αμφιγονικά άτομα, ενώ σε άλλα οι μορφές αυτές δεν υπάρχουν και η ανάπτυξη διαιωνίζεται μόνο μέσω το παρθενογόνων. Τα φυλογόνα γεννούν στον πρωτεύοντα ξενιστή άπτερα αρσενικά και ωτόκα θηλυκά. Υπάρχει αμφιγονική γενεά, οι αφίδες διαχειμάζουν στο στάδιο του αυγού. Στην περίπτωση που υπάρχουν μόνο παρθενογόνα θήλεα, αυτά μπορεί να

συνεχίσουν να ζούν κατά την διάρκεια του χειμώνα πάνω στα φυτά που διατηρούν το φύλλωμά τους, ακόμα και σε θερμοκρασίες -10°C , επαναλαμβάνοντας τη δράση τους μόλις ανέβει η θερμοκρασία. (Williams & Dixon 2008)



Εικόνα 1. Βιολογικός κύκλος αφίδας: Α : Επώαση Χειμέριου αυγού, Β : Θεμελιωτικό άτομο, Γ : Παρθενογενετικές γενεές, Δ : Φυλογόνα άτομα, Ε : Αμφιγονικά άτομα, ΣΤ : Χειμέριο Αυγό.

1.3 Η αφίδα *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae)

Η αφίδα *Aphis fabae* Scopoli, είναι η επιστημονική ονομασία της μαύρης αφίδας των κουκιών (*Vicia faba*). Ανήκει στην οικογένεια Aphididae της τάξης των Ημίπτερων (Hemiptera).

Είναι έντομο μικρού μεγέθους, δυσδιάκριτο με μαλακό αχλαδόμορφο ευαίσθητο σώμα. Έχει μέγεθος 1,8 έως 2,5 χιλιοστά και χρώμα μαύρο έως υποπράσινο. Τα πόδια είναι κοντά με ανοιχτό καστανό χρώμα στους πρόσθιους μηρούς και σκούρο καστανό στους μέσους και οπίσθιους μηρούς. Οι κνήμες διαθέτουν 1 έως 2 άρθρα σε κάθε ταρσό. Το χρώμα των κνημών

είναι υποκίτρινο και των ταρσών μαύρο. Τα κεράτια είναι κυλινδρικά, μαύρα ελαφρώς στενούμενα στο άκρο. Το σωματικό περίβλημα είναι ασθενώς δικτυωτό. Το ειδικό χαρακτηριστικό του είδους που παρατηρείται και διακρίνεται από τις υπόλοιπες μαύρες αφίδες είναι ότι η πίσω κνήμη του έκφυλου θηλυκού ατόμου είναι ισχυρότατα εξοιδημένη (Bonnemaison L, 1965).

Τα στοματικά μόρια είναι νύσσο-μυζητικού τύπου και αποτελούνται από 4 λεπτές σμήριγγες που περιβάλλονται από σωληνωτό ρύγχος. Το ρύγχος αυτό εκφύεται από τα ισχία των πρόσθιων ποδιών. Οι σμήριγγες είναι πριονωτές για να τρυπάει η αφίδα τους φυτικούς ιστούς (Bonnemaison L, 1965).



Εικόνα 2: Ενήλικο άπτερο άτομο αφίδας *A. fabae*
(Πηγή:http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Aphis_fabae/)

Τα πρώτα ακμαία εμφανίζονται την άνοιξη, από τα μέσα Μαρτίου. Τα ακμαία αυτά θα γεννήσουν άπτερα των οποίων οι απόγονοι περιλαμβάνουν πτερωτές μορφές που μεταναστεύουν σε πολυάριθμους δευτερεύοντες ξενιστές φυτών (Blackman and Eastop, 2000). Η μετανάστευση των πτερωτών θα πραγματοποιηθεί σε ευνοϊκές καιρικές συνθήκες με τη θερμοκρασία να κυμαίνεται μεταξύ των 23 και 30°C και την υγρασία του αέρα 40-80% (Johnson, 1952). Οι αφίδες θα σχηματίσουν συμπαγείς αποικίες αποτελούμενες από χιλιάδες και θα εμφανιστούν μέσα σε αυτές πτερωτές μορφές οι οποίες θα διασπείρονται σε δευτερεύοντες ξενιστές. Έως τα μέσα Ιουνίου παρατηρείται ταχύτατη ανάπτυξη των αποικιών και εξαφανίζονται εντελώς μέχρι τα μέσα Ιουλίου λόγω των μειωμένων προσβολών εξαιτίας της δράσης αρπακτικών και παρασιτοειδών.

Η *Aphis fabae* είναι πολυφάγο έντομο με αριθμό ξενιστών να ξεπερνούν τους 200. Προσβάλλει συνήθως ετήσια ψυχανθή και τεύτλα (Τζανακάκης, 1973). Επίσης, προσβάλλει πολλά καλλιεργούμενα είδη όπως κουκιά, φασόλια, τεύτλα, ρεπάνια, μηδική, πατάτα, ντομάτα, καπνός, χρυσάνθεμα και χηνοπόδια (Μπούρμπο, 1990). Η *Aphis fabae* στηρίζει την διατροφή του στην απομύζηση χυμών από τα φυτικά τμήματα μέσω του ρύγχους του. Τα νύγματα των μαύρων αφίδων προκαλούν την περιτύλιξη και την συρρίκνωση του φυλλώματος του τεύτλου. Επί των κουκιών και των φασολιών, οι αφίδες σχηματίζουν συμπαγείς θήκες, που μπορεί να εμπεριέχουν χιλιάδες άτομα και εντός των αποικιών αυτών, όπου δημιουργούνται αποικίες και με πτερωτές μορφές εντός των αποικιών αυτών. Η παραγωγή μελιτώματος προκαλεί εγκαύματα στο φύλλωμα και κατά συνέπεια παρεμποδίζεται η αύξηση των φυτών και αυξάνονται οι ζημιές.



Εικόνα 3: Αποικία *A. Fabae*

(Πηγή:<http://www7.inra.fr/hyppz/IMAGES/7030671.jpg>)

1.4 Ζημιές

Οι ζημιές που προκαλούν οι αφίδες εντοπίζονται κυρίως σε νεαρά φυτά, ειδικά σε τρυφερούς βλαστούς και φύλλα. Αφαιρούν από το φυτό μεγάλη ποσότητα χυμού και κάποια είδη αφίδων, προκαλούν συστροφή των φύλλων, εξαιτίας του νύγματος που διαθέτουν. Η συστροφή αυτή είναι η προστασία των αφίδων κατά του εντομοκτόνου και έτσι δυσκολεύει την καταπολέμηση τους, όταν δεν πραγματοποιείται έγκαιρα. Γενικότερα μειώνεται το μέγεθος των φύλλων, των βλαστικών τμημάτων και των ριζών του φυτού. Ειδικότερα επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη και την ωρίμανση του φυτού όπως επίσης και την σωστή λειτουργία των προσβαλλόμενων οργάνων. Επίσης παρατηρείται η δημιουργία καρκινωμάτων στους βλαστούς και η εμφάνιση εξογκωμάτων (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 2003).

Συγκεκριμένα είδη αφίδων εκκρίνουν μελιτώδη απορρίμματα που ρυπαίνουν το φυτό με τους καρπούς και ευνοούν τον μύκητα της καπνιάς. Με την εμφάνιση της καπνιάς προσεγγίζονται πολλά μυρμήγκια, τα οποία προφυλάσσουν τις αφίδες από τα αφιδοφάγα έντομα. Οι αφίδες είναι η βασικότερη κατηγορία εντόμων που μεταδίδει φυτοπαθογόνους ιούς. Τα νύγματα αποτελούν είσοδο μικροοργανισμών που προκαλούν την σήψη των προσβεβλημένων οργάνων ή διαφόρων ενώσεων. Οι ιοί, ανάλογα με τον τρόπο που μεταφέρονται, χωρίζονται σε μη έμμονους και έμμονους. Μη έμμονοι ιοί θεωρούνται όσοι παραμένουν στους σιελογόνους αδένες της αφίδας το πολύ δύο ώρες μετά την μόλυνση του φυτού. Οι έμμονοι ιοί παραμένουν στο φορέα για μεγάλη χρονική περίοδο ή μπορεί και για ολόκληρη τη ζωή του. Ο ιός εισέρχεται στον οργανισμό του φορέα μέσω των σιελογόνων αδένων και πολλαπλασιάζεται με τη βοήθεια των υγρών του. Συνεπώς, κάθε φορά που η αφίδα μεταναστεύει σε άλλους ξενιστές, μεταδίδει τον ιό μέσω του σάλιου καθώς νύσσει τους φυτικούς ιστούς. Η *Aphis fabae* είναι φορέας παραπάνω από 30 ιώσεων (Μπούρμπο, 1990).

Οι αφίδες κατατάσσονται μεταξύ των πιώ βλαβερών εχθρών για τα καλλιεργούμενα φυτά εξαιτίας του μεγάλου αριθμού γενεών κατά έτος σε συνδυασμό με τη μετάδοση ιών στα φυτά. Υπό φυσικές συνθήκες, οι αφίδες δεν γίνονται καταστροφικές στην φυτική παραγωγή κι αυτό οφείλεται ως επί το πλείστον στους άφθονους και αποτελεσματικούς φυσικούς εχθρούς, που διαθέτουν (Τσανακάκης & Κατσόγιαννος, 1998).

1.5 Καταπολέμηση εντόμων

1.5.1 Χημική καταπολέμηση

Η χημική καταπολέμηση των εντόμων υπήρξε παλιότερα η πιο αποτελεσματική και διαδεδομένη μέθοδος καταπολέμησης. Γνωρίζοντας τα μειονεκτήματα των χημικών εντομοκτόνων εφαρμόζεται πλέον ένας συνδυασμός χημικής και βιολογικής καταπολέμησης. Έτσι, έχουμε την ολοκληρωμένη μέθοδο καταπολέμησης που είναι πιο φιλική προς το

περιβάλλον και τον άνθρωπο. Η μέθοδος αυτή για να έχει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα προϋποθέτει τα εξής. Πρώτον, δεν πρέπει να εξαφανίζει τα χρήσιμα και ωφέλιμα αφιδοφάγα έντομα, τα οποία συνεχίζουν τη δράση των εντομοκτόνων και δεύτερον να μην συντελεί στην δημιουργία ανθεκτικών πληθυσμών αφίδων ενάντια στα εντομοκτόνα.

Σε περιπτώσεις που οι βιολογικές μέθοδοι καταπολέμησης είναι αναποτελεσματικές στη μείωση των επιζήμιων εντόμων, συστήνεται η χημική καταπολέμηση. Η χημική καταπολέμηση επιλέγεται μόνο όταν υπάρχουν μεγάλοι πληθυσμοί αφίδων σε ένα κομμάτι της καλλιέργειας και πρέπει να παρεμποδιστεί η επέκτασή τους με αποτέλεσμα την μείωση των οικονομικών επιπτώσεων.

1.5.1.1 Πλεονεκτήματα χημικής καταπολέμησης

Θεωρείται η αποτελεσματικότερη μέθοδος καταπολέμησης. Στα πλεονεκτήματα της ανήκει το σύντομο χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη καταπολέμηση των εντομολογικών εχθρών μετά την εφαρμογή του κατάλληλου εντομοκτόνου. Η χημική καταπολέμηση επιφέρει επιτυχημένα και καλύτερα αποτελέσματα με τη συνεχόμενη πρόοδο και εξέλιξη της χημείας και της τεχνολογίας στον τομέα παρασκευής κατάλληλων σκευασμάτων. Πλέον με τα σημερινά δεδομένα, ο καθημερινός στόχος είναι ο περιορισμός της χημικής μεθόδου καταπολέμησης όταν είναι δυνατό να αποφευχθεί. Ο σύγχρονος αγρότης επιλέγει σήμερα βιολογικές μεθόδους, όπως ανθεκτικές ποικιλίες φυτών στα έντομα και καλλιεργητικά μέτρα, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις δεν εξασφαλίζουν ικανοποιητική παραγωγή. Έτσι για να εξασφαλίσει μεγαλύτερη παραγωγή και γρήγορα αποτελέσματα, καταφεύγει στη χρήση εντομοκτόνων (Τζανακάκης, 1995).

1.5.1.2 Μειονεκτήματα χημικής καταπολέμησης

Η αυξανόμενη χρήση των χημικών ουσιών δημιουργεί κινδύνους για το περιβάλλον, με την καταστροφή και των ωφέλιμων οργανισμών. Αυτό οφείλεται στην έντονη βιολογική δραστηριότητα των χημικών ουσιών σε πολλούς οργανισμούς ακόμη και στον άνθρωπο. Επίσης, η χρόνια έκθεση στις χημικές ουσίες εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους για την υγεία των παραγωγών και των καταναλωτών. Για να επιτευχθεί μείωση στη χρήση χημικών ουσιών πρέπει στο μέλλον να υπάρξει ορθολογική χρήση των

εντομοκτόνων (κατάλληλο σκεύασμα, σωστός χρόνος και σωστή δοσολογία) από τους καλλιεργητές, για την προστασία της γεωργικής παραγωγής και για τον άνθρωπο (Δημόπουλος, 2004).

Σε γενικές γραμμές, η χημική καταπολέμηση προκαλεί οικολογικές ανωμαλίες στην ανθεκτικότητα των βλαβερών εντόμων, στα εντομοκτόνα αλλά και στην εξάπλωση τους. Προκαλεί μόλυνση τους εδάφους, μόλυνση των υδάτων και της τροφικής αλυσίδας και θέτει σε μεγάλο κίνδυνο τον ίδιο τον άνθρωπο από τη χρήση των τοξικών αυτών ουσιών (Τζανακάκης, 1995).

1.5.2 Βιολογική καταπολέμηση

Στην βιολογική καταπολέμηση για την μείωση των φυτοφάγων εντόμων χρησιμοποιούνται ωφέλιμα έντομα (predators), τα οποία εκτρέφονται στα εργαστήρια πριν τα απελευθερώσουν στις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Η μέθοδος της βιολογικής καταπολέμησης μιμείται την ίδια τη φύση, όπου ένα έντομο- θηρευτής τρέφεται με κάποιο άλλο έντομο- θήραμα, όπως το είδος *Coccinella Septempunctata* κατά των αφίδων. Χρησιμοποιούνται βακτήρια και διάφοροι μύκητες, όπως το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* για το πράσινο σκουλήκι του βαμβακιού.

Επίσης γίνεται χρήση στερημένων εντόμων (με ακτίνες Χ) όπου απελευθερώνονται στις καλλιέργειες με σκοπό την μη γονιμοποίηση των θηλυκών (Τζανακάκης, 1995). Στη βιολογική μέθοδο καταπολέμησης χρησιμοποιούνται εντομοαπωθητικές ουσίες φυτικής προέλευσης όπως και πολλά αιθέρια έλαια (Howse & Stevens, 1998).

Τέλος χρησιμοποιούνται οι φερομόνες, ορμόνες που εκκρίνονται για την ενδοεπικοινωνία τους, για τον έλεγχο των εντόμων, με τη μέθοδο της παρεμπόδισης του ζευγαρώματος. Στην κατασκευή των φερομονικών παγίδων χρησιμοποιούνται συνθετικές φερομόνες φύλου. Έτσι, δημιουργείται σύγχυση στα αρσενικά στην αναζήτηση τους για τα θηλυκά. Η μέθοδος αυτή είναι φιλική ως προς την καταπολέμηση του πληθυσμού των βλαβερών εντόμων, για το λόγο ότι δεν επηρεάζονται οι πληθυσμοί των ωφέλιμων εντόμων και μειώνεται σημαντικά η χρήση φυτοφαρμάκων (Howse & Stevens, 1998).

1.5.2.1 Πλεονεκτήματα βιολογικής καταπολέμησης

Με την εγκατάσταση και την εξάπλωση, των ωφέλιμων εντόμων σε μια καλλιέργεια περιορίζεται σημαντικά ο πληθυσμός των βλαβερών εντόμων για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα (Τζανακάκης, 1995). Το κόστος για την εφαρμογή της βιολογικής μεθόδου καταπολέμησης του καλλιεργητή είναι μειωμένο, στην περίπτωση που αναλάβει κρατικός φορέας τις πολυδάπανες εργασίες για την εισαγωγή, μελέτη, εκτροφή και επικοινωνία των ωφέλιμων εντομοφάγων εντόμων. Η βιολογική καταπολέμηση είναι ακίνδυνη για τον άνθρωπο, τα ανώτερα ζώα και τα φυτά (Τζανακάκης, 1995).

1.5.2.2 Μειονεκτήματα βιολογικής καταπολέμησης

Η βιολογική καταπολέμηση διαθέτει εντομοφάγα έντομα με περιορισμένες δυνατότητες. Δεν δύναται να ελαχιστοποιήσει σε ικανοποιητικό βαθμό τα βλαβερά έντομα και δεν αποδίδει άμεσα και σίγουρα αποτελέσματα. Προϋποθέτει ειδικά εργαστήρια, εξειδικευμένο προσωπικό για πολυετείς έρευνες και συνεπώς μεγαλύτερες δαπάνες (Τζανακάκης, 1995).

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι τα εισαγόμενα ωφέλιμα έντομα, σε πολλές περιπτώσεις, είναι ικανά να προσβάλλουν εκτός από τα βλαβερά έντομα και τα ωφέλιμα, με σοβαρό κίνδυνο την εξαφάνισή τους από τις καλλιέργειες. Για το λόγο αυτό, προτείνεται μέγιστη προσοχή πριν την εισαγωγή τους ώστε να περιοριστούν οι πιθανές αρνητικές συνέπειες στο οικοσύστημα (Τζανακάκης, 1995).

Για την άσκηση της βιολογικής καταπολέμησης απαιτούνται, καλή γνώση της βιο-οικολογίας για τα φυτοπαράσιτα και για τα καλλιεργούμενα φυτά όπως επίσης καλή γνώση στα ειδικά νομοθετικά μέτρα που προκύπτουν. Ένα σύστημα ελέγχου είναι απαραίτητο για την κατοχύρωση της βιολογικής γεωργίας και την πιστοποίηση των βιολογικών προϊόντων (Δημόπουλος, 2004).

Τέλος να τονιστεί ότι πριν από την εφαρμογή οποιασδήποτε μεθόδου αντιμετώπισης πρέπει να ληφθούν ορισμένα καλλιεργητικά μέτρα που είναι απαραίτητα για την πρόληψη μεγάλων πληθυσμών βλαβερών εντόμων. Τα μέτρα είναι τα εξής:

- Ζιζανιοκτονία.

- Κάλυψη της καλλιέργειας με δίκτυ σκίασης.
- Ορθολογιστική λίπανση.
- Φύτευση υγιών φυτῶριων.
- Εδαφοκάλυψη
- Ρύθμιση χρόνου φύτευσης της καλλιέργειας.
- Τακτικός έλεγχος της καλλιέργειας, των γειτονικών καλλιεργειών και των ζιζανίων.
- Αντιμετώπιση του εντόμου στις πρώτες εστίες τους καταρχήν μηχανικά (κλάδεμα, εκρίζωση).
- Καταστροφή φυτῶν εθελοντῶν (φυτά από προηγούμενη καλλιέργεια).
- Καταστροφή υπολειμμάτων της καλλιέργειας μετά την συγκομιδή. (Σκούρας, 2009).

1.5.3 Ολοκληρωμένη καταπολέμηση

Ο γενικός ορισμός της ολοκληρωμένης καταπολέμησης είναι: «Ένα σύστημα οικολογικά προσανατολισμένης διαχείρισης ή χειρισμού των πληθυσμῶν των βλαβερῶν οργανισμῶν, για τα φυτά, που χρησιμοποιεί όλες τις κατάλληλες τεχνικές και μεθόδους σε συνδυασμό με σκοπό τον περιορισμό του πληθυσμού τους σε τέτοια επίπεδα που να μην επιφέρουν οικονομική ζημιά στην καλλιέργεια».

Ουσιαστικά η ολοκληρωμένη καταπολέμηση είναι ο συνδυασμός όλων των διαθέσιμων μεθόδων καταπολέμησης με ιδιαίτερη βαρύτητα στις εναλλακτικές μεθόδους ως προς τη χημική μέθοδο. Οι μέθοδοι καταπολέμησης είναι οι εξής:

- Καλλιεργητικά μέτρα
- Μηχανικές
- Χημικές
- Βιολογικές
- Γενετικές
- Βιοτεχνολογικές

Στα καλλιεργητικά μέτρα εντάσσεται η καλή κατεργασία του εδάφους, η αμειψισπορά και η χρήση ανθεκτικών φυτών, με σκοπό τη θανάτωση των εντόμων που σε κάποιο στάδιο της ζωής του βρίσκεται στο έδαφος.

Η μέθοδος της μηχανικής βασίζεται στη χρήση ειδικών παγίδων για την προσέλκυση εντόμων μέσω οπτικών, οσφρητικών και τροφικών ερεθισμάτων.

Η χημική μέθοδο είναι πρώτης επιλογής όταν οι υπόλοιπες μέθοδοι δεν αποδίδουν και χρησιμοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε να προκαλέσει όσο το δυνατόν λιγότερες έως και μηδενικές επιδράσεις στις βιολογικές μεθόδους.

Η βιολογική μέθοδος καταπολέμησης αποσκοπεί στη διατήρηση των ιθαγενών ωφέλιμων εντόμων, στην αύξηση του πληθυσμού τους και την εγκατάστασή τους στην καλλιέργεια.

Στη γενετική μέθοδο χρησιμοποιούνται βλαβερά έντομα, στα οποία γίνεται μαζική εκτροφή και στείρωση. Έτσι απελευθερώνουν τα στείρα έντομα για να συζευχθούν με τα άτομα του άγριου πληθυσμού και να καταφέρουν μείωση του αναπαραγωγικού δυναμικού.

Στη βιοτεχνολογική μέθοδο ανήκουν τα γενικώς τροποποιημένα φυτά, τα οποία εμφανίζουν ανθεκτικότητα σε προσβολές εντόμων.

Προκειμένου να εφαρμοστεί η ολοκληρωμένη καταπολέμηση θα πρέπει να πληρεί τις εξής προϋποθέσεις:

- Καλή γνώση της βιο-οικολογίας, τόσο για τους εχθρούς της επιμέρους καλλιέργειας όσο και τους φυσικούς εχθρούς.
- Πιθανές εναλλακτικές μεθόδους για να εφαρμοστούν εκτός από τη χημική μέθοδο.
- Μία μέθοδο με την οποία να είναι εφικτή η παρατήρηση των εχθρών της καλλιέργειας, σε σχέση με την εμφάνισή τους, με την έκβαση του πληθυσμού των εντόμων που προσβάλλουν την καλλιέργεια αλλά και σε σχέση με την έκβαση της πορείας του πληθυσμού των ωφέλιμων εντόμων. Αυτό επιτυγχάνεται με τακτικό οπτικό έλεγχο.
- Ο καθορισμός “ορίου ανεκτής πυκνότητας” και αντίστοιχης “πυκνότητας ή ορίου επέμβασης” για κάθε εχθρό. Το όριο ανεκτής πυκνότητας” είναι το ύψος του πληθυσμού του ζημιογόνου εντόμου όπου εάν ξεπεραστεί θα προκληθεί σημαντική οικονομική ζημιά στην καλλιέργεια. Η “πυκνότητα επέμβασης” θεωρείται το όριο

εκείνο στο οποίο λαμβάνονται τα μέτρα καταπολέμησης. Συνήθως η “πυκνότητα επέμβασης” είναι λίγο πιο κάτω από το “όριο ανεκτής πυκνότητας” με σκοπό να προληφθεί η οικονομική ζημιά της καλλιέργειας.

- Ένα σύστημα που να συνδυάζει παράγοντες και στοιχεία ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί στην πράξη. Απαιτείται συνεργασία επιστημόνων, τεχνικών και παραγωγών με σκοπό τη δημιουργία μίας μεθόδου φυτοπροστασίας που να πληροί τις παραπάνω απαραίτητες προϋποθέσεις και να είναι εφικτό ως προς την εφαρμογή του στην καλλιέργεια (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003).

1.5.3.1 Πλεονεκτήματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης

Σημαντικά πλεονεκτήματα της ολοκληρωμένης καταπολέμησης είναι η μειωμένη μόλυνση του περιβάλλοντος και η ελαχιστοποίηση του κινδύνου για την υγεία του καλλιεργητή και του καταναλωτή. Τα παραγόμενα προϊόντα δεν έχουν υπολείμματα τοξικών ουσιών. Μειώνεται η πιθανότητα δημιουργίας ανθεκτικών φυλών εντόμων στα εντομοκτόνα και δεν επηρεάζονται τα ωφέλιμα έντομα. Επίσης, ο αριθμός των χημικών επεμβάσεων περιορίζεται στο ελάχιστο, απαραίτητο για την προστασία της παραγωγής (Τζανακάκης, 1995).

1.5.3.2 Μειονεκτήματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης

Η ολοκληρωμένη καταπολέμηση προϋποθέτει την ύπαρξη καταρτισμένου και συντονισμένου προσωπικού για την εφαρμογή της. Υπάρχει δυσκολία στην οργανωμένη έρευνα και την ανάπτυξη προγραμμάτων. Για την περεταίρω ανάπτυξη της ολοκληρωμένης καταπολέμησης θα πρέπει οι κρατικοί φορείς να συνειδητοποιήσουν την αναγκαιότητα για ηπιότερους τρόπους προστασίας της φυτικής παραγωγής του αγρότη και του καταναλωτή, και να εφαρμόσουν άμεσα τα απαραίτητα μέτρα (Τζανακάκης, 1995).

1.6 Πυρεθροειδή

1.6.1 Φυσικά πυρεθροειδή ή πυρεθρινοειδή

Τα πυρεθροειδή είναι τα εντομοτοξικά συστατικά του φυτού πύρεθρος. Για την παραγωγή πύρεθρου χρησιμοποιείται το *Chrysanthemum cinerariaefolium* (του γένους *Chrynsathemum*).

Οι πυρεθρίνες έχουν άμεση εντομοκτόνο δράση, μεγάλη εντομοτοξικότητα και μικρή τοξικότητα για τα θερμόαιμα, ικανότητα κατάρριψης των εντόμων (knock down) και μεγάλη χημική αστάθεια στον αέρα και στο φως. Όταν εισέλθουν στον οργανισμό αποδομούνται προς μη τοξικές ουσίες, θεωρούνται κατάλληλες για ψεκασμούς κατοικιών, αποθηκών και στάβλων αλλά δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για φυτοπροστασία στο ύπαιθρο, εξαιτίας της χημικής αστάθειας τους. Είναι αποτελεσματικές εναντίον κουνουπιών, μυγών, μυρμηγκιών, κοριών, κατσαριδών και άλλων φυτοφάγων εντόμων.

1.6.1 Συνθετικά πυρεθροειδή

Πρόκειται για συνθετικές παραγόμενες χημικές ενώσεις παρόμοιες με τις φυσικές πυρεθρίνες. Τα συνθετικά πυρεθροειδή, έχουν μεγαλύτερη εντομοτοξικότητα και μικρότερη τοξικότητα στα θερμόαιμα σε σύγκριση με τα ευρείας χρήσεως οργανικά συνθετικά εντομοκτόνα. Σε αντίθεση με τους περισσότερους χλωριωμένους υδρογονάνθρακες, τα συνθετικά πυρεθροειδή αποδομούνται προς μη τοξικά προϊόντα. Ανάλογα με την ιδιότητα και τη χρήση τους, τα πυρεθροειδή διαχωρίζονται σε σταθερά και ασταθή.

Τα σταθερά συνθετικά πυρεθροειδή διαθέτουν ένα ευρύ φάσμα εντομοτοξικότητας και δρουν ως εντομοκτόνα επαφής και στομάχου. Είναι αποτελεσματικά στο ύπαιθρο εναντίων φυλλοφάγων προνυμφών Λεπιδόπτερων και Υμενόπτερων, πολλών Δίπτερων υγειονομικής σημασίας (μυγών, κουνουπιών κ.ά.) και ορισμένων Κολεοπτέρων. Συγκεκριμένες ουσίες όπως τα cypemethrin, deltamethrin, fenvalerate, cyfluthrin, fenpropathrin, flucithrinате έχουν ικανοποιητική διάρκεια έτσι ώστε να μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να χρησιμοποιηθούν και στην ύπαιθρο. Ακόμη, τα συνθετικά

πυρεθροειδή προκαλούν ζημιά στα ωφέλιμα έντομα (παράσιτα, έντομα) και στις μέλισσες λόγω του μεγάλου εύρους εντομοτοξικότητας. Έχουν παρατηρηθεί και στην Ελλάδα εξάρσεις πληθυσμών βλαβερών εντόμων και φυτοφάγων ακάρεων μετά από εφαρμογή πυρεθροειδών κι αυτό οφείλεται στην εξολόθρευση των ωφέλιμων εντόμων.

Τα ασταθή συνθετικά πυρεθροειδή έχουν παρόμοιες ιδιότητες και χρήσεις με τις πυρεθρίνες. Παρουσιάζουν μεγάλη χημική αστάθεια, ιδίως στο φώς και στο οξυγόνο, γρήγορη εντομοτοξική δράση, κατάρριψη των εντόμων (knock down) και γρήγορη αποδόμηση μέσα στον οργανισμό. Τα ασταθή έχουν μικρότερη χημική σταθερότητα και υπολειμματική διάρκεια από τα σταθερά συνθετικά πυρεθροειδή. Χρησιμοποιούνται σε κατοικημένους ή κλειστούς χώρους για έντομα κατοικιών, αποθηκών και θερμοκηπίων.

Στην ομάδα αυτή ανήκουν οι ουσίες allethrin, bioallethrin, bioresmethrin, resmethrin κ.ά. Ορισμένα ασταθή πυρεθροειδή είναι από τα ασφαλέστερα εντομοκτόνα για τον άνθρωπο και μπορούν να εφαρμοστούν στο ανθρώπινο δέρμα εναντίον ψειρών και ψύλλων (π. χ το bioabioallethrin).

Κεφάλαιο 2: Φυσικοί εχθροί

2.1 Τα αρπακτικά έντομα

Τα αρπακτικά έντομα ανήκουν στην κατηγορία των εντομοφάγων εντόμων. Σε πολλές περιπτώσεις, η δράση των αρπακτικών και παρασιτοειδών μειώνει σημαντικά το πληθυσμό διαφόρων βλαβερών εντόμων. Η κύρια τροφή των περισσότερων αρπακτικών εντόμων είναι οι αφίδες και γι' αυτό λέγονται αφιδοφάγα. Τα αρπακτικά σκοτώνουν και τρέφονται με το θήραμα τους. Ανάλογα σε ποια οικογένεια ανήκουν, υπάρχουν αρπακτικά έντομα (π.χ. Coccinellidae) στα οποία προνύμφες και ενήλικα είναι θηρευτές της τροφής τους, συνήθως αφίδες. Υπάρχουν όμως και τα αρπακτικά που μόνο οι προνύμφες είναι θηρευτές της τροφής τους (π.χ. Syrphidae, Chrysopidae). Παρ' όλα αυτά η επίδραση ενός φυσικού εχθρού

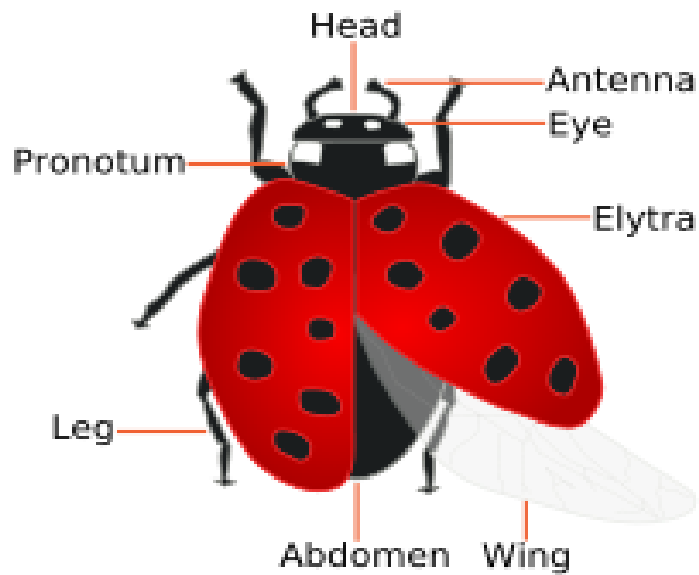
στη μείωση του πληθυσμού ενός βλαβερού εντόμου εξαρτάται κατά πολύ από πολλούς παράγοντες.

Ο συνδυασμός χημικής και βιολογικής καταπολέμησης δεν επιφέρει πάντα ικανοποιητικά αποτελέσματα, εξαιτίας της τοξικότητας των εντομοκτόνων κατά των φυσικών εχθρών. Με την ολοκληρωμένη καταπολέμηση των εχθρών διατηρούνται και ενισχύονται οι φυσικοί εχθροί μέσω της ενίσχυσης των ενδιαιτημάτων τους και γίνεται χρήση εκλεκτικών εντομοκτόνων, που δεν βλάπτουν τους φυσικούς εχθρούς ή διαθέτουν μεγαλύτερη εντομοτοξικότητα (Horper, 2003).

2.2 Το αρπακτικό *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae)

Στην οικογένεια Coccinellidae ανήκουν πάνω από 5000 είδη αρπακτικών. Το όνομα της οικογένειας αυτής προέρχεται από το κόκκινο χρώμα που κυριαρχεί στο κάλυμμα των φτερών των εντόμων που ανήκουν στην οικογένεια Coccinellidae. Όμως, μετά από μία λεπτομερή περιγραφή των εντόμων αυτής της οικογένειας, παρατηρούμε ότι υπάρχει μια μειοψηφία εντόμων που έχουν σκοτεινό χρώμα.

Τα έντομα της οικογένειας Coccinellidae αποτελούνται από την κεφαλή, τον θώρακα και την κοιλιά. Οι κεραίες τους είναι κοντές, ροπαλοειδής και τα πόδια βαδιστικού τύπου. Τα Coccinellidae διαθέτουν το πρόσθιο ζεύγος πτερύγων τροποποιημένο, για να σχηματίζει σκληρά έλυτρα, που ενώνονται σε μια κεντρική γραμμή και σκεπάζουν την κοιλιά. Όταν το έντομο δεν πετά, το πρόσθιο ζεύγος ελύτρων καλύπτει το οπίσθιο ζεύγος πτερύγων. Τα στοματικά μόρια είναι μασητικού τύπου. (Majeruw & Kearns, 1989)



Εικόνα 4: Σχεδιάγραμμα με μορφολογία αρπακτικού εντόμου

(Πηγή:[https://en.wikipedia.org/wiki/Coccinellidae#/media/File:Coccinellidae_\(Ladybug\)_Anatomy.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Coccinellidae#/media/File:Coccinellidae_(Ladybug)_Anatomy.svg))

Τα Coccinellidae είναι ολομετάβολα έντομα, δηλαδή έχουν πλήρη μεταμόρφωση. Ο βιολογικός κύκλος τους μέχρι την ολοκλήρωση της ανάπτυξης τους διαθέτει 4 στάδια, τα οποία είναι: αυγό, προνύμφη 1^{ης} έως 4^{ης} ηλικίας (larva), νύμφη (pupa), και ενήλικο (imago) (Τζανακάκης, 1995).

Αξίζει να σημειωθεί ότι ορισμένοι συγγραφείς αναφέρουν το στάδιο της pre-pupra ως ξεχωριστό στάδιο από αυτό της pupra.

Βιολογικός κύκλος

Τα περισσότερα αρπακτικά έντομα της οικογένειας Coccinellidae, έχουν πλήρες βιολογικό κύκλο που διαρκεί έως και ένα έτος, ανάλογα με το είδος. Η προνύμφη περνά από 4 στάδια μέχρι να νυμφωθεί και στη συνέχεια να μεταμορφωθεί σε ενήλικο. Έτσι, έχουν μια γενιά το χρόνο (Majerus & Kearns 1989).

Αναφέρονται παρακάτω (εκτενέστερα) τα 4 στάδια ολοκλήρωσης του βιολογικού κύκλου των αρπακτικών της οικογένειας Coccinellidae.

Στο πρώτο στάδιο ανήκουν τα ωά, όπου εναποτίθενται την άνοιξη ή αρχές του καλοκαιριού πάνω σε φύλλα και βλαστούς. Τα ωά συνήθως έχουν ωοειδές σχήμα και ποικίλλουν στο χρώμα από ανοικτό κίτρινο έως σκούρο πορτοκαλί. Ο αριθμός των αυγών που γεννιούνται κάθε φορά είναι διαφορετικός αν και τα περισσότερα είδη γεννούν ομάδες αυγών (Majerus & Kearns, 1989). Εκκολάπτονται μέσα σε μερικές ημέρες, (παρόλο που) το διάστημα αυτό ποικίλλει και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία. Λίγες μέρες πριν την εκκόλαψη τα αυγά γίνονται γκριζα (Hodek 1973, Hodek & Honek 1996).



Εικόνα 5: Αρπακτικό έντομο κατά τη διάρκεια εναπόθεσης ωών

(Πηγή:<http://bugguide.net/node/view/678157>)

Στο δεύτερο στάδιο,

Μετά την εκκόλαψη των αυγών, οι νεαρές προνύμφες παραμένουν κοντά στο κέλυφος για μία ημέρα περίπου. Συνήθως τρέφονται με τα κελύφη

τους, ενώ πολύ συχνά τρέφονται με τα αυγά που δεν έχουν εκκολαφθεί ή τις προνύμφες που εκκολάπτονται μετά από αυτές (Hodek & Honek 1996). Μόλις αφήσουν τα κελύφη τους, οι προνύμφες 1^{ου} σταδίου αρχίζουν να τρέφονται κανονικά, αναζητώντας θηράματα, κυρίως αφίδες. Ο τρόπος με τον οποίο τρέφεται είναι, αναρροφώντας τα σωματικά υγρά της αφίδας, με τα στοματικά μόρια να έχουν εισχωρήσει βαθιά μέσα στο σώμα της αφίδας (Butt 1951, Harpaz 1958, Hagen 1962, Kesten 1969). Αυτός ο τρόπος διατροφής είναι συνηθισμένος στις προνύμφες πρώτου και δεύτερου σταδίου. Όταν η προνύμφη μεγαλώνει τότε αρχίζει να τρέφεται και με συμπαγή μέρη του σώματος του θηράματος όπως τα πόδια ή οι κεραίες (Majerus & Kearns, 1989).

Οι προνύμφες πριν τη νύμφωση τους εκδύονται τρεις φορές από την ραχιαία πλευρά τους. Ο νέος εξωσκελετός είναι αρχικά μαλακός και ωχρός αλλά γρήγορα σκληραίνει και σκουραίνει. Το χρονικό διάστημα μεταξύ των προνυμφικών σταδίων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την ποσότητα τροφής που λαμβάνουν.

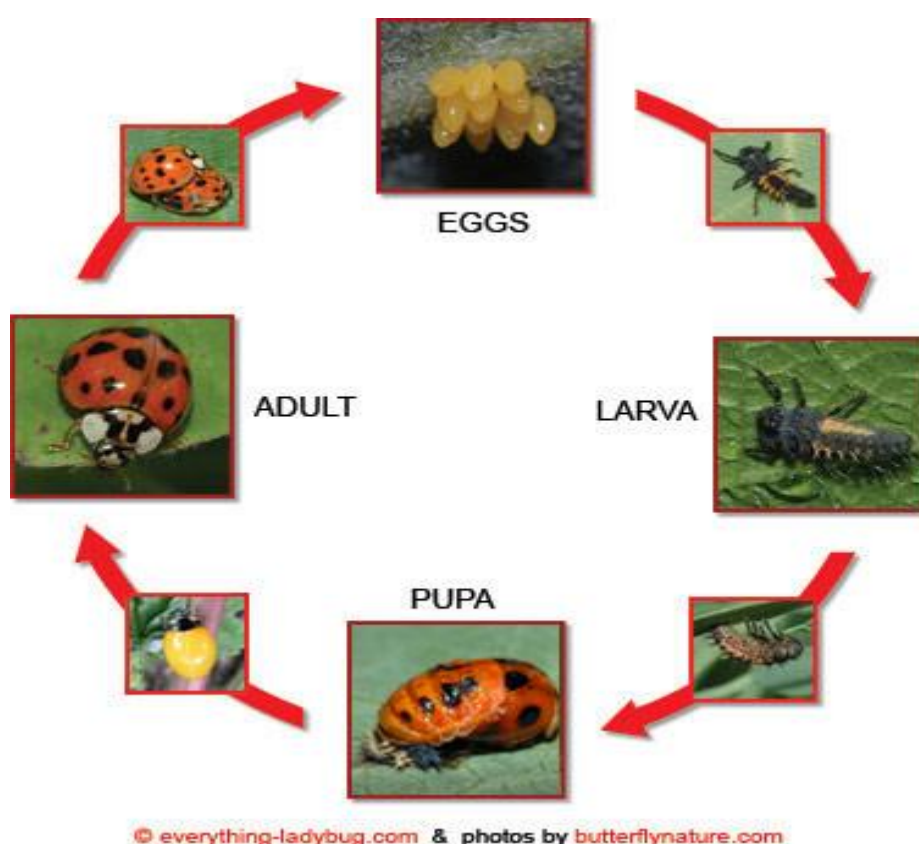
Η προνύμφη 4^{ου} σταδίου πριν την νύμφωση σταματά τη λήψη τροφής και παραμένει ακίνητη. Στο στάδιο αυτό η προνύμφη ονομάζεται pre- puppa. Προσκολλάται με την άκρη της κοιλιάς της σε μια επιφάνεια π.χ. φύλλο, μίσχος ή φλοιός και αρχίζει να κυρτώνεται (Hodek, 1973).

Η νύμφη εμφανίζεται σε μια χαρακτηριστική, κυρτωμένη θέση και παραμένει φαινομενικά ακίνητη. Στην περίπτωση όμως που θα αισθανθεί κάποιο κίνδυνο, διαθέτει ένα μηχανισμό με τον οποίο η κεφαλή σηκώνεται πολλαπλές φορές μέσω ανοδικών και απότομων κινήσεων του σώματος.

Το χρώμα της νύμφης εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, ενώ η διάρκεια της νύμφωσης επηρεάζεται από την θερμοκρασία.

Το ενήλικο άτομο προσβάλλει σκίζοντας το πρόσθιο μέρος της νυμφικής θήκης. Απαιτούνται αρκετά λεπτά μέχρι να αποβληθεί το νυφικό περίβλημα του εντόμου. Σε αυτό το στάδιο τα φτερά και τα έλυτρα του είναι πολύ μαλακά και το χρώμα των φτερών τους είναι κίτρινο ή ανοιχτό πορτοκαλί. Ο χαρακτηριστικός χρωματισμός και τα σχέδια του ενήλικου

αποκτούν την κανονική τους εμφάνιση σταδιακά, ανάλογα με τη θερμοκρασία. Παρόλο που οι περισσότερες αλλαγές γίνονται μέσα στις πρώτες ώρες, ο χαρακτηριστικός κόκκινος χρωματισμός έχει μια ανοικτή απόχρωση για εβδομάδες ή και μήνες. Έτσι για αρκετό καιρό είναι εύκολο να διακρίνουμε τα ενήλικα άτομα της νέας γενιάς. Μία μόνο σύζευξη είναι αρκετή για την κάλυψη ολόκληρης της αναπαραγωγικής ζωής των θηλυκών ατόμων στα περισσότερα είδη, αν και παρ' όλα αυτά τα ενήλικα ζευγαρώνουν πολλές φορές (Σκούρας, 2009).



Εικόνα 6: Βιολογικός κύκλος αρπακτικών Coccinellidae

2.3 Το είδος *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae)

Είναι το αφιδοφάγο αρπακτικό κολεόπτερο έντομο και ανήκει στην οικογένεια Coccinellidae. Κοινές ονομασίες της *Coccinella septempunctata* είναι η κοκκινέλα και η πασχαλίτσα. Τη συναντάμε σε

διάφορες καλλιέργειες, όπως καπνού, ψυχανθών αλλά και βαμβακιού. Τρέφεται με είδη αφίδας όπως *Aphis fabae* (ψυχανθή), *Myzus persicae* (ροδάκινά και καπνό), *Brevicoryne brassicae* (λάχανα), *A. gossypii* (βαμβάκι)



Εικόνα 7: Ενήλικο *Coccinella septempunctata*

(Πηγή: <http://www.americaninsects.net/b/coccinella-septempunctata.html>)

Το *C. septempunctata* έχει πορτοκαλί έως κόκκινα έλυτρα, τα οποία φέρουν επτά μαύρα στίγματα. Το κάθε έλυτρο έχει τρία στίγματα και το έβδομο στίγμα βρίσκεται πίσω από τη μέση του προθώρακα. Η κεφαλή και ο θώρακας έχουν μαύρο χρώμα όπως επίσης το κοιλιακό μέρος και τα πόδια. Τα αρσενικά με τα θηλυκά άτομα παρουσιάζουν ορισμένες μορφολογικές διαφορές. Τα θηλυκά άτομα έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από τα αρσενικά. Μεταξύ του θηλυκού και του αρσενικού ατόμου εντοπίζεται μορφολογική διαφορά στο τελευταίο κοιλιακό τους τμήμα, όπου στο θηλυκό είναι επίπεδο ενώ στο αρσενικό εξογκωμένο. Το μέγεθος τους κυμαίνεται μεταξύ 5,99 mm στους 14°C και 6,12 mm στους 23°C, το μήκος και το πλάτος μεταξύ 4,07 mm στους 14°C και 4.3 mm στους 23°C (Katsarou et al. 2005). Οι προνύμφες έχουν σκούρο καστανό χρώμα, μακρύ σώμα που φτάνει τα 7- 8 mm στο 4^ο στάδιο και τρία ζεύγη ποδιών. Οι νύμφες έχουν το ίδιο χρώμα με τις προνύμφες, αλλά σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας με χαμηλή υγρασία αποκτούν ανοιχτή πορτοκαλί απόχρωση (Hodek, 1973). Τα αυγά είναι μακρά,

ελλειπτικά με μήκος περίπου 1mm και κίτρινο χρώμα. Όσον αφορά το μέγεθος και το σωματικό βάρος των ενήλικων εντόμων, σημαντικό ρόλο παίζει η ποσότητα και η ποιότητα τροφής των προνυμφών.

Η πασχαλίτσα ανήκει στα ολομετάβολα έντομα και έτσι ο βιολογικός κύκλος της έχει 4 στάδια, αυγό, προνύμφη, νύμφη και ενήλικο. Στο στάδιο της προνύμφης παρατηρούνται 4 εκδύματα μέχρι τη νύμφωση του εντόμου. Η χρονική διάρκεια για την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου επηρεάζεται από τις συνθήκες περιβάλλοντος που επικρατούν και κυρίως από την θερμοκρασία. Με βάση τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί για την διάρκεια της ολοκλήρωσης των σταδίων απαιτούνται 70,4 ημέρες στους 14°C έως 22,1 ημέρες στους 23°C (Katsarou et al. 2005).

Η αναπαραγωγική περίοδος της πασχαλίτσας ξεκινά στην Ελλάδα τέλος Μαρτίου έως τέλη Ιουλίου.

B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

B. Ειδικό Μέρος

Εισαγωγή

Η διατήρηση των φυσικών εχθρών σε προγράμματα IPM μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της διατήρησης του φυσικού τους περιβάλλοντος ή χρησιμοποιώντας εκλεκτικά εντομοκτόνα που μπορούν να αυξήσουν το φυσικό τους πληθυσμό ή τον ρυθμό που προσβάλουν τους εχθρούς. Εκλεκτικές εφαρμογές εντομοκτόνων μπορεί να προσέλθουν τόσο με οικολογικές όσο και με φυσιολογικές μεθόδους. Το πρώτο μπορεί να πραγματοποιηθεί με μείωση της έκθεσης του φυσικού εχθρού στο εντομοκτόνο ενώ το δεύτερο με το να χρησιμοποιήσουμε τοξικό εντομοκτόνο για τον εχθρό αλλά σχετικά ακίνδυνο στον φυσικό εχθρό. Συντηρώντας τους φυσικούς εχθρούς μέσω της χρησιμοποίησης εκλεκτικών εντομοκτόνων η πιθανότητα να αυξηθεί εκ νέου ο φυσικός εχθρός μειώνεται και ο αριθμός των εφαρμογών εντομοκτόνων μειώνεται. Για το λόγο αυτό χρειάζεται να μελετήσουμε πως επηρεάζονται τόσο οι φυσικοί εχθροί όσο και οι εχθροί από τα εντομοκτόνα.

Ένας σημαντικό μέλος των εντόμων που χρησιμοποιούνται στην βιολογική καταπολέμηση εχθρών των καλλιεργειών όπως είναι οι αφίδες, είναι το *C. septempunctata* (Honek 1985; Takahashi 1997; Dixon 2000; Kehrlil & Wyss 2001). Το *C. septempunctata* χρησιμοποιείται στην ολοκληρωμένη καταπολέμηση των εχθρών (IPM) με αποτέλεσμα να κρατά τον πληθυσμό των αφίδων κάτω από το επίπεδο οικονομικής ζημίας. Η αποτελεσματικότητα των αρπακτικών κολεοπτέρων στην IPM μπορεί να αυξηθεί μόνο αν γνωρίζουμε λεπτομερώς τον βιολογικό του κύκλο καθώς και την επίδραση σε αυτόν φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

Σε αρπακτικά έντομα της οικογένειας Coccinellidae έχει βρεθεί ότι η τοξικότητα των εντομοκτόνων αλλάζει ανάμεσα στα διάφορα είδη και εντομοκτόνα όσο και στο είδος της έκθεσης του κάθε αρπακτικού στο εντομοκτόνο. Ακόμα και αν ένα εντομοκτόνο δεν σκοτώσει ένα αρπακτικό, μπορεί να έχει πολλαπλά σχεδόν θανατηφόρα αποτελέσματα όπως μικρότερη διάρκεια ζωής (Liu and Stansly 2004), μειωμένη ωοπαραγωγή και γονιμότητα (Banken and Stark 1998; Liu and Stansly 2004; Galvan, Koch, and Hutchison 2005), αυξημένους ρυθμούς ανάπτυξης (Galvan et al. 2005) ή περίοδο προ

ωοτοκίας (Liu and Stansly 2004) μειωμένο βάρος (Galvan et al. 2005) και αλλαγή συμπεριφοράς (Wiles and Jepson 1994; Provost, Coderre, Lucas, and Bostanian 2003; Singh, Walters, Port, and Northing 2004; Stark, Banks, and Acheampong 2004)

Στην πτυχιακή αυτή μελετήθηκαν η τοξικότητα του deltamethrin στο είδος *C. septempunctata*.

Υλικά και μέθοδοι

Πειραματικό υλικό

Το είδος αρπακτικού των Κολεόπτερων *C. septempunctata* συλλέχθηκε στην περιοχή του Παραδείσι το έτος 2014, από καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε η αφίδα *Aphis fabae*, της οποίας η εκτροφή γινόταν στο χώρο του εργαστηρίου. Για την εκτροφή της αφίδας χρησιμοποιήθηκαν φυτά κουκιών (*Vicia fabae*).

Αποικία αφίδων

Η εκτροφή των αφίδων πραγματοποιήθηκε στο χώρο του εντομοτροφείου, το οποίο βρίσκεται στο Α.ΤΕΙ Καλαμάτας, στα πλαίσια του εργαστηρίου της Εντομολογίας και Ζωολογίας του τμήματος Φ.Π.

Οι συνθήκες, που επικρατούσαν στο θάλαμο εκτροφής, ήταν θερμοκρασία 20°C (\pm 0.5), υγρασία 60 % (\pm 5) και φωτοπερίοδος L16:D8 (L=Light, D=Darkness). Έτσι, οι αφίδες τοποθετήθηκαν σε ειδικά κλουβιά για την εκτροφή τους. Τα κλούβια είναι σιδερένια με ξύλινο πάτο, γύρω-γύρω έχουν ανοίγματα. Προστατεύονται από ένα λεπτό ύφασμα οργανίνης, το οποίο κλείνει ερμητικά εμποδίζοντας τη διαφυγή των αφίδων, ενώ ταυτόχρονα αποφεύγονταν η μόλυνση από άλλα έντομα (Εικόνα 5). Οι συνθήκες εξασφάλιζαν τη συνεχή παρθενογενετική αναπαραγωγή των αφίδων. Οι αφίδες τρέφονταν με φυτά κουκιών (*Vicia fabae*), η τοποθέτηση καινούργιων φυτών γινόταν κάθε τρεις ημέρες.



Εικόνα 5: Αριστερά, αποικία αφίδων σε κλουβιά εκτροφής σε θάλαμο του εργαστηρίου, δεξιά αποικία αφίδων πάνω σε φυτό κουκιών.

Αποικία αρπακτικών

Ενήλικα άτομα του αρπακτικού μετά τη συλλογή του από το χωράφι, τοποθετήθηκαν σε ειδικά αεροστεγή σακουλάκια δειγματοληψίας και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για την ίδρυση αποικίας.

Τα ενήλικα άτομα του αρπακτικού τοποθετήθηκαν σε πλαστικούς, διάφανους κυλινδρικούς κλωβούς, ως τροφή χορηγήθηκαν μολυσμένα κουκιά με *A. fabae* και κλείστηκαν με λεπτή οργαντίνα, για τον αερισμό τους (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Ενήλικα αρπακτικά *C. septempunctata* σε πλαστικούς κλωβούς για την δημιουργία αποικίας, στο θάλαμο του εργαστηρίου.

Διατηρήθηκαν σε αίθουσα στο εργαστήριο, με ελεγχόμενη θερμοκρασία 25°C, με υγρασία 60% και με φωτοπερίοδο 16:8 (L:D). Κάθε δύο με τρεις

ημέρες γινόταν ανανέωση της τροφής και καθημερινά γινόταν έλεγχος για εναπόθεση αυγών. Τα οποία συλλέγονταν και μεταφέρονταν σε τριβλία μέχρι την εκκόλαψη τους. Μετά την εκκόλαψη τους οι νεαρές προνύμφες τοποθετούνταν σε ξεχωριστά βαζάκια, για να αποφευχθεί ο κανιβαλισμός και κάθε ημέρα προσθέτονταν υπερεπάρκεια αφίδων για την διατροφή τους. Όταν τα έντομα έφθαναν στο στάδιο του ακμαίου, μεταφέρονταν στα μεγαλύτερα κλουβιά προκειμένου να αναπαραχθούν και να διατηρηθεί η αποικία.

Φυτά

Σε μικρά γλαστράκια (15 χ 15εκ), πραγματοποιήθηκε η σπορά του φυτού *V. fabae* (κουκιά). Οι σπόροι, οι οποίοι παρέμειναν για ένα 24ωρο μέσα στο νερό, τοποθετήθηκαν πάνω σε βρεγμένο περλίτη. Τα γλαστράκια παρέμειναν στους 25°C μέχρι να φυτρώσουν (περίπου 8-10 μέρες). Τα φυτά είναι έτοιμα για μόλυνση μόλις φθάσουν περίπου τα 10 εκατοστά ύψους. Έτσι, τοποθετούνται μέσα σε ειδικούς κλωβούς (οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι με σίδηρο και έχουν ξύλινη βάση), όπου πραγματοποιούμε την τεχνητή μόλυνση με αφίδα *A. fabae* και στη συνέχεια κλείνουμε τους κλωβούς με λεπτό ύφασμα οργανίνης (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Αριστερά, γλαστράκια με σπόρους από κουκιά πάνω σε περλίτη, δεξιά φυτρωμένοι σπόροι κουκιών έτοιμα για τεχνητή μόλυνση με *A. fabae*.

Από τα φυτά αυτά θα συλλεχθούν ενήλικα άτομα αφίδας, τα οποία θα είναι η τροφή των προνυμφών στο πείραμα. Επίσης, είναι τροφή και για την αποικία των ενήλικων αρπακτικών, που υπάρχουν στο εργαστήριο.

Πειραματική μεθοδολογία

Για την μελέτη των εντομοκτόνων σε αρπακτικά έντομα χρειάστηκαν προνύμφες τέταρτου σταδίου. Έτσι, μεταφέρθηκαν αυγά από τις αποικίες των ενήλικών μεμονωμένα και διατηρήθηκαν στο βιοκλιματικό θάλαμο, στους 25°C, με φωτοπερίοδο 16:8 και υγρασία 60% μέχρι την εκκόλαψη τους. Κάθε νεοεκκολαφθόμενη προνύμφη τοποθετείται σε ατομικά βαζάκια, όπου παρέμεινε μέχρι να φθάσει στο επιθυμητό προνυμφικό στάδιο, μέσα στον θάλαμο. Κάθε μέρα οι προνύμφες, ταΐζονταν και ελέγχονταν για τα εκδύματα τους, όπου στο τρίτο έκδυμα η προνύμφη βρισκόταν στο τέταρτο στάδιο.

Εφαρμόστηκαν για τις πειραματικές βιοδοκιμές χρησιμοποιήθηκαν προνύμφες *C. septempunctata* 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} ηλικίας ανάλογα, οι οποίες προήλθαν από την προαναφερθείσα εκτροφή του αρπακτικού. Σε αυτές εφαρμόστηκε, με τη βοήθεια μιας σύριγγας Hamilton των 10 μl, στο οπίσθιο άκρο του μεσοθώρακα, ένα διάλυμα εντομοκτόνου. Οι επαναλήψεις για κάθε συνδυασμό προνυμφικής ηλικίας και δόσης διαλύματος, αλλά και για τον μάρτυρα όπου χρησιμοποιήθηκε μόνο ακετόνη, κυμάνθηκαν από 20 έως 25. Τέλος προσθέταμε 250 άπτερες ενήλικες αφίδες *A. fabae*. Επίσης, γινόταν καθημερινά και καταγραφή θνησιμότητας των αρπακτικών.

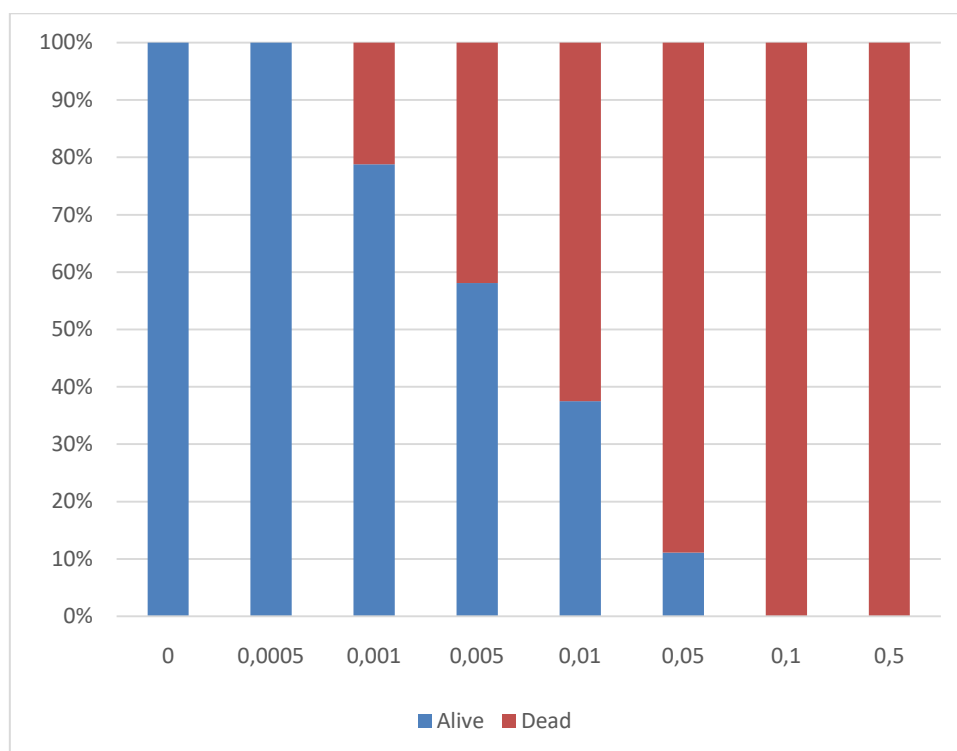
Σε κάθε εντομοκτόνο και στον μάρτυρα πραγματοποιήθηκαν τουλάχιστον εικοσιπέντε άτομα, όμως στα τελικά αποτελέσματα συμπεριλήφθηκαν μόνο τα έντομα που ολοκλήρωσαν το βιολογικό τους κύκλο ως το στάδιο του ακμαίου.

Ανάλυση στοιχείων

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα IBM SPSS Statistics v19.0. Οι τιμές ED50 (effective dose-η δόση που σκοτώνει το 50% του πληθυσμού) και τα 95% διαστήματα εμπιστοσύνης (confidence intervals) υπολογίστηκαν με την ανάλυση πιθανοτήτων (Finney 1971).

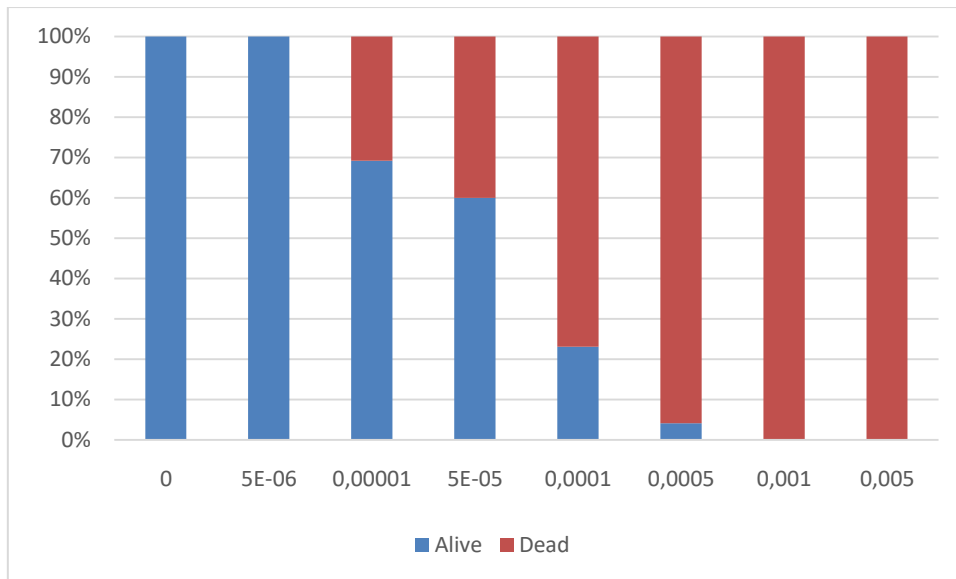
Αποτελέσματα – Συζήτηση

Ο έλεγχος της τοξικότητας του φυσικού εχθρού των αφίδων στο deltamethrin πραγματοποιήθηκε με τοπικές εφαρμογές σε προνύμφες μιας ημέρας της 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} ηλικίας της πρώτης εργαστηριακής γενιάς των αρπακτικών. Το αρπακτικό έντομο, ήταν το *Coccinella septempunctata* L. (από Αθήνα) (Coleoptera: Coccinellidae) και τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών τους δίνονται στα Σχήματα 1, 2 και 3.

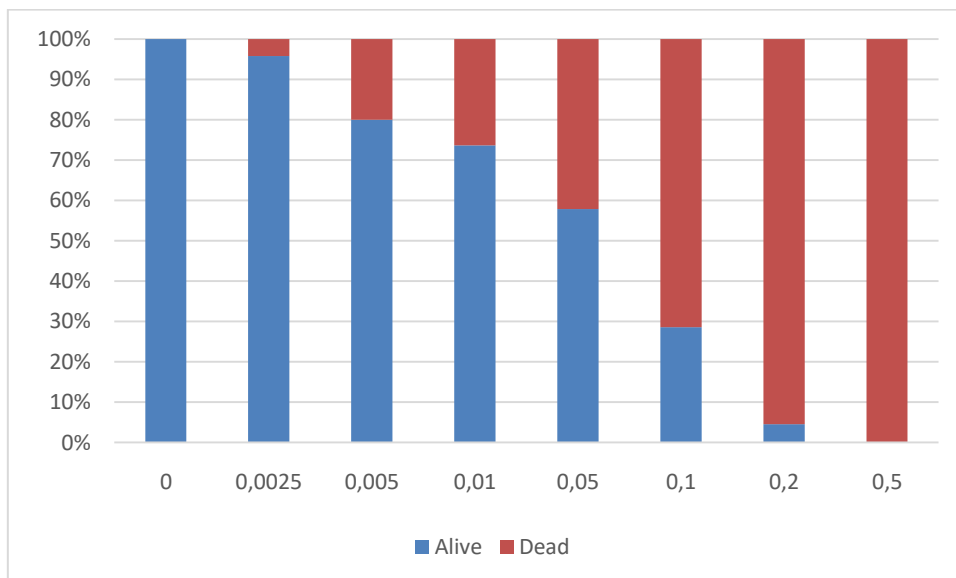


Σχήμα 1. Αποτελέσματα της τοπικής εφαρμογής σε 1^{ης} ηλικίας προνύμφης με το deltamethrin σε πληθυσμό του *Coccinella septempunctata* (σε fg/έντομο).

Στο *C. septempunctata* η θνησιμότητα μειώθηκε στο στάδιο της νύμφης και του ενηλίκου.



Σχήμα 2. Αποτελέσματα της τοπικής εφαρμογής σε 2^{ης} ηλικίας προνύμφης με το deltamethrin σε πληθυσμό του *Coccinella septempunctata* (σε ng/έντομο).



Σχήμα 3. Αποτελέσματα της τοπικής εφαρμογής σε 1^{ης} ηλικίας προνύμφης με το deltamethrin σε πληθυσμό του *Coccinella septempunctata* (σε ng/έντομο).

Η συντήρηση των αρπακτικών χρησιμοποιώντας εκλεκτικά εντομοκτόνα μπορεί να βελτιώσει την συμβατότητα με την βιολογική καταπολέμηση σε ένα πρόγραμμα ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Τα εντομοκτόνα μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη των αρπακτικών με αρκετούς τρόπους. Είτε με την απευθείας επαφή με το εντομοκτόνο, με την επαφή με φυτό που περιέχει το εντομοκτόνο ή τέλος με θήραμα μολυσμένο με το εντομοκτόνο. Στην συγκεκριμένη διατριβή μελετήσαμε την περίπτωση που το αρπακτικό έρχεται σε απευθείας επαφή με το εντομοκτόνο.

Παρόλο που τα εργαστηριακά πειράματα μπορεί να υπερεκτιμήσουν την επίδραση ενός εντομοκτόνου, μιας και η αρχιτεκτονική των φυτών μπορεί να επηρεάσουν την συμπεριφορά του εντόμου (Singh et al., 2001), τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής έδειξαν ότι το deltamethrin είναι ιδιαίτερα τοξικό για το *C. septempunctata*. Η εντομοτοξική δράση των συνθετικών πυρεθρινών είναι ακαριαία (knockdown effect). Η δράση τους εντοπίζεται στο νευρικό σύστημα των εντόμων, αλλά ο μηχανισμός παρέμβασης είναι διαφορετικός από εκείνον των οργανοφωσφορικών και καρβαμιδικών εντομοκτόνων, δηλαδή δεν δεσμεύουν την ακετυλοχολινεστεράση. Ο βιοχημικός μηχανισμός δράσης των πυρεθρινοειδών είναι παρόμοιος με το μηχανισμό δράσης των οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων, δηλαδή παρεμποδίζουν τη μετάδοση των νευρικών σημάτων προσυναπτικά. Συγκεκριμένα, προσκολλώνται στις πρωτεϊνικές υπομονάδες των διαύλων ιόντων νατρίου (Na^+), στις μεμβράνες των κλωνίων του νευράξονα και προκαλούν παρατεταμένο άνοιγμα των διαύλων, που έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια ιόντων και τη διατάραξη της ευαίσθητης ισορροπίας μεταξύ ιόντων Na^+ και K^+ στο περιβάλλον των νευρικών κυττάρων. Η υψηλή τοξικότητα του deltamethrin πιθανόν να οφείλετε στον γρήγορο τρόπο δράσης.

Οι βιοδοκιμές στο εργαστήριο αναδεικνύουν την τοξικότητα εντομοκτόνων σε αρπακτικά όπως *C. septempunctata*. Πειράματα αγρού είναι απαραίτητα για να βγουν περισσότερο ασφαλή συμπεράσματα για την επίδραση των εντομοκτόνων σε αρπακτικά έντομα.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

Δημόπουλος Β. 2004. «Φυτοπροστατευτικά προϊόντα», β έκδοση, Έμβρυο, Αθήνα. Σελ. 14, 15, 19, 84.

Μπούρμπο Β. - Σκουντριδάκη Μ., 1990 Εχθροί Και Ασθένειες Της Τομάτας Θερμοκηπίου ΤόμοςII. 161-172 σελ.

Σκούρας, Π.Ι., Μαργαριτόπουλος, Ι., Ζάρπας Κ.Δ. και Τσιτσιπής, Ι. 2007. Μελέτη δημογραφικών παραμέτρων σε αρπακτικά είδη της οικογένειας

Σκούρας, Π.Ι. 2009. Μελέτη της βιο-οικολογίας, της γενετικής πληθυσμών και της ανθεκτικότητας σε εντομοκτόνα της αφίδας *Myzus persicae* και των αρπακτικών της. Διδακτορική διατριβή. Νέα Ιωνία Μαγνησίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Τζανακάκης, Μ.Ε.,1995. Εντομολογία. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 501 σελ.

Τζανακάκης, Μ.Ε. & Κατσόγιαννος, Β.Ι. 1998. Έντομα Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Αθήνα, Αγρότυπος Α.Ε.

Τζανακάκης, Μ.Ε. & Κατσόγιαννος, Β.Ι. 2003. Έντομα Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Αθήνα, ΑγρόΤυπος Α.Ε

Ξένη βιβλιογραφία

Banken, J.A.O., and Stark, J.D. 1998.“Multiple Routes of Pesticide Exposure and the Risk of Pesticides to Biological Controls: A Study of Neem and the Seven-Spot Lady Beetle, *Coccinella septempunctata* L.,” *Journal of Economic Entomology*, 91, 1-6

Blackman R.L., Eastop V.F, 2000. Aphids on the World’s Crops. An indefination and I information Guide. Second edition.

Bonnemaison L. 1965. Οι ζωικοί εχθροί των καλλιεργούμενων φυτών και των δασών. Θεσσαλονίκη

Butt, F.H. 1951. Feeding habitats and mechanism of the Mexican bean beetle. Cornell University Agricultural Experimental Station Memories 306, 32 pp., Ithaca, New York.

Galvan, T.L., Koch, R.L., and Hutchison, W.D. 2005. “Effects of Spinosad and Indoxcarb on Survival, Development, and Reproduction of the Multicolored Asian Lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae),” *Biological Control*, 34, 108-114.

Hagen, K.S. 1962. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. *Annual Review of Entomology*, 7: 289-326.

Harpaz, I. 1958. Bionomics of the 11-spotted ladybird beetle, *Coccinella Undecimpunctata* L., in a subtropical climate. 10. *International Congress Entomology Montreal 1956*, 2: 657-659.

Hodek I. 1973. *Biology of Coccinellidae*. Junk, The Hague.

Hodek, I. & Honek, A. 1996. *Ecology of Coccinellidae*. London, Kluwer Academic Publishers.

Honek A. 1985. Activity and predation of *Coccinella septempunctata* adults in the field (Col., Coccinellidae). *Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie. Journal of Applied Entomology* 100:399-409.

Hopper KR, 2003. United States Department of Agriculture- Agricultural Research Service research on biological control of arthropods. *Pest Management Science*, 59: 643–653

Howse P, Stevens J.M,1998. «Insect pheromones and their use in pest management», 1st edition, Chapman, London, 1998. Pages 32, 319, 314.

Johnson M.W. & Tabashnik B.T, 1999. Enhanced biological control through pesticide selectivity, in Handbook of Biological control, ed. by Bellows TS and Fisher TW. Academic, San Diego, CA, pp. 297–317

Kehrli P, Wyss E. 2001. Effects of augmentative releases of the coccinellid, *Adalia bipunctata*, and of insecticide treatments in autumn on the spring population of aphids of the genus *Dysaphis* in apple orchards. *Entomological Experiments and Applications*, 99:245-252.

Kesten, U. 1969. Zur Morphologie und Biologie von *Anatis ocellata* (L.) (Coleoptera, Coccinellidae). *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 63: 412-445.

Lees, A. D. 1966. The Control of polymorphism in aphids. *Advances Insect Physiology* 3, 207-277.

Liu, T. - X., and Stansly, P.A. 2004. “Lethal and Sublethal Effects of Two Insect Growth Regulators on adult *Delphastus catalinae* (Coleoptera: Coccinellidae), a Predator of Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae),” *Biological Control*, 30, 298-305.

Majerus M. & P. Kearns 1989. Ladybirds. The Richmond Publishing Co. Ltd Great Britain.

Provost, C., Coderre, D., Lucas, E., and Bostanian, N.J. 2003. “Impact of Lambda-Cyhalothrin on Intraguild Predation among Three Mite Predators,” *Environmental Entomology*, 32, 256-263.

Singh, S.R., Walters, K.F.A., Port, G.R., and Northing, P. 2004. “Consumption Rates and Predatory Activity of Adult and Fourth Instar Larvae of the Seven Spot Ladybird, *Coccinella septempunctata* (L.), Following Contact with Dimethoate Residue and Contaminated Prey in Laboratory Arenas,” *Biological Control*, 30, 127-133

Takahashi K. 1997. Use of *Coccinella septempunctata brucki* mulsant as a biological agent for controlling alfalfa aphids. *Jarq-Japan Agricultural Research Quarterly* 31:101-108.

Tsitsipis, J. A., Lykouressis, D., Katis, N., Avgelis, A. D., Gargalianou, J., Papapanayotou, A. & Kokinis, G. M. 1998. Aphid species diversity demonstrated by suction trap captures in different areas in Greece. pp. 495-501. In Nieto J.M. Nafria & Dixon, A. F. G. (Eds.), *Aphids in natural and managed ecosystems*. Universidad de León (Secretariado de publicaciones), León (Spain).

Wiles, J.A., and Jepson, P.C. 1994. "Sublethal Effects of Deltamethrin Residues on the Within-Crop Behaviour and Distribution of *Coccinella septempunctata*," *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 72, 33-45