

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
Ι Δ Ρ Υ Μ Α



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ

ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

«Διερεύνηση της ανθεκτικότητας του αρπακτικού
Coccinella septempunctata στο Imidacloprid»

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΔΑΒΑΝΟΥ ΧΡΥΣΟΥΛΑ

A.M 2010057

ΑΝΤΙΚΑΛΑΜΟΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

**«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):

ΧΡΥΣΟΥΛΑ ΔΑΒΑΝΟΥ

Υπογραφή (Ολογράφως, χωρίς μονογραφή):

.....


Ημερομηνία (Ημέρα – Μήνας – Έτος):

10/06/2016

«Διερεύνηση της ανθεκτικότητας του αρπακτικού
Coccinella septempunctata στο Imidacloprid»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Π. Ι. Σκούρας: Επιβλέπων καθηγητής- Επιστημονικός συνεργάτης-Επίκουρος καθηγητής Α.ΤΕΙ Καλαμάτας

Γ. Ι. Σταθάς: Αναπληρωτής Καθηγητής Α.ΤΕΙ Καλαμάτας

Ε. Κάρτσωνας: Καθηγητής Εφαρμογών Τμήματος Φ.Π Α.ΤΕΙ Καλαμάτας

Περίληψη

Οι εντομολογικοί εχθροί είναι τόσοι ώστε να δημιουργούν προβλήματα στα φυτά. Το παραπάνω φαινόμενο οδήγησε τον άνθρωπο στη μελέτη και την έρευνα για τη δημιουργία μιας αποτελεσματικότερης αντιμετώπισης. Κατά αυτό το τρόπο χρησιμοποιήθηκαν μαζί οι σύγχρονες και οι κλασσικές μέθοδοι.

Η Φυτοπροστασία ως τομέας της γεωπονίας παίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία σύγχρονων μέτρων αντιμετώπισης. Ωστόσο, οι σύγχρονες μέθοδοι καταπολέμησης επιζήμιων εντομολογικών εχθρών έχουν ως στόχο το περιορισμό των χημικών μεθόδων και την εξάπλωση των βιολογικών μεθόδων.

Έτσι, έχει δοθεί μεγάλη σημασία και προσπάθεια, τα βιολογικά σκευάσματα να είναι σε πρώτη θέση ζήτησης σε σχέση με τα κλασσικά χημικά σκευάσματα.

Περιεχόμενα	
Περίληψη	5
Περιεχόμενα	6
Πρόλογος	8
Ευχαριστίες	9
Α. Γενικό Μέρος	10
Κεφάλαιο 1 ^ο Αφίδες	11
1.1 Γενικά	11
1.2 Βιολογικός Κύκλος Αφίδων	12
1.3 Ζημιές	14
1.4 Η Αφίδα <i>Aphis fabae</i> Scopoli (Hemiptera: Aphididae).	16
Κεφάλαιο 2 ^ο Φυσικοί Εχθροί	19
2.1 Τα Αρπακτικά Έντομα	19
2.2 Τα Αρπακτικά Έντομα Της Οικογένειας Coccinellidae	20
2.3 Το Αρπακτικό Έντομο <i>Coccinella septempunctata</i> L. (Coleoptera: Coccinellidae)	25
2.3.1 Ο Βιολογικός Κύκλος Του Αρπακτικού Έντομου <i>Coccinella septempunctata</i> L.	27
2.4 Κανιβαλισμός Των Αρπακτικών Coccinellidae	29
2.5 Οι Φυσικοί Εχθροί Της Αφίδας <i>A.fabae</i>	29
Κεφάλαιο 3 ^ο Η διαχείριση των εντόμων	31
3.1 Μέθοδοι Καταπολέμησης	31
Χημική Καταπολέμηση	31
Βιολογική Καταπολέμηση	32
Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση	33
Καλλιεργητικά Μέτρα	35
Β Ειδικό Μέρος	36
Εισαγωγή	37
Α. Υλικά και Μέθοδοι	38
Πειραματικό Υλικό	38
Αποικία Αφίδων	38
Αποικία Αρπακτικών	39
Φυτά	40
Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε	41
Δ. Πειραματική μεθοδολογία	41
Ανάλυση στοιχείων	42

Αποτελέσματα	42
Συζήτηση	44
Βιβλιογραφία	46
Ελληνική Βιβλιογραφία	46
Ξένη Βιβλιογραφία	47

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη θα μελετήσει την επίδραση βιολογικών σκευασμάτων και συγκεκριμένα το βιολογικό σκεύασμα Imidacloprid στα αρπακτικά είδη *Coccinella septempunctata* και *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae).

Η παρακάτω πτυχιακή διατριβή αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος είναι το γενικό μέρος. Στο γενικό μέρος γίνεται αναφορά στις αφίδες και στα αρπακτικά έντομα αλλά και στις γενικές αρχές της βιολογικής και ολοκληρωμένης διαχείρισης. Επίσης, τα στοιχεία, τα οποία δίνονται, αφορούν τόσο τη βιο-οικολογία όσο και τις διατροφικές συνηθειές των αφίδων και των αρπακτικών αντίστοιχα.

Στο δεύτερο μέρος, το οποίο είναι το ειδικό, γίνεται η περιγραφή των πειραματικών εργασιών, οι οποίες έγιναν στα πλαίσια της πτυχιακής μελέτης στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας, τα αποτελέσματα και τη συζήτηση αυτών.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επιβλέποντα – Επιστημονικό συνεργάτη - Επίκουρο Καθηγητή Δρ. Παναγιώτη Σκούρα για την πολύτιμη βοήθεια και τις γνώσεις που μου προσέφερε για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας αλλά κυρίως για την δυνατότητα που μου προσέφερε να γνωρίσω την επιστήμη της Εντομολογίας.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Αναπληρωτή Καθηγητή Εντομολογίας του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας Δρ. Γεώργιο Σταθά για τις πολύτιμες συμβουλές που μου έδωσε στα πλαίσια της εργασίας.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον Καθηγητή Εφαρμογών Επαμεινώντα Κάρτσωνα του Α.Τ.Ε.Ι Καλαμάτας για την πολύτιμη βοήθεια και την καθοδήγηση που μου πρόσφερε σε όλη τη διάρκεια της παραμονής μου στο Α.Τ.Ε.Ι.

Α. Γενικό Μέρος

Κεφάλαιο 1^ο Αφίδες

1.1 Γενικά

Οι αφίδες ή κοινώς μελίγκρες είναι έντομα μικρών διαστάσεων, τα οποία ανήκουν στην οικογένεια Aphididae και πιο συγκεκριμένα στην υπεροικογένεια Aphidoidea και στην τάξη Homoptera. Το μέγεθος τους είναι μικρό αφού δεν ξεπερνά το ένα εκατοστό, φέρουν σχήμα ωσειδές ενώ η υφή τους είναι αρκετά μαλακή. Επιπλέον χαρακτηριστικά, τα οποία παρατηρούνται και κάνουν τις αφίδες να ξεχωρίζουν, είναι το ρύγχος και η κεραία. Το ρύγχος βρίσκεται μεταξύ και εμπρός από τα ισχία του πρώτου ζεύγους ποδιών ενώ η κεραία αποτελείται από τον σκάπο και τον ποδίσκο και το λεπτό μαστίγιο, το οποίο έχει τέσσερα άρθρα. Το τελευταίο άρθρο της κεραίας αποτελείται από το βασικό τμήμα και την απόληξη. Ο ταρσός φέρει δύο άρθρα ενώ στις πτέρυγες διακρίνεται μόνο ένα νεύρο. Επίσης, στην ραχιαία πλευρά του πέμπτου κοιλιακού άρθρου παρατηρείται ένα ζεύγος από σιφώνια ή κεράτια. Τα σιφώνια ή αλλιώς τα κεράτια είναι εκφορητικοί αγωγοί αδένων, οι οποίοι παράγουν φερομόνες συναγερμού. Τέλος, στα ενήλικα άτομα η κοιλιά καταλήγει στην ουρά (cauda) (Dixon 1998).

Η βάση του βλαστού ή του φύλλου είναι συνήθως το μέρος, στο οποίο συνηθίζουν να ζουν σε ομάδες οι αφίδες. Η πλειοψηφία των αφίδων χαρακτηρίζεται από τα φυλλόβια είδη, τα οποία προσβάλλουν την κάτω επιφάνεια των φύλλων. Ωστόσο, υπάρχουν και εκείνα τα είδη, τα οποία προσβάλλουν τη ρίζα και ονομάζονται ριζόβια ενώ τέλος παρατηρούνται και τα κηκιδόβια, τα οποία ζουν σε κηκίδες, οι οποίες δημιουργούνται στο φύλλωμα των ξενιστών τους όπου και τρέφονται.

Η εμφάνιση των μεγάλων πληθυσμών των αφίδων γίνεται κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο, εποχές κατά τις οποίες ο καιρός είναι θερμός και υγρός. Την περίοδο της άνοιξης παρατηρείται έξαρση της αναπαραγωγής των

αφίδων και η έντονη εξάπλωσή τους διότι επικρατεί η αφθονία των τρυφερών φύλλων ενώ οι βλαστοί αναπτύσσονται με γρήγορους ρυθμούς.

Στην Ελλάδα εξαιτίας του ξηρού και θερμού καλοκαιριού έχει ως αποτέλεσμα η συνεχής αναπαραγωγή των αφίδων να περιορίζεται. Ο μέγιστος αριθμός αφίδων στη χώρα μας παρατηρείται το Μαΐο (Tsitsipis et al. 1998).

Το υψηλό δυναμικό αναπαραγωγής των αφίδων και συγκεκριμένα ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού ελέγχεται από τα αρπακτικά και τα παράσιτα, οι οποίοι είναι και οι φυσικοί εχθροί τους. Οι πιο αποτελεσματικοί φυσικοί εχθροί, λοιπόν των αφίδων, θεωρούνται τα αρπακτικά Νευρόπτερα των οικογενειών Chrysopidae και Hemerobiidae, τα Κολεόπτερα της οικογένειας Coccinellidae, τα Δίπτερα της οικογένειας Syrphidae και τα παρασιτοειδή Υμενόπτερα των οικογενειών Braconidae και Prototrupidae. Τέλος, στις αφίδες μπορούν να προκαλέσουν θνησιμότητα είδη της υποοικογένειας Aphidinae όπως για παράδειγμα *Eriosoma lanigerum*, *Aphis gossypii* και *Toxoptera aurantii*.

1.2 Βιολογικός Κύκλος Αφίδων

Οι αφίδες διαθέτουν έναν αρκετά σύνθετο βιολογικό κύκλο. Η διάκριση τους γίνεται σύμφωνα με την εναλλαγή ή τη μη εναλλαγή ξενιστή. Οι κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται είναι οι μονόοικες και οι ετερόοικες. Τα μονόοικα είδη αφίδων είναι αυτά, τα οποία δεν μεταναστεύουν κατά τη διάρκεια του έτους αλλά τρέφονται στο ίδιο φυτό είτε είναι πολυετές ή ποώδες.

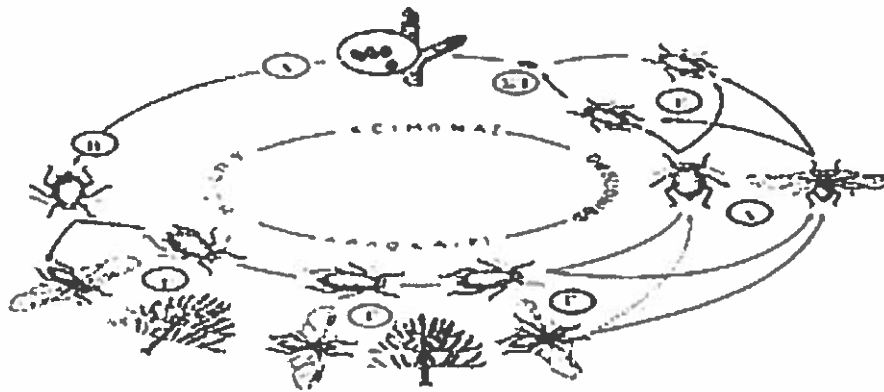
Την περίοδο του φθινοπώρου, τα παρθενογενετικά θηλυκά γεννούω ότοκα και άπτερα αρσενικά. Τα αρσενικά αυτά άτομα είναι άπτερα διότι δεν είναι απαραίτητο να μεταναστεύσουν ώστε να ολοκληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος. Ωστόσο υπάρχουν και είδη τα οποία γεννούν πτερωτά αρσενικά. Η δεύτερη κατηγορία αφίδων, τα ετερόοικα είδη δηλαδή, μεταναστεύουν μεταξύ του πρωτεύοντος ξενιστή και του δευτερεύοντος ξενιστή για να ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο. Ο πρωτεύον ξενιστής είναι συνήθως δένδρα όπου παραμένουν από το φθινόπωρο μέχρι και την άνοιξη και ύστερα μεταναστεύουν το καλοκαίρι σε ένα ή περισσότερα είδη δευτερευόντων ξενιστών κυρίως σε ποώδη φυτά.

Τα ωά των ετερόοικων ειδών γεννιούνται το φθινόπωρο στο φλοιό του ξενιστή. Στη συνέχεια, τη περίοδο της άνοιξης εκκολάπτονται με αποτέλεσμα να εμφανίζονται τα άπτερα θηλυκά, τα οποία και φέρουν την ονομασία ιδρυτικά άτομα (fundatrix) (Lees 1966). Τα θηλυκά πτερωτά παρθενογενετικά, τα οποία διασπείρονται σε φυτά του ίδιου είδους με τον ξενιστή, αφού συμπληρώσουν κάποιο αριθμό γενεών, μεταναστεύουν σε δευτερεύοντες πλώδεις ξενιστές.

Την άνοιξη και το καλοκαίρι παράγονται άπτερα και πτερωτά θηλυκά, τα οποία μεταναστεύουν σε άλλα φυτά και κατά αυτό τον τρόπο συνεχίζεται η αναπαραγωγή τους. Το φθινόπωρο εμφανίζονται αρσενικά και θηλυκά πτερωτά στον δευτερεύοντα ξενιστή, τα οποία στη συνέχεια μεταναστεύουν στον κύριο ξενιστή και αργότερα τα θηλυκά θα εναποθέσουν τα χειμερινά ωά τους. Επίσης, διακρίνονται τα φυλογόνα, τα οποία είναι πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά και παράγονται στους δευτερεύοντες ξενιστές από ετερόοικα είδη. Τα φυλογόνα γεννούν στον κύριο ξενιστή τα άπτερα αρσενικά και έμφυλα ωοτόκα θηλυκά.

Οι μορφολογικές διαφορές, οι οποίες παρατηρούνται, ανάμεσα στα θηλυκά όπου επιστρέφουν στον πρωτεύοντα ξενιστή και σε αυτά, τα οποία μεταναστεύουν την άνοιξη στους δευτερεύοντες, είναι πολλές και έντονες (Blackman & Eastop 2000). Τα μονόοικα είδη αφίδων δηλαδή οι μη μεταναστευτικές πραγματοποιούν τον ετήσιο βιολογικό τους κύκλο στο ίδιο φυτό. Τα φυλογόνα άτομα την περίοδο του καλοκαιριού θα γεννήσουν αρσενικά και συγκεκριμένα άπτερα διότι δεν είναι απαραίτητη η μετανάστευσή τους ώστε να ολοκληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος (Dixon 1998).

Σημαντικό χαρακτηριστικό της αφίδας είναι η ζωοτοκία. Ζωοτοκία είναι το φαινόμενο κατά το οποίο, η ανάπτυξη του εμβρύου αρχίζει πριν γεννηθεί η μητέρα του και γεννιέται όταν η μητέρα του ενηλικιωθεί. Το παραπάνω φαινόμενο έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται μεγάλοι πληθυσμοί διότι πραγματοποιείται επικάλυψη των γενεών και μειώνεται η μέση διάρκεια της κάθε γενεάς. Τέλος, όλα αυτά κάνουν την αφίδα να συμπληρώνει την ανάπτυξή της σε τρεις φορές μικρότερο χρόνο σε σύγκριση με άλλα παρόμοια έντομα (Dixon 1998).



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 Ζημιές

Τα νεαρά φυτά, οι τρυφεροί βλαστοί και τα φύλλα είναι τα μέρη του φυτού, τα οποία προσβάλλουν οι αφίδες πιο συχνά. Οι αφίδες φέρουν νύγματα, τα οποία χρησιμοποιούν ώστε να μυζούν χυμούς από τα φύλλα και τους βλαστούς με στόχο την ανάπτυξή τους και την αναπαραγωγή τους. Το παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα τα φύλλα του φυτού να παρουσιάζουν συστρόφη, την οποία οι αφίδες τη χρησιμοποιούν με στόχο την προστασία τους από τους ψεκασμούς. Καθώς οι ψεκασμοί δεν πραγματοποιούνται μέσα στα σωστά χρονικά πλαίσια, οι αφίδες δεν καταπολεμούνται εύκολα. Έτσι, τα φυτά παρουσιάζουν προβλήματα και δυσκολίες στην ανάπτυξή τους αλλά και στην ωρίμανσή τους.

Στα νεαρά φύλλα παρατηρούνται εξογκώματα, κηκκίδες ή κύστες, οι οποίες εμφανίζονται εξαιτίας του ινδολικού οξέος. Το ινδολικό οξύ μεταφέρεται μέσω των σιελογόνων αδένων των αφίδων. Οι κύστες στο εσωτερικό τους μεταφέρουν αφίδες, οι οποίες τρέφονται και αναπαράγονται μέχρι αυτές να σπάσουν (*Viteus vitifoliae*: Homoptera: Phylloxeridae) (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Η φυλλόπτωση και η ολική ξήρανση είναι χαρακτηριστικές ζημιές, οι οποίες προκαλούνται από τις αφίδες (Παπαδάκη-Μπουρναζάκη Μ. 1993). Επίσης, παρατηρούνται κάποια είδη αφίδων, τα οποία έχουν ως

χαρακτηριστικό τα μελιτώδη αποχωρήματα. Οι αφίδες αυτές αφήνουν τα μελιτώδη αποχωρήματα πάνω στο φυτό με αποτέλεσμα να μολύνεται τόσο το ίδιο το φυτό όσο και οι καρποί. Τα μυρμηγκία, τα οποία προσελκύνονται από τα μελιτώδη αποχωρήματα, διώχνουν τα αφιδοφάγα έντομα με αποτέλεσμα να προστατεύονται οι αφίδες. Το παραπάνω περιβάλλον, το οποίο έχει δημιουργηθεί είναι κατάλληλο για τον μύκητα της καπνιάς.

Οι αφίδες θεωρούνται υπαίτιες για τη μετάδοση φυτικών ιών. Τα νύγματα, τα οποία έχουν δημιουργηθεί, βοηθούν μικροοργανισμούς να εισέρχονται στο φυτό, με αποτέλεσμα να έχουμε τη δημιουργία σήψης στα προσβεβλημένα όργανα ή διάφορες ιώσεις.

Σύμφωνα με το τρόπο μετάδοσης τους γίνεται ο διαχωρισμός των ιών. Κατά αυτό τον τρόπο διακρίνουμε τους μη έμμονους ιούς και τους έμμονους ιούς. Οι μη έμμονοι ιοί παραμένουν στους σιελογόνους αδένες της αφίδας για περίπου δύο ώρες ύστερα από τη μόλυνση του φυτού. Το μωσαϊκό της κολοκυθιάς και της αγγουριάς είναι ένας μη έμμονος ιός (Γεωργόπουλος και Ζιώγας, 1992). Έμμονοι ιοί είναι αυτοί, των οποίων η παραμονή στον φορέα διαρκεί μεγάλο χρονικό διάστημα ή ακόμα και ολόκληρη την ζωή τους. Χαρακτηριστικό των έμμονων ιών είναι ότι διατηρούν τη μολυντική τους ικανότητα (Γεωργόπουλος και Ζιώγας, 1992). Το καρούλιασμα των γεωμήλων είναι έμμονος ιός (Μπούρμπο και Σκουντιριδάκη, 1990).

Επίσης, υπάρχουν και οι ημιμόνιμοι ιοί, οι οποίοι φέρουν ενδιάμεσα χαρακτηριστικά. Ημιμόνιμος ιός είναι η τριστέσα των εσπεριδοειδών και ο ίκτερος των τεύτλων (Γεωργόπουλος και Ζιώγας, 1992).

Οι σιελογόνοι αδένες είναι αυτοί, οι οποίοι μεταφέρουν τους ιούς. Μέσω των υγρών οι ιοί διεισδύουν στον φορέα και εν συνεχεία πολλαπλασιάζονται. Η αφίδα νυσει τους φυτικούς ιστούς και με τη μετανάστευσή της σε διαφορετικό ξενιστή, έχει ως αποτέλεσμα την μετάδοση του ξενιστή.

Οι αφίδες είναι ένας από τους σημαντικότερους εχθρούς για τις καλλιέργειες και αυτό γιατί παρουσιάζουν μεγάλο αριθμό γενεών ανά έτος ενώ συνδυάζεται ταυτόχρονα η μετάδοση των ιών στα φυτά. Ωστόσο, οι αφίδες δεν γίνονται καταστροφικές κάτω από φυσικές συνθήκες και αυτό οφείλεται στο μεγάλο ποσοστό των άφθονων αλλά και αποτελεσματικών εχθρών, των

οποίων διαθέτουν (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 1998). Η αφίδα *Aphis fabae* Scopoli είναι φορέας πάνω από 30 ιώσεων.

1.4 Η Αφίδα *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae).

Η *Aphis fabae* Scopoli είναι η επιστημονική ονομασία της μαύρης αφίδας των κουκιών (*Vicia faba*), η οποία ανήκει στην οικογένεια Aphididae και στη τάξη των Ημίπτερων (Hemiptera).

Το μέγεθος της *A.fabae* χαρακτηρίζεται ως μικρό αφού το μήκος της κυμαίνεται από 1,8 έως 2,5 χιλιοστά. Το χρώμα της είναι είτε μαύρο ματ είτε υποπράσινο, επίσης είναι δυσδιάκριτη ενώ η μορφή του σώματός της είναι αχλαδόμορφη. Το σώμα της είναι μαλακό και το ασθενές δικτυωτό περίβλημα, το οποίο φέρει, την κάνει ιδιαίτερα ευαίσθητη.

Η συγκεκριμένη αφίδα φέρει πόδια κοντά με μηρούς. Οι μηροί μεταξύ τους διακρίνονται ως εξής: οι πρόσθιοι μηροί, οι οποίοι διακρίνονται από το ανοικτό καστανό χρώμα τους, σε μέσους και οπίσθιους μηρούς με χρώμα βαθύ καστανό. Επίσης, παρατηρούνται υποκίτρινες κνήμες με άκρο υπόφαιο. Ο κάθε ταρσός, ο οποίος είναι μαύρος, φέρει ένα με δύο άρθρα. Ακόμα, τα κεράτια της είναι κυλινδρικά με στενό άκρο.

Η *A.fabae* Scopoli διαθέτει ένα έντονο χαρακτηριστικό στοιχείο, το οποίο την κάνει ευκολοδιάκριτη σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη μαύρων αφίδων. Το παραπάνω χαρακτηριστικό είναι η ισχυρότατη εξοιδημένη πίσω κνήμη, την οποία διαθέτει το έμφυλο θηλυκό (Bonnemaison L, 1965).

Τα στοματικά της μόρια ως γνωστόν είναι νύσσου- μυζητικού τύπου και φέρουν τέσσερις λεπτές σμήριγγες. Οι σμήριγγες αυτές είναι πριονωτές για να μπορεί η αφίδα να τρυπάει τους φυτικούς ιστούς (Bonnemaison L, 1965) (Εικόνα 2). Οι σμήριγγες περιβάλλονται από ένα σωληνωτό ρύγχος, το οποίο εκφύεται από τα ισχία των πρόσθιων ποδιών.



Εικόνα 2: Ενήλικο άπτερο άτομο αφίδας *A.fabae*

Το Μάρτιο και συγκεκριμένα από τα μέσα του μήνα και μετά, τα πρώτα ακμαία εμφανίζονται. Εν συνεχεία, τα πρώτα ακμαία γεννούν άπτερες μορφές ατόμων ενώ οι απόγονοί τους έχουν κυρίως μορφές πτερωτές, οι οποίες μεταναστεύουν σε πολυάριθμους δευτερεύοντες ξενιστές φυτών (Blackman & Eastop, 2000). Τέλη Απριλίου ή αρχές Μαΐου εμφανίζονται τα πτερωτά παρθενότοκα άτομα, τα οποία τοποθετούν άπτερες νύμφες στην κάτω επιφάνεια των φύλλων ή στο άκρο των στελεχών. Οι πτερωτές μορφές ατόμων για να καταφέρουν να μεταναστεύσουν, θα πρέπει να επικρατούν συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος. Θερμοκρασίες ευνοϊκές θερμωρούνται αυτές, οι οποίες είναι μεταξύ 23°C-30°C ενώ η σχετική υγρασία αέρα να βρίσκεται σε ποσοστό 40%-80% (Johnson, 1952).

Η μαύρη αφίδα του κουκιού δημιουργεί νύγματα στα φύλλα των φυτών, τα οποία προσβάλλει, με αποτέλεσμα να προκαλεί περιτύλιξη και συρρίκνωση των φύλλων. Εκτός από τα νύγματα, οι αφίδες σχηματίζουν αποικίες, οι οποίες είναι συμπαγείς και αποτελούνται από χιλιάδες άτομα. Στις αποικίες εμφανίζονται πτερωτές μορφές αφίδων, οι οποίες στη συνέχεια μεταναστεύουν σε δευτερεύοντες ξενιστές. Οι αποικίες αυξάνονται με ταχύ ρυθμό τον Ιούνιο (Εικόνα 3) ενώ στα μέσα Ιουλίου παρατηρείται μείωση των προσβολών από τις αφίδες καθώς παρουσιάζονται και δρουν τα αρπακτικά και παρασιτοειδή.



Εικόνα 3: Αποικία της αφίδας *A.fabae*

Η *A.fabae* χαρακτηρίζεται ως πολυφάγο έντομο διότι οι ξενιστές της είναι πάνω από 200. Ετήσια ψυχανθή και τεύτλα είναι οι καλλιέργειες, οι οποίες συνήθως προσβάλλονται από την μαύρη αφίδα (Τζανακάκης, 1973). Τα φτερωτά άτομα της αφίδας μεταναστεύουν σε εόδη φυτών όπως είναι τα κουκιά, τα τεύτλα, τα φασόλια, η μηδική, η πατάτα, η τομάτα, τα πεπόνια, τα χρυσάνθεμα και ο καπνός (Μπούρμπο, 1990).

Τέλος, η μαύρη αφίδα των κουκιών χαρακτηρίζεται ως δίοικο άτομο διότι κατά τη διάρκεια του βιολογικού της κύκλου μεταναστεύει από τον κύριο ξενιστή σε δευτερεύον ξενιστή.

Κεφάλαιο 2^ο Φυσικοί Εχθροί

2.1 Τα Αρπακτικά Έντομα

Τα αρπακτικά έντομα χαρακτηρίζονται ως φυσικοί εχθροί και ανήκουν στη κατηγορία εντομοφάγων εντόμων ή θηρευτικών εντόμων. Στη παραπάνω κατηγορία εντάσσονται ακόμα τα παράσιτα και τα παρασιτοειδή. Τα αρπακτικά έντομα δεν τρέφονται μόνο με ένα άτομο από τη λεία τους αλλά με περισσότερα. Τα αρπακτικά έντομα χαρακτηρίζονται ως φυσικοί εχθροί του βλαβερού είδους, το οποίο θέλουμε να αντιμετωπίσουμε είτε αυτό είναι στα φυτοφάγα είδη είτε στα σαρκοφάγα ή σαπροφοάγα (Τζανακάκης, 1995).

Επίσης, η οικογένεια, στην οποία ανήκει κάθε αρπακτικό έντομο, είναι και αυτή, η οποία τα διακρίνει δηλαδή αν σαν θηρευτές τροφής θα είναι οι προνύμφες αλλά και τα ενήλικα άτομα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα αρπακτικά έντομα, τα οποία ανήκουν στην οικογένεια Coccinellidae (πασχαλίτσες) και τρέφονται με αφίδες. Τα παραπάνω έντομα, λοιπόν, έχουν ως θηρευτές τροφής τόσο τις προνύμφες όσο και τα ενήλικα άτομα. Ωστόσο, υπάρχουν οικογένειες αρπακτικών, οι οποίες διαθέτουν ως θηρευτές τροφής μόνο τις προνύμφες. Οι Syrphidae και Chrysoroidea είναι οικογένειες αρπακτικών, οι οποίες ανήκουν στην παραπάνω κατηγορία. Ως χαρακτηριστικό στοιχείο των αρπακτικών εντόμων είναι πως πρώτα σκοτώνουν το θήραμά τους και μετά τρέφονται από αυτό.

Οι φυσικοί εχθροί έχουν σημαντικό ρόλο ως προς την αντιμετώπιση των βλαβερών εντόμων. Οι φυσικοί εχθροί μειώνουν το πληθυσμό των βλαβερών εντόμων με αποτέλεσμα να δημιουργείται τόσο ισορροπία στο περιβάλλον όσο και ο άνθρωπος να έχει ένα αξιόλογο κέρδος.

Ωστόσο, οι φυσικοί εχθροί δεν δρούν ατομικά ούτε έχουν μεμονωμένη δράση ως προς την αντιμετώπιση και μείωση των πληθυσμών των βλαβερών εντόμων αλλά δέχονται επιρροές και από άλλους παράγοντες. Ως παράδειγμα ενός τέτοιου παράγοντα θα μπορούσαμε να δώσουμε την αλληλεπίδραση μεταξύ της χημικής και βιολογικής καταπολέμησης. Η παραπάνω αλληλεπίδραση αφείλεται στην τοξικότητα, η οποία υπάρχει σε αρκετά εντομοκτόνα προς τους φυσικούς εχθρούς. Η ολοκληρωμένη καταπολέμηση σύμφωνα με τη χρήση της θέτει ως στόχο την ενίσχυση και τη διατήρηση των

φυσικών εχθρών ως προς την αντιμετώπιση των βλαβερών εντόμων. Για να επιτευχθεί σωστά ο παραπάνω στόχος, θα πρέπει είτε να γίνει ενίσχυση και συντήρηση των ενδαιτημάτων τους είτε μέσω της χρήσης εκλεκτικών εντομοκτόνων και τα οποία δεν δημιουργούν προβλήματα στα ωφέλιμα έντομα αλλά είναι περισσότερο τοξικά προς τα βλαβερά έντομα (Horper, 2003).

2.2 Τα Αρπακτικά Έντομα Της Οικογένειας Coccinellidae

Στην οικογένεια Coccinellidae (πασχαλίτσες) διακρίνονται αρπακτικά έντομα και συγκεκριμένα Κολεόπτερα. Η συγκεκριμένη οικογένεια είναι μονοφυλετική και περιλαμβάνεται από 4500 είδη παγκοσμίως.

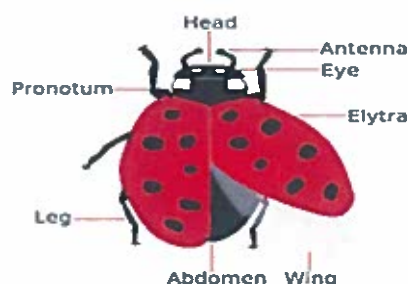
Χαρακτηριστικό είναι το κόκκινο χρώμα, το οποίο περιβάλλει το σώμα των αρπακτικών και το οποίο δικαιολογεί την ονομασία τους. Ωστόσο, κάνοντας μια πιο λεπτομερή περιγραφή στην οικογένεια Coccinellidae, έχουν εντοπιστεί και έντομα, τα οποία διαθέτουν πιο σκούρο χρώμα. Το σκούρο χρώμα, όμως, δεν θεωρείται χαρακτηριστικό της παραπάνω οικογένειας.

Στην οικογένεια Coccinellidae συμπεριλαμβάνονται επτά υποοικογένειες. Η Coccinellinae και η Epilachinae είναι δύο από τις υποοικογένειες και χαρακτηριστικό στοιχείο τους είναι η τροφή των εντόμων τους. Κάποια από τα είδη τρέφονται με μύκητες ή με ανώτερα φυτά.

Τα αρπακτικά έντομα τρέφονται κατά πλειοψηφία είτε με αφίδες είτε με κοκκοειδή. Ωστόσο, παρατηρούνται είδη αρπακτικών, τα οποία τρέφονται ταυτόχρονα και με αφίδες και κοκκοειδή. Επίσης, κάποια είδη αρπακτικών έχει παρατηρηθεί πως έχουν βασική τροφή τα άκαρεα (Putman 1955), αφίδες της οικογένειας Adelgidae (Delucci 1954, Pope 1973), αλευρώδεις (Heinz & Zalom 1996), μυρμήγκια (Pope & Lawrence 1990), προνύμφες της οικογένειας Chrysomelidae (Elliot & de Little 1980), φυλλοξήρα (Pope 1973) και ψύλλους (Booth 1997).

Παρακάτω γίνεται αναλυτική περιγραφή των μορφολογικών χαρακτηριστικών των αρπακτικών εντόμων της οικογένειας Coccinellidae. Το σώμα τους αποτελείται από τη κεφαλή, το θώρακα και τη κοιλιά. Οι κεραίες τους είναι κοντές και ροπαλοειδείς. Τα πόδια τους είναι τύπου βαδιστικού ενώ

το πρόσθιο ζεύγος των πτερυγών τους παρουσιάζει τροποποίηση. Η τροποποίηση αυτή έχει ως αποτέλεσμα τα έλυτρα, τα οποία σχηματίζονται, να είναι σκληρά. Τα έλυτρα ενώνονται σε μια κεντρική γραμμή και καλύπτουν την κοιλιά του εντόμου. Τα πρόσθια έλυτρα λειτουργούν ως κάλυψη για τα οπίσθια ζεύγη των πτερυγών όταν τα έντομα δεν πετούν. Ένα ακόμα χαρακτηριστικό στοιχείο είναι οι μεμβρανώδεις πίσω πτέρυγες.



Εικόνα 4: Σχεδιάγραμμα με τη μορφολογία του αρπακτικού εντόμου

Η οικογένεια Coccinellidae αποτελείται από έντομα, τα οποία είναι ολομετάβολα ενώ οι προνύμφες τους διαθέτουν μακρύ και ευλύγιστο σώμα. Τα αρσενικά με τα θηλυκά έντομα έχουν μεταξύ τους μορφολογικές διαφορές. Το μέγεθος των εντόμων είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα για τις μεταξύ τους μορφολογικές διαφορές διότι παρατηρείται πως τα θηλυκά είναι ελάχιστα μεγαλύτερα από τα αρσενικά. Ωστόσο, το μέγεθος του εντόμου δεν θεωρείται από μόνο του ιδιαίτερα αξιόπιστο στοιχείο για την αναγνώριση του φύλου. Επίσης, για την αναγνώριση του φύλου λαμβάνονται ως στοιχείο τα τρία κυρτώμενα δακτύλια από λευκό εύκαμπτο δερμάτιο, τα οποία παρατηρούνται στα τελευταία κοιλιακά μεταμέρη. Οι δακτύλιοι αυτοί έχουν ενεργό ρόλο κατά τη διάρκεια της σύζευξης μεταξύ του θηλυκού και αρσενικού εντόμου διότι επιτρέπουν την κάμψη της κοιλιάς του αρσενικού στις σωστές γωνίες (Majerus & Kearns, 1989). Τα στοματικά τους μόρια είναι μασητικού τύπου (Majerus & Kearns, 1989).

Βιολογικός κύκλος

Τα αρπακτικά έντομα της οικογένειας Coccinellidae είναι ολομετάβολα έντομα και η μεταμόρφωση τους είναι πλήρης. Για να ολοκληρωθεί η

ανάπτυξή τους αλλά και ο βιολογικός τους κύκλος περνούν τέσσερα στάδια. Πρώτο στάδιο είναι το αυγό, δεύτερο σταδιο είναι η προνύμφη, η οποία περνάει από τέσσερις ηλικίες, 1^{ης} έως 4^{ης} ηλικίας (larva), τρίτο στάδιο είναι η νύμφη και τέλος το ενήλικο άτομο. Ωστόσο, υποστηρίζεται από κάποιους συγγραφείς, πως υπάρχει ένα ακόμα στάδιο πριν τη νύμφη και ονομάζεται pre-pupa.

Το πρώτο στάδιο, το αυγό μας δίνει και την έναρξη του βιολογικού κύκλου. Στη συνέχεια το αυγό εκκολάπτεται και εμφανίζεται η προνύμφη 1^{ου} σταδίου. Η προνύμφη μέχρι να νυμφωθεί περνάει από τέσσερα στάδια. Τελευταίο στάδιο, είναι το ενήλικο άτομο και το οποίο έχει επέρθει από την μεταμόρφωση της προνύμφης του τέταρτου σταδίου. Το πόσο θα διαρκέσει ένας πλήρης βιολογικός κύκλος θα εξαρτηθεί από το είδος του αρπακικού. Ωστόσο, σε πολλά είδη της οικογένειας Coccinellidae διαρκεί ένα χρόνο.

Την περίοδο της άνοιξης ή στις αρχές καλοκαιριού γίνεται η εναπόθεση των αυγών. Εν συνεχεία, οι προνύμφες κάνουν την εμφάνιση τους, οι οποίες τρέφονται για ένα μήνα μέχρι να φτάσουν στο στάδιο της νύμφωσης. Το ενήλικο εμφανίζεται ύστερα από το στάδιο της νύμφωσης. Η εμφάνιση των ενηλίκων γίνεται στα μέσα με τέλη του καλοκαιριού. Επίσης, τα ενήλικα δεν ζευγαρώνουν μέχρι να έρθει η άνοιξη αλλά μόνο τρέφονται. Έτσι, οι πασχαλίτσες φέρουν μόνο μια γενιά το χρόνο και όχι παραπάνω (Majerus & Kearns 1989).



Εικόνα 5: Αριστερά και πάνω προνύμφη, αριστερά και κάτω νύμφη, δεξιά ενήλικο άτομο

Κάθε στάδιο, το οποίο περνάει το αρπακτικό μέχρι να ολοκληρωθεί ο βιολογικός του κύκλος, έχει τα δικά του χαρακτηριστικά.

Αυγά

Το σχήμα των αυγών είναι ωοειδές και επιμήκη ενώ το χρώμα τους ανοικτό κίτρινο έως βαθύ πορτοκαλί. Τα αυγά εναποθέτονται στις άκρες από τα περισσότερα είδη και για αυτό βρίσκονται σε όρθια θέση. Επίσης, η πλειοψηφία των ειδών γεννά τα αυγά σε ομάδες, αν και έχει παρατηρηθεί ποικιλομορφία στον αριθμό των αυγών, τα οποία εκκολάπτονται κάθε φορά (Majerus & Kearns, 1989). Τα αρπακτικά έντομα της οιγένειας Coccinellidae, τα οποία τρέφονται με αφίδες, γεννούν τα αυγά τους σε ομάδες ενώ τα έντομα, τα οποία έχουν ως τροφή τα κοκκοειδή, γεννούν κάθε αυγό ξεχωριστά (Dixon, 2000). Τα αυγά για να εκκολαφθούν, χρειάζεται να περ'άσουν ένα χρονικό διάστημα. Το χρονικό διάστημα αυτό ποικίλει αλλά και εξαρτάται από μεγάλο βαθμό από την θερμοκρασία. Ένα χαρακτηριστικό στοιχείο των αυγών είναι το γκρι χρώμα, το οποίο παρουσιάζουν κάποιες ημέρες πριν την εκκόλαψή τους (Hodek 1973, Hodek & Honek 1996).

Προνύμφες

Μετά το πρώτο στάδιο και την εκκόλαψη των αυγών, παρουσιάζονται οι αφίδες, οι οποίες είναι και το δεύτερο σταδιο του βιολογικού κύκλου. Οι προνύμφες φθάνουν σε μέγεθος μέχρι και τα επτά χιλιοστά μετά από διάρκεια 30 ημερών. Χαρακτηριστικό στοιχείο των νεαρών προνυμφών είναι η παραμονή τους για μια ημέρα δίπλα στο κελυφός τους. Τα κελύφη είναι φορές όπου γίνονται τροφή για τις προνύμφες. Επίσης, κάποιες άλλες τρέφονται από τα αυγά, τα οποία δεν εκκολάφθηκαν ή ακόμα τρέφονται από προνύμφες οι οποίες εκκολάπτονται αργότερα (Hodek & Honek, 1996). Οι προνύμφες πρώτου σταδίου αφού περάσει η πρώτη ημέρα, εγκαταλείπουν τα κελύφη με στόχο την εύρεση τροφής ή θηράματος. Το μικρό σώμα, το οποίο διαθέτουν οι αρχικές προνύμφες, τις αναγκάζει να αγκιστρωθούν από την πλάτη των αφίδων με μεγαλύτερο σωματικό μέγεθος, με στόχο τραφούν. Στη συνέχεια, η προνύμφη τρέφεται από τα υγρά της αφίδας, διεισδύοντας τα στοματικά της μόρια στο σώμα της. Το περίβλημα και τα εξαρτήματα της αφίδας παραμένουν ίδια και χωρίς να έχουν υποστεί κάποια μεταμόρφωση (Butt, 1951, Hannaz, 1958, Kesten, 1969). Ο παραπάνω τρόπο διατροφής παρατηρείται στα δύο

πρώτα στάδια των προνυμφών. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής της η προνύμφη αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο τρέφεται και αντί να μυζεί υγρά, προτιμάει τα συμπαγή μέρη από τα σώματα των αφίδων. Τα πόδια και οι κεραίες είναι μέρη από το σώμα των αφίδων, τα οποία γίνονται η τροφή των προνυμφών (Majerus & Kearns, 1989). Οι προνύμφες πριν νυμφωθούν, περνούν τη διαδικασία της έκδυσσης τρεις φορές. Το παλιό έκδυμα σχίζεται από τη ραχιαία πλευρά και μετά από μια ώρα η προνύμφη ελευθερώνεται. Στην αρχή ο νέος εξωσκελετός της προνύμφης είναι μαλακός και το χρώμα του είναι ωχρό ενώ στη συνέχεια σκληραίνει και σκουραίνει. Τόσο οι περιβαλλοντικές συνθήκες όσο και η ποσότητα τροφής επηρεάζουν την ανάπτυξη των προνυμφικών σταδίων. Η ποσότητα της τροφής όσο πιο μεγάλη είναι τόσο πιο γρήγορα έρχεται η ανάπτυξη των προνυμφών.

Pre-pupa

Είναι ένα στάδιο πριν τη νύμφωση. Οι προνύμφες καθώς βρίσκονται στο τέταρτο στάδιο δεν τρέφονται και δεν κινούνται αλλά με την άκρη της κοιλιάς τους είναι προσκολλημένες στην επιφάνεια κάποιου φύλλου ή μίσχου ή φλοιού. Εκεί λοιπόν οι προνύμφες αρχίζουν τη διαδικασία της κύρτωσης (Hodek, 1973).

Νύμφη

Η θέση της νύμφης είναι ένα από τα χαρακτηριστικά της στοιχεία διότι είναι κυρτώμενη. Το έκδυμα της, το έχει αποβάλλει στο σημείο της επιφάνειας όπου είχε προσκολληθεί και για αυτό το λόγο παρουσιάζεται χωρίς έκδυμα. Επίσης, οι νύμφες διαθέτουν μηχανισμό ανταπόκρισης στον κίνδυνο. Ο παραπάνω μηχανισμός, λοιπόν, δεν τις κάνει να είναι τελείως ακίνητες διότι αν δεχθούν κάποιο ερέθισμα κινδύνου, η περιοχή της κεφαλής τους αντιδρά και σηκώνεται πολλαπλές φορές με ανοδικές και απότομες κινήσεις του σώματός της. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες επηρεάζουν το χρώμα των νυμφών ενώ η θερμοκρασία επηρεάζει το χρονικό όριο της νύμφωσης.

Ενήλικο Άτομο

Εμφανίζεται καθώς ασκεί πίεση στο μπροστινό μέρος της νυμφικής θήκης. Το ενήλικο αποβάλλει το νυμφικό περίβλημα κάποια λεπτά αργότερα από την εμφάνισή του. Το ενήλικο άτομο φέρει μαλακά φτερά και έλυτρα ενώ παρουσιάζεται με ελάχιστη χρωστική ουσία κατά τη διάρκεια αποβολής του πειβλήματος. Το αρχικό χρώμα των ελύτρων είναι κίτρινο ή πορτοκαλί. Η

τελική μορφή του ενήλικου ατόμου έρχεται σταδιακά δηλαδή το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα του αλλά και τα σχέδια του θα τα αποκτήσει αναλόγως με την θερμοκρασία, η οποία κάθε φορά επικρατεί. Το ενήλικο άτομο δέχεται τις περισσότερες αλλαγές κατά τις πρώτες ώρες της εμφάνισής του. Ωστόσο, το κόκκινο χρώμα θα διατηρήσει την ανοικτή του απόχρωση σταθερή για εβδομάδες ή ακόμα και μήνες. Το παραπάνω φαινόμενο δίνει τη δυνατότητα, τα άτομα, τα οποία προκύπτουν από τη νέα γενιά, να διακρίνονται ευκολότερα. Αν και στα περισσότερα είδη μια μόνο σύζευξη είναι αρκετή ώστε να καλυφθεί η αναπαραγωγική ζωή των θηλυκών ατόμων, τα ενήλικα άτομα ζευγαρώνουν πιο πολλές φορές (Σκούρας,2009). Όταν η διάρκεια της ημέρας μειώνεται τα έντομα αρχίζουν να μπαίνουν στη διαδικασία της διάπαυσης. Ωστόσο, τα έντομα επιβιώνουν κατά τη διάρκεια της διάπαυσης χωρίς τροφή εξαιτίας της παρουσίας των ενεργειακών αποθεμάτων τους αλλά και του μειωμένου μεταβολισμού τους. Η φωτοπερίοδος θεωρείται ο σημαντικότερος παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει το πότε θα μπει το έντομο σε διάπαυση. Η φυσιολογική ωρίμανση των φυτών αλλά και η μείωση της θερμοκρασίας φέρουν αλλαγές, οι οποίες επαναλαμβάνονται κάθε χρόνο με την ίδια ακρίβεια, σε αντίθεση με αυτές οι οποίες παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της ημέρας (Hodek, 1973). Κατά τη διάρκεια της διάπαυσης το ενήλικο άτομο αυξάνει τις αντοχές του ως προς στις αντίξοες κλιματικές συνθήκες. Το παραπάνω φαινόμενο δημιουργείται εξαιτίας φυσιολογικών αλλά μορφολογικών γνωρισμάτων, τα οποία φέρουν συνδυασμό με ένα 'σύνδρομο προσαρμογής' και το οποίο εμφανίζει ποικιλομορφία μεταξύ των ειδών (De Wilde, 1970).

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

Το *C.septempunctata* κοινώς πασχαλιά ή κοκκινέλα χαρακτηρίζεται ως αρπακτικό έντομο, το οποίο ανήκει στην οικογένεια Coccinellidae. Το συγκεκριμένο αρπακτικό είναι αφιδιφάγο και θεωρείται ως ένας σημαντικός θηρευτής των αφίδων παγκοσμίως. Στην Ελλάδα τα είδη αφίδων, στα οποία δείχνει ιδιαίτερη προτίμηση και θεωρείται σημαντικός θηρευτής είναι το *M.persicae* (Hemiptera: Aphididae) στις καλλιέργειες καπνού και ροδακινιάς

αντιστοίχως (Katsarou et al. 2005, Karagounis et al. 2006). Επίσης, η πασχαλιά εμφανίζεται σε διάφορες καλλιέργειες, όπως είναι αυτές των ψυχανθών και του βαμβακιού. Το παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα στη διατροφή του αρπακτικού, να εντάσσονται και τα είδη αφίδων όπως για παράδειγμα είναι *A.fabae* (ψυχανθή), *Brevicoryne brassicae* (λάχανο) και *A.gossypii* (βαμβάκι). Τόσο οι προνύμφες όσο και τα ενήλικα άτομα της συγκεκριμένης πασχαλίτσας έχει παρατηρηθεί πως καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες αφίδων σε σύγκριση με οποιοδήποτε άλλο είδος πασχαλίτσας. Σε χρονικό διάστημα δηλαδή ενός μήνα υπολογίσθηκε πως το αρπακτικό είτε είναι στο στάδιο της προνύμφης είτε ακμαίο, έχει τη δυνατότητα να καταναλώσει πάνω από 500 αφίδες (Γραβάνης, 2009). Η απαίτηση για μεγάλες ποσότητες τροφής έχουν ως αποτέλεσμα τα ενήλικα να μεταναστεύουν όταν αυτή πλέον έχει τελειώσει (Bianchi et al. 2006). Ωστόσο, οι πασχαλίτσες δεν καταναλώνουν μόνο αφίδες αλλά και μελιτώματα συγκεκριμένων αφίδων, όπως είναι αυτά του είδους της αφίδας *Aphis craccivora* Koch.

Μορφολογικά Χαρακτηριστικά του *Coccinella septempunctata* L.

Το *C.septempunctata* ιαθέτει έλυτρα, των οποίων το χρώμα είναι πορτοκαλί έως κόκκινο. Στα έλυτρα παρατηρούνται επτά μαύρα στίγματα σύμφωνα με το πρότυπο σχέδιο 1-4-2. Επίσης, πάνω σε κάθε έλυτρο διακρίνονται τρία στίγματα ενώ το έβδομο βρίσκεται πίσω από τη μέση του προθώρακα. Η κεφαλή του εντόμου είναι μαύρου χρώματος και σε κάθε της πλευρά υπάρχει μια λευκή ή ωχρή κοιλίδα. Εκτός από τη κεφαλή, η οποία είναι μαύρη, το ίδιο χρώμα χαρακτηρίζει το θώρακα, τα πόδια του εντόμου αλλά και το κοιλιακό μέρος. Τα θηλυκά και τα αρσενικά άτομα διακρίνονται μορφολογικά μεταξύ τους τόσο από το μέγεθος όσο και από το τελευταίο κοιλιακό τους τμήμα. Στα αρσενικά παρατηρείται εξογκωμένο κοιλιακό τμήμα ενώ στα θηλυκά είναι επίπεδο. Η θερμοκρασία είναι παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει το σωματικό μέγεθος του εντόμου. Έχει παρατηρηθεί, λοιπόν, πως το έντομο έχει μήκος 5,99mm και το πλάτος του να βρίσκεται μεταξύ των 4,07mm σε θερμοκρασία 14°C ενώ σε θερμοκρασία 23°C το μήκος είναι 6,12mm και το πλάτος 4,3mm (Katsarou et al. 2005).

Οι προνύμφες του αρπακτικού έχουν τα εξής μορφολογικά χαρακτηριστικά: το χρώμα τους είναι σκούρο καστανό και διαθέτουν σώμα

μακρύ. Όταν οι προνύμφες βρίσκονται στο 4^ο στάδιο, το μήκος τους είναι 7-8mm και έχουν τρία ζεύγη ποδιών. Επίσης, οι νύμφες διαθέτουν την ίδια απόχρωση χρώματος είναι δηλαδή σκούρες καστανές. Αν και όταν η θερμοκρασία είναι υψηλή και η υγρασία χαμηλή τότε το χρώμα, το οποίο διαθέτουν, είναι ανοικτό πορτοκαλί (Hodek, 1973). Τέλος, τα αυγά τους είναι κίτρινα και διαθέτουν μακρύ, ελλειπτικό σώμα ενώ το μήκος είναι περίπου στο 1mm.



Εικόνα 6: Ενήλικα άτομα κατά τη διαδικασία σύζευξης

2.3.1 Ο Βιολογικός Κύκλος Του Αρπακτικού Έντομου *Coccinella septempunctata* L.

Ο βιολογικός κύκλος του εντόμου ολοκληρώνεται μέσα από συγκεκριμένα στάδια. Έτσι, κατά τη διάρκεια της ζωής του περνάει τα εξής παρακάτω στάδια: τα τέσσερα προνυμφικά, το στάδιο της νύμφης και τέλος αυτό του ενήλικου ατόμου. Η διάρκεια όλων των σταδίων δηλαδή από το αυγό έως και την εμφάνιση του ενήλικου ατόμου δεν είναι πάντα η ίδια. Παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει τη διάρκεια των σταδίων, είναι η θερμοκρασία δηλαδή στους 14°C κυμαίνεται από 70,4 ημέρες ενώ στους 23°C υπολογίζεται σε 22,1 ημέρες.

Στην Ελλάδα, ο βιολογικός κύκλος του εντόμου διαχωρίζεται στις εξής χρονικές περιόδους. Τέλη Μαρτίου έως και τον Ιούλιο παρατηρείται η δραστηριότητά τους και η διαδικασία της αναπαραγωγής τους. Από τον Ιούλιο έως και τον Αύγουστο είναι η περίοδο θερινής αναπαραγωγική διάπαυσης. Από το Σεπτέμβρη έως το Νοέμβρη, αφού έχει γίνει διακοπή της διάπαυσης, το έντομο επανεμφανίζεται στον αγρό. Τέλος, έχουμε τη περίοδο διαχείμασης

του εντόμου, η οποία έχει διάρκεια από Νοέμβριο έως τα τέλη του Φεβρουαρίου ή τις αρχές Μαρτίου (Katsoyannos, 1976).

Η διαχείμαση του αρπακτικού *C.septempunctata* λαμβάνει χώρα πάντα στο έδαφος και συγκεκριμένα κάτω από πέτρες, σε στρώματα ξερών φύλλων, σε τρύπες του εδάφους, κοντά στη βάση των φυτών αλλά και αλλού. Χαρακτηριστικό στοιχείο είναι πως η διαχείμαση γίνεται κοντά σε μέρη, στα οποία και πολλαπλασιάζεται. Αν υπάρχει κάποια περιοχή μεγαλύτερου υψομέτρου, η οποία θεωρείται μικρή αλλά είναι κοντά στις βιοθέσεις πολλαπλασιασμού του εντόμου, τότε το έντομο θα προτιμήσει να διαχειμάσει στις εκεί περιοχές. Στις πεδινές περιοχές το έντομο συνηθίζει να διαχειμάζει στις άκρες ή τα ξέφωτα δασών αλλά και σε δένδρα, τα οποία λειτουργούν ως ανεμοφράκτες. Αν δεν υπάρχουν, όμως, τέτοιες είδους θέσεις, το αρπακτικό έντομο θα προτιμήσει να διαχειμάσει σε κοντινούς απομονωμένους θάμνους, σε άλλα φυτά και σε πλαγιές λόφων (Hodek, 1973).

Τα ενήλικα άτομα εμφανίζονται ύστερα από τη διαχείμαση σε πεδινές περιοχές και χρονικά από τα τέλη Μαρτίου έως τις αρχές Απριλίου. Μετά την εμφάνισή τους, λοιπόν, τα αρπακτικά αρχίζουν να τρέφονται και να αναπαράγονται, με αποτέλεσμα να γεννούν τα πρώτα τους αυγά κατά το δεύτερο μισό του Απριλίου. Το *C.septempunctata* χαρακτηρίζεται από παραλλακτικότητα ως προς τον αριθμό των γενεών, εμφανίζοντας το έτος περισσότερες από μια γενεά (Hodek, 1986).

Στην Ελλάδα η πασχαλιά παρουσιάζει τέσσερις γενεές το χρόνο. Το δεύτερο ή τρίτο δεκαήμερο του Μαΐου η πρώτη γενεά εμφανίζεται στον αγρό ενώ στα τέλη του Ιουνίου με αρχές Ιουλίου κάνει την εμφάνισή της η δεύτερη γενεά. Η τρίτη γενεά εμφανίζεται στα τέλη Ιουλίου έως τις αρχές Αυγούστου ενώ η τέταρτη γενεά, η οποία είναι και η τελευταία, συναντάται αρχές Σεπτεμβρίου έως τα τέλη του ίδιου μήνα ή ίσως και πιο μετά, το τρίτο δεκαήμερο του Οκτώβρη (Katsoyannos et al. 1997). Επίσης, στα τέλη Ιουνίου στις πεδινές περιοχές παρατηρούνται μικρότεροι πληθυσμοί του είδους διότι ένας μεγάλος αριθμός ενήλικων ατόμων μεταναστεύει σε κοντινές ορεινές περιοχές.

2.4 Κανιβαλισμός Των Αρπακτικών Coccinellidae

Ο κανιβαλισμός είναι χαρακτηριστικό στοιχείο των αρπακτικών εντόμων της οικογένειας Coccinellidae. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται όταν υπάρχει έλλειψη τροφής, με αποτέλεσμα άτομα, τα οποία ανήκουν στο ίδιο ή σε διαφορετικό είδος Coccinellidae, να γίνονται εναλλακτική τροφή. Ως εναλλακτική τροφή στο φαινόμενο του κανιβαλισμού έχει παρατηρηθεί πως είναι τα αυγά ή τα ευάλωτα άτομα όπου μόλις έχουν νυμφωθεί. Οι προνύμφες νεαρής ηλικίας διατηρούν την παραμονή τους στο κέλυφος του αυγού τους και εν συνεχεία χρησιμοποιούν τα διπλανά αυγά ως τροφή και ύστερα διασκορπίζονται. Ωστόσο, το παραπάνω φαινόμενο παρατηρείται και σε προνύμφες μεγαλύτερης ηλικίας.

Το φαινόμενο του κανιβαλισμού έχει ως αποτέλεσμα, τα κανίβαλα αρπακτικά να αυξάνουν το όριο της επιβίωσης τους. Τα αρπακτικά Coccinellidae, τα οποία εκτρέφονται στο εργαστήριο, παρουσιάζουν μεγάλο ποσοστό στειρότητας, με αποτέλεσμα τα μεγάλα ποσοστά κανιβαλισμού να μην θεωρούνται αληθείς (Mills, 1982). Ο Mills διαπίστωσε πως τα ποσοστά κανιβαλισμού στη φύση είναι 6% έως 30%, αυτό μας δίνει το συμπέρασμα του περιορισμού της μαζικής παραγωγής των Coccinellidae και στην απομόνωση των αφίδων αφού βγούν από το αυγό τους.

2.5 Οι Φυσιικοί Εχθροί Της Αφίδας *A.fabae*

Η αφίδα *A.fabae* διαθέτει αρκετούς φυσικούς εχθρούς όπως για παράδειγμα είναι το *Coccinella septempunctata* (Coccinellidae) και το *Hippodamia variegata* (Coccinellidae). Ωστόσο, υπάρχουν και άλλοι φυσικοί εχθροί, οι οποίοι είναι το *Adalia bipunctata* και το *Propylaea quatuordecimpunctata* και ανήκουν στην ίδια οικογένεια με τους δυο παραπάνω, δηλαδή τη Coccinellidae. Τέλος, παρατηρούνται ως φυσικοί εχθροί το *Aphidius colemani* της οικογένειας Braconidae και το *Aphidoletes aphidimyza* της οικογένειας Cecidomyiidae.

Τα παραπάνω είδη των φυσικών εχθρών είναι διαδεδομένα στην Ελλάδα και επίσης τρέφονται με μεγάλο αριθμό αφίδων. Τα χαρακτηριστικά, τα οποία φέρουν είναι τα εξής: ο βιολογικός του κύκλος έχει διάρκεια 15 με 18

ημέρες και η επιθυμητή θερμοκρασία είναι 25° C, τα ακμαία θηλυκά έχουν διάρκεια ζωής μέχρι τρεις μήνες και σε κατάλληλες συνθήκες περιβάλλοντος γεννούν πάνω από 800 αυγά και συγκκριμένα σε ομάδες των 15 μέχρι 25 αυγών. Τέλος, οι θερμοκρασίες κατά τις οποίες δρουν και ευνοούνται είναι 22° C-26° C ενώ όταν η θερμοκρασία είναι κάτω των 13° C η δραστηριότητά τους σταματά.

Κεφάλαιο 3^ο Η διαχείριση των εντόμων

3.1 Μέθοδοι Καταπολέμησης

Οι μέθοδοι καταπολέμησης, οι οποίες υπάρχουν για την αντιμετώπιση των βλαβερών εντόμων, είναι αρκετές. Ωστόσο, οι πιο διαδεδομένες και κοινές σε χρήση είναι η χημική μέθοδος, η βιολογική και η ολοκληρωμένη μέθοδος. Η κάθε μια φέρει τα δικά της χαρακτηριστικά. Παρακάτω γίνεται αναφορά σε κάθε μια μέθοδο ξεχωριστά.

Χημική Καταπολέμηση

Η χημική καταπολέμηση των εντόμων είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος διότι έχει άμεσα αποτελέσματα. Σε πολλές περιπτώσεις είναι η μοναδική μέθοδος, η οποία χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση πολλών επιβλαβών ενόμων. Η χρήση της στηρίζεται στη χρήση φυσικών ή σύνθετων χημικών ουσιών, οι οποίες είτε αυτούσιες είτε σε μίγματα προκαλούν τη θανάτωση των βλαβερών εντόμων μέσω της τοξικής τους δράσης. Τα παραπάνω σκευάσματα χαρακτηρίζονται ως εντομοκτόνα. Αν και σαν μέθοδος είναι αποτελεσματική αφού οι εχθροί είτε περιορίζονται είτε θανατώνονται σε σύντομο χρονικό διάστημα, από τη χρονική στιγμή όπου θα γίνει η εφαρμογή του κατάλληλου εντομοκτόνου, φέρει και τα μειονεκτήματά της. Η χημική καταπολέμηση προκαλεί οικολογικές ανωμαλίες στην ανθεκτικότητα των βλαβερών εντόμων, στα εντομοκτόνα αλλά και στην εξαπλωσή τους, στη μόλυνση του εδάφους, των υδάτων και της τροφικής αλυσίδας θέτοντας σε μεγάλο κίνδυνο τον άνθρωπο από τη χρήση των τοξικών αυτών ουσιών (Τζανακάκης, 1995). Η πλειοψηφία των χημικών ουσιών, των οποίων γίνεται χρήση, δημιουργούν έντονα προβλήματα και ως προς τα ωφέλιμα έντομα. Ίσως στο μέλλον η χρήση των χημικών ουσιών να μειωθεί μέσω της ορθολογικής χρήσης των σκευασμάτων δηλαδή επιλέγοντας το κατάλληλο σκεύασμα, το σωστό χρόνο και δόση εφαρμογής από τους καλλιεργητές, για τη προστασία της γεωργικής παραγωγής αλλά και για τον άνθρωπο (Δημόπουλος, 2004).

Για τους παραπάνω λόγους γεννήθηκε η επιθυμία για τη δημιουργία νέων μεθόδων, οι οποίες θα είναι φιλικές για το περιβάλλον, για τον άνθρωπο

αλλά και τα ωφέλιμα έντομα. Έτσι, έχουμε τη βιολογική καταπολέμηση και την ολοκληρωμένη μέθοδο.

Βιολογική Καταπολέμηση

Η βιολογική καταπολέμηση στηρίζεται στη χρήση ωφέλιμων εντόμων και μικροοργανισμών τόσο για την αντιμετώπιση των εχθρών όσο και των ασθενειών των φυτών. Η χρήση των ωφέλιμων εντόμων (predators) μειώνει τα φυτοφάγα έντομα. Τα ωφέλιμα έντομα εκτρέφονται στα εργαστήρια και έπειτα ελευθερώνονται σε καλλιεργούμενες εκτάσεις. Σαν μέθοδος έχει μιμητικό χαρακτήρα δηλαδή μιμείται τη φύση, καθώς ένα έντομο, το οποίο είναι θηρευτής τρέφεται με κάποιο άλλο έντομο και το οποίο είναι το θήραμα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το αρπακτικό έντομο *Coccinella septempunctata*, το οποίο είναι ο θηρευτής των αφίδων. Ωστόσο, στη βιολογική καταπολέμηση δεν γίνεται χρήση μόνο ωφέλιμων εντόμων αλλά και βακτηρίων, όπως για παράδειγμα το *Bacillus thuringiensis* για την αντιμετώπιση του πράσινου σκουληκιού του βαμβακιού. Επίσης, χρησιμοποιούνται στερημένα έντομα, τα οποία έχουν στηρωθεί με ακτίνες X και στη συνέχεια ελευθερώνονται στη καλλιέργεια με αποτέλεσμα να μη γονιμοποιούνται τα θηλυκά (Τζανακάκης, 1995). Επιπλέον, γίνεται χρήση εντομοαπωθητικών ουσιών φυτικής προέλευσης αλλά και φερομόνων, οι οποίες είναι ορμόνες που εκκρίνουν τα έντομα με σκοπό να επικοινωνουν μεταξύ τους. Οι φερομόνες και συγκεκριμένα οι συνθετικές φερομόνες χρησιμοποιούνται σε ειδικές παγίδες, οι οποίες δημιουργούν σύγχυση στα αρσενικά έντομα καθώς αναζητούν τα θηλυκά άτομα. Αυτή η σύγχυση έχει ως αποτέλεσμα να εμποδίζεται το ζευγάρωμα μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων. Η παραπάνω μέθοδος, αυτής της παρεμπόδισης της σύζευξης των εντόμων θεωρείται φιλική προς το περιβάλλον αλλά και αποτελεσματική ως προς την καταπολέμηση των πληθυσμών των βλαβερών εντόμων διότι περιορίζεται η χρήση φυτοφαρμάκων ενώ ταυτόχρονα δεν επηρεάζονται οι πληθυσμοί των ωφέλιμων εντόμων (Howse & Stevens, 1998). Τέλος, στη βιολογική καταπολέμηση γίνεται χρήση αιθέριων ελαίων με σκοπό τη μείωση των βλαβερών εντόμων (Howse & Stevens, 1998).

Η βιολογική καταπολέμηση ως μέθοδος έχει τη δυνατότητα, να μειώσει το πληθυσμό των βλαβερών εντόμων για μεγάλο χρονικό διάστημα. Όταν γίνει εγκατάσταση ωφέλιμων εντόμων σε μια καλλιέργεια και αφού εξαπλωθούν και ευδοκιμήσουν, έχουν τη δυνατότητα να περιορίσουν το πληθυσμό των βλαβερών εντόμων για αρκετά χρόνια (Τζανακάκης, 1995). Επιπλέον, σαν μέθοδος δεν θεωρείται ακριβή ώστε να εγκατασταθεί όταν το κράτος μεριμνά για την υλοποίησή της.

Ωστόσο, υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις κατά τις οποίες η καταπολέμηση με εντομοφάγα έντομα δεν έχει άμεσα αλλά και σταθερά αποτελέσματα (Τζανακάκης, 1995). Επίσης, πρέπει να υπάρχει περισσότερη προσοχή όσο αναφορά τα εισαγόμενα ωφέλιμα έντομα διότι υπάρχει περίπτωση να προσβληθούν τόσο τα βλαβερά όσο και τα ωφέλιμα έντομα της καλλιέργειας (Τζανακάκης, 1995). Τέλος, για να λειτουργήσει σωστά η μέθοδος της βιολογικής καταπολέμησης, θα πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη γνώση αλλά και ειδικά νομοθετικά μέτρα. Χρήσιμο θα ήταν έβα σύστημα ελέγχου, το οποίο θα κατοχυρώνει τη βιολογική γεωργία και παράλληλα θα πιστοποιεί τα βιολογικά προϊόντα (Δημόπουλος, 2004).

Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση

Ένας αποδεκτός όρος είναι ο παρακάτω: Ένα σύστημα οικολογικά προσανατολισμένης διαχείρισης ή χειρισμού των πληθυσμών των βλαβερών οργανισμών, για τα φυτά, το οποίο χρησιμοποιεί όλες τις κατάλληλες τεχνικές και μεθόδους σε συνδυασμό, με στόχο τον περιορισμό των βλαβερών εντόμων σε επίπεδα, τα οποία δεν επιφέρουν οικονομική ζημία στην καλλιέργεια. Είναι ένας συνδυασμός όλων των μεθόδων καταπολέμησης και δίνοντας σημασία περισσότερο σε αυτές, οι οποίες δεν κάνουν χρήση χημικών σκευασμάτων. Οι μέθοδοι, οι οποίοι συνθέτουν την Ολοκληρωμένη καταπολέμηση είναι, οι χημικές, οι βιολογικές, οι βιοτεχνολογικές, οι χημικές, οι γενετικές και τα καλλιεργητικά μέσα.

Με τη χρήση της ολοκληρωμένης καταπολέμησης παρατηρούμε κάποια θετικά στοιχεία, τα οποία είτε αφορούν το περιβάλλον είτε τον άνθρωπο είτε ακόμα και τα έντομα. Για παράδειγμα η ρύπανση του περιβάλλοντος δεν βρίσκεται σε υψηλά ποσοστά και παράλληλα η υγεία τόσο

του καταναλωτή όσο και του γεωργού αντιμετωπίζουν μεγάλο κίνδυνο. Επίσης, τα παραγώμενα προϊόντα χαρακτηρίζονται πιο υγιεινά διότι δεν παρουσιάζουν υπολείμματα τοξικών ουσιών. Επιπλέον, οι χημικές επεμβάσεις περιορίζονται στο ελάχιστο και γίνονται τόσες όσες είναι απαραίτητες ώστε να προστατευθεί η παραγωγή (Τζανακάκης, 1995). Τέλος, παρουσιάζεται μείωση ανθεκτικών φυλών εντόμων ως προς τα εντομοκτόνα.

Ωστόσο, για να παρουσιάσει ανάπτυξη η μέθοδος της ολοκληρωμένης καταπολέμησης, χρειάζεται η βοήθεια των κρατικών υπηρεσιών, οι οποίες θα πρέπει να καταλάβουν την αναγκαιότητα για ηπιότερους τρόπους της φυτοπροστασίας, του αγρότη αλλά και του καταναλωτή και να εφαρμόσουν αναγκαία μέτρα (Τζανακάκης, 1995).

Για να θεωρηθεί επιτυχής η εφαρμογή της ολοκληρωμένης καταπολέμησης, θα πρέπει πρώτα να επικρατούν κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες. Όπως, για παράδειγμα είναι επιθυμητή η ολοκληρωμένη γνώση της βιοοικολογίας των εχθρών κάθε καλλιέργειας όπως και των αντίστοιχων φυσικών εχθρών τους. Να υπάρχει συχνός οπτικός έλεγχος των εχθρών κάθε καλλιέργειας και συγκεκριμένα ως προς την εμφάνισή τους, το πληθυσμό, ο οποίος προσβάλλει την αντίστοιχη καλλιέργεια αλλά και το πληθυσμό των ωφέλιμων εντόμων. Σημαντικό ρόλο παίζει, επίσης, ο καθορισμός "ορίου ανεκτής πυκνότητας" και της αντίστοιχης "πυκνότητας ή ορίου επέμβασης" για κάθε εχθρό. Ως **όριο ανεκτής πυκνότητας** χαρακτηρίζεται το ύψος του πληθυσμού του ζημιογόνου εντόμου, το οποίο εάν το ξεπεράσουμε θα προκληθεί οικονομική ζημιά στη καλλιέργεια. Ως **πυκνότητα επέμβασης** θεωρείται εκείνο το όριο, σύμφωνα με το οποίο λαμβάνονται τα μέτρα καταπολέμησης και συνήθως είναι λίγο πιο κάτω από το όριο ανεκτής πυκνότητας με στόχο να αποφευχθεί σημαντική οικονομική ζημιά για την καλλιέργεια.

Καλλιεργητικά Μέτρα

Τα καλλιεργητικά μέτρα είναι απαραίτητο, να λαμβάνονται πριν απο οποιαδήποτε μέθοδο αντιμετώπισης ώστε να γίνεται πρόληψη ως προς την εμφάνιση μεγάλων πληθυσμών των βλαβερών εντόμων.

Αυτά τα μέτρα είναι: η ζιζανιοκτονία, η εδαφοκάλυψη, ο τακτικός έλεγχος της τόσο της καλλιέργειας μας όσο και των γειτονικών αλλά και των ζιζανίων. Η αντιμετώπιση του εντόμου με μηχανικά μέσα στις αρχικές του εστίες, κάλυψη της καλλιέργειας με δίκτυ σκίασης, ρύθμιση του χρόνου φύτευσης της καλλιέργειας ώστε να μην εμφανίζονται μικρά φυτά σε περιόδους με είδη πτερωτών αφίδων, καταστροφή φυτών από προηγούμενες καλλιέργειες αλλά και καταστροφή υπολειμμάτων της καλλιέργειας μετά τη συγκομιδή, φύτευση υγιών φυταρίων και τέλος, η ορθολογιστή λίπανση (Σκούρας, 2009).

ΈΒ Ειδικό Μέρος

Εισαγωγή

Τα κυριότερα αρπακτικά αφίδων θεωρούνται τόσο το *C.septempunctata* όσο και το *H.variegata*. Τα δύο παραπάνω είδη χαρακτηρίζονται ως πολυφάγα ωστόσο δείχνουν μεγάλη προτίμηση στις αφίδες, με αποτέλεσμα να παίζουν μεγάλο ρόλο και να θεωρούνται σημαντικοί παράγοντες ως προς τη μείωση των αφίδων (Hodek, 1973).

Σημαντικό στοιχείο στα πλαίσια της κλασσικής βιολογικής καταπολέμησης, είναι η απελευθέρωση ένας φυσικού εχθρού, ο οποίος θα είναι καλά προσαρμοσμένος (Albuquerque et al. 1994). Επίσης, σημαντικός παράγοντας για κάθε στάδιο της βιολογικής καταπολέμησης είναι η καλή γνώση της βιολογίας του φυσικού εχθρού, τον οποίο θα επιλέξουμε ώστε να ελευθερωθεί.

Στα πλαίσια της ολοκληρωμένης καταπολέμησης των εχθρών (IPM) λαμβάνουν μέρος τα αρπακτικά έντομα *C.septempunctata* και *H.variegata*, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να μειώνουν το πληθυσμό των αφίδων σε τέτοιο επίπεδο ώστε να μην υπάρχει οικονομική ζημία. Με στόχο η μέθοδος της IPM να είναι πιο αποτελεσματική, γίνεται αναγκαία η γνώση του βιολογικού κύκλου

των Κολέοπτερων αρπακτικών αλλά και η επίδραση, την οποία δέχονται από τα αντίστοιχα φυτοπροστατευτικά προϊόντα.

Τα αρπακτικά έντομα της οικογένειας Coccinellidae δεν επηρεάζονται από τη τοξικότητα των εντομοκτόνων στην ίδια ένταση σε όλα τα είδη. Αυτό σημαίνει πως η τοξικότητα φέρει αλλαγές μεταξύ των ειδών των αρπακτικών αλλά και των εντομοκτόνων όπου χρησιμοποιούνται.

Ένα αρπακτικό έντομο εαν δεν θανατωθεί από ένα εντομοκτόνο ταυτόχρονα δεν σημαίνει ότι δεν έχει επηρεαστεί και δεν φέρει θανατηφόρα αποτελέσματα. Για παράδειγμα παρουσιάζει μικρότερη διάρκεια ζωής (Liu & Stansly, 2004), μείωση ωοπαραγωγής αλλά και γονιμότητας (Banken & Stark, 1998), (Liu & Stansly, 2004), (Galvan, Koch & Flutchison, 2005), αυξημένους ρυθμούς ανάπτυξης (Galvan et al. 2005) αλλά και περίοδο προ ωοτοκίας (Liu & Stansly, 2004). Επίσης, παρουσιάζουν μείωση βάρους (Galvan et al., 2005) και τέλος αλλαγή συμπεριφοράς (Wiles and Jepson 1994), (Provost, Coderre, Lucas, and Bostanian 2003), (Singh, Walters, Port, and Northing 2004), (Stark, Banks, and Acheampong 2004).

Στην παρούσα πτυχιακή μελέτη μελετήθηκε η ανθεκτικότητα του *C.septempunctata* στο imidacloprid αλλά και στη συνέχεια, έγινε έλεγχος για την ύπαρξη μηχανισμού αποτοξικοποίησης με χρήση συνεργιστών (PBO).

A. Υλικά και Μέθοδοι

Πειραματικό Υλικό

Το αρπακτικό, το οποίο χρησιμοποιήθηκε στις μελέτες μας, είναι το Κολεόπτερο *C.septempunctata*. Το αρπακτικό συλλέχθηκε στην περιοχή της Αθηνas από καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά τη χρονική περίοδο 2012. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε και η αφίδα *A.fabae* ως θήραμα για τα παραπάνω αρπακτικά.

Αποικία Αφίδων

Οι αφίδες εκτράφηκαν στο χώρο του εντομοτροφείου και συγκεκριμένα στο Α. ΤΕΙ Πελοποννήσου, το οποίο εντάσσεται στα παλίσια του εργαστηρίου Εντομολογίας και Ζωολογίας του τμήματος Φ.Π. Για την εκτροφή των αφίδων μέσα στο θάλαμο επικρατούσαν οι παρακάτω συνθήκες θερμοκρασίας 18°C (\pm

0.5), υγρασία 60% (\pm 0.5) και η φωτοπερίοδος ήταν L16:D8 (L=Light, D=Darkness). Για την εκτροφή των αφίδων έγινε χρήση σιδερένιων κλουβιών με ανοίγματα γύρω γύρω και ξύλινο πάτο ενώ ήταν προστευμένα από λεπτό ύφασμα οργαντίνας. Η οργαντίνη έκλεινε σε τέτοιο βαθμό ώστε να μην υπάρχει πιθανή έξοδος των αφίδων αλλά και ταυτόχρονα προστάτευε τις αφίδες από μόλυνση άλλων εντόμων (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Αριστερά απεικονίζεται αποικία αφίδων σε κλουβιά εκτροφής σε θάλαμο του εργαστηρίου, Δεξιά απεικονίζεται αποικία αφίδων πάνω σε φυτό κουκιών.

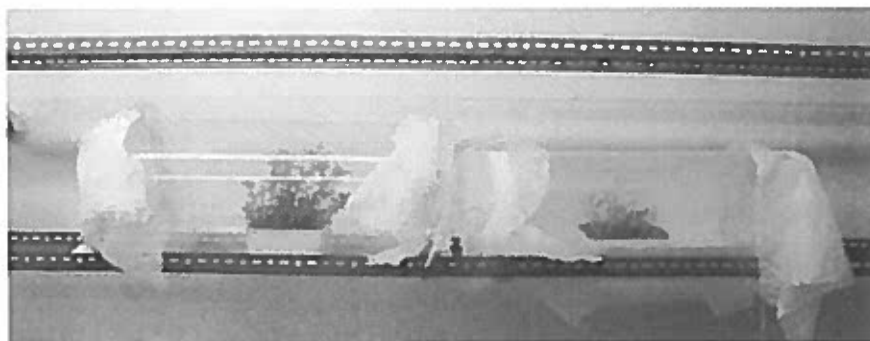
Μέσω των παραπάνων συνθηκών υπήρχε η δυνατότητα να επικρατεί ένας συνεχής ρυθμός της παρθενογενετικής αναπαραγωγής των αφίδων. Η διατροφή των αφίδων γινόταν με φυτά κουκιών (*Vicia faba*), τα οποία άλλαζαν κάθε τρεις ημέρες και γινόταν η τοποθέτηση καινούργιων φυτών.

Αποικία Αρπακτικών

Τα αρπακτικά έντομα συλλέχθηκαν στο στάδιο του ενήλικου ατόμου και τα οποία τοποθετήθηκαν σε ειδικά αεροσταγή σακουλάκια. Ύστερα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο ώστε να δημιουργηθούν αποικίες.

Για να δημιουργηθούν οι αποικίες τα αρπακτικά τοποθετήθηκαν σε πλακαστικούς διάφανους κυλίνδρους. Εκτός από τα αρπακτικά μαζί τοποθετήθηκαν και φυτά κουκιών, τα οποία είχαν μολυνθεί από την αφίδα *A.fabae* με σκοπό να καλυφθούν οι διατροφικές ανάγκες. Επίσης, για την προστασία των αρπακτικών οι κύλινδροι κλείστηκαν δεξιά και αριστερά με οργαντίνες (Εικόνα 8).

Στην αίθουσα του εργαστηρίου όπου και φυλάσσονταν, επικρατούσαν συνθήκες περιβάλλοντος, οι οποίες έδιναν τη δυνατότητα, οι αποικίες να διατηρούνται σε επιθυμητά επίπεδα. Για αυτό το λόγο η ρυθμιζόμενη θερμοκρασία ήταν στους 25°C, η υγρασία σε ποσοστό 60% ενώ η φωτοπερίοδος ήταν 16:8 (L:D). Κάθε 2 με 3 ημέρες γινόταν αλλαγή της τροφής ενώ παράλληλα γινόταν και έλεγχος για αυγά. Τα αυγά, τα οποία συλλέγοντα, μεταφερόντουσαν σε ειδικά τριβλία μέχρι να εκκολαφθούν. Οι προνύμφες, οι οποίες εμφανίζονταν μετά την εκκόλαψη των ωών, τοποθετούνταν μεμονομένα σε βαζάκια, στα οποία γινόταν καθημερινά προσθήκη τροφής και συγκεκριμένα με αφίδες. Η καθημερινή προσθήκη αφίδων είχε ως αποτέλεσμα να μην παρατηρείται το φαινόμενο του κανιβαλισμού. Τέλος, αφού ολοκλήρωναν τα στάδια του βιολογικού του κύκλου και γινόντουσαν ενήλικα άτομα, μεταφερόντουσαν στους κυλίνδρους ώστε να συνεχιστούν και να διατηρηθούν οι αποικίες.



Εικόνα 8: Αποικία ενήλικων αρπακτικών ατόμων του είδους *C. serpemunctata* στους ειδικού πλαστικούς κλωβούς, στο θάλαμο του εργαστηρίου.

Φυτά

Η σπορά των κουκιών έγινε σε γλαστράκια με μέγεθος 15x15 εκατοστά. Η διαδικασία της σποράς είχε τα εξής βήματα: τα σπόρια τα βάζαμε στο νερό για 24 ώρες, ύστερα μια ποσότητα από κουκιά τοποθετούνταν σε βρεγμένο περλίτη, ο οποίος βρισκόταν μέσα στα γλαστράκια και αφού τα ποτίζαμε, τα μεταφέραμε σε θάλαμο με θερμοκρασία 25°C. Ύστερα, από 8 με 10 ημέρες τα κουκιά φύτρωναν και όταν έφταναν τα 10 εκατοστά μήκος ήταν κατάλληλα να μολυνθούν. Έτσι, τα μεταφέραμε στα ειδικά κλουβιά με τις οργαντίνες ώστε να γίνει η τεχνητή μόλυνση με την αφίδα *Aphis fabae* (Εικόνα

9). Από τα μολυσμένα φυτά γίνεται και η συλλογή ενήλικων ατόμων αφίδας, με τα οποία τρέφονται οι προνύμφες αλλά και οι αποικίες των ενήλικων ατόμων.



Εικόνα 9: Αριστερά απεικονίζονται γλαστράκια με σπόρους κουκιών πάνω στο περλίτη και δεξιά είναι οι φυτρωμένοι σπόροι κουκιών στο στάδιο για τεχνητή μόλυνση.

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 του imidacloprid και του PBO 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 ενήλικων μεμονωμένα και διατηρήθηκαν στο βιοκλιματικό θάλαμο, στους 25°C, με φωτοπερίοδο 16:8 και υγρασία 60% μέχρι την εκκόλαψη τους. Κάθε νεοεκκολαφόμενη προνύμφη τοποθετείται σε ατομικά βαζάκια, όπου παρέμεινε μέχρι να φθάσει στο τέταρτο 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. Σ' αυτό το στάδιο πραγματοποιήθηκαν οι βιοδοκιμές.

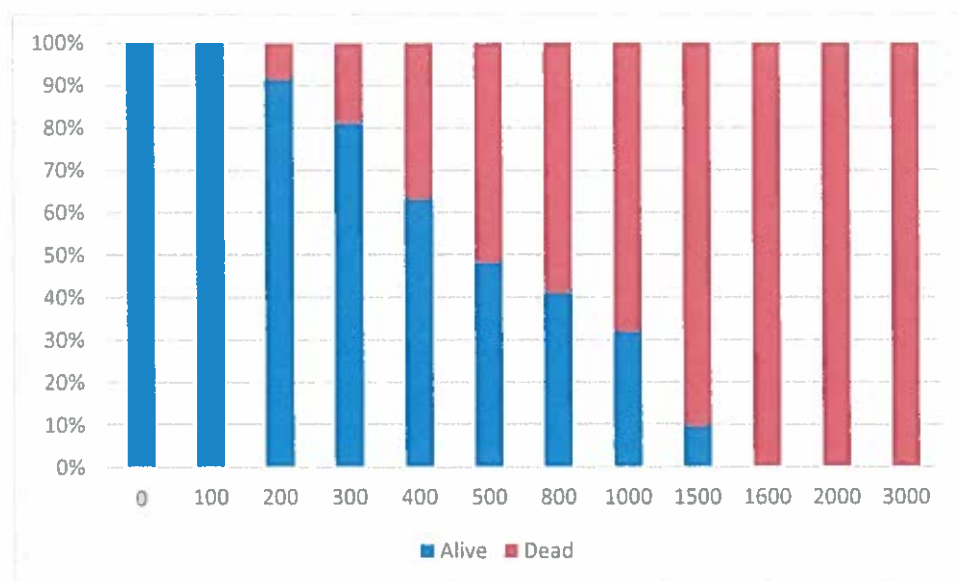
Εφαρμόστηκε το εντομοκτόνο imidacloprid (Confidor 20SL, Bayer Crop Science Ελλάς ABEE) και μάρτυρας με τοπική εφαρμογή στο scutellum του κάθε εντόμου με σύριγγα Hamilton τον 10 μl. Κάθε προνύμφη έπεται από την βιοδοκιμή τοποθετήθηκε στο βαζάκι με ένα φύλλο από κουκιά, έτσι ώστε να διατηρούνται σε υπερεπάρκεια μέχρι το στάδιο της νύμφωσης. Σε κάθε δόση εντομοκτόνου και στον μάρτυρα πραγματοποιήθηκαν τουλάχιστον εικοσι άτομα. Επίσης πραγματοποιήθηκε και μια βιοδοκιμή όπου εκτός από το imidacloprid χρησιμοποιήθηκε και το PBO σε δόση 0,5mg/ml.

Ανάλυση στοιχείων

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα IBM SPSS Statistics v23.0. 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).

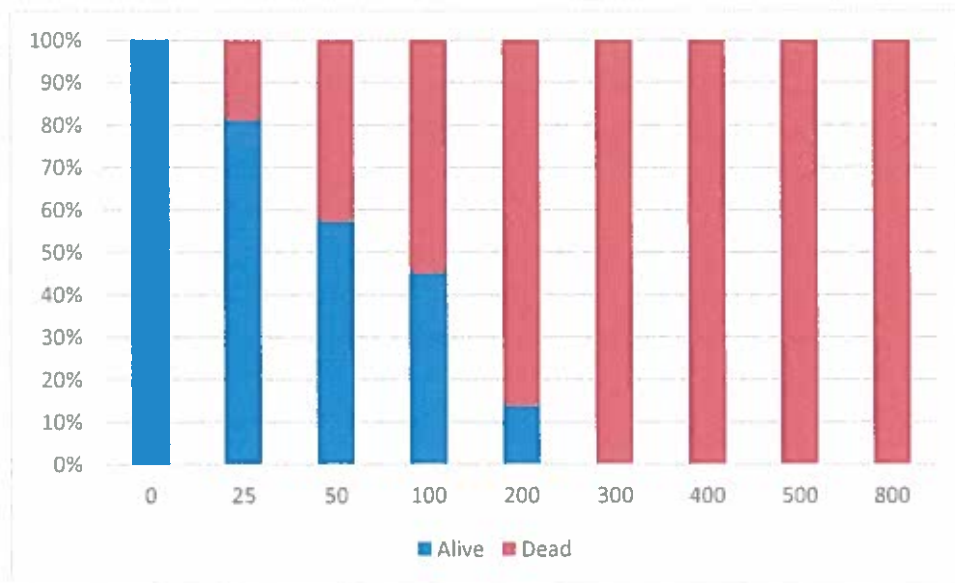
Αποτελέσματα

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)



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 στις 24h όταν εφαρμόσθηκε και το PBO. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 1.



Σχήμα 2. Αποτελέσματα της τοπικής εφαρμογής σε 4^{ης} ηλικίας προνύμφης με το imidacloprid + PBO στις 24h σε πληθυσμό του *Coccinella septempunctata*.

Πίνακας 1. Τοξικότητα του imidacloprid και του imidacloprid + PBO σε ένα φυσικό πληθυσμό του *C. septempunctata* από Αθήνα.

Μεταχείριση	N	LD50 ng / έντομο (95% C.I.)	Κλίση	X ²	p value	RR ^c
imidacloprid	262	550.9 (470.5 - 638.2)	3.323	7.067	0.63	8.7
imidacloprid + PBO	192	63.51 (47.32 - 81.47)	2.634	0.144	4.591	1

Συζήτηση

Στα πλαίσια της Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης των Εχθρών (IPM) των αφίδων, η ανθεκτικότητα των φυσικών εχθρών σε εντομοκτόνα θα πρέπει να εξετάζεται όπως και η ανθεκτικότητα 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.

Επειδή είναι πρακτικά αδύνατο να μηδενίσουμε τα χημικά εντομοκτόνα στο κοντινό μέλλον, η ενσωμάτωση της χημικής με της βιολογικής μεθόδου καταπολέμησης είναι πολύ σημαντική. Φυσικοί εχθροί με ανθεκτικότητα σε χημικά εντομοκτόνα είναι χρήσιμα εργαλεία στον πράξη.

Ο έλεγχος της ανθεκτικότητας μπορεί να είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο όχι μόνο με τον εχθρό αλλά και με το αρπακτικό. Η συγκεκριμένη διατριβή, μελέτησε την ανθεκτικότητα του αρπακτικού αλλά και το μηχανισμό που προσφέρει αυτήν. Τα αποτελέσματα μας αναδεικνύουν ότι το αρπακτικό έχει αναπτύξει ανεκτικότητα στο imidacloprid.

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 νεονικοτίνοειδες 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 συνιστάμενη από την εταιρεία δόση.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

Γεωργόπουλος Σ. Γ & Ζιώγας Β. Ν. 1992. Αρχές & Μέθοδοι Καταπολέμησης Ασθενειών των φυτών. Εκδόσεις Γ. Π. Α. 222 σελ.

Γραβάνης Φ. 2009. Φυτοπροστασία Φυτών μεγάλης καλλιέργειας Τ.Ε.Ι Λάρισας.

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.

Παπαδάκη - Μπουρναζάκη Μ. 1993. Οι ζωικοί εχθροί των Κηπευτικών και η αντιμετώπισή τους. 67 σελ. Εκδόσεις ΤΕΙ Κρήτης.

Παπαδάκη – Μπουρναζάκη Μ. 1993. Οι κυριότεροι εχθροί των δένδρωδών καλλιεργειών και η αντιμετώπισή τους 70 σελ.

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

Albuquerque, G.S., Tauber, C.A. & M.J. Tauber. 1994. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) : Life history and potential for biological control in Central and South America. *Biol. Control* 4: 8-13.

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.

Bianchi, F. J. J. A., C. J. H. Booij, and T. Tscharntke 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B* 273:1715-1727.

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

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

Booth, R.G., 1997. A review of the species of *Calvia* (Coleoptera: Coccinellidae) from the Indian subcontinent, with descriptions of two new species. *Journal of Natural History*, 31:917-934.

Butt, F.H. 1951. Feeding habitats and mechanism of the Mexican bean beetle. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta., Mem. 306*, 32 pp., Ithaca, New York.

Delucci D., 1954. Pullus impexus (Muis.) (Coleoptera, Coccinellidae), a predator of *Adelges piceae* (Ratz.) (Hemiptera, Adelgidae), with notes on its parasites. Bulletin of Entomological Research, 45: 243-278.

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), no. 18, pp. 487-514. Cambridge University Press.

Dixon, A. F. G 1998. Aphid Ecology. Second Edition, Chapman and Hall, London, U. K.

Dixon A.F.G. 2000. Insect predator-prey dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Dixon, A. F. G. 2000. Insect Predator-prey Dynamics Ladybird Beetles and Biological Control. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp 268.

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

Elliott H.J. & de Littke D.W. 1980. Laboratory studies on predation of *Chrysophtharta bimaculata* (Olivier) (Coleoptera: Chrysomelidae) eggs by the coccinellids *Cleobara mellyi* Mulsant and *Harmonia conformis* (Boisduval). General & Applied Entomology, 12: 33-36.

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.

Heinz, K. M. and F. G. Zalom. 1996. Performance of the predator *Delphastus pusillus* on Bemisia resistant and susceptible tomato lines. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 81: 345-352

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

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.

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

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.

Karagounis C, Kourdoumbalos AK, Margaritopoulos JT, Nanos GD and Tsitsipis JA, 2006. Organic farming-compatible insecticides against the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) in peach orchards. *Journal of Applied Entomology*, 130:150–154

Katsarou, I., Margaritopoulos, J.T., Tsitsipis, J.A., Perdikis, D.Ch. & Zarpas, K.D. 2005. Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae*. *BioControl*, 50: 565-588

Katsoyannos P. 1976. Étude d' un prédateur; *Exochomus quadripustulatus* L. (Coleoptera: Coccinellidae) en vue d' une eventuelle utilization contre: *Saissetia oleae* (Homoptera: Coccoidea-Coccidae) dans les oliveraies de la Grece. These Docteur d' Ingenieur de l' Universite des Sciences Et Technique du Languedoc, Montpellier, France, 144pp.

Katsoyannos P., Kontodimas D.C. & Stathas G.J. 1997a: Phenology of *Hippodamia undecimnotata* (Col.: Coccinellidae) in Greece. *Entomophaga*, 42: 283–293.

Katsoyannos P., Stathas G.J., & Kontodimas D.C. 1997b. Phenology of *Coccinella septempunctata* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae) in Greece. *Entomophaga*, 42: 435-444.

Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., Stathas, G. J. & Tomanovic, Ž. 2002. Aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) on citrus: seasonal abundance, association with the species of host plant and sampling indices. *Phytoparasitica*, 30: 365–377

Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., Tomanovic Ž., Papadopoulos G.D. & Vayias B.J. 2004. Seasonal abundance and effect of predators (Coleoptera: Coccinellidae) and parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) on *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphidoidea) densities on tobacco: a two-year study from Central Greece. *Biologia*, 59: 613–619

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

Kontodimas D.C. & Stathas G.J. 2005. Phenology, fecundity and life table parameters of the predator *Hippodamia variegata* reared on *Dysaphis crataegi*. *BioControl*, 50: 223–233

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

Liu ZW, Williamson MS, Lansdell SJ, Denholm I, Han ZJ and Millar NS, 2005. A nicotinic acetylcholine receptor mutation conferring target-site resistance to imidacloprid in *Nilaparvata lugens* (brown planthopper). Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 102: 8420–8425.

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

Mills, N J. 1982. Voracity, cannibalism and coccinellid predation. *Annals of Applied Biology*, 101: 144–148.

Pope, R.D. 1973. The species of *Scymnus* (s.str.), *Scymnus* (Pullus) and *Nephus* (Coleoptera: Coccinellidae) occurring in the British Isles. *Entomologist's Monthly Magazine*, 109: 3-39.

Pope, R. D. and J. F. Lawrence 1990. A preliminary review of *Scymnodes* Blackburn (Coleoptera: Coccinellidae), with the description of a new Australian species and its larva. *Systematic Entomology*, 15: 241-252.

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.

Putman, W.L. 1955. Bionomics of *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae) in Ontario. *Canadian Entomologist*, 86: 9-33.

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. *Bull. Entomol. Res.* 91, 221–226.

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.

Stark, J.D., and Wennergren, U. 1995. "Can Population Effects of Pesticides be Predicted from Demographic Toxicological Studies?," *Journal of Economic Entomology*, 88, 1089-1096.

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

