

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
Ι Δ Ρ Υ Μ Α



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΡΩΗΝ ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ *Coccinella septempunctata* ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΟ ΣΤΟ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ *Confidor*

»

Σπουδαστής:

Σκιαδάς Κωνσταντίνος

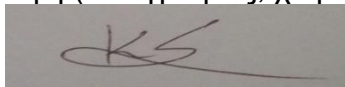
«ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΉΣ
ΕΥΘΥΝΗΣ

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):

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΚΙΑΔΑΣ

Υπογραφή (Ολογράφως, χωρίς μονογραφή):



Ημερομηνία (Ημέρα – Μήνας – Έτος):

30/10/2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου, αρχικά στους γονείς μου που με στηρίζουν όλα αυτά τα χρόνια, των σπουδών μου, και χάρη σε αυτούς κατάφερα να φοιτήσω και να ολοκληρώσω τις σπουδές μου!

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω ανεξαιρέτου όλους μου τους καθηγητές, για την υπομονή που διέθεταν, κυρίως για τις γνώσεις που μας προσέφεραν καθ' όλη την διάρκεια της φοίτησης μου. Τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω ακόμη στον καθηγητή μου, επικεφαλής εργαστηρίου και Κοσμήτορα Καθηγητή Γεώργιο Σταθά.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω περισσότερο απ' όλους τον επιβλέποντα Επίκουρο καθηγητή Παναγιώτη Σκούρα. Αρχικά για την πολύτιμη βοήθεια του σε όλους τους τομείς , για τις γνώσεις και πληροφορίες που μεταλαμπάδευσε σε όλους μας και ειδικά στην καθοδήγηση που μας προσέφερε ώστε να βγει εις πέρας αυτή η μελέτη!

Χωρίς τη συμβολή καθενός από τους παραπάνω δεν θα ήταν δυνατή η πραγματοποίηση της μελέτης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο Έλληνας αγρότης προκειμένου να προστατέψει και να διατηρήσει υγιείς τις καλλιέργειές του, καλείται να αντιμετωπίσει μια πληθώρα προβλημάτων. Το μεγαλύτερο εξ αυτών είναι οι εντομολογικοί εχθροί που πλήττουν τη γεωργική παραγωγή, επηρεάζοντας έτσι και το αγροτικό εισόδημα. Για την αντιμετώπιση τους, μεγάλο ρόλο παίζει η φυτοπροστασία. Εκτός από τη χημική αντιμετώπιση για τα έντομα – εχθρούς των φυτών, που γίνεται χρησιμοποιώντας ειδικά εντομοκτόνα σκευάσματα, υπάρχουν κι άλλες μέθοδοι που είναι καθαρά φυσικές, ακίνδυνες για το περιβάλλον και τους άλλους οργανισμούς και ιδιαίτερα αποτελεσματικές. Μια από τις μεθόδους αυτές είναι η βιολογική καταπολέμηση, η χρήση δηλαδή άλλων ωφέλιμων εντόμων τα οποία μειώνουν τους πληθυσμούς στα βλαβερά έντομα. Οι οργανισμοί αυτοί ονομάζονται φυσικοί εχθροί και ένας από τους σημαντικότερους εξ αυτών είναι το αρπακτικό *Coccinella septempunctata*, της οικογένειας Coccinellidae.

Η παρούσα εργασία μελετά τη χημική και τη φυσική μέθοδο καταπολέμησης, καθώς και τους φυσικούς εχθρούς. Γίνεται αναφορά στις αφίδες, έναν από τους πιο γνωστούς εντομολογικούς εχθρούς των καλλιεργειών, καθώς και στον βιολογικό τους κύκλο. Επίσης, δίνονται πληροφορίες για το φαινόμενο της ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα και την αντιμετώπισή της. Τέλος, περιλαμβάνονται η περιγραφή των πειραματικών εργασιών που έγιναν στα πλαίσια της εργασίας αυτής στα εργαστήρια του ΤΕΙ Καλαμάτας, τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα αυτών.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο -ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	7
1. Εισαγωγή	7
2. Αφίδες	8
2.1 Βιολογικός κύκλος αφίδων	9
3. Καταπολέμηση	12
3.1. Χημική καταπολέμηση	12
4. Ανθεκτικότητα	13
4.1 Παράγοντες που επηρεάζουν και καθορίζουν την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας	14
4.2 Διασταυρούμενη και πολλαπλή ανθεκτικότητα	15
4.3 Πρόληψη της ανθεκτικότητας	15
4.4 Αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας	16
5. Η βιολογική μέθοδος καταπολέμησης	18
6. Το αρπακτικό <i>coccinella septempunctata</i> L.	19
6.1 Βιολογικός κύκλος <i>coccinella septempunctata</i>	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο – ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	15
Α. Εισαγωγή	24
Β. Υλικά και Μέθοδοι	25
Γ. Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε	28
Δ. Πειραματική Μεθοδολογία	28
Βιβλιογραφία	32

Εισαγωγή

Είναι γνωστό ότι τα φυτά ζημιώνονται σημαντικά από εντομολογικούς εχθρούς. Αυτό δημιούργησε την ανάγκη να μελετηθούν προκειμένου να αντιμετωπισθούν αποτελεσματικά. Με τη ραγδαία πρόοδο της επιστήμης, τόσο τα μέτρα καταπολέμησης όσο και οι στρατηγικές εφαρμογής τους μπορεί να αλλάζουν την πρόοδο του χρόνου και μάλιστα με σχετικά ταχύ ρυθμό.

Στα πλαίσια της προστασίας της φυτικής παραγωγής ο άνθρωπος λαμβάνει μέτρα εναντίον των επιζήμιων εχθρών και ειδικά εναντίον των εντόμων. Αυτό συμβαίνει κυρίως όταν οι φυσικοί εχθροί δεν αρκούν για να περιορίσουν τον πληθυσμό των επιβλαβών εντόμων στα επιθυμητά όρια. Οι κύριοι μέθοδοι καταπολέμησης είναι η σχηματική καταπολέμηση, κατευθυνόμενη καταπολέμηση, ολοκληρωμένη, χημική μέθοδος και βιολογική μέθοδος καταπολέμησης.

Η χημική μέθοδος καταπολέμησης των εντόμων είναι ευρύτατα διαδεδομένη. Όμως, παρότι σε πολλές περιπτώσεις έχει βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό στον περιορισμό των επιζήμιων εντόμων, δε θεωρείται κατάλληλη για την αντιμετώπιση όλων των εχθρών, καθώς η εφαρμογή χημικών μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση προβλημάτων στο περιβάλλον (ανθεκτικότητα, ύπαρξη υπολειμμάτων, καταστροφή ωφελίμων, επανεμφάνιση των καταπολεμούμενων εντόμων, προβλήματα από δευτερεύοντες αρχικά εχθρούς, τοξικότητα σε ανθρώπους-ζώα), αλλά και στους παραγωγούς λόγω αύξησης του κόστους παραγωγής. Οι σύγχρονες τάσεις στη φυτοπροστασία υποστηρίζουν τον περιορισμό της χρήσης χημικών και την ενίσχυση εναλλακτικών μεθόδων, όπως είναι η χρήση εντομοκτόνων φυτικής προέλευσης με περιορισμένη επίδραση σε έντομα μη – στόχους.

Στη παρούσα εργασία, θα προσπαθήσουμε να μελετήσουμε την επίδραση που μπορεί να έχουν διάφορα εντομοκτόνα, πάνω σε αρπακτικά

έντομα όπως *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). Η επίδραση των εντομοκτόνων θα μας δείξει την ανθεκτικότητα, που μπορεί να έχουν τα αρπακτικά έντομα καθώς και την συμβιωτική σχέση που μπορεί να έχουν μεταξύ τους για την Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή

Υπάρχουν κάποια έντομα επικίνδυνα για τις γεωργικές καλλιέργειες, που προσβάλλουν τα φυτά, τρώνε τα φύλλα ή μυζούν το φυτικό χυμό τους. Τα βλαβερά έντομα που αναφέρονται συνήθως είναι οι αφίδες (ψείρες), ο ο ψευδόκοκκος, τα κοκκοειδή, ο αλευρώδης (άσπρη μύγα), ο θρίπας και διάφορα έντομα εδάφους. Ένα από τα πιο γνωστά και απειλητικά είναι οι αφίδες, έντομα που ανήκουν στην οικογένεια Aphididae και στην τάξη Hemiptera. Αυτές ανακόπτουν την ανάπτυξη των φυτών, προκαλούν υπερπλασίες και μεταδίδουν στα φυτά ασθένειες παραμορφώνοντας τα φύλλα και τα άνθη τους. Η αντιμετώπισή τους γίνεται εφικτή με διάφορους τρόπους.

Τα τελευταία χρόνια, εκτός από τα εντομοκτόνα σκευάσματα- αλλιώς χημική καταπολέμηση- έχει έρθει στο προσκήνιο και η βιολογική. Πρωταγωνιστικό ρόλο σε αυτή, παίζει το αρπακτικό έντομο *Coccinella septempunctata*, η γνωστή σε όλους μας πασχαλίτσα ή αλλιώς κοκκινελίδα, της τάξης των Κολεοπτέρων. Τα αρπακτικά της οικογένειας αυτής είναι ωφέλιμα έντομα στη γεωργία. Αυτό οφείλεται στο ότι τρέφονται με παρασιτικά έντομα, όπως οι αφίδες, κάτι που τις κάνει ιδιαίτερα αγαπητές στους γεωργούς. Οι δύσκολες εποχές που ζούμε, ωθούν τον Έλληνα αγρότη στην ανακάλυψη νέων τρόπων αντιμετώπισης των εχθρών, προκειμένου να διατηρήσει σε υψηλά επίπεδα τις καλλιέργειες και το εισόδημά του.

2. Αφίδες

Οι αφίδες ή αλλιώς μελίγκρες, είναι μικροσκοπικά παρασιτικά έντομα που προσβάλλουν πολλά φυτά και λαχανικά. Έχουν εκατοντάδες διαφορετικά είδη και συνήθως το χρώμα τους είναι πράσινο, κίτρινο, μαύρο και κόκκινο, ανάλογα με το είδος και την εποχή. Προσβάλλουν τα νεαρά φυτά και τα νέα φύλλα κατά κύριο λόγο. Η κάθε αφίδα πολλαπλασιάζεται με εκπληκτικούς ρυθμούς και μπορεί να αποκτήσει θεωρητικά έως και 600 δις απογόνους σε μια σεζόν. Το κάνει χωρίς την παρουσία αρσενικών, μέσω παρθενογένεσης από την άνοιξη έως τις αρχές του φθινοπώρου, όπου δεν υπάρχουν καθόλου αρσενικές αφίδες.

Συνήθως βρίσκονται στο κάτω μέρος των φύλλων και απομυζούν τα υγρά του φυτού, με αποτέλεσμα αυτά σιγά σιγά να εξασθενούν και στο τέλος να εξασθενεί και όλο το φυτό, τόσο που να νεκρώνεται αν αφεθεί. Εκκρίνουν ένα μελιτώδες υγρό, το οποίο προσελκύει τα μυρμήγκια, που τρέφονται από αυτό το πλούσιο σε σάκχαρα υγρό. Τα μυρμήγκια σαν αντάλλαγμα προστατεύουν τις αφίδες, από τους εχθρούς τους, κυρίως από τις πασχαλίτσες. Με τα ειδικά διαμορφωμένα στοματικά τους μόρια τρυπούν τους φυτικούς ιστούς και μυζούν τους χυμούς τους. Κατά τη διάρκεια της μύζησης των χυμών αυτών, τα έντομα αυτά εκχέουν στο φυτό διάφορες τοξικές ουσίες που συνήθως μεταφέρουν και πολλούς φυτοπαθογόνους ιούς. Στα περισσότερα είδη, οι μικρές ανήλικες αφίδες, για να ενηλικιωθούν και να είναι ικανές αναπαραγωγής, πρέπει να περάσουν από τέσσερα διαφορετικά στάδια. Κάθε φορά που τα μικρά αυτά έντομα αλλάζουν στάδιο ανάπτυξης, αφήνουν τα ενδύματά τους πάνω στα φύλλα, τα οποία λερώνουν ακόμα περισσότερο τα φυτά. Τα ενήλικα άτομα των αφίδων μπορεί να είναι άπτερα ή πτερωτά. Οι πτερωτές μορφές εμφανίζονται συνήθως σε συγκεκριμένες εποχιακές περιόδους και έχουν ως κύριο σκοπό τους την αναζήτηση νέων κατάλληλων φυτών για τη δημιουργία καινούριων αποικιών.

Έξαρση των πληθυσμών των αφίδων παρατηρείται την άνοιξη έως τις

αρχές καλοκαιριού, καθώς και το φθινόπωρο. Με τις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού οι πληθυσμοί τους μειώνονται σημαντικά, όμως έχουν ήδη κάνει τη ζημιά τους με τα μελιτώδη εκκρίματα, τα εκδύματά του και τους φυτοπαθογόνους ιούς που μεταφέρουν.

2.1 Βιολογικός κύκλος αφίδων

Ο βιολογικός κύκλος των αφίδων είναι αρκετά πολύπλοκος, και ως βασικό στοιχείο έχει τον πολυμορφισμό. Τα είδη τους από πλευράς βιολογικού κύκλου χωρίζονται σε μονόοικα (μη μεταναστευτικά) και σε ετερόοικα(μεταναστευτικά). Η πλειοψηφία των αφίδων υπάγεται στα μονόοικα είδη.

- Ετερόοικα είδη

Ο βιολογικός κύκλος, των ετερόοικων ειδών, έχει τα παρακάτω στάδια. Η σύζευξη των ατόμων γίνεται στον κύριο ξενιστή πάνω στον οποίο ύστερα γίνεται και η εναπόθεση των χειμερινών ωών. Τα ωά εκκολάπτονται την άνοιξη, με αποτέλεσμα να κάνουν την εμφάνιση τους τα άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά, τα οποία φέρουν την ονομασία θεμελιωτικά ή ιδρυτικά άτομα. Στη συνέχεια εμφανίζονται παρθενογενετικές γενιές με άπτερα τα οποία παρουσιάζουν μεταβολή στην μορφολογία τους. Τα πτερωτά θηλυκά γεννιούνται αφού έχει επέλθει ορισμένος αριθμός γενεών. Αυτά διασκορπίζονται είτε σε φυτά ίδιου είδους με τον κύριο ξενιστή είτε μεταναστεύουν σε άλλους ξενιστές οι οποίοι ονομάζονται δευτερεύοντες. Στους δευτερεύοντες ξενιστές, τις χρονικές περιόδους άνοιξης και καλοκαιριού έχουμε το φαινόμενο της διαδοχής δηλαδή η μια παρθενογενετική γενεά διαδέχεται την επόμενη. Ωστόσο, δεν δημιουργούνται μόνο άπτερες μορφές αλλά και πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά, τα οποία αναπαράγονται αφού πρώτα μεταναστεύσουν σε άλλα φυτά. Η διαδικασία αυτή λαμβάνει μέρος το φθινόπωρο όπου η διάρκεια της ημέρας μειώνεται. Έτσι, τα θηλυτόκα γεννούν τα ωοτόκα θηλυκά στον κύριο ξενιστή, τα οποία ύστερα από τη σύζευξή τους με τα αρσενικά εναποθέτουν τα χειμερινά ωά.

- Μονόοικα είδη

Ο ετήσιος βιολογικός κύκλος των μονόοικων ειδών συμπληρώνεται σε ένα ξενιστή, όπου μπορεί να είναι το ίδιο φυτό ή φυτό του ίδιου είδους. Το φθινόπωρο άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά (φυλογόνα) θα γεννήσουν ωτοκά και αρσενικά. Τα αρσενικά, τα οποία γεννιούνται, δεν φέρουν συνήθως πτέρυγες, διότι για να ολοκληρωθεί ο βιολογικός κύκλος τους δεν χρειάζεται να μεταναστεύσουν από τον δευτερεύον ξενιστή στον κύριο. Η εξέλιξη των περισσότερων μονόοικων ειδών στα ποώδη φυτά θεωρείται ότι έγινε εξαιτίας της ετεροοικίας. Παρατηρείται, ότι υπάρχουν μονόοικα είδη αφίδων, τα οποία φέρουν ίδια χαρακτηριστικά και παρουσιάζουν συγγένεια με ετερόοικα είδη. Το φαινόμενο αυτό είναι αποτέλεσμα, της συμπλήρωσης του βιολογικού κύκλου των μονόοικων ειδών σε ποώδη ξενιστή, τον οποίο τα ετερόοικα είδη τον χρησιμοποιούν ως δευτερεύον ξενιστή. Η μονοοικία λοιπόν, θεωρείται συχνό και συνεχές φαινόμενο τόσο στην πρόσφατη όσο και στην μακρινή εξελικτική ιστορία των αφίδων.

2. 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 έντομα μικρού μεγέθους, δυσδιάκριτο με μαλακό αχλαδόμορφο ευαίσθητο σώμα. Το μέγεθος τους είναι μήκους 1,8-2,5 χιλιοστά και το χρώμα τους είναι μαύρο ματ έως υποπράσινο. Έχουν πόδια κοντά, με πρόσθιους μηρούς ανοικτού καστανού χρώματος και μέσους και οπίσθιους βαθιά καστανούς. Οι κνήμες είναι χρώματος υποκίτρινου με άκρο υπόφαιο και 1-2 άρθρα σε κάθε ταρσό. Οι ταρσοί είναι μαύροι. Τα κεράτια είναι κυλινδρικά, μαύρα ελαφρώς στενούμενα στο άκρο. Το σωματικό τους περίβλημα είναι ασθενώς δικτυωτό. Το ουσιώδες χαρακτηριστικό του είδους αυτού που μας επιτρέπει να το διακρίνουμε από τις υπόλοιπες μαύρες αφίδες είναι ότι η πίσω κνήμη του έμφυλου θηλυκού ατόμου είναι ισχυρότατα εξοιδημένη

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

Τα πρώτα ακμαία εμφανίζονται μετά από τα μέσα Μαρτίου, και γεννούν άπτερα των οποίων οι απόγονοι περιλαμβάνουν κυρίως πτερωτές μορφές οι οποίες μεταναστεύουν σε πολυάριθμους δευτερεύοντες ξενιστές φυτών (Blackman and Eastop, 2000). Οι πτερωτές παρθενότοκες εμφανίζονται στο τέλος Απριλίου ή στις αρχές Μαΐου και αποθέτουν άπτερες νύμφες στην κάτω επιφάνεια των φύλλων ή στο άκρο των στελεχών. Οι πλέον ευνοϊκές συνθήκες για την μετανάστευση των πτερωτών είναι οι θερμοκρασίες μεταξύ των 23 και 30°C και σχετική υγρασία του αέρα 40-80% (Johnson, 1952). Τα νύγματα των αφίδων προκαλούν την περιτύλιξη και την συρρίκνωση του φυλλώματος φυτών που προσβάλλουν (τεύτλα, κουκιά, φασόλια κ.α). Οι αφίδες σχηματίζουν συμπαγείς αποικίες οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν πολλές χιλιάδες άτομα. Μέσα σε αυτές εμφανίζονται πτερωτές μορφές οι οποίες διασπείρονται σε δευτερεύοντες ξενιστές. Οι αποικίες αυξάνονται ταχέως μέχρι τα μέσα Ιουνίου (Εικόνα 3). Οι προσβολές μειώνονται λόγω της δράσης αρπακτικών και παρασιτοειδών και εξαφανίζονται εντελώς μέχρι τα μέσα Ιουλίου.

Η *Aphis fabae* είναι ένα πολυφάγο έντομο. Οι ξενιστές της ξεπερνάνε τους 200. Συνήθως προσβάλλει ετήσια ψυχανθή και τεύτλα (Τζανακάκης, 1973). Οι πτερωτές μεταναστεύουν σε πολλά καλλιεργούμενα είδη και όπως κουκιά, φασόλια, μηδική, τεύτλα, ρεπάνια, πατάτα, ντομάτα, καπνός, χρυσάνθεμα, χηνοπόδια (Μπούρμπο, 1990). Από άλλες βιβλιογραφικές πηγές η *Aphis fabae* προσβάλλει επίσης τα καρότα, είδη φασολιών την αγκινάρα, τη γλυκίριζα και ορισμένα καλλιεργούμενα λουλούδια. Επίσης τα είδη *Euonymus europe*, *Viburnum opulus* και *Philadelphus sp* (ΠΗΓΗ INRA). Πολλά πειράματα έγιναν στα παντζάρια στα κίτρινα τεύτλα, στα ζαχαρότευτλα (Limburg, 1997) στις παπαρούνες, (Emden, 2007). Είναι δίοικο άτομο, το

οποίο κατά την διάρκεια του βιολογικού του κύκλου μεταφέρεται και περνάει ένα μέρος της ζωής του σε άλλο από τον κύριο ξενιστή. Η διατροφή του στηρίζεται 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 περιλαμβάνουν χιλιάδες άτομα και εντός των αποικιών αυτών εμφανίζονται και πτερωτές μορφές. Η αύξηση των φυτών παρεμποδίζεται ισχυρώς και οι ζημιές γίνονται μεγαλύτερες από τα εγκαύματα που δημιουργούνται στο φύλλωμα από την παραγωγή μελιτώματος.

3. Καταπολέμηση

Ως καταπολέμηση ορίζουμε την λήψη των μέτρων από τον άνθρωπο που στόχο έχει τη μείωση του πληθυσμού ενός εντόμου ή των ζημιών που προκαλεί. Ωστόσο, δεν είναι μια εύκολη διαδικασία. Αντιθέτως, εάν δεν εφαρμοστούν τα κατάλληλα μέτρα σωστά, μπορούν να υπάρξουν δυσάρεστες συνέπειες τόσο για τις καλλιέργειες όσο και για τον ίδιο τον άνθρωπο, κυρίως όταν χρησιμοποιούνται χημικά Φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Το υψηλό κόστος, η ανθεκτικότητα σε εντομοκτόνα, ο κίνδυνος για τον ίδιο τον άνθρωπο και η ρύπανση του περιβάλλοντος είναι μόνο μερικές από αυτές. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος καταπολέμησης και η οποία εφαρμόζεται με επιτυχία εδώ και χρόνια είναι η χημική καταπολέμηση.

3.1. Χημική καταπολέμηση

Η χημική καταπολέμηση είναι η σημαντικότερη και σε πολλές περιπτώσεις η μοναδική μέθοδος που χρησιμοποιείται σήμερα για την αντιμετώπιση των επιβλαβών εντόμων. Στηρίζεται στη χρήση φυσικών ή συνθετικών χημικών ουσιών, οι οποίες προκαλούν με τη δράση τους τη θανάτωση ή αποδυνάμωση των εντόμων και χαρακτηρίζονται ως εντομοκτόνα. Τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι οργανικές

συνθετικές ενώσεις και κατατάσσονται σε διάφορες ομάδες με βάση τη χημική τους δομή ή τον τρόπο δράσης τους. Κάποιες από αυτές είναι τα πυρεθρονοειδή, τα ουρανοφωσφορικά και τα νεονικοτινοειδή. Οι κυριότερες μέθοδοι χημικής καταπολέμησης είναι ο υποκαπνισμός με ασφυκτικές ουσίες, ο ψεκασμός με ψεκαστήρες χαμηλής πίεσης και αυτός με εκνεφωτήρες (foggers). Παρόλο που η χημική μέθοδος καταπολέμησης είναι η αποτελεσματικότερη για τις περισσότερες περιπτώσεις, αυτό δεν την καθιστά και την πιο κατάλληλη για όλα τα βλαβερά έντομα. Παρά τα μεγάλα ποσοστά επιτυχίας, δημιουργεί πολλά προβλήματα, με μεγαλύτερο αυτό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τα υπολείμματα των χημικών, τα οποία δεν αποβάλλονται από αυτό. Επιπλέον, λόγω της αλόγιστης χρήσης φυτοφαρμάκων, τα έντομα έχουν δείξει ανθεκτικότητα σε αυτά με αποτέλεσμα τη χρήση ακόμα πιο ισχυρών φυτοφαρμάκων.

4. Ανθεκτικότητα

Ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα είναι η ικανότητα πληθυσμών των εντόμων να ανέχονται δόσεις τοξικών ουσιών οι οποίες είναι θανατηφόρες, στην πλειονότητα, των ατόμων, σε ένα κανονικό πληθυσμό του ίδιου είδους. Ο λανθασμένος τρόπος εφαρμογής των φυτοφαρμάκων, μειώνει την αποτελεσματικότητά τους και οδηγεί στην ανάπτυξη της ανθεκτικότητας. Αυτό συμβαίνει γιατί οι χημικές ουσίες σκοτώνουν τα ευαίσθητα έντομα και επιτρέπουν στα ανθεκτικά να πολλαπλασιαστούν και να διαδοθούν στο περιβάλλον. Με την πάροδο του χρόνου εξελίχτηκαν στελέχη των βλαβερών οργανισμών που αντέχουν στις χημικές ουσίες, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται όλο και μεγαλύτερη ποσότητα εντομοκτόνων. Σήμερα, για να αποφευχθούν οι αρνητικές επιπτώσεις της χρήσης τους, χρησιμοποιούνται εναλλακτικοί τρόποι αντιμετώπισης των εντόμων, περισσότερο φιλικών για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Το μέγεθος της ανθεκτικότητας διαφέρει μεταξύ φυλών ανάλογα με το ιστορικό ανάπτυξής τους. Επιπλέον, η ανθεκτικότητα διαφέρει από είδος σε είδος εντόμου και ανάμεσα στις δραστικές ουσίες.

Θεωρείται σταθερή όταν διατηρεί την ίδια ένταση σε πολλές γενεές του εντόμου αφού σταματήσει η δράση του εντομοκτόνου. Αντίθετα, είναι ασταθής όταν η έντασή της μειώνεται όταν σταματήσει η επίδραση αυτού. Το αν το έντομο θα πεθάνει ή όχι, εξαρτάται από την ποσότητα του εντομοκτόνου και από το χρόνο που θα χρειαστεί για να φτάσει σε αυτό.

4.1 Παράγοντες που επηρεάζουν και καθορίζουν την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας

Οι παράγοντες που καθορίζουν την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω τρεις κατηγορίες:

A. Γενετικοί παράγοντες

- Συχνότητα των ανθεκτικών (R) αλλήλων
- Αριθμός των R αλλήλων
- Κυριαρχία των R αλλήλων
- Αλληλεπίδραση των R αλλήλων
- Ενσωμάτωση των R γονιδίων

B. Βιολογικοί παράγοντες

- Αριθμός γενεών κατά έτος
- Αριθμός απογόνων κατά γενιά
- Μονογαμία, πολυγαμία, παρθενογένεση εντόμων
- Μονοφάγα, πολυφάγα
- Κινητικότητα, απομόνωση, μετανάστευση
- Καταφύγια

Γ. Λειτουργικοί παράγοντες

- Χημική φύση εντομοκτόνου
- Σχέση με προηγούμενα ψεκασθέντα εντομοκτόνα
- Διάρκεια υπολειμμάτων
- Οικονομικό επίπεδο εφαρμογής
- Δόση εντομοκτόνου
- Τρόπος εφαρμογής

- Χώρος εφαρμογής
- Στάδιο του εντόμου που επεμβαίνουμε

4.2 Διασταυρούμενη και πολλαπλή ανθεκτικότητα

Μπορούμε να διακρίνουμε δυο κατηγορίες ανθεκτικότητας στα έντομα:

1) Πολλαπλή ανθεκτικότητα

Πρόκειται για τη συνύπαρξη διαφόρων ανθεκτικών μηχανισμών στο ίδιο άτομο. Η ικανότητα ενός πληθυσμού δηλαδή να χρησιμοποιεί ταυτόχρονα περισσότερους από έναν μηχανισμό εναντίον των εντομοκτόνων.

2) Διασταυρούμενη ανθεκτικότητα

Η αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας δυσχεραίνεται και από τη διασταυρούμενη ανθεκτικότητα. Πρόκειται για την ανθεκτικότητα που εμφανίζεται σε συγγενή ή παρόμοιας δράσης εντομοκτόνα. Αυτό σημαίνει ότι τα έντομα που είναι ανθεκτικά σε μια κατηγορία εντομοκτόνων που έχουν χρησιμοποιηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να είναι εξίσου ανθεκτικά και σε άλλα εντομοκτόνα που εφαρμόζονται για πρώτη φορά στον πληθυσμό.

4.3 Πρόληψη της ανθεκτικότητας

Τα βασικότερα προληπτικά μέτρα που μπορούν να ληφθούν για την αποφυγή ανάπτυξης της ανθεκτικότητας είναι:

1) Περιορισμός εφαρμογής και επέμβασης στα εντομοκτόνα

Η ποσότητα εντομοκτόνου που χρησιμοποιείται θα πρέπει να είναι η ελάχιστη δυνατή και ο καλλιεργητής θα πρέπει να εφαρμόζει τις οδηγίες χρήσης και να τις ακολουθεί χωρίς τις δικές του επεμβάσεις και τροποποιήσεις. Οι δόσεις πρέπει να είναι οι απαιτούμενες και την κατάλληλη χρονική στιγμή.

2) Καθορισμένες επεμβάσεις

Εκτός των παραπάνω, οι επεμβάσεις πρέπει να στοχεύουν σε συγκεκριμένες περιοχές, για να μπορεί να επιτραπεί η επιβίωση ευπαθών γεοτύπων στο εντομοκτόνο, καθώς και να διατηρηθούν τα καταφύγια του πληθυσμού. Έτσι θα επιτευχθεί και η διατήρηση πληθυσμών σε ωφέλιμα έντομα.

3) Χρήση εντομοκτόνων με μικρή υπολειμματική δράση

Είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα με μικρή υπολειμματική δράση, γιατί η συνεχής και μακροχρόνια χρήση εντομοκτόνων με υψηλή υπολειμματική δράση ευνοεί την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας και θα πρέπει να αποφεύγεται αυστηρά.

4) Εναλλαγή ή μίξη εντομοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης

Εδώ γίνεται εφαρμογή εντομοκτόνων διαφορετικού τύπου και τρόπου δράσης, για την αποφυγή ανάπτυξης ανθεκτικότητας με συγκεκριμένο μηχανισμό από το έντομο.

5) Ολοκληρωμένη καταπολέμηση

Είναι το σύστημα διαχείρισης των εχθρών, μέσα στα πλαίσια του σχετικού περιβάλλοντος και της δυναμικής των πληθυσμών τους, που χρησιμοποιεί τις κατάλληλες τεχνικές κατά όσο το δυνατό πιο συμβατό τρόπο και διατηρεί τα επίπεδα του πληθυσμού τους κάτω από τα όρια οικονομικής ζημιάς. Σκοπός της είναι η διατήρηση της ευπάθειας των εντόμων στα εντομοκτόνα και κυρίως η πρόληψη της ανάπτυξης ανθεκτικών πληθυσμών εντόμων στην καλλιέργεια.

4.4 Αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας

Η ιδανική αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας είναι η πρόληψη. Εάν τα μέτρα που λαμβάνονται είναι προληπτικά, υπάρχει μεγαλύτερο διάστημα επίλυσης

του προβλήματος, μεγαλύτερα περιθώρια για καλύτερο σχεδιασμό και εφαρμογή των καταλληλότερων μέτρων. Η αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας στοχεύει στον περιορισμό της επιλεκτικής πίεσης των εντομοκτόνων. Ο καλλιεργητής πρέπει να εφαρμόσει τα εξής μέτρα για την αποφυγή της:

- Αύξηση της δραστικής ουσίας στην εφαρμοζόμενη δόση

Αυξάνοντας τη δόση του εντομοκτόνου, χάνεται η αποτελεσματικότητά του όταν τα ποσοστά ανθεκτικότητας ξεπεράσουν συγκεκριμένα όρια. Η δε αύξηση της δόσης αυξάνει το κόστος των εφαρμογών και την υπολειμματική δραστηριότητα του εντομοκτόνου.

- Αντικατάσταση/ εναλλαγή εντομοκτόνου

Η εναλλαγή εντομοκτόνου στοχεύει στη χρησιμοποίηση εντομοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης ή που αποδομείται με κάποιο άλλο μηχανισμό ώστε να μην είναι δυνατή η ανάπτυξη της ανθεκτικότητας.

- Προσθήκη συνεργιστικών ουσιών

Με τη χρήση συνεργιστικών ουσιών (ενζυμικοί παρεμποδιστές που απενεργοποιούν ομάδες της βιοχημικής άμυνας), εμποδίζεται η αποδόμηση του εντομοκτόνου, δεσμεύοντας τα αποδομητικά ένζυμα.

- Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση (IPM)

Η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση περιλαμβάνει την εφαρμογή καλλιεργητικών μέτρων, την επιλογή ανθεκτικών ποικιλιών, την ελευθέρωση στείρων εντόμων, τη χρησιμοποίηση βιολογικών μεθόδων και την ελαχιστοποίηση της χρήσης χημικών μέσων. Ένας από τους στόχους της είναι η διατήρηση της ευπάθειας των εντόμων στα εντομοκτόνα. Για την εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας είναι απαραίτητο να μελετηθούν οι οικολογικοί παράγοντες, η καλλιεργητική τεχνική, οι ιδιότητες των καλλιεργούμενων φυτών και των εχθρών τους, καθώς και το σύνολο των μεθόδων αντιμετώπισής τους. Με την ολοκληρωμένη μέθοδο επιδιώκεται η μικρότερη δυνατή διατάραξη του οικοσυστήματος ώστε να διατηρηθούν κατά το δυνατόν οι φυσικοί μηχανισμοί που στα φυσικά οικοσυστήματα ελέγχουν τους πληθυσμούς των βλαβερών για τη γεωργία ειδών. Η ολοκληρωμένη

διαχείριση επιβλαβών οργανισμών - IMP(integrated pest management) περιλαμβάνει ένα συνδυασμό μεθόδων με στόχο τη διατήρηση του πληθυσμού των εντόμων σε χαμηλό επίπεδο, έτσι ώστε να προστατεύεται η γεωργική παραγωγή. Στις μεθόδους αυτές περιλαμβάνεται ο βιολογικός έλεγχος ή αλλιώς βιολογική καταπολέμηση, που αναφέρεται στη χρησιμοποίηση από τον άνθρωπο αρπακτικών, παρασίτων και παθογόνων εντόμων και ακάρεων των καλλιεργειών. Το μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι οι πληθυσμοί των βλαβερών εντόμων ελαττώνονται καθ' όλη τη καλλιεργητική περίοδο και όχι μόνο παροδικά, όπως συμβαίνει στη χημική καταπολέμηση.

5. Η βιολογική μέθοδος καταπολέμησης

Ως βιολογική καταπολέμηση ή βιολογική αντιμετώπιση, ορίζουμε τη χρησιμοποίηση ζωντανών οργανισμών για τον περιορισμό του πληθυσμού των επιβλαβών εντόμων. Οι οργανισμοί που χρησιμοποιούνται χαρακτηρίζονται ως φυσικοί εχθροί των επιβλαβών εντόμων. Στους φυσικούς εχθρούς συγκαταλέγονται τα εντομοφάγα έντομα και οι εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί. Τα εντομοφάγα έντομα διακρίνονται σε αρπακτικά και παρασιτοειδή.

- Αρπακτικά

Με τον όρο αρπακτικά, χαρακτηρίζονται είδη εντόμων που κατά την ανήλικη ζωή τους και ώσπου να συμπληρώσουν την ανάπτυξή τους τρώνε κατα κανόνα περισσότερα από ένα άτομα της λείας τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι γνωστές πασχαλίτσες. Πρόκειται για είδη κολεοπτέρων εντόμων της οικογένειας coccinellidae που αναπτύσσονται θηρεύοντας κυρίως σε αφίδες (μελίγκρες). Αρπακτικά είναι τα ζώα που συλλαμβάνουν τα έντομα και τα καταναλώνουν σαν πηγή τροφής.

- Παρασιτοειδή

Τα έντομα παράσιτα είναι εκείνα των οποίων τα νεαρά στάδια τρέφονται εσωτερικά ή εξωτερικά πάνω στο σώμα άλλων εντόμων. Το έντομο που προσβάλλεται λέγεται ξενιστής και συντηρεί την παρασιτική προνύμφη σε

όλη την ανάπτυξή της. Είναι πάντα μικρότερα απο τους ξενιστές τους. Ο παρασιτικός τρόπος ζωής πρακτικά περιορίζεται στα Υμενόπτερα και τα Δίπτερα. Για την εφαρμοσμένη βιολογική καταπολέμηση είναι σημαντικό να υπάρχει ένα παράσιτο με αποκλειστική δράση στο φυτοφάγο είδος που πρέπει να καταπολεμηθεί. Όλα τα παρασιτικά έντομα είναι εξειδικευμένα ως προς το στάδιο του ξενιστή που προσβάλλουν. Έτσι μερικά είναι παράσιτα προνυμφών αποκλειστικά, ενώ άλλα περιορίζονται στο στάδιο της χρυσαλλίδας ή του ωού.

6. Τοαρπακτικό *Coccinella septempunctata* L.

Τα αρπακτικά έντομα της οικογένειας coccinellidae, θεωρούνται από τους σημαντικότερους παράγοντες βιολογικού ελέγχου των αφίδων. Το είδος *coccinella septempunctata* L. (πασχαλίτσα) θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα είδη της οικογένειας αυτής. Η μελέτη της επίδρασης των εντομοκτόνων στα βιολογικά και άλλα χαρακτηριστικά των ωφέλιμων εντόμων θεωρείται αναγκαία προϋπόθεση για τον επιτυχή σχεδιασμό των προγραμμάτων ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Το αρπακτικό *Coccinella septempunctata* τρέφεται με βλαβερά έντομα και για το λόγο αυτό θεωρείται ωφέλιμο έντομο για τους γεωργούς. Ωστόσο πολλά ωά, και όταν εξέρχονται από αυτά οι προνύμφες όπως και τα τέλεια έντομα, μπορούν να τραφούν με αφίδες και άλλα έντομα, που είναι επιζήμια για τη γεωργία. Μια πασχαλίτσα μπορεί να καταναλώσει περί στις 5.000 αφίδες στη διάρκεια της ζωής της. Μπορεί να τις εντοπίσει κανείς σε φυτά όπου υπάρχουν αφίδες. Τα στίγματα και τα ζυγία τους χρώματα τις κάνουν μη ελκυστικές στα αρπακτικά. Και ενώ στη συμβατική καλλιέργεια οι εχθροί αυτοί των φυτών καταπολεμούνται με χημικά εντομοκτόνα, οι βιοκαλλιεργητές καταφεύγουν σε αυτό το βιολογικό εντομοκτόνο. Άλλωστε τα εντομοκτόνα δε θα εξολοθρεύσουν μόνο τα βλαβερά έντομα αλλά και τα ωφέλιμα.

6.1 Βιολογικός κύκλος *Coccinella septempunctata*

Η γνώση των χαρακτηριστικών του βιολογικού κύκλου των αρπακτικών είναι απαραίτητη για τη βιολογική καταπολέμηση, ανεξάρτητα σε ποιο στάδιο βασίζεται (από την επιλογή φυσικού εχθρού, ως την απελευθέρωσή του στον αγρό). Αρκετοί από τους φυσικούς εχθρούς χρησιμοποιούνται σε προγράμματα βιολογικής καταπολέμησης. Έτσι, η σημασία της βιολογίας τους για τον έλεγχο των εχθρών που προσβάλλουν γεωργικές καλλιέργειες είναι απαραίτητη. Τα είδη της οικογένειας Coccinellidae είναι ολομετάβολα έντομα και κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους περνούν από τα παρακάτω στάδια : ωό, προνύμφη 1^{ης} έως 4^{ης} ηλικίας (larva), pre-pupa, νύμφη (pupa) και ενήλικο. Ο πλήρης βιολογικός κύκλος πολλών ειδών στη φύση διαρκεί ένα χρόνο. Τα αυγά εναποτίθενται την Άνοιξη ή τις αρχές του Καλοκαιριού. Οι προνύμφες τρέφονται για περίπου ένα μήνα και έπειτα η νέα γενιά ενηλίκων εμφανίζεται στα μέσα με τέλη του Καλοκαιριού. Τα ενήλικα συνήθως διατρέφονται, αλλά δε ζευγαρώνουν μέχρι την επόμενη Άνοιξη. Έτσι τα παραπάνω είδη έχουν μόνο μια γενιά το χρόνο. Με τη μείωση του μήκους της ημέρας τα έντομα εισέρχονται σε διάπαυση, όπου η ύπαρξη ενεργειακών αποθεμάτων και ο μειωμένος μεταβολικός τους ρυθμός καθιστούν δυνατή την επιβίωση για μια μακρά περίοδο χωρίς διατροφή. Κατά τη διάρκεια της διάπαυσης η αντοχή σε αντίξοες κλιματικές συνθήκες αυξάνεται χάρη σε φυσιολογικά και μερικές φορές μορφολογικά γνωρίσματα που συνδυάζονται σε ένα “σύνδρομο προσαρμογής”, το οποίο ποικίλλει μεταξύ των ειδών. Οι συνήθειες θέσεις διάπαυσης στις πεδινές περιοχές συναντώνται στις άκρες ή τα ξέφωτα δασών, αλλά και σε δέντρα που λειτουργούν ως ανεμοφράκτες. Ωστόσο, αν δεν υπάρχουν τέτοιες είδους θέσεις, το αρπακτικό έντομο προτιμάει να διαχειμάζει κοντά σε απομονωμένους θάμνους, σε άλλα φυτά ή σε πλαγιές λόφων. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, για την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου των αρπακτικών εντόμων της οικογένειας Coccinellidae χρειάζονται τα εξής στάδια μεταμόρφωσης:

- Ωό

Τα ωά είναι συνήθως ωοειδούς σχήματος και χρώματος πορτοκαλί ή

κίτρινο, ανάλογα με το είδος. Βρίσκονται συνήθως σε όρθια θέση, καθώς τα περισσότερα είδη στερεώνουν τα ωά στη μια άκρη τους. Τα περισσότερα είδη γεννούν ομάδες ωών και ο αριθμός αυτών ποικίλλει. Τα ωά χρειάζονται περίπου τέσσερις ημέρες για να εκολαφθούν, σημαντικό ρόλο σ' αυτό όμως παίζει η θερμοκρασία. Τα ωά πριν εκολαφθούν παίρνουν γκρι χρώμα.

- Προνύμφες

Αφού τα ωά εκολαφθούν, οι προνύμφες παραμένουν κοντά στο κέλυφος για μια ημέρα περίπου και αργότερα το τρώνε. Ύστερα, αυτές του 1^{ης} ηλικίας ψάχνουν για τα πρώτα τους θηράματα, κυρίως αφίδες. Χώνουν τα στοματικά τους μόρια μέσα στην αφίδα και τρέφονται αναρροφώντας τα σωματικά υγρά τους. Με αυτό τον τρόπο τρέφονται κυρίως οι αφίδες 1^{ης} και 2^{ης} ηλικίας. Καθώς μεγαλώνουν, τρέφονται με μέρη του σώματος των αφίδων, όπως οι κεραίες και τα πόδια. Η χρονική διάρκεια των προνυμφικών σταδίων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Επιπλέον, όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα των θηραμάτων, τόσο γρηγορότερη είναι και η ανάπτυξή τους.

- Pre-pupa

Η προνύμφη 4^{ης} ηλικίας σταματάει να τρέφεται και μένει ακίνητη για τουλάχιστον 24 ώρες πριν τη νύμφωση. Η άκρη της κοιλιάς της προσκολλάται σε μια επιφάνεια και ύστερα αρχίζει να κυρτώνει.

- Νύμφη

Εμφανίζεται σε μια κυρτωμένη θέση, ενώ το ένδυμα της pre-pupa έχει αποβληθεί ως το σημείο προσκόλλησης στην επιφάνεια και η νύμφη είναι ακάλυπτη. Η διάρκεια της νύμφωσης ποικίλλει ανάλογα με τη θερμοκρασία, ενώ το χρώμα της επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

- Ενήλικο

Το τέλειο έντομο προβάλλει σκίζοντας το μπροστινό μέρος της νυμφικής θήκης. Χρειάζονται κάποια λεπτά μέχρι να ελευθερωθεί. Ανάλογα με τη θερμοκρασία, το ενήλικο αποκτά σταδιακά την κανονική του εμφάνιση. Οι περισσότερες αλλαγές συμβαίνουν μέσα στις πρώτες ώρες, όμως το κόκκινο

χρώμα έχει μια ανοιχτή απόχρωση για αρκετό καιρό.

Σκοπός της εργασίας

Το είδος *C. septempunctata* αποτελεί ένα σημαντικό μέρος των φυσικώς συναντώμενων ωφελίμων εντόμων που ασκούν βιολογική καταπολέμηση στις αφίδες, συνεπώς ενδιαφέρει η σχέση που έχει με τα εντομοκτόνα. Αυτό μας δείχνει τη σωστή εφαρμογή της Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της μέσης θανατηφόρου δόσης (LD_{50}) του imidacloprid το οποίο χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση των αφίδων, στην επιβίωση του αρπακτικού *C. septempunctata*.

Η γνώση των προβλημάτων που μπορούν να προκαλέσουν τα εντομοκτόνα στα αρπακτικά έντομα, θα μας βοηθήσει στη σωστή εφαρμογή αυτών χωρίς κινδύνους ανθεκτικότητας ή μεγάλης ελλειμματικότητας και για το περιβάλλον.

Μελέτες στην συμπεριφορά είναι απαραίτητες για να κατανοήσουμε το αποτέλεσμα των εντομοκτόνων και να καταλάβουμε τη τροφική συμπεριφορά των αρπακτικών Coccinellidae. Τέτοια αποτελέσματα θα μας βοηθήσουν να 'παντρέψουμε' το βιολογικό έλεγχο των αφίδων με αρπακτικά είδη της οικογένειας Coccinellidae με την Ολοκληρωμένη Διαχείριση των εχθρών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

A. Εισαγωγή

Ο βιολογικός έλεγχος των εχθρών είναι συνδεδεμένος με τα αρπακτικά έντομα της οικογένειας Coccinellidae. Ως σημαντικοί φυσικοί εχθροί διάφορων επιζήμιων εντόμων, όπως οι αφίδες, αλευρώδεις, ακάρεα κ. α., αποτελούν ένα σημαντικό μέρος των φυσικών ωφέλιμων εντόμων, που βοηθούν στη βιολογική καταπολέμηση των εχθρών. Η γνώση των χαρακτηριστικών του βιολογικού κύκλου των αρπακτικών είναι απαραίτητη για την βιολογική καταπολέμηση, ανεξάρτητα σε ποιο στάδιο βασίζεται (από την επιλογή φυσικού εχθρού έως την απελευθέρωση του στον αγρό).

Αρκετοί από τους φυσικούς εχθρούς χρησιμοποιούνται σε προγράμματα βιολογικής καταπολέμησης. Έτσι, η σημασία της βιολογίας τους, για τον έλεγχο των εχθρών που προσβάλλουν γεωργικές καλλιέργειες, είναι απαραίτητη. Όμως, αρκετές φορές αυτή η μέθοδος δεν είναι αρκετή και αποτελεσματική γι' αυτό καταφεύγουμε σε χημικές μεθόδους ή ολοκληρωμένες. Η Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση Εχθρών (Integrated Pest Management, IPM) είναι ο τρόπος χρησιμοποίησης προγραμμάτων εκλεκτικών εντομοκτόνων. Η εκλεκτικότητα των εντομοκτόνων μπορεί να προέλθει με οικολογικές ή με φυσικές μεθόδους. Οι οικολογικές μέθοδοι πετυχαίνουν με μείωση της έκθεσης των φυσικών εχθρών σε κάθε εφαρμογή εντομοκτόνου, ενώ οι φυσικές μέθοδοι χρησιμοποιούν εντομοκτόνα τοξικά στα έντομα στόχους αλλά μη τοξικά σε φυσικούς εχθρούς.

Στην πτυχιακή αυτή μελετήθηκε η τοξικότητα του imidacloprid στο αρπακτικό είδους *C. septempunctata*.

B. Υλικά και Μέθοδοι

Πειραματικό υλικό

Το είδος αρπακτικού των Κολεόπτερων *C. septempunctata* συλλέχθηκε στην Πάρο, 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 faba*).

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 % (± 5) και φωτοπερίοδος L16:D8 (L=Light, D=Darkness, Φ:Σ ώρες φωτός:ώρες σκότους). 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 οργανίννας, το οποίο κλείνει ερμητικά εμποδίζοντας τη διαφυγή των αφίδων, ενώ ταυτόχρονα αποφεύγονταν η μόλυνση από άλλα έντομα (Εικόνα 8). Οι συνθήκες εξασφάλιζαν τη συνεχή παρθενογενετική αναπαραγωγή των αφίδων. Οι αφίδες τρέφονταν με φυτά κουκιών (*Vicia faba*), η τοποθέτηση καινούργιων φυτών γινόταν κάθε τρεις ημέρες.



Εικόνα 8: Αριστερά, αποικία αφίδων σε κλουβιά εκτροφής σε θάλαμο του εργαστηρίου, δεξιά αποικία αφίδων πάνω σε φυτό κουκιών.

Αποικίες 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 κυλίνδρους, όπου ταΐστηκαν με μολυσμένα κουκιά από *A. fabae* και κλείστηκαν με λεπτή οργαντίνη, για τον αερισμό τους (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Ενήλικα αρπακτικά *C. septempunctata* σε πλαστικούς κλωβούς για την δημιουργία αποικίας, στο θάλαμο του εργαστηρίου.

Διατηρήθηκαν σε αίθουσα στο εργαστήριο, με ρυθμιζόμενη 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 χ15εκ), πραγματοποιήθηκε η σπορά του φυτού *Vicia faba* (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 *Aphis fabae* και στη συνέχεια κλείνουμε τους κλωβούς με λεπτό ύφασμα οργανίνης (Εικόνα 10).

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.



Εικόνα 10: Αριστερά, γλαστράκια με σπόρους από κουκιά πάνω σε περλίτη, δεξιά φυτρωμένοι σπόροι κουκιών έτοιμα για τεχνητή μόλυνση με *A. fabae*.

Γ. Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε

Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ένας βιοκλιματικός θάλαμος με φωτοπερίοδο 16:8 (L:D) και θερμοκρασία 25°C. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε μια σύριγγα Hamilton των 10 μl, για την τοπική εφαρμογή εντομοκτόνων στο scutellum κάθε εντόμου.

Δ. 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 στην τέταρτη προνυμφική ηλικία, μέσα στον θάλαμο. Κάθε μέρα οι προνύμφες, ταΐζονταν και ελέγχονταν για τα εκδύματα τους, όπου στο τρίτο έκδυμα η προνύμφη βρισκόταν στο τέταρτο στάδιο. Σ'

αυτό το στάδιο πραγματοποιήθηκαν οι βιοδοκιμές.

Εφαρμόστηκε εντομοκτόνο imidacloprid (Confidor 20SL, Bayer Crop Science Ελλάς ABEE) με τοπική εφαρμογή στο scutellum του κάθε εντόμου με σύριγγα Hamilton τον 10 μl. Κάθε προνύμφη έπειτα από την βιοδοκιμή τοποθετήθηκε στο βαζάκι με ένα φύλλο από κουκιά, έτσι ώστε να διατηρούνται σε υπερεπάρκεια μέχρι το στάδιο της νύμφωσης.

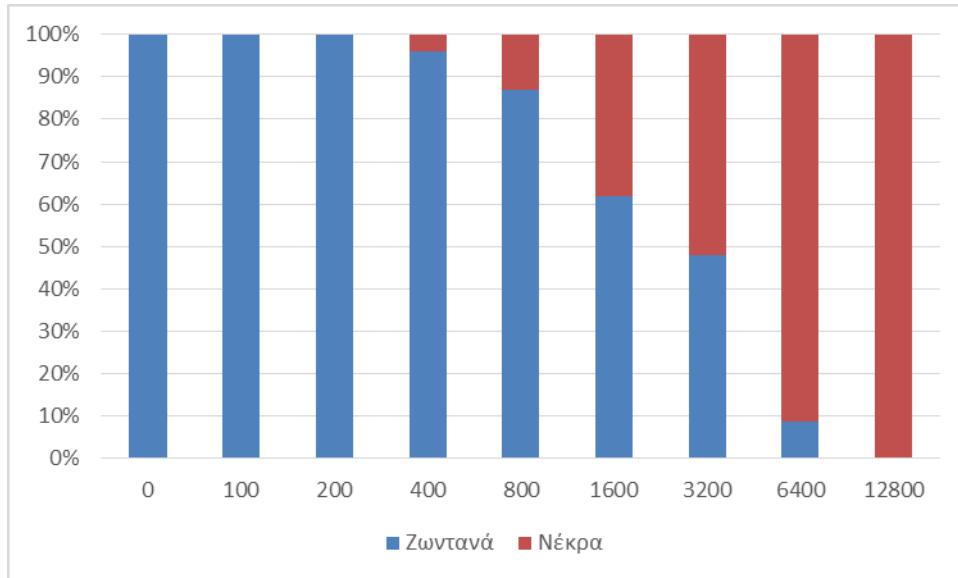
Σε κάθε δόση εντομοκτόνου και στον μάρτυρα πραγματοποιήθηκαν τουλάχιστον εικοσιπέντε άτομα, όμως στα τελικά αποτελέσματα συμπεριλήφθηκαν μόνο οι επαναλήψεις των εντόμων που ολοκλήρωσαν το βιολογικό τους κύκλο ως το στάδιο του ακμαίου.

Ανάλυση στοιχείων

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα IBMSPSSStatisticsv19.0. Οι τιμές ED50 (effectivedose-η δόση που σκοτώνει το 50% του πληθυσμού) και τα 95% διαστήματα εμπιστοσύνης (confidenceintervals) υπολογίστηκαν με την ανάλυση πιθανοτήτων (Finney 1971).

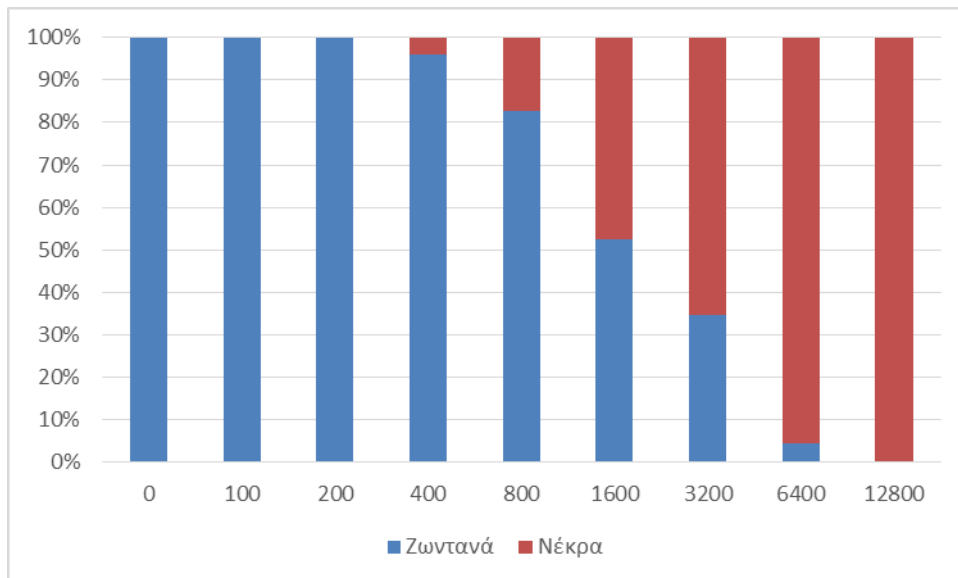
Αποτελέσματα

Η επίδραση των εντομοκτόνων σε αρπακτικά έντομα, και ειδικότερα σε αρπακτικά της οικογένειας Coccinellidae, έχει μελετηθεί ελάχιστα ενώ επίσης δεν έχει μελετηθεί και η επίδραση τους σε αυτά. Τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών σε προνύμφες 4^{ου} σταδίου στο αρπακτικό έντομο *C. septempunctata* έδειξε ότι το imidacloprid είναι λιγότερο τοξικά (Σχήμα 1, 2 και 3).

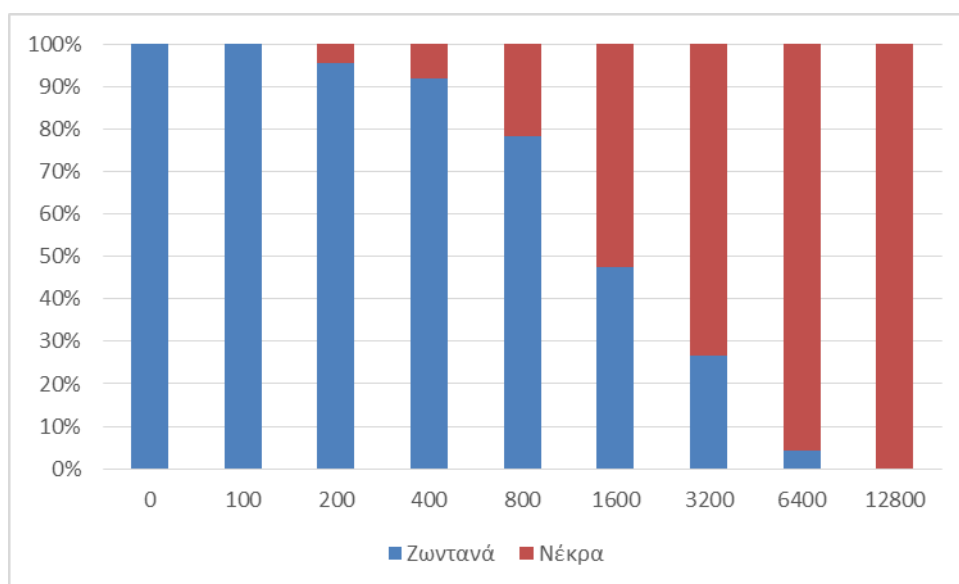


Σχήμα 1. Αποτελέσματα της τοπικής εφαρμογής σε 4^{ης} ηλικίας προνύμφης με το imidacloprid στις 24h σε πληθυσμό του *Coccinella septempunctata*.

Στο *C. septempunctata* η θνησιμότητα αυξήθηκε από τις 24h στις 48h και στις 72h.



Σχήμα 2. Αποτελέσματα της τοπικής εφαρμογής με το imidacloprid στις 48h σε πληθυσμό του *C. septempunctata*.



Σχήμα 3. Αποτελέσματα της τοπικής εφαρμογής με το imidacloprid στις 72h σε πληθυσμό του *C. septempunctata*.

Συζήτηση

Στα πλαίσια της Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης των Εχθρών (IPM) των αφίδων, η τοξικότητα των εντομοκτόνων σε φυσικούς της εχθρούς θα πρέπει να εξετάζεται όπως και η τοξικότητα τους στις αφίδες. 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). Το

νεονικοτινοειδεις εντομοκτόνο imidacloprid παρεμποδίζει την μετάδοση των νευρικών σημάτων στα έντομα, καταλαμβάνοντας την θέση της ακετυλοχολίνης στους νικοτινεργικούς δέκτες της. Μιμείται τη δράση της φυσικής ουσίας ακετυλοχολίνης, η οποία μεταδίδει τα νευρικά σήματα. Το imidacloprid, δρα ενεργοποιώντας ορισμένα συγκεκριμένα νευρικά κύτταρα. Σε αντίθεση με την ακετυλοχολίνη, η οποία αποδομείται ταχύτατα από το ένζυμο ακετυλοχολινεστεράση, το δραστικό συστατικό imidacloprid δεν μπορεί να αποδομηθεί ή αποδομείται εξαιρετικά αργά. Τα έντομα που δέχτηκαν την επέμβαση πεθαίνουν ως αποτέλεσμα της δυσλειτουργίας του νευρικού τους συστήματος. Είναι εντομοκτόνο στομάχου κυρίως και δευτερευόντως επαφής. Στις συνιστώμενες δόσεις στα έντομα εμφανίζονται τα συμπτώματα της νευροτοξικότητας, ενώ σε χαμηλές συγκεντρώσεις εμφανίζει αντιτροφική δράση και προκαλεί γενικά αλλαγή στη συμπεριφορά των εντόμων. Το imidacloprid βρέθηκε να έχει LD₅₀ μεγαλύτερο, από την συνιστώμενη από την εταιρεία δόση.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- **Τζανακάκης, Μ.Ε. και Β.Ι. Κατσόγιαννος. 1998.** Έντομα Καρποφόρων Δέντρων και Αμπέλου. Εκδόσεις Αγρότυπος.
- **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.
- **Σκούρας, Π.Ι., Μαργαριτόπουλος, Ι., Ζάρπας Κ.Δ. και Τσιτσιπής, Ι. 2007.** Μελέτη δημογραφικών παραμέτρων σε αρπακτικά είδη της οικογένειας Coccinellidae. Πρακτικά 12ου Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, 13-16 Νοεμβρίου 2007, Λάρνακα, Κύπρος.

- **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.
- **Καπετανάκης, 2002.** Μέθοδοι κα Μέσα Αντιμετώπισης Φυτοπαράσιτων, Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης-Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας.
- **Τσιτσιπής. Ι. 2000.** Αρχές Φυτοπροστασίας. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Βόλος.
- **Γραβάνης Φ. 2009.** Φυτοπροστασία Φυτών μεγάλης καλλιέργειας Τ.Ε.Ι Λάρισας.
- **Ιωαννίδης Φ.Μ. 1999.** Προβλήματα ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα στην Ελλάδα. Πρακτικά Συμποσίου: Αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα. Αγρότυπος

Ξένη Βιβλιογραφία

- **Wells, M.L. & R.M. McPherson. 1999.** Population dynamics of three Coccinellids in flue-cured tobacco and functional response of *Hippodamia convergens* (Coleoptera : Coccinellidae) feeding on tobacco aphids (Homoptera : Aphididae). *Environ. Entomol.* 28: 768-773
- **Blackman R.L., Eastop V.F, 2000.** Aphids on the World's Crops. An indexation and I information Guide. Second edition.
- **Majerus M.& P. Kearns 1989.** Ladybirds. The Richmond Publishing Co. Ltd Great Britain.
- **Katsoyannos P., Stathas G.J., & Kontodimas D.C. 1997b.** Phenology of *Coccinella septempunctata* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae) in Greece.
- **Hodek I. 1986.** Life cycle strategies, diapause and migration in aphidophagous Coccinellidae (minireview). In: *Ecology of Aphidophaga*, Hodek I. (Editor), Academia, Prague and Dr W. Junk, The Hague.
- **Hutchison WD, Burkness EC, Pahl G and Hurley TM, 2004.**

Integrating novel technologies for cabbage IPM in the USA: value of on-farm research. Proc 4th Int Workshop on the Management of Diamondback Moth and Other Crucifer Pests, 26–29 November 2001, University of Melbourne, Australia

- **Smith, R.F. & H.T. Reynolds. 1966.** Principles, Definitions and Scope of Integrated Pest Control. Proc. FAO Symp. Integr. Pest Control., Rome
- **Simon, J.C., R.L. Blackman & J.F. LeGallic. 1991.** Local variability in the life cycle of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (Homoptera : Aphididae) in western France. Bull. Entomol. Research
- **Phoofolo, W. & J.J. Obrycki. 2000.** Demographic analysis of reproduction in Nearctic and Palearctic populations of *Coccinella septempunctata* and *Propylea quatuordecimpunctata*
- **Miller, J.C. 1992.** Temperature – dependent development of the convergent lady beetle (Coleoptera : Coccinellidae).
- **Miller, J.C. 1983.** Ecological relationships among parasites and the practice of biological control
- **Honek, A. 1997.** Factors determining Winter survival in *Coccinella septempunctata* (Col : Coccinellidae).
- **Dixon, A.F.G. 1987.** Parthenogenetic Reproduction and the Rate of increase in Aphids. In : A.K. Minks and P. Harrewijn (Editors). World Crop Pests, 2A. Aphids, Their Biology, Natural Enemies and Control.
- **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).
- **Singh, S.R., Walters, K.F.A., Port, G.R., 2001.** Behaviour of the adult seven spot ladybird, *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) in response to dimethoate residue on bean plants in the laboratory

- **Lees, A. D. 1966.** The Control of polymorphism in aphids. *Advances Insect Physiology*
- **Hodek 1.1973.** *Biology of Coccinellidae*. Junk, The Hague.
- **Harpaz, 1.1958.** Bionomics of the 11-spotted ladybird beetle, *Coccinella Undecimpunctata* L., in a subtropical climate. 10. *International Congress Entomology Montreal 1956*
- **De Wilde, J. 1970.** Hormones and insect diapause. In *Hormones and the Environment* (ed. G. K. Benson and J. G. Phillips, *Memories of the Society for Endocrinology*)
- **Butt, F.H. 1951.** Feeding habitats and mechanism of the Mexican bean beetle. *Cornell University Agricultural Experimental Station Memories*