



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ**  
**ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

Επίδραση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο αρπακτικό  
*Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera:Coccinellidae)

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**  
**ΖΟΥΒΕΛΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ**

**A.M 2005-102**

Επίδραση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο αρπακτικό  
*Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera:Coccinellidae)

## Περίληψη

Η σύγχρονη φυτοπροστασία της φυτικής παραγωγής, θέλοντας να αντιμετωπίσει τους επιζημίους εντομολογικούς εχθρούς των καλλιέργειών, συνδυάζει κλασσικούς και σύγχρονους τρόπους αντιμετώπισής του.

Έχοντας ως στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την υγεία του καταναλωτή και στηριζόμενη στις γνώσεις της ως προς την οικολογία των επιζήμιων εντόμων και την ανθεκτικότητά τους στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, η σύγχρονη φυτοπροστασία στηρίζεται στην Ολοκληρωμένη Διαχείριση Εχθρών(IPM).

Κατά αυτό τον τρόπο γίνεται συνδυασμός των μεθόδων της σχηματικής καταπολέμησης, ολοκληρωμένης καταπολέμησης, χημικής και βιολογικής μεθόδου καταπολέμησης.

Στόχος της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Εχθρών(IPM) είναι η σταδιακή μείωση των χημικών σκευασμάτων και αύξηση των βιολογικών σκευασμάτων ως προς την αντιμετώπιση των επιζήμιων εντομολογικών εχθρών.

Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή εφαρμόστηκαν βιολογικά σκευάσματα στα αρπακτικά έντομα *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) και *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae). Τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών μας έδειξαν πως τα βιολογικά σκευάσματα αν και επηρέασαν τα αρπακτικά έντομα ως προς τα βιολογικά τους χαρακτηριστικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αντιμετώπιση των αφίδων.

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	1
Πρόλογος.....	4
Ευχαριστίες.....	6
A. Γενικό Μέρος.....	7
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> Αφίδες.....	7
ΓΕΝΙΚΑ.....	7
1.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΩΝ ΑΦΙΔΩΝ.....	9
1.3 ΖΗΜΙΕΣ.....	12
1.4 Η ΑΦΙΔΑ <i>Aphis fabae</i> Scopoli (Hemiptera: Aphididae).....	14
1.5 ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ.....	17
1.5.1 Χημική καταπολέμηση.....	17
1.5.1.1 Πλεονεκτήματα χημικής καταπολέμησης.....	18
1.5.1.2 Μειονεκτήματα χημικής καταπολέμησης.....	18
1.5.2 Βιολογική καταπολέμηση.....	19
1.5.2.1 Πλεονεκτήματα βιολογικής καταπολέμησης.....	21
1.5.2.2 Μειονεκτήματα βιολογικής καταπολέμησης.....	21
1.5.3 Ολοκληρωμένη καταπολέμηση.....	22
1.5.3.1 Πλεονεκτήματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης.....	23
1.5.3.2 Μειονεκτήματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης.....	24
ΔΡΑΣΗ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΩΝ.....	24
Συνθετικά οργανικά φυτοπροστατευτικά προϊόντα.....	28
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> Φυσικοί Εχθροί.....	36
2.1 Α)Αρπακτικά Έντομα.....	36
Β) Τα Αρπακτικά Έντομα Της Οικογένειας Coccinellidae.....	37
2.2 Φυσικοί Εχθροί της Αφίδας <i>Aphis fabae</i> Scopoli.....	42

2.3 Το αρπακτικό έντομο <i>Coccinella septempunctata</i> L. (Coleoptera: Coccinellidae).....	43
2.3.1 Ο βιολογικός κύκλος του <i>Coccinella septempunctata</i> .....	44
2.4 Το αρπακτικό έντομο <i>Hippodamia variegata</i> (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae).....	46
2.4.1 Ο βιολογικός κύκλος του <i>H. variegata</i> .....	46
2.5 Κανιβαλισμός των αρπακτικών Coccinellidae .....	47
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> .....	48
3.1 Ανθεκτικότητα των εντόμων στα εντομοκτόνα .....	48
Ανθεκτικότητα αφίδων σε εντομοκτόνα .....	50
Σκοπός εργασίας.....	51
*B Ειδικό Μέρος.....	52
A. Εισαγωγή.....	53
B. Υλικά και μέθοδοι.....	54
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	64
Ελληνική βιβλιογραφία .....	64
Ξένη βιβλιογραφία.....	65

## Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία θα μελετήσει την επίδραση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στους φυσικούς εχθρούς και συγκεκριμένα στα αρπακτικά έντομα *Coccinella septempunctata* L. και *Hippodamia variegata* (Coccinella: Coccinellidae).

Η πτυχιακή διατριβή αποτελείται από δύο μέρη. Στο γενικό μέρος γίνεται περιγραφή του βιολογικού κύκλου των αφίδων και των αρπακτικών εντόμων *C. septempunctata* και *H. variegata*. Επίσης, γίνεται αναφορά για την μορφολογία και τις διατροφικές συνήθειες. Επιπλέον, δίνονται πληροφορίες για την χρήση της Ολοκληρωμένης καταπολέμησης και της Βιολογικής καταπολέμησης.

Το ειδικό μέρος περιλαμβάνει την περιγραφή των πειραματικών εργασιών, οι οποίες έλαβαν μέρος στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του ΑΤΕΙ Πελοποννήσου στα πλαίσια της πτυχιακής διατριβής και τα αποτελέσματα και τη συζήτηση αυτών.

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**Π. ΣΚΟΥΡΑΣ** Επιβλέπων, Συμβασιούχος Επίκουρος Καθηγητής, ΑΤΕΙ Καλαμάτας

**Γ. ΣΤΑΘΑΣ** Αναπληρωτής Καθηγητής Εντομολογίας, ΑΤΕΙ Καλαμάτας

**Ε. ΚΑΡΤΣΩΝΑΣ** Καθηγητής Εφαρμογών, ΑΤΕΙ Καλαμάτας

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον υπεύθυνο επιβλέποντα Δρ. Παναγιώτη Σκούρα για τη δυνατότητα που μου έδωσε για την υπόδειξη του συγκεκριμένου θέματος καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές του. Επίσης, θερμά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή καθηγητή κ. Γ. Σταθά για τις πολύτιμες συμβουλές και την αμέριστη βοήθεια του στο όλο εγχείρημα όπως και τον καθηγητή εφαρμογών κ. Ε. Κάρτσωνα για τις χρήσιμες επισημάνσεις και διορθώσεις. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Ζωολογίας, για την πολύτιμη συμβολή τους στην καθοδήγηση και διεξαγωγή των πειραμάτων και τη βοήθεια τους σε φάσεις της εργασίας. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω την Χ. Τσεκούρα για ορισμένα στοιχεία που μου δόθηκαν.



## **A. Γενικό Μέρος**

### **Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> Αφίδες**

#### **ΓΕΝΙΚΑ**

Οι αφίδες ή κοινώς μελίγκρες είναι έντομα μικρών διαστάσεων τα οποία εμφανίζονται σε πολλές καλλιέργειες. Ανήκουν στην οικογένεια Aphididae και συγκεκριμένα στην υπεροικογένεια των Apheridoidea και τάξη Homoptera στην οποία έχουν παρατηρηθεί περίπου 4000 είδη.

Η συστηματική κατάταξη των αφίδων φέρει δύο συστήματα ταξινόμησης. Το πρώτο σύστημα είναι αυτό του Heie (1980), το οποίο διαχωρίζει τις αφίδες σε δύο υπεροικογένειες: η πρώτη είναι η Phylloxeroidea, στην οποία εντάσσονται οι οικογένειες Adelgidae και Phylloxeridae και η δεύτερη οικογένεια είναι η Apheridoidea στην οποία κατατάσσονται οι εξής οικογένειες: Mindaridae, Hormaphididae, Phloeomyzidae, Thelaxidae, Anoecilidae, Pemphigidae, Drepanosiphidae, Greenideidae, Aphididae, Lachnidae. Το δεύτερο σύστημα ταξινόμησης, είναι αυτό των Remaudière & Stroyan (1984), το οποίο ταξινομεί τις αφίδες σε μια υπεροικογένεια, την Apheridoidea και η οποία συμπεριλαμβάνει τρεις οικογένειες, Adelgidae, Phylloxeridae και Aphididae. Στην Aphididae εντάσσονται 20 υπεροικογένειες, οι οποίες είναι: Pemphiginae, Mindarinae, Hormaphidinae, Tamaliinae, Neophyllaphidinae, Phleomyzinae, Lizeriinae, Greenideinae, Anoecilinae, Thelaxinae, Phyllaphidinae, Saltusaphidinae, Macropodaphidinae, Drepanosiphinae, Israelaphidinae, Lachninae, Parachaitophorinae, Chaitophorinae, Pterocommatinae και Aphidinae. Συγγραφείς όπως οι Blackman & Eastop ενστερνίζονται την ταξινόμηση των Remaudière & Stroyan ενώ Ilarcho & Van Harten (1987) υποστηρίζουν την ταξινόμηση του Heie.

Οι αφίδες είναι μικρά έντομα αφού το μέγεθος τους κυμαίνεται από το ένα χιλιοστό μέχρι και τα δέκα χιλιοστά. Έχουν σχήμα ωοειδές, ενώ χαρακτηριστικό στοιχείο των αφίδων είναι το μαλακό σώμα τους, το οποίο είναι αρκετά ευαίσθητο, ελάχιστα χιτινισμένο, λείο ή τριχωτό. Οι αφίδες διαθέτουν ευδιάκριτη κεφαλή, η οποία έχει μακριές κεραίες πάνω στις οποίες

συναντώνται τα αισθητήρια όργανα, τα οποία αποτελούνται από τον λακκίσκο, ο οποίος είναι περιβαλλόμενος από προεξέχοντα δακτύλιο. Επιπλέον οι κεραίες φέρουν τον σκάπο, τον ποδίσκο και το λεπτό μαστίγιο. Το λεπτό μαστίγιο διαθέτει τέσσερα άρθρα όπου το τελευταίο άρθρο αποτελείται από το βασικό τμήμα και την λεπτή απόλυξη. Διαθέτουν κυρίως σύνθετους οφθαλμούς ενώ στα πτερώτα είδη συντάμε και τρεις απλούς. Χαρακτηριστικό στοιχείο είναι ο οπτικός λοβός με τρία ομματιδία, τον οποίο διαθέτει στο κάτω μέρος του ο σύνθετος οφθαλμός. Τα στοματικά μόρια των αφίδων είναι νύσσο-μυζητικού τύπου (Τζανακάκης και Κατσογιάννης 2003). Οι πτερωτές μορφές έχουν ευδιάκριτο θώρακα ενώ στις άπτερες μορφές ο θώρακας διακρίνεται ελάχιστα. Φέρουν ταρσούς με δύο άρθρα και τα πόδια τους είναι λεπτά και μακριά. Μεταξύ και εμπρός από τα ισχία του πρώτου ζεύγους ποδιών βρίσκεται το ρύγχος. Οι πτέρυγες έχουν μόνο ένα νεύρο. Ένα ζεύγος από σιφώνια ή κεράτια διακρίνεται στην ραχιαία πλευρά του πέμπτου κοιλιακού άρθρου. Τέλος η κοιλία είναι μερικώς ανεπτυγμένη ενώ στα ενήλικα άτομα έχει κατάληξη στην ούρα (cauda) (Dixon 1998).

Οι αφίδες προσβάλλουν κυρίως τα φύλλα και συγκεκριμένα την κάτω επιφάνεια τους έτσι τα περισσότερα είδη θεωρούνται φυλλόβια. Ωστόσο υπάρχουν και τα ριζόβια είδη, τα οποία προσβάλλουν τις ρίζες των φυτών. Επίσης παρατηρούνται και τα κηκιδόβια είδη, τα οποία δημιουργούν αποικίες κηκίδων στο φύλλωμα των ξενιστών και τρέφονται από αυτά.

Η εμφάνισή των αφίδων παρατηρείται κυρίως όταν το κλίμα είναι θερμό και υγρό. Έτσι, κατάλληλες εποχές είναι αυτές της άνοιξης και του φθινοπώρου. Έξαρση αναπαραγωγής των αφίδων έχουμε την άνοιξη διότι είναι η εποχή κατά την οποία βλαστοί και φύλλα αναπτύσσονται με εντονούς ρυθμούς με αποτέλεσμα να ευνοούν την εξάπλωση των πληθυσμών των αφίδων. Στην χώρα μας ο μεγαλύτερος αριθμός των αφίδων παρατηρείται τον μήνα Μάιο (Tsitsipis et al. 1998). Το καλοκαίρι ωστόσο υπάρχει περιορισμός του πληθυσμού αφού το κλίμα είναι ξηρό και θερμό και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η αναπαραγωγή τους να γίνεται με πιο αργούς ρυθμούς.

Το έργο της μείωσης του γρήγορου ρυθμού αναπαραγωγής και αύξησης των αφίδων, το έχουν αναλάβει κατά ένα μέρος οι φυσικοί τους εχθροί. Έτσι, είδη αρπακτικών και παρασίτων είναι απαραίτητα για την

αντιμετώπιση των πληθυσμών των αφίδων. Τα είδη των αρπακτικών και των παρασιτοειδών είναι τα εξής:

- I) Αρπακτικά Coleoptera της οικογένειας Coccinellidae όπως *Coccinella septempunctata* L., *Hippodamia variegata*, *Hippodamia convergens* (Katsarou et al. 2005, Ζάρπας 2006), *Hippodamia undecimnotata* (Schneider) (Σκούρας και συνεργάτες 2007)
- II) Αρπακτικά της οικογένειας Syrphidae και παρασιτοειδή Hymenoptera των οικογενειών Braconidae, Chalcididae και Proctotrypidae (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).
- III) Και αρπακτικά Neuroptera των οικογενειών Chrysophidae και Hemerobiidae (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

## 1.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΩΝ ΑΦΙΔΩΝ

Οι αφίδες διαθέτουν έναν ιδιαίτερα πολύπλοκο βιολογικό κύκλο. Έχοντας ως βασικό χαρακτηριστικό στοιχείο τον πολυμορφισμό, ο βιολογικός κύκλος κατηγοριοποιείται σε διάφορα στάδια, όπου κάθε στάδιο φέρει μια ή και παραπάνω από μια μορφή. Έτσι, ο διαχωρισμός των ειδών των αφίδων γίνεται με βάση τον βιολογικό κύκλο όπου χαρακτηρίζει το κάθε είδος. Έτσι, ο διαχωρισμός γίνεται ανάμεσα στα μονόοικα είδη και τα ετερόοικα είδη. Τα ετερόοικα είδη αλλάζουν ξενιστή και συγκεκριμένα από δενδρώδεις καλλιέργειες σε ποώδη φυτά. Η πλειοψηφία των αφίδων υπάγεται στα μονόοικα είδη, διότι μόνο το 10% των ειδών θεωρούνται ετερόοικα.

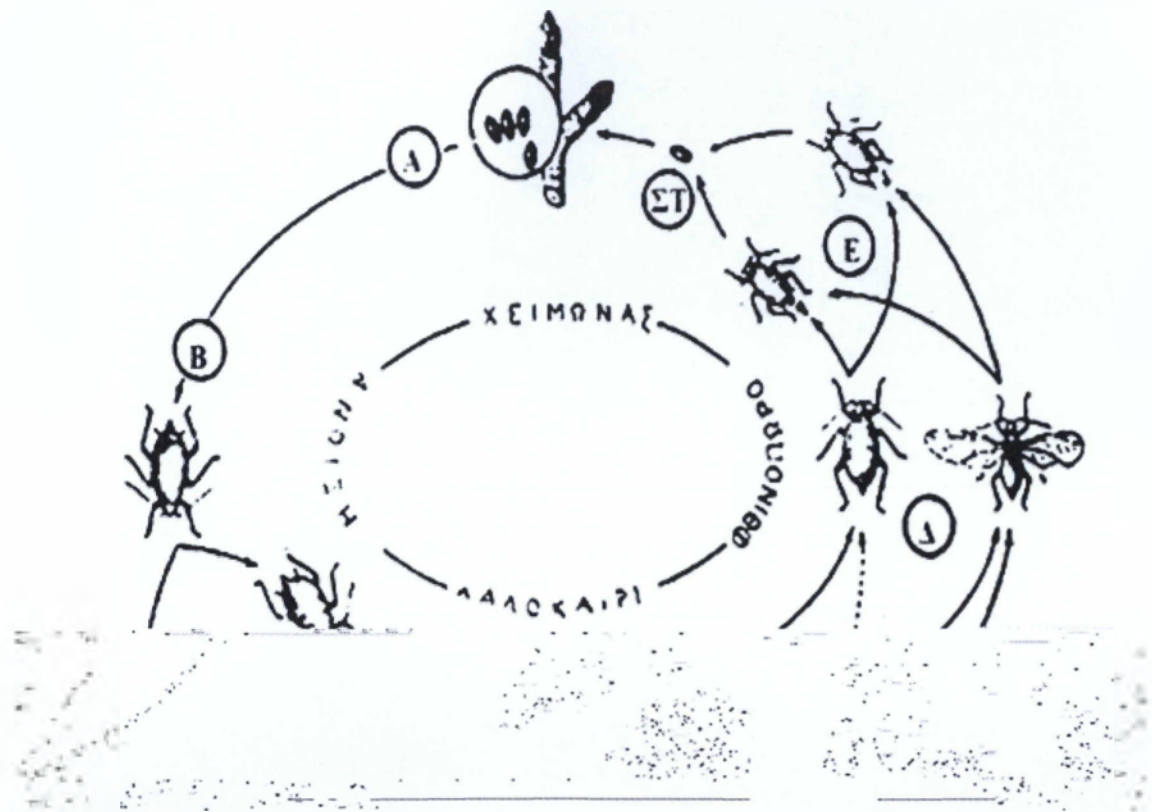
Ο βιολογικός κύκλος, των ετερόοικων ειδών, έχει τα παρακάτω στάδια. Η σύζευξη των ατόμων γίνεται στον κύριο ξενιστή πάνω στον οποίο ύστερα γίνεται και η εναπόθεση των χειμερινών ωών. Τα ωά εκκολάπτονται την άνοιξη, με αποτέλεσμα να κάνουν την εμφάνισή τους τα άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά, τα οποία φέρουν την ονομασία θεμελιωτικά ή ιδρυτικά άτομα (*fundatrix*). Στη συνέχεια εμφανίζονται παρθενογενετικές γενιές με άπτερα (*apterous fundatrigeniae*), τα οποία παρουσιάζουν μεταβολή στην

μορφολογία τους (Lees 1966). Τα πτερωτά θηλυκά (migrantes ή alate fundatrigeniae) 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 (alienicolae), τα οποία αναπαράγονται αφού πρώτα μεταναστεύσουν σε άλλα φυτά. Σε είδη κάποιων οικογενειών, π.χ. στο είδος *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae), η παραγωγή των θηλυτόκων πτερωτών και των αρσενικών λαμβάνει χώρα στον δευτερεύοντα ξενιστή και ύστερα μεταναστεύουν στον κύριο ξενιστή. Η διαδικασία αυτή λαμβάνει μέρος το το φθινόπωρο όπου η διάρκεια της ημέρας μειώνεται. Έτσι, τα θηλυτόκα γεννούν τα ωτόκα θηλυκά στον κύριο ξενιστή, τα οποία ύστερα από τη σύζευξή τους με τα αρσενικά εναποθέτουν τα χειμερινά ωά (Σκούρας 2009). Έπισης, σε κάποια ετερόοικα είδη έχει παρατηρηθεί η εμφάνιση φυλογόνων ατόμων στους δευτερεύοντες ξενιστές, δηλαδή πτερωτά παρθενογενετικά άτομα τα οποία φέρουν μια μεταναστευτική μορφή. Τα φυλογόνα γενούν στον πρωτεύοντα ξενιστή άπτερα αρσενικά και ωτόκα θηλυκά. Τέλος, τα θηλυκά τα οποία επιστρέφουν στον πρωτεύοντα ξενιστή, τις περισσότερες φορές παρουσιάζουν μορφολογικές διαφορές από αυτά που μεταναστεύουν στους δευτερεύοντες ξενιστές την άνοιξη (Blackman & Eastop 2000).

Αρκετά είναι τα μονόοικα είδη (μη μεταναστευτικά) αφίδων τα οποία ζουν μόνο σε δένδρα, με αποτέλεσμα να μην θεωρούνται και επικίνδυνα για τις γεωργικές καλλιέργειες. Στις γεωργικές καλλιέργειες παρατηρούνται είδη αφίδων, τα οποία ζουν σε μια συγκεκριμένη καλλιέργεια για όλο τον χρόνο. Το *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae) (αφίδα του μπιζελιού) και *Sitobion avenae* (Hemiptera: Aphididae) (αφίδα δημητριακών) είναι είδη τα οποία φέρουν το παραπάνω χαρακτηριστικό. Ο ετήσιος βιολογικός κύκλος των μονόοικων ειδών συμπληρώνεται σε ένα ξενιστή, όπου μπορεί να είναι το ίδιο φυτό ή φυτό του ίδιου είδους. Η διαδικασία της αναπαραγωγής έχει ως εξής. Το φθινόπωρο άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά (φυλογόνα) θα γεννήσουν ωτοκά και αρσενικά. Τα αρσενικά, τα οποία γεννιούνται, δεν

φέρουν συνήθως φτέρα, διότι για να ολοκληρωθεί ο βιολογικός κύκλος τους δεν χρειάζεται να μεταναστεύσουν από τον δευτερεύον ξενιστή στον κύριο. Ωστόσο, συναντώνται είδη, τα οποία έχουν παράγωγη πτερωτών και άπτερων αρσενικών. 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 δευτέρου ξενιστή. Η μονοοικία λοιπόν, θεωρείται συχνό και συνεχές φαινόμενο τόσο στην πρόσφατη όσο και στην μακρινή εξελικτική ιστορία των αφίδων (Blackman & Eastop, 2000).

Χαρακτηριστικό στοιχείο των αφίδων είναι η ζωοτοκία. Παρατηρείται, ότι η ανάπτυξη του εμβρύου αρχίζει πριν γεννηθεί η μητέρα του και γεννιέται όταν η μητέρα ενηλικιώθει. Έτσι, έχουμε την δημιουργία μεγάλων πληθυσμών αφού γίνεται επικάλυψη των γενεών και μειώνεται η μέση διάρκεια της κάθε γενεάς.



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

### 1.3 ΖΗΜΙΕΣ

Οι αφίδες προσβάλλουν κυρίως νεάρα φυτά και πραγματοποιούν ζημιές σε τρυφερούς βλαστούς και φύλλα. Για να αναπαραχθούν και να αναπτυχθούν χρειάζονται χυμούς, τους οποίους μυζούν από τα φύλλα και τους βλαστούς, χρησιμοποιώντας τα νύγματα τα οποία διαθέτουν.

Έτσι, το φυτό παρουσιάζει συστροφή των φύλλων, την οποία οι αφίδες εκμεταλλεύονται και τη χρησιμοποιούν ως ασπίδα προστασίας από τους ψεκασμούς, οι οποίοι λαμβάνουν μέρος σε καθυστερημένα χρονικά πλαίσια. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η καταπολέμηση τους να γίνεται αρκετά

πιο δύσκολη και το φυτό να αντιμετωπίζει δυσκολίες στην αναπτυξή του και στην ωριμάνσή του.

Αναστέλλεται η κανονική λειτουργία των οργάνων διότι έχουν προσβληθεί, με αποτέλεσμα να παρατηρείται μείωση των φύλλων, των βλαστικών τμημάτων και των ριζών του φυτού. Τα νεαρά φύλλα παρουσιάζουν εξογκώματα, κηκτίδες ή κύστες οι οποίες δημιουργούνται εξαιτίας του ινδολικού οξέος το οποίο μεταφέρεται από τους σιελογόνους αδένες των αφίδων. Οι κύστες μέχρι να σπάσουν, φέρουν στο εσωτερικό αφίδες, οι οποίες συνεχίζουν να τρέφονται και να αναπαράγονται (*Viteus vitifoliae*: Homoptera: Phylloxeridae) (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Οι αφίδες, επίσης δημιουργούν στα φυτά φυλλόπτωση και ολική ξήρανση (Παπαδάκη-Μπουρναζάκη Μ. 1993). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί πως υπάρχουν είδη αφίδων των οποίων χαρακτηριστικό είναι τα μελιτώδη αποχωρήματα, όπου αφήνουν επάνω στο φυτό. Κατά αυτό τον τρόπο το φυτό και οι καρποί μολύνονται. Τα μελιτώδη αποχωρήματα προσελκύουν τα μυρμηγκία, τα οποία διώχνουν τα αφιδοφάγα έντομα και κατά συνέπεια προστατεύουν τις αφίδες. Τέλος, θεωρείται ιδανικό περιβάλλον για τον μύκητα της καπνιάς.

Ωστόσο, οι αφίδες θεωρείται πως είναι υπεύθυνες και για την μετάδοση φυτικών ιών. Τα νύγματα, τα οποία δημιουργούν, λειτουργούν ως είσοδο για τους μικροοργανισμούς, οι οποίοι στην συνέχεια προκαλούν την σήψη των προσβεβλημένων οργάνων ή διάφορων ιώσεων.

Ο διαχωρισμός των ιών γίνεται σύμφωνα με τον τρόπο μετάδοσής τους. Έτσι, παρατηρούνται οι εξής κατηγορίες ιών:

- I. Μη έμμονοι, οι οποίοι διατηρούν την παραμονή τους, στους σιελογόνους αδένες της αφίδας μετά την μόλυνση του φυτού το πολύ δύο ώρες. Μη έμμονος ιός είναι το μωσαϊκό της αγγουριάς και κολοκυθιάς (Γεωργόπουλος και Ζιώγας, 1992).
- II. Έμμονοι ιοί, είναι αυτοί που παραμένουν στον φορέα για μεγάλο χρονικό διάστημα ή για ολόκληρη την ζωή του. Διατηρούν την μολυντική τους ικανότητά (Γεωργόπουλος και Ζιώγας 1992).

Παράδειγμα έμμου του ίου είναι το καρούλιασμα των γεωμήλων (Μπούρμπο και Σκουντιριδάκη, 1990).

- III. Ημιμόνιμοι ιοί χαρακτηρίζονται, αυτοί οι οποίοι φέρουν ενδιάμεσα χαρακτηριστικά. Ο ιός της τριστετάς των εσπεριδοειδών και ο ιός ίκτερος των τεύτλων είναι ημιμόνιμοι ιοί (Γεωργόπουλος και Ζιώγας, 1992).

Η μετάδοση των ιών γίνεται μέσω των σιελογόνων αδένων διεισδύοντας στον φορέα και με τη βοήθεια των υγρών του πολλαπλασιάζεται. Έτσι, η αφίδα η οποία νυσει τους φυτικούς ιστούς, μεταδίδει τον ιο μέσω του σάλιου καθώς μεταναστεύει κάθε φορά και σε διαφορετικό ξενιστή.

Οι αφίδες θεωρείται πως είναι ένας από τους πιο σημαντικούς έχθρους των καλλιεργειών. Το συμπέρασμα αυτό υποστηρίζεται λόγω του μεγάλου αριθμού γενεών κατά το έτος σε συνδυασμό με την μετάδοση ιών στα φυτά. Ωστόσο, οι αφίδες, κάτω από φυσικές συνθήκες, δεν γίνονται καταστροφικές. Αυτό, οφείλεται σε ένα μεγάλο ποσοστό στους άφθονους αλλά και αποτελεσματικούς φυσικούς εχθρούς, του οποίους διαθέτουν (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 1998). Το είδος *A. fabae* είναι φορέας πάνω από 30 ιώσεων.

## **1.4 Η ΑΦΙΔΑ *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae)**

Η επιστημονική ονομασία, της μαύρης αφίδας των κουκιών (*Vicia faba*) είναι *Aphis fabae* Scopoli. Κατατάσσεται στην οικογένεια Aphididae και συγκεκριμένα στην τάξη των Ημιπτέρων (Hemiptera).

Το μέγεθος της είναι μικρό, αφού το μήκος της κυμαίνεται από 1,8 έως 2,5 χιλιοστά. Είναι δυσδιάκριτη με χρώμα είτε μαύρο ματ είτε υποπράσινο ένω η μορφή του σώματός της είναι αχλαδόμορφη. Επίσης, σαν έντομο έχει μαλακό σώμα το οποίο το περιβάλλει ασθενές δικτυωτό περίβλημα και αυτό την κάνει ιδιαίτερα ευαίσθητη.



Τα πόδια της είναι κοντά και φέρουν μηρούς. Οι μηροί διακρίνονται σε πρόσθιους, οι οποίοι είναι ανοικτού καστανού χρώματος, σε μέσους και οπίσθιους οι οποίοι είναι χρώματος βαθύ καστανό. Επίσης, παρατηρούνται υποκίτρινες κνήμες με άκρο υπόφαιο και σε κάθε ταρσό ο οποίος είναι μαύρος, διακρίνονται 1 με 2 άρθρα. Τέλος, υπάρχουν και τα κεράτια, τα οποία είναι κυλινδρικά με στενό άκρο.

Έντονο χαρακτηριστικό στοιχείο του συγκεκριμένου είδους, το οποίο μας διευκολύνει στην διάκριση από τα υπόλοιπα είδη μαύρων αφίδων, είναι ότι το έμφυλο θηλυκό φέρει πίσω κνήμη, η οποία είναι ισχυρότατα εξοιδημένη (Bonnetmaison L, 1965).

Τα στοματικά μόρια, τα οποία διαθέτει, είναι νύσσο-μυζητικού τύπου και αποτελούνται από τέσσερις λεπτές σμήριγγες. Οι σμήριγγες, αυτές είναι πριονωτές έτσι ώστε το έντομο να έχει την δυνατότητα να τρυπάει τους φυτικούς ιστούς (Bonnetmaison L, 1965) (Εικόνα 2). Τέλος, τις σμήριγγες τις περιβάλλει σωληνωτό ρύγχος, το οποίο εκφύεται από τα ισχία των πρόσθιων ποδιών.



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

Η εμφάνιση των πρώτων ακμαίων λαμβάνει χώρα μετά από τα μέσα Μαρτίου. Τα πρώτα ακμαία γεννούν άπτερα των οποίων όμως οι απόγονοι περιλαμβάνουν ως επί το πλείστον πτερωτές μορφές, οι οποίες στην συνέχεια μεταναστεύουν πολυάριθμους δευτερεύοντες ξενιστές φυτών (Blackman & Eastop, 2000). Τέλος Απριλίου ή στις αρχές Μαΐου οι πτερωτές παρθενότοκες εμφανίζονται και αποθέτουν άπτερες νύμφες στην κάτω επιφάνεια των φύλλων ή στο άκρο των στελεχών.

Οι πτερωτές, ωστόσο για να μεταναστεύσουν, χρειάζονται συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία θεωρείται ευνοϊκή όταν βρίσκεται μεταξύ 23°C-30°C ενώ η σχετική υγρασία αέρα 40%-80% (Johnson, 1952).

Η αφίδα του κουκιού με τα νυγματά της προκαλεί περιτύλιξη και συρρίκνωση των φύλων στα φυτά τα οποία προσβάλλει (τεύτλα, κουκιά, φασόλια κ.α). Οι αποικίες, οι οποίες σχηματίζονται από τις αφίδες, φέρουν χιλιάδες άτομα και είναι συμπαγείς. Στις αποικίες αυτές εμφανίζονται πτερωτές μορφές, οι οποίες στην συνέχεια μεταναστεύουν σε δευτερεύοντες ξενιστές. Μέχρι τα μέσα Ιουνίου παρατηρείται, ότι ο ρυθμός της αύξησης των αποικιών είναι ταχύς (Εικόνα 3). Ωστόσο υπάρχει μείωση των προσβολών από τις αφίδες μέχρι τα μέσα Ιουλίου εξαιτίας της δράσης των αρπακτικών και των παρασιτοειδών.



www.shutterstock.com | 58218676

**Εικόνα 3:** Αποικία της αφίδας των κουκιών *A. fabae*

Οι ξενιστές της αφίδας *A. fabae* ξεπερνούν τους 200 και έτσι θεωρείται πολυφάγο έντομο. Οι καλλιέργειες, στις οποίες συνήθως παρατηρείται, είναι ετήσια ψυχανθή και τεύτλα (Τζανακάκης, 1973). Οι φτερωτές αφίδες του είδους μεταναστεύουν σε καλλιεργούμενα είδη όπως για παράδειγμα τα κουκιά, τα φασόλια, η μηδική, τα τεύτλα, τα πεπόνια, η πατάτα, η τομάτα, ο καπνός, τα χρυσάνθεμα και τα χηνοπόδια (Μπούρμπο, 1990).

Η αφίδα *A. fabae* είναι δίοικο άτομο και κατά την διάρκεια του βιολογικού της κύκλου, μεταναστεύει από τον κύριο ξενιστή σε δευτερεύον.

## 1.5 ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ

### 1.5.1 Χημική καταπολέμηση

Η χημική καταπολέμηση των εντόμων θεωρείται και συνεχίζει ίσως να θεωρείται η πιο αποτελεσματική, γρήγορη και διαδεδομένη μέθοδος καταπολέμησης. Ωστόσο, η υπερβολική χρήση χημικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων φέρει αρνητικές συνέπειες στην καθημερινότητα του ανθρώπου και στο περιβάλλον στο οποίο ζεί. Αυτό, είχε ως συνέπεια τα χημικά σκευάσματα, να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους, όπως για παράδειγμα τη βιολογική καταπολέμηση.

Ο συνδυασμός των παραπάνων μεθόδων είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία μια νέας μεθόδου, της ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Τα χαρακτηριστικά, τα οποία την κανουν αποτελεσματική, είναι να διατηρεί τα ωφέλιμα αφιδοφάγα έντομα και άλλα αρθρόποδα και όχι να συμβάλλει στην εξαφάνιση τους. Κατά αυτό τον τρόπο τα εντομοκτόνα γίνονται ακόμα πιο αποτελεσματικά.

Όταν, η βιολογική μέθοδος καταπολέμησης θεωρηθεί μη επαρκής για τον περιορισμό των παρασίτων και τα προβλήματα τα οποία θα δημιουργηθούν είναι πάνω από το όριο οικονομικής ζημίας, τότε γίνεται απαραίτητη η χρήση της χημικής καταπολέμησης.

Ωστόσο, πριν από την χρήση οποιοσδήποτε μεθόδου αντιμετώπισης, είναι απαραίτητο να λαμβάνονται κάποια καλλιεργητικά μέτρα, ώστε να μειώνονται οι πιθανότητες εμφάνισης υψηλών πληθυσμών αφίδων. Τα απαραίτητα αυτά μέτρα είναι:

- I. Ζιζανικτονία
- II. Εδαφοκάλυψη
- III. Ανα τακτά χρονικά διαστήματα έλεγχος της καλλιέργειας μας αλλά και των γειτονικών και των ζιζανίων
- IV. Αντιμετώπιση του εντόμου στις πρώτες εστίες με μηχανικά μέσα, κλάδεμα και εκρίζωση
- V. Δίκτυ σκίασης για την κάλυψη της καλλιέργειας
- VI. Προσοχή στον χρόνο φύτευσης της καλλιέργειας ώστε να αποφύγουμε τα μικρά φυτά στην περίοδο εμφάνισης πτερωτών αφίδων
- VII. Καταστροφή φυτών από προηγούμενες καλλιέργειες
- VIII. Καταστοφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας μετά την συγκομιδή
- IX. Υγειή φυτάρια στην φύτευση
- X. Ορθολογιστική λίπανση (Αθανασίου, 1999).

### **1.5.1.1 Πλεονεκτήματα χημικής καταπολέμησης**

Παρόλο που είναι ακατάλληλη για το περιβάλλον και τον άνθρωπο, φέρει και τα πλεονεκτήματά της. Είναι πιο αποτελεσματική σε σύγκριση με άλλες μεθόδους. Με την επιλογή του κατάλληλου εντομοκτόνου επέρχεται μείωση έως και θάνατωση των επιβλαβών εντόμων σε μικρό χρονικό διάστημα. Επίσης, η εξέλιξη της τεχνολογίας και της χημείας, δημιουργεί ενά συνδυασμό τέτοιο που μας επιτρέπει την παρασκευή όλο και πιο δυνατών εντομοκτόνων. Έτσι τα αποτελέσματα είναι άμεσα και αρκετά πιο επιτυχημένα.

### **1.5.1.2 Μειονεκτήματα χημικής καταπολέμησης**

Η χημική καταπολέμηση έχει ως βασική προϋπόθεση την χρήση χημικών σκευασμάτων. Οι χημικές ουσίες, οι οποίες περιέχονται στα σκευάσματα αυτά, έχουν ιδιαίτερα έντονη τοξική δράση προς τα ωφέλιμα έντομα. Επίσης, οι ουσίες αυτές θεωρούνται κατά ένα μέρος υπεύθυνες για

την καταστροφή του περιβάλλοντος, αφού αρκετοί είναι οι ωφέλιμοι οργανισμοί οι οποίοι πεθαίνουν. Η αυξανόμενη δράση τους δημιουργεί ακόμα προβλήματα στην υγεία του καταναλωτή και του παραγωγού.

Γενικά, η χημική καταπολέμηση επιδρά αρνητικά στο σύνολο της τροφικής αλυσίδας θέτοντας σε κίνδυνο την υγεία του ανθρώπου. Επίσης, η τοξικότητα των χημικών ουσιών προκαλεί οικολογικές ανωμαλίες στην ανθεκτικότητα των βλαβερών εντόμων τόσο στα εντομοκτόνα όσο και στην εξάπλωση τους. Ωστόσο το έδαφος και τα ύδατα δεν μένουν χωρίς να επηρεάζονται αρνητικά (Τζανακάκης, 1995).

Έτσι, στόχος του σημερινού παραγωγού είναι η σώστη χρήση των χημικών σκευασμάτων, έχοντας ως βασική προϋπόθεση την επιλογή του κατάλληλου σκευάσματος, το σωστό χρόνο εφαρμογής του και τη σωστή δοσολογία (Δημόπουλος, 2004).

## **1.5.2 Βιολογική καταπολέμηση**

Η βιολογική καταπολέμηση αποτελεί σήμερα ένα από τα κύρια αντικείμενα των επιστημονικών ερευνών στον τομέα της καταπολέμησης των ασθενειών και των εντομολογικών εχθρών. Σήμερα γίνονται έρευνες και πειράματα σε ολόκληρο τον κόσμο δίνοντάς μας ενθαρρυντικά αποτελέσματα, έτσι ώστε να αναπτυχθεί ένας νέος τρόπος αντιμετώπισης των ασθενειών και των βλαβερών εντόμων, ο οποίος θα είναι εναλλάκτικος και πιο οικονομικός απαλλαγμένος από την παρουσία των φυτοφαρμάκων.

Ο πιο αποδεκτός ορισμός για τη βιολογική καταπολέμηση είναι αυτός που δόθηκε από τους Cook και Baker (1983) και αναφέρει τα εξής: "Βιολογική καταπολέμηση των παθογόνων των φυτών είναι η μείωση της ποσότητας του μολύσματος ή της νοσογόνου δράσης τους, που πραγματοποιείται από ή διαμέσου ενός ή περισσότερων οργανισμών, άλλων από τον άνθρωπο".

Έτσι, όταν αναφερόμαστε στην βιολογική καταπολέμηση, παραμπέμπουμε στην χρήση των ζωντάνων οργανισμών ως προς την αντιμετώπιση προβλημάτων στην καλλιέργειά μας. Σε ειδικούς χώρους, όπως είναι διάφορα εργαστήρια, γίνεται εκτροφή ωφέλιμων εντόμων (αρπακτικά και

παρασιτοειδή), τα οποία απελευθερώνονται στις καλλιέργειες και μειώνουν τα φυτοφάγα έντομα.

Η βιολογική καταπολέμηση φέρει μιμητικό χαρακτήρα, μιμείται δηλαδή την δραστηριότητα της φύσης. Υπάρχει, δηλαδή, το έντομο-θηρευτής, το οποίο ικανοποιεί τις διατροφικές του ανάγκες εις βάρος κάποιου άλλου εντόμου-θηράματος. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι τα αρπακτικά *Coccinella septempunctata* και *Hippodamia variegata*, τα οποία δρουν κατά των αφίδων. Εκτός από ωφέλιμα έντομα, χρησιμοποιούνται και βακτήρια, όπως για παράδειγμα το *Bacillus thuringiensis*, το οποίο δρα κατά του πράσινου σκουληκιού του βαμβακιού. Επίσης, γίνεται χρήση διαφόρων μυκήτων, οι οποίοι μέσω της παραγωγής τοξινών θανατώνουν τους εχθρούς. Οι νηματώδεις με την παρουσία τους προκαλούν προβλήματα στους εχθρούς αφού παραμορφώνουν τα σωματικά τους μέρη όταν τα προσβάλλουν. Επιπλέον, με την χρήση ακτινών Χ, επηρεάζουμε την βιολογία του εντόμου δημιουργώντας στείρα αρσενικά, τα οποία ελευθερώνοντας στα στις καλλιεργούμενες εκτάσεις δεν έχουν την δυνατότητα να γονιμοποιήσουν τα θηλυκά (Τζανακάκης, 1995).

Ένας ακόμα τρόπος ο οποίος εντάσσεται στην βιολογική καταπολέμηση είναι, η χρήση εντομοαποθητικών ουσιών φυτικής προέλευσης. Παραδείγματα τέτοιων ουσιών είναι:

- I. Η ροτενόνη, παράγεται από το τροπικό φυτό *Derris spp.*
- II. Το πύρεθρο, του οποίου η προέλευση είναι από το αφρικανικό χρυσάνθεμο *Chrysanthemum cinerariaefolium*.
- III. Η νικοτίνη, η οποία συναντάται στο φυτό *Nicotiana tabacum*.

Τέλος, αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνται για την αποφυγή βλαβερών εντόμων (Howse and Stevens, 1998) αλλά και οι φερομόνες. Οι φερομόνες είναι ουσίες που παράγει το έντομο ώστε να επικοινωνήσει με το έντομο αντίθετου φύλου και να ζευγαρώσει. Έτσι, με την χρησιμοποίησή τους σε διάφορες παγίδες τα αρσενικά αναζητώντας τα θηλυκά αποπροσανατολίζονται και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εμποδίζεται η διαδικασία της αναπαραγωγής. Η συγκεκριμένη μέθοδος θεωρείται φιλική

προς το περιβάλλον αφού για την μείωση του πληθυσμού των βλαβερών εντόμων δεν γίνεται ιδιαίτερη χρήση φυτοφαρμάκων και κατά συνέπεια δεν επηρεάζεται και ο πληθυσμός των ωφέλιμων εντόμων (Howse and Stevens, 1998).

### **1.5.2.1 Πλεονεκτήματα βιολογικής καταπολέμησης**

Είναι αρκετές οι περιπτώσεις, όπου η μείωση του πληθυσμού των μη ωφέλιμων εντόμων σε μια καλλιέργεια έχει μεγάλη χρονική διάρκεια. Τα ωφέλιμα έντομα έχουν την δυνατότητα να περιορισουν τον πληθυσμό των βλαβερών εντόμων για αρκετό μεγάλο χρονικό διάστημα από τη στιγμή όπου θα εγκατασταθούν και θα αρχίσουν να εξαπλώνονται και να παράγουν έργο. Σαν μέθοδος θεωρείται ακίνδυνη τόσο για τα φυτά όσο και για τον άνθρωπο και τα ζώα (Τζανακάκης, 1995). Επίσης, η βιολογική καταπολέμηση θεωρείται ότι δεν είναι πολυέξοδη στην εφαρμογή της όταν το κράτος συμβάλλει με στις έρευνες και στην διάδοση της.

### **1.5.2.2 Μειονεκτήματα βιολογικής καταπολέμησης**

Ωστόσο, σαν μέθοδος η βιολογική καταπολέμηση δεν έχει μόνο θετικά στοιχεία αλλά και αρνητικά. Η καταπολέμηση η οποία προϋποθέτει την χρήση εντομοφάγων εντόμων, σε πολλές περιπτώσεις δε μας δίνει άμεσα και στάθερά αποτελέσματα (Τζανακάκης, 1995). Ο πληθυσμός των βλαβερών εντόμων δεν μειώνεται σε ικανοποιητικό βαθμό με τη χρήση εντομοφάγων εντόμων.

Επίσης, υπάρχει κίνδυνος εξαφάνισης χρήσιμων εντόμων από τις καλλιέργειες εξαιτίας εισαγωγής ωφέλιμων εντόμων (Howard, 1991). Για το λόγο αυτό συνιστάται προσοχή στα εισαγόμενα νέα είδη ωφέλιμων εντόμων ώστε να υπάρξει ένας περιορισμός στις δυσμενείς περιπτώσεις οι οποίες θα επηρεάσουν το σύνολο του οικοσυστήματος. Διότι υπάρχει πιθανότητα τα εισαγόμενα ωφέλιμα εκτός από τη δράση τους στα έντομα εχθρούς να

επηρεάσουν και αρνητικά και τα ωφέλιμα έντομα της καλλιέργειας (Τζανακάκης, 1995).

Για την εφαρμογή της μεθόδου της βιολογικής καταπολέμησης, θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση ο καλλιεργητής να γνωρίζει καλά τη βιοοικολογία του παρασίτου αλλά και των καλλιεργουμένων φυτών. Επίσης, θα πρέπει να γνωρίζει τις προϋποθέσεις των ειδικών νομοθέτικων μέτρων και να τις τηρεί. Τέλος, χρειάζεται ένα σύστημα ελέγχου το οποίο θα κατοχυρώνει την βιολογική γεωργία και θα πιστοποιεί τα βιολογικά προϊόντα (Δημόπουλος, 2004).

### 1.5.3 Ολοκληρωμένη καταπολέμηση

Η ολοκληρωμένη μέθοδος καταπολέμησης συνδυάζει όλες τις διαθέσιμες μεθόδους καταπολέμησης δίνοντας βάση στις μεθόδους οι οποίες δεν στηρίζονται ως επί το πλείστον στα χημικά σκευάσματα. Ωστόσο, ο συνδυασμός αυτός περιλαμβάνει τις εξής μεθόδους:

- I. Χημικές
- II. Βιολογικές
- III. Βιοτεχνολογικές
- IV. Μηχανικές
- V. Γενετικές
- VI. Καλλιεργητικά μέσα

Η ολοκληρωμένη καταπολέμηση είναι: 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 μεταξύ τους, με στόχο τον περιορισμό του πληθυσμού τους σε τέτοια επίπεδα που να μην επιφέρουν οικονομική ζημία στην καλλιέργεια»

Για να εφαρμοστεί η μέθοδος της ολοκληρωμένης καταπολέμησης, θα πρέπει να υπάρχει γνώση στα εξής θέματα:

- I. Στην βιοοικολογία των εχθρών εντόμων αλλά και των ωφέλιμων εντόμων της καλλιέργειας ουτως ώστε να παρθούν τα κατάλληλα μέτρα.



- II. Η ύπαρξη μεθόδων οι οποίες δεν θα στηρίζονται στη χημική μέθοδο.
- III. Να γίνεται τακικός έλεγχος ώστε να παρατηρούνται οι πληθυσμοί όλων των εντόμων στην καλλιέργεια.
- IV. Ο καθορισμός του "ορίου ανεκτής πυκνότητας" και της "πυκνότητας ή ορίου επέμβασης" για κάθε εχθρό. Το "όριο ανεκτής πυκνότητας" ονομάζεται η τιμή του πληθυσμού του ζημιογόνου εντόμου, η οποία εάν ξεπεράσει τα επιθυμητά όρια θα προκαλέσει οικονομική ζημιά στην καλλιέργεια. Η "πυκνότητα επέμβασης" είναι το όριο, το οποίο μας καθοδηγεί ώστε να λάβουμε υποψη μας τα κατάλληλα μέτρα καταπολέμησης. Συνήθως σαν όριο είναι λίγο πιο κάτω από το όριο ανεκτής πυκνότητας για την πρόσληψη οικονομικής ζημίας στην καλλιέργεια μας.
- V. Η συνεργασία επιστημόνων, τεχνικών και παραγωγών ώστε να δημιουργήσουν ένα σύστημα φυτοπροστασίας, το οποίο θα φέρει τις παράπανω προϋποθέσεις και να έχει τη δυνατότητα να εφαρμόζεται στην καλλιέργεια είναι βασικό στοιχείο της ολοκληρωμένης καταπολέμησης (Τζανακάκη & Κατσόγιαννος, 2003).

### **1.5.3.1 Πλεονεκτήματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης**

Με την εφαρμογή της μεθόδου της ολοκληρωμένης καταπολέμησης παρατηρείται μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Η υγεία τόσο του καταναλωτή όσο και του γεωργού-παραγωγού δεν αντιμετωπίζει προβλήματα. Υπάρχει μείωση των πιθανοτήτων, να δημιουργηθούν ανθεκτικές φυλές εντόμων στα εντομοκτόνα. Χωρίς την παρουσία υπολειμμάτων τοξικών ουσιών έχουμε την παραγωγή υγιεινών προϊόντων, προστασία του περιβάλλοντος και τα ωφέλιμα έντομα δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα. Οι χημικές επεμβάσεις είναι τόσες στον αριθμό, οι οποίες δεν επηρεάζουν την παραγωγή μας (Τζανακάκης, 1995).

### 1.5.3.2 Μειονεκτήματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης

Ο συνδυασμός όλων αυτών των μεθόδων για την δημιουργία της ολοκληρωμένης καταπολέμησης φέρει ως βασική προϋπόθεση ένα έμπειρο και καταρτισμένο προσωπικό, το οποίο θα έχει και τον κατάλληλο συντονισμό στην λήψη των μέτρων ώστε να υπάρξουν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Επίσης, ο τομέας της οργανωμένης έρευνας και η ανάπτυξη των προγραμμάτων παρουσιάζουν δυσκολίες. Τέλος, ο κρατικός μηχανισμός σε συνεργασία με τις αρμόδιες υπηρεσίες θα πρέπει να λάβουν υπόψη της αναγκαιότητας μιας φυτοπροστασίας, η οποία θα δημιουργεί λιγότερα προβλήματα (Τζανακάκης, 1995).

## ΔΡΑΣΗ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΩΝ

Οι δραστικές ουσίες, οι οποίες περιέχονται στα εντομοκτόνα, για να δράσουν και να ολοκληρώσουν το έργο τους ως προς τη θανάτωση ή την μείωση του πληθυσμού των εχθρών είτε του φυτικού είτε του ζωικού βασιλείου, θα πρέπει να έρθουν σε επαφή με τα βλαβερά έντομα και να εισέλθουν στον οργανισμό τους. Έτσι, σύμφωνα με τον τρόπο τον οποίο εισέρχονται και δρούν, τα εντομοκτόνα διακρίνονται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι εξής:

- I. **Εντομοκτόνα στομάχου:** εισέρχονται στον οργανισμό του εντόμου-εχθρού από τα στοματικά μόρια και δρούν μέσα σε αυτόν αφού πρώτα καταναλωθούν μαζί με την τροφή. Η χρήση τους αφορά κυρίως έντομα μασητικού τύπου, φυλλοφάγων ή καρποφάγων ειδών. Όπως για παράδειγμα, προνύμφες λεπιδοπτέρων, κολεοπτέρων και ορισμένων υμενόπττερων αλλά και κολεόπτερα και ορθόπτερα καθώς και θυσανόπτερα και ακάρεα. Εντομοκτόνα στομάχου θεωρούνται οι ενώσεις αρσενικού, φθορίου και χαλκού, καθώς και αλκαλοειδή τα οποία είναι

φυτικής προέλευσης και είναι αρκετά αυτά όπου πλεον δεν χρησιμοποιούνται.

- II. **Εντομοκτόνα επαφής:** η θανάτωση των βλαβερών εντόμων επέρχεται αφού έρθει σε επαφή με το σώμα τους το εντομοκτόνο. Η δραστική ουσία εισέρχεται στον οργανισμό μέσω των αναπνευστικών τρημάτων ή από τους ταρσούς των ποδιών ή από το σωματικό περίβλημα (cuticula). Η τοξική δράση αλλά και η τοξικότητα των εντομοκτόνων επηρεάζεται από την δομή και την χημική σύσταση του χιτίνινου εξωσκελετού με αποτέλεσμα να υπάρχει διαφορετικός βαθμός περατότητας. Εντομοκτόνα επαφής θεωρούνται τα οργανοφωσφορικά και τα χλωριωμένα.
- III. **Εντομοκτόνα καπνογόνου δράσης ή ασφυκτικά:** η είσοδος τους γίνεται μέσω των αναπνευστικών τρημάτων και τραχειών. Η προσβολή λαμβάνει μέρος στο αναπνευστικό σύστημα του εντόμου με αποτέλεσμα να του δημιουργεί ασφυξία. Επίσης, το έντομο προσβάλεται και μέσω του κυκλοφορικού συστήματος όπου η δραστική ουσία καταλήγει στις θέσεις δράσης και προκαλεί το θάνατο στα έντομα. Η χρήση τους γίνεται ανεξαρτήτων των στοματικών μορίων των οποίων φέρουν τα έντομα.
- IV. **Εντομοκτόνα πολλαπλής δράσης:** η δράση τους γίνεται είτε με δύο είτε και με παραπάνω τρόπους. Δηλαδή μπορεί να ενεργήσουν ως εντομοκτόνα επαφής ή στομάχου ή και ως ασφυκτικά. Διθέτουν ένα ευρύ φάσμα δράσης για διάφορα είδη εχθρών οι οποίοι προσβάλουν τις καλλιέργειες.

Σε σύγκριση με τα ανώτερα ζώα, τα έντομα και τα ακάρεα φέρουν μεγαλύτερη ευαισθησία στα φυτοφάρμακα. Αιτία της ευαισθησίας αυτής είναι η είσοδος φυτοφαρμάκων σε μεγάλη ποσότητα στο σώμα των αρθρόποδων. Αυτό οφείλεται κυρίως στην μεγάλη επιφάνεια και τη μάζα που διαθέτουν τα αρθρόποδα και στο ότι τρέφονται πιο εντατικά. Τέλος εξαιτίας του έντονου μεταβολισμού τον οποίο διαθέτουν, αναπνέουν και πιο έντονα.

Η είσοδος των φυτοφαρμάκων στο σώμα των εντόμων και των ακάρεων ωστόσο αντιμετωπίζει και εμπόδια τα οποία είναι τα εξής: α) οι κηρώδεις ουσίες, οι οποίες εκκρίνονται από τα έντομα όπως για παράδειγμα είναι οι αφίδες και τα κοκκοειδή, β) άκανθες, γ) λέπια και δ) τρίχες. Τα τρία τελευταία παρεμποδίζουν την είσοδο φυτοφαρμάκων τα οποία έχουν την

μορφή της σκόνης. Ενώ για τα εντομοκτόνα καπνογόνου δράσης εμπόδια θεώρουνται τα φρακτικά όργανα των σπιγμάτων των τραχειών.

Αρκετοί είναι και οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την τοξικότητα του φυτοφαρμάκου πάνω στα έντομα-εχθρούς. Οι μεταβολές, οι οποίες παρουσιάζονται στο μόριο των ενεργών τοξικών παραγόντων, έχουν την δυνατότητα να επηρεάσουν την τοξικότητα του φυτοφαρμάκου και την ευαισθησία την οποία τα παρουσιάζει το παράσιτο προς αυτή. Οι μεταβολές, αυτές συμβαίνουν εξαιτίας της παρουσίας φυσικών, χημικών, ενζυματικών και άλλων παραγόντων.

Η παρουσία οξειδώσεων έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή υψηλότερης τοξικότητας όπως για παράδειγμα parathion, malathion, dimethoate, thimet, χλωριώμενα εντομοκτόνα και ακαρεοκτόνα. Επίσης οι οξειδώσεις είναι υπεύθυνες για την αύξηση της υπολειμματικής δράσης λόγω το ότι τα παράγωγα της οξείδωσης είναι πιο σταθερά μόρια από το αρχικό. Η υδρόλυση είναι ένας ακόμα παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει την τοξικότητα του φυτοφαρμάκου αφού εξαιτίας επέρχεται εξασθένηση της τοξικότητας του αρχικού μορίου. Τέτοια παραδείγματα είναι, το DDT στα ζώα, καρβαμιδικά εντομοκτόνα όπως το carbaryl στα ζώα και φυτά και τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα όπως το parathion και το malathion. Αρκετά βλαβερά έντομα παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα εξαιτίας της ικανότητάς του να διασπούν το μόριο του φαρμάκου μέσω της υδρόλυσης σε λιγότερο τοξικούς ή μη τοξικούς μεταβολιτές.

Τα φυτοφάρμακα διακρίνονται σε ευρέως φάσματος (μεγάλος αριθμός δράσης) και σε εκλεκτικά. Η διάκριση αυτή βασίζεται σύμφωνα με το χρόνο που χρειάζονται να δράσουν ώστε να υπάρξει ένα ουσιαστικό αποτέλεσμα απεναντί σε ένα μεγάλο αριθμό εντόμων-εχθρών.

Στα πολυδύναμα εντομοκτόνα κατηγοριοποιούνται τα οργανοφωσφορικά και τα πυρεθροειδή. Το ευρύ φάσμα δράσης των εντομοκτόνων είναι επιθυμητό σε κάποιες περιπτώσεις. Ωστόσο σε προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης η εφαρμογή τους δημιουργεί προβλήματα.

Η μέθοδος της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης έχοντας ως στόχο ένα μικρό αριθμό ειδών βλαβερών εντόμων χρησιμοποιεί τα εκλεκτικά εντομοκτόνα. Η αντιμετώπιση των υπολοίπων παρασίτων γίνεται με βάση τα

βιολογικά μέσα. Το εκλεκτικό φυτοφάρμακο έχει τη δυνατότητα να αντιμετωπίζει τους εχθρούς μιας καλλιέργειας, αλλά να μην επηρεάζει ωφέλιμα έντομα όπως για παράδειγμα τα αρπακτικά, τα παράσιτά και τις μέλισσες. Ένα τέτοιο είδος φυτοφάρμακου είναι το *rigimicarb*. Η εκλεκτικότητα του φυτοφαρμάκου δεν ορίζεται σαν κάτι απόλυτο αλλά εξαρτάται από την δόση εφαρμογής και την χρονική στιγμή κατά την οποία θα έρθει σε επαφή το βλαβερό έντομο με το υπόλειμμα του φαρμάκου ύστερα από την εφαρμογή του.

Η παρασιτοκτόνος δράση του φυτοφαρμάκου δεν εμφανίζεται αμέσως μετά την εφαρμογή του αλλά ύστερα από ένα χρονικό διάστημα. Για αυτό το λόγο ως άμεση παρασιτοκτόνος δράση προσδιορίζεται η ιδιότητα το φαρμάκου να επιφέρει τοξικό αποτέλεσμα μέσα σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα από την στιγμή της εφαρμογής του. Στα πυρεθροειδή εντομοκτόνα, για παράδειγμα, παρατηρείται το φαινόμενο του knock-down αφού σε διάστημα μερικών λεπτών της ώρας φέρει ταχύτατα αποτελέσματα. Σε αντίθεση με τους ρυθμιστές αύξησης εντόμων, οι οποίοι για να δράσουν και να μας δώσουν τα πρώτα σημάδια μείωσης του πληθυσμού του παρασίτου, χρειάζονται ένα χρονικό διάστημα κάποιων ημερών. Ο μηχανισμός δράσης των φυτοφαρμάκων είναι και αυτός που ορίζει το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να δράσει το κάθε φάρμακο.

Με τον όρο υπολειμματική ενέργεια, ορίζουμε το χρονικό διάστημα, ύστερα από την εφαρμογή του φαρμάκου, κατά το οποίο η τοξική του δράση συνεχίζεται πάνω στο παράσιτο. Η υπολειμματική ενέργεια καθορίζεται από τους εξής παράγοντες: α) την ταχύτητα διάσπασης του φυτοφαρμάκου σύμφωνα με τα μέσα και τις συνθήκες εφαρμογής του, β) η δόση η οποία εφαρμόζεται για παράδειγμα οι υψηλές δόσεις έχουν και μακρά υπολειμματική δράση και γ) η ευαισθησία του την οποία παρουσιάζει το παράσιτο από την τοξική επίδραση την οποία δέχεται. Ως προς το παρασιτοκτόνο αποτέλεσμα, είναι επιθυμητή η μακρά υπολειμματική δράση των φυτοφαρμάκων ωστόσο ως προς το περιβάλλον είναι επιβλαβής εξαιτίας της ρύπανσης η οποία προκαλείται.

## Συνθετικά οργανικά φυτοπροστατευτικά προϊόντα

### Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες

Τα οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα είναι από τις παλαιότερες συνθετικές ενώσεις. Μετά τον ΄Β Παγκόσμιο Πόλεμο η παρουσία τους ήταν σημαντική διότι με την χρήση τους προστατεύτηκαν γεωργικές παραγωγές αλλά και η δημόσια υγεία. Πρόκειται για άτομα άνθρακα τα οποία είναι ενωμένα με άτομα χλωρίου (Καπετανάκης, 2002).

Στην μεγάλη λιποδιαλυτότητάς τους οφείλουν την ταχύτατη προσβολή στην επιδερμίδα των εντόμων. Χαρακτηριστικά τα οποία παρουσιάζουν τα οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα είναι: α) η μεγάλη σταθερότητα, β) το φαινόμενο της βιοσυσσώρευσης και γ) η έντονη τοξική και μεγάλη διάρκεια δράσης τους.

Ωστόσο, οι ενώσεις αυτές παρουσίασαν ένα μεγάλο μειονέκτημα το οποίο στην πορεία έφερε και την απαγόρευση της χρήσης του σε πολλές χώρες. Παρατηρήθηκε, ότι η αποδόμησή του δεν είναι εύκολη αλλά γίνεται συσσώρευση στον λιπώδη ιστό των εντόμων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εισέρχεται στα τρόφιμα, όπως γάλα και αυγά, και ύστερα να ανακύκλωνεται στην τροφική αλυσίδα των ζώων και του ανθρώπου.

Η δράση τους είναι παρόμοια με αυτή των πυρεθρίνων. Στόχος τους είναι τα διαμεμβρανικά, πρωτεϊνικά κανάλια μεταφοράς ιόντων όπως του νατρίου και του χλωρίου. Κατά αυτό τον τρόπο, επέρχεται ο αποσυντονισμός των κυττάρων διότι χάνουν την δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας και της ροής των ιόντων από αυτά και προς αυτά. Έτσι, το έντομο παραλύει σταδιακά και ύστερα πεθαίνει.

Το DDT είναι το πρώτο εντομοκτόνο της κατηγορίας αυτής, του οποίου οι εντομοκτόνες ιδιότητες του ανακαλύφθηκαν το 1939 από τον Muller. Αργότερα έγιναν γνωστά και τα υπόλοιπα όπως είναι τα εξαχλωροκυκλοεξάνια, τα κυκλοδιένια και τα πολυχλωροτερπένια.

### Οργανοφωσφορικές ενώσεις

Οι οργανοφωσφορικές ενώσεις ή εντομοκτόνα είναι εστέρες του φωσφωρικού οξέος. Η δράση τους είναι κυρίως εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο.

Τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα ανήκουν στην κατηγορία εντομοκτόνων επαφής. Ωστόσο υπάρχουν και αυτά τα οποία είναι διασυστηματικά. Τα περισσότερα από τα εντομοκτόνα ή ακαρεοκτόνα, της κατηγορίας των οργανοφωσφορικών, είναι πολυδύναμα και φέρουν ευρύ φάσμα δράσης.

Η υπολειμματική τους διάρκεια δεν είναι ούτε μικρή αλλά ούτε μεγάλη ιδιαίτερα. Σε σύγκριση με τους χλωριωμένους, οι οργανοφωσφορικές ενώσεις φέρουν μικρότερη σταθερότητα αλλά είναι πιο πτητικές. Η λιποδιαλυτότητά τους είναι υψηλή, ωστόσο δεν αποθηκεύονται στο λιπώδη ιστό ή στο έδαφος. Επίσης, όσα από τα εντομοκτόνα είναι διασυστηματικά είναι και υδατοδιαλυτά.

Η ορθή και κατάλληλη χρήση τους οδηγεί τα συγκεκριμένα εντομοκτόνα να δρουν εκλεκτικά ως προς πολλά αρπακτικά ακάρεα και ορισμένα εντομοφάγα και ακαρεοφάγα έντομα. Ωστόσο, υπάρχουν κάποια οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα τα οποία εξαρχής δρουν εκλεκτικά, έχοντας μικρή τοξικότητα ως προς τα ωφέλιμα έντομα. Για το λόγο αυτό συχνά τα χρησιμοποιούν σε προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης.

Τέλος, αποδείχθηκαν ιδιαίτερα αποτελεσματικά και δραστικά ως προς την αντιμετώπιση των βλαβερών εντόμων. Χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση εντόμων όπως: αφίδων, θριπών, κοκκοειδών, προνυμφών Λεπιδοπτέρων, φυτοφάγων ακάρεων, δίπτερων (δάκος, μύγα της Μεσογείου, μύγα κερασιών, σε ψεκάσμούς καλύψεως ή δολωματικούς), φυλλορυκτών και άλλων.

Το πρώτο οργανοφωσφορικό, το οποίο δημιουργήθηκε ήταν το Pestox ή Schradan το 1941 ενώ στην συνέχεια άρχισε η χρήση ενός νέου εντομοκτόνου της κατηγορίας, το παραθειό (Folidol) το 1944.

### Καρβαμιδικές ενώσεις

Τα καρβαμιδικά εντομοκτόνα είναι νεότερης γενιάς σε σύγκριση με τα οργανοχλωριωμένα και τα οργανοφωσφορικά. Είναι παράγωγα των καρβαμιδικών οξέων. Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, οι οποίες είναι οι εξής:

- I. **Αρωματικοί καρβαμιδικοί εστέρες:** οι ενώσεις οι οποίες παρατηρούνται είναι: aminocarb, carbaryl (το πρώτο καρβαμιδικό εντομοκτόνο), cloethocarb, ethiofencarb, fenobucarb, fenothiocarb, isoprocarb, methiocarb, metolcarb, propoxur, trimethacarb, XMC και xylcarb.
- II. **Ετεροκυκλικοί καρβαμιδικοί εστέρες:** ενώσεις οι οποίες υπάγονται στην κατηγορία αυτή είναι: benfuracarb, bendiocarb, carbofuran, carbosulfan, furathiocarb και pirimicarb.
- III. **Καρβαμιδικά παράγωγα οξιμών:** οι ενώσεις της ομάδας αυτής είναι: alanycarb, aldicarb, aldoxycarb, butocarboxim, butoxycarboxim, methomyl, oxamyl, thiodicarb και thiofanox.

Η δράση των καρβαμιδικών εντομοκτόνων-ακαρεοκτόνων είναι παρόμοια με αυτή των οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων. Δρουν κυρίως είτε ως εντομοκτόνα επαφής είτε ως στομάχου. Η δραστηριότητά τους είναι υψηλή. Τα περισσότερα παρουσιάζουν διασυστηματική κίνηση. Το φάσμα δράσης του δεν είναι ευρύ αλλά ωστόσο χαρακτηρίζονται από ακαρεοκτόνες ιδιότητες.

Το νευρικό σύστημα των εντόμων είναι αυτό το οποίο δέχεται την άμεση δράση των καρβαμιδικών εντομοκτόνων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την γρήγορη και απότομη πτώση των βλαβερών εντόμων το οποίο είναι το φαινόμενο, knocked down effect. Το παραπάνω χαρακτηριστικό συναντάται και στη δράση των πυρεθροειδών. Τέλος, οι περισσότερες από τις καρβαμιδικές ενώσεις παρουσιάζουν υψηλή οξεία τοξικότητα ως προς τα θηλαστικά, τα πουλιά και τα ψάρια.

### Πυρεθροειδή ή Πυρεθρινοειδή

#### Φυσικά Πυρεθροειδή-Πυρεθρίνες

Τα φυσικά πυρεθροειδή ή πυρεθρίνες είναι εντομοτοξικά συστατικά του πυρέθρου. Το *Chrysanthemum cinerariaefolium*, το οποίο είναι και το κυριότερο είδος του γένους *Chrysanthemum*, είναι υπεύθυνο για την παραγωγή του πυρέθρου. Στις ανθοταξίες του παρατηρείται, ότι περιέχονται πυρεθρίνες σε ποσότητα, της οποίας το ποσοστό αντιστοιχεί στο 1,2%. Η ποσότητά αυτή είναι αρκετή για την παραγωγή μίγματος 4 ή 6 εντομοκτόνων ουσιών.



Οι πυρεθρίνες χαρακτηρίζονται από την μεγάλη εντομοτοξικότητάς τους, τη γρήγορη εντομοκτόνο δράση τους, η οποία και οδηγεί στο φαινόμενο knock down. Ωστόσο, η τοξικότητά τους ως προς τα θερμοαίμα είναι μικρή. Φέρουν μεγάλη χημική αστάθεια στον αέρα και στο φως. Η διάσπαση μέσα στον οργανισμό του εντόμου γίνεται σε μη τοξικές ουσίες. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά τους, καθιστούν τις πυρεθρίνες επιθυμητές για τον ψεκασμό σε χώρους κατοικιών, αποθηκών αλλά και σε στάβλους.

Χρησιμοποιείται ως εντομοκτόνο για την αντιμετώπιση μυγών, κουνουπιών, κοριών, μυρμηγκιών, κατσαρίδων και άλλων ενόμων. Η εντομοκτόνο δράση τους έχει την δυνατότητα να αντιμετωπίσει φυλλοφάγα και φυτοφάγα έντομα. Ωστόσο, η χημική τους αστάθεια τα καθιστά ακατάλληλα για την προστασία υπαίθριων καλλιέργειων.

### **Συνθετικά Πυρεθροειδή**

Τα συνθετικά πυρεθροειδή είναι χημικές ενώσεις, οι οποίες είναι συνθετικός παραγόμενες και είναι παρόμοιες με τις φυσικές πυρεθρίνες.

Χαρακτηριστικό τους είναι, ότι σε σύγκριση με αρκετά από τα οργανικά συνθετικά εντομοκτόνα ευρείας χρήσεως, οι συνθετικές πυρεθρίνες φέρουν μεγαλύτερο βαθμό εντομοτοξικότητας. Η αποδόμησή τους γίνεται μέσα στον οργανισμό των ζώων και τα προϊόντα τα οποία προκύπτουν είναι μη τοξικά, σε αντίθεση με το μεγαλύτερο ποσοστό χλωριωμένων υδρογονανθράκων οι οποίοι δίνουν τοξικά προϊόντα. Ακόμα, σε σύγκριση με τα οργανικά συνθετικά εντομοκτόνα, η τοξικότητάς τους ως προς τα θερμοαίμα θεωρείται μικρότερη. Διαφορά, όμως, δεν παρατηρείται μόνο στα θερμοαίμα αλλά και ως προς τα βλαβερά έντομα αφού και εκεί έχουν μικρότερη τοξικότητα.

Τα συνθετικά πυρεθροειδή διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, οι οποίες είναι τα ασταθή και τα σταθερά. Η διάκριση αυτή γλινεται σύμφωνα με τις ιδιότητες τις οποίες φέρουν και την χρήση τους.

Στα ασταθή συνθετικά πυρεθροειδή παρατηρούνται παρόμοιες ιδιότητες με αυτές των πυρεθρινών. Παρουσιάζουν και αυτά μεγάλη χημική αστάθεια ως προς το φως και ως προς την παρουσία οξυγόνου. Η αποδόμησή τους μέσα στον οργανισμό του εντόμου ή του ζώου γίνεται σε γρήγορους ρυθμούς αλλά και η εντομοτοξική τους δράση έχει τους ίδιους ρυθμούς με αποτέλεσμα να οδηγεί τα έντομα σε κατάρριψη. Η χρήση των ασταθή συνθετικών

πυρεθροειδών είναι ίδια με αυτή των πυρεθρίνων. Χρησιμοποιούνται, δηλαδή σε κατοικημένες περιοχές ή σε κλειστούς χώρους και για έντομα τα οποία τα συναντάμε κυρίως σε αποθήκες και θερμοκήπια.

Στην παραπάνω ομάδα αντιστοιχούν οι εξής ουσίες: allethrin, bioallethrin, bioresmethrin, και resmethrin. Τα allethrin, bioallethrin και prothrin παρουσιάζουν σταθερότητα σε υψηλή θερμοκρασία και πτητικότητα και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται σε θερμαινόμενα πλακίδια με στόχο την αντιμετώπιση βλαβερών εντόμων. Τέλος, μια ομάδα ασταθών πυρεθροειδών χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση φειρών και ψύλλων. Η εφαρμογή τους γίνεται πάνω στο δέρμα του ανθρώπου αφού είναι τελείως ασφαλές για τον άνθρωπο.

Σε αντίθεση με τα ασταθή συνθετικά, τα συνθετικά πυρεθροειδή παρουσιάζουν χημική σταθερότητα μεγαλύτερη αλλά και υπολειμματική δράση. Δρουν ως εντομοκτόνα επαφής και στομάχου και τα χαρακτηρίζει ευρύ φάσμα χρήσης. Η δράση τους δεν είναι ούτε διασυστηματική ούτε όμως και σε βάθος. Η χρήση τους σε υπαίθριες καλλιέργειες για την αντιμετώπιση, φυλλοφάγων προνυμφών Λεπιδόπτερων, Υμενόπτερων και ορισμένων Κολεόπτερων έδωσε θετικά αποτελέσματα. Επίσης, χρησιμοποιείται δίνοντας επιθυμητά αποτελέσματα σε έντομα όπως για παράδειγμα, τα Δίπτερα (μύγες και κουνούπια) τα οποία είναι υγεινομικής σημασίας. Επίσης, οι πληθυσμοί βλαβερών ενόμων, ο οποίοι παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε ορανοφωσφορικά και καρβαμιφικά εντομοκτόνα, αντιμετωπίζονται με τα σταθερά συνθετικά πυρεθροειδή. Κάποια από αυτά, όπως τα cypermethrin, deltamethrin, fenvalerate και άλλα πασουςιάζουν υπολειμματική δράση τόσο ώστε να θεωρείται αρκετή για χρήση σε περιπτώσεις υπαίθριων καλλιεργειών.

Παράσιτα και αρπακτικά, τα οποία θεωρούνται ωφέλιμα έντομα μιας καλλιέργειας, ζημιώνται από την χρήση των συνθετικών πυρεθροειδών, εξαιτίας του ευρέου φάσματος τοξικότητας το οποίο διαθέτουν τα τελευταία. Επίσης, τοξικά είναι και στις μέλισσες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την έξαρση των βλαβερών εντόμων και φυτοφάγων ακάρεων, αφού είναι ιδιαίτερα τοξικά στους ωφέλιμους οργανισμούς.

Τα πυρεθροειδή θεωρούνται πολύ τοξικά για τα ψάρια ενώ οι τοξικολογικές πειραματικές μελέτες ως προς τα θερμόαιμα και σε άλλα ωφέλιμα ζώα, δεν είναι αρκετές ώστε να μας δώσουν μια πλήρη εικόνα για την

ορθή χρήση τους. Η έντονη εντομοδιωκτικότητα τους είναι ένα ακόμη χαρακτηριστικό το οποίο περιορίζει την χρήση τους. Τέλος, η ανθεκτικότητα την οποία παρουσιάζουν αρκετά βλαβερά έντομα και ακάρεα, κανουν την χρήση τους λιγότερο συνετή αλλά όταν αυτή είναι απαραίτητη να γίνεται στις σωστές δόσεις και όχι με την μορφή ρουτίνας.

### **Ρυθμιστές Ανάπτυξης Των Εντόμων**

Οι ρυθμιστές ανάπτυξης των εντόμων είναι εντόμοκτόνα στα οποία πατατηρείται ότι η δράση τους δεν είναι απλή αλλά παρουσιάζεται ως εξειδικευμένη. Ο τρόπος δράσης του είναι ικανός να παρέμποδίσει την ομαλή και φυσιολογική ανάπτυξη των εντόμων. Έτσι, σύμφωνα με τον μηχανισμό δράσης του διακρίνονται σε δυο κατηγορίες. Οι κατηγορίες είναι οι εξής: α) μιμητικές ορμονών και β) ουσίες οι οποίες εμποδίζουν την διαδικασία της έκδυσης (Τζανακάκης, 1995).

### **Μιμητικές Ορμονών**

Οι μιμητικές ορμόνες είναι ουσίες οι οποίες για να δράσουν στηρίζονται στην ύπαρξη και τον ρόλο της νενανικής ορμόνης ή νεοτίνης. Η μεταμόρφωση ενός εντόμου από προνύμφη σε νύμφη γίνεται παρουσία της νεοτίνης, η οποία παίζει σπουδαίο ρόλο και καθοριστικό στην ανάπτυξη του εντόμου. Όταν η νεοτίνη παρουσιάζει κάποιου είδους καθυστέρηση στην δράση της, τότε το έντομο παρουσιάζει δυσκολίες στην μετάβαση του σταδίου προνύμφης-νύμφης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, το έντομο να αδυνατεί να ολοκληρώσει τον βιολογικό του κύκλο σωστά ή και καθόλου, και έτσι να μην μπορεί να εξελιχθεί και να δώσει ενήλικο το οποίο στην συνέχεια θα ωτοκήσει.

Η έλλειψη τοξικότητας προς τα θερμόαιμα ζώα είναι ένα από τα πλεονεκτήματα, τα οποία παρουσιάζουν οι ουσίες αυτής της κατηγορίας. Ωστόσο, υπάρχουν και μειονεκτήματα τα οποία δεν κάνουν ιδιαίτερα εύκολη την χρήση τους. Για παράδειγμα μειονέκτημα θεωρείται ο χρόνος κατά τον οποίο γίνεται η εφαρμογή του. Δηλαδή, εφαρμόζεται όταν το έντομο βρίσκεται σε ορισμένο βιολογικό στάδιο με αποτέλεσμα να υπάρχει μείωση της αποτελεσματικότητας ως προς βιολογικά στάδια πληθυσμών οι οποίοι είναι ανομοιογενείς.

Οι μιμητικές των νεανικών ορμονών έχουν την δυνατότητα να παρατείνουν το προνυμφικό στάδιο των εντόμων, το οποίο σε πολλά είδη είναι και το στάδιο το οποίο δημιουργεί τις ζημιές. Η πρακτική αξία των ουσιών αυτών θεωρείται ότι είναι σε είδη εντόμων τα οποία δημιουργούν προβλήματα με το ενήλικο άτομο τους και η προνύμφη τους είναι εκτεθειμένη για να έρθει σε επαφή με την ουσία (Τζανακάκης, 1995).

Υπάρχουν είδη εντόμων, όπως είναι για παράδειγμα η οικιακή μύγα (*Musca domestica*), τα οποία έχουν την δυνατότητα να αναπτύξουν μεγάλο βαθμό ανθεκτικότητας σε συνθετικά ανάλογα της νεανική ορμόνης. Τέλος, παρουσιάζονται πληθυσμοί ορισμένων εντόμων, οι οποίοι φέρουν ανθεκτικότητα σε οργανικά συνθετικά εντομοκτόνα αλλά μπορεί και να παρουσιάσουν έμμεση ανθεκτικότητα σε συνθετικά ανάλογα της νεανικής ορμόνης.

### **Ουσίες Οι Οποίες Εμποδίζουν Την Διαδικασία Της Έκδυσης**

Οι συγκεκριμένες ουσίες δρουν σύμφωνα με τον ειδικό βιοχημικό μηχανισμό δράσης τους. Η συμπεριφορά τους είναι ανταγωνιστική σε ουσίες οι οποίες είναι υπεύθυνες για την διαδικασία της έκδυσης. Η συνθετάση και η χιτινάση, είναι κάποιες από τις ουσίες, οι οποίες παρεμποδίζονται στο να εκτελέσουν το έργο τους, με αποτέλεσμα η σύνθεση χιτίνης και ο σχηματισμός ενός νέου μεγαλύτερου εκδύματος κατά την διαδικασία της έκδυσης να αντιμετωπίζουν προβλήματα. Έτσι σαν τελικό αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας να είναι ο θάνατος του εντόμου.

Το πρώτο φάρμακο το οποίο δημιουργήθηκε ήταν το Dimilirl, του οποίου δραστική ουσία είναι η diflunzeron. Η δοκιμή του έγινε ενάντια σε φυλλοφάγες κάμπιες οπωροφόρων δένδρων, σε δασικά δένδρα και συγκεκριμένα στην κάμπη της πεύκης αλλά και στο βαμβάκι. Τα αποτελέσματα των δοκιμών αυτών ήταν αρκετά ικανοποιητικά. Νωότερα φάρμακα τα οποία χρησιμοποιούνται είναι το Applaud με δραστική ουσία την burprofazin, το Nomolt με δραστική ουσία την teflubenzuron και το Alsystem με δραστική ουσία την tiflumuron.

Με την προϋπόθεση, ότι η εφαρμογή των ουσιών θα γίνεται στην κατάλληλη χρονική περίοδο, και σύμφωνα με την ηλικία και το στάδιο στο

οποίο βρίσκεται η προνύμφη, τότε θεωρούνται κατάλληλες για συμμετοχή σε προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης (Τζανακάκης, 1995).

### **Νεοκοτινοειδή**

Η δράση των νεοκοτινοειδών δεν φέρει καμία ομοιότητα με τα υπόλοιπα εντομοκτόνα. Ο τρόπος δράσης του είναι ο εξής: παρεμπόδιση της μετάδοσης νευρικών σημάτων αφού πρώτα έχουν παρει την θέση της ακετυλοχολίνης στους νικοτινικούς υποδοχείς της. Ύστερα από την εμφάνιση της εντομοτοξικότητας και την αντιτροφική συμπεριφορά τα έντομα πεθαίνουν. Ωστόσο, σε σχέση με τα μόρια των προηγούμενων εντομοκτόνων τα νεοκοτινοειδή θεωρούνται λιγότερο τοξικά.

Τα νεοκοτινοειδή, θεωρούνται ότι είναι η σημαντικότερη κατηγορία των καινούργιων συνθετικών εντομοκτόνων, τα οποία έχουν δημιουργηθεί τα τελευταία τριάντα χρόνια (Tomizawa & Casida, 2003, Tomizawa *et al.*, 2005).

Το έργο των νεοκοτινοειδών είναι να ελέγχουν έντομα μυζητικού τύπου τόσο σε φυτά όσο και σε ζώα. Επίσης, χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο Λεπιδοπτέρων αλλά και εντόμων τα οποία φέρουν μασητικού τύπου στοματικά μόρια (Tomizawa & Casida, 2003, Tomizawa *et al.*, 2005).

Οι χημικές ουσίες, οι οποίες συναντώνται στην κατηγορία αυτή, είναι: imidacloprid, nitenpyram, acetamiprid, thiacloprid και thiamethoxan (Ako *et al.*, 2004, Tomizawa & Casida, 2003). Το 1990 έγινε για πρώτη φορά η χρήση του imidacloprid, το οποίο και γνώρισε μεγάλη εμπορική επιτυχία. Χρησιμοποιήθηκε με στόχο την αντιμετώπιση σοβαρών βλαβερών εντόμων και εχθρών προς τις καλλιέργειες, όπως για παράδειγμα είναι οι αφίδες. Τέλος, θεωρούνται κατάλληλα για την αντιμετώπιση εντόμων μυζητικού τύπου στοματικά μόρια όπως είναι οι αφίδες, αλευρώδεις και διάφορα είδη Κολεοπτέρων, Δίπτερων και Λεπιδοπτέρων (Ako *et al.*, 2004).

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> Φυσιικοί Εχθροί

### 2.1 Α)Αρπακτικά Έντομα

Ως φυσικοί εχθροί θεωρούνται τα αρπακτικά έντομα τα οποία ανήκουν και στην κατηγορία των εντομοφάγων εντόμων ή αλλιώς θηρευτικά. Στην ίδια κατηγορία κατηγοριοποιούνται τα παράσιτα και τα παρασιτοειδή. Τα αρπακτικά έντομα τρέφονται με παραπάνω από ένα άτομα της λείας του. Τα αρπακτικά έντομα, λοιπόν, χαρακτηρίζονται ως οι φυσικοί εχθροί του βλαβερού είδους, το οποίο επιθυμούμε να αντιμετωπίσουμε είτε το είδος αυτό είναι φυτοφάγο, σαρκοφάγο ή σαπροφάγο (Τζανακάκης 1995).

Το χαρακτηριστικό τους είναι ότι σκοτώνουν το θήραμά τους και ύστερα τρέφονται από αυτό. Έτσι, ανάλογα σε ποιά οικογένεια ανήκουν τα αρπακτικά έντομα, διακρίνονται σε αυτά, τα οποία θηρευτές της τροφής τους είναι τόσο οι προνύμφες όσο και τα ενήλικα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της κατηγορία αυτής είναι τα αρπακτικά έντομα της οικογένειας Coccinellidae (πασχαλίτσες), τα οποία τρέφονται με αφίδες. Ωστόσο, υπάρχει και η κατηγορία αρπακτικών εντόμων, όπως για παράδειγμα οι οικογένειες Syrphidae και Chrysoroidea, οι οποίες φέρουν ως θηρευτές της τροφής τους μόνο προνύμφες.

Επίσης, όλοι οι φυσικοί εχθροί φέρουν σπουδαίο ρόλο ως προς την αντιμετώπιση των βλαβερών εντόμων διότι θεωρούνται ικανοί να μειώσουν των πληθυσμών των βλαβερών εντόμων. Κατά αυτό τον τρόπο δημιουργείται μια ισορροπία στο περιβάλλον αλλά και το κέρδος του ανθρώπου χαρακτηρίζεται ως αξιόλογο.

Ένας φυσικός εχθρός όμως δεν δρα ατομικά και μεμονομένα ως προς την αντιμετώπιση και κατα συνέπεια τη μείωση του πληθυσμού των βλαβερών εντόμων αλλά επηρεάζεται και από διάφορους άλλους παράγοντες. Όπως για παράδειγμα, η αλληλεπίδραση μεταξύ χημικής και βιολογικής καταπολέμησης, η οποία παρατηρείται εξαιτίας της τοξικότητας, η οποία παρουσιάζεται σε αρκετά εντομοκτόνα προς τους φυσικούς εχθρούς. Ωστόσο, στα πλαίσια της ολοκληρωμένης καταπολέμησης των βλαβερών εντόμων τίθεται ως στόχος η ενίσχυση και διατήρηση των φυσικών εχθρών. Ο

παραπάνω στόχος πραγματοποιείται, είτε με την ενίσχυση και συντήρηση των ενδαιτημάτων τους είτε με την χρήση εκλεκτικών εντομοκτόνων, τα οποία δεν θέτουν προβλήματα στα ωφέλιμα έντομα αλλά φέρουν μεγαλύτερη τοξικότητα προς τα βλαβερά έντομα (Horper, 2003).

## **B) Τα Αρπακτικά Έντομα Της Οικογένειας Coccinellidae**

Τα αρπακτικά έντομα της οικογένειας Coccinellidae ή κοινώς πασχαλίτσες είναι έντομα κολεόπτερα. Η οικογένεια Coccinellidae θεωρείται μια μονοφυλετική οικογένεια, η οποία περιλαμβάνει 4500 είδη παγκοσμίως.

Το όνομα της παραπέμπει, στο κόκκινο χρώμα το οποίο περιβάλλει το σώμα των αρπακτικών. Όμως, υπάρχει και μια πιο λεπτομερή περιγραφή κατά την οποία, έντομα της οικογένειας αυτής χαρακτηρίζονται από σκοτεινό χρώμα. Ωστόσο, δεν είναι χαρακτηριστικό στοιχείο της πλειοψηφίας των εντόμων αυτών. Στην οικογένεια των Coccinellidae εμπεριέχονται επτά υποοικογένειες και από τις οποίες η Coccinellinae και η Epilachinae φέρουν είδη, τα οποία τρέφονται με μύκητες ή με ανώτερα φυτά.

Τα περισσότερα είδη αρπακτικών τρέφονται είτε με αφίδες είτε με κοκκοειδή. Ωστόσο, συναντώνται είδη τα οποία έχουν ως βασική τροφή τόσο τις αφίδες όσο και τα κοκκοειδή. Επίσης, έχουν παρατηρηθεί τα οποία τρέφονται με ακάρεα (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).

**Βιολογικός Κύκλος:** Τα αρπακτικά της οικογένειας Coccinellidae είναι ολομετάβολα έντομα. Η μεταμόρφωσή τους είναι πλήρης και για να ολοκληρωθεί η ανάπτυξή τους και συνέπως ο βιολογικός του κύκλος περνούν τα εξής στάδια: αυγό, προνύμφη 1<sup>ης</sup> έως 4<sup>ης</sup> ηλικίας (larva), νύμφη (pupa) και ενήλικο. Επίσης, υπάρχουν και συγραφείς, οι οποίοι διακρίνουν ένα ακόμα στάδιο, το οποίο ονομάζεται pre-pupa και δημιουργείται πριν το στάδιο της νύμφης (pupa). Η έναρξη του βιολογικού κύκλου γίνεται με το αυγό, το οποίο στην συνέχεια αφού εκκολαφθεί δίνει την προνύμφη πρώτου σταδίου. Η

προνύμφη πρώτου σταδίου για να νυμφωθεί επέρχεται από τέσσερα στάδια. Τέλος, η pronύμφη τετάρτου σταδίου μεταμορφώνεται σε ενήλικο. Ο πλήρης βιολογικός κύκλος σε πολλά είδη της οικογένειας Coccinellidae στη φύση έχει διάρκεια μέχρι και ένα χρόνο. Η διάρκεια όμως αυτή εξαρτάται από το είδος. Η εναποθέτηση των ωών γίνεται την άνοιξη ή στις αρχές του καλοκαιριού. Ύστερα, οι pronύμφες τρέφονται για ένα μήνα και αφού περάσουν και το στάδιο της νύμφωσης, στο τελικό στάδιο γίνεται η εμφάνιση του ενήλικου. Η εμφάνιση των ενηλίκων λαμβάνει μέρος στα μέσα με τέλη του καλοκαιριού, τα οποία διατρέφονται αλλά δεν ζευγαρώνουν μέχρι να έρθει η άνοιξη. Για αυτό το λόγο οι πασχαλίτσες φέρουν μόνο μια γενιά το χρόνο (Majerus & Kearns 1989).



**Εικόνα 4:** Αριστερά pronύμφη, στη μέση νύμφη και δεξιά ενήλικα του *Coccinella septempunctata*.

**Αυγά:** είναι επιμήκη και το σχήμα τους είναι ωοειδές. Το χρώμα τους είναι ανοικτό κίτρινο έως βαθύ πορτοκαλί. Η πλειοψηφία των ειδών στερεώνουν τα αυγά τους σε μια άκρη, με αποτέλεσμα αυτά να βρίσκονται σε όρθια θέση. Τα περισσότερα είδη γεννούν ομάδες αυγών, ωστόσο παρατηρείται ποικιλομορφία όσον αφορά τον αριθμό των αυγών όπου εκκολάπτονται κάθε φορά (Majerus & Kearns 1989). Τα Coccinellidae, τα οποία τρέφονται με αφίδες, τα αυγά τους τα γεννούν σε ομάδες, σε αντίθεση με αυτά τα οποία τρέφονται με κοκκοειδή και γεννούν κάθε αυγό ανεξάρτητο (Dixon 2000). Το διάστημα, το οποίο χρειάζονται τα αυγά να εκκολαφθούν, ποικίλει και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την θερμοκρασία. Χαρακτηριστικό είναι, ότι κάποιες ημέρες πριν την εκκόλαψή τους, τα αυγά περνούν χρώμα γκρι (Hodek 1973, Hodek & Honek 1996).



**Προνύμφες:** οι προνύμφες είναι το επόμενο στάδιο, το οποίο έρχεται ύστερα από την εκκόλαψη των αυγών. Το μέγεθος τους, σε διάρκεια τριάντα ημερών, μπορεί να φθάσει και τα επτά χιλιοστά. Οι νεαρές προνύμφες παραμένουν κοντά στο κελύφος για μια ημέρα. Κάποιες φορές τρώνε τα κελύφη, ενώ αρκετές είναι και οι φορές, κατά τις οποίες τρέφονται από τα αυγά, τα οποία δεν κατάφεραν να εκκολαφθούν ή τις προνύμφες οι οποίες εκκολάπτονται εκ των υστέρων (Hodek & Honek 1996). Μετά την πρώτη ημέρα και αφού αρχίζουν να εγκαταλείπουν τα κελύφη, οι προνύμφες του αρχικού σταδίου ξεκινούν την διαδικασία εύρεσης τροφής ή θηράματος ώστε να τραφούν κατάλληλα. Η πρόσληψη της τροφής τους εξαρτάται από το μέγεθος των αρπακτικών αλλά και των θηραμάτων. Οι προνύμφες του πρώτου σταδίου έχοντας μικρό σωματικό μέγεθος, για να τραφούν αγκιστρώνονται στην πλάτη αφιδών, οι οποίες φέρουν μεγαλύτερο μέγεθος. Κατά αυτό τον τρόπο, η προνύμφη διεισδύει σε βάθος στο σώμα της αφίδας τα στοματικά της μόρια και τρέφεται μέσω των υγρών τα οποία αναρρωφεί. Ωστόσο, το περίβλημα και τα εξαρτήματα της αφίδας παραμένουν τα ίδια χωρίς να έχουν υποστεί κάποιο είδος μεταμόρφωσης (Butt 1951, Hannaz 1958, Hagen 1962, Kesten 1969). Ο παραπάνω τρόπος διατροφής των προνύμφων είναι χαρακτηριστικός των δύο πρώτων σταδίων τους. Διότι, η προνύμφη καθώς αναπτύσσεται, αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο τρέφεται και δείχνει την προτίμησή της στα συμπαγή μέρη του σώματος των αφιδών, όπως για παράδειγμα τα πόδια και τις κεραίες (Majerus & Kearns 1989). Οι προνύμφες, πριν φτάσουν στο στάδιο της νύμφωσης, έχουν υποστεί τρεις φορές την διαδικασία της έκδυσης. Η ραχιαία πλευρά είναι αυτή, η οποία σχίζει το παλιό έκδυμα και ύστερα από χρονική διάρκεια μιας ώρας η προνύμφη απελευθερώνεται. Στην αρχή, ο καινούργιος εξωσκελέτος είναι μαλακός και ωχρός ενώ γρήγορα αλλάζει και μετατρέπεται σε σκληρό και σκουρόχρωμο. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες επηρεάζουν την χρονική διάρκεια των προνυμφικών σταδίων. Επίσης, σπουδαίο ρόλο έχει και η ποσότητα της τροφής δηλαδή των θηραμάτων, αφού όσο μεγαλύτερη είναι, τόσο πιο γρήγορα αναπτύσσονται οι προνύμφες.

**Pre-pupa:** πριν από τη νύμφωση, οι προνύμφες βρίσκονται στο τέταρτο στάδιο, κατά τη διάρκεια του οποίου, σταματούν να τρέφονται και παραμένουν ακίνητες. Με την άκρη της κοιλιάς του προσκολλούνται σε μια επιφάνεια είτε

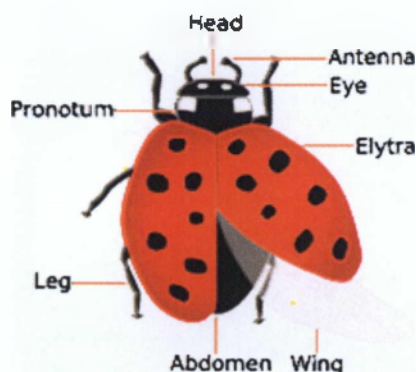
είναι φύλλο, μίσχος ή φλοιός και εκεί επάνω αρχίζει την διαδικασία της κύρτωσης (Hodek 1973).

**Νύμφη:** χαρακτηριστικό της νύμφης είναι η θέση στην οποία εμφανίζεται, η οποία είναι κυρτωμένη. Η νύμφη είναι ακάλυπτη αφού το τελευταίο έκδυμα έχει αποβληθεί έως το σημείο προσκόλλησης στην επιφάνεια. Οι νύμφες αν και υποστηρίζεται πως είναι αδρανείς, δεν είναι τελείως ακίνητες, διότι φέρουν μηχανισμό ανταπόκρισης στον κίνδυνο. Αυτό σημαίνει, ότι αν δεχθούν κάποιο ερέθισμα κινδύνου, τότε η περιοχή της κεφαλής αντιδρά και σηκώνεται πολλαπλές φορές μέσω ανοδικών και απότομων κινήσεων του σώματός της. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες επηρεάζουν το χρώμα των νυμφών, ενώ η θερμοκρασία αντίστοιχα επηρεάζει τη διάρκεια της νύμφωσης.

**Ενήλικο:** το μπροστινό μέρος της νυμφικής θήκης δεχόμενο την πίεση του ενήλικου αρπακτικού σκίζεται και έτσι αυτό εμφανίζεται. Το ενήλικο πλέον αρπακτικό, για να αποβάλει το νυμφικό περίβλημα, χρειάζεται αρκετά λεπτά. Στο στάδιο αυτό, το έντομο φέρει μαλακά φτερά και έλυτρα ενώ η χρωστική του ουσία είναι ελάχιστη. Το αρχικό χρώμα των ελύτρων είναι κίτρινο ή ανοικτό πορτοκαλί. Ανάλογα με την θερμοκρασία και σταδιακά το έντομο θα αποκτήσει το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα του αλλά και τα σχεδιά του ώστε να ολοκληρωθεί η τελική του εμφάνιση. Οι περισσότερες αλλαγές λαμβάνουν μέρος μέσα στις πρώτες ώρες, ωστόσο το κόκκινο χρώμα έχει μια σταθερή ανοικτή απόχρωση για εβδομαδες ή και μήνες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να γίνεται εύκολα η διάκριση των ενήλικων ατόμων της νέας γενιάς. Μια μόνο σύζευξη θεωρείται αρκετή ώστε να καλύψει όλη την αναπαραγωγική ζωή των θηλυκών ατόμων των περισσότερων ειδών, παρόλα αυτά τα ενήλικα ζευγαρώνουν πολλές φορές (Σκούρας, 2009). Η μείωση της διάρκειας της ημέρας φέρει τα έντομα στη διαδικασία της διάπαυσης. Η διάπαυση, παρουσία ενεργειακών αποθεμάτων και με μειωμένο μεταβολισμό, έχει ως αποτέλεσμα το έντομο να επιβιώνει για μεγάλη περίοδο χωρίς τροφή. Η φωτοπερίοδος θεωρείται ο σημαντικότερος παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει την είσοδο των εντόμων σε διάπαυση. Η μείωση της θερμοκρασίας και η φυσιολογική ωρίμανση των φυτών δεν επαναλαμβάνονται κάθε χρόνο με τόση ακρίβεια, σε αντίθεση με τις αλλαγές, οι οποίες γίνονται κατά τη διάρκεια της ημέρας (Hodek 1973). Η αντοχή του εντόμου, σε αντίξοες κλιματικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της διάπαυσης, αυξάνεται. Αυτό γίνεται εξαιτίας

φυσιολογικών και μερικές φορές μορφολογικών γνωρισμάτων, τα οποία συνδυάζονται σε ένα “σύνδρομο προσαρμογής” και το οποίο φέρει ποικιλομορφία μεταξύ των ειδών (DeWilde 1970).

**Μορφολογία:** η μορφολογία των αρπακτικών της οικογένειας Coccinellidae έχει ως εξής: το σώμα τους αποτελείται από την κεφαλή, το θώρακα και την κοιλιά. Το πρόνωτο και τα έλυτρα καλύπτουν τον θώρακα και σκεπάζουν την κοιλιά. Οι κεραίες, οι οποίες φέρουν, είναι κοντές και ροπαλοειδείς. Τα πόδια τους είναι τύπου βαδιστικού. Το πρόσθιο ζεύγος των πτερυγών τους είναι τροποποιημένο, με αποτελέσμα να σχηματίζονται σκληρά έλυτρα, τα οποία ενώνονται σε μια κεντρική γραμμή και καλύπτουν την κοιλιά. Όταν το έντομο δεν πετά, τα πρόσθια έλυτρά του καλύπτουν το οπίσθιο ζεύγος των πτερυγών. Οι πίσω πτέρυγες είναι μεμβρανώδεις.



**Εικόνα 5:** Σχεδιάγραμμα με μορφολογία αρπακτικού εντόμου

Τα Coccinellidae είναι ολομετάβολα έντομα και φέρουν προνύμφες με μακρύ και ευλύγιστο σώμα. Επίσης, μορφολογικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων. Τα θηλυκά άτομα διαθέτουν ελάχιστα μεγαλύτερο μέγεθος σώματος σε σύγκριση με αρσενικά άτομα, το οποίο είναι χαρακτηριστικό των περισσότερων ειδών. Ωστόσο, για την αναγνώριση του φύλου σαν κριτήριο δεν τίθεται μόνο το μέγεθος του αφού δεν είναι και ιδιαίτερα αξιόπιστο, αλλά η ύπαρξη τριών κυρτών δακτυλίων από λευκό εύκαπτο δερμάτιο στα τελευταία κοιλιακά μεταμέρη. Με τους δακτυλίους αυτούς επιτρέπεται η κάμψη της κοιλιάς των αρσενικών στις σωστές γωνίες κατά τη διάρκεια της σύζευξης με τα θηλυκά (Majerus & Kearns 1989). Τέλος, τα στοματικά τους μόρια είναι μασητικού τύπου (Majerus & Kearns 1989).



**Εικόνα 6:** Αρσενικό (δεξιά) και θηλυκό (αριστερά) του είδους *Hippodamia convergens*. Διακρίνεται η διαφορά μεγέθους, καθώς το αρσενικό είναι αρκετά μικρότερο (Κλίμακα 1:10<sup>-1</sup>).

## 2.2 Φυσικοί Εχθροί της Αφίδας *Aphis fabae* Scopoli

Η αφίδα *Aphis fabae* Scopoli έχει να αντιμετωπίσει αρκετούς φυσικούς εχθρούς. Οι φυσικοί εχθροί τρέφονται καταναλώνοντας μεγάλο αριθμό αφίδων. Ο βιολογικός κύκλος, των φυσικών εχθρών, έχει διάρκεια περίπου 15 με 18 ημέρες και με ευνοϊκή θερμοκρασία τους 25°C. Τα ενήλικα θηλυκά άτομα δεν έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής αλλά το περισσότερο που ζούν είναι τρεις μήνες. Υπο κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες γενούν πάνω από 800 αυγά σε ομάδες των 15 έως 25 αυγών. Κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασιών, στις οποίες είναι ενεργά έντομα, είναι οι 22°C με 26°C ενώ σε θερμοκρασίες κάτω των 13°C αντιμετωπίζουν προβλήματα με αποτέλεσμα να σταματάει η δραστηριότητά τους. Τα πιο διαδεδομένα είδη στην Ελλάδα είναι τα εξής:

- I) *Coccinella septempunctata* οικογένεια Coccinellidae
- II) *Hippodamia variegata* οικογένεια Coccinellidae
- III) *Adalia bipunctata* οικογένεια Coccinellidae
- IV) *Propylea quatuordecimpunctata* οικογένεια Coccinellidae
- V) *Aphidius colemani* οικογένεια Braconidae
- VI) *Aphidoletes aphidimyza* οικογένεια Cecidomyiidae

## 2.3 Το αρπακτικό έντομο *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae)

Το *C. septempunctata* ή κοκκίνελα ή πασχαλιά είναι αρπακτικό έντομο κολεόπτερο και ανήκει στην οικογένεια Coccinellidae. Το αρπακτικό αυτό έντομο είναι αφιδοφάγο και μάλιστα θεωρείται πως είναι δυνητικός θηρευτής των αφίδων παγκοσμίως. Στην Ελλάδα συγκεκριμένα, είναι δυνητικός θηρευτής για τις αφίδες του είδους *M. persicae* (Hemiptera: Aphididae) σε καλλιέργειες καπνού και ροδακινιάς αντίστοιχα (Katsarou et al. 2005, Karagounis et al. 2006). Επίσης, το συναντάμε σε διάφορες καλλιέργειες, όπως για παράδειγμα ψυχανθών και βαμβακιού, με αποτέλεσμα να τρέφεται με είδη αφίδων όπως είναι η *A. fabae* (ψυχανθή), *Brevicoryne brassicae* (λάχανο) και *A.gossypii* (βαμβάκι).

Οι προνύμφες αλλά και τα ακμαία καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες αφίδων από οποιοδήποτε άλλο είδος πασχαλίτσας. Έχει υπολογισθεί, πως μέσα σε ένα μήνα, η πασχαλίτσα είτε είναι προνύμφη είτε ακμαίο, μπορεί να καταναλώσει πάνω από 500 αφίδες (Γραβάνης, 2009). Με αποτέλεσμα, να υπάρχει απαίτηση για μεγάλες ποσότητες τροφής και τα ενήλικα μετανάστευουν όταν αυτή τελειώνει (Bianchi et al. 2006). Επίσης, εκτός από κατανάλωση αφίδων, οι πασχαλίτσες δείχνουν και προτίμηση σε μελιτώματα συγκεκριμένων αφίδων, όπως για παράδειγμα της αφίδας *Aphis craccivora* Koch.

**Μορφολογία:** το *C. septempunctata* φέρει πορτοκαλί ως κόκκινα έλυτρα, στα οποία διακρίνονται επτά μαύρα στίγματα, κατά το πρότυπο σχέδιο 1-4-2. Κάθε ένα έλυτρο έχει τρία στίγματα ενώ το έβδομο στίγμα συναντάται πίσω από τη μέση του προθώρακα. Η κεφαλή και ο θώρακός τους έχουν μαύρο χρώμα. Η κεφαλή σε κάθε της πλευρά φέρει μια λευκή ή ωχρή κοιλίδα. Επίσης, μαύρου χρώματος είναι τα πόδια του εντόμου και το κοιλιακό μέρος του. Η μορφολογική διάκριση, μεταξύ θηλυκών ατόμων και αρσενικών, γίνεται από το μέγεθος και από το τελευταίο κοιλιακό τους τμήμα. Στα θηλυκά άτομα το κοιλιακό τμήμα είναι επίπεδο, ενώ στα αρσενικά είναι εξογκωμένο. Το μέγεθος του σώματος εξαρτάται από την θερμοκρασία, η οποία επικρατεί. Έτσι, στους 14°C είναι 5,99mm και στους 23°C είναι 6,12mm. Ενώ, το πλάτος

του, στους 14°C κυμαίνεται μεταξύ των 4,07mm και στους 23°C είναι 4,3mm (Katsarou et al. 2005). Οι προνύμφες του φέρουν τα εξής χαρακτηριστικά: σκουρό καστανό χρώμα και σώμα μακρύ, το οποίο στο 4<sup>ο</sup> στάδιο έχει διαστάσεις μήκους τα 7-8mm και τρία ζεύγη ποδιών. Οι νύμφες είναι και αυτές κυρίως σκούρου καστανού χρώματος. Ωστόσο, σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής υγρασίας αποκτούν μια ανοικτή πορτοκαλί απόχρωση (Hodek, 1973). Τα αυγά είναι κίτρινα με μακρύ, ελλειπτικό σώμα και με μήκος περίπου το 1mm.



Εικόνα 7: Ενήλικο που τρέφεται με αφίδα *A. fabae*

### 2.3.1 Ο βιολογικός κύκλος του *Coccinella septempunctata*

Κατά τη διάρκεια της ζωής του, το αρπακτικό περνάει τα εξής στάδια: τέσσερα προνυμφικά στάδια, το στάδιο της νύμφης και τέλος το στάδιο του ενήλικου ατόμου. Η διάρκεια των σταδίων από το αυγό έως την έξοδο του ενήλικου κυμαίνεται από 70,4 ημέρες στους 14°C και 22,1 ημέρες στους 23°C.

Στην Ελλάδα, ο βιολογικός κύκλος της πασχαλίτσας διακρίνεται στις παρακάτω χρονικές περιόδους. Από τα τέλη Μαρτίου και μέχρι τον Ιούλιο, παρατηρείται η δραστηριότητά τους και η διαδικασία αναπαραγωγής τους. Ύστερα, από τον μήνα Ιούλιο έως και τον Αύγουστο, περιλαμβάνεται η περίοδος θερινής αναπαραγωγικής διάπαυσης. Από τον μήνα Σεπτέμβριο ως το Νοέμβριο, το έντομο επέρχεται στην περίοδο, κατά την οποία γίνεται η επανεμφάνισή του στον αγρό αφού πρώτα έχει γίνει διακοπή της διάπαυσής

του. Τέλος, παρατηρείται η περίοδος διαχείμασης, η οποία διαρκεί από το Νοέμβριο έως τα τέλη Φεβρουαρίου ή τις αρχές Μαρτίου (Katsoyannos 1976).

Η διαχείμαση του είδους *C. septempunctata* γίνεται πάντοτε στο έδαφος και πιο συγκεκριμένα κάτω από πέτρες, σε στρώματα ξερών φύλλων, σε τρύπες του εδάφους, κοντά στη βάση των φυτών και αλλού. Χαρακτηριστικό του είναι, ότι διαχειμάζει κοντά στα μέρη όπου και πολλαπλασιάζεται. Για παράδειγμα, αν υπάρχει κάποια περιοχή μεγαλύτερου υψομέτρου, όσο μικρή και αν είναι αλλά βρίσκεται κοντά στις βιοθέσεις πολλαπλασιασμού του εντόμου, τότε το έντομο προτιμά να διαχειμάσει στις εκεί περιοχές. Οι συνήθεις 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 (Hodek 1973).

Η εμφάνιση των ενήλικων ατόμων, τα οποία εξέρχονται από τη διαχείμαση, γίνεται σε πεδινές περιοχές και τη χρονική περίοδο τέλη Μαρτίου έως τις αρχές Απριλίου. Αφού τραφούν και αναπαραχθούν στο τέλος γεννούν τα πρώτα τους αυγά, κατά το δεύτερο μισό του Απριλίου. Οι πληθυσμοί του είδους χαρακτηρίζονται από παραλλακτικότητα ως προς τον αριθμό των γενεών, εμφανίζοντας το έτος περισσότερες από μια γενεά (Hodek 1986).

Στη χώρα μας, το *C. septempunctata* εμφανίζει τέσσερις γενεές το έτος. Η πρώτη γενεά εμφανίζεται στον αγρό κατά το δεύτερο ή τρίτο δεκαήμερο του Μαΐου. Τέλη Ιουνίου με αρχές Ιουλίου παρατηρείται η δεύτερη γενεά, ενώ η τρίτη γενεά διακρίνεται τέλη Ιουλίου ως τις αρχές Αυγούστου και η τελευταία δηλαδή η τέταρτη γενεά παρουσιάζεται αρχές Σεπτεμβρίου έως τα τέλη του ίδιου μήνα ή και πιο αργά, το τρίτο δεκαήμερο του Οκτωβρίου (Katsoyannos et al. 1997). Επίσης, παρατηρείται μετανάστευση ενός μεγάλου αριθμού ενήλικων ατόμων προς κοντινές ορεινές περιοχές. Το φαινόμενο αυτό λαμβάνει χώρα κατά τα τέλη Ιουνίου με αποτέλεσμα στις πεδινές περιοχές να επικρατούν μικρότεροι πληθυσμοί του είδους.

## 2.4 Το αρπακτικό έντομο *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae)

Το *H. variegata* ανήκει στην υπεροικογένεια Cucujoidea της τάξης των Κολεοπτέρων, στην οικογένεια Coccinellidae, στην υποοικογένεια Coccinellinae και συγκεκριμένα στο γένος *Hippodamia* και είδος *variegata*. Το κοινό ονομά, το οποίο φέρει, είναι πολύχρωμη πασχαλίτσα (Variegated Lady Beetle). Συναντάται σε όλη την Ευρώπη, την Αυστραλία και την Αμερική. Σαν είδος αρπακτικού εντόμου θεωρείται πολυφάγο, ωστόσο οι προνύμφες του και τα ενήλικα τρέφονται κυρίως με αφίδες. Η προτίμησή του σε αφίδες είναι στο είδος *Dysaphis crataegi* (Kontodimas & Stathas 2005). Επίσης, το έντομο αυτό θεωρείται θηρευτής και στα είδη των αφίδων, όπως για παράδειγμα *A. pisum*, *A. craccivora*, *A. fabae* (σε μπιζέλια). Τέλος, αν οι αφίδες θεωρούνται λίγες, τότε προνύμφες και ενήλικα στρέφουν το ενδιαφέρον τους για τροφή σε προνύμφες και αυγά άλλων εντόμων, σε ακάρεα και κάποιες φορές σε νέκταρ και μελιτώματα αφίδων ή άλλων μυζητικών εντόμων.

**Μορφολογία:** τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του είδους είναι τα εξής: σώμα επιμήκη, το οποίο φέρει κιτρινοκόκκινα έλυτρα με ποικίλα μαύρα στίγματα. Σε κάθε έλυτρο υπάρχουν τέσσερα ή ίσως και λιγότερα στίγματα. Τα πόδια και η κοιλιά του είναι χρώματος μαύρου. Στο μαύρο πρόνωτο διακρίνεται μια λευκή γραμμή στην άκρη των ματιών του αλλά και δύο απομονομένα λευκά στίγματα. Το μήκος του είναι μεταξύ 4mm και 5mm. Οι προνύμφες είναι σκουρόχρωμες με μακρή σώμα και διαθέτουν τρία ζεύγη ποδιών, εν.ω φέρουν πορτοκαλί στίγματα. Τα αυγά του είναι επιμήκη και χρώματος κίτρινο.

### 2.4.1 Ο βιολογικός κύκλος του *H. variegata*

Το *H. variegata* είναι ένα είδος, το οποίο φέρει μεγάλο αριθμό γενεών στην Ελλάδα. Έχει την δυνατότητα, να ολοκληρώσει επτά επικαλυπτόμενες γενεές. Αυτό συμβαίνει όταν η διατροφή του γίνεται σε εξωτερικά κλουβιά και προϋπόθεση να υπάρχει συνεχόμενη παροχή αφίδων. Η περίοδος κατά την οποία γίνεται η παραπάνω διαδικασία είναι μεταξύ Απριλίου και Νοεμβρίου (Kontodimas & Stathas 2005).



Στην Κεντρική Ελλάδα, το συγκεκριμένο είδος άρχισε να εμφανίζεται σε καλλιέργειες σιταριού στις αρχές του μήνα Απρίλη μέχρι τα μέσα του Μαΐου (Kavalieratos *et al.* 2002), ενώ από τα μέσα Μαΐου μέχρι και τα μέσα Ιουλίου στις καλλιέργειες βαμβακιού (Kavalieratos *et al.* 2002). Τέλος, εμφανίστηκε σε καλλιέργεια καπνού, από τα μέσα Ιουλίου μέχρι και τα τέλη Σεπτεμβρίου (Kavalieratos *et al.* 2004).

## 2.5 Κανιβαλισμός των αρπακτικών Coccinellidae

Οι νεαρές προνύμφες παραμένουν μέσα στο κέλυφος του αυγού τους και στη συνέχεια τρέφονται με τα διπλανά αυγά. Έπειτα, αφού οι προνύμφες τράφουν, διασκορπίζονται. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται και σε μεγαλύτερες προνύμφες, οι οποίες δυσκολεύονται στο να βρουν τροφή.

Ο κανιβαλισμός δίνει την ευκαιρία, στα κανίβαλα αρπακτικά να αυξήσουν το όριο της επιβίωσής τους. Τα μεγάλα ποσοστά κανιβαλισμού συνήθως δεν είναι αληθείς διότι η εκτροφή των αρπακτικών Coccinellidae στο εργαστήριο έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται μεγάλα ποσοστά στειρότητας (Mills 1982). Ο Mills διαπίστωσε, ότι τα ποσοστά κανιβαλισμού στη φύση είναι μεταξύ 6-30%. Αυτό μας δίνει το συμπέρασμα, πως η μαζική παραγωγή Coccinellidae θα πρέπει να περιορίζεται και οι προνύμφες θα πρέπει να απομονώνονται μόλις βγουν από το αυγό τους.

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

### 3.1 Ανθεκτικότητα των εντόμων στα εντομοκτόνα

Όπως και κάθε οργανισμός, ο οποίος φέρει ανθεκτικότητα στις τοξικές ουσίες με τις οποίες έρχεται σε επαφή, έτσι συμβαίνει και στα έντομα με τα αντίστοιχα εντομοκτόνα. Το φαινόμενο της ανθεκτικότητας φέρει ποικιλομορφία από άτομο σε άτομο ενός πληθυσμού. Η ένταση αντοχής ενός εντόμου σε ένα εντομοκτόνο εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες. Για παράδειγμα, από την χρονική στιγμή της εφαρμογής του εντομοκτόνου μέχρι τη χρονική στιγμή κατά την οποία θα δράσει. Μέσα σε όλο αυτό το χρονικό διάστημα, οι ιδιότητες, τις οποίες φέρει κάθε έντομο, συσχετίζονται με τα στάδια του εντομοκτόνου κατά τη διάρκεια της διαδρομής του αλλά και των τοξικών παραγωγών του.

Η επιστήμη της εντομολογίας δεν υποστηρίζει τον ίδιο ορισμό ως προς την ανθεκτικότητα ή τον εθισμό, τον οποίο φέρουν τα έντομα στα εντομοκτόνα, σε σύγκριση με αυτόν που δίνει η φαρμακολογία. Η ανθεκτικότητα, σύμφωνα με τον διεθνή όρο ο οποίος επικρατεί, ονομάζεται resistance. Δηλαδή, τα έντομα δεν εθίζονται κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου, αλλά ο πληθυσμός από ευπαθής παρουσιάζει ανθεκτικότητα με την πάροδο του χρόνου. Το παραπάνω πραγματοποιείται με την επιλογή των ανθεκτικών στο εντομοκτόνο γονιδίων όπου ο πληθυσμός ήδη έχει. Τα ευπαθή έντομα θανατώνονται, καθώς το εντομοκτόνο ως παράγοντας επιλογής, επιλέγει τα ανθεκτικά γονίδια (Τζανακάκης, 1995).

Η ανθεκτικότητα είναι ένα προσαρμοσμένο φαινόμενο. Το φαινόμενο, λοιπόν της ανθεκτικότητας, αντανακλεί την επιλογή ξεχωριστών κύριων κληρονομίσιμων γενετικών χαρακτηριστικών, τα οποία συμβάλλουν θετικά στην επιβίωση και στην αναπαραγωγή σε περιβάλλον, το οποίο θεωρείται εκτεθειμένο σε εντομοκτόνα. Η λειτουργία της βασίζεται τόσο στην αυξημένη ικανότητα των εντόμων να αποτοξινώνονται από το εντομοκτόνο όσο και στη δομική μεταβολή των στόχων, στους οποίους δρούν τα εντομοκτόνα στο έντομο. Επίσης, η λειτουργία της γίνεται με την μειωμένη διείσδυση των εντομοκτόνων μέσω της επιδερμίδας των εντόμων και με ιδιαιτερότητα

συμπεριφοράς. Κατά αυτό τον τρόπο, οι εχθροί καθίστονται ικανοί είτε να μειώνουν είτε να αποφεύγουν την έκθεση τους σε τοξικές ουσίες. Παράγοντες, όπως είναι οι γενετικοί και βιολογικοί, έχουν την ικανότητα, να επηρεάσουν την εμφάνιση της ανθεκτικότητας. Οι παράγοντες αυτοί ταξινομούνται σύμφωνα με τις γενετικές και οικολογικές ιδιότητες, οι οποίες χαρακτηρίζουν τους εχθρούς αλλά και τον μηχανισμό ανθεκτικότητας. Επιπλέον, υπάρχει μια ακόμα κατηγορία αυτή των λειτουργικών, οι οποίοι συνδυάζουν τον τύπο του εντομοκτόνου το οποίο χρησιμοποιείται αλλά και τον τρόπο εφαρμογής του.

Για την μέθοδο της Ολοκληρωμένης καταπολέμησης των εχθρών, η διαπίστωση της ανθεκτικότητας θεωρείται υποχρεωτική, καθώς αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα, το οποίο αντιμετωπίζει ο τομέας της γεωργίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Η ανθεκτικότητα δίνει τα εξής αποτελέσματα: α) αύξηση της συχνότητας και της ποσότητας εφαρμογής του αντίστοιχου εντομοκτόνου, β) μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας, γ) αύξηση τοξικών υπολειμμάτων στις τροφές και δ) υποβάθμιση του περιβάλλοντος διότι αυξάνονται οι ξενοβιοτικές ουσίες στον αέρα, στο έδαφος και στο νερό. Η αντιμετώπισή της γίνεται αφού πρώτα διαγνωσθεί στους πληθυσμούς των εντόμων, οι οποίοι μας ενδιαφέρουν. Για το λόγο αυτό, αρκετοί είναι οι μέθοδοι, οι οποίοι έχουν αναπτυχθεί, ώστε να βοηθούν στην διαδικασία της αντιμετώπισης. Οι μέθοδοι διακρίνονται στις εξής κατηγορίες: κλασσικές, βιοχημικές και μοριακές.

Οι πιο διαδομένες θεωρούνται οι κλασσικές μέθοδοι, οι οποίες περιλαμβάνουν βιοδοκιμές του εντομοκτόνου δηλαδή γίνονται διαφορετικές δόσεις κάθε φορά που εξετάζεται το εντομοκτόνο. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι, οι οποίοι μας δίνουν τη δυνατότητα να εκτελέσουμε τις βιοδοκιμές. Για παράδειγμα, με τοπική εφαρμογή, ακριβή ψεκασμό προτύπων διαλυμάτων, έκθεση ουσιών σε φιλμ, χαρτί ή γυαλί και εμβάπτιση εντόμου. Για το ποια μέθοδος θα επιλεγεί, πρώτα διακρίνουμε το είδος και το μέγεθος του εντόμου αλλά και τον τρόπο με τον οποίο το ελέγχουμε. Η διαπίστωση της ανθεκτικότητας γίνεται αφού αρχικά υπολογισθεί το LC50, ED50, LD50 κλπ. Αν και οι κλασσικές μέθοδοι διαπίστωσης της ανθεκτικότητας θεωρούνται αποτελεσματικές, ωστόσο είναι χρονοβόρες και δεν δίνουν ακριβείς απαντήσεις σε όλα τα ερωτήματα, όπως για παράδειγμα, ποιός είναι υπεύθυνος μηχανισμός της ανθεκτικότητας. Για το λόγο αυτό, αναζητώντας

δηλαδή περισσότερες λεπτομέρειες, υπάρχουν οι βιοχημικές και μοριακές μέθοδοι (Σκούρας 2009).

Οι βιοχημικές και μοριακές μέθοδοι έχουν την δυνατότητα, να ανιχνεύουν τους μηχανισμούς, οι οποίοι καθιστούν υπεύθυνοι για την ανθεκτικότητα. Αυτό γίνεται, εξετάζοντας μεμονομένα τα άτομα και όχι ομάδες ατόμων. Για αυτόν ακριβώς το λόγο μπορούν να επιβεβαιώσουν την ύπαρξη ανθεκτικότητας χρησιμοποιώντας έναν πολύ μικρό αριθμό εντόμων. Η αναγνώριση των μηχανισμών ανθεκτικότητας είναι πολύ σημαντική γιατί: (α) βοηθάει στον καθορισμό του φάσματος της διασταυρωτής ανθεκτικότητας, που αποτελεί ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα στην αντιμετώπιση των εντόμων, (β) διευκολύνει την επιλογή εναλλακτικών εντομοκτόνων, και (γ) επιτρέπει τη λεπτομερή χαρτογράφηση περιοχών με ανθεκτικούς πληθυσμούς (Denholm et al. 1998).

## **Ανθεκτικότητα αφίδων σε εντομοκτόνα**

Αρκετά είδη εντόμων αλλά και αφίδων έχουν αποκτήσει ανθεκτικότητα σε διάφορα εντομοκτόνα. Αιτία, αυτής της ανθεκτικότητας, είναι η συνεχής χρήση των εντομοκτόνων. Αποτέλεσμα της ανθεκτικότητας είναι η αποτυχία ελέγχου των εχθρών στις καλλιέργειες. Σύμφωνα με την παγκόσμια επισκόπηση της ανθεκτικότητας, η οποία έλαβε μέρος το 1983 από τον Georgiou, 400 αρθρόποδα παρατηρήθηκαν να έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε μια ή και περισσότερες κατηγορίες εντομοκτόνων. Αν και έχουν αναφερθεί περισσότερα από 20 είδη αφίδων, τα οποία έχουν παρουσιάσει ανθεκτικότητα, εντονότερο φαίνεται να είναι το πρόβλημα σε λίγα είδη, όπως για παράδειγμα είναι η *M. persicae* και *A. gossypii* (Hemiptera: Aphididae).

Το είδος *A. gossypii*, των αφίδων, έχει μελετηθεί αρκετά ως προς τους μηχανισμούς ανθεκτικότητας, τους οποίους φέρει. Σύμφωνα, λοιπόν με τις μελέτες, έχει βρεθεί συσχέτιση μεταξύ της δραστηριότητας των εστεράσεων και της ανθεκτικότητάς τους σε οργανωφοσφορικά εντομοκτόνα. Υποστηρίζεται, πως οι ανθεκτικοί κλώνοι σε οργανωφοσφορικά εντομοκτόνα ίσως φέρουν 15

έως και 35 φορές περισσότερη δραστικότητα των εστεράσεων από ότι οι ευαίσθητοι κλώνοι. Τέλος, η ανθεκτικότητα δεν έχει αποδοθείσε ένα μόνο ένζυμο αλλά σε μια ομάδα διαφορετικών ισοενζύμων.

## Σκοπός εργασίας

Τα είδη *C. septempunctata* και *H. variegata* θεωρούνται από τα πιο σημαντικά ωφέλιμα έντομα, τα οποία συναντάμε και ασκούν βιολογική καταπολέμηση στις αφίδες. Για το λόγο αυτό μας ενδιαφέρει, να γνωρίζουμε τη σχέση τους με τα εντομοκτόνα. Έτσι, μας δίνεται η δυνατότητα, να εφαρμόζουμε σωστά την μέθοδο της Ολοκληρωμένης καταπολέμησης.

Η παρούσα εργασία θα προσπαθήσει να μελετήσει, την τοξικότητα των βιολογικών σκευασμάτων σε αρπακτικά και η επίδραση αυτών σε ορισμένα βιολογικά χαρακτηριστικά τους. Κατά αυτό τον τρόπο, θα γνωρίζουμε αν υπάρχει δυνατότητα παράλληλης χρήσης εντομοκτόνων και αρπακτικών, ώστε να αντιμετωπίζουμε τους εχθούς των καλλιεργειών. Γνωρίζοντας τα προβλήματα, τα οποία προκαλούν τα εντομοκτόνα στα αρπακτικά έντομα, θα μας δωθεί η δυνατότητα να βελτιώσουμε την χρήση τους και την εφαρμογή τους. Έτσι ώστε, να μην προκύπτουν κίνδυνοι ανθεκτικότητας αλλά και μεγάλης υπολημματικότητας τόσο για τα έντομα όσο και για το περιβάλλον.

Οι μελέτες, οι οποίες γίνονται για τη συμπεριφορά των εντόμων, είναι απαραίτητες διότι κατανοούμε τα αποτελέσματα του εντομοκτόνου και την διατροφική συμπεριφορά των αρπακτικών Coccinellidae. Τα αποτελέσματα αυτά, μας διευκολύνουν στο συνδυασμό της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των εχθρών και το βιολογικό έλεγχο των αφίδων με αρπακτικά είδη της οικογένειας Coccinellidae.

## **Β Ειδικό Μέρος**

## A. Εισαγωγή

Η διατήρηση των φυσικών εχθρών ή ωφέλιμων εντόμων σε προγράμματα Ολοκληρωμένης Διαχείριση πραγματοποιείται ύστερα από προϋποθέσεις. Έτσι, θεωρείται πως η διατήρηση του φυσικού τους περιβάλλοντος και η χρησιμοποίηση εκλεκτικών εντομοκτόνων, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν το φυσικό τους πληθυσμό και το ρυθμό με τον οποίο προσβάλουν τους εχθρούς, φέρουν το παραπάνω αποτέλεσμα. Τόσο οι οικολογικές όσο και οι φυσιολογικές μέθοδοι μπορούν να πραγματοποιήσουν εκλεκτικές εφαρμογές εντομοκτόνων. Οι οικολογικές μέθοδοι γίνονται με μείωση της έκθεση του ωφέλιμου εντόμου στο εντομοκτόνο, ενώ οι φυσιολογικές μέθοδοι πραγματοποιούνται με χρήση τοξικού εντομοκτόνου για τον εχθρό αλλά σχετικά ακίνδυνο ως προς τον φυσικό εχθρό. Η χρήση εκλεκτικών εντομοκτόνων φέρει ως αποτέλεσμα τη συντήρηση των δυσικών εχθρών και τη μείωση της αύξησης εκ νέου του πληθυσμού του εχθρού-εντόμου αλλά και τη μείωση εφαρμογής εντομοκτόνων. Έτσι, είναι απαραίτητη η μελέτη της συμπεριφοράς των εντομοκτόνων προς τους φυσικούς εχθρούς.

Το είδος *C. septempunctata*, θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα είδη εντόμων και πιο συγκεκριμένα αρπακτικών εντόμων, το οποίο λαμβάνει μέρος στην βιολογική καταπολέμηση των εχθρών των καλλιεργειών όπως είναι οι αφίδες (Honek 1985, Takahashi, 1997, Dixon, 2000, Kehrl & Wyss, 2001). Το *C. septempunctata* λαμβάνοντας μέρος στην Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση των εχθρών (IPM), έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του πληθυσμού των αφίδων κάτω από το επίπεδο εκείνο στο οποίο επέρχεται οικονομική ζημία. Η γνώση του βιολογικού κύκλου των Κολεόπτερον αρπακτικών και η γνώση της επίδρασης την οποία δέχονται από τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, συμβάλουν στην αύξηση της αποτελεσματικότητας της IPM.

Στα αρπακτικά έντομα της οικογένειας Coccinellidae έχει παρατηρηθεί, ότι η τοξικότητα των εντομοκτόνων δεν είναι ίδια προς όλα τα είδη. Η τοξικότητα, δηλαδή, αλλάζει μεταξύ των ειδών των αρπακτικών και των εντομοκτόνων, στα οποία γίνεται χρήση. Επίσης, αλλαγές στην τοξικότητα δημιουργεί και το είδος της έκθεσης κάθε εντόμου προς το αντίστοιχο

εντομοκτόνο. Αν ένα εντομοκτόνο δεν προκαλέσει το θάνατο ενός αρπακτικού, αυτό δεν σημαίνει πως δεν προκαλεί πολλαπλά σχεδόν θανατηφόρα αποτελέσματα όπως για παράδειγμα: μικρότερη διάρκειά ζωής (Liu and Stansly, 2004), μείωση ωοπαραγωγής και γονιμότητας (Banken and Stark, 1998), (Liu and Stansly, 2004), (Galvan, Koch and Flutchison, 2005), αυξημένους ρυθμούς ανάπτυξης (Galvan et al. 2005), περίοδο προ ωοτοκίας (Liu and Stansly 2004), 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 πτυχιακή αυτή έγινε μελέτη στις επιδράσεις, τις οποίες ίσως έχουν τα βιολογικά σκευάσματα σε διάφορα βιολογικά χαρακτηριστικά και τη θνησιμότητα στα είδη *C. septempunctata* και *H. Variegata*.

## **B. Υλικά και μέθοδοι**

### **I) Πειραματικό υλικό**

Το είδος *C. septempunctata* των Κολεόπτερων αρπακτικών, το οποίο χρησιμοποιήθηκε στις πειραματικές μελέτες, συλλέχθηκε το έτος 2011 στην περιοχή της Καλαμάτας από καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά. Ωστόσο, εκτός από το παραπάνω είδος έγινε χρήση και του είδους *H. variegata* για λόγους σύγκρισης. Εκτός, από είδη αρπακτικών χρησιμοποιήθηκε η αφίδα *A. fabae*, της οποίας η εκτροφή έγινε στο χώρο του εντομοτροφείου.

### **II) α)Αποικία αφίδων**

Η εκτροφή των αφίδων έλαβε μέρος στο χώρο του εντομοτροφείου, το οποίο στεγάζεται στο χώρο του Α.Τ.Ε.Ι Πελοποννήσου, στα πλαίσια του εργαστηρίου Εντομομολογίας και Ζωολογίας του τμήματος Φ.Π. Στο θάλαμο εκτροφής επικρατούσαν οι εξής συνθήκες: θερμοκρασία 18°C (± 0.5), υγρασία



60 % ( $\pm$  5) και φωτοπερίοδος L16:D8 (L=Light, D=Darkness). Σε σιδερένια κλουβιά με ανοίγματα γύρω γύρω, τα οποία έφεραν ξύλινο πάτο και ήταν προστατευμένα από ένα λεπτό ύφασμα οργαντίνας, τοποθετήθηκαν οι αφίδες. Η οργαντίνη, η οποία έκλεινε ερμητικά, εμπόδιζε τις αφίδες να διαφύγουν και επιπλέον τις προστάτευε από μόλυνση άλλων εντόμων (Εικόνα 8). Οι συνθήκες, οι οποίες επικρατούσαν, κρατούσαν σε συνεχή ρυθμό την παρθενογενετική αναπαραγωγή των αφίδων. Οι αφίδες τρέφονταν με φυτά κουκιών (*Vicia faba*), στα οποία κάθε τρεις μέρες γίνονταν αλλαγές και τοποθετούνταν καινούργια φυτά.



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

### **β) Αποικία αρπακτικών**

Τα ενήλικα άτομα των αρπακτικών, ύστερα από την διαδικασία της συλλογής τους στον αγρό, αρχικά τοποθετήθηκαν σε ειδικά αεροστεγή σακουλάκια και μετά μεταφέρθηκαν με προσοχή στο εργαστήριο με σκοπό την ίδρυση αποικιών.

Για την επίτευξη ίδρυσης αποικιών, τα αρπακτικά τοποθετήθηκαν σε πλαστικούς διάφανους κυλίνδρους, μαζί με μολυσμένα φυτά κουκιών από την αφίδα *A. fabae*, ώστε να καλύψουν τις ανάγκες τους σε τροφή. Οι κύλινδροι κλείστηκαν με οργαντίνες με στόχο την προστασία των αποικιών (Εικόνα 9).



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

Η διατήρησή τους έλαβε μέρος σε αίθουσα του εργαστηρίου με συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος, οι οποίες ευνοούσαν στο να διατησούνται οι αποικίες σε επιθυμητά επίπεδα. Έτσι, επικρατούσαν ρυθμιζόμενη θερμοκρασία 25°C, υγρασία 60% και φωτοπερίοδος 16:8 (L:D). Η ανανέωση της τροφής γινόταν κάθε 2-3 ημέρες ενώ καθημερινά υπήρχε έλεγχος για εύρεση αυγών. Τα αυγά συλλέγονταν και μεταφερόντουσαν σε ειδικά τριβλία μέχρι τη στιγμή της εκκόλαψής τους. Οι αφίδες, οι οποίες προέρχονταν από την εκκόλαψη των ωών, μεταφερόντουσαν μεμονομένα σε βαζάκια με καθημερινή προσθήκη μεγάλου αριθμού αφίδων για την διατροφή τους. Κατά αυτό τον τρόπο αποφεύγαμε το φαινόμενο του κανιβαλισμού. Όταν, πλέον ολοκλήρωναν τα στάδια του βιολογικού τους κύκλου και γινόντουσαν ενήλικα, μεταφερόντουσαν εκ νεου στους κυλίνδρους για συνέχιση και διατήρηση της αποικίας.

### III) Φυτά

Η σπορά του φυτού *Vicia faba* κοινώς κουκιά πραγματοποιήθηκε σε γλαστράκια μεγέθους 15 χ 15 εκατοστά. Η διαδικασία είχε ως εξής: τοποθέτηση των σπόρων για 24 ώρες μέσα στο νερό, εν συνεχεία τα γλαστράκια έφεραν βρεγμένο περλίτη πάνω στον οποίο τοποθετούσαμε μια ποσότητα σπόρων και τέλος αφού τα ποτίζαμε τα μεταφέραμε σε θάλαμο θερμοκρασίας 25° C. Σε χρονικό διάστημα 8 έως 10 ημερών τα κουκιά φύτρωναν αλλά κατάλληλα για μόλυνση ήταν όταν το μήκος του έφτανε τα 10 εκατοστά. Τότε, τα τοποθετούσαμε σε ειδικά κλουβιά ντυμένα με οργανίνες

με σκοπό να πετύχουμε την τεχνητή μόλυνση με την αφίδα *Aphis fabae* (Εικόνα 10).



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

Από τα φυτά αυτά γίνεται συλλογή ενήλικων ατόμων αφίδας, τα οποία προορίζονται ως τροφή των προνυμφών για τη διαδικασία της πειραματικής μελέτης. Επίλεον, είναι τροφή και για την αποικία των ενήλικων αρπακτικών.

#### **IV) Πειραματική μεθολογία**

Για να γίνει μελέτη της επίδρασης των εντομοκτόνων στα αρπακτικά έντομα, πραγματοποιήθηκε μια πειραματική διαδικασία, στην οποία έλαβαν μέρος προνύμφες τετάρτου σταδίου και τα απαραίτητα βιολογικά εντομοκτόνα.

Οι προνύμφες τετάρτου σταδίου εμφανιζόντουσαν ύστερα από μια συγκεκριμένη διαδικασία, η οποία επαναλαμβανόταν συχνά. Η διαδικασία είχε ως εξής: συλλογή αυγών από την αποικία των ενήλικων αρπακτικών και μεταφορά αυτών σε ειδικά τριβλία και ύστερα σε βιοκλιματικό θάλαμο. Στον θάλαμο αυτό επικρατούσαν οι εξής συνθήκες: θερμοκρασία 25°C, φωτοπερίοδο 16:8 και υγρασία 60%. Κατά αυτό τον τρόπο επιτυχανόταν η σύντηξη των ωών μέχρι να εκκολαφθούν. Ύστερα, σε κάθε νέα εκκολαφόμενη προνύμφη πραγματοποιούνταν μεταφορά και τοποθέτησή της σε ειδικά δοχεία. Εκεί, γινόταν καθημερινός έλεγχος για την εύρεση εκδύματος αλλά και προσθήκη τροφής με αφίδες *A. fabae*. Η παραμονή της προνύμφης στα δοχεία αυτά σταματούσε με την εύρεση του τρίτου εκδύματος και

συνεπώς γινόταν η εμφάνιση προνύμφης τέταρτου σταδίου. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας.

Οι προνύμφες, λοιπόν, μεταφέρονταν ατομικά και τοποθετούνταν στα Blackman, τα οποία είναι ειδικά ορθογώνια κουτάκια. Στα Blackman γινόταν, επιπλέον, τοποθέτηση ενός μικρού μέρους από τα νεαρά φυτά των κουκιών, το οποίο ήταν πρώτα εμβαμτισμένο για δέκα δευτερόλεπτα στο αντίστοιχο φάρμακο αλλά και 300 ενήλικες άπτερες αφίδες του είδους *A. fabae*. Εν συνεχεία γινόταν καθημερινός έλεγχος για την αδηφαγία του αρπακτικού με στόχο την υπερεπάρκεια μέχρι το στάδιο της νύμφωσης, για το λόγο αυτό γινόταν προσθήκη των αφίδων, οι οποίες καταναλώνονταν καθημερινά. Εκτός από την καταγραφή της αδηφαγίας γινόταν και έλεγχος της θνησιμότητας την οποία παρουσίαζαν τα αρπακτικά. Τα ακμαία, τα οποία προέκυπταν από όσες προνύμφες κατάφεραν να φτάσουν στο στάδιο της νύμφωσης, ζυγίζονταν σε ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας και συγκεκριμένα με ακρίβεια εκατοτάκις χιλιοστού του γραμμαρίου. Τέλος, καταγραφόταν το φύλο τους.

Για κάθε φάρμακο και μάρτυρα έγινε χρήση τουλάχιστον 25 ατόμων. Ωστόσο, τα άτομα, τα οποία κατάφεραν να ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο μέχρι το στάδιο του ακμαίου, είναι και αυτά, τα οποία συμπεριλήφθηκαν στα τελικά μας αποτελέσματα.

Τα βιολογικά σκευάσματα, τα οποία πήραν μέρος στις πειραματικές διαδικασίες, είναι πέντε. Το SAVONA, το οποίο είναι φυσικό εντομοκτόνο και προέρχεται από άλατα καλίου, φυτικά και ζωικά έλαια σε μορφή υγρή υδατοδιαλυτή (SL), (Woodstream Canada Corporation, Καναδάς). Επίσης, έγινε μελετήθηκε το SURROUND WP, το οποίο φέρει περιεκτικότητα 95% σε καολίνη υπό μορφή βρέξιμης σκόνης WP, (χελλαφαρμ Α.Ε). Επίσης μελετήθηκαν τα PLENUM 50 WG, το οποίο είναι διασυστηματικό εντομοκτόνο και φέρει σαν δραστική ουσία το pymetrozine σε περιεκτικότητα 50% (Syngenta Hellas AEBE) και το PARAFFINIC OIL – Βιορύλ 80% EC, το οποίο είναι θερινός πολτός και η δραστική του ουσία είναι το παραφινέλαιο σε περιεκτικότητα 80% (Βιορύλ ΑΕ).

## Αποτελέσματα

Η επίδραση των βιολογικών 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. Η μέση διάρκεια ανάπτυξης σε μέρες σε 4<sup>ου</sup> σταδίου προνύμφες, σε νύμφες αλλά και η συνολική διάρκεια ανάπτυξης για τα δυο αυτά στάδια των αρπακτικών *C. septempunctata* και *H. variegata* στους 25°C περιγράφονται στον Πινάκα 2. Όσο αφορά το *C. septempunctata* η διάρκεια ανάπτυξης για το 4<sup>ου</sup> σταδίου προνύμφες κυμάνθηκε από 3.31 ημέρες για τον SunOil έως και 4,38 ημέρες για τον μάρτυρα. Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων ( $F = 2.332$ ;  $df=4, 81$ ;  $p<0.014$ ). Η διάρκεια ανάπτυξης του νυμφικού σταδίου κυμάνθηκε από 4,94 ημέρες για τον μάρτυρα έως και 5.94 ημέρες για το SunOil. Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων ( $F = 2.454$ ;  $df=4, 81$ ;  $p<0.050$ ).

**Πίνακας 2.** Μέση διάρκεια ανάπτυξης σε μέρες ( $\pm$  S.E.) 4<sup>ου</sup> σταδίου προνύμφες και νύμφες του αρπακτικού *Coccinella septempunctata* και *Hippodamia variegata* στους 25°C.

Μεταχείριση	N	Διάρκεια ανάπτυξης		
		L4 & Νύμφη	L4	Νύμφη
<i>Coccinella septempunctata</i>				
Μάρτυρας	16	9,31a	4,38a	4,94a
Savona	22	8,82a	3,55b	5,27ab
SunOil	16	9,25a	3,31b	5,94b
Surround	16	8,81a	3,50b	5,31ab
Pymetrozine	16	8,63a	3,56b	5,06a
<i>Hippodamia variegata</i>				
Μάρτυρας	23	8,44c	3,28a	5,22c
Savona	21	6,76ab	2,85a	3,91b
SunOil	20	6,8a	3,10a	3,70b
Surround	20	7,10a	3,15a	3,95b
Pymetrozine	20	6,25b	3,10a	3,15a

Όσο αφορά την συνολικά στην διάρκεια ανάπτυξης σε 4<sup>ου</sup> ηλικίας προνύμφες και νύμφες ( $F = 1.071$ ;  $df=4, 81$ ;  $p<0.376$ ) δεν βρέθηκαν στατιστικές σημαντικές διαφορές. Στην περίπτωση του *H. variegata* δεν βρέθηκαν στατιστικές σημαντικές διαφορές σε 4<sup>ου</sup> ηλικίας προνύμφες ανάμεσα στις μεταχειρίσεις ( $F = 2.361$ ;  $df=4, 99$ ;  $p<0.058$ ) ενώ βρέθηκαν στο στάδιο της νύμφης ( $F = 24.325$ ;  $df=4, 99$ ;  $p<0.001$ ) και συνολικά στην διάρκεια ανάπτυξης σε 4<sup>ου</sup> ηλικίας προνύμφες και νύμφες ( $F = 21.018$ ;  $df=4, 99$ ;  $p<0.001$ ).

Η επίδραση των εντομοκτόνων στην κατανάλωση αφίδων σε 4<sup>ου</sup> σταδίου προνύμφες των αρπακτικών ήταν στατιστικώς σημαντική και για τα δυο είδη (Πίνακας 3). Η κατανάλωση αφίδων για το *C. septempunctata* σε 4<sup>ου</sup> σταδίου προνύμφες κυμάνθηκε από 502 αφίδες για τον μάρτυρα έως και 376 αφίδες για το Savona. Στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων ( $F = 4.638$ ;  $df=4, 81$ ;  $p<0,002$ ).

Επίσης η μέση ημερήσια κατανάλωση αφίδων για το 4<sup>ου</sup> σταδίου προνύμφες κυμάνθηκε από 108 αφίδες για τον Savona έως και 128 αφίδες για το SunOil. Στατιστικώς σημαντικές διαφορές βρεθήκαν μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων ( $F = 3.585$ ;  $df=4, 81$ ;  $p<0,009$ ).

**Πίνακας 3.** Συνολική και Μέση Ημερήσια διάρκεια κατανάλωση αφίδων *Aphis fabae* ( $\pm$  S.E.) σε 4<sup>ου</sup> σταδίου προνύμφες του αρπακτικού *Coccinella septempunctata* και *Hippodamia variegata* στους 25<sup>o</sup>C.

Μεταχείριση	N	Διάρκεια ανάπτυξης	
		Συνολική κατανάλωση αφίδων	Μέση κατανάλωση αφίδων
<i>Coccinella septempunctata</i>			
Μάρτυρας	16	502,19a	116,07a
Savona	22	376,32b	108,53a
SunOil	16	420,88b	127,92b
Surround	16	415,44b	119,06ab
Pymetrozine	16	412,75b	118,07ab
<i>Hippodamia variegata</i>			
Μάρτυρας	23	298,70b	94,22a
Savona	21	275,33a	97,30a
SunOil	20	299,40b	96,72a
Surround	20	300,80b	97,07a
Pymetrozine	20	326,50c	105,76b

Στην περίπτωση του *H. variegata* η μέση ημερήσια κατανάλωση αφίδων για το 4<sup>ου</sup> σταδίου προνύμφες κυμάνθηκε από 94 αφίδες για τον μάρτυρα έως και 106 αφίδες για το Pymetrozine. Στατιστικώς σημαντικές διαφορές βρεθήκαν μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων ( $F = 3.098$ ;  $df=4, 99$ ;  $p<0,019$ ). Η συνολική κατανάλωση αφίδων για το *H. variegata* σε 4<sup>ου</sup> σταδίου προνύμφες κυμάνθηκε από 275 αφίδες για το Savona έως και 326 αφίδες για το Pymetrozine. Στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων ( $F = 6.617$ ;  $df=4, 99$ ;  $p<0,001$ ).

Η συνολική θνησιμότητα (από 4<sup>ου</sup> σταδίου προνύμφη έως και ενήλικο) του *C. septempunctata* κυμάνθηκε από 0% για το μάρτυρα και τον καολινίτη έως και 63% για το SunOil ενώ για το *H. variegata* από 4% για το μάρτυρα έως 41% για το SunOil. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 4.

**Πίνακας 4.** Θνησιμότητα του αρπακτικού *Coccinella septempunctata* στους 25°C.

Μεταχείριση	N	% Θνησιμότητα		
		4ου σταδίου προνύμφη <i>Coccinella septempunctata</i>	Νύμφη	Σύνολο
Μάρτυρας	16	0,00%	0,00%	0,00%
Savona	26	7,70%	7,70%	15,40%
SunOil	43	20,90%	41,90%	62,80%
Surround	16	0,00%	0,00%	0,00%
Pymetrozine	19	5,00%	10,00%	15,00%
<i>Hippodamia variegata</i>				
Μάρτυρας	24	4,10%	0,00%	4,10%
Savona	23	8,69%	0,00%	8,69%
SunOil	34	29,42%	16,67%	41,18%
Surround	24	16,67%	0,00%	16,67%
Pymetrozine	20	20,00%	0,00%	20,00%

## Συζήτηση

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 επαφή με φυτό που περιέχει εντομοκτόνο.

Παρόλο που τα εργαστηριακά πειράματα μπορεί να υπερεκτιμήσουν την επίδραση ενός εντομοκτόνου, μιας και η αρχιτεκτονική των φυτών μπορεί να επηρεάσουν την συμπεριφορά του εντόμου (Singh et al., 2001), τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής έδειξαν ότι και τα τέσσερα εντομοκτόνα μειώνουν την αδηφαγία του αρπακτικού κολεοπτέρου *C. septempunctata* αλλά δεν βρέθηκαν διαφορές στην ημερήσια κατανάλωση αφίδων. Άλλες μελέτες έχουν δείξει (Cabral et al. 2011) ότι δεν επηρεάζεται η αδηφαγία του *C. undecimpunctata* από το pirimicarb ή το pymetrozine όταν αυτό έρχεται σε απευθείας επαφή με το εντομοκτόνο. Οι Moura et al. (2006) είχαν παρατηρήσει παρόμοιο αποτέλεσμα όταν εξέτασαν την επίδραση του pirimicarb στην αδηφαγία του *C. undecimpunctata* με λεία την αφίδα *A. fabae*. Επίσης, οι Roger et al. (1994, 1995) παρατήρησαν ότι άλλα τρία εντομοκτόνα (cypermethrin, carbaryl & malathion) δεν επηρέασαν σημαντικά την ημερήσια κατανάλωση αφίδων από ενήλικα αρπακτικά του *C. maculata lengi*. Αντιθέτως, ο Garcia (1979) βρήκε ότι 4<sup>ου</sup> σταδίου προνύμφες των *C. sulphurea* & *Semidalia undecimnotata* (Coleoptera: Coccinellidae) μείωσαν τον αριθμό που καταναλώνουν μετά από απευθείας έκθεση τους σε διαγνωστική δόση pirimicarb. Απευθείας έκθεση στα εντομοκτόνα benomyl & azadirachtin του *C. maculate lengi* (Roger et al. 1994, 1995) και στο lambda-cyhalothrin του *Harmonia axyridis* μείωσαν σημαντικά τον ρυθμό κατανάλωσης αφίδων. Πιθανόν οι διαφορετικές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν ή το διαφορετικό στάδιο που δέχτηκε το εντομοκτόνο να προσδίδει και διαφορετικό αποτέλεσμα στην αδηφαγία.



Η μεγάλη θνησιμότητα που παρατηρήθηκε στο SunOil και στα δυο αρπακτικά στην μελέτη αυτή μπορεί να έχει επιζήμιες συνέπειες για τον πληθυσμό των αρπακτικών και την επιβίωση του στις καλλιέργειες που ψεκάζονται με αυτό το εντομοκτόνο. Όμως χρειάζονται περισσότερες μελέτες μιας και οι Singh et al (2004) είχαν βρει ότι σε κουκιά ψεκασμένα με το εντομοκτόνο dimethoate η προνύμφη απέφευγε την ψεκασμένη επιφάνεια και επικέντρωνε το ψάξιμο της σε μη ψεκασμένες επιφάνειες. Όσο αφορά τον καολινίτη και δευτερευόντως τον σάπωνα δεν φαίνεται να επηρεάζει την επιβίωση των αρπακτικών.

Οι βιοδοκιμές στο εργαστήριο αναδεικνύουν ότι τα εντομοκτόνα επιδρούν τόσο στην διάρκεια ανάπτυξης όσο και στην συνολική αλλά και ημερήσια κατανάλωση αφίδων του *C. septempunctata* σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Πειράματα αγρού είναι απαραίτητα για να βγουν περισσότερο ασφαλή συμπεράσματα για την επίδραση των εντομοκτόνων σε αρπακτικά έντομα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική βιβλιογραφία

**Αθανασίου Γ. Χρήστος, 1999.** Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση. Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, 2-5 Νοεμβρίου 1999, Χαλκίδα.

**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.

**Ζάρπας, Κ.Δ. 2006.** Μελέτη της δυναμικής πληθυσμών της αφίδας *Aphis gossypii* Glover. *Διδακτορική Διατριβή.* Νέα Ιωνία Μαγνησίας,

**Καπετανάκης, 2002.** Μέθοδοι κα Μέσα Αντιμετώπισης Φυτοπαράσιτων, Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης-Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

**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 αντιμετώπιση τους. 67 σελ. Εκδόσεις ΤΕΙ Κρήτης.

**Παπαδάκη – Μπουρναζάκη Μ. 1993.** Οι κυριότεροι εχθροί των δενδρωδών καλλιεργειών και η αντιμετώπιση τους 70 σελ.

**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.

**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

**Ako, M., C. Borgemeister, H.-M. Poehling, A. Elbert, and R. Nauen. 2004.** Effects of neonicotinoid insecticides on the bionomics of two spotted spider mite (Acari:Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 97 : 1587-1594.

**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.

**Croft BA and Brown AWA, 1975.** Responses of arthropod natural enemies to insecticides. Annual Review of Entomology, 20: 285-335.

**Delucci D., 1954.** Pullus impexus (Muls.) (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.

**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.

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

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

**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

**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, pp. 371–379.

**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, pp. 371–379.

**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.

**Katsarou, I., Margaritopoulos, J.T., Tsitsipis, J.A., Perdakis, 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., Stathas G.J., & Kontodimas D.C. 1997b.** Phenology of *Coccinella septempunctata* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae) in Greece. *Entomophaga*, 42: 435-444.

**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. 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.

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

**Roger C., Codderre D. & Vincent C. 1994.** Mortality and predation efficiency of *Coleomegilla maculate lengi* Timb. (Col., Coccinellidae) following pesticide applications. *J. Econ. Entomol* 87: 583-588.

**Roger C., Codderre D. & Vincent C. 1994.** Mortality and predation efficiency of *Coleomegilla maculate lengi* Timb. (Col., Coccinellidae) following applications of Neem extracts (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae) *J. Appl. Entomol.* 119: 439-443.

**Ripper WE, 1956.** Effect of pesticides on balance of arthropod populations. *Annual Review of Entomology*, 1: 403-438.

**Stark JD, Jepson PC and Mayer DF, 1995.** Limitations to use of topical toxicity data for predictions of pesticide side effects in the field. *Journal of Economic Entomology*, 88: 1081-1088.

**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 SR,Walters KFA, Port GR, 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.

**Tomizawa, M., and J.E. Casida. 2003.** Selective toxicity of neonicotinoids attributable to specificity of insect and mammalian nicotinic receptors. *Annu. Rev. Entomol.* 48 : 339-364.

**Tomizawa, M., N. S. Millar, and J. E. Casida. 2005.** Pharmacological profiles of recombinant and native insect nicotinic acetylcholine receptors. *Insect Biochem. Molec. Biol.* 1347-1355.

**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).

**Yu SJ, 1988.** Selectivity of insecticides to the spined soldier bug (Heteroptera: Pentatomidae) and its lepidopterous prey. *Journal of Economic Entomology*, 81: 119-122.